

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ŽELEZOBETONOVÁ RETENČNÍ NÁDRŽ

CONCRETE RETENTION TANK

část III.

Těsnění a dilatace nádrží

Studijní program:
Stavební inženýrství

Studijní obor:
Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce:
Ing. Hana Hanzlová CSc.

Michal Vích

Květen, 2017

Obsah

1	Úvod	3
2	Omezení šířky trhlin	3
3	Stavební spáry	5
3.1	Pracovní spáry	5
3.2	Dilatační spáry	7
3.3	Řízené smršťovací spáry	8
4	Závěr	9
5	Seznam použitých obrázků	9
6	Seznam tabulek	10
7	Seznam použitých zdrojů a literatury	10

1 Úvod

V rešeršní části bakalářské práce jsou ve stručnosti shrnuty možnosti těsnění pracovních, dilatačních a řízených spár vodonepropustných železobetonových konstrukcí. Tyto typy spár budou detailně popsány, bude vysvětlena jejich funkce a uvedeny nejčastější možnosti řešení těchto citlivých detailů. Jelikož předmětem řešení této bakalářské práce je retenční nádrž, bude tato část primárně zaměřena na tento typ konstrukce, zejména část zabývající se kontrolou šířky trhlin.

2 Omezení šířky trhlin

Vodonepropustné konstrukce je potřeba dle [1] zatřídit ve vztahu stupni ochrany proti stanovenému průsaku (Tabulka 1). Každá betonová konstrukce umožňuje minimální difúzní průnik kapalin a plynů.

třída nepropustnosti	požadavek na průsak
0	jistý stupeň průsaku se připouští nebo je průsak kapalin irelevantní
1	průsak je omezen na malé množství. Připouští se několik povrchových skvrn nebo vlhkých míst
2	průsak je minimální. Vzhled nesmí být znehodnocen skvrnami
3	průsak není povolen

Tabulka 1 – Klasifikace nepropustnosti dle [1]

- Třída nepropustnosti 0** – lze přijmout ustanovení dle 7.3.1 [2]
- Třída nepropustnosti 1** – pokud lze očekávat, že trhliny budou procházet přes celou tloušťku průřezu, musí být šířka trhliny maximálně w_{k1} . Ustanovení 7.3.1 [2] se použijí, pokud trhliny neprocházejí celou tloušťkou průřezu a jsou splněny podmínky (112) a (113) dle [1]
- Třída nepropustnosti 2** – trhliny, u nichž lze očekávat, že budou procházet přes celou tloušťku průřezu se mají vyloučit, pokud nejsou přijata vhodná opatření jako jsou vystýlky nebo bariéry proti vodě
- Třída nepropustnosti 3** – pro zajištění vodotěsnosti bude požadováno použití zvláštních opatření (jako např. vystýlky nebo předpětí)

Následně po zatřídění jsou v [1] uvedeny požadavky na jednotlivé třídy nepropustnosti. Například pro třídu nepropustnosti 1 jsou v normě dána následující omezení.

1. Podmínka 1 – limitní výška tlačené části průřezu x_{min} , která spolehlivě zajišťuje, že trhliny nebudou prostupovat celou tloušťkou průřezu.

$$x_{min} = \min\{50\text{mm}; 0,2h\} < x_{ir} \quad (1.1)$$

2. Podmínka 2 – maximální přetvoření v krajních vláknech.

$$\Delta\varepsilon_{ct} = \varepsilon_{ct,max} - \varepsilon_{ct,min} < 150 * 10^{-6} \quad (1.2)$$

Následně mohou nastat 3 případy:

- 1) jsou-li splněny zároveň obě podmínky 1.1 a 1.2, lze pro posouzení šířky trhlin použít ustanovení 7.3.1 [2].
- 2) je-li splněna podmínka 1.1, trhliny neprostupují celou tloušťkou průřezu, ale je třeba omezit šířku trhliny na hodnotu w_{k1}
- 3) není-li splněna podmínka 1.1, je třeba omezit šířku trhliny na hodnotu w_{k1} a to bez ohledu na splnění podmínky 1.2

Pro druhý případ je dále v [1] pro třídu nepropustnosti 1 uvedena maximální šířka trhliny. Hodnoty w_{k1} jsou definovány jako funkce podílu hydrostatického tlaku h_D a tloušťky stěny nádrže. Výška hydrostatického tlaku h_D je větší jak nula pouze tehdy, pokud se konstrukce vyskytuje v zemi pod hladinou podzemní vody. Pro $h_D/h \leq 5$ je $w_{k1} = 0,2\text{mm}$ a pro $h_D/h \geq 35$ je $w_{k1} = 0,05$. Pro mezilehlé hodnoty lze interpolovat.

Šířku trhliny lze stanovit výpočtem nebo lze použít zjednodušenou metodu bez přímého výpočtu, kdy omezíme průměr prutu výztuže nebo vzdálenost výztužných prutů.

K zajištění vodonepropustnosti nádrží i ostatních vodonepropustných konstrukcí je třeba kromě šířek trhlin věnovat patřičnou pozornost i konstrukčním detailům – zejména stavebním spárám.

3 Stavební spáry

Významná část návrhu vodonepropustných konstrukcí je věnována detailům stavebních spár. Dělíme je na pracovní, dilatační a řízené smršťovací spáry. Dnes si již projektant může vybrat hned z mnoha výrobců a materiálů.

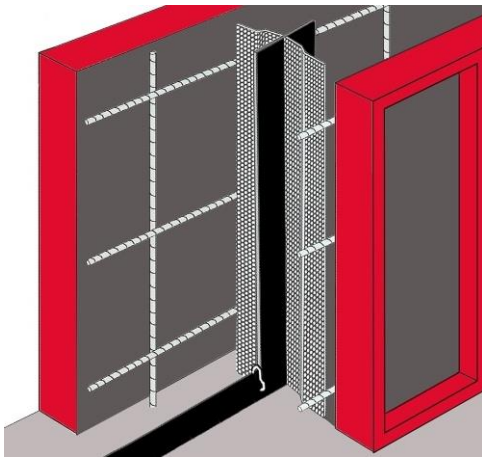
Nejpoužívanější materiály pro těsnění:

- 1) Bitumenové pásy
 - ❖ Určeno pro pracovní spáry konstrukcí, které jsou vystaveny vlivům vody. Bitumenový plech osazený uprostřed zabezpečuje utěsnění
- 2) Bentonitové rohože
 - ❖ Určeno pro pozemní stavby a jejich základy, sklepy či podzemní garáže
- 3) Stěrkové izolační hmoty
 - ❖ Vysoce pružný těsnicí pás opatřený např. izolační stěrkou umístovaný nejčastěji do stykových a rohových spár, do průchodů ve stěnách a podlahách
- 4) Bentonitové a termoplastické bobtnavé pásy
 - ❖ Těsnicí pás, který při zvýšení vlhkosti nabobtná a zvětší svůj objem až o 350%
- 5) Těsnicí pásy z PVC
 - ❖ Všestranné použití do všech druhů spár, možnost vnitřního i vnějšího osazení

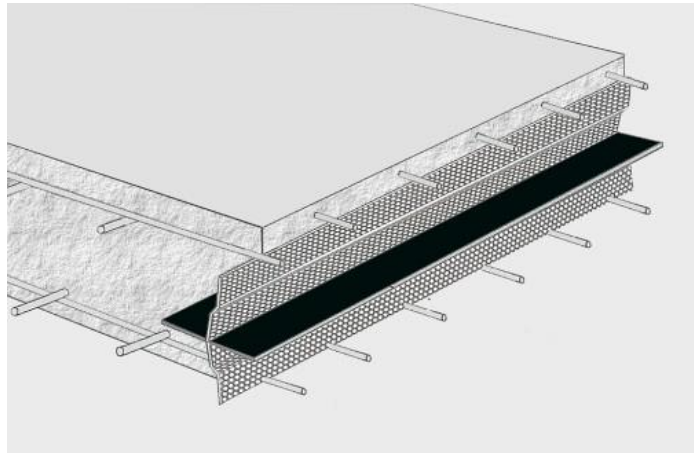
3.1 Pracovní spáry

Pracovní spáry rozdělují železobetonovou monolitickou konstrukci na jednotlivé části v závislosti na pracovních záběrech při výstavbě, tj. postupné vybetonování jednotlivých částí konstrukce. Uvažuje se, že v těchto místech nedochází k vzájemnému pohybu obou částí rozdělených pracovní spárou. V místě pracovní spáry není přerušena výztuž betonu. Poloha pracovních spár u retenční nádrže je zpravidla v místě styku spodní desky a navazujících stěn, druhé nejpravděpodobnější místo je styk svislých stěn a horní desky. Poloha těchto spár musí být vždy známá již před začátkem výstavby. Velmi důležité je potom samotné provedení pracovní spáry, především očištění od prachu, mastnot a cementového mléka. Před osazením těsnění je nutné spáru řádně provlhčit. V následujících bodech budou představeny nejčastější typy těsnění bránící průsaku vody v pracovních spárách.

Příklady těsnění pracovních spár:



Obrázek 1: těsnění s bitumenovou vložkou pro pracovní spáry stěny



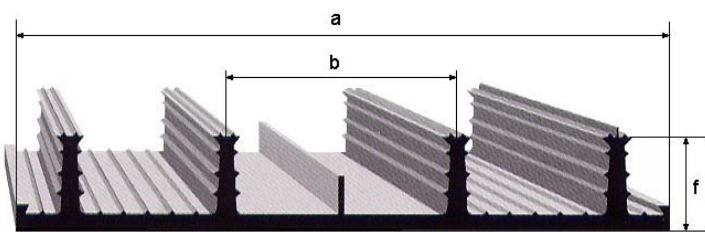
Obrázek 2: těsnění s bitumenovou vložkou pro pracovní spáry desky



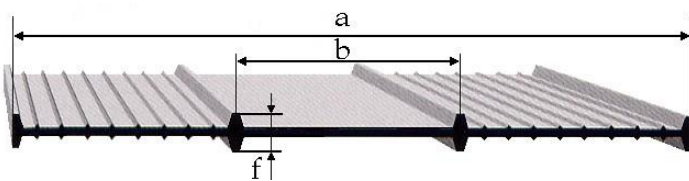
Obrázek 3: bitumenový pás, ukázka z praxe



Obrázek 4: bitumenový pás, ukázka z praxe 2



Obrázek 5: těsnící pás z PVC pro pracovní spáry pokládány zevnitř



Obrázek 7: těsnící pás z PVC pro pracovní spáry pokládány zvenku



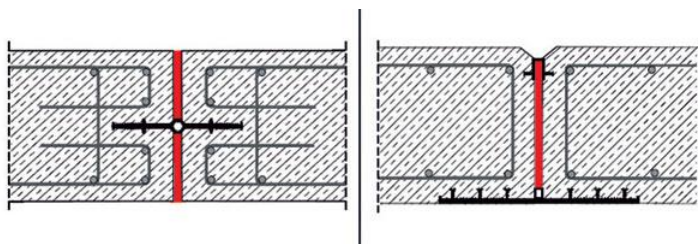
Obrázek 6: bobtnající těsnící pás

3.2 Dilatační spáry

Dilatační spáry mají za úkol umožnit horizontální pohyb stavebního celku nebo jeho částí, výjimečně i svislý pohyb např. vlivem rozdílného sedání jednotlivých dilatačních celků budovy. Příčinou těchto pohybů jsou objemové změny materiálu způsobující procesy, které můžeme rozdělit na fyzikální a chemické. Fyzikální procesy charakterizují takové objemové změny, které jsou vyvolány tepelnou roztažností materiálu např. vlivem změny venkovní teploty či střídáním ročních období. Železobetonové nádrže se potýkají s chemickými procesy, které charakterizují objemové změny, které jsou vyvolány smršťováním tuhnutí betonu. Vodonepropustnost konstrukce je závislá na správnosti provedení těsnění v místě dilatace. Stejně jako u pracovních spár se klade velký důraz na provedení osazení těsnění. Šířka dilatační spáry závisí na prostředí, teplotě a velikosti dilatačního oddílu. Běžně se pohybuje mezi 5 až 10 mm.

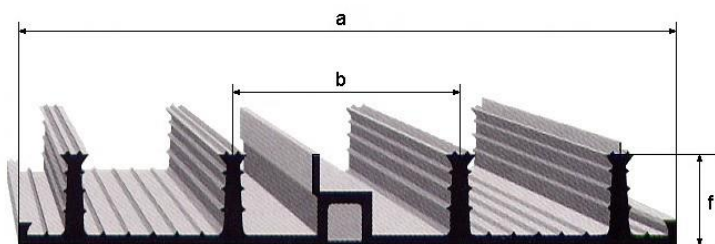
Příklady těsnění dilatačních spár:

„Princip těsnění spár v železobetonových konstrukcích pomocí vkládaných těsnících pásů spočívá ve vložení vhodně profilovaného prvku, který vytvoří bariéru pronikající vodě. Platí zásada, že obtočná délka průřezu těsnění musí být větší než přímá cesta vody kolmo stěnou. Proto jsou vhodné

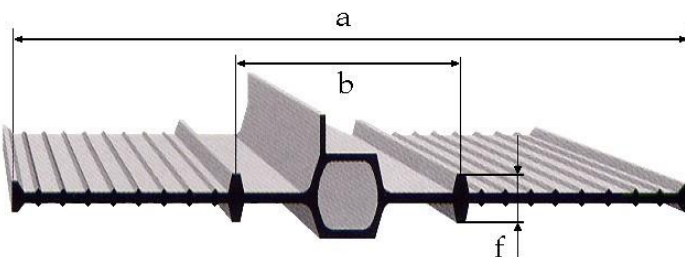


žebírkované těsnící pásy, které mají obtočný profil delší než například těsnící hladké plechy.“ [4]

Obrázek 8: ukázka těsnících pásů v dilatační spáře



Obrázek 9: těsnící pás z PVC pro dilatační spáry pokládaný zvenku

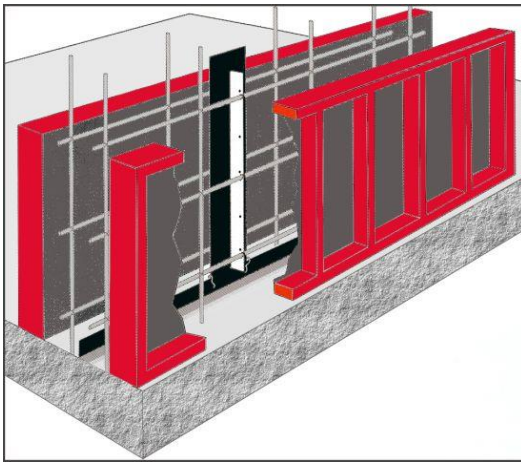


Obrázek 10: těsnící pás z PVC pro dilatační spáry pokládaný zevnitř

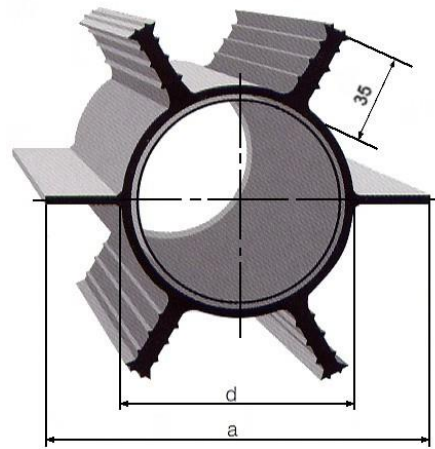
3.3 Řízené smršťovací spáry

Řízené spáry slouží pro vytvoření a okamžitému utěsnění plánovaných trhlin. Jsou prováděny záměrně pro zabránění náhodně vznikajících trhlin od smršťování. Plechové lišty cíleně zeslabí daná místa stěny, kde, pokud k nějaké má dojít, vznikne trhlina. Únosnost stěny není v tomto místě snížena, protože těsnění nenarušuje hlavní nosnou výztuž. Instalace těchto spár je velmi jednoduchá.

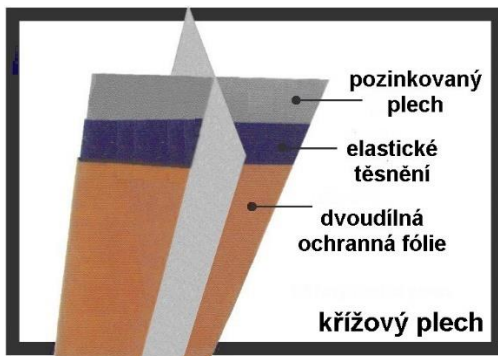
Příklady těsnění řízených smršťovacích spár:



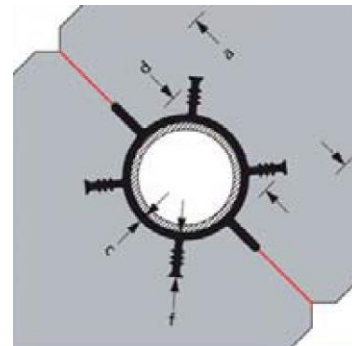
Obrázek 11: trhací lišta pro řízené spáry



Obrázek 12: Joint tube tzv. sluníčko



Obrázek 13: křížový plech pro řízené spáry



Obrázek 14: osazení těsnění Joint tube

4 Závěr

Obecně platí, že správné fungování vodonepropustné konstrukce začíná již při samotném návrhu a především komunikací mezi všemi zúčastněnými, tj. projektantem, technologem betonárny, zhotovitelem a statikem.

Získané poznatky o možnostech těsnění vodonepropustných konstrukcí budou brány v úvahu při návrhu železobetonové retenční nádrže, kde je také potřeba se touto problematikou zabývat a správně rozmístit nejen pracovní spáry, ale vzhledem k délce nádrže také řízené smršťovací spáry.

5 Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: těsnění s bitumenovou vložkou pro pracovní spáry stěny [6]	6
Obrázek 2: těsnění s bitumenovou vložkou pro pracovní spáry desky [7].....	6
Obrázek 3: bitumenový pás, ukázka z praxe [8].....	6
Obrázek 4: bitumenový pás, ukázka z praxe 2 [8].....	6
Obrázek 5: těsnící pás z PVC pro pracovní spáry pokládány zevnitř [9].....	6
Obrázek 6: bobtnající těsnící pás [10]	6
Obrázek 7: těsnící pás z PVC pro pracovní spáry pokládány zvenku [11]	6
Obrázek 8: ukázka těsnících pásů v dilatační spáře [12]	7
Obrázek 9: těsnící pás z PVC pro dilatační spáry pokládány zvenku [13].....	7
Obrázek 10: těsnící pás z PVC pro dilatační spáry pokládány zevnitř [14]	7
Obrázek 11: trhací lišta pro řízené spáry [15]	8
Obrázek 12: Joint tube tzv. sluníčko [16]	8
Obrázek 13: křížový plech pro řízené spáry [17]	8
Obrázek 14: osazení těsnění Joint tube [18]	8

6 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Klasifikace nepropustnosti

7 Seznam použitých zdrojů a literatury

[1] ČSN EN 1992-3 (731201). Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky, 2007

[2] ČSN EN 1991-1-1 (731201). Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení, 2006

[3] HEJTMÁNEK, Matouš – *vodonepropustné betonové konstrukce – těsnění spár*, Beton TKS 3/2016, str. 40-45. [cit. -2016-05-20]

[4] ROSKA, Zdeněk - *Koncept a technologie vodotěsných spár v bílé vaně*. [online] [cit. 2016-05-20]

Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/materialy-a-vyrobky/hydroizolace/koncept-a-technologie-vodotesnych-spar-v-bile-vane>

[5] HLADÍKOVÁ, Petra – *diplovová práce – čistička odpadních vod, Loučovice – rešeršní část*

[cit. 2016-05-20], Fakulta stavební - katedra betonových a zděných konstrukcí, 2007

[6] ABS bednicí a křížový profil - Těsnící prvky pro dilatační a pracovní spáry. [online]

[cit. 2016-05-20]. Dostupné z:

http://www.kornbrno.cz/media/catalog/product/cache/1/thumbnail/56x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/a/b/abs_do_steny.jpg

[7] ABS bednicí a křížový profil - Těsnící prvky pro dilatační a pracovní spáry. [online] [cit. 2016-05-

20]. Dostupné z:

http://www.kornbrno.cz/media/catalog/product/cache/1/thumbnail/56x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/a/b/abs_do_desky.jpg

[8] těsnící plech BK Illichman – ukázka z praxe [online] [cit. 2016-05-20]. Dostupné z:

http://www.illichman.cz/in/plech_bk

[9] Těsnící pás z PVC pro pracovní spáry pokládány zevnitř - Těsnící prvky pro dilatační a pracovní spáry. [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z:

<http://www.kornbrno.cz/catalog/product/gallery/id/64/image/118/>

[10] Bobtnající pásy a tmely - Těsnící prvky pro dilatační a pracovní spáry. [online]. [cit. 2016-05-20].

Dostupné z: <http://www.kornbrno.cz/tesnici-prvky-pro-dilatacni-a-pracovni-spary/trojhranna-lista-plast#>

- [11] Těsnící pás z PVC pro pracovní spáry pokládány zvenku - Těsnící prvky pro dilatační a pracovní spáry. [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.kornbrno.cz/catalog/product/gallery/id/63/image/122/>
- [12] ROSKA, Zdeněk - *Koncept a technologie vodotěsných spár v bílé vaně*. Obr. 3 – vnitřní a vnější těsnící pásy [online] [cit. 2016-05-20] https://static.asb-portal.cz/buxus/images/cache/650xXXX/fotogaleria/fotogalerie/stavebnictvi/koncept_a_tecnologie_vodotesnych_spar_v_bile_vane_fotoalbum/3roska-big-image.jpg
- [13] Těsnící pás z PVC pro dilatační spáry pokládány zevnitř - Těsnící prvky pro dilatační a pracovní spáry. [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.kornbrno.cz/tesnici-prvky-pro-dilatacni-a-pracovni-spary/trojhranna-lista-plast-4>
- [14] Těsnící pás z PVC pro dilatační spáry pokládány zvenku - Těsnící prvky pro dilatační a pracovní spáry. [online] [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.kornbrno.cz/tesnici-prvky-pro-dilatacni-a-pracovni-spary/trojhranna-lista-plast-8>
- [15] ASS trhací lišty do řízených spár. [online] [cit. 2016-05-20]. Dostupné na: <http://www.illichman.cz/in/foto/ass/ass.jpg>
- [16] JOINT Tube - těsnící profil do řízených pracovních spár - Těsnící prvky pro dilatační a pracovní spáry. [online] [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.kornbrno.cz/catalog/product/gallery/image/468/id/62>
- [17] Křížový plech pro řízené spáry - Těsnící prvky pro dilatační a pracovní spáry. [online] [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: http://www.kornbrno.cz/media/catalog/product/cache/1/thumbnail/56x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/a/b/abs_do_steny.jpg
- [18] Osazení těsnění Joint tube - [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUK EwiVq-Cv_4HUAhUD7hoKHefzCUAQFggmMAA&url=https%3A%2F%2Fcze.sika.com%2Fdocs%2Fgetdocument.get%2F86832d4e-cd94-3874-b67c-cc7eceedad25%2FSika%2520and%2520Tricosal_CZ_web.pdf&usg=AFQjCNG3-7mhYCATu4Ops7FF16L3KtzVuQ&sig2=d97yHya2S7eh5WZFup4ssw