

Bílá vana a její poruchy

Zdeněk Roska

Sika CZ s.r.o.



Abstrakt

V současné době se pro zajištění vodonepropustnosti spodní stavby stále více uplatňuje princip tzv. Bílé vany. Jde o konstrukci, která není izolována vnějšími membránami, vodotěsnost zajišťuje vlastní železobetonová konstrukce. Technologie bílé vany se rozšířila od 70. let minulého století a je stále více využívána zejména s ohledem na ekonomické a časové aspekty realizace.

Klíčová slova: Bílá vana, vodonepropustnost, pracovní spára, dilatační spára, trhлина, těsnící pásy, bobtnavý pásek

Úvod

Skutečnost, že železobetonová konstrukce může být naprosto vodotěsná je známa dlouhou řadu let. Příkladem může být konstrukce lodních trupů námořních lodí v období 1. i 2. světové války. Firma Sika se na straně spojenců podílela dodávkami přísad do betonu na výstavbě železobetonových trupů známých Liberty Ships.

Princip bílé vany

Ve stavebnictví je možné hovořit o konstrukcích na principu Bílé vany, pokud nosná železobetonová konstrukce přejímá vedle funkce nosné i funkci těsnící proti prosakující vodě.

Typické je použití v následujících případech:

- nádrže na čistou i znečištěnou vodu
- přehradní konstrukce
- suterénní podlaží občanských staveb
- tunely, technologické štoly, šachty

Terminologicky je možno hovořit o třech stupních nepropustné železobetonové konstrukce:

- 1) Vodonepropustný beton popisuje pouze receptury, které jsou nepropustné vodě a jsou zaměřeny na kvalitu betonu, který byl modifikován užitím přísad.
- 2) Nepropustný železobetonový systém sestává z vodonepropustného betonu spolu s řešením těsnění spár a prostupů, aby vytvořil jednoduchý návrh vodonepropustné spodní stavby.
- 3) Další úrovní vodotěsné konstrukce je Bílá vana (White Box, Weisse Wanne). Koncept, který byl ustanoven zvláště ve střední Evropě již před mnoha desetiletími. V porovnání s nepropustným betonem koncept Bílé vany obsahuje projektování, návrh a všechny kontrolní činnosti, které je třeba vykonat v průběhu stavby konstrukce za účelem vytvoření vodotěsných spodních pater. Hlavním řešením jak toho dosáhnout je kontrolovat systém trhlin. Tedy i formou jejich případné dodatečné sanace.

Návrh konstrukce bílé vany musí splňovat kritéria, která jsou shrnuta např. v Technických pravidlech 02 Bílé vany, vydaných ČBS, lze se taktéž řídit doporučeními zahraničních předpisů (např. Biela vaňa, Bratislava 2012). Výchozím předpokladem je nízká propustnost vody železobetonovou konstrukcí, která může zajistit požadavky na třídu vnitřního prostředí z hlediska vlhkostního komfortu. Rozhodujícím parametrem návrhu je omezení vzniku a rozsahu trhlin. Dalšími parametry jsou tlak vnějšího vodního sloupce, členitost konstrukce, tloušťka železobetonové konstrukce, intenzita výměny vzduchu v interiéru pro zajištění odvětrání vodní páry z povrchu konstrukce. Při dodržení normami uvedených pravidel v návrhu a jejich zdárné realizaci je v neustáleném provozním režimu (po počátečním odchodu technologické vody) dosaženo požadovaného stavu bez nebo s omezeným výskytem vlhkosti na obvodových plochách interiéru. Systém má pochopitelně svá omezení, kterými je např. neúčinná bariéra vůči prostupu radonu nebo nižší odolnost vůči seizmickým vlivům.

Těsnění spár a prostupů je zajišťováno různými materiálovými prvky, z nichž v krátkosti je možno vyjmenovat:

- polymerní těsnicí pásy na bázi PVC, FPO, NBR nebo modifikované pryže, jejichž funkce spočívá v labyrintovém efektu (Obr. 1)
- bobtnavé (hydrofilní) pásy akrylové, bentonitové, polyuretanové či chloroprenové.
Fungují na principu vývinu tlaku a tím přitlačení
- těsnicí plechy
- injektáží hadičky
- injektáže pomocí reaktivních pryskyřic (PU, MA, PA), princip vyplnění dutin
- těsnicí plomby z malt se schopností dodatečné krystalizace

- různá mechanická rozpínavá těsnění, přírubové manžety atd. pro těsnění trubních prostupů.

Z hlediska realizačního je nedůležitější fází vlastní betonáž, kdy je nutné zajistit betonovou směs s minimálním možným vodním součinitelem, avšak s takovou zpracovatelností, aby nedocházelo k nehomogenitě ukládaného betonu. Tento požadavek platí jak pro plochy, tak zejména pro okolí spár betonovaných záběrů a detailů (např. prostupů), kde je řádné zabetonování uvedených těsnících prvků nutným předpokladem jejich funkčnosti.

Defekty plynoucí z návrhu

Účelem návrhu bílé vany je vytvoření požadovaného vlhkostního stavu v interiéru v daných vnějších podmínkách. V rámci návrhu takové železobetonové konstrukce je nutno předepsat soubor opatření zahrnující specifické vlastnosti betonu, odpovídající stupeň vyztužení, stanovení přípustné šířky trhlin, zajištění vodotěsnosti pracovních, dilatačních spár a prostupů a mnoho dalších technologických podmínek v průběhu výstavby. Pro bližší seznámení s touto problematikou doporučuji studium zmíněné TP Bílé vany.

Níže jsou uvedeny příklady možných opomenutí, které mohou vést k následným defektům:

- Chybné stanovení vnějších podmínek zatížení: např. hladiny spodní vody, dynamické účinky dopravy, nedostatečný geologický průzkum
- Nesprávné uvažování vlivů vynucených namáhání na konstrukci – od dotvarování smršťování, změn teplot, sedání atd.
- Nedodržení ustanovení o tloušťkách desky a stěn, statickém a geometrickém uspořádání konstrukce včetně nedostatečného dělení na dilatační a pracovní celky.
- Nadměrné lokální armování (zejména v oblasti styků prutů), které neumožňuje umístění betonové směsi do zablokovaných partií a v důsledku vede ke vzniku dutin
- Neuvažování vlivu účinků od hydratačního tepla u masivních konstrukcí
- Nevhodný návrh těsnění dilatačních a pracovních spár – např. volba nekompatibilních systémů těsnění, neuzavřený systém spár, nevhodné technologie pro dané realizační období
- Prostorová kolize navrženého těsnění s probíhající armaturou – nemožnost zabetonování pasů v řádné poloze

Obecným výsledkem těchto „projekčních chyb“ je vznik trhlin, které porušují vodotěsnost bílé vany. Na tomto místě je třeba uvést, že některé evropské směrnice pro návrh bílé vany možnost vzniku trhlin přímo připouštějí. Důvodem je, že odstranění průsaků trhlínami je díky jejich vizuálně snadno identifikovatelné poloze cíleně proveditelné. Nutné je však mít pro tyto sanační

práce připravenou potřebnou finanční rezervu. V případě poruch těsnění dilatací se odstranění průsaků může stát velmi nepříjemnou „noční můrou“. Metodice sanací průsaků bude v závěru věnována krátká zmínka.

Defekty realizační

Třetí stupeň vodonepropustné konstrukce – bílá vana je charakterizována řadou inženýrských činností, které slouží k úspěšné realizaci díla. Jednou z nich je průběžné provádění kontroly ve fázi přípravy výroby a vlastní výstavby. Jejich cílem je eliminovat případné projekční defekty (to ve fázi přípravy) a nedopustit vzniku realizačních defektů vznikajících z titulu nedodržování technologie např. betonářských prací a zejména realizace navrženého těsnicího systému spár.

Nicméně s níže uvedenými defekty se můžeme při realizaci vodonepropustné železobetonové konstrukce stále setkávat:

- nedovibrovaná místa, zejména v okolí pracovních spár, místa s rozmišleným betonem (Obr. 2)
- neřízené vytvoření pracovních (netěsněných) spár
- nedodržení polohy osazených těsnících pasů v dilatačních spárách, nefunkční spoje těsnících pasů
- předčasné bobtnání hydrofilních těsnících prvků v pracovních spárách. · perforace nebo rozřezání těsnících pasů při montáži (nesprávná fixace pasů atd., Obr. 3)
- nedostatečné následné ošetření betonu po jeho uložení (ochrana proti vysychání)

Důvodem vznikajících poruch je nedostatečná technologická kázeň realizátorů, pramenící mnohdy z nedostatku informací o prováděných technologiích (dílčí technická nevědomost dělníků i jejich vedení). Na druhé straně lze nedostatek vzdělanosti u této specifické konstrukce sledovat i u některých osob, vykonávajících funkci technických dozorů. Z hlediska choulostivosti těsnicího systému bílé vany proti průsakům vody však lze konstatovat, že možnosti jejího dalšího poškození následnými kroky výstavby jsou – oproti např. povlakovým nebo membránovým izolacím – vskutku minimální.

Zvláštní skupinou defektů je případ, kdy je těsnicí funkce porušena nadměrnou aktivitou těsnícího prvku. Tyto případy se vyskytují zejména u bobtnavých – hydrofilních těsnících pásek, používaných pro pracovní spáry. Běžně se vyskytují dva druhy poruch:

- u bentonitových těsnících pásek může být expandující bentonit vyplaven proudící vodou ze spáry ven (viz Obr. 4). Je potom zřejmé, že vlastnost, která je prodejci prezentována jako výhoda – tedy schopnost putovat i do vzdálených dutin – se stává nevýhodou. Těsnění tak přichází o svůj princip, kterým je vývin těsnícího tlaku.

- u bobtnavých pásků akrylových nebo polyuretanových je nutné dodržet minimální předepsané krytí betonem, resp. armovaným betonem. Jsou známy případy u tenkostěnných konstrukcí (např. prefabrikace), kdy vývin těsnícího tlaku překoná tahové napětí betonu (soudržnost) a vyvolá vznik trhliny, vedoucí šikmo k povrchu. Takovéto „sebepoškození“ může nastat i v případě aplikace nadměrného množství bobtnavých tmelů nebo jejich aplikace do mělké drážky převrstvené cementovou maltou v rámci pokusu o sanaci.

Odstraňování defektů – sanace průsaků

Na tomto místě zopakují jednu z výhod systému bílé vany, kterou je snadná lokalizace defektů. Trhliny jdoucí celou tloušťkou konstrukce je relativně snadno identifikovatelná, vedení vody touto trhlinou je možné odstranit metodou tlakové injektáže. Rovněž nehomogenita betonu v průřezu desky/stěny bývá signalizována vlhkým místem na vnitřním povrchu a to i v případě, že je vlastní povrch celistvý. Tyto skutečnosti umožňují cílené nasazení sanačního zásahu přímo v inkriminovaném místě.

Nejčastějším způsobem odstranění průsaků trhlinami je injektáž pryskyřicemi, které reagují s vodou a vytvářejí kapalině nepropustnou bariéru. Injektážní hmoty jsou dopravovány do konstrukce prostřednictvím vrtů, které šikmo protínají vlastní trhlinu. Na líci konstrukce jsou do vrtů osazeny injektážní trny – pakry (packery), které jsou mechanicky fixovány. Pakry umožní tlakové čerpání pryskyřice, proti zpětnému úniku média jsou opatřeny zpětnou kuličkou. V první fázi injektáže je třeba zastavit vytékající vodu. Zde se využívá nastavení reakčního času dané pryskyřice (báze PU, PMMA) v závislosti na tlaku vody proudící trhlinou. Průsak je zastaven reakcí vytvářející se pěny. Ve druhé fázi injektáže je provedeno trvalé vyplnění prostoru trhliny ve formě gelu nebo jiné nepropustné hmoty (např. mikromleté cementové suspenze). Postup je znázorněn na obrázku č. 5. Cílem je vždy vyplnit celou soustavu trhlin pokud možno v celé tloušťce konstrukce.

Obdobným způsobem je možno injektovat plošné průsaky, způsobené např. nehomogenitou betonu nebo dutinami. Zde se vrty provádí v plošném rastru kolmo na konstrukci, do hloubky ve které jsou nespojitosti betonu diagnostikovány. Tento způsob je možné použít i pro nedostatečně zabetonované těsnící prvky na labyrintovém principu. Specifický obor sanace průsaků železobetonovou konstrukcí vyžaduje realizaci zkušenou firmou. Pak lze odstraňovat průsaky s vysokým procentem úspěšnosti.

Obr. 1: Dilatační pás Sika M-32 a těsnění pracovní spáry Forte 19



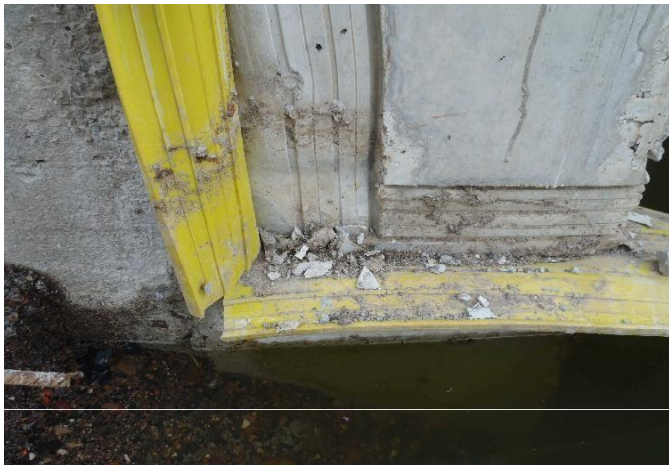
Zdroj: Fotoarchív Sika CZ s.r.o.

Obr. 2: Nezvibrované místo ve stěně



Zdroj: Fotoarchív Sika CZ s.r.o.

Obr. 3: Nařiznutí a perforace těsnícího pásu



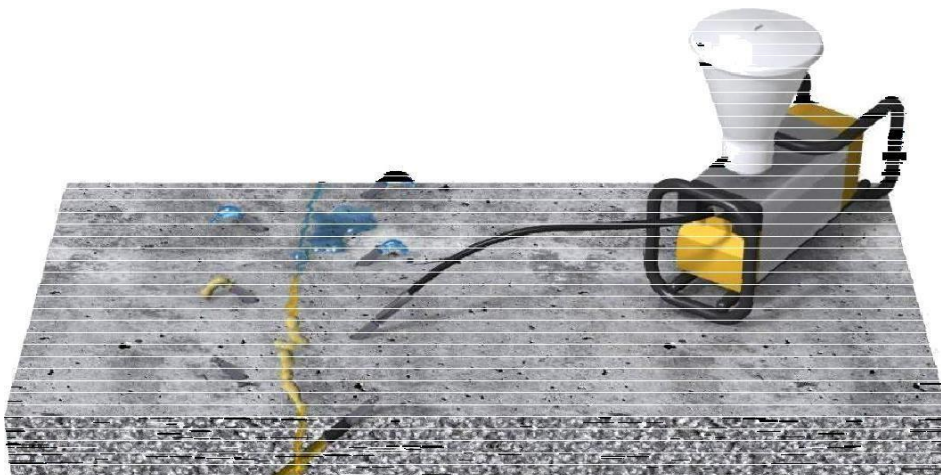
Zdroj: Fotoarchív Sika CZ s.r.o.

Obr. 4: Vyplavování bentonitového těsnění ze spáry



Zdroj: Fotoarchív Sika CZ s.r.o.

Obr. 5: Postup injektáže trhliny pomocí vrtaných akřů



Zdroj: interní materiál firmy Sika CZ s.r.o.

Závěr

Závěrem lze říci, že Bílá vana je při správném návrhu a odborném provedení ekonomickou variantou izolace spodní stavby. Právě díky cílené opravitelnosti případných defektů je stále více využívána oproti klasickým způsobům vnější izolace, u kterých poškození mohou být nesnadno lokalizovatelná a náročně odstranitelná.

Reference

ČBS, 2006. *TP 02 Bílé vany*. Praha: Česká betonářská společnost a ČBS Servis.

White box and watertight damages

White box is currently more often using type of watertight underground building structure. The principle of White box is that construction is not watertight sealed by membranes or bitumenous strips. Water tightness is ensured by properties of reinforced concrete structure itself. White box (or White tank) technology has been extended since 1970's. Nowadays it is still more used with regard to economy and time aspect of execution.

Keywords: white box, water tightness, construction joints, expansion joints, cracks, sealing strips, swelling tape

Kontaktní adresa:

Ing. Zdeněk Roska, Sika CZ s. r. o., Bystrcká 36, Brno 624 00, e-mail:
roska.zdenek@cz.sika.com