

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra betonových a zděných konstrukcí



Bakalářská práce

Variantní návrh podzemního podlaží objektu administrativní budovy radnice

(Variant design of the underground floor of the town hall)

DOMINIKA MAJEROVÁ

2018

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Hana Hanzlová, CSc.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: MAJEROVÁ Jméno: Dominika Osobní číslo: 438514

Zadávající katedra: betonových a zděných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Variantní návrh podzemního podlaží objektu administrativní budovy radnice

Název bakalářské práce anglicky: Variant design of the underground floor of the town hall

Pokyny pro vypracování:

Rešeršní část - černé a bílé vany, možnosti těsnění pracovních a dilatačních spar.

Předběžný návrh všech vodorovných a svislých prvků konstrukce. Schémata výkresů tvaru.

Analýza různých parametrů na šířku trhlin ve vztahu k tloušťce nosných prvků.

Podrobný návrh vybraných prvků. Výkresy výztuže vybraných prvků.

Stručná technická zpráva ke statické části.

Seznam doporučené literatury:

doporučená literatura pro studium předmětů bakalářského studia

technická pravidla pro bílé vany, normy pro zatížení zemním tlakem

firemní podklady výrobců těsnících pásů

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Hana Hanzlová, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 19.2.2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)



PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně za pomoci všech uvedených zdrojů a dosavadně získaných znalostí.

V Praze dne: 25.5.2018

.....

Dominika Majerová



PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat hlavně mé vedoucí práce paní Ing. Haně Hanzlové, CSc. za její ochotu, trpělivost, pravidelné konzultace a rady při řešení této práce. Také bych chtěla poděkovat za poskytnutí některých informací mým spolužákům a za podporu mé rodině.



ANOTACE

Bakalářská práce je zaměřena na návrh řešení podzemního podlaží objektu administrativní budovy. V rešeršní části jsou uvedeny charakteristiky jednotlivých řešení suterénních konstrukcí (bílá vana, černá vana, vana s hydroizolací ve formě přísady nebo nátěru) a dále způsoby utěsnění spár a prostupů. V další části je uvedena studie vlivu vybraných parametrů návrhu na konstrukci, kde je obsaženo i finanční porovnání jednotlivých konstrukčních řešení. V poslední části je statický výpočet – předběžný návrh nosných prvků řešeného objektu a podrobný návrh podzemní stěny. Pro statický výpočet byly vytvořeny modely v programu Scia Engineer. Pro studii vlivu parametrů návrhu je vytvořen vlastní výpočetní v programu Excel.

KLÍČOVÁ SLOVA

Mezní stav použitelnosti, šířka trhlin, bílá vana, černá vana, podzemní podlaží, podzemí stěna, železobeton



ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the design of the underground floor of an administrative building. In the research part, the characteristics of individual solutions of basement structures (white tub, black tub, tub with waterproofing in the form of an additive or coating) and the methods of sealing joints and penetrations are presented. Second part is a study of influence of selected parameters of the design on construction. It also contains financial comparison of individual design solutions. The last part is the static calculation - the preliminary design of the supporting elements of the solved object and detailed design of the underground wall. Models for static calculation are created in Scia Engineer program. The calculation in Excel is developed to study the influence of the design parameters.

KEYWORDS

Service limit state, crack width, white tub, black tub, underground floor, underground wall, reinforced concrete



Obsah

1	Úvod.....	- 8 -
1.1	Černá vana	- 8 -
1.1.1	Požadavky	- 8 -
1.1.2	Výhody a nevýhody	- 9 -
1.2	Bílá vana	- 10 -
1.2.1	Požadavky	- 10 -
1.2.1.1	Koncepční návrh dle TP ČBS 02 [1]	- 11 -
1.2.1.2	Koncepční návrh dle TP ČBS 04 [2]	- 14 -
1.2.2	Výhody a nevýhody	- 15 -
1.3	ŽB monolitická konstrukce s hydroizolací ve formě přísady.....	- 16 -
1.3.1	Požadavky	- 16 -
1.3.2	Výhody a nevýhody	- 16 -
1.4	Těsnění spár a prostupů	- 17 -
1.4.1	Druhy spár.....	- 17 -
1.4.2	Principy těsnění spár	- 18 -
1.4.3	Návrh těsnění spár	- 20 -
1.4.3.1	Návrh dle TP ČBS 02 [1].....	- 21 -
1.4.3.2	Návrh dle TP ČBS 04 [2].....	- 21 -
1.4.4	Řešení těsnění spár.....	- 23 -
1.4.4.1	Těsnící pásy a profily.....	- 23 -
1.4.4.2	Těsnící plechy	- 26 -
1.4.4.3	Bobtnající pásy	- 27 -
1.4.4.4	Injektážní systémy	- 27 -
1.4.5	Těsnění prostupů.....	- 28 -
2	Závěr	- 29 -
3	Seznam tabulek	- 30 -
4	Seznam obrázků	- 31 -
5	Literatura a zdroje	- 32 -



1 Úvod

Tématem rešeršní části je stručný přehled charakteristik jednotlivých řešení pro podzemní podlaží, které je potřeba chránit proti zemní vlhkosti, podzemní vodě a vodě obecně. Rešeršní část shrnuje poznatky o suterénních konstrukcích – konstrukci černé vany, bílé vany a železobetonovou konstrukci s hydroizolací ve formě přísady. Dále je rešerše zaměřena především na řešení těsnění spár a prostupů konstrukcí podzemních podlaží.

1.1 Černá vana

U černé vany se jedná o technologii, kdy je konstrukce provedena z vodopropustného materiálu (nejde tedy pouze o betonové, resp. železobetonové konstrukce, ale i o konstrukce např. z cihel), který je potřeba zaizolovat proti působení vlhkosti a vody dalším materiálem.

1.1.1 Požadavky

Na konstrukci černé vany nejsou v podstatě speciální požadavky. Důraz je kladen především na provedení povlakové hydroizolace. Jako izolace se používají především asfaltové pásy s asfaltovými hydroizolačními nátěrovými hmotami a fóliové izolace. U betonových konstrukcí je potřeba omezit šířku trhlin tak, aby nedošlo k narušení funkce konstrukce, její trvanlivosti nebo vzhledu. Doporučené hodnoty maximální šířky trhlin dle ČSN EN 1992-1-1 jsou uvedeny v **Tab. 1**.

Tab. 1: Doporučené hodnoty w_{max} (mm)

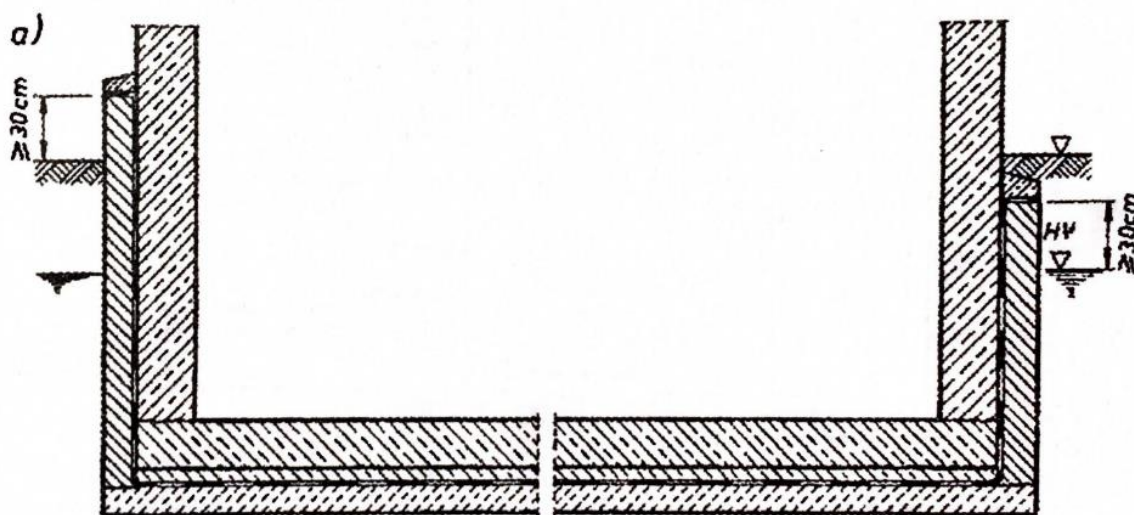
Stupeň vlivu prostředí	Železobetonové prvky a prvky předpjaté nesoudržnou výztuží	Prvky předpjaté soudržnou výztuží
	Kvazi-stálá kombinace zatížení	Častá kombinace zatížení
X0, XC1	0,4 ¹⁾	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2 ²⁾
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3		Dekomprese
<p>1) Pro stupně vlivu prostředí X0, XC1 nemá šířka trhliny vliv na trvanlivost a uvedená hodnota má zajistit přijatelný vzhled. Pokud nejsou kladeny požadavky na vzhled, lze uvedenou hodnotu zvětšit.</p> <p>2) Pro tyto stupně vlivu prostředí má být kromě toho posouzena dekomprese při kvazi-stálé kombinaci zatížení.</p>		



1.1.2 Výhody a nevýhody

Výhodou může být, že je to již vžitý a ověřený způsob řešení spodní stavby.

Nevýhodou může být především to, že na stavbě ne vždy probíhá řádná kontrola a často dochází k nedokonalému napojení izolací. Při samotném provádění může být izolace také porušena například protržením. Porušení izolací může také vznikat deformací konstrukce nebo vlivem objemových změn vzhledem k malé tažnosti asfaltových materiálů. Při větších šířkách trhlin v betonu dochází k poruchám hydroizolace. Hlavní nevýhodou je ale to, že vzniklé poruchy na konstrukci černé vany obvykle nelze přesně lokalizovat, a tak jsou sanace těchto konstrukcí nákladnější než u bílých van.



Obr. 1: Schéma konstrukce černé vany



1.2 Bílá vana

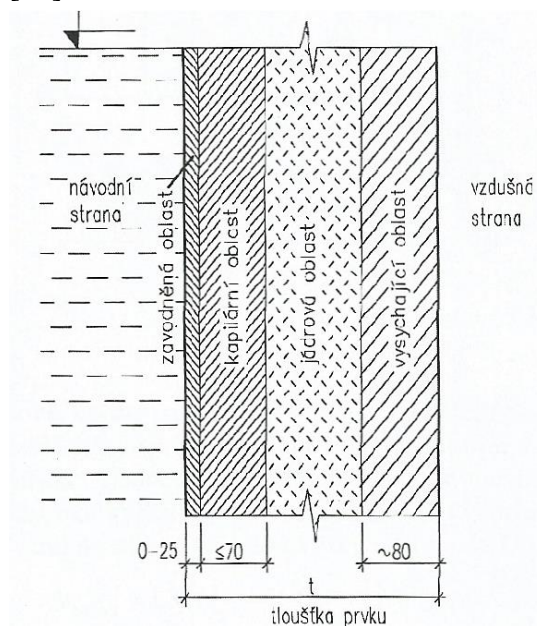
Bílá vana je taková konstrukce, jejíž vodonepropustnost je zajištěna samotnou železobetonovou konstrukcí. Tedy konstrukce má kromě nosné funkce ještě funkci těsnící proti prostupu vody, aniž by se musely použít povlakové izolace.

1.2.1 Požadavky

U konstrukcí bílé vany je kladen důraz na celkovou správnost provedení konstrukce. Důležité je zvolit vhodný beton, resp. jeho složení a následně jeho ošetřování. Hlavní požadavky na beton tedy jsou:

- Složení betonu (vhodný výběr cementu, množství cementu v m³ čerstvého betonu max. frakce kameniva, ...)
- Nízký vodní součinitel (v našich podmínkách je doporučena hodnota $<0,45$)
- Počáteční teplota betonu
- Vývoj hydratačního tepla
- Pevnost betonu v závislosti na stupni vlivu prostředí
- Dobrá zpracovatelnost

Je zde dán také požadavek na maximální hloubku průsaku vody do konstrukce, který je dán hloubkou 50 mm a v horších podmínkách či u vyšších nároků na konstrukce je maximální hloubka průsaku 30 mm [30].



Obr. 2: Oblasti prvku z kvalitního vodonepropustného betonu



Dalším důležitým požadavkem je omezená šířka trhlin, jejíž omezení je závislé na několika faktorech. Mezi hlavní omezující faktory patří zemní vlhkost, tlaková voda (výška vodního sloupce), vnitřní a vnější prostředí, způsob využití vnitřního prostředí.

1.2.1.1 Koncepční návrh dle TP ČBS 02 [1]

Prvním krokem je specifikace způsobu užívání vnitřního prostředí konstrukce. Konstrukce se zatřídí do třídy požadavků podle **Tab. 2**, kde se zároveň specifikuje povrch betonu, posouzení vlhkých míst a jsou zde uvedena přípustná nedostatky na povrchu betonu.

Tab. 2: Třídy požadavků na vodotěsnost vnějších stěn, základových desek a stropů

Třída požadavků	Zkrácené označení	Popis povrchu betonu	Posouzení vlhkých míst	Přípustná vadná místa (vlhká místa, trhliny atd.) na povrchu betonu	Dodatečná opatření	Příklady použití	Konstrukce
A ₅ Zvláštní třída	Zcela suché	Žádná vizuálně patrná vlhká místa (tmavé zabarvení)			Stavebně fyzikální vyšetření a temperování/ klimatizování prostoru je bezpodmínečně nutné	Sklady zboží, které je zvlášť citlivé na vlhkost	2)
A ₁	Z větší části suché	Vizuálně patrná jednotlivá vlhká místa (max. matné tmavé zabarvení)	Po plošném dotyku suchou rukou nejsou patrné žádné stopy po vodě	Na 1 % povrchu sledované konstrukce mohou být vlhká místa. Proužky vody vysychají po max. 20 cm	Je nutné stavebně fyzikální vyšetření, v jeho důsledku může být potřebné temperování/ klimatizace prostoru (např. při dlouhodobém pobytu lidí)	Dopravní stavby s vysokými požadavky, místnosti pobytu, sklady, domovní sklepy (skladovací prostory), domovní technické prostory se zvláštními požadavky	2) 3)
A ₂	Lehce vlhké	Vizuálně a dotykem patrná jednotlivá lesklá (vlhká) místa na povrchu	Není možné změřit množství odtékající vody. Po dotyku ruky jsou rozeznatelné stopy vody.	Je přípustné 1 % vlhkých míst na celém povrchu betonového dílu. Jednotlivé proužky vody, které na povrchu betonu vysychají.	Ve zvláštních případech může být potřebné temperování/ klimatizování	Garáže, prostory s domovní technikou (např. kotelny, kolektory), dopravní stavby	2) 3)
A ₃	Vlhké	Kapkovitý výskyt vody s tvorbou proužků vody	Množství odtékající vody lze měřit v zachytných nádobách	Pro stěny, podlahové desky a podzemní stěny platí: max. množství vody na jedno chybné místo resp. běžný m pracovní spáry podzemní stěny nesmí překročit 0,2 l/h, při čemž průnik vody na 1 m ² stěny smí být v průměru max. 0,01 l/h ¹⁾	Uvažovat s odvodňovacími opatřeními	Garáže (s dodatečnými opatřeními, např. odvodňovací žlaby) atd.	(2), 3)
A ₄	Mokré	Jednotlivá mokvající místa s výskytem vody, pro podlahové desky, stěny a podzemní stěny	Množství odtékající vody lze měřit v zachytných nádobách.	Maximální množství vody na jedno vadné místo nesmí překročit 2 l/h, přičemž průnik vody na 1 m ² stěny nesmí v průměru překročit 1 l/h ¹⁾	Uvažovat s odvodňovacími opatřeními	Vnější skořepina dvouplášťových konstrukcí.	3)

¹⁾ Tento průměr se počítá jen z průniku vody z vnějšího smáčené plochy stěny mezi hladinou návrhového stavu vody a spodní hranou posuzované části konstrukce.

²⁾ Bílé vany ve smyslu této směrnice.

³⁾ Souvislé podzemní stěny podle ÖVBB-směrnice.



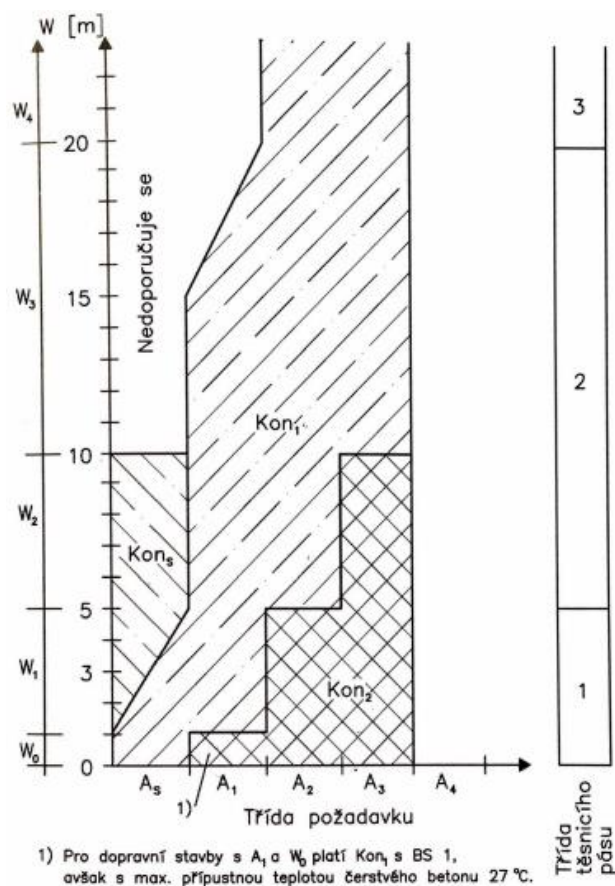
Dále se konstrukce zatřídí podle velikosti tlaku vody, jež se určí z výšky vodního sloupce působícího na konstrukci. Třída tlaku vody se určí dle **Tab. 3**.

Tab. 3: Třídy tlaku vody

Třída tlaku vody ¹⁾	Popis
W_0	Tlak vody 0,0 až 1,0 m
W_1	Tlak vody > 1,0 až 5,0 m
W_2	Tlak vody > 5,0 až 10,0 m
W_3	Tlak vody > 10,0 až 20,0 m
W_4	Tlak vody > 20,0 m

¹⁾ Ke stanovení třídy tlaku vody je třeba uvažovat tlak vody v úrovni spodní hrany posuzované konstrukční části. Za horní úroveň je třeba vzít hladinu návrhového stavu vody. U vysokých stěn je přípustné odstupňování tříd tlaku vody.

Z určené třídy požadavků a z třídy tlaku vody určíme z jejich souvislosti konstrukční třídu dle **Obr. 3**, kde zároveň určíme třídu těsnícího pásu (kap. 1.4.3).



Obr. 3: Graf pro určení konstrukční třídy a třídy těsnících pásů



Každá konstrukční třída má pak své požadavky, které je nutné dodržet. Požadavky jsou uvedeny v **Tab. 4**.

Tab. 4: Konstrukční třídy pro bedněné železobetonové stavební díly

Konstrukční třída	Min. tloušťka stavebního dílu ¹⁾²⁾ [m]	Dimenzování na vynucená namáhání	Dimenzování na zatížení	Normalizovaný beton	Další konstrukční požadavky
Kon _s zvláštní třída	≥ 0,45 ≥ 0,60 pro W ₂	viz Obr. 4/5	omezení šířky trhlin na ≤ 0,15 mm	BS 1	Max. délky konstrukčních částí ³⁾ : ▪ vzdál. dilatačních/dělicích spár: ≤ 15 m ▪ vzdál. pracovních spár ve stěnách: ≤ 10 m Je nezbytné zabudovat kluzné fólie pro separaci vnějšího a vnitřního pláště, eventuálně uvažovat o: ▪ předepnutí ▪ zdvojení těsnících pásů ▪ eliminaci skokových změn tloušťky/výšky konstrukce ▪ eliminaci překážek, které brání v pohybu konstrukce vůči okolnímu prostředí
Kon ₁	≥ 0,35 ≥ 0,60 pro W ₄	viz Obr. 4/6	omezení šířky trhlin na ≤ 0,20 mm	BS 1	Doporučené délky konstrukčních částí ³⁾ : ▪ vzdál. dilatačních/dělicích spár: 15 až 30 m ▪ vzdál. pracovních spár ve stěnách: ≤ 15 m Skokové změny tloušťky/výšky konstrukce nahradit náběhy se sklonem cca 30°. Doporučuje se vložení separačních fólií. Doporučuje se určit teplotní pole. Pokud je konstrukční část provedena jako součást spřaženého systému (s těsným zazubením do vnější stěny), má být max. délka konstrukční části ≤ 40 m.
Kon ₂	≥ 0,30	viz Obr. 4/7	omezení šířky trhlin na < 0,25 mm ⁴⁾	BS 2	Doporučené délky konstrukčních částí ³⁾ : ▪ vzdál. dilatačních/dělicích spár: 30 až 60 m ▪ vzdál. pracovních spár ve stěnách: ≤ 15 m Těsný kontakt s okolním prostředím je přípustný, při změnách tvaru průřezu nebo tuhosti konstrukce je ale vhodné uvážit možnost jejího rozdělení na menší části. Skokové změny tloušťky/výšky konstrukce je vhodné eliminovat (náběhy se sklonem cca 30°, separací atd.). Doporučuje se určit teplotní pole.

¹⁾ Bez zohlednění statických, výrobně-technických a konstrukčních požadavků (viz bod 4).

²⁾ W₁, W₂, ... = třídy tlaku vody podle Tab. 3/3

³⁾ Při zvláštních opatřeních (např. předepnutí, současném vybetonování základových desek a stěn) mohou být realizovány i větší délky konstrukčních částí.

⁴⁾ Šířka trhlin < 0,25 mm uvedená v Tab. 3/2 odpovídá podle ÖNORM A 6403 (zaokrouhlování čísel) až do hodnoty w = 0,249 mm hodnotě w ≤ 0,2 mm požadované ÖNORM B 4700 v bodě 4.2.1(3).




1.2.1.2 Koncepční návrh dle TP ČBS 04 [2]

Nejprve můžeme určit třídu namáhání (**Tab.5**), popisující vodu v podloží, která působí na konstrukci. Třída namáhání 1 charakterizuje tlakovou a netlakovou vodu a vzdutou prosakující vodu a třída namáhání 2 charakterizuje zemní vlhkost a nevzdutou prosakující vodu.

Na základě předchozího zatřídění a na kategorii provedení určíme minimální tloušťku prvků z **Tab. 5**.

Tab. 5: Doporučené minimální tloušťky konstrukcí [mm]

			1	2	3
	Konstrukční část	Třída namáhání	Způsob provádění		
			monolit	filigránové stěny	prefabrikáty
1	stěny	1 ¹	240	240	200
2		2 ²	200	240 ³⁾	100
3	základové desky	1 ¹	250		200
4		2 ²	150		100
1 třída namáhání 1:			tlaková a netlaková voda, dočasně vzdutá prosakující voda		
2 třída namáhání 2:			zemní vlhkost a nevzdutá prosakující voda		
3 za zvláštních technologických a prováděcích podmínek je možné snížení na 200 mm					

Dále se konstrukce zatřídí podle třídy užívání. Existují dvě třídy užívání A a B, na základě kterých zjistíme požadavek na průsak vody, kde třída A má přísnější požadavky než třída B. Přehled porovnání tříd užívání viz. **Tab. 6**.

Tab. 6: Porovnání tříd užívání

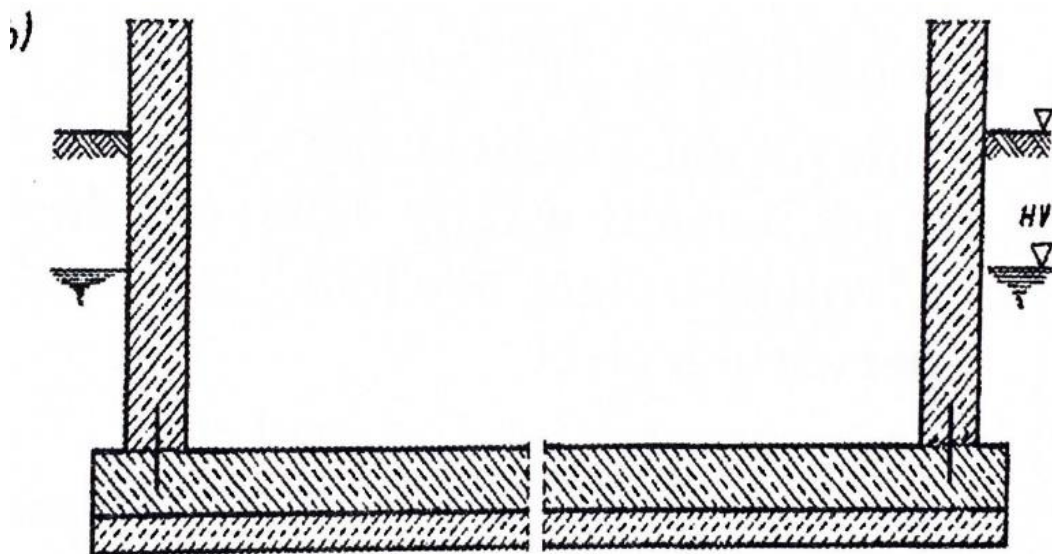
Třída užívání A	Třída užívání B
1	2
Průsak kapalné vody nepřipustný: <ul style="list-style-type: none"> - žádné vlhké skvrny vlivem průsaku vody^{1), 2), 3)}, - žádné – ani dočasné – zavodněné trhliny a spáry. 	Omezený průsak vody přípustný: <ul style="list-style-type: none"> - vlhké skvrny přípustné, - do nástupu samotěsnění schopnosti dočasně zavodněné trhliny⁴⁾, - dlouhodobě vlhká povrchová kresba trhlín, avšak bez hromadění vody na volné (vnitřní) straně konstrukce¹⁾.
Příklady použití: <ul style="list-style-type: none"> - standard pro bytové objekty, - sklady s vysokými užitnými požadavky. 	Příklady použití: <ul style="list-style-type: none"> - samostatné a hromadné garáže, - instalační a zásobovací šachty a kolektory, - sklady s nižšími užitnými požadavky.
¹⁾ V případě vodních kapek na povrchu dílců je třeba zjistit, zda se nejedná o kondenzát (viz níže). ²⁾ Pod instalovanou vnitřní parozábranou se může vytvořit vlivem tlakových poměrů páry vysoká vyrovnávací vlhkost betonu, která se po odstranění parozábrany projeví tmavým zabarvením povrchu. Důvodem je zamezený odvod vlhkosti a nesouvisí se zvoleným způsobem těsnění konstrukce. ³⁾ Pomocí „píjákového testu“ lze spolehlivě zjistit, zda se jedná u tmavých skvrn o pronikající vlhkost: volně položený sací papír nebo savý novinový papír na povrchu betonu se nesmí v důsledku svého zvlhčení zabarvit tmavě. ⁴⁾ Čas ukončení procesu samotěsnění musí být v souladu s užitnými požadavky na konstrukci.	



1.2.2 Výhody a nevýhody

Výhodou bílých van je především jejich celková životnost z dlouhodobého hlediska. Pokud beton není v agresivním prostředí a veškeré návrhy a provedení jsou udělány správně, může být kvalitním vodonepropustným materiálem bez povlakových a jiných sekundárních izolací v podzemí 100 a více let. Rozdíl oproti černým vanám je v tom, že u povlakových izolací černé vany může dojít k degradaci materiálu hydroizolace a jeho rozpadu, a to i v důsledku zhoršování jeho pružnosti a mechanických vlastností materiálu. Tím dochází k rozpadu vodotěsné vrstvy a průniku vody do konstrukce, která není navržena jako vodonepropustná. Zásadním kladem konstrukce je také to, že na rozdíl od povlakových izolací lze snadno lokalizovat místo poruchy, a tak snadno provést sanaci na správném místě, což sníží náklady na opravy konstrukce.

Nevýhodou je složitost návrhu a zejména provedení konstrukce, na které je kladen velký důraz, tedy je velmi důležitá kvalita prací a preciznost. Je nutné kvalitně provádět těsnění spár a prostupů, které jsou také důležitými pro vodonepropustnost konstrukce jako celku. Rizikem je zde rozhodně vznik trhlin, u kterých musí být omezena jejich šířka kvůli průsaku vody. Nebezpečné jsou také změny tloušťky průřezů a členitost spodního povrchu základové desky, kde v průřezích změn mohou vnikat trhliny.



Obr. 4: Schéma konstrukce bílé vany



1.3 ŽB monolitická konstrukce s hydroizolací ve formě přísady

Tento typ řešení konstrukce spodní stavby spočívá v tom, že jako hydroizolace jsou použity hydroizolační materiály s krystalizačními účinky. Princip spočívá v tom, že se hydroizolační přísada přidá do betonové směsi, kde pak dojde k chemické reakci – krystalizaci – při níž dojde k zaplnění kapilárních pórů.

Mezi výrobce takových izolací patří například Xypex, Sika...

1.3.1 Požadavky

Požadavky se zde kladou na betonovou směs dle ČSN EN 206, ČSN EN 13670 a to na její použití, ukládání a ošetřování. Důležitým kritériem je omezená šířka trhlin, která je u těchto konstrukcí dána šířkou 0,4 mm (doporučení je ale 0,3 – 0,35 mm). Pro toto řešení jsou potřebné staticky stabilní konstrukce, to znamená takové, ve kterých se nebudou objevovat pohyblivé trhliny. Při návrhu konstrukce není nutné řídit se technologickým předpisem pro bílé vany – TP ČBS, jelikož se jedná o monolitickou konstrukci s hydroizolační přísadou.

1.3.2 Výhody a nevýhody

Výhodou je, že hydroizolaci nelze mechanicky poškodit, jelikož je přítomna v celé tloušťce konstrukce. Tvoří ochranu proti tlakové vodě, chemikáliím, bludným proudům, radonu aj. Lze ji používat pro konstrukce, kde je potřeba chránit pitnou a destilovanou vodu.

Nevýhodou je riziko trhlin, kde je ale omezení jejich šířky o něco mírnější než u bílých van. Nutná je přítomnost vody v kapilárních pórech, aby proběhla krystalizace v dostatečném rozsahu. Řešení není vhodné pro konstrukce, kde by vznikaly „pracující trhliny“, jelikož se konstrukce s krystalizačním materiálem nechová pružně a je náchylná k tvorbě trhlin.



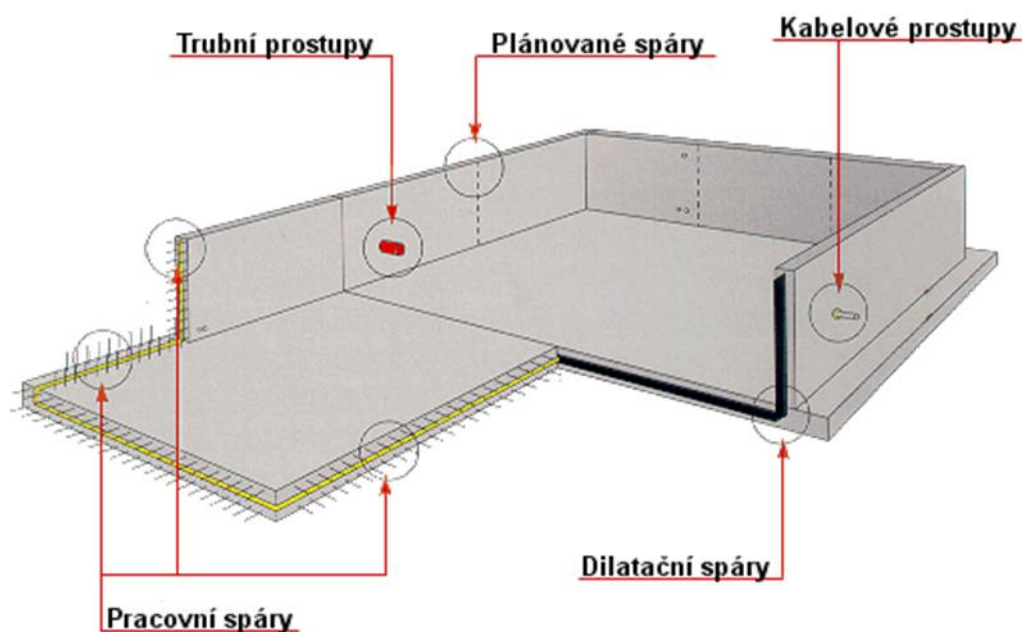
1.4 Těsnění spár a prostupů

1.4.1 Druhy spár

V každé betonové konstrukci vznikají spáry ať už plánované nebo neplánované. V rámci podzemních staveb je nutné tyto spáry ošetřit vhodným způsobem, a to ze statického hlediska, z hlediska správného fungování dané spáry a z hlediska správného utěsnění. Především u vodonepropustných železobetonových konstrukcí je kladen důraz na kvalitu a vysokou těsnost spár. U vodonepropustných konstrukcí je požadována v oblasti spár stejná těsnost jako v rozsahu celého betonu.

Pro základní rozdělení uvažujeme tyto druhy spár:

- Dilatační spáry
- Plánované pracovní spáry
- Neplánované pracovní spáry
- Řízené spáry = Nepravé (jalové) spáry



Obr. 5: Druhy spár v konstrukci



Dilatační spáry jsou záměrně vytvořené spáry, které umožňují volný pohyb jednotlivých částí konstrukce. Spáry jsou vytvořeny jako průběžné a neprochází jimi žádná výztuž. Dilatační spáry předcházejí poruchám konstrukce a umožňují pohyb od objemových změn, například od smršťování betonu nebo způsobených vlivem teplot. V některých případech jsou vytvořeny z důvodu rozdílného sedání jednotlivých částí budovy. Tyto spáry umožňují vodorovný posun, svislý posun a obecně celkovou deformaci v prostoru. Vzdálenosti dilatačních spár se provádějí, pokud rozměry železobetonové konstrukce překračují doporučené hodnoty z **Tab.4**.

Plánované pracovní spáry jsou vytvořeny z důvodu nutných technologických postupů provádění. Spárami prochází výztuž a musí být v těchto místech zabráněno jakémukoliv pohybu konstrukce, konstrukce se tedy musí v místě pracovní spáry chovat jako celistvá.

Neplánované pracovní spáry jsou nežádoucí a vznikají především v důsledku nekázně při technologickém postupu výroby konstrukce. Mezi faktory vzniku těchto spár patří například poruchy čerpadel, betonárek, nedostatečný přísun betonové směsi, porucha výroby betonové směsi apod.

Řízené spáry jsou vytvořeny plánovaně, prochází jimi výztuž a konstrukce se v tomto místě chová spojitě. Řízená spára je charakteristická tím, že se oslabí průřez v místě, kde by mělo dojít ke vzniku trhliny. Tyto spáry jsou prováděny pro umožnění delšího pracovního úseku současně betonovaných stěn a lze dosáhnout i úspory množství vodorovné výztuže. V TP ČBS 02 [1] jsou tyto spáry zakázány z důvodu nezaručené protikoroze ochrany průběžné výztuže.

1.4.2 Principy těsnění spár

Těsnění spár se provádí vložením vhodného prvku do nebo vně spáry anebo vyplněním spáry k tomu určeným materiálem. Tato opatření zabraňují průniku vody do konstrukce právě vzniklou spárou.

Těsnění spár je založeno na těchto principech:

- Labyrintový princip
- Princip ukotvení
- Princip přitlačení
- Princip vyplnění



Labyrintový princip spočívá v prodloužení cesty průniku vody a změně směru průniku pomocí těsnících prvků.

Princip ukotvení se týká především plechů, které jsou důkladně kotveny v betonu a je zde pak využita přilnavost betonu k povrchu plechu.

Princip přitlačení je založen na použití bobtnajícího rozpínajícího se materiálu, který vyplňuje boky spáry a tím ji utěšňuje.

Princip vyplnění spočívá v dodatečném utěsnění spáry pomocí injektáže vhodným materiálem, kterým se spára vyplní.

Vzhledem k různým vlivům prostředí a různým požadavkům na spáry nelze všechna řešení uplatnit na všechny druhy spár. Pro řízené spáry lze například použít pouze labyrintový princip utěsnění. Vhodné zvolení principu utěsnění dle je uvedeno v **Tab. 7**.

Tab. 7: Materiály těsnících pásů spár a principy utěsnění

Materiál	Princip utěsnění	Možnost spojení	Způsobilost pro druh spáry	Požadavky
PVC-P termoplasty	Labyrintový princip	Tepelně svařit	Dilatační spáry Pracovní spáry	Pevnost v tahu: podle EN ISO 527 část 1-3 > 8 N/mm ²
Elastomery (přírodní/syntetický kaučuk)	Labyrintový princip	Vulkanizovat	Dilatační spáry Pracovní spáry	Tažnost: podle EN ISO 527 část 1-3 > 300 %
PVC/NBR Kombinační polymerizáty	Labyrintový princip	Tepelně svařit	Dilatační spáry Pracovní spáry	Další pevnost v tahu: podle DIN 53507 > 8 N/mm ² Tažnost (-20 °C): podle EN ISO 527 část 1-3 > 200 % Odolnost trvalá: proti vodě, komunálním splaškovým vodám, solným roztokům na tání námrazy Odolnost dočasná: proti zředěným kyselinám a anorganickým alkáliím, bitumenu, topným olejům, pohonným hmotám
Plech bez potažení	Princip ukotvení	Svařit	Pracovní spáry	Jakost oceli S 235 JO
Bobtnavý těsnící pás	Princip přitlačení	Srazit natupo, nebo stranově překrýt	Pracovní spáry	Bobtnavost: min. 200 % Chování při bobtnání: vratné chování při bobtnání, zpoždění prvního nabobtnání Vlastnosti materiálu: nelze vyplavit a nekřehne
Injektážní hadička	Princip zaplnění	Stranově překrýt	Dodatečně pro dilatační spáry a pracovní spáry; pro spáry mezi podzemní stěnou a podlahovou deskou	DBV-list „Stlačené injektážní hadičky pro pracovní spáry“



Z hlediska materiálového řešení rozeznáváme [3]:

- Pásky z modifikovaného PVC, PVC-P a směsí polymerů
- Pásky z elastomerů
- Těsnící plechy
- Bobtnavé pásky z vulkanizovaných směsných polymerů
- Bobtnavé bentonitové pásky
- Injektážní hmoty na bázi pryskyřic anebo jejich gelů
- Injektážní hmoty na bázi mikrocementů
- Bobtnavé tmely
- Kombinované systémy

Těsnění také rozeznáváme z hlediska jeho polohy vzhledem ke konstrukci, a to na vnitřní, kde se prvky těsnění vkládají do poloviny výšky průřezu, resp. do poloviny hloubky spáry a vnější, kde se prvky těsnění ukládají na vnější povrch konstrukce na návodné straně. Na vnitřní těsnění lze použít prakticky všechny používané materiály, kdežto na vnější se používají pouze pásky z modifikovaného PVC (PVC-P), různých směsí polymerů a pásky z elastomerů.

1.4.3 Návrh těsnění spár

Nejprve je nutné při návrhu rozdělit konstrukci na dilatační celky, kde je u vodonepropustných konstrukcí požadavek na co nejmenší množství dilatačních spár a také je potřeba naplánovat pracovní spáry. Rozvržení pracovních a dilatačních spár musí být obsaženo v projektové přípravě stavby. Pro všechny typy spár nelze použít všechny typy těsnících prvků, proto se musí vhodně navrhnout těsnící prvek podle principu utěsnění, kde do dilatačních spár je nutné navrhnout pružný materiál, aby byl umožněn pohyb ve spáře. Pro dilatační spáry tak lze použít pouze pásky. Těsnící prvek by měl být navržen tak, aby jeho funkčnost byla zajištěna po celou dobu skutečné životnosti stavby, popřípadě aby bylo možné problematická místa opravit. Návrh těsnění ovlivňují také hladina podzemní vody a působení podzemní vody – například při působení proudící vody nepoužívat materiály, které se snadno vyplavují.



1.4.3.1 Návrh dle TP ČBS 02 [1]

Dle rakouské směrnice máme tři třídy těsnicího pásu. Tyto třídy jsou závislé na třídě tlaku vody. Třídy těsnicího pásu jsou patrné z **Obr. 3** (kap. 1.2.1.1). Návrh těsnění dilatačních a pracovních spár lze provést dle **Tab. 8**.

Tab. 8: Třídy těsnicích pásů spár

Profily pro vnitřní pásy dilatačních spár				
Třída tlaku vody	Třída těsnicího pásu	Materiál	Minimální šířka [mm]	Minimální tloušťka [mm]
W ₀	1	PVC; PVC/NBR	240	4
		Elastomer	240	9
W ₁ / W ₂ / W ₃	2	PVC; PVC/NBR	320	5
		Elastomer	320	12
		Elastomer/ těsnicí plech	320	10/1
W ₄	3	PVC; PVC/NBR	500	6
		Elastomer	500	13
		Elastomer/ těsnicí plech	500	12/1

Profily pro vnitřní pásy pracovních spár				
Třída tlaku vody	Třída těsnicího pásu	Materiál	Minimální šířka [mm]	Minimální tloušťka [mm]
W ₀ /W ₁	1	PVC; PVC/NBR	240	3,5
		Elastomer	240	8
		Těsnicí plech ¹⁾	300	2
		Bobtnavý profil	20	7
W ₂ / W ₃	2	PVC; PVC/NBR	320	4,5
		Elastomer	320	8
		Těsnicí plech	350	2
W ₄	3	PVC; PVC/NBR	500	6
		Elastomer	500	10
		Těsnicí plech	500	2

¹⁾ Těsnicí plechy spár potažené butylkaučukem (šířka ≥ 150 mm, tloušťka 1,8 mm) jsou přípustné pro třídu tlaku vody W₀, pokud je při zabudovávání zajištěna minimální spojovací hloubka 30 mm.

Při návrhu těsnění do dilatačních spár je potřeba ještě zohlednit celkové rozdíly deformace obou částí konstrukce ve spáře na rozdíl od pracovních spár. Je tedy třeba přihlédnout k sednutí, posunutí a otočení dilatačních celků a je potřeba navrhnout těsnění tak, aby bylo vhodné pro konkrétní případ. Někteří výrobci či předpisy pak uvádějí dimenzování dle tabule nebo grafů.

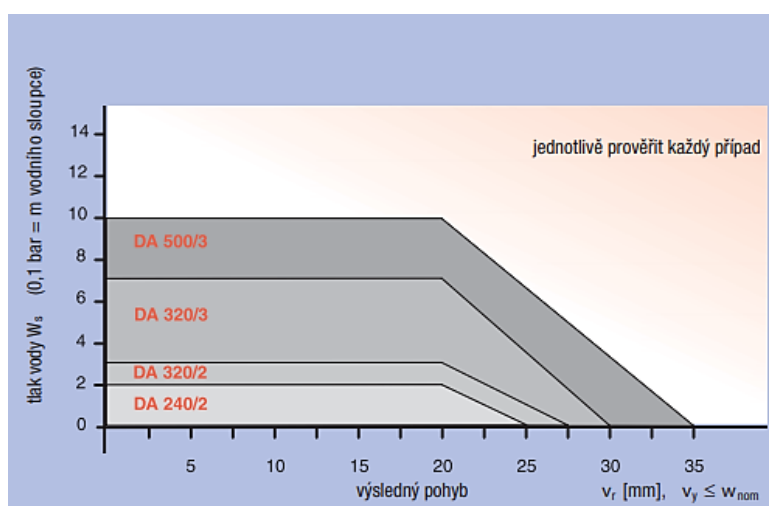
1.4.3.2 Návrh dle TP ČBS 04 [2]

Návrh se provádí dle TP ČBS 04 [2] - kap. 10, kde jsou popsány požadavky a podmínky pro návrh těsnění spár. Dále jsou podmínky pro návrh rozpracovány v jednotlivých listech konkrétních výrobců a odborných spolků. Například pro vyrobené prvky podle určité normy



platí návrh podle jedné dané normy. U ostatních prvků, které nejsou vyráběny dle určité normy musí být prováděny složité zkoušky a musí pro ně být vydáno náležité osvědčení o zkouškách těsnícího systému, na základě kterého lze provést samotný návrh.

Návrh dilatačních těsnících prvků se musí provést pro konkrétní dilatační pás, kde je nutné stanovit vektor protažení. Vektor protažení = výsledný pohyb ve spáře, se spočte ze tří pravoúhlých složek jako: $v_r = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$. Podle grafů **Obr. 6** se poté posoudí vhodnost použití pro zvolený pás pro konkrétní případ. Graf vychází ze závislosti tlaku vodního sloupce a výsledného pohybu. (Pozn. graf z Obr.6 je konkrétně od výrobce SIKa, ostatní grafy jsou ale na stejném principu viz [3] str. 124.)



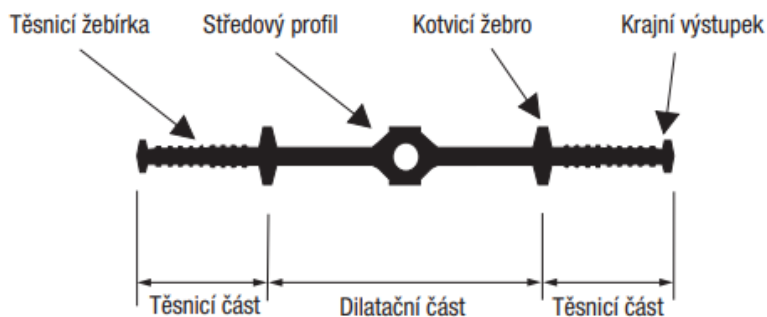
Obr. 6: Graf pro návrh těsnícího pásu – SIKa pás DA



1.4.4 Řešení těsnění spár

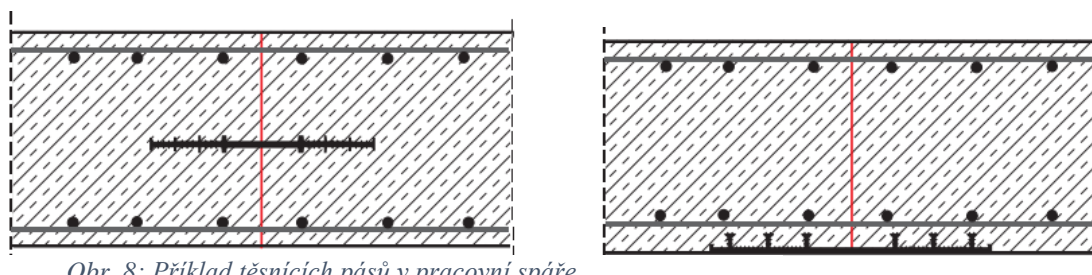
1.4.4.1 Těsnicí pásy a profily

Těsnicí pásy z PVC, PVC-P a elastomerů lze použít do všech druhů spár. Používají se jako vnitřní i vnější těsnění spár. Existují různé druhy pásů, které jsou jinak profilované. Pásy jsou tvořeny těsnícími žebírky, kotvicími žebry a popřípadě krajními výstupky. U dilatačních těsnících profilů se vyskytují ještě středové profily, které umožňují právě pohyb v dilatačních spárách.



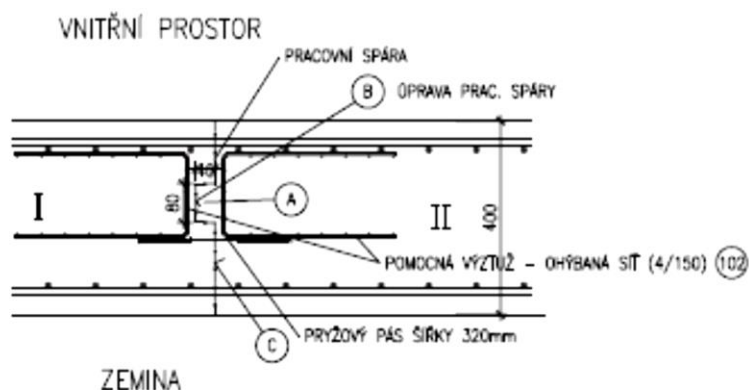
Obr. 7: Části těsnícího pásu

Jak už bylo v předchozí kapitole řečeno, konstrukce se v pracovní spáře musí chovat spojitě a prochází jí výztuž. Příklad provedení pracovní spáry je uveden na **Obr. 8**.



Obr. 8: Příklad těsnících pásů v pracovní spáře

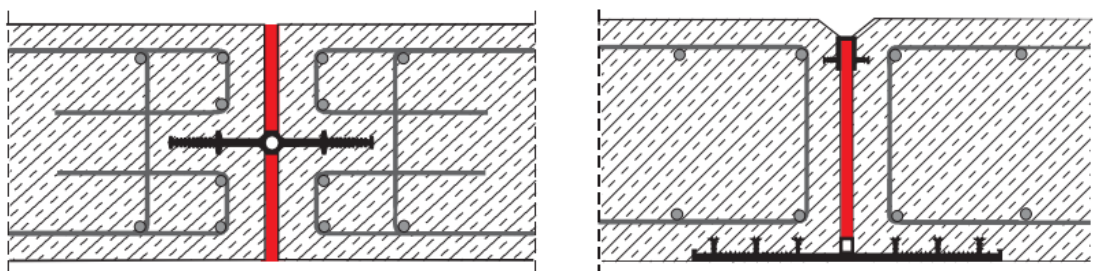
Někdy lze těsnost pracovních spár zlepšit ještě kromě těsnícího prvku zalomením pracovní spáry **Obr. 9**. A to tak, že do dříve betonované části vložíme hranol, který nám ve spáře vytvoří ozub. Spára se po vyjmutí hranolu ošetří a opatří před betonáží dalšího úseku krystalizačním nátěrem (např. XYPEX).



Obr. 9: Příklad zalomení pracovní spáry

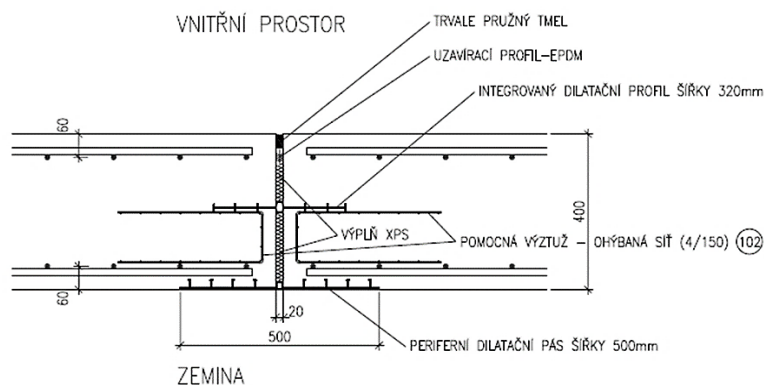


Dilatačními spárami nesmí výztuž procházet vůbec z důvodu možnosti pohybu konstrukce ve spáře a její provedení lze provést dle **Obr. 10**.



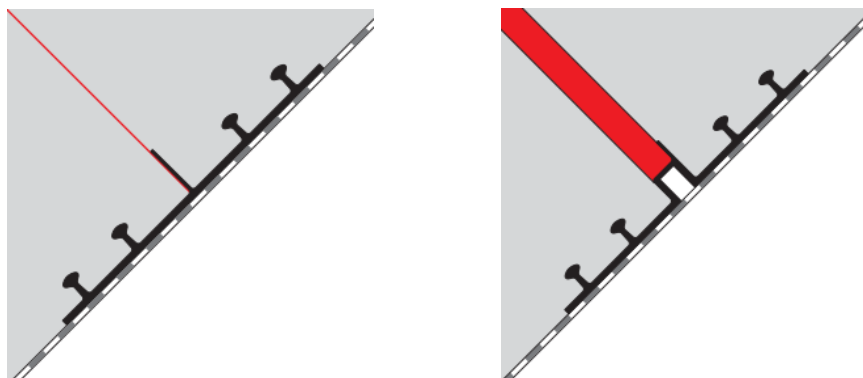
Obr. 10: Příklad těsnících pásů v dilatační spáře

V některých případech je potřeba použít vnitřní i vnější pás **Obr.11**:



Obr. 11: Příklad řešení těsnění dilatační spáry

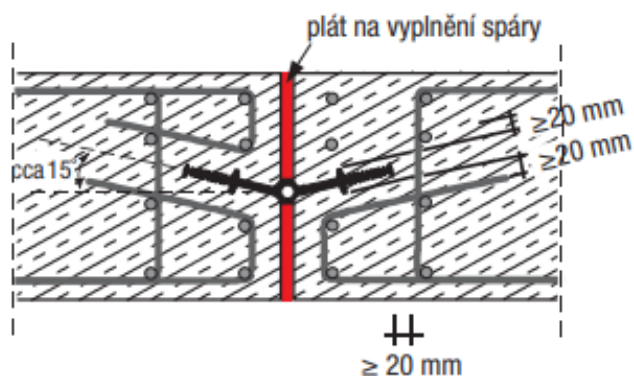
Vnější těsnící pásy lze také kombinovat s fóliemi. Pokud jsou těsnící pásy a fólie na stejné bázi, tak je zaručená úplná kompatibilita mezi materiály fólií a pásů.



Obr. 12: Řešení pracovní spáry a dilatační spáry s vnějším těsnícím pásem a fólií

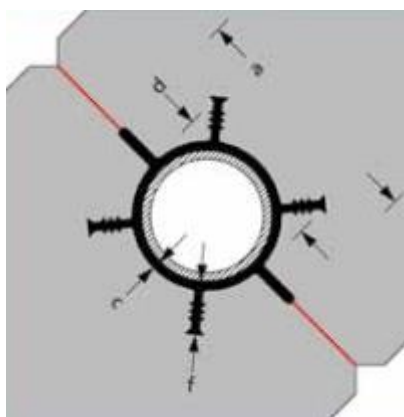


Vnitřní těsnicí pásy se v horizontálních spárách např. v základové desce, musí instalovat ve tvaru V **Obr. 13**. Takto se pásy instalují z důvodu vzduchových bublin, které vznikají při betonáži, a právě tvar V zabraňuje jejich vzniku – póry se lépe uvolní.

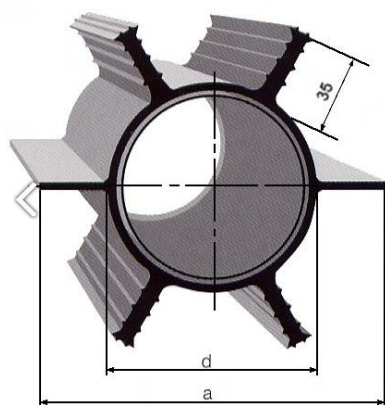


Obr. 13: Horizontální instalace těsnících pásů

Pro řízené spáry se používají těsnicí prvky ve tvaru kružnice s profilovanými žebry. Tyto prvky se nazývají tzv. slunička.



Obr. 14: Osazení těsnícího prvku „sluničko“

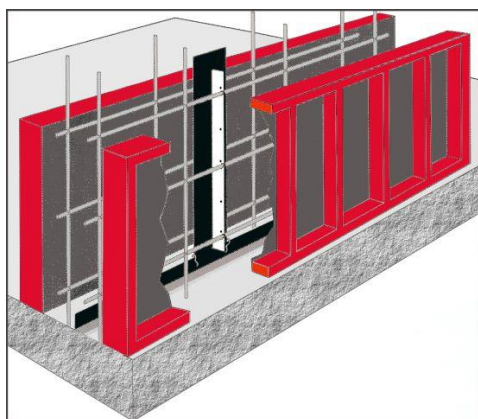


Obr. 15: Těsnicí prvek „sluničko“

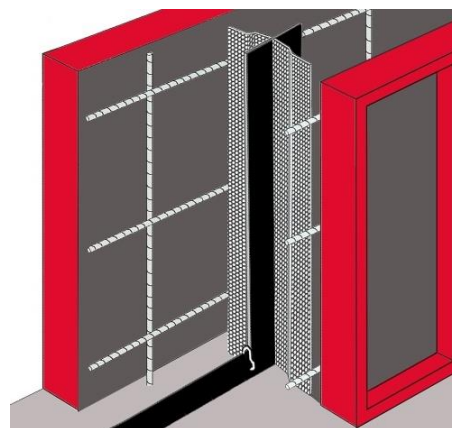


1.4.4.2 Těsnící plechy

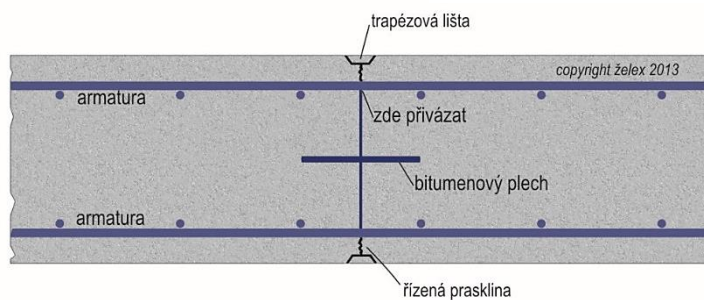
Těsnící plechy se používají pro pracovní a řízené spáry. Pro dilatační spáry se nepoužívají z důvodu malé pružnosti materiálu a „bránily“ by pohybu konstrukce. Plechy mohou být bez povrstvení, které lze doplnit injektáží, nebo s povrstvením, kde má plech na sobě bitumenovou vrstvu a spáru utěsní.



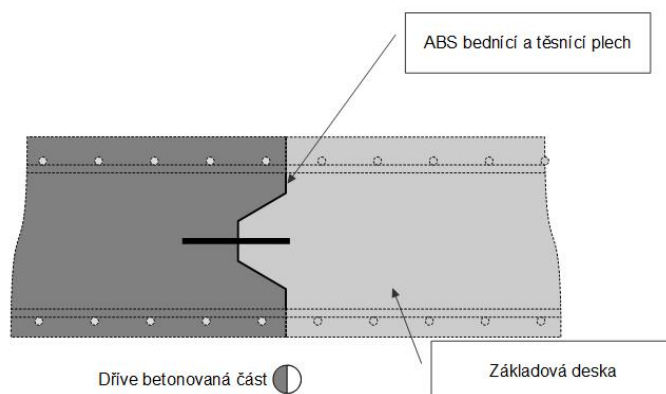
Obr. 16: Řízená spára – trhací lišta



Obr. 17: Pracovní spára – bednicí a těsnící křížový plech do stěny



Obr. 18: Řízená spára – křížový těsnící plech (trhací lišta)

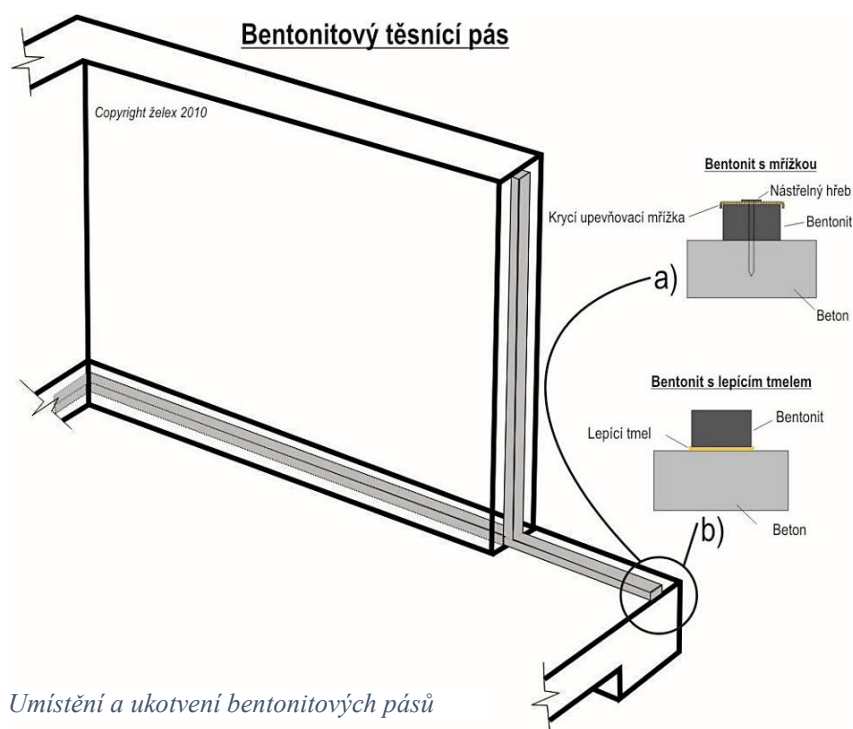


Obr. 19: Pracovní spára – křížový těsnící plech



1.4.4.3 Bobtnající pásy

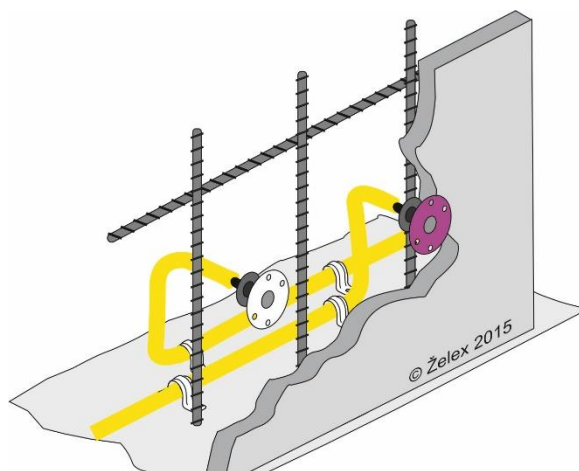
Bobtnající pásy fungují na principu přitlačení a používají se pouze do pracovních spár. Musí být provedeny z dostatečně bobtnavých materiálů, jejichž bobtnavost je minimálně 150 % lépe však 200 %. Pásy bobtnají za přítomnosti vlhkosti. Z hlediska materiálů jsou to bentonitové pásy, pásy na bázi modifikovaných akrylátů a pásy na bázi kaučuků.



Obr. 20: Umístění a ukotvení bentonitových pásů

1.4.4.4 Injektážní systémy

Injektáž se používá pouze pro pracovní spáry. Injektáží se dodatečně zaplní pracovní spáry, trhliny, dutiny, ... Jedná se o systém hadiček (na bázi PVC) a kanálků, do kterých se pod tlakem vhání těsnící směs. Jako injektážní materiály se používají např. jemná cementová směs, epoxidová pryskyřice, nebo vícesložkové polymery, které po styku s vodou bobtnají.

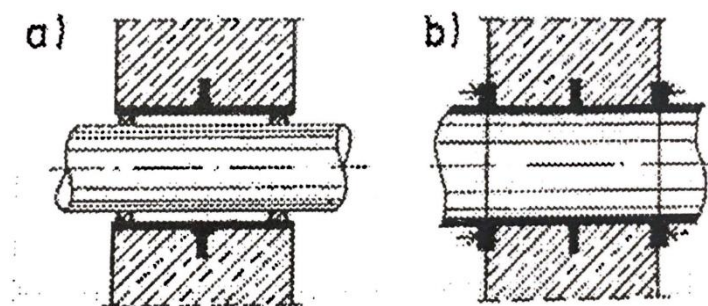


Obr. 21 Systém injektážních hadiček



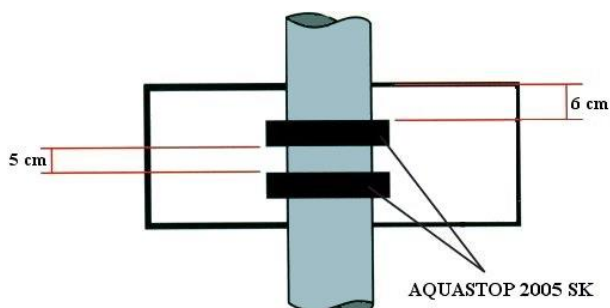
1.4.5 Těsnění prostupů

Kromě spár je nutné utěsnit i veškeré prostupy. Základním řešením je vložní trubky (chráničky) s vnitřní manžetou kolem chráničky do betonové konstrukce a dotěsněním prostoru mezi betonovou konstrukcí chráničkou polyuretanovým tmelem **Obr. 22a**. Pro vyšší tlaky podzemní vody se toto řešení doplnil ještě vnější manžetou se sevřeným utěsněním na vnějším líci z objektu **Obr. 22b**.

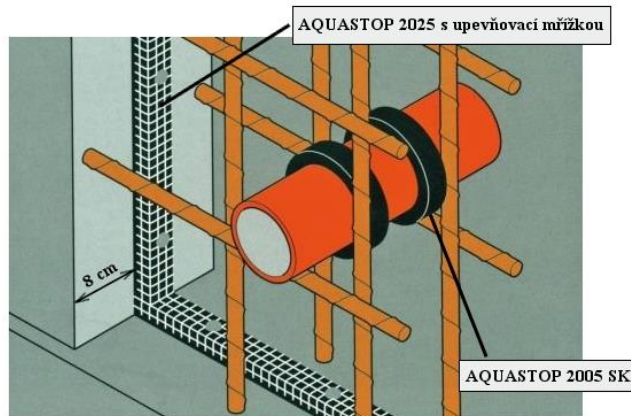


Obr. 22: Způsoby řešení prostupů instalačního potrubí stěnou

Chráničku (potrubí) je možné ještě opatřit pásem z bobtnajícího materiálu nebo použít pouze bobtnající pásy **Obr. 23** a **Obr. 24**.

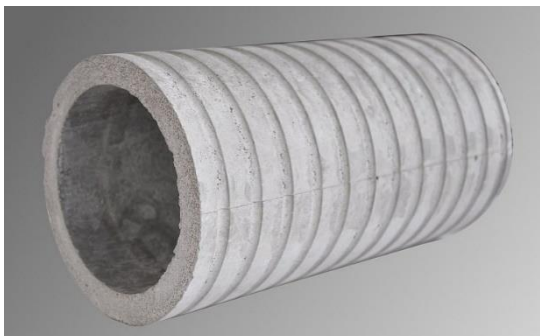


Obr. 23: Schéma těsnění pomocí bobtnajících pásů



Obr. 24: Způsoby řešení prostupů instalačního potrubí stěnou

Dnes jsou ale už i systémové chráničky s vruby na povrchu kvůli lepší přilnavosti k monolitickému betonu. Chráničky se vyrábějí např. z vláknobetonu nebo PE materiálu. Do klasických chrániček nebo do systémových lze vkládat ještě mechanicky rozpínané kroužky. Prostupy lze provádět i dodatečně vyvrtáním otvoru do hotové konstrukce, toto řešení se ale nedoporučuje kvůli složitějšímu provedení, proto by prostupy měly být naplánované od počátku výstavby a provádět se přímo při výrobě konstrukce.



Obr. 25: Systémová chránička z vláknobetonu



Obr. 26: Systémová chránička z PE materiálu



Obr. 27: Segmentový mechanicky rozpínaný kroužek



Obr. 28: Mechanicky rozpínaný kroužek

2 Závěr

Závěrem je nutné říci, že návrh veškerých spár a prostupů je velice důležitý pro zajištění vodonepropustnosti konstrukce. Návrh není důležitý pouze u bílých van, ale u všech typů řešení z hlediska funkčnosti a předcházení pozdějších problémů vzniklých špatným návrhem spár. Spáry je nutné před další etapou betonáže dostatečně připravit dle předepsaných technologických postupů a těsnicí prvky řádně ukotvit, aby nedošlo k posunu těsnícího prvku. Dbát se musí také na konstrukční zásady, jako je například minimální krytí výztuže.

Návrhy konstrukcí vzhledem k jejich požadavkům by měly být důkladné už od počátku návrhu, kde je důležitá spolupráce všech zúčastněných profesí i investora.

Pro spáry se vyhotovují i samostatné výkresy rozvržení spár v projektové dokumentaci pro přípravu stavby.



3 Seznam tabulek

Tab. 1: Doporučené hodnoty w_{\max} (mm)[11]	- 8 -
Tab. 2: Třídy požadavků na vodotěsnost vnějších stěn, základových desek a stropů[3] -	11 -
Tab. 3: Třídy tlaku vody[1]	- 12 -
Tab. 4: Konstrukční třídy pro bedněné železobetonové stavební díly[1].....	- 13 -
Tab. 5: Doporučené minimální tloušťky konstrukcí [mm][2]	- 14 -
Tab. 6: Porovnání tříd užívání[2]	- 14 -
Tab. 7: Materiály těsnících pásů spár a principy utěsnění[1]	- 19 -
Tab. 8: Třídy těsnících pásů spár[1]	- 21 -



4 Seznam obrázků

Obr. 1: Schéma konstrukce černé vany[3]	- 9 -
Obr. 2: Oblasti prvku z kvalitního vodonepropustného betonu[3]	- 10 -
Obr. 3: Graf pro určení konstrukční třídy a třídy těsnících pásů[1].....	- 12 -
Obr. 4: Schéma konstrukce bílé vany[3]	- 15 -
Obr. 5: Druhy spár v konstrukci[31]	- 17 -
Obr. 6: Graf pro návrh těsnícího pásu – SIKA pás DA[5].....	- 22 -
Obr. 7: Části těsnícího pásu[5].....	- 23 -
Obr. 8: Příklad těsnících pásů v pracovní spáře[5]	- 23 -
Obr. 9: Příklad zalomení pracovní spáry[31]	- 23 -
Obr. 10: Příklad těsnících pásů v dilatační spáře[5]	- 24 -
Obr. 11: Příklad řešení těsnění dilatační spáry[31]	- 24 -
Obr. 12: Řešení pracovní spáry a dilatační spáry s vnějším těsnícím pásem a fólií[5] -	24 -
Obr. 13: Horizontální instalace těsnících pásů[5]	- 25 -
Obr. 14: Osazení těsnícího prvku „sluníčko“[5]	- 25 -
Obr. 15: Těsnící prvek „sluníčko“[17]	- 25 -
Obr. 16: Řízená spára – trhací lišta[18]	- 26 -
Obr. 17: Pracovní spára – bednicí a těsnící křížový plech do stěny[19].....	- 26 -
Obr. 18: Řízená spára – křížový těsnící plech (trhací lišta)[20]	- 26 -
Obr. 19: Pracovní spára – křížový těsnící plech[21].....	- 26 -
Obr. 20: Umístění a ukotvení bentonitových pásů[22]	- 27 -
Obr. 21: Systém injektážních hadiček[23]	- 27 -
Obr. 22: Způsoby řešení prostupů instalačního potrubí stěnou[3].....	- 28 -
Obr. 23: Schéma těsnění pomocí bobtnajících pásů[24].....	- 28 -
Obr. 24: Způsoby řešení prostupů instalačního potrubí stěnou[25].....	- 28 -
Obr. 25: Systémová chránička z vláknobetonu[26]	- 29 -
Obr. 26: Systémová chránička z PE materiálu[27]	- 29 -
Obr. 27: Segmentový mechanicky rozpínaný kroužek[28].....	- 29 -
Obr. 28: Mechanicky rozpínaný kroužek[29]	- 29 -



5 Literatura a zdroje

[1] *Bílé vany: vodotěsné betonové konstrukce: technická pravidla ČBS 02*. Praha: ČBS Servis, 2006. ISBN 80-903807-0-0.

[2] *Technická pravidla ČBS 04: směrnice pro vodonepropustné betonové konstrukce = DAfStb-Richtlinie wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton: (WU-Richtlinie)*. Praha: Česká betonářská společnost ČSSI, 2015. ISBN 978-80-903806-9-1.

[3] *Bílé vany: vodonepropustné betonové konstrukce: sbírka přednášek, příkladů a prezentací ke školení*. Praha: ČBS Servis, 2007-^{^^^}. ISBN 978-80-903807-6-9.

[4] PROCHÁZKA, Jaroslav a Jiří ŠMEJKAL. *Betonové základové a opěrné konstrukce*. V Praze: České vysoké učení technické, 2017. ISBN 978-80-01-06128-2.

[5] *Těsnící pásy Sika a Tricosal pro těsnění dilatačních a pracovních spár* [online]. **2010**, 52 [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: https://cze.sika.com/dms/getdocument.get/86832d4e-cd94-3874-b67c-cc7eceebed25/Sika%20and%20Tricosal_CZ_web.pdf

[6] Bílá vana – vodonepropustná betonová konstrukce. *SIKA CZ s.r.o.* [online]. [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: https://cze.sika.com/cs/produkty_a_reseni/stavebnictvi/02a015/bila_vana_vodonepropustny_beton.html

[7] COUFAL, Robert, Jan L. VÍTEK a Kristýna CHMELÍKOVÁ. *Technologie betonu pro vodonepropustné konstrukce – Bílé vany. BETON TKS* [online]. 2015, (2), 6 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.tbg-metrostav.cz/uploads/media/BETON_2-15_COUFAL_techologie-betonu.pdf

[8] COUFAL, Robert, Jan L. VÍTEK a Michal ŠTEVULA. *Beton pro bílé vany – ucelený koncept nebo zázračný prášek? Stavebnictví* [online]. 2015, (08), 3 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.tbg-metrostav.cz/fileadmin/user_upload/napsali_o_nas/clanky_ke_stazeni/PR_stavebnictvi_TBG_Metrostav.pdf

[9] *Krok za krokem: Realizace vodonepropustných betonových konstrukcí, tzv. bílé vany. Českomoravský beton – výroba betonu, doprava betonu a čerpání betonových směsí* [online]. Českomoravský beton a.s, c2018 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <http://www.transportbeton.cz/krok-za-krokem-realizace-vodonepropustnych-betonovych-konstrukci-tzv-bile-vany.html>



[10] KOVÁŘ, Jan. *Krystalizační přísady a odolnost betonu proti působení tlakové vody* [online]. Praha, 2017 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/69325/F1-BP-2017-Kovar-Jan-Krystalizacni-prisady-a-odolnost-betonu-proti-pusobeni-tlakove-vody.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze.

[11] Seznam výpočtů Design Forms. *DesignForms Online* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://designforms.net/WebUser/Pub/CS/Calculations>

[12] Bílé vany vs. povlakové hydroizolace – věčná rivalita. *TZB-info – stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. Topinfo, 2001 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/izolace-proti-vode-a-radonu/9432-bile-vany-vs-povlakove-hydroizolace-vecna-rivalita>

[13] CHMELÍKOVÁ, Kristýna a Oldřich ŽALUD. Betony pro spodní stavby – bílé vany. In: *Betony pro spodní stavby – bílé vany* [online]. Českomoravský beton [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: http://www.betonuniversity.cz/uploads/sources/publikace/d34a95e1b5c4883957bc03fd2eaf4e3e2b25bca8_uploaded_4-betony-pro-spodni-stavby-bile-vany.pdf

[14] Principy použití krystalizačních hydroizolací. *Asb portal.cz - Odborný portál pro profesionály v oblasti stavebnictví* [online]. JAGA GROUP [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/materialy-a-vyroby/beton/principy-pouziti-krystalizacnich-hydroizolaci>

[15] Posuzování vlivu trhlin na vzhled povrchových úprav betonu a železobetonu. *TZB-info – stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. Topinfo, 2001 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/10939-posuzovani-vlivu-trhlin-na-vzhled-povrchovych-uprav-betonu-a-zelezobetonu>

[16] Koncept a technologie vodotěsných spár v bílé vaně. *Asb-portal.cz - Odborný portál pro profesionály v oblasti stavebnictví* [online]. JAGA GROUP [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/materialy-a-vyroby/hydroizolace/koncept-a-technologie-vodotesnych-spar-v-bile-vane>

[17] Těsnicí profil sluníčko. In: *ŽELEX* [online]. 2012 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.kotaca.cz/fotogalerie.php?clanek_id=92&foto_id=880&podrubrika_id=19

[18] ASS – těsnicí křížový plech BK. In: *ILLICHMAN – AQUASTOP bentonit, těsnicí plechy, PVC pásy, injektážní hadičky, prostupy* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <http://www.illichman.cz/in/foto/ass/ass.jpg>



[19] ABS do stěny. In: *ILLICHMAN – AQUASTOP bentonit, těsnící plechy, PVC pásy, injektážní hadičky, prostupy*[online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.illichman.cz/in/foto/abs/abs_do_steny.jpg

[20] ASS křížový plech schema. In: *ŽELEX* [online]. 2012 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.kotaca.cz/fotogalerie.php?clanek_id=9&foto_id=787&podrubrika_id=18

[21] ABS do desky. In: *ILLICHMAN – AQUASTOP bentonit, těsnící plechy, PVC pásy, injektážní hadičky, prostupy*[online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.illichman.cz/in/foto/abs/abs_instalace.jpg

[22] Bentonitové těsnící pásy. In: *ŽELEX* [online]. 2012 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.kotaca.cz/fotogalerie.php?clanek_id=15&foto_id=55&podrubrika_id=15

[23] Injektážní hadička schéma. In: *ŽELEX* [online]. 2012 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.kotaca.cz/fotogalerie.php?clanek_id=82&foto_id=1168&podrubrika_id=17

[24] AQUASTOP 2005 SK. In: *ILLICHMAN – AQUASTOP bentonit, těsnící plechy, PVC pásy, injektážní hadičky, prostupy* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.illichman.cz/in/foto/aquastop/aqua_2.jpg

[25] AQUASTOP bentonitové bobtnající pásy. In: *ILLICHMAN – AQUASTOP bentonit, těsnící plechy, PVC pásy, injektážní hadičky, prostupy* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.illichman.cz/in/foto/aquastop/aqua_1.jpg

[26] Prvek FASO. In: *ILLICHMAN – AQUASTOP bentonit, těsnící plechy, PVC pásy, injektážní hadičky, prostupy*[online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.illichman.cz/in/foto/prostupy/14_faso.jpg

[27] Prvek WELLO. In: *ILLICHMAN – AQUASTOP bentonit, těsnící plechy, PVC pásy, injektážní hadičky, prostupy*[online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.illichman.cz/in/foto/prostupy/08_wello.jpg

[28] Prvek Master-Seal. In: *ILLICHMAN – AQUASTOP bentonit, těsnící plechy, PVC pásy, injektážní hadičky, prostupy* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.illichman.cz/in/foto/prostupy/10_ms.jpg

[29] Prvek Master-Ring. In: *ILLICHMAN – AQUASTOP bentonit, těsnící plechy, PVC pásy, injektážní hadičky, prostupy* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.illichman.cz/in/foto/prostupy/02_mr.jpg

[30] Návštěva kurzu – Vodonepropustné a vodotěsné konstrukce 9.4.2018 + doprovodný materiál ke kurzu od společnosti BETONCONSULT s.r.o.



[31] KASAL, Pavel. *Těsněná místa bílé vany*. In: AWAL.CZ - *Expertní a projektová kancelář, stavební izolace a stavební fyzika [online]*. A. W. A. L. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://www.awal.cz/img/documents/2207/metr01.gif>