

# STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM VODOHOSPODÁŘSKÝCH OBJEKTŮ – PODKLADY PRO DOKUMENTACI A REALITA

Ing. Richard Schejbal

HYDROPROJEKT CZ, a.s., Táborská 31, Praha  
richard.schejbal@hydroprojekt.cz , +420 261102458, +420 606485800

## STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM – PODMÍNKA NUTNÁ, NIKOLIV VŠAK POSTAČUJÍCÍ

Stavebně technický průzkum (dále jen STP, resp. diagnostika) popisuje faktický stav z řady různých, zejména technických, hledisek a z pohledu projektanta slouží především pro zvolení vhodné celkové koncepce rekonstrukce, úžeji pak pro výběr způsobu sanace prvků daného objektu. Při návrhu musí projektant kombinovat informace ze STP se znalostmi dalších podkladů, např. původních projektů, všech provozních podmínek, statického působení prvku či konstrukce atd. Při realizaci je pak jedním z úkolů autorského dozoru upřesňovat požadavky na stavbu na základě aktuálně získaných informací, které STP nezjistil, nebo v těch případech, kde se např. skutečný stav vlivem nejrůznějších faktorů významně liší od výsledků STP. Jak v době projektování, tak při výkonu AD, je v mnoha případech neocenitelná zkušenost jednotlivých účastníků obou procesů, a to nejen v úzké oblasti např. sanací betonových konstrukcí, ale i s ohledem na znalost historie stavby, původních technologií nebo konstrukčních koncepcí apod.

a) **Předběžný (stavebně technický) průzkum** by měl být realizován v raných fázích projektové dokumentace, tedy ve studiích, či dokumentaci pro územní rozhodnutí. V jeho rámci se především vizuálně hodnotí jednotlivé konstrukce, stavba jako celek a vytipovávají se možné problémy, které bude nutno v dalších stupních dokumentace zohlednit. Existují ovšem i případy, kdy odborný pohled na některé z atypických závad či prvků, může již v této fázi zcela změnit koncepci rekonstrukce konstrukce, nebo i dílčí části stavby.

Průzkum v obdobné podrobnosti slouží v některých případech jako součást pasportizace objektů pro souhrnný přehled provozovatele a pro plánování oprav a rekonstrukcí.

b) **Podrobný průzkum** by měl být proveden v době zpracovávání dokumentace pro stavební povolení, nejpozději však v rámci dokumentace pro výběr zhotovitele. Jeho náplní je diagnostika jednotlivých konstrukcí za použití nedestruktivních i destruktivních metod. Jeho výsledky často ovlivňují rozsah, náročnost sanačních zásahů a v závislosti i finanční náročnost těchto prací.

c) **Doplňkový průzkum** se provádí povětšinou již v době realizace a jeho úkolem je doprůzkum do té doby skrytých konstrukcí, případně při zjištěných anomáliích, poruchách, či při zjištění rozporů se závěry předchozích průzkumů.

V tomto textu se soustředíme na průzkum železobetonových konstrukcí jako rozhodujícího prvku vodohospodářských staveb. Podrobněji o požadavcích na STP v jednotlivých stupních dokumentace pojednává např. [1].

## VYHODNOCENÍ STP, ÚLOHA PROJEKTANTA A AUTORSKÉHO DOZORU

I odborně vypracovaná diagnostika musí být v průběhu projektování chápána kriticky a ve všech souvislostech. Významným faktorem přitom jistě je i to, jak byl rozsah a podrobnost STP sjednán v zadání. Zdánlivě nejvhodnější situací je, pokud má projektant možnost toto

zadání ovlivnit, případně pokud ho sám definuje - průzkum je např. smluvně sjednán spolu s daným stupněm projektové dokumentace. V takovém případě se střetávají dvě výhody – zadání STP vychází z konkrétních požadavků projektanta znalého souvislostí připravované rekonstrukce a zjištěný stav je přitom skutečně aktuální. Nevýhodou ale může být časový limit – ve lhůtě pro vypracování projektu nemusí být možné zpřístupnit všechny dotčené prostory, např. vypustit některé nádrže, a průzkum pak není prostorově úplný.

Častou možností je situace, kdy provozovatel / investor má výsledky průzkumu k dispozici již při zadání projektu, např. ve formě pasportu. V takovém případě je potřebné pečlivě uvážit relevanci údajů především s ohledem na stáří průzkumu, který byl pro pasportizaci podkladem. Již za dobu několika málo let mohou progresivní korozní procesy výrazně změnit celkové hodnocení dílčích prvků nebo celé konstrukce. Podrobnost pasportizace obvykle dostačuje jen pro rané fáze projektování, jen výjimečně je možné ji plnohodnotně použít jako podklad pro zadávací nebo realizační dokumentaci. Naopak výhodou bývá fakt, že při diagnostice byly obvykle přístupné postupně všechny prostory, např. jednotlivé komory vodojemu.

Ve všech případech je pro správné vyhodnocení STP a jeho správné využití při návrhu nutná dostatečná odbornost a zkušenost projektanta. Ten musí vzít v úvahu řadu faktorů, zejména:

- informace obsažené ve výsledcích STP. Rozhodující vliv budou mít obvykle údaje o korozním porušení prvků a jejich zbytkové životnosti. Výsledky by měly být strukturována do tří oblastí: stav nosných (obvykle železobetonových) konstrukcí, stav ostatních prvků stavby včetně povrchových úprav a izolačních vrstev a stav podloží a ovlivňujícího okolí.
- znalosti o předchozím provozování stavby a o vlivech působících v této době na konstrukci
- znalost nových podmínek provozování po rekonstrukci, souvisících např. se změnami využití. Zde je nutná součinnost specialisty na sanaci s řešitelem vodohospodářské koncepce, obvykle s hlavním inženýrem projektu
- informace z archivní dokumentace o původním provedení a o případných již proběhlých úpravách
- znalosti dobových technologií a konstrukčních zvyklostí. Některé podstatné prvky významně ovlivňující např. spolehlivost stavby mohou být zcela skryty a tedy nepřístupné pro běžný průzkum
- požadavky nově kladené na rekonstruovanou stavbu z hledisek stavební fyziky, vybavení a provozování prvků technických zařízení budovy (zejména větrání, vytápění, příp. odvlhčování apod.)

Součástí vyhodnocení by mělo, a spíše musí být konstatování, zda dostupný STP je dostatečný pro daný stupeň dokumentace jak co do rozsahu, tak co do podrobnosti, a to zvláště ve fázích zadávací nebo realizační dokumentace. V případě, že z libovolných důvodů nelze průzkum za dostatečně vypovídající považovat, musí projekt definovat požadavky na další diagnostické práce, obvykle i s určením předpokládané ceny, která pak je zahrnuta buď do ceny dalších stupňů projektu, případně do nákladů investice.

Při vyhodnocení výsledků STP by měl projektant mít jasné informace pro minimálně dvě strategická rozhodnutí:

- A. zda konstrukci opravit (sanovat) nebo nahradit (zbourat a vybudovat novou)
- B. v případě opravy (ve vodním hospodářství je míněna obvykle železobetonová nosná konstrukce) zda lze použít „tenkovrstvé“, adhezí kotvené úpravy, nebo je nutné (příp. je vhodnější!) mechanicky kotvené přibetonování

Podrobnost potřebná pro rozhodnutí bude záviset i na důležitosti prvku či konstrukce pro spolehlivost a životnost celé stavby.

Zřejmě nejdůležitějším prvkem práce projektanta – konstruktéra při návrhu rekonstrukce je – na základě dostupných informací – určit rozsah sanačních prací a jejich technologií

(postup, vrstvy, požadavky na materiály atd.), což při vysoké ceně prací i materiálů významně ovlivňuje investiční náklady na rekonstrukci.

Úloha autorského dozoru (AD) je zdánlivě jasně vymezena - úkolem projektanta je kontrolovat soulad prováděných prací s projektovou dokumentací, účastnit se kontrolních dnů na stavbě, poskytovat vysvětlení potřebná pro vypracování výrobní dokumentace a v neposlední řadě ověřit zda situace na stavbě odpovídá předpokladům projektu.

Skutečná úloha autorského dozoru ale závisí na řadě okolností, jednou z nejdůležitějších je to, zda na straně investora stojí dostatečně erudovaný technický dozor stavby (TDS, resp. TDI, v současnosti např. v pozici tzv. správce stavby). V některých případech musí AD chybějící odbornost suplovat, vždy by se ale měl podílet na dvou fázích sanačních zásahů:

- při upřesňování skutečného rozsahu porušení a tedy následné sanace, které se obvykle zjistí až v počátcích prací
- při kontrole a přejímce jak rozhodujících úprav nebo vrstev navržené sanace, tak při schvalování referenčních ploch

Nezbytná je účast odborného AD při zjištění nečekaných porušení nebo výrazných odchylek od očekávaného nebo průzkumem popsaného stavu.

## **STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM NA REÁLNÝCH PROJEKTECH**

### **Všeobecné zkušenosti**

Zaprvé: pro dokonalé zpracování projektu nejsou informace ze stavebně technického průzkumu **nikdy** dostatečné. Některé formální důvody jsou uvedeny výše, obvyklým limitujícím faktorem je samozřejmě finanční, který výrazně ovlivní rozsah i podrobnost průzkumu. Některé konstrukce nejsou prozkoumány, případně není k dispozici potřebný počet sond, případně údajů z nich, potřebných k řádnému statistickému vyhodnocení, k zatřídění materiálů a jejich vlastností. Je jistě nemyslitelné, aby např. na každém trámu rozsáhlé konstrukce bylo provedeno v daném časovém i cenovém rámci podrobné sondování. Zde rozhoduje zkušenost a odbornost zpracovatele. Výsledky průzkumu pak zahrnují jistou nepřesnost danou „zprůměrováním“ a zobecněním dílčích poznatků. Při provádění pak zákonitě musí být zjištěn reálný stav některých prvků odlišný. Je zřejmé přirozené z povahy věci, že s hodnocením stavu lepším, než uvádí výsledky STP, se v praxi neseťkáme !

Zadruhé: Jak zpracovatel průzkumu, tak projektant obvykle stupeň či rozsah poškození nadhodnotí oproti stavu viditelnému při průzkumu. Důvodem je jednak zkušenost, že skutečné poškození je vždy větší, než jeho viditelné projevy, jednak snaha o vytvoření jakéhosi finančního polštáře pro řešení možných (prakticky jistých) odchylek. Přesto se u značné části realizovaných staveb ukazuje, že ani cílené nadhodnocení nebylo dostatečné.

A zatřetí (nikoliv za poslední): prakticky na každé (větší) vodohospodářské stavbě, která se rekonstruuje, se zjistí skutečnosti zcela neočekávané, průzkumem nepostižené a průběh nebo cenu realizace výrazně ovlivňující. Důvodem je často výše zmíněná nemožnost přístupu za provozu k některým prvkům nebo konstrukcím, často i postupná, dílčí nebo úplná ztráta informací o skutečném provedení nebo změnách stavby (jako příklad může sloužit zničení řady archivů na čistírnách odpadních vod během povodní v letech 1997 a 2002).

### **Nevhodné prvky ve vodojemech a jiných objektech**

Ve vodním hospodářství byly používány prvky, které byly pro takto extrémní prostředí naprosto nevhodné. Jedná se například železobetonové prefabrikované dílce primárně určené pro občanskou výstavbu, tedy pro konstrukce situované v běžném, suchém prostředí. Tyto prvky, používané zejména v 70. až 90. letech minulého století, prakticky vždy z důvodu malého krytí výztuže, jsou charakteristické vysokou, někdy až kritickou

korozí oceli. Sanace těchto prvků bývá obvykle velmi technologicky a samozřejmě i finančně náročná. Nežádá se setkáváme i s praktickou nemožností sanace.

V uvedené době velkého boomu prefabrikace byly i do nádrží vodojemů navrhovány prvky určené pro skelety bytové a občanské výstavby - především trámy a dutinové nepředpjaté stropní desky. Tyto prvky měly vždy malé krytí výztuže, často ještě snížené pod obvyklý normativní požadavek se zdůvodněním kvalitní průmyslovou výrobou. Vzhledem k extrémně vysoké relativní vlhkosti vzduchu nad hladinou a dalším degradačním faktorům, které se v objektech vodojemů vyskytují, jsou postiženy nadměrnou korozí výztuže s velkými korozními úbytky a oslabením, což ovlivňuje únosnost, obecněji spolehlivost a životnost těchto prvků. Vzhledem ke zvýšení požadavků na spolehlivost stavebních konstrukcí, plynoucímu z přechodu na evropské normy, je další využitelnost prvků po rekonstrukci vždy velmi problematická. Pokud STP zjistí včas takovéto prvky ve vodojemu, je vždy vhodné zvážit jejich snesení a nahrazení jinou konstrukcí, která bude respektovat současné normativní požadavky a zohlední vliv extrémního prostředí.

Na řadě úpraven vody je možné narazit na použití železobetonových prefabrikovaných vazníků, žebírkových stropních desek, nebo na kombinaci obojího (viz obrázek 1a). Problematika žebírkových panelů (typu PZS, resp. SZD) byla již dostatečně popsána v řadě publikací, není proto třeba ji zvlášť rozebírat. Je pouze třeba připomenout, že sanace žebírkových panelů je mimořádně nákladná a náročná záležitost s nejistým výsledkem především v otázkách životnosti těchto sanačních zásahů. Optimálním a obvykle jediným možným řešením je jejich náhrada za jinou konstrukci.

Příhradové vazníky pak, stejně jako jiné subtilní tyčové konstrukce, jsou ve vodním hospodářství nesmírně citlivým prvkem. Často jsou přitom skryty v podhledu bez možnosti běžné, i jen vizuální kontroly. I přes to, že díky prefabrikaci byly vyrobeny z velmi kvalitních betonů, jsou dnes díky subtilnosti průřezu zcela zkarbonatované a může se v nich při přístupu vlhkosti plně rozvíjet koroze výztuže. Klasická betonářská sanace, zajišťující realkalizaci výstužných prutů těchto prvků, je pro jejich průřezový profil a tvarovou složitost prakticky nemožná. Pouhé nanesení nových vrstev na stávající konstrukci tento problém neřeší. Jedinou ochranou, pokud ještě nedošlo k staticky významnému koroznímu poškození, je **výrazné** snížení relativní vlhkosti vzduchu tak, aby nadále nemohla koroze výztuže probíhat, resp. aby byl její postup zpomalen. V objektech úpraven vody je toto však velmi problematické, vyžaduje to trvale provozovanou vzduchotechniku a vytápění, příp. instalaci vysoušečů vzduchu, což pochopitelně citelně zvyšuje provozní náklady. V případě, že by navržená a instalovaná zařízení nebyla v činnosti, je diskutabilní zbytková životnost. I v tomto případě se tedy doporučuje náhrada jinou konstrukcí, například dřevěnými, ocelovými nebo plnostěnnými železobetonovými vazníky.

Obdobně nevhodnou konstrukcí, která byla použita přinejmenším na dvou autorovi známých úpravách (viz Obr. 1b), jsou tzv. Číževské desky, tenkostěnné železobetonové prefabrikáty obvykle kladené na železobetonové vazníky, používané k zastřešení halových objektů začátkem druhé poloviny 20. století. Horní líc této desky je rovný, zatímco dolní je vlnitého profilu. Tloušťka desky v místě mezi vlnami je obvykle cca 20 – 30 mm, vyztužená tenkou ocelovou sítí. Tyto prvky jsou dnes obvykle zkarbonatované na celou tloušťku. Naplno se u nich rozvíjí koroze výztuže, běžný je i rozsáhlý korozní úbytek. Obecně jsou stropy (střechy) z těchto prvků považovány za nebezpečné, doporučuje se jejich výměna za jinou konstrukci a na velkých plochách průmyslových staveb již byly demontovány. Ve vodním hospodářství se jedná o dosud málo známý fenomén.



**Obrázek 1. Použití nevhodných prvků ve vodárenství**

- a) Kombinace příhradových vazníků a žebírkových desek nad podhledem. Střecha úpravny vody, severní Čechy. Přelom 60. a 70. let
- b) Číževského strop nad halou s podhledem. Úpravna vody, jihozápadní Morava, 50. léta

### Typové krabicové vodojemy

Předem předpjaté panely typu SPIROLL byly ve velkém měřítku používány v celém období po roce 1970 na stropy (obvykle typových) vodojemů. Na základě dlouhé řady zkušeností byly považovány za velmi vhodný prvek vzhledem k relativně velkému krytí předpínacích lan i vysoké kvalitě (pevnosti i hutnosti) betonu, i po několika desítkách let korozně prakticky intaktní.

Při rekonstrukci úpravny vody v severozápadních Čechách původní STP jen konstatoval jejich použití a vzhledem k omezené možnosti přístupu do objektu se jejich stavem dále nezabýval. Při realizaci stavby se po snesení nekvalitních vrstev krytiny zjistily vady na homogenitě prvků nejprve na vrchním líci, následně po zřízení lešení a přístupu ke spodnímu líci byly sondami ověřeny i významná snížení pevnosti i strukturní nedostatky betonu. Vzhledem k nejistému stavu rozhodujících prvků, tedy předpínacích lan, muselo být již během realizace rozhodnuto o výměně značného počtu těchto panelů (cca 20 ks), pochopitelně s dopadem na cenu a proběh rekonstrukce.

Pouhé zjištění přítomnosti jinak kvalitních prvků jako jsou bezesporu panely Spiroll není tedy dostatečnou informací pro rozhodování o sanaci a rekonstrukci, i zde musí být doplněno přímou diagnostikou.

Na tomtéž objektu byly opět po odstranění krytiny na doporučení projektanta provedeny sondy pro zjištění stavu táhel mezi panely Spiroll. Tyto sondy nemohly být reálně provedeny dříve (narušení krytiny a bourání do značné hloubky shora, tím spíše zdola), možné problémy indikoval i stav zhlaví trámů zjištěný až po snesení opláštění nádrže. Táhlá z prutů betonářské oceli, přenášející vodorovné síly mezi stěnami od hydrostatického tlaku, která měla být relativně hluboce uložená v cementové maltě ve všech spárách mezi panely, byla silně narušena korozí, místy zcela přerušena a s nejasným napojením na výztuž stěn. Současně bylo po odbourání zjištěno nekvalitní a atypické napojení horní výztuže trámů, které mělo plnit obdobnou funkci spojení stěn ve druhém směru.

Původně provedený STP nemohl tyto skutečnosti zjistit bez provedení rozsáhlých bouracích prací. Při vizuálním zjištění problémů po odbourání původní střechy a opláštění byla nutná znalost původní typové konstrukční a statické koncepce pracovníky autorského dozoru projektanta, jen na jejím základě byla doceněna vážnost situace a navrženo dodatečné konstrukční zesilující opatření.

Stav monolitických stěn i (obvykle) prefabrikovaných sloupů se výrazně liší od objektu. Především sloupy jsou vesměs silně a celoplošně narušeny vyluhováním povrchových vrstev, skutečný korozní stav stěn je vždy výrazně horší, než ukazují viditelné projevy koroze a dosahuje v extrému 50 až 60% celkové plochy. Tato skutečnost se projeví prakticky až po zahájení prací na předúpravě povrchu, zvláště při použití vysokotlakého vodního paprsku. Průzkum v těchto případech obvykle nemůže skutečný

rozsah odhalit, především z důvodu jen krátkodobého vypuštění nádrží za provozu vodojemu při čištění.

Při zpracování projektu se doporučuje uvedený fakt zohlednit při předběžném stanovení rozsahu sanačního zásahu a v rozpočtu stavby. Zejména u větších vodojemů, kde výměra návodního líce dosahuje několika set až tisíců m<sup>2</sup> je při cenách sanací pohybujících se zhruba mezi 2000 a 4000 Kč/m<sup>2</sup> celkový cenový rozdíl značný.

### **Nádrže v exteriéru, čistírenské a typově nezvyklé**

Projektant i diagnostik se u různých typů nádrží potkávají s různými problémy a tedy i požadavky na rozsah, obsah a podrobnost průzkumu. U nádrží v exteriéru (čistírenských i vodárenských – např. kalové laguny úpraven vody) je klíčový problém **mrazuvzdornosti**. Tato vlastnost zásadně rozhoduje o správném strategickém rozhodnutí B – užít adhezní tenkovrstvou sanaci nebo mechanicky kotvené přibetonování. Nevhodně zvolený způsob může vést po velmi krátké době ke značným škodám – hutné a difuzně málo propustné vrstvy reprofilací se synergickým působením vlhkosti a mrazu mohou zcela oddělit od nekvalitního podkladu.

Problém ovíjení a svislého předpětí je znám především z válcových vyhnívacích nádrží nebo tzv. komplexních biologických jednotek. Zatímco porušení vodorovného ovinutí patentovým drátem bývá často (ale ne vždy !) viditelné v důsledku odpadání stříkaných krycích vrstev, prvky svislého předpětí stěn jsou vesměs zcela nepřístupné pro standardní diagnostické metody. Pokud není k dispozici doklad o jejich použití na konkrétní stavbě, je často jen věcí zkušenosti projektanta zahrnutí jejich vlivu do úvah o rekonstrukci, případně i o zjištění skutečného stavu.

Zvláštní požadavky budou na STP kladeny při zjišťování stavu prefabrikovaných vodojemů, které byly budovány v 70. až 90. letech minulého století. Důraz musí být kladen na případnou delaminaci často užívaných laminátových vystýlek a na styky mezi stěnovými panely.

Prakticky u všech nádrží budovaných od 60 let je pak nutné vzít v úvahu nedostatečné vyztužení vodorovnou výztuží a tedy významný dopad na schopnost konstrukce vzdorovat objemovým změnám, včetně zvažování aktivity existujících trhlin. STP by tedy měl zejména u větších dilatačních celků zodpovědět i otázku množství vodorovné výztuže.

### **ZÁVĚR**

Stavebně technický průzkum je pouze částí souboru informací, které jsou pro návrh rekonstrukce vodohospodářské stavby potřebné, a v řadě případů nepodchycuje (někdy ani nemůže) stav všech konstrukcí a prvků, veškeré stavební detaily, či nehomogenitu materiálů. Je tedy nutné doplnit poznatky získané diagnostikou o znalost archivních podkladů, provozních podmínek, dobových technologií a stavebně konstrukčních koncepcí.

### **LITERATURA**

- [1] Schejbal R.: Požadavky na stavebně technický průzkum v jednotlivých stupních dokumentace. Sborník z konference *Pitná voda 2011*, Trenčianské Teplice.
- [2] Dohnálek J., Schejbal R.: Vlivy prostředí na konstrukce ve vodním hospodářství, koroze betonu a železobetonu ve vodárenských objektech. Sborník z konference *Pitná voda 2011*, Trenčianské Teplice.