

Tel.: 602 324 116, 602 432 423
Fax: 244 401 879

e-mail: betonconsult@betonconsult.cz
www.betonconsult.cz

Zpracováno pro:

KαK Technology a.s.
Zlatnická 33/I
339 01 Klatovy

Stavebně technický průzkum zemního vodojemu Hůrka II v Klatovech

Zpracoval:

Doc. Ing. Jiří Dohnálek, CSc.
autorizovaný inženýr a soudní znalec

Miroslav Gottwald
technik diagnostiky staveb

Praha, prosinec 2013



1. Úvod

Na základě objednávky firmy K&K Technology a.s., Zlatnická 33/I v Klatovech byl proveden dne 19.11.2013 stavebně technický průzkum zemního vodojemu Hůrka II. Předmětem stavebně technického průzkumu byly železobetonové konstrukce vodojemu.

Zpracovatel zprávy v době provádění stavebně technického průzkumu měl k dispozici základní výkresovou dokumentaci a dispozice vodojemu tak byly před zahájením prací zřejmé.

Rozsah průzkumu byl dán předem odsouhlasenou věcnou a cenovou specifikací, a to v následujícím rozsahu:

- vizuální prohlídka objektu (akumulace, technologická chodba mezi nádržemi, horní líc stropní konstrukce v sondách), rozsah poruch, fotodokumentace,
- odběr jádrových vývrtů z povrchu posuzovaných konstrukčních prvků, včetně stanovení pevnosti betonu v tlaku destruktivně,
- ověření pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně Maškovým špičákem (odděleně u stěn, dna, stropu, trámů a sloupů),
- stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy (odděleně u stěn, dna, stropu, trámů a sloupů),
- stanovení tloušťka krycí vrstvy betonu nad výztuží (odděleně u stěn, dna, stropu, trámů a sloupů),
- stanovení obsahu chloridových iontů v povrchových vrstvách obvodové stěny,
- vytvoření referenčních ploch na povrchu posuzovaných konstrukčních prvků vysokotlakým vodním paprskem o síle 1400 barů,
- stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev betonu na předupraveném povrchu (referenční plocha),
- celkové zhodnocení stavu objektu a doporučení sanačního zásahu.

Cílem stavebně technického průzkumu bylo především popsat co nejpřesněji aktuální stav železobetonových konstrukčních prvků a na základě těchto informací doporučit optimální sanaci tak, aby životnost objektu byla s vynaložením přiměřených finančních nákladů prodloužena v horizontu cca dalších 30 let.

2. Stručný popis posuzovaného vodojemu

Jedná se o zemní akumulární nádrž obdélníkového půdorysu, jejíž základní rozměry jsou cca 30 x 35 m. Objekt byl postaven v 80 letech minulého století.

Výška nádrže je 6,8 m. Obvodové stěny akumulární nádrže jsou tvořeny z monolitického železobetonu. Do monolitických stěn jsou vetknuty čtyři řady podélných prefabrikovaných průvlaků, které jsou podepírány svislými prefabrikovanými sloupy. Půdorysný tvar sloupů je obdélníkový o rozměru cca 400 mm x 500 mm. Sloupy jsou tak umístěny ve čtyřech řadách a v každé řadě se nachází pět svislých podpor.

Dno vodojemu je tvořeno spádovými vrstvami. U přístupového žebříku se nachází čerpací jímka, napojená na odvodňovací kanál, který je vyspádován směrem k nejnižšímu bodu.

3. Provedené zkoušky a jejich výsledky

U hodnoceného objektu byla nejprve provedena celoplošná vizuální prohlídka vnitřních povrchů konstrukcí akumulární nádrže a vnějšího povrchu stěn v technologické chodbě. Tato prohlídka byla kombinována s akustickým trasováním, které umožňuje odhalit dutiny v povrchových oblastech a skrytě probíhající korozi výztuže. Typické oblasti byly fotograficky zdokumentovány a následně byl proveden zákres vizuálně patrných defektů, a to jak na základě vizuální prohlídky, tak pomocí tzv. akustické trasovací metody.

Akustická trasovací metoda spočívá v sunutí ocelové kuličky, fixované na tyči po kontrolovaném povrchu. Změnou ozvuku je identifikována delaminovaná oblast.

Dále bylo z vybraných konstrukčních prvků odebráno celkem 10 jádrových vývrtů o průměru cca 50 mm. Ty byly po odběru fotograficky zdokumentovány a slovně zhodnoceny.

Poté byly rozřezány na válcová zkušební tělesa, která byla využita ke stanovení pevnosti betonu v tlaku. Čela válcových těles byla před zkouškou okoncována speciální sírovou směsí podle ČSN 73 1329. Poté byla tělesa odzkoušena v elektronicky řízeném hydraulickém tlakovém zkušebním stroji EDT 1600.

Provedené nedestruktivní zkoušky se soustředily na stanovení aktuální kvality povrchových vrstev betonu jednotlivých konstrukčních prvků, posouzení rizika elektrochemické koroze v jednotlivých konstrukčních prvcích, a to na základě porovnání tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy.

Pevnost betonu v tlaku nedestruktivně byla stanovena metodou Maškova špičáku. Metoda vychází ze zarážení speciálního sondovacího dláta dvaceti údery palicí o hmotnosti 2 kg pod povrch náhodně vybraného zkušebního místa. Toleranční meze této metody jsou na úrovni $\pm 20\%$, tedy srovnatelné s metodou Schmidtova tvrdoměru podle ČSN 73 1373. Předností metody Maškova špičáku je možnost jejího použití na silně vlhkých, povrchově znečištěných površích.

V přístupných oblastech bylo provedeno stanovení tloušťky krycí vrstvy betonu nad výztuží. Ke stanovení byl použit magnetický indikátor výztuže Profometr 5 (Proceq, Švýcarsko), který umožňuje stanovit tloušťku krycí vrstvy betonu nad výztuží s přesností ± 1 mm. Tloušťka zkarbonatované vrstvy byla stanovována kolorimetrickým testem a to tak, že na prach, vynášený při příklepovém vrtání, bylo sprejem aplikováno kolorimetrické činidlo fenolftalein. Tloušťka zkarbonatované vrstvy je identifikována stavem, kdy dojde k barevnému přechodu vynášeného prachu na temně fialovou. V tomto okamžiku je zastaveno vrtání a hloubka návrtu je považována za tloušťku zkarbonatované vrstvy. Porovnání tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy umožňuje posoudit, zda se výztuž nachází již ve zkarbonatované oblasti, či naopak je dosud v alkalickém betonu, jehož alkalitou je pasivována a chráněna před rozběhem elektrochemické koroze. Porovnání obou souborů tedy umožňuje posoudit korozní stav výztuže i v oblastech, které nejsou dosud vizuálně poškozeny oddělením krycích vrstev betonu nad výztuží.

Pro korozní stav výztuže, resp. riziko rozběhu elektrochemické koroze, je významný i obsah chloridových iontů v betonu. Obsah chloridových iontů byl stanovován potenciometrickou titrací na eluátu, který byl získán zkušebním postupem SOP D 06 07-023 laboratoře ALS Czech Republic, s.r.o. Výsledky jsou uváděny v mg/kg sušiny.

Pevnost v tahu povrchové vrstvy betonové konstrukce se provádí na očištěném povrchu nejlépe VV paprskem. Na očištěný a vysušený povrch se nalepí čtvercový zkušební terč o velikosti 5 x 5 cm, a to dvousložkovým epoxidovým lepidlem. Po vytvrzení lepidla se ke zkušebnímu terči připojí hydraulická odtrhová aparatura DYNA Z 16, která umožňuje vyvozovat tahovou sílu kolmou k podkladu a registrovat její úroveň na mezi porušení.

Shodným způsobem je provedena pevnost betonu v prostém tahu s tím, že ke zkoušce je využito těles jádrových vývrtů, která jsou pomocí lepidla fixována ke zkušebnímu betonovému bloku. Po vytvrzení lepidla se ke zkušebnímu kruhovému terči připojí hydraulická odtrhová aparatura DYNA Z 16, která umožňuje vyvozovat tahovou sílu kolmou k podkladu a registrovat její úroveň na mezi porušení. Porovnání obou souborů pevností betonu v tahu a v tlaku umožňuje identifikovat skrytě probíhající degradační procesy uvnitř konstrukce.

Výsledky všech zkoušek jsou uvedeny jednak v dílčích tabulkách a dále v sumární tabulce. Součástí sumární tabulky je přehled výsledků a zejména zařídění betonu do pevnostní třídy podle ČSN EN 206-1.

3.1. Akumulační nádrž (levá)

Na základě vizuální prohlídky obvodových stěn bylo zjištěno, že na levé stěně se nachází svislé trhliny, které jsou dodatečně zapraveny speciální epoxidovou správou. Také oblasti po bednicích tyčích jsou zapraveny touto neidentifikovanou epoxidovou stěrkou. Dále se na levé straně obvodové stěny nachází technologické ocelové dveře, které jsou z vnějšího líce zajištěny. Ocelová konstrukce je zasažena korozí s úbytkem materiálu do cca 1 mm. Na povrchu se nachází nákvěty korozních zplodin.

Pod úrovní hladiny je na povrchu obvodových stěn viditelné narušení, a to vyplavením cementového tmelu a odhalením zrn kameniva. Tento jev se na povrchu stěn vyskytuje celoplošně. Naopak nad úrovní provozované hladiny vody je betonová konstrukce kompaktní.

Současně byla na povrchu obvodových stěn zaznamenána viditelná korodující výztuž převážně nad úrovní provozované hladiny vody. Viditelná koroze výztuže obvodových stěn je na úrovni 15 % povrchu. Úbytek materiálu vlivem koroze je na úrovni 2 mm. Plošný rozsah degradace povrchu obvodových stěn pod provozovanou hladinou vody je tak na úrovni 90 %,

zasahující do hloubky cca až 6 mm. Vizuální prohlídka na povrchu stěn nezaznamenala viditelné aktivní trhliny.

V oblasti vetknutí vodorovných průvlaků do obvodové stěny jsou viditelné lokální průsaky z horního líce stropní konstrukce. Tyto jevy mohou souviset s poškozením izolačních vrstev, nebo jejich úplnou absencí. Stropní konstrukce je tvořena vodorovnými průvlaků, které jsou podepřeny svislými prefabrikovanými sloupy. Povrch sloupů pod úrovní provozované hladiny vody je celoplošně zasažen degradací, kde došlo k vyplavení cementového tmelu a k odhalení zrn kameniva. Hloubka degradace je na úrovni cca až 10 mm. Plošný rozsah degradace tak odpovídá cca 80 % povrchu. Současně je třeba upozornit, že v případě sloupů byla zjištěna i bodová koroze smykové výztuže, a to na úrovni cca 20 % povrchu.

Na spodním líci vodorovných průvlaků je viditelná koroze smykové výztuže v rozsahu cca 80 % povrchu. Lokálně se koroze výztuže nachází i na boku konstrukce. Úbytek materiálu vlivem koroze je na úrovni cca 3 mm. V lokálních oblastech, kde je výztuž více zkorodována, dochází k oddělování krycích vrstev betonu nad výztuží v rozsahu cca 1 m².

Stropní konstrukce je z horního líce zaklopena prefabrikovanými dutinovými panely Spirol. Spodní líc prefabrikátů nevykazuje viditelné poškození. Vizuální prohlídka na povrchu konstrukce nezaznamenala korodující výztuž.

Povrch dna vodojemu je tvořen spádovými vrstvami, které jsou v lokálních oblastech zasaženy degradací do hloubky až 12 mm. Povrchové partie jsou vyplaveny působením akumulované vody a odhaleny jsou tak jemné frakce kameniva. Plošně se jedná o cca 8 m². Vizuální prohlídka na povrchu dna nezaznamenala viditelné trhliny či významnější degradaci nebo poškození spádových vrstev.

Všechny konstrukční prvky vodojemu byly podrobeny zkouškám pro ověření aktuální kvality betonu a korozního stavu výztuže.

Na odebraných jádrových vývrtech byla provedena zkouška pevnosti betonu v tlaku destruktivně. Jádrové vývrty byly odebírány jednak nad hladinou provozované vody v případě obvodových stěn a dále i pod hladinou. U stropní konstrukce pak byl odebírán vývrt z vodorovného průvlaku.

Na základě provedených zkoušek byly zjištěny válcové pevnosti betonu v tlaku u obvodové stěny (nad provozovanou hladinou vody) na úrovni 35,30 MPa, což odpovídá přepočtené krychelné hodnotě na úrovni 44,12 MPa. V případě obvodové stěny (pod provozovanou hladinou vody) pak byla zjištěna válcová pevnost na úrovni 32,66 MPa, což odpovídá přepočtené krychelné hodnotě 40,82 MPa. Pevnost betonu obvodových stěn tak lze s dostatečnou rezervou zařadit do kvalitové třídy C 30/37 podle ČSN EN 206-1.

V případě sloupů byla zjištěna válcová pevnost na úrovni 37,57 MPa, což odpovídá přepočtené krychelné hodnotě na úrovni 45,03 MPa. V případě vodorovného průvlaku pak byla zjištěna válcová pevnost na úrovni 35,42 MPa, což odpovídá přepočtené krychelné hodnotě na úrovni 44,27 MPa. Zjištěné výsledky tak lze s dostatečným statistickým jištěním zařadit do kvalitové třídy C 30/37 podle ČSN EN 206-1.

V případě povrchu dna nádrže byla zjištěna válcová pevnost na úrovni 18,23 MPa, což odpovídá přepočtené krychelné hodnotě na úrovni 22,78 MPa. Beton spárových mazanin dna tak lze s jistotou zařadit do kvalitové třídy C 12/15.

Současně byly na povrchu jednotlivých konstrukčních prvků provedeny nedestruktivní zkoušky pro ověření aktuální kvality a homogenity povrchových vrstev betonu. Pevnost betonu v tlaku byla zjišťována nedestruktivně metodou Maškova špičáku.

U obvodové stěny se tak zjištěné průměrné hodnoty pohybují v intervalu od 30,0 MPa až do 42,2 MPa. Vyšší hodnoty, odpovídající pozicím nad provozovanou hladinou vody, lze tedy s jistotou zařadit do pevnostní třídy C 30/37. Pod úrovní provozované hladiny vody jsou povrchové partie narušené působením akumulované vody a odpovídají tak pevnostní třídě C 12/15.

Na spodním líci stropní konstrukce byly zjištěny průměrné hodnoty, pohybující se v intervalu od 43,9 MPa až do 46,2 MPa. V případě spodního líce stropní desky a průvlaku tak lze hodnoty zařadit do pevnostní třídy C 30/37 s dostatečným statistickým jištěním.

V případě sloupů se průměrné hodnoty pohybují na úrovni 30,4 MPa. V dílčích hodnotách se pak interval výsledků pohybuje od 26,0 MPa až do 32,6 MPa. Beton této konstrukce tak lze s rezervou zařadit do pevnostní třídy C 20/25.

V případě dna byly zjištěny průměrné hodnoty na úrovni 10,9 MPa, což neumožňuje u těchto povrchových partií zařadit beton ani do nejnižší pevnostní třídy C 8/10.

Pro ověření možnosti průběhu jakýchkoliv degradačních procesů uvnitř konstrukce byla provedena zkouška pevnosti betonu v prostém tahu. Uvedené výsledky se pohybují v intervalu od 4,51 MPa až do 5,35 MPa. Jedná se o velmi dobré hodnoty, které signalizují dobře složený beton bez jakýchkoliv degradačních procesů uvnitř konstrukce.

Na základě výše uvedených výsledků a porovnání jednotlivých souborů pevností betonu v tlaku a prostém tahu lze konstatovat, že jádrový beton konstrukčních prvků vodojemu je dostatečně pevný, dobře složený a nadále využitelný. Frakce kameniva uvnitř betonu jsou dobře obaleny cementovým tmelem a nevykazují viditelné poškození. Na plášti jádrových vývrtů nebyly spatřeny žádné imperfekce nebo viditelné degradace. V případě dna jsou narušeny degradační povrchové partie, které nelze zařadit ani do nejnižší kvalitové třídy. Jejich další setrvání na povrchu konstrukce bude z dlouhodobého hlediska zcela nevyhovující. Ostatní konstrukční prvky lze standartně sanovat.

Dále byly na povrchu všech konstrukčních prvků stanovovány tloušťky krycí vrstvy betonu nad výztuží a tloušťky zkarbonatované vrstvy.

V případě obvodových stěn byla stanovena tloušťka krycí vrstvy betonu nad výztuží, která se v průměru pohybuje v intervalu od 31,4 mm až do 32,6 mm. Tloušťka zkarbonatované vrstvy se pohybuje v intervalu od 5 mm do 6 mm. Na základě výše uvedených výsledků lze konstatovat, že poměr tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy je cca 5 : 1. Současně je třeba upozornit, že měření tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy probíhalo pouze v lokálně dostupných oblastech a nikoliv celoplošně. Vizuelní prohlídka tak potvrdila viditelnou korozi na úrovni 15 % povrchu, a to nad úrovní provozované hladiny vody.

Z výše uvedených výsledků je zřejmé, že většina výztuže u obvodových stěn se nachází v alkalickém betonu a je tak chráněna před rozběhem elektrochemické koroze. Lokální partie mají nižší krycí vrstvy betonu nad výztuží než v ostatních částech konstrukce. Je to dáno tím, že beton nad hladinou vody je výrazněji namáhán a karbonatace je v tomto prostředí značně urychlena. Také tloušťky krycích vrstev jsou velmi proměnné. V těchto oblastech již probíhá koroze výztuže. Konstrukce je tak pro standardní sanační zásah zcela vyhovující.

V případě sloupů byla zjištěna průměrná tloušťka krycí vrstvy betonu nad výztuží na úrovni 46,2 mm a tloušťka zkarbonatované vrstvy na úrovni 5,8 mm. Vizuální prohlídka povrchu zaznamenala viditelnou bodovou korozi v rozsahu 20 % povrchu.

V případě sloupů lze tedy konstatovat, že většina výztuže se nachází v alkalickém betonu. Část výztuže, zejména třmínky, jsou pak uloženy v nižších krycích vrstvách, což má za následek při možné migraci vody do konstrukce rozběhnutí elektrochemické koroze. Aktuální stav a kvalita sloupů tak odpovídá standardnímu požadavku pro provedení sanačního zásahu.

Spodní líc stropních dutinových prefabrikovaných panelů je bez viditelné koroze. Zjištěná tloušťka krycí vrstvy betonu nad výztuží je na úrovni 56,1 mm a tloušťka zkarbonatované vrstvy pak 9,0 mm. Zjištěný poměr tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy u této konstrukce je 6:1.

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že veškerá výztuž prefabrikovaných panelů se nachází dostatečně hluboko v alkalickém betonu, jehož alkalitou je chráněna a pasivována proti rozběhu elektrochemické koroze výztuže.

V případě stropních průvlaků byla zjištěna průměrná tloušťka krycí vrstvy betonu nad výztuží na úrovni 24,6 mm a tloušťka zkarbonatované vrstvy pak 3,4 mm. V případě krycích vrstev se jedná o velmi nízké nestandardní hodnoty, které v dnešních zpřísněných podmínkách pro krytí výztuže zcela nevyhovují. Současně vizuální prohlídka zaznamenala zejména na spodním líci průvlaků korozi smykové výztuže v rozsahu 80 % povrchu.

Prakticky většina výztuže se u vodorovného průvlaku nachází ve zkarbonatované oblasti. Je to dáno tím, že tloušťka krycí vrstvy je významně proměnlivá. Uvedené výsledky prezentují pouze lokálně dostupnou oblast, nikoliv měření celoplošné. Přesto kvalita konstrukčního prvku je na velmi dobré úrovni a odpovídá požadavku pro standardní sanaci železobetonu.

V případě dna se jedná o spádové vrstvy, kde nebyly tloušťky krycích vrstev měřeny. Kvalita spádové vrstvy je nevyhovující.

Pro korozní stav výztuže, resp. riziko rozběhu elektrochemické koroze, je významný i obsah chloridových iontů v betonu. Zvýšený obsah nad 0,4 % z hmotnosti cementu může riziko rozběhu elektrochemické koroze významně zvýšit. Zjištěný obsah volných chloridových iontů u obvodových stěn je na úrovni 212 mg/kg. Uvažujeme-li u betonu, ukládaného do konstrukce, s dávkou cementu v intervalu 370 kg/m³ až 400 kg/m³, vychází při

přepočtu na tento obsah cementu limitní obsah chloridových iontů, odpovídající úrovni 0,4 % z hmotnosti cementu 650 mg/kg až 700 mg/kg.

Na základě zjištěných výsledků nebyla u odebraného vzorku tato hodnota překročena. U provedených chemických rozborů lze tedy konstatovat, že obsah volných chloridových iontů v povrchových vrstvách stěn akumulací nádrže je podlimitní. **Výztuž v hlubších oblastech není tedy ohrožena elektrochemickou korozí, indukovanou zvýšeným obsahem chloridů.**

Na referenčních plochách jednotlivých konstrukčních prvků akumulací nádrže bylo provedeno stanovení pevnosti v tahu povrchové vrstvy. Povrch konstrukce byl před zkouškou vypreparován vysokotlakým vodním paprskem na referenční ploše při tlaku 1.400 barů. Následně byly povrchové partie zbaveny přebytku vody a provedena zkouška pevnosti v tahu povrchové vrstvy. Zjištěné hodnoty v případě obvodových stěn se pohybují v intervalu od 2,16 MPa až do 3,31 MPa. V případě sloupů byla zjištěna průměrná hodnota na úrovni 1,77 MPa. U stropní konstrukce pak na jednotlivých prvcích byly zjištěny průměrné hodnoty, které se pohybují v intervalu od 1,92 MPa až do 2,69 MPa. V případě dna byla zjištěna průměrná hodnota na úrovni 0,26 MPa.

Na základě výše uvedených výsledků lze konstatovat, že povrchové partie všech konstrukčních prvků vyjma dna vodojemu odpovídají minimálnímu požadavku podle TP SSBK III pro sanaci železobetonových konstrukcí, který je na úrovni 1,5 MPa. V případě dna jsou povrchové partie z dlouhodobého hlediska zcela nestabilní a jejich setrvání je velmi problematické.

3.2. Technologická chodba

Posuzovaná technologická chodba je situována mezi pravou a levou akumulací nádrží. Půdorysný rozměr je obdélníkový o šířce cca 1,6 m a délce cca 35 m. Výška chodby je cca 7 m. Obvodové stěny jsou tvořeny z monolitického železobetonu a stropní konstrukce je překryta prefabrikovanými dutinovými panely. Na povrchu dna jsou vytvořeny spádové vrstvy betonu.

Vizuální prohlídka povrchu konstrukce zaznamenala jednak oddělené krycí vrstvy betonu nad výztuží vlivem koroze výztuže. Dále vizuální prohlídka zaznamenala oblasti, které

jsou hůře zhutněny, vzniklé při ukládání betonu do konstrukce. Povrch obvodových stěn je bez trhlin. Hůře zhutněné oblasti mají rozsah cca 8 m². Viditelná koroze pak zasahuje na ploše cca 92 m². Úbytek materiálu vlivem koroze je na úrovni cca 3 mm. Povrch vnějšího líce obvodových stěn akumulčních nádrží je opatřen nátěrem bílé barvy.

Spádové vrstvy dna technologické chodby jsou uprostřed narušeny trhlinou, která probíhá téměř přes celou její délku. Šíře trhliny se pohybuje v intervalu od 0,4 až do 1,2 mm. V oblasti vetknuté ocelové podesty (přístup do akumulčních nádrží) se pak nachází degradace spádových mazanin v rozsahu 0,7 m². Přístupová ocelová podesta je kotvena do obvodových stěn pomocí ocelových konzol a následně je překryta ocelovým pochozím plechem. Z této úrovně je zajištěn přístup do obou akumulčních nádrží.

3.3. Nadzemní část vodojemu

Nadzemní objekt těsně přiléhá k oběma akumulčním nádržím a je vetknut do zemního valu, který nádrže překrývá. Na vnitřním líci nadzemního objektu nejsou patrné významnější defekty či viditelné poruchy. Objekt je udržován a je v dobrém stavu. Vnější líc objektu fasády byl obložen speciálními deskami, které jsou uloženy na roštích tak, aby vznikla provětrávaná mezera v oblasti fasádního obkladu a stávající fasády objektu. Povrch objektu tak nevykazuje žádné viditelné poškození.

Střešní plášť objektu je z horního líce opatřen novými hydroizolačními tavnými pásy, které nevykazují žádné poškození.

Akumulční nádrže jsou přesypány zemním valem, který po celém obvodu nevykazuje viditelné poklesy či odhalení části stěn nádrže.

Z horního líce stropní desky akumulčních nádrží byly provedeny kopané sondy s cílem odhalit přítomnost ocelových táhel mezi jednotlivými prefabrikovanými deskami, kterými jsou sepnuty vnější obvodové stěny objektů, zajišťující tak hydrostatický tlak.

Zjištěné geometrické rozměry v sondě

Z horního líce hlíněného násypu tak byly provedeny celkem tři kopané sondy, v nichž ve dvou byla nalezena požadovaná výztužná táhla. V bouraných sondách tak bylo zjištěno, že interval tloušťky hlíněného násypu se pohybuje od 46 cm až do 56 cm. Nad stropní deskou je pod hlíněným násypem uložena jedna vrstva geotextilie, pod kterou se nachází tavná izolační fólie. Následují dvě vrstvy geotextilie a pak vyrovnávací cementová mazanina, ve které je situováno zjištěné výztužné táhlo. Průměr výztuže je na úrovni 16 mm a jedná se o žebírkovou výztuž. Tloušťka spádové mazaniny se pohybuje v intervalu od 78 mm až do 62 mm. Pod tímto spádovým betonem následují dutinové prefabrikované panely Spirol o tloušťce cca 220 mm.

Provedené kopané sondy tak pomohly ověřit informaci o přítomnosti ocelových táhel, zajišťujících obvodové stěny proti hydrostatickému tlaku. Tento fakt s ohledem na budoucí rekonstrukci akumulčních nádrží umožňuje informovat provozovatele o dostatečném statickém zajištění objektu. **V případě nepřítomnosti výše zmiňovaných ocelových táhel by v době provádění oprav mohlo dojít k poškození obvodových stěn akumulční nádrže.**

4. Celkové zhodnocení výsledků a doporučení pro sanaci vodojemu

Z provedeného stavebně technického průzkumu železobetonových konstrukcí vodojemu Hůrka II vyplývají tyto poznatky:

4.1. Obvodové stěny vodojemu

- Vizuální prohlídka na povrchu obvodových stěn zaznamenala degradaci pod úrovní provozované hladiny vody, a to v rozsahu 90% povrchu. Hloubka narušení je cca 6 mm.

- Nad provozovanou hladinou vody byly zaznamenána viditelně korodující výztuž v rozsahu cca 15% povrchu. Úbytek materiálu vlivem koroze je cca 2 mm.
- Na jádrových vývrtech byla stanovena pevnost betonu v tlaku destruktivně. Výsledky odpovídají pevnostní třídě C 30/37 podle ČSN EN 206-1. Jedná se o kvalitní, nadále využitelný beton.
- Nedestruktivně byla ověřena pevnost betonu v tlaku povrchových vrstev metodou Maškova špičáku. Výsledky odpovídají pevnostní třídě C 30/37 v případě stěn nad úrovní provozované hladiny vody a C 12/15 pod hladinou. Povrchové partie obvodových stěn jsou zasaženy degradací, a to do hloubky až 6 mm. **Jedná se o kvalitní beton, který je nadále využitelný i přes povrchové narušení.**
- Zjištěný poměr tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy je na úrovni 5:1. Vizuální prohlídka však zaznamenala výskyt viditelné koroze nad provozovanou hladinou vody v rozsahu cca 15% povrchu. **Většina výztuže se nachází v alkalickém betonu a je tak chráněna před elektrochemickou korozí výztuže.**
- **Výsledky pevnosti v tahu povrchové vrstvy stanovené na referenčních plochách jsou na dobré úrovni. Průměrná hodnota je 3,31 MPa, což spolehlivě převyšuje minimální požadavek podle TP SSBK III, na úrovni 1,5 MPa.**
- Chemický rozbor amorfního vzorku, odebraného z povrchu obvodové stěny prokázal, že výskyt chloridů na úrovni 0,4 % je podlimitní. Tento výsledek dokládá, že převážná většina výztuže u obvodových stěn je uložena v alkalickém betonu a je chráněna před rozběhem elektrochemické koroze.
- **Sanační zásah obvodových stěn musí tedy prioritně řešit odstranění degradovaných ploch, dodatečně aplikované epoxidové stěrky a pasivaci odhalené výztuže předúpravou povrchu vysokotlakým vodním paprskem. Po předúpravě povrchu vysokotlakým vodním paprskem na úrovni 1400 barů bude nutné mechanicky obourat odhalenou výztuž a její povrch zbavit korozních zplodin. Následně by bylo vhodné provést hrubé reprofilace a celoplošné přestěrkování povrchu např. stříkanou cementovou sanační maltou**

Vandex UNI 1 + vodotěsná membrána BB 75. Takto by byla uzavřena celoplošně konstrukce, která by bránila migraci vody do jiných partií stěn. Dále by byly ošetřeny hůře zhutněné partie, které migraci vody umožňují. Minimální tloušťka aplikované reprofilace musí být na úrovni 8 mm. Odhalené trhliny doporučujeme před aplikací reprofilačních vrstev opatřit krystalickým nátěrem, aby došlo postupně k jejich utěsnění.

4.2. Spodní líc stropní konstrukce

- Na spodním líci stropního trámu zaznamenala vizuální prohlídka korozi smykové výztuže v rozsahu 80 % povrchu. Úbytek materiálu je na úrovni 2 až 3 mm.
- U vodorovného trámu pak byla zjištěna pevnost povrchových partií na úrovni třídy C 30/37 a shodné hodnoty odpovídají zatřídění pevnosti jádrových vývrtů. **Jedná se o kvalitní, nadále využitelný beton.**
- Hodnoty krycích vrstev betonu jsou u vodorovného trámu na nízké úrovni a jejich tloušťka je velmi proměnná. **Dílčí hodnoty se pohybují v intervalu od 7 mm do 28 mm.**
- V případě spodního líce stropních prefabrikovaných desek byla zjištěna průměrná hodnota pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně, odpovídající pevnostní třídě C 30/37. **Stropní prefabrikované desky jsou bez viditelných poruch.**
- Zjištěný poměr tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy na spodním líci prefabrikovaných stropních desek je 6:1. Vizuální prohlídka nezaznamenala korozi výztuže. **Výztuž je tedy uložena dostatečně hluboko v alkalickém betonu, jehož alkalitou je pasivována před rozběhem elektrochemické koroze.**
- **Průměrná pevnost v tahu povrchových vrstev betonu u stropní konstrukce, stanovená na referenčních plochách, je na úrovni 2,13 MPa, což spolehlivě převyšuje minimální požadavek podle TP SSBK III, na úrovni 1,5 MPa.**

- Sanační zásah musí v případě spodního líce stropní konstrukce řešit zejména vodorovné průvlaky. Před zahájením veškerých sanačních prací stropní konstrukce doporučujeme provést důkladnější měření tloušťky krycí vrstvy betonu na spodním líci stropních desek z lešení. Na základě zjištěných výsledků bude možné upravit tloušťku sanační vrstvy. I za těchto podmínek doporučujeme provést celoplošné sanování spodního líce stropní konstrukce stříkanou reprofilací Vandex Uni 1 včetně povrchové membrány BB 75. Tomuto úkonu předchází celoplošná preparace povrchu vysokotlakým vodním paprskem. V oblasti korodující výztuže na vodorovném průvlaku bude třeba odstranit korozní zplodiny pískováním a výztuž ošetřit vhodným inhibitorem koroze. Korodující oblasti je třeba mechanicky obourat a pak následně zreprofilovat hrubými reprofilacemi. Tímto způsobem by měla být zajištěna alkalita betonu a vodotěsnost konstrukce. Nad provozovanou hladinou vody je elektrochemická koroze výztuže výrazně urychlena.
- V případě spodního líce prefabrikovaných desek není třeba podnikat jakýkoliv sanační zásah. Konstrukce je ve velmi dobrém stavu.

4.3. Sloupy

- Při vizuální prohlídce sloupů byla zjištěna plošná degradace, zasahující do hloubky 6 mm, a to v rozsahu 80% povrchu. V lokálních případech vizuální prohlídka zaznamenala korozi výztuže v rozsahu cca 20% povrchu.
- Pevnost betonu v tlaku stanovená na jádrových vývrtech odpovídá v případě sloupů kvalitové třídě C 30/37. **Jedná se o kvalitní, nadále využitelný beton.** Pevnost betonu v prostém tahu neprokázala snížené hodnoty vlivem degradace uvnitř konstrukce.

- Nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu v tlaku zjistily, že konstrukce sloupů odpovídají pevnostní třídě C 20/25 a jsou nadále využitelné. Povrchové partie sloupů jsou narušeny degradací.
- Zjištěný poměr tloušťky krycí a zkarbonatované vrstvy u této konstrukce je 7:1. Vizuální prohlídka na povrchu konstrukce zaznamenala lokální bodovou korozi v rozsahu cca 20% povrchu. Výsledky tedy naznačují, že převážná většina výztuže se prozatím nachází v alkalickém betonu a je chráněna před rozběhem elektrochemické koroze.
- Průměrná pevnost v tahu povrchových vrstev betonu u konstrukce sloupů, stanovená na referenčních plochách, je na úrovni 1,77 MPa, což spolehlivě splňuje minimální požadavek podle TP SSBK III, na úrovni 1,5 MPa.
- **V případě sloupů doporučujeme provést celoplošně nástřik reprofilační vrstvy včetně vodotěsné membrány. Pro zajištění prodloužení životnosti všech konstrukčních prvků je nezbytné provést sanaci vodojemu celoplošně.**

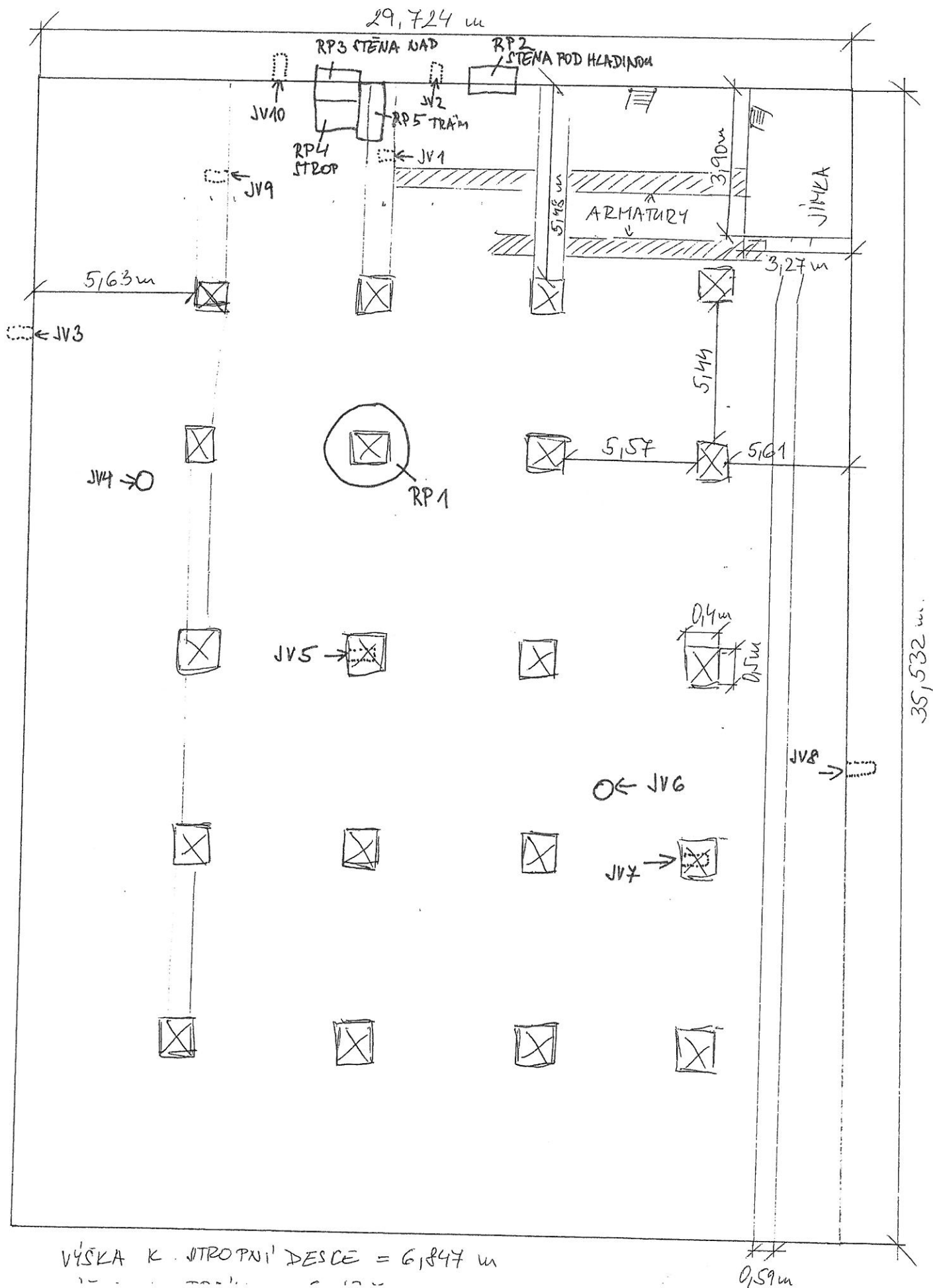
4.4. Dno vodojemu

- **Při vizuální prohlídce povrchových vrstev dna akumulární nádrže byla zaznamenána degradace a vyplavení povrchu s odhalenými zrny kameniva v rozsahu cca 80 %. Hloubka degradace zasahuje na úroveň 6 mm. Akustické trasování a vizuální prohlídka nezaznamenaly výskyt trhlin ani dutin. Při provádění nedestruktivních zkoušek pak byla zjištěna horší homogenita na povrchu spádových mazanin dna nádrže.**
- Výsledky nedestruktivní pevnosti betonu v tlaku neodpovídají ani nejnižší pevnostní třídě C 8/10, což je z dlouhodobého hlediska zcela nevyhovující. Pevnost jádrového betonu odpovídá kvalitou třídě C 12/15.

- Sanační zásah v případě dna by měl řešit celoplošné přebetonování povrchu spádových vrstev vodojemu, a to v tloušťce minimálně 80 mm. Při provedení této nabetonávky by bylo vhodné vytvořit lepší spádové vrstvy tak, aby čištění vodojemu a následné odtékání jednak kalu a jednak akumulované vody bylo méně náročné. V případě dna doporučujeme provést celoplošné přebetonování směsí, odpovídající třídě C 25/30 XC2.

**Situační nákres objektu
VDJ Hůrka II - Klatovy**

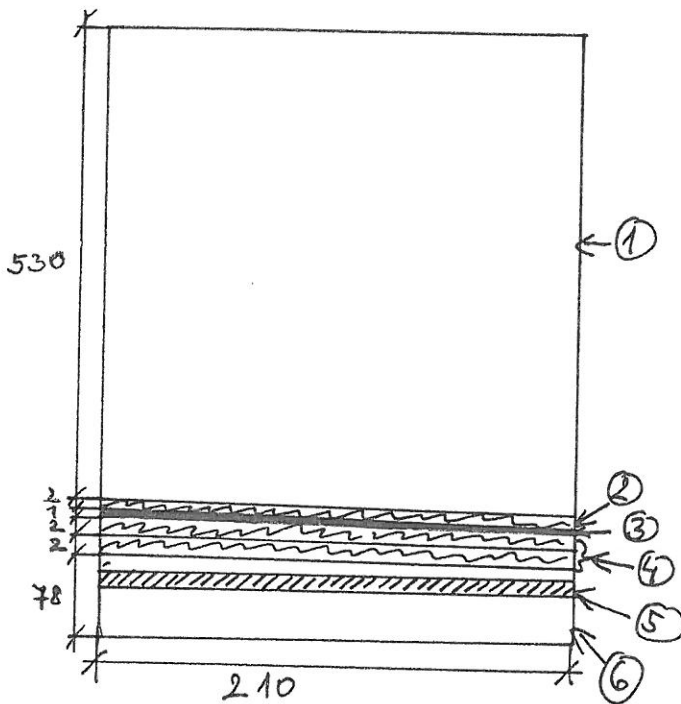
VDJ HŮRKA II - Klatovy



**Grafický záznam sond do střechy
VDJ Hůrka II - Klatovy**

VDJ HURKA II - KLADOVY

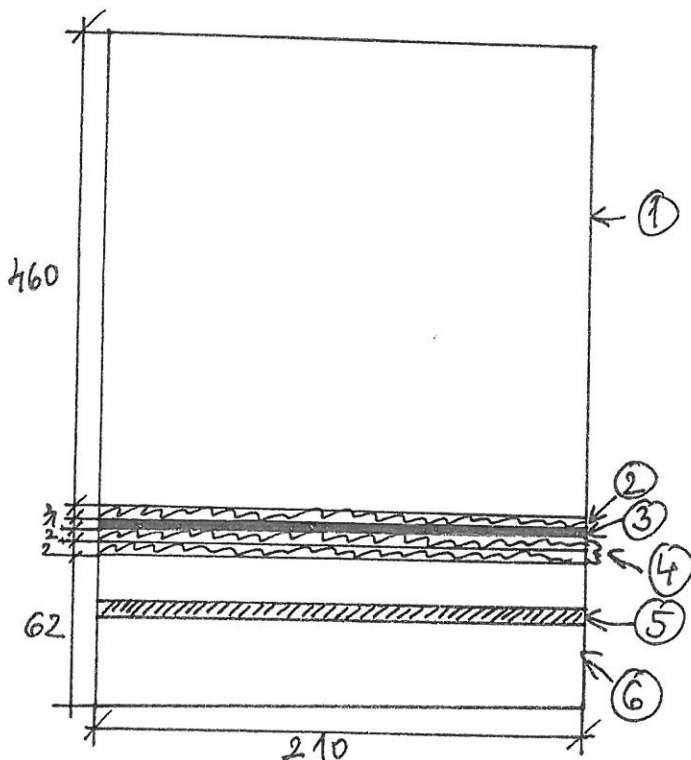
SONDA č. 1 - HORNÍ LÍČ DESKY



SKLADBA:

- ① HLÍNA
- ② GEOTEXTILIE
- ③ IZOLAČNÍ FÓLIE
- ④ GEOTEXTILIE - 2 VRSTVY
- ⑤ VÝZTUŽ $\varnothing 16$ mm
- ⑥ CEMENTOVÁ MAZANINA

SONDA č. 2 - HORNÍ LÍČ DESKY



SKLADBA:

- ① HLÍNA
- ② GEOTEXTILIE
- ③ IZOLAČNÍ FÓLIE
- ④ GEOTEXTILIE - 2 VRSTVY
- ⑤ VÝZTUŽ $\varnothing 16$ mm
- ⑥ CEMENTOVÁ MAZANINA

**Vyhodnocení výsledků zkoušek jednotlivých
konstrukčních prvků
VDJ Hůrka II - Klatovy**

Přehled výsledků zkoušek - VDJ Hůrka II - Klatovy

Parametr / Konstrukční prvek	obvodová stěna nad hladinou vody	obvodová stěna pod hladinou vody	sloup	dno	spodní líc stropní desky	průvlak
Pevnost betonu v tlaku /MPa/ - Maškův špičák	42,2	30,0	30,4	10,9	43,9	46,2
Třída betonu	C 30/37	C 12/15	C 20/25	-	C 30/37	C 30/37
Pevnost betonu v tahu /MPa/ - terén	3,31	2,16	1,77	0,26	2,69	1,92
Tloušťka krycí vrstvy /mm/	31,4	32,6	46,2	spádová vrstva	56,1	24,6
Tloušťka zkarbonatované vrstvy /mm/	6,0	5,0	5,8	4,6	9,0	3,4
Pevnost betonu v tlaku /MPa/ - destruktivně	35,30	32,66	37,57	18,23	-	35,42
Pevnost betonu v tahu /MPa/ - laboratorní zkouška	5,18	4,51	-	-	-	5,35

Datum zkoušek:

19.11, 21.11., 25.11. a 2.12. 2013

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Obvodová stěna nad hladinou vody
Datum zkoušky:	19.11.2013
Teplota vzduchu:	14,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,6%
Typ zkušebního přístroje:	Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R _{be} [MPa]
1	obvodová stěna	10	41,1
2	obvodová stěna	10	41,1
3	obvodová stěna	9	44,3
4	obvodová stěna	10	41,1
5	obvodová stěna	8	47,8
6	obvodová stěna	11	38,0
Průměr [MPa]		42,2	
Sm. odchylka [MPa]		3,1	
Variační koef.		7,3%	
k _n		1,98	
R_{bg} [MPa]		36,1	
Třída betonu		C 30/37	

Výsledky stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Obvodová stěna nad vodní hladinou
Datum zkoušky:	25.11.2013
Teplota vzduchu:	8,0°C
Vlhkost vzduchu:	63,0%
Typ zkušebního přístroje:	DYNA Z16
Tvar zkušebního terče:	čtverec 50x50 mm
Stáří podkladu:	více než 20 let

Číslo zkušebního místa	Odtrhová síla [kN]	Plocha porušení [cm ²]	Pevnost v tahu [Mpa]	Charakter lomové plochy	Poznámka
9	6,45	25,0	2,58	60% A/Y, 40% Y/Z	
10	10,11	25,0	4,04	100% Y/Z	
Průměr [MPa]			3,31		
směrodatná odchylka [MPa]			0,73		
variační koeficient			22,10%		

A beton	Y lepidlo
	Z odtrhový terč

A - kohezní porucha podkladu
 A/Y - kohezní porucha mezi podkladem a lepidlem
 Y - kohezní porucha v lepidle
 Y/Z - porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem

Poznámka:

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Obvodová stěna nad hladinou vody
Datum zkoušky:	19.11.2013
Teplota vzduchu:	14,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,6%
Typ zkušebního přístroje:	Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
obvodová stěna	5	4	6	8	7		
Statistické vyhodnocení:	x=6,0mm n=5			s=1,4mm v=23,6%			

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů

Akce: **VDJ Hůrka II - Klatovy**
 Konstrukce: **Obvodová stěna nad hladinou vody**
 Datum zkoušky: **21.11.2013**
 Teplota vzduchu: **20°C**
 Zkušební přístroj: **lis EDT 1600**

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatel	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h _k [mm]	λ h _k / d	K _λ	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m ³]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]
									F [kN]	f _{cyl} [MPa]	
771/13	JV 2	53,84	107,94	110,72	2,056	0,998	562,47	2289	94,37	49,45	-
779/13	JV 10	53,87	89,15	94,57	1,756	1,020	467,83	2302	41,25	21,14	-
Průměr											
[MPa]											
2296											
35,30											
20,0											
56,72%											
9,6											
0,42%											

$$f_{cyl} = \frac{F}{A \times K_d \times K_\lambda}$$

A - průřezová plocha zkušebních těles
 F - síla na mezi porušení
 K_d - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu
 K_λ - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu
 f_{cyl} - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Zkoušku provedl: **BETONCONSULT, s.r.o.**

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Obvodová stěna pod hladinou vody
Datum zkoušky:	19.11.2013
Teplota vzduchu:	14,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,6%
Typ zkušebního přístroje:	Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R_{be} [MPa]
1	obvodová stěna	18	22,3
2	obvodová stěna	17	24,0
3	obvodová stěna	11	38,0
4	obvodová stěna	15	28,0
5	obvodová stěna	12	35,2
6	obvodová stěna	13	32,6
Průměr [MPa]		30,0	
Sm. odchylka [MPa]		5,7	
Variační koef. k_n		19,1% 1,98	
R_{bg} [MPa]		18,7	
Třída betonu		C 12/15	

Výsledky stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Obvodová stěna pod vodní hladinou
Datum zkoušky:	25.11.2013
Teplota vzduchu:	8,0°C
Vlhkost vzduchu:	63,0%
Typ zkušebního přístroje:	DYNA Z16
Tvar zkušebního terče:	čtverec 50x50 mm
Stáří podkladu:	více než 20 let

Číslo zkušebního místa	Odtrhová síla [kN]	Plocha porušení [cm ²]	Pevnost v tahu [Mpa]	Charakter lomové plochy	Poznámka
1	3,78	25,0	1,51	100% Y/Z	
2	7,00	25,0	2,80	60% A/Y, 40% Y/Z	
Průměr [MPa]			2,16		
směrodatná odchylka [MPa]			0,64		
variační koeficient			29,87%		

A beton

Y lepidlo
Z odtrhový terč

A - kohezní porucha podkladu
A/Y - kohezní porucha mezi podkladem a lepidlem
Y - kohezní porucha v lepidle
Y/Z - porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem

Poznámka:

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Obvodová stěna pod hladinou vody
Datum zkoušky:	19.11.2013
Teplota vzduchu:	14,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,6%
Typ zkušebního přístroje:	Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
obvodová stěna	6	4	4	6	5		
Statistické vyhodnocení:	x=5,0mm n=5			s=0,9mm v=17,9%			

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů

Akce:
Konstrukce:
Datum zkoušky:
Teplota vzduchu:
Zkušební přístroj:

VDJ Hůrka II - Klatovy
Obvodová stěna pod hladinou vody
21.11.2013
20°C
lis EDT 1600

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatelem	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h _k [mm]	λ h _k / d	K _λ	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m ³]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]
									F [kN]	f _{cyl} [MPa]	
772/13	JV 3	53,82	111,80	115,41	2,144	0,996	584,50	2298	46,75	24,58	-
777/13	JV 8	53,58	74,07	78,11	1,458	1,065	401,30	2403	82,16	40,75	-
Průměr									2350		
Směrodatná odchylka									74,1		
Variální koeficient									3,15%		
									32,66		
									11,4		
									34,99%		

$$f_{cyl} = \frac{F}{A \times K_d \times K_\lambda}$$

A - průřezová plocha zkušebních těles
F - síla na mezi porušení
K_d - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu
K_λ - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu
f_{cyl} - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Zkoušku provedl: BETONCONSULT, s.r.o.

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Sloup
Datum zkoušky:	19.11.2013
Teplota vzduchu:	14,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,6%
Typ zkušebního přístroje:	Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R_{be} [MPa]
1	sloup	13	32,6
2	sloup	16	26,0
3	sloup	14	30,2
4	sloup	13	32,6
5	sloup	13	32,6
6	sloup	15	28,0
Průměr [MPa]		30,4	
Sm. odchylka [MPa]		2,6	
Variační koef. -		8,6%	
k_n -		1,98	
R_{bg} [MPa]		25,2	
Třída betonu		C 20/25	

Výsledky stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Sloup
Datum zkoušky:	25.11.2013
Teplota vzduchu:	8,0°C
Vlhkost vzduchu:	63,0%
Typ zkušebního přístroje:	DYNA Z16
Tvar zkušebního terče:	čtverec 50x50 mm
Stáří podkladu:	více než 20 let

Číslo zkušebního místa	Odrhová síla [kN]	Plocha porušení [cm ²]	Pevnost v tahu [Mpa]	Charakter lomové plochy	Poznámka
3	3,95	25,0	1,58	100% Y/Z	
4	4,89	25,0	1,96	10% A/Y, 90% Y/Z	
Průměr [MPa]			1,77		
směrodatná odchylka [MPa]			0,19		
variační koeficient			10,63%		

A beton

Y lepidlo
Z odtrhový terč

A - kohezní porucha podkladu
A/Y - kohezní porucha mezi podkladem a lepidlem
Y - kohezní porucha v lepidle
Y/Z - porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem

Poznámka:

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Sloup
Datum zkoušky:	19.11.2013
Teplota vzduchu:	14,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,6%
Typ zkušebního přístroje:	Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]					
sloup	6	7	5	6	5	
Statistické vyhodnocení:	x=5,8mm n=5			s=0,7mm v=12,9%		

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů

Akce: VDJ Hůrka II - Klatovy
 Konstrukce: Sloup
 Datum zkoušky: 21.11.2013
 Teplota vzduchu: 20°C
 Zkušební přístroj: lis EDT 1600

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatel	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h _k [mm]	λ h _k / d	K _λ	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m ³]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]
									F [kN]	f _{cyl} [MPa]	
774/13	JV 5	53,65	73,18	77,35	1,442	1,067	383,51	2318	54,61	26,96	-
776/13	JV 7	53,97	96,57	99,79	1,849	1,012	528,05	2390	93,65	48,17	-
Průměr										37,57	
Směrodatná odchylka										15,0	
Variační koeficient										39,92%	

$$f_{cyl} = \frac{F}{A \times K_d \times K_\lambda}$$

A - průřezová plocha zkušebních těles
 F - síla na mezi porušení
 K_d - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu
 K_λ - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu
 f_{cyl} - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Zkoušku provedl: BETONCONSULT, s.r.o.

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce: VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce: Dno
Datum zkoušky: 19.11.2013
Teplota vzduchu: 14,0°C
Vlhkost vzduchu: 78,6%
Typ zkušebního přístroje: Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R_{be} [MPa]
1	dno	27	11,2
2	dno	26	12,1
3	dno	32	7,6
4	dno	25	13,1
5	dno	28	10,4
6	dno	27	11,2
Průměr [MPa]		10,9	
Sm. odchylka	[MPa]	1,7	
Variační koef.	-	15,4%	
k_n	-	1,98	
R_{bg} [MPa]		7,6	
Třída betonu		-	

Výsledky stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Dno
Datum zkoušky:	25.11.2013
Teplota vzduchu:	8,0°C
Vlhkost vzduchu:	63,0%
Typ zkušebního přístroje:	DYNA Z16
Tvar zkušebního terče:	čtverec 50x50 mm
Stáří podkladu:	více než 20 let

Číslo zkušebního místa	Odtřhová síla [kN]	Plocha porušení [cm ²]	Pevnost v tahu [Mpa]	Charakter lomové plochy	Poznámka
5	0,42	25,0	0,17	50% A/Y, 50% Y/Z	
6	0,86	25,0	0,34	100% A/Y	
Průměr [MPa]			0,26		
směrodatná odchylka [MPa]			0,09		
variační koeficient			34,38%		

A beton	Y lepidlo
	Z odtřhový terč

A - kohezní porucha podkladu
 A/Y - kohezní porucha mezi podkladem a lepidlem
 Y - kohezní porucha v lepidle
 Y/Z - porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem

Poznámka:

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Dno
Datum zkoušky:	19.11.2013
Teplota vzduchu:	14,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,6%
Typ zkušebního přístroje:	Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
dno	4	4	6	5	4		
Statistické vyhodnocení:	x=4,6mm			s=0,8mm			
	n=5			v=17,4%			

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů

VDJ Hůrka II - Klatovy

Dno

21.11.2013

20°C

lis EDT 1600

Akce:

Konstrukce:

Datum zkoušky:

Teplota vzduchu:

Zkušební přístroj:

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatelem	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h _k [mm]	λ h _k / d	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m ³]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]
								F [kN]	f _{cyl} [MPa]	
773/13	JV 4	53,71	105,75	109,42	2,037	516,19	2154	35,75	18,81	-
775/13	JV 6	53,94	111,69	115,34	2,138	555,13	2175	33,72	17,65	-
Průměr								2165		
Směrodatná odchylka								14,6		
Variální koeficient								0,67%		
								18,23		
								0,8		
								4,52%		

$$f_{cyl} = \frac{F}{A \times K_d \times K_\lambda}$$

A - průřezová plocha zkušebních těles

F - síla na mezi porušení

K_d - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu

K_λ - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu

f_{cyl} - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Zkoušku provedl: BETONCONSULT, s.r.o.

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Spodní líc stropní desky
Datum zkoušky:	19.11.2013
Teplota vzduchu:	14,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,6%
Typ zkušebního přístroje:	Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R_{be} [MPa]
1	stropní deska	9	44,3
2	stropní deska	8	47,8
3	stropní deska	8	47,8
4	stropní deska	11	38,0
5	stropní deska	10	41,1
6	stropní deska	9	44,3
Průměr [MPa]		43,9	
Sm. odchylka [MPa]		3,5	
Variační koef.		8,0%	
k_n		1,98	
R_{bg} [MPa]		37,0	
Třída betonu		C 30/37	

Výsledky stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev

Akce: Konstrukce: Datum zkoušky: Teplota vzduchu: Vlhkost vzduchu: Typ zkušebního přístroje: Tvar zkušebního terče: Stáří podkladu:	VDJ Hůrka II - Klatovy Spodní líc stropní desky 25.11.2013 8,0°C 63,0% DYNA Z16 čtverec 50x50 mm více než 20 let
--	--

Číslo zkušebního místa	Odtřhová síla [kN]	Plocha porušení [cm ²]	Pevnost v tahu [Mpa]	Charakter lomové plochy	Poznámka
11	7,57	25,0	3,03	80% A/Y, 20% Y/Z	
12	5,88	25,0	2,35	100% Y/Z	
Průměr [MPa]			2,69		
směrodatná odchylka [MPa]			0,34		
variační koeficient			12,57%		

A beton

Y lepidlo
 Z odtřhový terč

A - kohezní porucha podkladu
 A/Y - kohezní porucha mezi podkladem a lepidlem
 Y - kohezní porucha v lepidle
 Y/Z - porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem

Poznámka:

Profometer 5

[illegible]

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Spodní líc stropní desky
Datum zkoušky:	19.11.2013
Teplota vzduchu:	14,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,6%
Typ zkušebního přístroje:	Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]						
stropní deska	7	10	10	8	10		
Statistické vyhodnocení:	x=9,0mm			s=1,3mm			
	n=5			v=14,1%			

Stanovení pevnosti betonu v tlaku nedestruktivně

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Průvlak
Datum zkoušky:	19.11.2013
Teplota vzduchu:	14,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,6%
Typ zkušebního přístroje:	Maškův špičák

zkušební místo	umístění zkušebního místa	vnik špičáku [mm]	R_{be} [MPa]
1	průvlak	8	47,8
2	průvlak	9	44,3
3	průvlak	8	47,8
4	průvlak	10	41,1
5	průvlak	7	51,6
6	průvlak	9	44,3
Průměr [MPa]		46,2	
Sm. odchylka [MPa]		3,4	
Variační koef. -		7,3%	
k_n -		1,98	
R_{bg} [MPa]		39,5	
Třída betonu		C 30/37	

Výsledky stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Průvlak
Datum zkoušky:	25.11.2013
Teplota vzduchu:	8,0°C
Vlhkost vzduchu:	63,0%
Typ zkušebního přístroje:	DYNA Z16
Tvar zkušebního terče:	čtverec 50x50 mm
Stáří podkladu:	více než 20 let

Číslo zkušebního místa	Odtřhová síla [kN]	Plocha porušení [cm ²]	Pevnost v tahu [Mpa]	Charakter lomové plochy	Poznámka
7	5,31	25,0	2,12	100% Y/Z	
8	4,31	25,0	1,72	10% A/Y, 90% Y/Z	
Průměr [MPa]			1,92		
směrodatná odchylka [MPa]			0,20		
variační koeficient			10,40%		

A beton

Y lepidlo

Z odtřhový terč

A - kohezní porucha podkladu

A/Y - kohezní porucha mezi podkladem a lepidlem

Y - kohezní porucha v lepidle

Y/Z - porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem

Poznámka:

Profometer 5

n=39

Stanovení tloušťky zkarbonatované vrstvy

Akce:	VDJ Hůrka II - Klatovy
Konstrukce:	Průvlak
Datum zkoušky:	19.11.2013
Teplota vzduchu:	14,0°C
Vlhkost vzduchu:	78,6%
Typ zkušebního přístroje:	Fenolftaleinový test

Zkoušená oblast	Tloušťka zkarbonatované vrstvy [mm]					
průvlak	3	3	4	3	4	
Statistické vyhodnocení:	$\bar{x}=3,4\text{mm}$ $n=5$			$s=0,5\text{mm}$ $v=14,4\%$		

Výsledky zkoušek jádrových vývrtů

VDJ Hůrka II - Klatovy
Průvlak
21.11.2013
20°C
lis EDT 1600

Akce:
Konstrukce:
Datum zkoušky:
Teplota vzduchu:
Zkušební přístroj:

číslo vzorku dle ZL	označení vzorku objednatelem	průměr d [mm]	výška h [mm]	výška po koncování h _k [mm]	λ h _k / d	hmotnost m [g]	objemová hmotnost m / V [kg/m ³]	pevnost v tlaku		průměr / délka výztuže JV [mm]
					K _λ			F [kN]	f _{cyl} [MPa]	
770/13	JV 1	53,79	103,75	107,07	1,991	548,97	2328	105,91	55,47	-
778/13	JV 9	54,01	108,31	112,04	2,074	568,57	2291	29,51	15,38	-
Průměr										
[MPa]										2310
Směrodatná odchylka										26,3
[MPa]										28,3
Variační koeficient										80,03%
1,14%										

$$f_{cyl} = \frac{F}{A \times K_d \times K_\lambda}$$

- A - průřezová plocha zkušebních těles
F - síla na mezi porušení
K_d - koeficient zohledňující průměr jádrového vývrtu
K_λ - koeficient zohledňující štíhlost jádrového vývrtu
f_{cyl} - válcová pevnost na tělese s průměrem 150 mm a štíhlostí λ = 2,0

Zkoušku provedl: BETONCONSULT, s.r.o.

Výsledky stanovení pevnosti v tahu - laboratorní zkouška

Akce:
Datum zkoušky:
Teplota vzduchu:
Vlhkost vzduchu:
Typ zkušebního přístroje:
Tvar zkušebního terče:

VDJ Hůrka II - Klatovy

2.12.2013
20,0°C
60,0%
DYNA Z16
kruh o průměru 50 mm

Číslo zkušebního tělesa dle ZL	Označení objednatelem	Odtřhová síla [kN]	Plocha porušení [cm ²]	Pevnost v tahu [Mpa]	Charakter lomové plochy	Průměr zkušebního tělesa [mm]	Lokalizace zkušebního místa
774/5	1	9,76	18,9	5,18	100% A	49,0	sloup nad hladinou vody
776/7	2	8,53	18,9	4,51	90% A, 10% A/Y	49,1	sloup pod hladinou vody
770/1	3	10,09	18,9	5,35	100% A	49,0	stropní průvlak
Průměr [MPa]				5,01			
směrodatná odchylka [MPa]				0,36			
variační koeficient				7,27%			

A beton

Y lepidlo
Z odtřhový terč

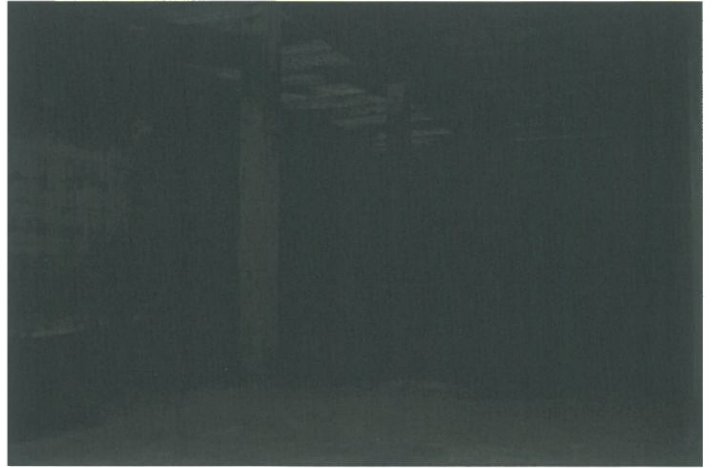
A - kohezní porucha zkušebního tělesa
A/Y - kohezní porucha mezi zkušebním tělesem a lepidlem
Y - kohezní porucha v lepidle
Y/Z - porušení adheze mezi lepidlem a zkušebním terčem

Poznámka:

**Průvodní fotografie objektu
VDJ Hůrka II - Klatovy**



P1460603.JPG



P1460604.JPG



P1460606.JPG



P1460609.JPG



P1460612.JPG



P1460614.JPG



P1460616.JPG



P1460618.JPG



P1460619.JPG



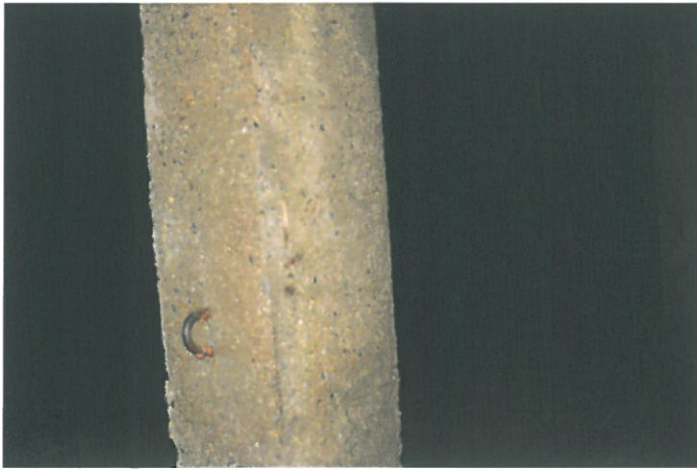
P1460620.JPG



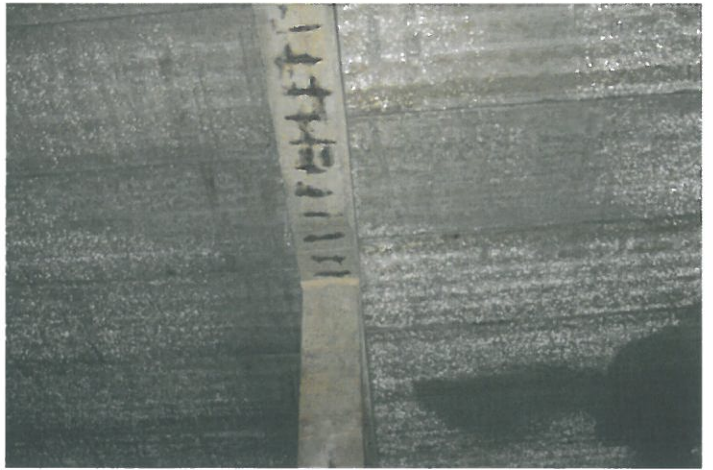
P1460621.JPG



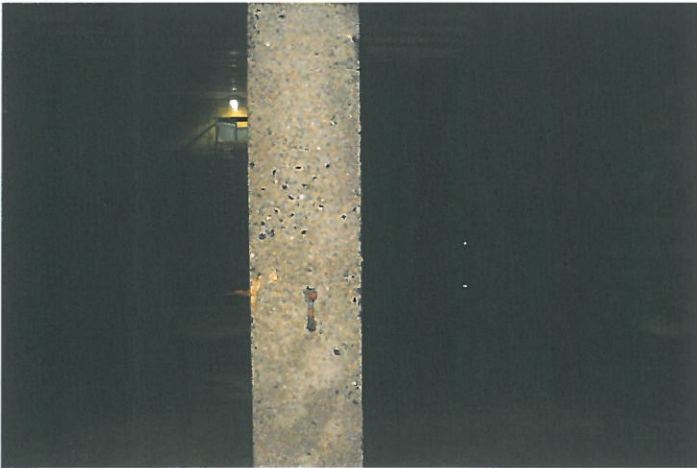
P1460622.JPG



P1460623.JPG



P1460624.JPG



P1460625.JPG



P1460626.JPG



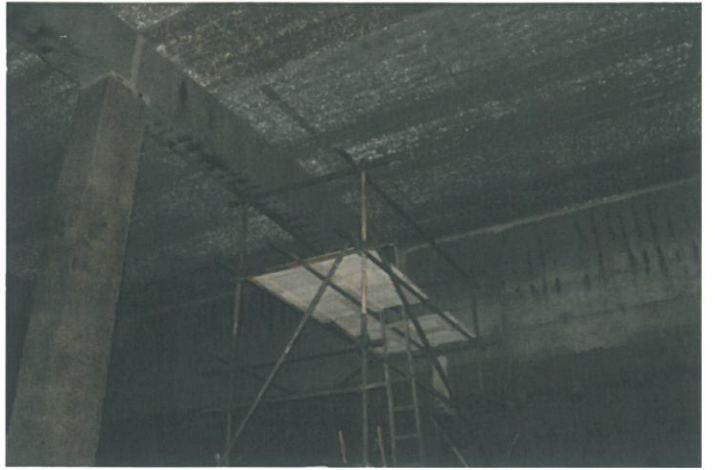
P1460627.JPG



P1460629.JPG



P1460631.JPG



P1460632.JPG



P1460633.JPG



P1460634.JPG



P1460635.JPG



P1460636.JPG



P1460637.JPG



P1460638.JPG



P1460639.JPG



P1460640.JPG



P1460641.JPG



P1460642.JPG



P1460643.JPG



P1460644.JPG



P1460645.JPG



P1460646.JPG



P1460647.JPG



P1460648.JPG



P1460649.JPG



P1460650.JPG



P1460651.JPG



P1460652.JPG



P1460653.JPG



P1460654.JPG



P1460655.JPG



P1460656.JPG



P1460657.JPG



P1460658.JPG



P1460659.JPG



P1460660.JPG



P1460661.JPG



P1460662.JPG



P1460663.JPG



P1460664.JPG



P1460665.JPG



P1460666.JPG



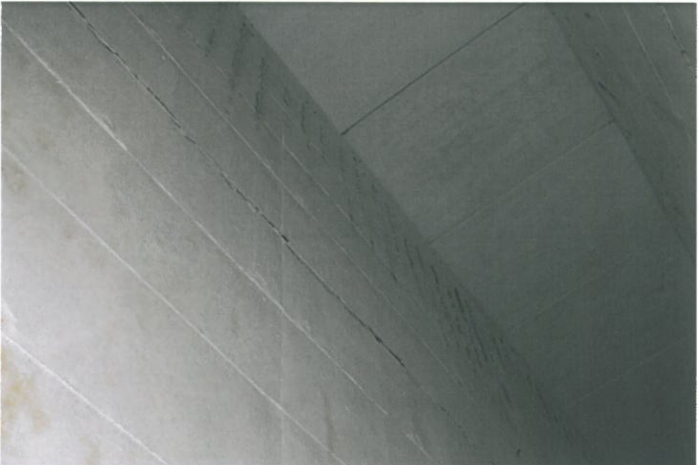
P1460667.JPG



P1460668.JPG



P1460669.JPG



P1460670.JPG



P1460671.JPG



P1460673.JPG



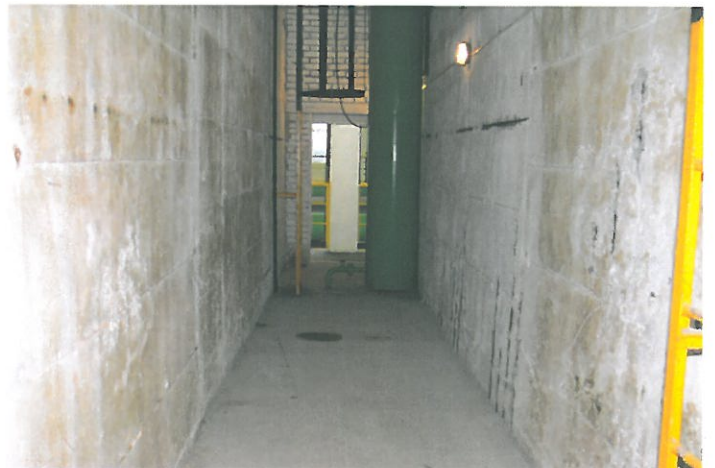
P1460674.JPG



P1460675.JPG



P1460676.JPG



P1460677.JPG



P1460678.JPG



P1460680.JPG



P1460681.JPG



P1460682.JPG



P1460683.JPG



P1460684.JPG



P1460685.JPG



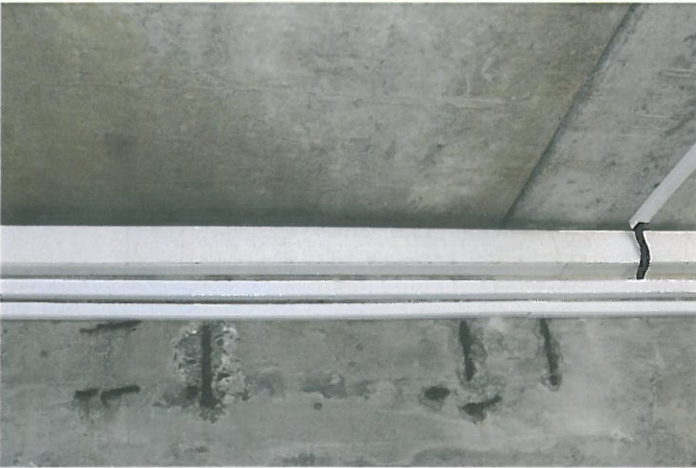
P1460686.JPG



P1460687.JPG



P1460688.JPG



P1460689.JPG



P1460690.JPG



P1460692.JPG



P1460693.JPG



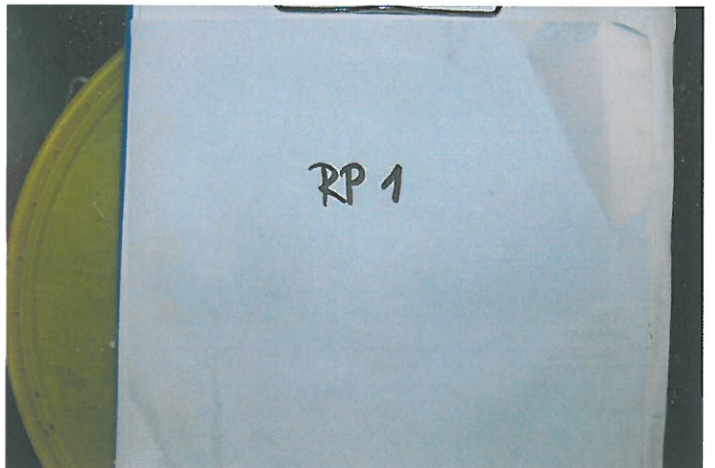
P1460694.JPG



P1460695.JPG



P1460696.JPG



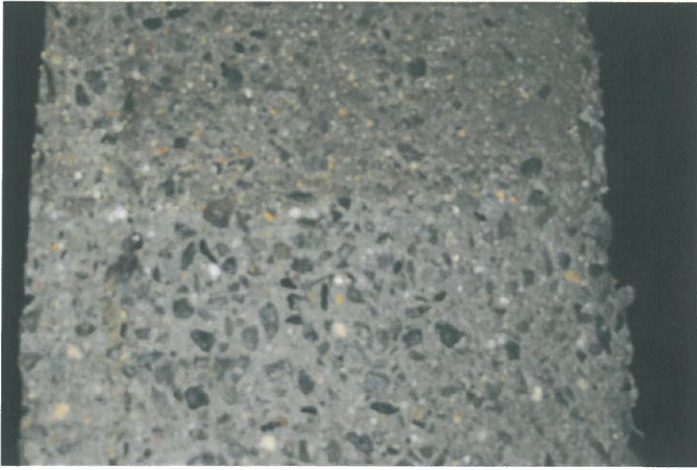
P1460697.JPG



P1460698.JPG



P1460699.JPG



P1460700.JPG



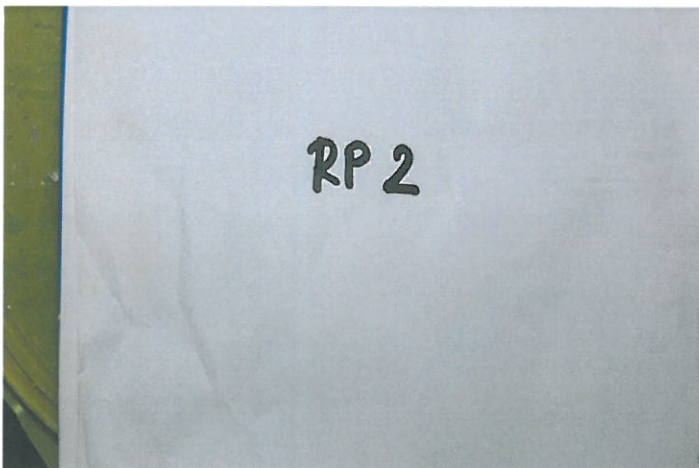
P1460701.JPG



P1460702.JPG



P1460703.JPG



P1460704.JPG



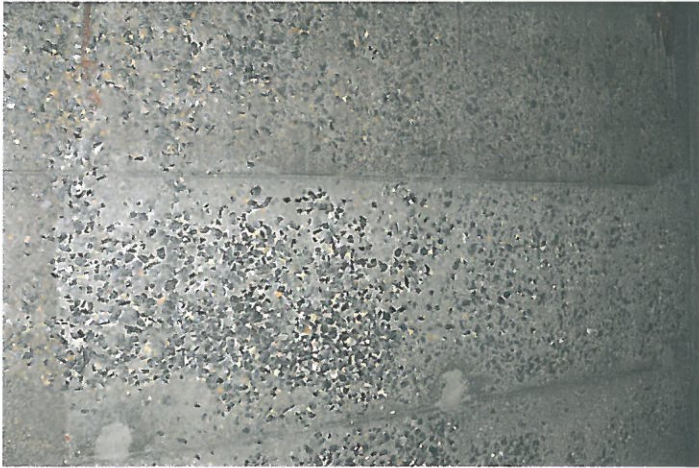
P1460705.JPG



P1460706.JPG



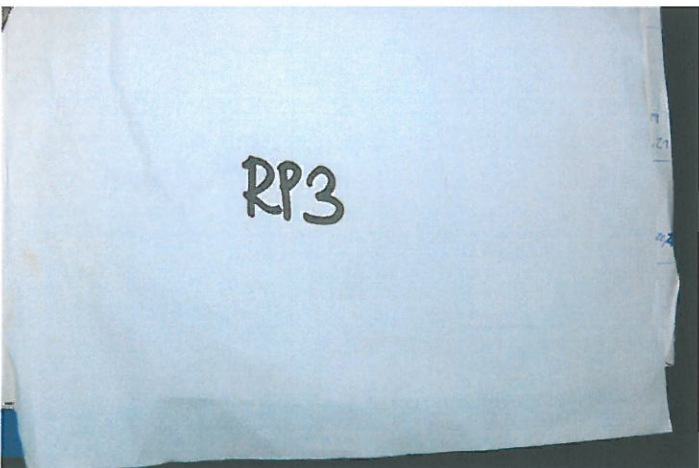
P1460707.JPG



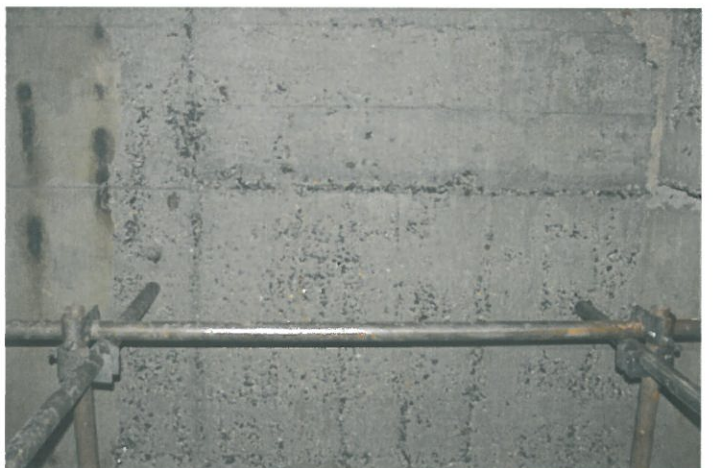
P1460708.JPG



P1460709.JPG



P1460710.JPG



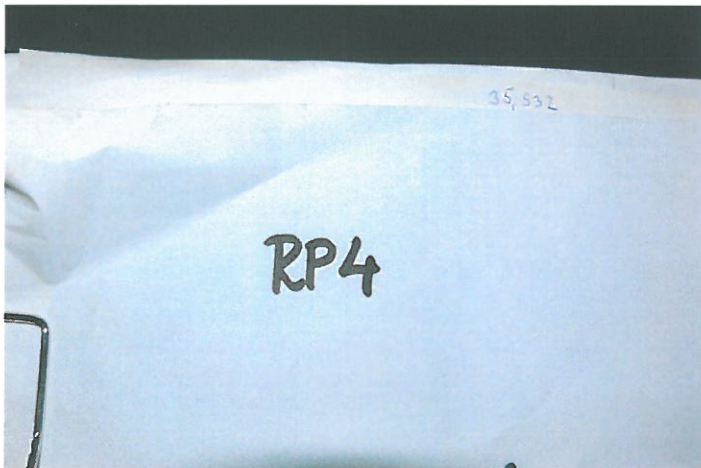
P1460711.JPG



P1460712.JPG



P1460713.JPG



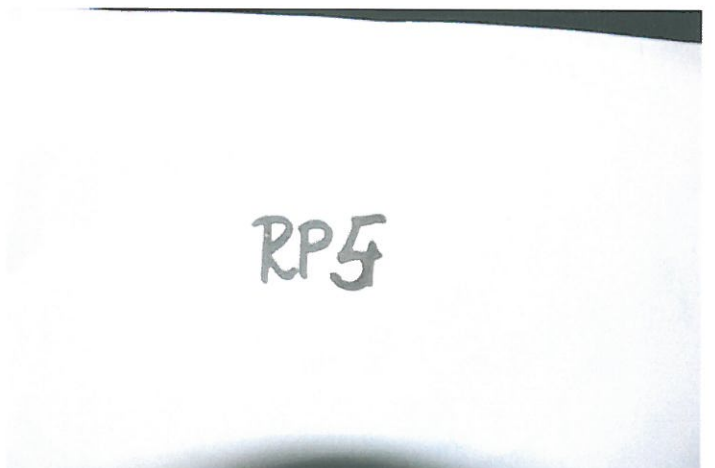
P1460714.JPG



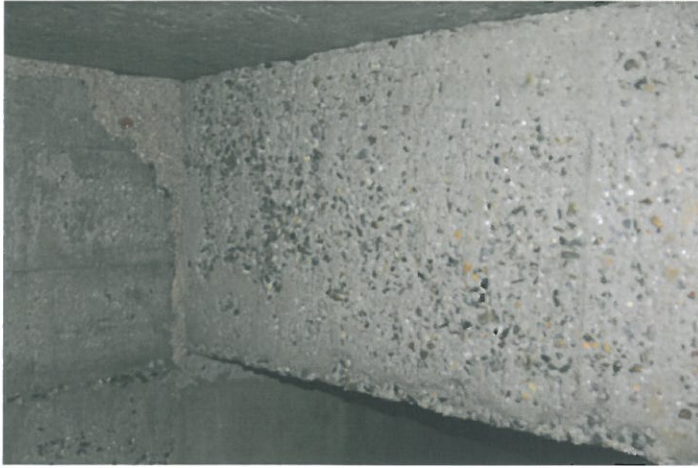
P1460716.JPG



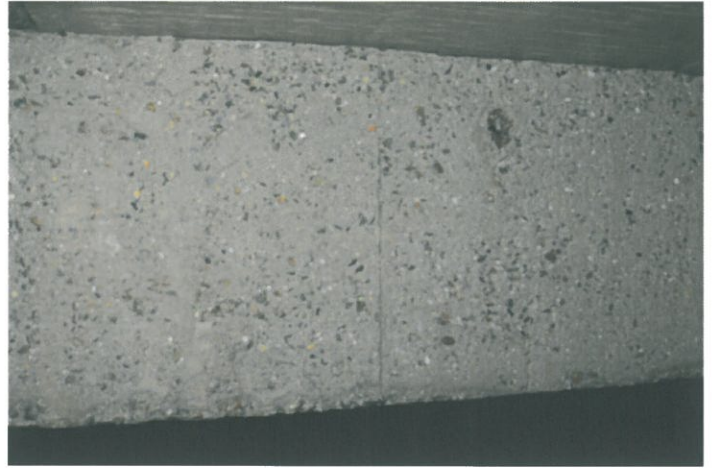
P1460717.JPG



P1460718.JPG



P1460719.JPG



P1460720.JPG



P1460721.JPG



P1460722.JPG



P1460723.JPG



P1460724.JPG



P1460725.JPG



P1460726.JPG



P1460727.JPG



P1460728.JPG



P1460729.JPG



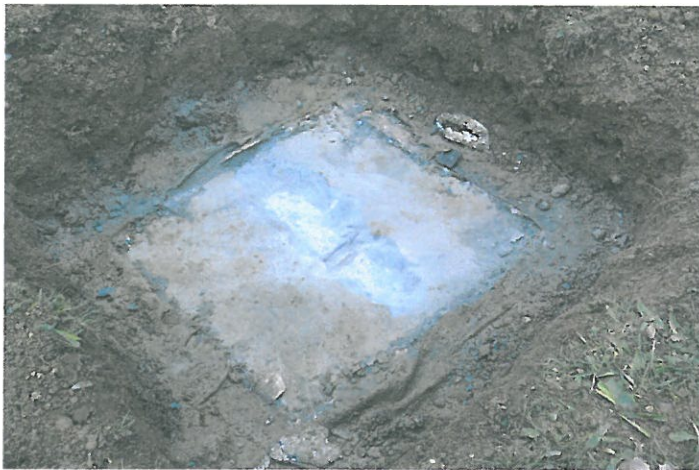
P1460730.JPG



P1460731.JPG



P1460732.JPG



P1460733.JPG



P1460734.JPG



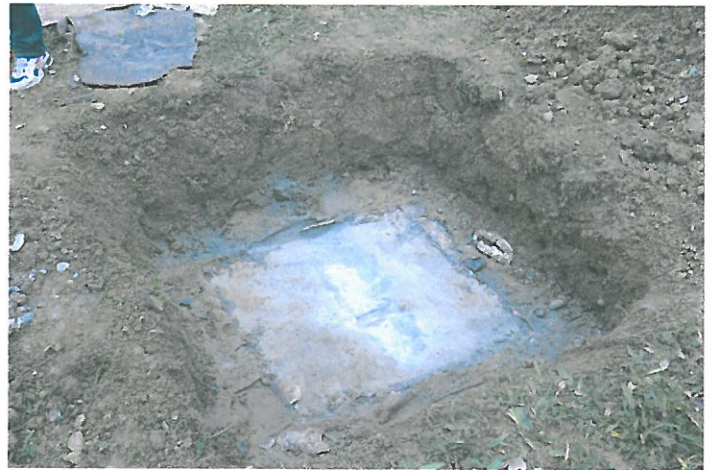
P1460735.JPG



P1460736.JPG



P1460737.JPG



P1460738.JPG



P1460739.JPG



P1460740.JPG



P1460741.JPG



P1460742.JPG



P1460743.JPG



P1460744.JPG



P1460745.JPG



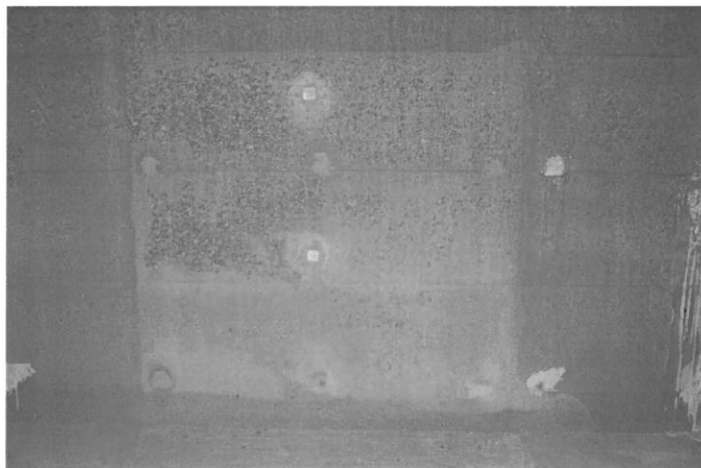
P1460746.JPG



P1460747.JPG



P1460748.JPG



P1460749.JPG



P1460750.JPG



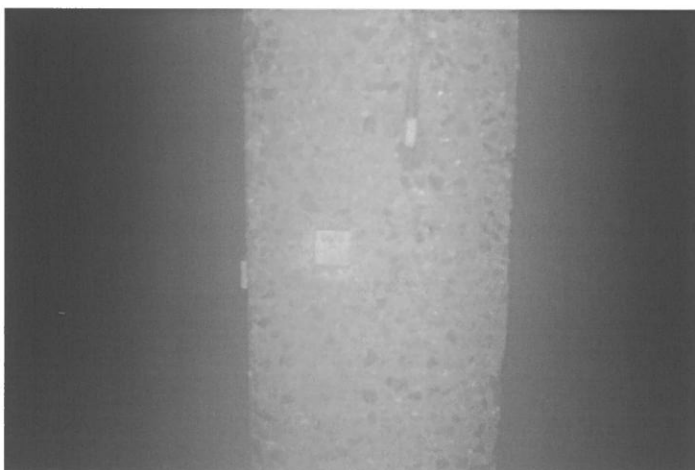
P1460751.JPG



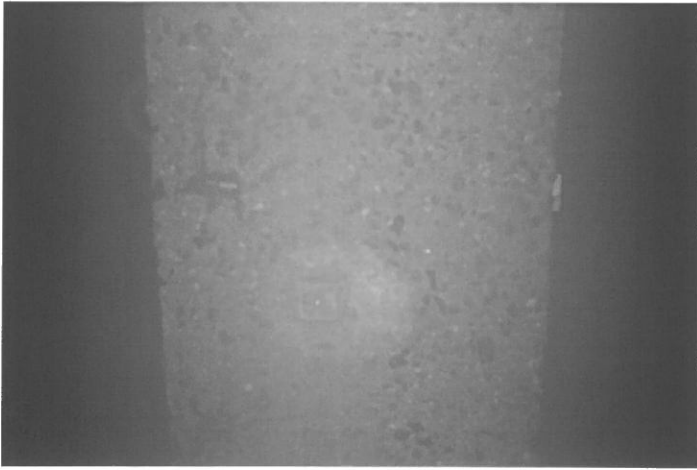
P1460752.JPG



P1460753.JPG



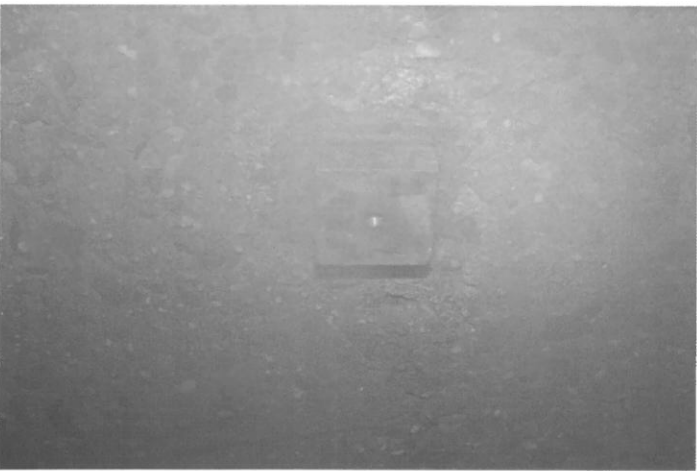
P1460754.JPG



P1460755.JPG



P1460756.JPG



P1460757.JPG