

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Porovnání vybraných typů
hydroizolace spodní stavby**

**Stanislav Zeman
2017**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Adam Konvalinka

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze 26. 5. 2017

Stanislav Zeman

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Adamu Konvalinkovi za odborné vedení práce a ochotu při konzultacích.

Velké díky patří také firmě Metrostav a.s., především Ing. Pavlu Trojanovi za poskytnuté informace, materiály a cenné rady.

Zvláštní poděkování přítelkyni a rodině, za podporu po celou dobu studia na vysoké škole.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Zeman	Jméno: Stanislav	Osobní číslo: 423740
Zadávací katedra: K122 - Katedra technologie staveb		
Studijní program: Stavební inženýrství (SI)		
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb (L)		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Porovnání vybraných typů hydroizolace spodní stavby	
Název bakalářské práce anglicky: Comparison of selected types of waterproofing substructures	
Pokyny pro vypracování: - Popsání vybraných variant hydroizolace spodní stavby - Porovnání variant z různých hledisek - Realizace hydroizolace spodní stavby na konkrétním projektu	
Seznam doporučené literatury: Bílé vany - vodonepropustné betonové konstrukce; autor: ČBS Servis Hydroizolace spodní stavby; autor: Zdeněk Kutnar	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Adam Konvalinka	
Datum zadání bakalářské práce: 24. 2. 2017	Termín odevzdání bakalářské práce: 28. 5. 2017 <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>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“.</i>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Porovnání vybraných typů hydroizolace spodní stavby

Tato bakalářská práce se zabývá popisem hydroizolace spodní stavby pomocí asfaltových pásu a provedením tzv. bílé vany. Pojednává o materiálech, technologii provádění a kontrole kvality. Práce se zaměřuje také na popis poruch, možnost jejich lokalizaci a způsob sanace. Cílem praktické části práce je seznámení čtenáře s reálnou stavbou, na které došlo ke změně návrhu hydroizolačního systému. Tato část práce obsahuje návrh řešení detailů s komentářem a následným porovnáním a zamyšlení nad důvody, které vedly ke změně. Na závěr je přidána fotodokumentace autora s komentáři.

Klíčová slova

Hydroizolace, asfaltové pásy, bílá vana, spodní stavba, poruchy, sanace

Comparison of selected types of waterproofing substructures

The bachelor thesis deals with the description of the waterproofing of the substructure by means of bitumen membrane and the execution of the waterproof concrete. It deals with materials, implementation technology and quality control. The thesis also focuses on the description of faults, their localization and the way of rehabilitation. The aim of the practical part of the work is to familiarize the reader with the real building construction, which has changed the design of the waterproofing system. This part of the thesis involves designing details with commentary and then comparing and reflecting on the reasons that led to the change. In conclusion, the author's photographic documentation with comments is added.

Keywords

Waterproofing, bitumen membrane, waterproof concrete, substructure, faults, rehabilitation

Obsah

Úvod	10
1 Historie.....	11
1.1 Asfaltové pásy	11
1.2 Bílé vany	11
2 Hydroizolace asfaltovými pásy.....	12
2.1 Druhy asfaltových pásů.....	12
2.1.1 Hydroizolační lepenky	12
2.1.2 Oxidované asfaltové pásy	12
2.1.3 Modifikované asfaltové pásy	13
2.2 Podmínky při provádění.....	13
2.2.1 Podklad	13
2.2.2 Povětrnostní podmínky.....	14
2.3 Postup provádění.....	15
2.3.1 Příprava podkladu	15
2.3.2 Klad pásů	15
2.4 Přejímka hydroizolační vrstvy z asfaltových pásů.....	16
2.4.1 Spojení a stabilita pásů	16
2.4.2 Překrytí spojů	16
2.4.3 Poškození vlivem špatného natavení	17
2.4.4 Kontrola těsnosti hydroizolace	17
2.4.4.1 Vizuální kontrola	17
2.4.4.2 Kontrola kvality spojů a detailů	17
2.4.4.3 Jiskrová zkouška	17
2.5 Poruchy asfaltových pásů.....	18
2.5.1 Vznik poruch nedodržením technologické kázně	18
2.5.2 Vznik poruch vlivem následujících prací.....	18
2.5.3 Kaverny	19
2.5.4 Nevhodná ochranná vrstva	19
2.5.5 Statické řešení.....	19
2.6 Sanace poruch.....	20
3 Bílé vany	21
3.1 Koncepce bílé vany	22
3.2 Vyztužení	25
3.3 Betonová směs	25
3.3.1 Složení betonové směsi	25

3.3.2	Teplota betonu	26
3.4	Dilatační, pracovní a řízené spáry	27
3.4.1	Těsnění spár	28
3.4.1.1	Dilatační spáry	29
3.4.1.2	Pracovní spáry	31
3.4.1.3	Řízené spáry	32
3.5	Prostupy konstrukcí	32
3.6	Podmínky a postupy při realizaci	34
3.6.1	Doprava a ukládání betonu	34
3.6.2	Odbedňování	34
3.6.3	Ošetření po odbednění	34
3.6.4	Napojování konstrukcí	35
3.7	Poruchy vodotěsnosti	35
3.7.1	Poruchy ve specifických místech	35
3.7.2	Trhliny propouštějící vodu	35
3.8	Sanace poruch bílých van	36
3.8.1	„Samoopravná“ funkce betonu	36
3.8.2	Krystalizační hydroizolační systém	36
3.8.3	Sanace poruch ve spárách před betonáží	38
3.8.4	Dodatečná sanace poruch ve spárách	38
4	Vlastní část	40
4.1	Identifikace stavby	40
4.1.1	Obecné informace	40
4.1.2	Konstrukční řešení	40
4.2	Varianty řešení spodní stavby	41
4.2.1	Varianta č. 1 – hydroizolace asfaltovými pásy	41
4.2.1.1	Základová deska	41
4.2.1.2	Monolitická stěna pod úrovní terénu	42
4.2.1.3	Zdivo z bednicích tvarovek	42
4.2.2	Varianta č. 2 – bílá vana	43
4.2.2.1	Základová deska	43
4.2.2.2	Obvodové stěny	44
4.3	Porovnání řešení vybraných detailů	44
4.3.1	Dilatační spára	44
4.3.1.1	Bílá vana	45
4.3.1.2	Asfaltová hydroizolace	46
4.3.1.3	Porovnání variant	46

4.3.2	Prostup odpadního potrubí konstrukcí.....	47
4.3.2.1	Bílá vana.....	47
4.3.2.2	Asfaltová hydroizolace.....	48
4.3.2.3	Porovnání variant.....	49
4.3.3	Přechod mezi vodorovnou a svislou částí.....	50
4.3.3.1	Bílá vana.....	50
4.3.3.2	Asfaltová hydroizolace.....	51
4.3.3.3	Porovnání variant.....	52
4.4	Důvody pro změnu.....	53
4.4.1	Časová náročnost.....	53
4.4.2	Opravy poruch.....	53
4.4.3	Náročné detaily.....	54
4.4.4	Osobní zkušenosti.....	55
4.5	Finanční náročnost obou variant.....	55
4.5.1	Výběr položek změnového listu.....	56
4.6	Fotodokumentace.....	57
	Závěr.....	64
	Seznam použité literatury.....	65
	Seznam obrázků.....	67
	Seznam tabulek.....	68

Úvod

Správný výběr způsobu ochrany spodní stavby proti účinkům vlhkosti je důležitou součástí návrhu každého stavebního díla. Vlhkost pronikající do stavební konstrukce může ovlivnit bezpečnost snížením pevnosti v tlaku. Dalšími výraznými problémy mohou být zkrácení životnosti konstrukce spodní stavby (vlivem pronikající vlhkosti dochází ke krystalizaci solí v pórech, odpadávání krycí vrstvy a degradaci pojiva), zhoršení hygienických podmínek (vznik plísní a šíření spor v interiéru), zhoršení provozních podmínek zejména v provozech citlivých na vlhkost a horší estetické vlastnosti kvůli tvorbě skvrn a map na stěnách. Sanace vzniklých poruch navíc často bývá velice nákladnou a obtížně proveditelnou záležitostí. V případě povlakových hydroizolací je obtížná již samotná lokalizace vady.

Pro úspěšnou eliminaci všech výše zmíněných rizik je důležité provést správný výběr a kvalitní návrh způsobu hydroizolace spodní stavby a následně její bezchybné provedení. Zvláštní pozornost je potřeba věnovat všem detailům. Ať už se jedná o napojení hydroizolačních pásů v ploše a v rozích, nebo správné provedení dilatačních, pracovních a konstrukčních spár v případě bílé vany. Základním podkladem pro návrh způsobu hydroizolace a všech souvisejících detailů je hydrogeologický průzkum obsahující informace o předpokládaném hydrofyzikálním namáhání v místě stavby.

Motivací pro výběr tohoto tématu mi bylo mé působení na studentské praxi, kde pracuji na projektu bytového domu s jedním podzemním a čtyřmi nadzemními podlažími. Původní návrh počítal s hydroizolací spodní stavby pomocí souvrství dvou modifikovaných asfaltových pásů a ochranou v podobě přízdívky nebo perimetrického polystyrenu. Z důvodů, které se budu snažit přiblížit v praktické části této práce, byl ale zvolen hydroizolační systém spodní stavby v podobě bílé vany. Má práce se tedy bude zabývat popisem a porovnáním těchto dvou hydroizolačních systémů.

1 Historie

1.1 Asfaltové pásy

Na našem území má hydroizolace asfaltovými pásy poměrně dlouhou historii. Jedná se o tradiční materiál, jehož první výskyt v podobě jednoduchých lepenek je datován před více než sto lety. První asfaltové pásy se zesílenou povlakovou hmotou, které je možné aplikovat natavením, jsou používány zhruba od poloviny minulého století.

Zpočátku nebyla kvalita tohoto materiálu valná. Nosnou vložku tvořily papírové a hadrové lepenky s hydroizolační vrstvou v podobě dehtu. Nosné vložky se začaly vyvíjet až do dnešních nenasákavých vložek z polyesterové rohože, skelné tkaniny nebo hliníkové fólie. Hydroizolační materiály se vyvíjely z dehtu a přírodního nebo ropného asfaltu upravovaného oxidací až po velice kvalitní asfalty modifikované plastomery a elastomery. Tyto moderní materiály se vyznačují výbornou zpracovatelností i za nízkých teplot a vysokou odolností. [19]

1.2 Bílé vany

Hydroizolace spodní stavby použitím bílé vany je odpovědí na původně poměrně nízkou spolehlivost povlakových hydroizolací a také pracnost jejich pokládky spojenou s nutnými technologickými přestávkami. Vývoj této technologie využívající obecně nízkou propustnost betonu pro vodu byl započat v 70. letech minulého století.

Vodonepropustnost monolitické konstrukce byla zlepšována optimalizací betonové směsi a vývojem prvků pro těsnění kritických míst, jako jsou pracovní a dilatační spáry nebo prostupy konstrukcí. Výsledkem vývoje, je soubor konstrukčních a realizačních zásad pro vodonepropustné konstrukce spodní stavby, při jejichž dodržení vzniká kvalitní a trvanlivá konstrukce. [21]

2 Hydroizolace asfaltovými pásy

Použití asfaltových pásů je jednou z nejrozšířenějších metod hydroizolace spodní stavby. Na našem území působí několik výrobců specializujících se na jejich výrobu a tak je tento materiál poměrně snadno dostupný. Jejich aplikace je navíc poměrně snadná a při dodržení všech předepsaných postupů a správné ochraně mohou asfaltové pásy jako hydroizolace spodní stavby sloužit spolehlivě desítky let. [4] [6] [18]

2.1 Druhy asfaltových pásů

2.1.1 Hydroizolační lepenky

Jde o základní asfaltové izolace skládající se většinou z papírové lepenky, která tvoří nosnou vrstvu a impregnace v podobě asfaltu. U dražších typů lepenek se jako nosná vrstva používá například skelná rohož.

Lepenky není možné používat pro trvalou ochranu spodní stavby proti vlhkosti. Používají se zejména jako separační či ochranná vrstva asfaltových pásů, případně jako hydroizolace dočasných objektů při výstavbě (sklady materiálů). Vzhledem ke svému materiálovému složení a malé tloušťce nelze základní lepenky natavovat k podkladu či svařovat v přesazích. Pro upevnění k podkladu se používá přibíjení nebo celoplošné lepení asfaltovým lepidlem. Dražší typy asfaltových lepenek mohou být opatřeny lehce tavitelnou fólií. [4] [6] [18]

2.1.2 Oxidované asfaltové pásy

Oxidované asfaltové pásy představují základní skupinu hydroizolačních pásů. Nosnou vrstvu tvoří nejčastěji skelná tkanina případně hliníková folie kaširovaná skelnými vlákny. Hydroizolační vrstvu pásu tvoří oxidovaný asfalt vznikající oxidací ropných surovin kyslíkem (známý též jako „foukaný asfalt“).

V praxi se tyto pásy nedají použít jako jediná hydroizolační vrstva spodní stavby z důvodu jejich postupného křehnutí. Po čase se stávají plastickými a při namáhání mohou praskat. Nejčastěji se tedy používají v kombinaci s modifikovanými asfaltovými pásy jako ochrana proti radonu či jako dočasná hydroizolace nebo separační vrstva. [4] [6] [18]

2.1.3 Modifikované asfaltové pásy

Modifikované asfaltové pásy jsou tvořeny nosnou vložkou ze skelné rohože, která se vyznačuje pevností, nebo polyesterové rohože, která je naopak velice elastická. Hydroizolační funkci zde plní asfalt modifikovaný pomocí styren-butadien-styrenu (SBS) zvyšující elasticitu, nebo atakitického polypropylénu (APP) zvyšující plasticitu. Obecně je cílem modifikace zvýšit elasticitu a rozšířit tak rozmezí jejich použitelnosti a aplikace i za nízkých teplot a při vyšších teplotách naopak omezit stékavost.

Modifikované pásy mají tedy proti oxidovaným mnohonásobně větší tažnost s vyšším bodem měknutí povlakové hmoty.

V případě jednovrstvé hydroizolace spodní stavby je nejvýhodnější použití modifikovaného asfaltového pásu s nosnou vložkou ze skelných vláken. V případě vícevrstvé hydroizolace lze použít kombinaci pásů se skelnou rohoží zaručující pevnost a pásů s polyesterovou rohoží, která naopak zaručuje průtažnost. Tím vytvoříme souvrství, které je dostatečně pevné a průtažné a dokonale se vyrovná s pohyby konstrukce. [4] [6] [18]

2.2 Podmínky při provádění

2.2.1 Podklad

Podkladní konstrukci může tvořit monolitická železobetonová konstrukce či jiný silikátový materiál, betonová mazanina, cementový potěr, tepelná izolace z pěnových plastů, desek z minerálních vláken, pěnového skla a jiných materiálů, jejichž specifické podmínky je nutno zohlednit. Tepelné izolace z pěnových plastů nebo minerálních vláken mohou mít nakaširovaný povrch připravený již pro natavování pásů.

Před započítím prací je třeba zkontrolovat podkladní konstrukci. Zejména pak její rovinnost, kde je povolena maximální odchylka 5 mm na 2 m lati. Dále by na konstrukci neměly být ostré prohlubně s hloubkou větší než 3 mm a ostré výstupky vyšší než 1,5 mm. Povrch podkladní konstrukce musí být kompaktní, soudržný, zbaven všech nečistot, cementového mléka, bez mastnoty (zejména v případě použití odbedňovacího oleje), bez skvrn od ropných produktů a organických rozpouštědel, suchý, bez sněhu a námrazy.

Vlhkost podkladu by měla být taková, aby byl jeho povrch schopen spojení s penetračním nátěrem nebo roztaveným asfaltem (obvykle do 6% hmotnostní vlhkosti). [7] [20]

2.2.2 Povětrnostní podmínky

Obecně lze říci, že by realizace povlakových hydroizolací z asfaltových pásů měla probíhat za suchého a ideálně bezvětrného počasí.

Důležitým faktorem je minimální teplota, která ovlivňuje křehkost pásu. V případě lepenek a pásů z oxidovaného asfaltu se uvádí minimální teplota vzduchu a podkladu 5 – 10 °C. Pod touto hranicí může docházet k praskání v ohybech a tím pádem narušení hydroizolační vrstvy. V případě modifikovaných asfaltových pásů je udávána minimální teplota pro provádění 0 – 5 °C. Tato teplota je ovšem stanovena spíše s ohledem na mezní podmínky pro kvalitní práci izolatérů. Pásy z modifikovaného asfaltu jsou ohebné i při teplotách kolem -25 °C. Pokud je použit samolepící asfaltový pás, neměla by teplota při jeho aplikaci klesnout pod 10 °C. Při nižší teplotě je nutné provést celou hydroizolační vrstvu včetně navaření vrchního asfaltového pásu v jednom denním záběru.

Pokud jsou časové požadavky na realizaci stavby takové, že je nutné hydroizolaci provádět v nevhodných podmínkách (teplota, vítr, déšť), je třeba zajistit dodatečná opatření v podobě vytápěných či nevytápěných provizorních přístřešků, stanů apod. Při práci v chladném a větrném období je třeba počítat také se zvýšenou spotřebou plynu do hořáků a zvýšením pracnosti aplikace.

Na druhou stranu při vysokých teplotách dochází k měknutí asfaltových pásů a při pokládce tak může dojít k jejich poškození například stoupanutím na pás. Dalším problémem může být zabudování nedovoleného napětí do pásu vlivem jeho teplotní roztažnosti. Teplota podkladu i pásu při jeho aplikaci by z těchto důvodů neměla přesáhnout 50 °C. Pokud se pás bez ochranného posypu nachází dočasně na přímém slunečním světle, je třeba ho chránit zakrytím vhodným materiálem, aby nedošlo k jeho přehřátí a stékání. [7] [20]

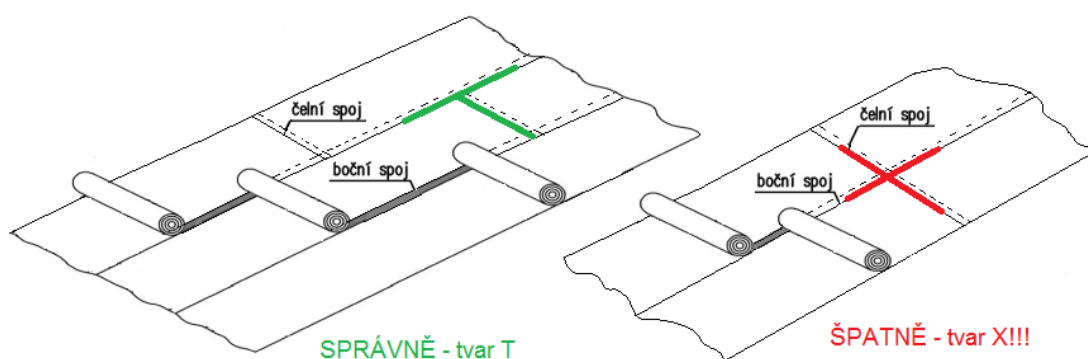
2.3 Postup provádění

2.3.1 Příprava podkladu

Povrch podkladní konstrukce musí být pečlivě očištěn od prachu a nečistot. Případné nerovnosti a ostré výstupky větší než 1,5 mm musí být zbrušeny, aby nedošlo k poškození asfaltového pásu. Pokud se v betonu vyskytují větší trhliny, je doporučeno jejich překrytí 20 centimetrů širokým páskem typu R13, čímž se zajistí, že nedojde k natavení pásu přes trhlinu. V případě připevnění pásu k podkladu pomocí bodového nebo plošného natavení, je třeba podklad penetrovat nátěrem na asfaltové bázi. [7] [20]

2.3.2 Klad pásů

Všechny pásy v jedné ploše je nutno klást stejným směrem. Pokud jsou kladeny dvě vrstvy pásů na sebe, je nutno je vůči sobě posunout tak, aby spoje nebyly nad sebou. Při kladení pásů vedle sebe je nutné dbát na to, aby se v jednom místě nesbíhaly čtyři spáry (nesmí vznikat spoj tvaru X viz obr. 1).



Obr. 1 – Klad asfaltových pásů (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

Na vodorovné ploše je dostačující pouze bodové natavení první vrstvy pásů na penetrovaný podklad. Druhá vrstva pásů se poté nataví dle výše uvedených pravidel.

Na svislých stěnách a strmých plochách jsou pásy kladeny svisle. První vrstvu je doporučeno k penetrovanému podkladu celoplošně natavit a v čelním (vodorovném) spoji přikotvit 4 kotvami. Následující pás je nutno natavit celoplošně (zajistíme tak jejich dokonalé spolupůsobení). [7] [20]

2.4 Přejímka hydroizolační vrstvy z asfaltových pásů

Přejímku hydroizolace a její kontrolu je třeba provádět po dokončení jednotlivých etap (v případě více pásů ve vrstvě), před jejím zakrytím například ochrannou vrstvou nebo jinou konstrukcí, zvláště pak, jedná-li se o konstrukce hmotné nebo obtížně rozebíratelné. Mimo to je také důležitá průběžná kontrola v průběhu provádění hydroizolačních prací. Zejména je třeba dbát, zda nedochází k poškození nechráněné hydroizolace jinými stavebními procesy, pohybem osob v nevhodné obuvi, skladováním stavebního materiálu nebo vystavením přímému slunečnímu svitu za vysokých teplot. [7] [20]

2.4.1 Spojení a stabilita pásů

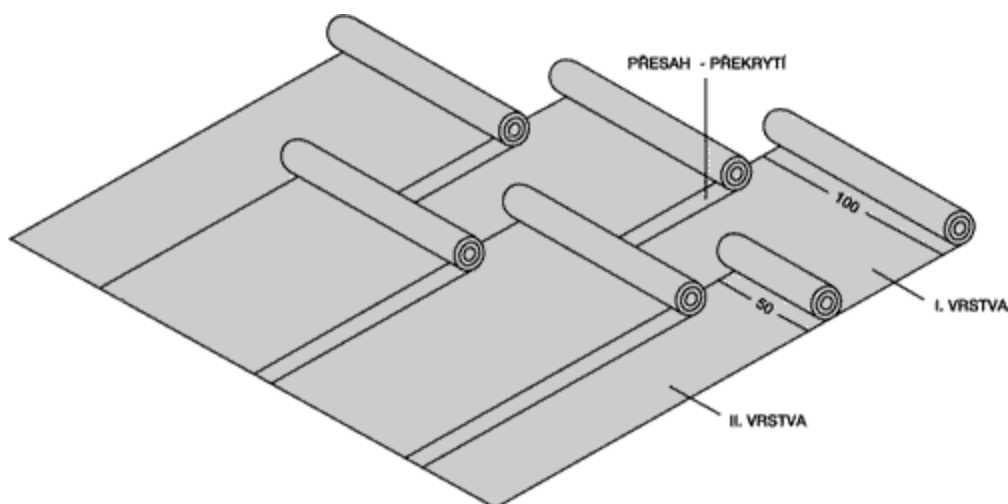
Pro zajištění spolupůsobení více vrstev asfaltových pásů je nutné jejich celoplošné spojení. Pásky musí být k podkladu připojené tak pevně, aby nebyla ohrožena jejich stabilita vzhledem k působení jejich vlastní tíhy a tíhy dalších vrstev.

V případě pochybností je třeba provést sondu. [7] [20]

2.4.2 Překrytí spojů

Šířku překrytí je možné kontrolovat přeměřením viditelné části pásu a dopočítáním do skutečné šířky pásu, případně namátkovým prořiznutím spoje.

Překrytí by mělo být min. 8 cm v podélném a 10 – 12 cm v příčném spoji (obr. 2). [7] [20]



Obr. 2 – Správný klad pásů s přesahem (převzato z [10])

2.4.3 Poškození vlivem špatného natavení

Vlivem špatného natavení může dojít k obnažení nosné vložky či vzniku puchýřků a větších bublin. Tyto defekty kontrolujeme vizuálně. [7] [20]

2.4.4 Kontrola těsnosti hydroizolace

Pro prokázání těsnosti ve spojích, v detailech a v celé ploše provádíme staveništní zkoušky a to buď namátkově, nebo celoplošně. [7] [20]

2.4.4.1 Vizuální kontrola

Pohledem je třeba zkontrolovat, zda je hydroizolace spojitá v celé své ploše, provedení detailů, výskyt okem viditelných vad jako je například prošlápnutí pásu a také to, zda rozsah a dimenze hydroizolace odpovídá projektové dokumentaci. [7] [20]

2.4.4.2 Kontrola kvality spojů a detailů

Kontrola svaření spojů a detailů se provádí pomocí izolačské špachtle nebo jiným srovnatelným nástrojem. Špachtle je tažena po spoji s mírným tlakem proti spoji viz obr 3. V případě špatného sváru špachtle zajede do spoje. Zkoušku je možné provádět pouze při teplotě asfaltového pásu v rozmezí 10°C až 20°C. [7] [20]



Obr. 3 – Kontrola spojů izolačskou špachtlí (převzato od Dekprojekt, s.r.o.)

2.4.4.3 Jiskrová zkouška

Tato zkouška je průkazná pouze za předpokladu, že podklad pod hydroizolací je dostatečně vodivý. Zpravidla tedy nefunguje na suché základové spáře, nebo na nevodivých podkladech. Probíhá vedením elektrody pod napětím těsně nad zkoumanou vrstvou. V případě poruchy přeskočí jiskra. [7] [20]

2.5 Poruchy asfaltových pásů

Jako porucha se označuje takový stav, který vykazuje určitou změnu oproti stavu původnímu.

Poruchy můžeme rozlišovat dle závažnosti a to na „nevýznamnou poruchu“, která nezpůsobuje žádné nebo jen nepatrné snížení spolehlivosti a bezpečnosti a pouze nepodstatně snižuje životnost konstrukce. Dále rozlišujeme „významnou poruchu“, která podstatně snižuje spolehlivost a životnost, objekt jako celek však bezprostředně po stránce bezpečnosti neohrožuje a „havarijní poruchu“, kdy je vážně ohrožena bezpečnost a spolehlivost stavby a její užívání je značně ztížené nebo nemožné.

Poruchy vodotěsných izolací spodních staveb jsou velmi častým problémem. Následná sanace včetně všech dodatečných prací může být mnohdy až 10x nákladnější, než prvotní kvalitní provedení a kontrola. Vzhledem k tomu, že se porucha v interiéru nemusí projevit v místě jejího vzniku, je její lokalizace často velice obtížná. [14]

2.5.1 Vznik poruch nedodržením technologické kázně

Nedodržení technologické kázně je jednou z hlavních příčin vzniku nevýznamných, ale i velice významných až havarijních poruch. Poruchy mohou vznikat například u svarů, nedostatečným kotvením konstrukce k podkladu, špatným napojením prostupujících konstrukcí, nenatavením druhé vrstvy pásů v celé ploše a v dalších místech.

Velké části těchto poruch se dá předcházet důrazem na kvalitní provedení a důslednou kontrolou. Aplikaci asfaltových pásů by měl vždy provádět zkušený a na daný materiál zaškolený pracovník v předepsaných podmínkách. [14]

2.5.2 Vznik poruch vlivem následujících prací

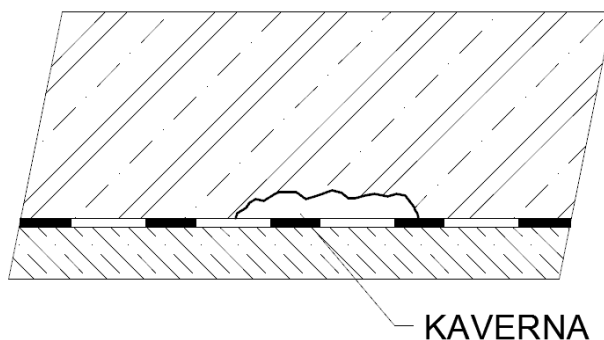
Rizikovým faktorem jsou jakékoliv práce, které probíhají na realizované hydroizolační vrstvě. V případě spodní stavby to jsou nejčastěji práce železářské, tesařské a betonářské. Při těchto pracích zvláště v letním období, kdy je hydroizolační vrstva vystavena přímému slunečnímu svitu, může

snadno dojít k narušení vodotěsnosti například v důsledku proslápnutí nebo poškození pásu neopatrnou manipulací s výztuží, bedněním a nářadím.

Těmto poruchám se dá předcházet správnou koordinací všech řemesel a opatrností pracovníků. Na provedené hydroizolaci by se neměl skladovat žádný materiál a řemeslníci by si zde neměli zřizovat svá provizorní pracoviště. [14]

2.5.3 Kaverny

Kaverny viz obr. 4 mohou vznikat vlivem nedokonalého zhuštění betonu případně betonáží do vody. Pokud se tak stane, vznikají mezi hydroizolací a deskou dutiny s nepravidelným tvarem a často ostrými hranami a výstupky. Vlivem zemního a hydrostatického tlaku může v těchto místech dojít k poškození izolace.



Obr. 4 – Kaverna v základové desce (zdroj autor)

Těmto poruchám se dá předcházet řádným hutněním při betonáži. [13]

2.5.4 Nevhodná ochranná vrstva

Ochranná vrstva by měla být navržena a provedena především s ohledem na hloubku založení. Například perimetrický polystyren je doporučován do maximální hloubky pod terénem zhruba 3 – 4,5 m. Při větších hloubkách je vhodné provést ochrannou vrstvu z betonu nebo cihel. Zvláště při použití polystyrenu je důležitá určitá šetrnost při provádění zásypu. [14]

2.5.5 Statické řešení

Statické řešení konstrukce může být faktorem ovlivňující trvanlivost hydroizolace především z hlediska pohybů spodní stavby vůči zemině, kde vzniká smykové napětí. V důsledku smykového napětí mohou v hydroizolaci vznikat trhliny, případně může dojít k oddělení od podkladu. [13] [14]

2.6 Sanace poruch

Jak již bylo zmíněno, dodatečná sanace vzniklých poruch je ve většině případů velice náročnou záležitostí. Zejména z hlediska finanční náročnosti, kdy může cena celé sanace dosahovat až desetinásobných hodnot oproti kvalitnímu provedení hydroizolace již při zakládání stavby. Pokud dojde k poškození hydroizolačního souvrství v místě, kde není možný přístup z exteriéru (zejména v základových deskách) je nutné počítat s částečnou demolicí stavební konstrukce a tím pádem i omezení nebo dokonce úplné znemožnění užívání určité části stavby. Tento fakt také dokáže cenu celé sanace zvýšit.

Prvním krokem při sanování poruchy je její lokalizace. Musíme brát v úvahu, že voda, která se v interiéru stavby objeví, prošla kromě hydroizolace i přes další vrstvy různé struktury a není tak jisté, že místo, kde se voda v interiéru objevila, odpovídá skutečnému místu poruchy. Lokalizace tak často probíhá v podstatě náhodně prováděnými sondami v místě poruchy (odkopání zeminy, vybourání části konstrukce).

Při samotné sanaci je třeba brát v potaz důvod vzniku poruchy.

Pokud se jedná o poruchu vzniklou nedodržením technologické kázně při provádění hydroizolace (nedokonalé svaření ve spoji, porušení hydroizolační vrstvy pásu, špatné přivaření pásu mezi sebou nebo k podkladu atd.), je oprava poruchy poměrně jednoduchá. Část hydroizolace v místě poruchy se vyřízne, podklad a hydroizolace se očistí a vysuší a následně dojde k natavení nové vrstvy.

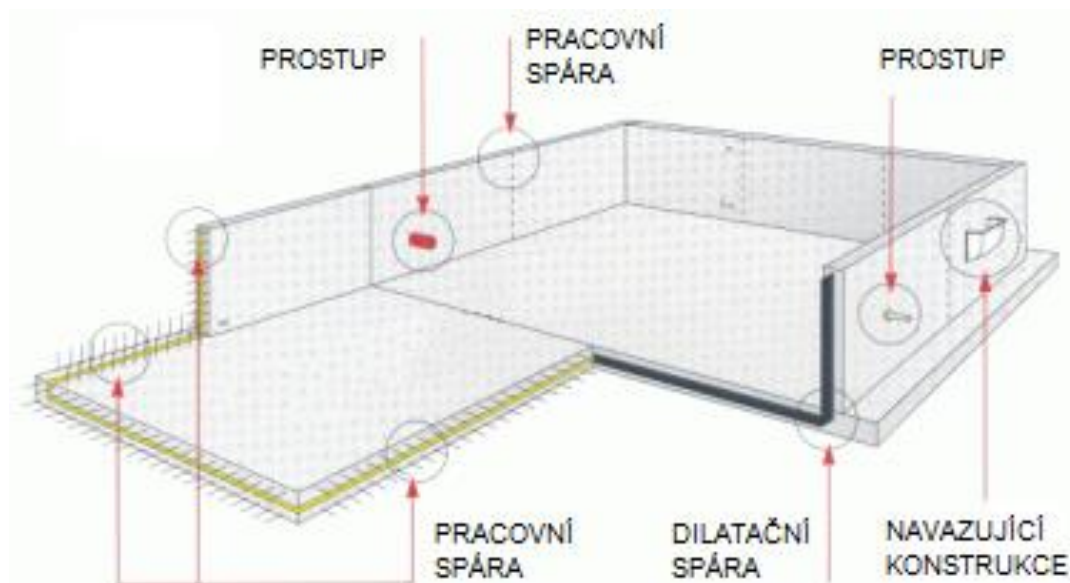
Pokud například dojde k poškození asfaltového pásu v důsledku pohybů konstrukce a vzniklého smykového napětí nebo jeho roztržení o ostrou hranu kaverny, nebude dostačující pouze výměna poškozeného pásu, ale je třeba také vyřešit příčinu vzniku poruchy. Mnohdy může jít například o aplikaci kvalitnější ochranné vrstvy, opravu kaveren a podobně.

3 Bílé vany

Bílá vana je železobetonová konstrukce, která mimo své nosné funkce přejímá také funkci hydroizolační často bez nutnosti aplikace dalších hydroizolačních vrstev. Tato konstrukce je tvořena betonovou směsí, jež může být modifikována pomocí přísad a příměsí jako jsou například superplastifikátory, blokátory pórů, zpomalovače tuhnutí nebo látky omezující smršťování. Z hlediska vodotěsnosti ale není použití těchto přísad a příměsí bezpodmínečně nutné. Beton je navíc vyztužen tak, aby bylo zamezeno vzniku trhlin propouštějících vodu (dle různých národních standardů se jedná o trhliny šířky $\leq 0,2$ mm).

Samotné použití vodonepropustného betonu ovšem nezaručuje vodotěsnost konstrukce jako celku. Velice významné části bílé vany z hlediska propouštění vlhkosti jsou pracovní a dilatační spáry a prostupy inženýrských sítí, které jsou řešeny pomocí speciálních výrobků.

Schéma konstrukce bílé vany je znázorněno na obr. 5. [17]



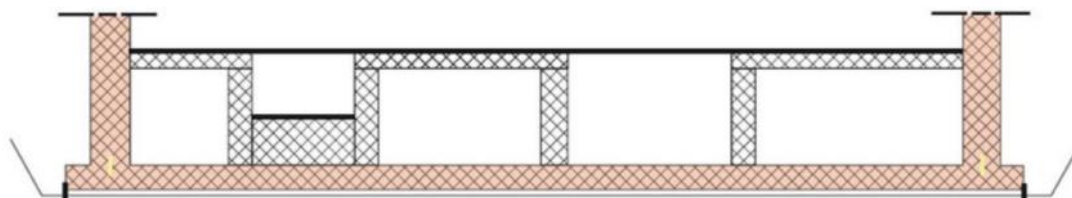
Obr. 5 – Schéma konstrukce bílé vany (převzato z [11])

3.1 Koncepce bílé vany

Předpokladem pro realizaci kvalitní bílé vany s dlouholetou životností je úzká spolupráce všech zúčastněných stran při realizaci projektu – investora, projektanta, statika, výrobce betonu a prováděcí firmy.

Úkolem investora při návrhu je ve spolupráci s projektantem zejména přesné specifikování požadavků na vodonepropustnost celé konstrukce s ohledem na způsob využití vnitřních prostor. Třídy požadavků na vodonepropustnost jsou shrnuty v tab. 1. Na základě třídy požadavků, tlaku vody viz tab. 3, typu podloží atd. lze provést návrh konstrukční třídy, která definuje konstrukční požadavky, viz tab. 2.

Snahou projektanta by mělo být navržení konstrukce s co možná nejjednodušším tvarem bez skokových změn tloušťky, v jedné výškové úrovni a bez vnitřních rohů. Ideální návrh konstrukce bílé vany je znázorněn na obr. 6. Pokud se změnám tloušťky/výšky nemůžeme vyhnout, je třeba provádět náběhy s co nejmírnějším sklonem (obecně cca 30°), aby bylo zabráněno vzniku trhlin. [17]



Obr. 6 – Ideální tvar bílé vany (převzato z [1])

Tab. 1 - Třídy požadavků na vodonepropustné konstrukce (převzato z [12])

Třída požadavků	Zkrácené označení	Popis povrchu betonu	Posouzení vlhkých míst	Přípustná vadná místa	Dodatečná opatření	Příklad použití
A _s zvl. třída	Zcela suché	Žádná vizuálně patrná vlhká místa.			Nutné stavebně-fyzikální vyšetření a temperování/ klimatizování prostoru je nutné.	Sklady zboží, které je zvláště citlivé na vlhkost
A ₁	Z větší části suché	Vizuálně patrná jednotlivá vlhká místa (max. matně tmavé zabarvení)	Po plošném dotyku suchou rukou nejsou patrné žádné stopy po vodě.	Na 0,1% povrchu kce mohou být vlhká místa. Proužky vody vysychají max. po 20 cm.	Je nutné stavebně-fyzikální vyšetření a na jeho základě je může být potřebné temperování/ klimatizování prostoru.	Dopravní stavby s vysokými požadavky, místnosti pobytu, sklady, domovní sklepy, technické prostory se zvl. požadavky
A ₂	Lehce vlhké	Vizuálně a dotykem patrná vlhká místa (lesklý povrch)	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 na povrchu betonu vysychají.	Ve zvláštních případech může být potřebné temperování/ klimatizování prostoru.	Garáže, prostory s domovní technikou (kotelny, kolektory) dopravní stavby
A ₃	Vlhké	Kapkovitý výskyt vody s tvorbou proužků vody.	Množství odtékající vody lze měřit v záchytných nádobách.	Pro stěny, podlahové desky a podzemní stěny platí: max. množství vody na jedno chybné místo, resp. m běžný pracovní spáry nesmí překročit 0,2 l/h, při čemž průnik vody na 1m ² stěny musí být prům. max. 0,01l/h.	Uvažovat s odvodňovacími opatřeními	Garáže (s dodatečnými opatřeními, např. odvodňovací žlabů) atd.
A ₄	Mokrě	Jednotlivá mokvající místa s výskytem vody, pro podlahové desky, stěny a podzemní stěny.	Množství odtékající vody lze měřit v záchytných nádobách.	Maximální množství vody na jedno vadné místo nesmí překročit 2l/h, přičemž průnik vody na 1 m ² stěny nesmí v průměru překročit 1l/h	Uvažovat s odvodňovacími opatřeními	Vnější skořepina dvouplášťových konstrukcí

Tab. 2 – Konstrukční třídy pro bedněné ŽB stavební díly (převzato z [12])

Konstrukční třída	Min. tloušťka	Omezení šířky trhlin	Normalizovaný beton	Další konstrukční požadavky
Kon _s	≥ 0,45 ≥ 0,60 pro W ₂	≤ 0,15 mm	BS1	<p>Max. délky konstrukčních částí:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vzdál. dilatačních/dělicích spár max. 15 m • Vzdál. pracovních spár ve stěnách max. 10 m <p>Zabudování kluzných fólií pro separaci vnějšího a vnitřního pláště</p> <p>Uvažovat o:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Předepnutí • Zdvojení těsnících pásů • Eliminaci skokových změn tloušťky/výšky kce • Eliminace překážek, které brání v pohybu kce vůči okolnímu prostředí
Kon ₁	≥ 0,45 ≥ 0,60 pro W ₄	≤ 0,20 mm	BS1	<p>Max. délky konstrukčních částí:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vzdál. dilatačních/dělicích spár 15 - 30 m • Vzdál. pracovních spár ve stěnách max. 15 m <p>Skokové změny tloušťky/výšky kce nahradit náběhy se sklonem cca 30°</p> <p>Doporučuje se vložení separačních fólií. Doporučuje se určit teplotní pole.</p> <p>Pokud je konstrukční část provedena jako součást spřaženého systému (s těsným zazuběním do vnější stěny), má být max. délka konstrukční části 40 m.</p>
Kon ₂	≥ 0,30	≤ 0,25 mm	BS2	<p>Max. délky konstrukčních částí:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vzdál. dilatačních/dělicích spár 30 – 60 m • Vzdál. pracovních spár ve stěnách max. 15 m <p>Těsný kontakt s okolním prostředím je přípustný, při změnách tvaru průřezu nebo tuhosti kce je ale vhodné uvážit možnost jejího rozdělení na menší části. Skokové změny tloušťky/výšky kce je vhodné eliminovat nebo řešit náběhy se sklonem cca 30°. Doporučuje se určit teplotní pole.</p>

Tab. 3 - Třídy tlaku vody (převzato z [12])

Třída tlaku vody	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 m
W ₄	Tlak vody > 20 m

3.2 Vyztužení

Oproti běžným konstrukcím je třeba výztuž betonu navrhovat kromě vnějšího zatížení také s ohledem na vynucená namáhání od hydratačního tepla a od objemových změn (smrštění) a co nejlepší rozprostření zatížení, což také přispívá k omezení vzniku trhlin. Z tohoto hlediska může být poměrně výhodné využití drátkobetonu či vláknobetonu v kombinaci s klasickou ocelářskou výztuží. Návrh výztuže by měl provádět v dané problematice zkušený statik. [22]

3.3 Betonová směs

3.3.1 Složení betonové směsi

Pro zamezení vzniku vodopropustných trhlin je zásadní správný návrh složení betonové směsi. Zejména je třeba dbát na to, aby beton vykazoval dobrou zpracovatelnost, malé odlučování vody a aby byl dostatečně hutný. Pro omezení tvorby nepřípustných trhlin je vedle konstrukčních a stavebně technických opatření nutná výroba betonu takového složení, aby v něm vznikala co možná nejnížší napětí od teploty a od smršťování.

Toho docílíme volbou takového složení betonu, které splňuje požadované vlastnosti s co nejmenším množstvím pojiva a vody (množství vody max. 170 l/m^3), a při němž je vyvíjeno co nejmenší hydratační teplo. Pro snížení obsahu vody v betonové směsi jsou přidávány příměsi snižující množství vody (FM, BV) a tvořící vzduchové póry, které částečně eliminují objemové změny. Za účelem snížení množství hydratačního tepla je třeba používat cementy bez C_3A (v České republice obtížně dostupný) nebo cementů směsných, případně je možné nahradit pojivo hydraulicky působícími příměsemi.

Velikost zrna kameniva by měla být maximálně 16 mm pro stěny a 32 mm pro desky. [5] [17] [22]

3.3.2 Teplota betonu

Kromě složení betonu má na vývin teploty tvrdnoucího betonu a její maximální hodnotu a také na vývoj pevnosti a její konečnou hodnotu vliv i teplota čerstvého betonu, jejíž optimální hodnota se pohybuje okolo 15 °C. Pokud je teplota nižší (10°C a méně) je výrazně zpomalen průběh hydratace a tím i vývoj pevnosti. Teploty čerstvého betonu nad 27 °C mají naopak negativní vliv na zpracovatelnost a výrazně zvyšují nebezpečí vzniku trhlin a snižují kvalitu betonu a jeho vodotěsnost. Riziko vzniku trhlin zvyšují teploty čerstvého betonu již od 22°C.

Pro snazší dodržení projektem předpokládaných vlastností betonu je vhodné provádět betonáž v chladnějších ročních obdobích.

Maximální teplota betonu během hydratace nesmí přesáhnout 45°C a nárůst teploty během hydratace by měl být maximálně 13°C.

Pro snížení teploty je možno betonovou směs chladit. To je možné provádět již v betonárně. Nejčastěji se tak děje chlazením záměsové vody těsně nad 0°C. V případě nutnosti intenzivnějšího chlazení je možné použití ledových šupin místo záměsové vody a chlazení kameniva nebo cementu. Dále je možnost chladit již namíchanou betonovou směs například kapalným dusíkem. Je ovšem třeba si uvědomit, že běžné betonárny nebývají za tímto účelem dostatečně vybavené a samotné chlazení je poměrně nákladné. Proto je vždy vhodnější a výhodnější volba správné betonové směsi.

Problém může nastat, pokud je beton ochlazován nevhodným ošetřováním (kropení studenou vodou) nebo chladným prostředím. V takových případech je sice snižována povrchová teplota, nicméně není snižována teplota v jádru konstrukce a dochází tak ke zvyšování teplotního spádu mezi povrchem a jádrem betonu, což může mít za následek vznik trhlin. [5]

3.4 Dilatační, pracovní a řízené spáry

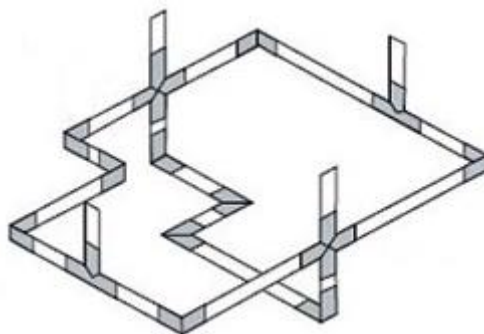
Z konstrukčních a technologických důvodů musí být betonová konstrukce členěna na dilatační a pracovní celky. V konstrukci tak vznikají spáry, které lze rozlišovat jako spáry dilatační a spáry pracovní. Systém spár je třeba navrhovat co možná nejjednodušeji. Každé křížení a atypický tvar zvyšují riziko průsaků.

Dilatační spára je viditelná, betonářská výztuž je ve spáře přerušena a tím jsou umožněny dilatační pohyby konstrukce. Tyto pohyby mohou vznikat například odlišným sedáním, jinými geologickými podmínkami nebo teplotní roztažností konstrukce. Rozmístění dilatačních spár závisí na konstrukční třídě konstrukce a třídě talku vody (tab. 3) a jejich vzdálenost je uvedena v tab. 2.

Naproti tomu ve spáře pracovní je betonářská výztuž nepřerušena, a jakékoliv pohyby ve spáře jsou nežádoucí. Pracovní spáry vznikají v místě ukončení jednoho záběru, v přechodech mezi vodorovnými a svislými konstrukcemi a v dalších místech, která nejsme schopni z technologických důvodů vybetonovat v jednom záběru.

Dalším typem spáry, které se v konstrukci bílé vany mohou vyskytovat, je řízená spára. Ta slouží k řízení vzniku trhlin a tím prodlužuje dilatační celky konstrukce. Vložením plechové lišty dojde k cílenému zeslabení konstrukce v předem určeném místě a vznikne tak řízená trhlina, která je ale ihned po svém vzniku utěsněná.

Pro těsnění dilatačních spár se používají jiné systémy než pro těsnění spár pracovních. Pro správnou funkčnost je nutné, aby mezi sebou byly použité systémy kompatibilní a účinně propojené (obr. 7). [1]

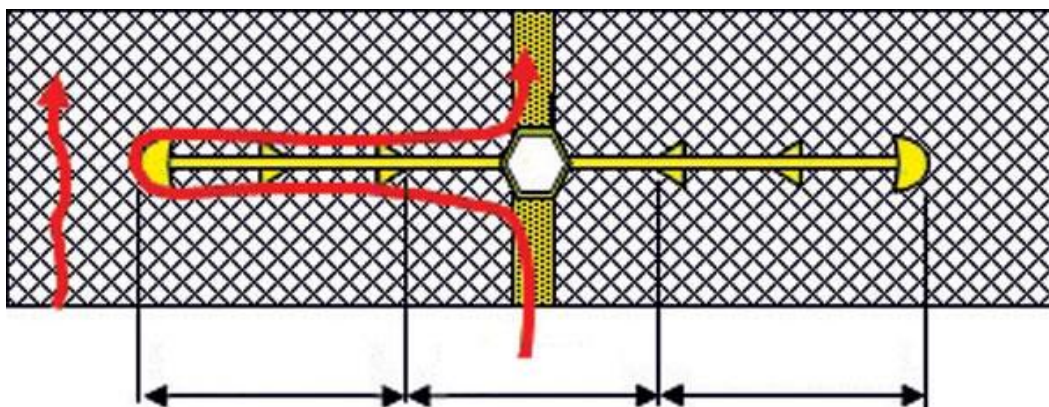


Obr. 7 – Navzájem propojený těsnící systém (převzato z [1])

3.4.1 Těsnění spár

Těsnění spár může být založeno na několika principech.

Labyrintový princip – spočívá v prodloužení cesty vody skrz konstrukci častými změnami směru vložení profilovaného prvku, který vytvoří překážku. Platí zásada, že obtočná délka kolem těsnící části pásu musí být delší než přímá cesta vody kolmo skrz konstrukci viz obr. 8.



Obr. 8 – Obtočná délka těsnícího pásu (převzato z [1])

Princip ukotvení – spočívá v dokonalém přilnutí betonu k hladkému povrchu těsnícího pásu, čímž dojde k utěsnění spáry.

Princip přitlačení – nabobtnáním dojde k přitlačení těsnícího materiálu k povrchu spáry, čímž se spára utěsní. Nabobtnání je způsobeno chemickou reakcí mezi materiálem těsnění a vodou pronikající do spáry.

Princip zaplnění – spočívá v dodatečném zaplnění nejen spáry, ale například i trhlin, štěrkových hnízd a dutin pomocí injektážních hadiček a kanálků. Injektážní hadičky bývají dlouhé maximálně 8 m, ve zvláštních případech i 10 m. K injektáži se používá obvykle jemná cementová malta, epoxidová pryskyřice nebo vícesložkové polymery, které po styku s vodou navíc bobtnají. [12]

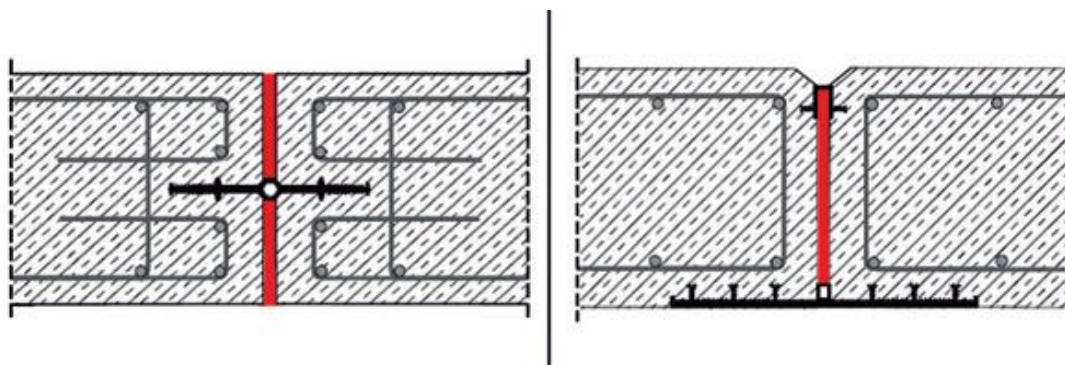
3.4.1.1 Dilatační spáry

Pro dilatační spáry jsou v největší míře používány pásy z polymerních materiálů jako PVC termoplasty, TPO (Thermoplastic olefin) a NBR (Nitril Butadien Rubber) kombinační polymerizáty, které je možné spojovat svařováním svářecími pájkami nebo teplovzdušnými svařovacími přístroji.

Tyto materiály mají velké prodloužení při porušení i za nízkých teplot (viz tab. 04). Jejich dlouhodobá funkčnost je v praxi ověřená (používají se již více než 70 let) dobrými výsledky.

Dalšími vhodnými materiály jsou elastomery na bázi přírodního nebo syntetického kaučuku, které se oproti výše zmíněným vyznačují větší tažností (viz tab. 04). Nevýhodou je nemožnost svařování, spojování je možné pouze vulkanizací.

Konkrétní typ pásů se volí vnější nebo vnitřní, podle možnosti osazení v průřezu konstrukce s ohledem na průběh armatury (obr. 9). Vnější pásy lze použít pouze tam, kde těsníme konstrukci pouze proti průniku vody zvenčí (nelze použít například pro nádrže).



Obr. 9 – Průběh výztuže v dilatační spáře (převzato z [1])

Dalšími kritérii návrhu těsnících pásů jsou výška vodního sloupce, tloušťka konstrukce, chemické namáhání a předpokládané dilatační pohyby

konstrukce ve všech třech osách. Z těchto známých požadavků lze podle tabulek výrobců zvolit vhodný typ pásu. [1]

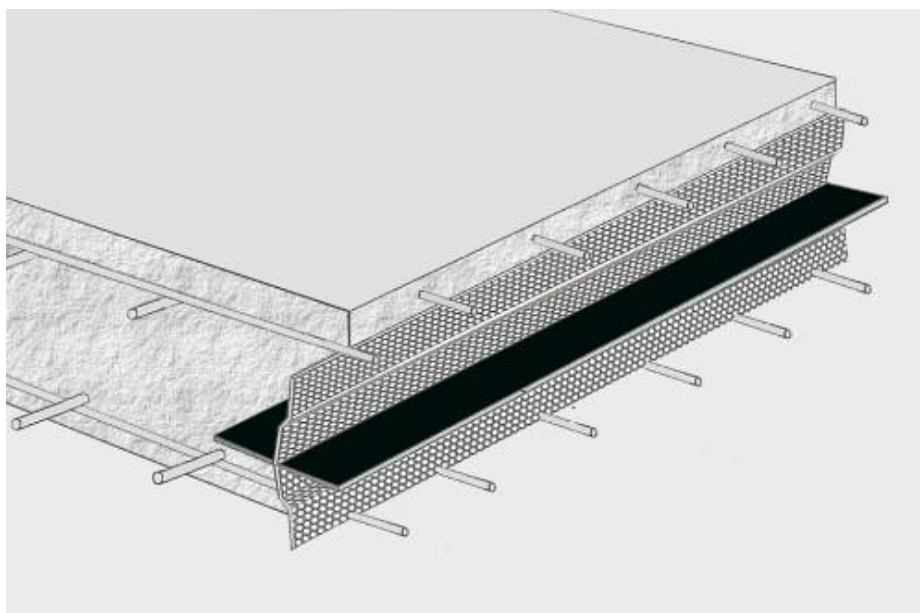
Tab. 4 – *Materiály pasů* (převzato z [12])

Materiál	Princip utěsnění	Možnost spojení	Druh spáry	Požadavky
PVC-P termoplasty	Labyrintový princip	Tepelné svařování	Dilatační a pracovní	<u>Pevnost v tahu:</u> Dle EN ISO 527 > 8 N/mm ²
Elastomery (přírodní/syntetický kaučuk)	Labyrintový princip	Vulkanizace	Dilatační a pracovní	<u>Tažnost:</u> Dle EN ISO 527 > 300%
PVC/NBR Kombinační polymerizáty	Labyrintový princip	Tepelné svařování	Dilatační a pracovní	<u>Pevnost v odtržení:</u> Dle DIN 53507 > 8 N/mm ² <u>Tažnost při – 20 °C:</u> Dle EN ISO 527 > 200 % <u>Odolnost trvalá:</u> proti vodě, komunálním splaškovým vodám, roztokům posypových solí a alkalitě betonu <u>Odolnost dočasná:</u> Proti zředěným kyselinám a anorganickým hydroxidům, živcím, topným olejům, pohonným hmotám
Plechový pás	Princip ukotvení	Svaření, sponkování	Pracovní spáry	<u>Jakost oceli:</u> S 235 JO
Bobtnavý těsnící pásek	Princip přitlačení	Srazit natupo, stranově překrýt	Pracovní spáry	<u>Bobtnavost:</u> min. 200 % <u>Chování při bobtnání:</u> Vratné chování při bobtnání, zpoždění prvního nabobtnání <u>Vlastnosti materiálu:</u> nelze vyplavit a nekřehne
Injektážní hadička	Princip zaplnění	Stranově překrýt	Dodatečně pro dilatační a pracovní spáry; pro spáry mezi stěnou a deskou	DBV-list „Tlakové injektážní hadičky pro pracovní spáry“

3.4.1.2 Pracovní spáry

Pro utěsnění pracovních spár je možné použít stejné materiály, jako pro těsnění spár dilatačních s tím rozdílem, že pásy neobsahují dilatační zónu umožňující vzájemný pohyb konstrukcí. Kromě materiálů zmíněných v části 3.4.1.1 lze použít plechové pásy bez povrchové úpravy nebo s povrchovou úpravou v podobě nanesené lepicí vrstvy z bitumenových materiálů modifikovaných kaučukem, které zvyšují přilnavost k betonu.

Těsnící plechy pro pracovní spáry mohou být doplněny děrovaným plechem, který slouží jako „skryté“ bednění spáry (obr. 10). Jeho použití je výhodné pro dosažení ideálního tvaru pracovní spáry, kdy dojde k vytvoření ozubu zvyšující styčnou plochu a zároveň má spára díky děrovanému plechu ideálně drsnou strukturu, což zvyšuje soudržnost.



Obr. 10 – ABS bednicí a těsnící křížový plech – deska (převzato z [4])

Dále je možné do pracovních spár vkládat bobtnající bentonitové, akrylové, či polyuretanové pásy (obr. 11). U těchto pásků je důležité dodržení předepsaného krytí. Například pro výrobek AQUASTOP firmy ILLICHAMN z bentonitu je předepsáno krytí minimálně 80 mm. Při nedodržení hrozí, že tlakem bobtnavého materiálu dojde k porušení betonu. Bobtnavý materiál bývá většinou opatřen ochranným filmem, který zajistí, že nedojde k bobtnání již při betonáži.



Obr. 11 – Bentonitové bobtnající těsnění (převzato z [5])

Těsnění spár bobtnavými materiály není vhodné použít při předpokládané kolísavé hladině podzemní vody, kdy dochází k opětovnému vysychání a tím smršťování objemu. V dlouhodobém horizontu se vlivem chemických látek obsažených ve vodě může schopnost nabobtnání vytrácet a mohou tak vznikat netěsnosti. V těchto případech je lepší použít jiný způsob těsnění, který funguje nezávisle na těchto vlivech. [8] [9]

3.4.1.3 Řízené spáry

K těsnění řízených spár jsou používány křížové plechové pásy s lepicí vrstvou z bitumenového materiálu. Pro zeslabení konstrukce je kolmo na těsnící plech navařen plech zeslabovací.

Platí zásada, že by šířka zeslabovacího plechu měla být minimálně 50 % šířky betonové konstrukce. Maximální vzdálenost řízených spár by měla být

$$L = \frac{\text{výška } kce}{2 \times \text{tloušťka } kce}. [12]$$

3.5 Prostupy konstrukcí

Pro utěsnění prostupů konstrukcemi se ve velké míře používají speciální průchodky (obr. 12), které se vkládají do bednění ještě před betonáží a fungují na podobném principu jako těsnící pásy. Zhruba uprostřed průchodky je osazen těsnící prstenec, který zabraňuje průniku vody podél průchodky a prodlužuje její cestu konstrukcí.



Zemnicí průchodka HEA-ISS.

Zemnicí průchodka HEA-N.

Zemnicí průchodka HEA-W.

Obr. 12 – Průchodky zemnicího drátu firmy Betra (převzato z [6])

Další možností je vytvoření prostupu jádrovým vrtáním v již vybetonované konstrukci případně vložením pažnice do bednění. Do takto vytvořeného otvoru je možné vložit speciální těsnicí kroužek sendvičové konstrukce viz obr. 13, který se skládá z pryžového těsnění a přítlačných desek na obou stranách těsnění. Utahováním šroubů na přítlačných deskách dochází k vytlačování gumového těsnění, které dokonale vyplní prostor mezi procházejícím prvkem (např. vodovodní potrubí) a betonovou stěnou nebo pažnicí.



Nedělené těsnění HRD-1.

Dělené excentrické těsnění HRD-1G.

Zaslepovací těsnění HRD-1-0.

Obr. 13 – Těsnění firmy Betra (převzato z [7])

Pro těsnění otvorů po upínacích tyčích bednění se používají systémové ucpávky na bázi cementu nebo plastové špunty lepené speciálními dvousložkovými lepidly. [2] [3]

3.6 Podmínky a postupy při realizaci

3.6.1 Doprava a ukládání betonu

Dopravu betonu na stavbu je zajišťována autodomíchávači. Směs není možné vyrábět v suchém stavu, nebo v konzistenci vhodné pro převoz sklápěčkami. Sekundární doprava betonu je možná běžnými čerpadly na beton nebo pomocí bádii. Při betonáži se musíme vyvarovat padání betonu z výšky větší než 1 m, aby nedošlo k separaci složek v betonu. [2]

3.6.2 Odbedňování

Odbedňování konstrukce je třeba naplánovat tak, aby byl beton chráněn minimálně 3 dny po betonáži proti náhlému ochlazení a minimálně 7 dní před náhlým vysušením. Toho lze dosáhnout tak, že konstrukci odbedňujeme v nejzazším termínu. Z důvodu prochladnutí jsou výhodnější bednění dřevěná než ocelová, která je třeba při teplotách pod 5 °C opatřovat tepelnou izolací. Minimální doba pro odbednění je 36 h od betonáže. Pro dřívější odbednění nesmí teplota vzduchu klesnout pod 0 °C a je třeba beton chránit proti vysychání maximálně do 1 hodiny po odbednění

Při teplotách vzduchu pod 0 °C je třeba odbedňovat minimálně po 72 hodinách. Při teplotách pod -3 °C musí být zaručená minimální teplota betonu 10 °C po dobu 3 dnů od betonáže. [12]

3.6.3 Ošetření po odbednění

Ihned po odbednění je nutné zakrýt betonovou plochu světlým materiálem (například geotextilií) a nechat zakrytou až do stáří betonu 7 dnů. Zakrytí by mělo zabránit pohybu vzduchu nad povrchem betonu. Zakrytí tkaninou je možné nahradit světlým ošetřovacím postříkem.

Při teplotách nad 20 °C je nutné provést zakrytí takovým materiálem, který je schopný zachycovat vlhkost a nesmí při tom docházet k vlhčení studenou vodou, aby nedocházelo k prudkému ochlazení betonu.

Při teplotách pod 5 °C je doporučováno zakrytí více vrstvami a tyto vrstvy chránit před navlhčením, aby byla zachována jejich tepelněizolační schopnost. [12]

3.6.4 Napojování konstrukcí

Těsnící pásy dilatačních a konstrukčních spár je třeba chránit proti poškození a nadměrnému znečištění.

Před betonáží dalšího konstrukčního celku je nutné těsnící pásy dokonale očistit a zkontrolovat, zda nedošlo k jejich poškození. V případě konstrukčních spár je třeba spáru očistit od nečistot a odstranit zbytky cementového mléka, aby bylo dosaženo co nejlepší soudržnosti. [12]

3.7 Poruchy vodotěsnosti

3.7.1 Poruchy ve specifických místech

Jednou z hlavních příčin vodopropustnosti bílé vany jsou poruchy v místech pracovních a dilatačních spár a prostupů. Mezi nejčastější příčiny vzniku těchto poruch patří:

- osazení těsnícího prvku v nesprávné poloze (vnější/vnitřní pás),
- nedostatečné krytí těsnícího prvku zejména v případě bobtnavých materiálů,
- nevodotěsné spojení těsnících pásů,
- nedostatečné obklopení betonem v důsledku špatného zhutnění,
- znečištění nebo porušení těsnícího prvku.

Všem výše zmíněným poruchám se dá předcházet dostatečnou kontrolou před započítím a v průběhu betonáže. [12] [21]

3.7.2 Trhliny propouštějící vodu

Mezi hlavní příčiny vzniku trhlin v konstrukci bílé vany jsou vysoký nárůst hydratačního tepla, rychlé vysychání a nadměrné smršťování, takto vzniklé trhliny lze omezit správně zvolenou směsí a ošetřováním uloženého betonu.

Dalším důvodem vzniku trhlin jsou deformace konstrukce způsobené například nerovnoměrným sedáním stavby nebo jiným zatížením. V tomto případě je zodpovědnost primárně na statikovi, který by měl konstrukci na takováto zatížení dimenzovat. Prováděcí firma pak zodpovídá za to, aby byla

konstrukce provedena v souladu s projektovou dokumentací. Trhliny způsobené nerovnoměrným sedáním lze navíc eliminovat pomocí dilatačních spár, které ale zvyšují cenu stavby. [23]

3.8 Sanace poruch bílých van

Lokalizace a samotná sanace poruch bílých van je poměrně jednoduchou a v určitých případech i finančně málo nákladnou záležitostí.

Poruchy vodonepropustnosti bílých van jsou v naprosté většině případů viditelné, a proto je jejich lokalizace snadná a málo nákladná. Sanace poruch ve většině případů probíhá z interiéru bez nutnosti provádět výkopové či bourací práce, což cenu opravy dále snižuje.

3.8.1 „Samoopravná“ funkce betonu

Krátce po betonáži a odbednění vodonepropustné konstrukce může docházet k průsakům vody skrze póry, které se postupem času (v řádu dnů až týdnů) utěsní v důsledku reakce pojiva a pronikající vody, případně v důsledku zanesení nečistotami z pronikající vody. Na tuto skutečnost je třeba upozornit investora a v případě raných průsaků, které zásadně neomezují užívání vnitřních prostor, vyčkat, zda nedojde k přirozenému utěsnění.

3.8.2 Krystalizační hydroizolační systém

Krystalizační materiály pro dodatečnou hydroizolaci fungují na principu vyvolání krystalizační reakce v pórech sanované konstrukce. V důsledku této reakce dojde k utěsnění většiny kapilárně aktivních pórů utěsňujícími krystaly, které prorůstají až do hloubky několika desítek milimetrů a tím výrazně snižují propustnost betonu pro vodu.

Pro sanaci větších ploch obsahujících větší množství malých trhlin je krystalizační hydroizolační systém nejčastěji aplikován nátěrem nebo nástřikem viz obr. 14. Povrch sanované konstrukce musí být před vlastní aplikací ošetřen dle pokynů výrobce. Zejména je nutné zbavit konstrukci prachu, oleje a jiných nečistot. Povrch by měl být připraven vysokotlakým vodním paprskem nebo jinou technologií tak, aby byla zajištěna otevřená a pórovitá struktura a před aplikací musí být navlhčen do kapilární nasycenosti.



Obr. 14 – Plošná sanace krystalizačním nástřikem (převzato z [9])

Pro sanaci kaveren a větších trhlin je možné použít krystalizační ucpávky dodávané většinou v sypké podobě a aplikované po smíchání s vodou. Příprava podkladu probíhá obdobně jako pro nástřiky a nátěry. Ucpávky je možné aplikovat i na trhliny, které vykazují průnik vody během sanace. Sanace pomocí krystalizační ucpávky viz obr. 15.



Obr. 15 – Sanace kaveren pomocí krystalizační ucpávky (převzato z [9])

Aplikované krystalizační materiály je po aplikaci nutné ošetřovat. Zejména tak, aby místo aplikace bylo po dobu určenou výrobcem (min. 24 – 48 h) chráněno před rychlým vysycháním. [15] [23]

3.8.3 Sanace poruch ve spárách před betonáží

V případě poškození zabudovaného těsnícího pásu pracovní nebo dilatační spáry je třeba před betonáží dalšího úseku provést jeho opravu. Způsob opravy se odvíjí od charakteristiky poškození a materiálu těsnícího pásu.

Menší poškození, jako je potrhání pásu je možné opravit například pomocí záplat ze surového kaučuku nebo tlakovou vulkanizací pomocí speciální vulkanizační plotýnky. V případě větších poškození, kdy dojde například k úplnému odtržení pásu, je nutné poškozený úsek vysekat a vložit nový pás, který musí být svařen s pásem stávajícím. Dutinu vzniklou vysekáním, je poté nutné uzavřít vhodným materiálem (například epoxidovou maltou).

Vzhledem k tomu, že tyto opravy by měli provádět speciálně vyškolení pracovníci určení většinou výrobcem těsnícího prvku, je tato oprava poměrně nákladná. Proto je třeba chránit částečně zabetonované prvky před jejich poškozením. [16]

3.8.4 Dodatečná sanace poruch ve spárách

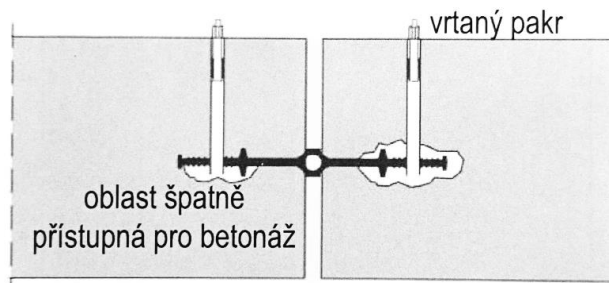
Nejlepším řešením dodatečné sanace netěsnící spáry je její injektáž pomocí předem vložené injektážní hadičky. Jako injektážní materiál je používána PU pryskyřice, cementová suspenze nebo akrylátová pryskyřice.

Pokud z nějakého důvodu není možné injektovat pomocí předem vložené injektážní hadičky (nesprávná instalace hadičky, případně není hadička nainstalována), je nutné spáry sanovat injektáží pomocí vrtaných pakrů.

V případě pracovních spár je nutné vyvrtat pod úhlem cca 45° otvory protínající danou spáru a po vyčištění a vložení pakrů může být spára injektována.

Pokud se objeví průsaky přes dilatační spáru, je její utěsnění o poznání složitější. V první řadě je třeba rozlišit, zda je netěsná dilatační nebo těsnící část pásu.

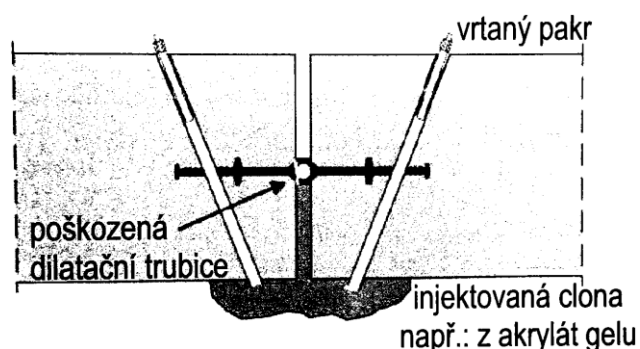
Netěsnosti v těsnící části dilatačního pásu bývají způsobené nedostatečným obklopením těsnění betonem. Sanace probíhá obdobně jako u pracovních spár vyvrtáním otvoru protínající pás, do kterého je po vyčištění vložen pakr, a netěsnící místo je injektováno viz obr. 16.



Obr. 16 – Injektáž dilatačního pásu (převzato z [16])

Pokud je netěsnost lokalizována v dilatační části těsnícího, je při volbě způsobu opravy zohlednit, zda v konstrukci bude docházet k dalším dilatačním pohybům, či nikoliv. Pokud tomu tak bude, je možné spáru utěsnit pomocí svěrkového pásu, kterým se spára překryje a utěsní. Nevýhodou tohoto řešení je nutnost ochrany svěrkového pásu, což může způsobit snížení komfortu užívání

Poměrně elegantním řešením, které je vhodné pokud většina pohybů ve spáře již proběhla, je vytvoření clony pomocí injektáže akrylátového gelu na vnější straně konstrukce viz obr 16. V místě spáry vyvrtáme otvory skrz celou konstrukci až k vnějšímu povrchu a po vyčištění a vložení pakrů je na vnější straně konstrukce vytvořena clona zamezující průniku vody do spáry.



Obr. 17 – Clona na vnější straně konstrukce (převzato z [16])

Z výše uvedeného vyplývá, že je nutné každý případ posuzovat jednotlivě a vždy zvolit nejlepší řešení s ohledem na jeho trvanlivost a také cenu. V každém případě je ale mnohem výhodnější provádět důslednou kontrolu kritických míst ještě před betonáží. [16]

4 Vlastní část

4.1 Identifikace stavby

4.1.1 Obecné informace

Jedná se o novostavbu bytového domu „Mediumpark“ v Hradci Králové o jednom podzemním a čtyřmi nadzemními podlažími. Objekt je rozdělen do 3 dilatačních celků (A, B a C), které jsou situovány do tvaru písmene U.

Podzemní podlaží bude z většiny využíváno k parkování osobních automobilů. Pro zvětšení kapacity parkovacích stání bude jejich část řešena pomocí tzv. zakladačů, z čehož vyplývá i rozdělení základové desky do více výškových úrovní. Vjezd do garáží je řešen dvěma vjezdy. Dalšími prvky určujícími tvar základové desky jsou dojezdy výtahů, které jsou umístěny po jednom kuse v každém dilatačním celku. Suterén jsou dále umístěny sklepní kóje, technická místnost a kočárkárna. Odvětrávání suterénních prostor je řešeno pomocí větracích otvorů v obvodových stěnách v kombinaci s nuceným větráním.

Nadzemní část stavby je využívána výhradně pro bydlení. Nad částí suterénu se kromě samotných bytů nachází předzahrádka a jsou zde situovány vchody do jednotlivých dilatačních celků.

4.1.2 Konstrukční řešení

Svislé nosné konstrukce jsou řešeny částečně jako železobetonové monolitické a částečně jako zděné z keramických tvárnic Porotherm.

Vodorovné nosné konstrukce jsou řešeny jako železobetonové monolitické jednosměrně pnuté desky tl. 120 mm.

Objekt je založen na ŽB základové desce, která je pod stěnami a sloupy podepřena vrtanými pilotami.

4.2 Varianty řešení spodní stavby

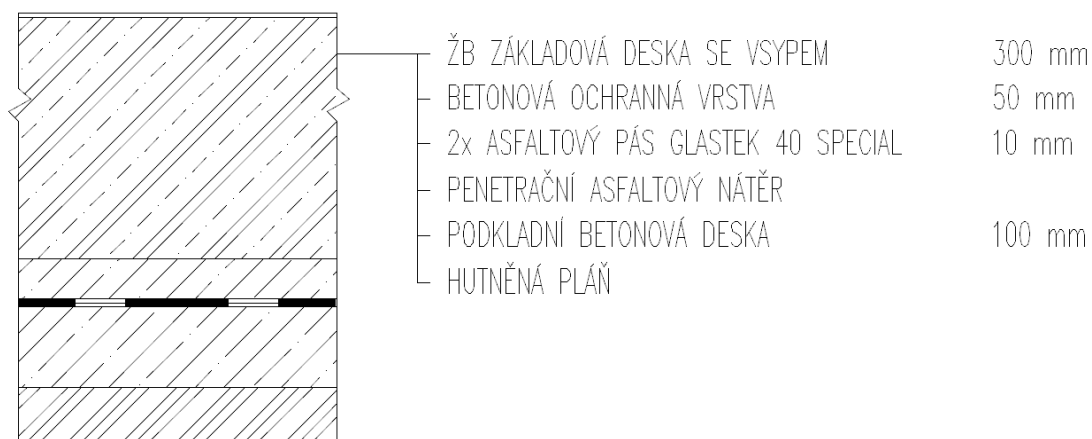
Pro řešení spodní stavby byly navrženy dvě varianty. Původní varianta počítala s povlakovou hydroizolací v podobě SBS modifikovaného asfaltového pásu GLASTEK 40 SPECIAL nataveného celoplošně ve dvou vrstvách. Z důvodů, kterým se v této práci budu věnovat, byla navržena varianta hydroizolace pomocí vodonepropustného betonu – bílé vany.

4.2.1 Varianta č. 1 – hydroizolace asfaltovými pásy

Jedná se o původní variantu navrženou projektantem. Objekt je založen na monolitické železobetonové desce tl. 300 mm. Obvodové a vnitřní stěny jsou řešeny pomocí betonových bednicích tvarovek.

Hydroizolace této varianty je řešena pomocí celoplošně natavených modifikovaných SBS asfaltových pásů ve dvou resp. třech vrstvách.

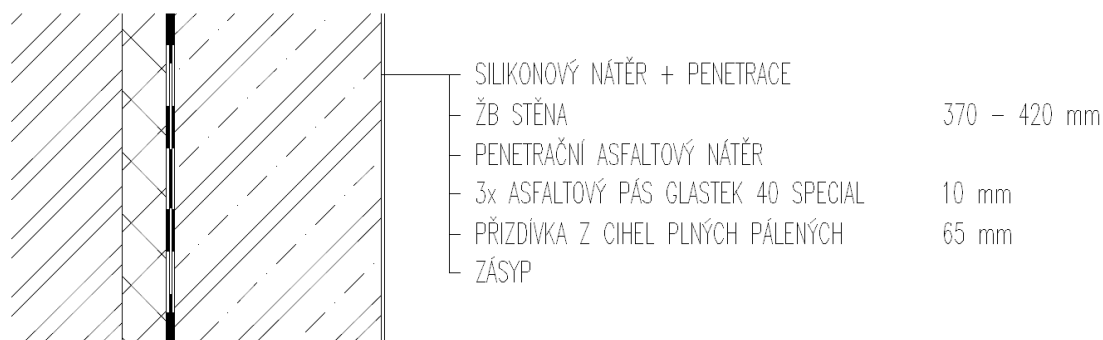
4.2.1.1 Základová deska



Obr. 18 - Skladba základové desky (zdroj autor, dle PD)

Skladba základové desky viz obr. 18 sestává z podkladního betonu tl. 100 mm betonovaném na hutněné pláni. Na podkladní beton je celoplošně nataven SBS modifikovaný asfaltový pás GLASTEK 40 SPECIAL ve dvou vrstvách (pod úrovní hladiny spodní vody je přidána třetí vrstva). Na hydroizolaci je vybetonována 50 mm ochranná betonová vrstva, na kterou je následně vybetonována monolitická železobetonová deska tl. 300 mm s hlazeným vsypem případně se silikonovým nátěrem na jejím povrchu.

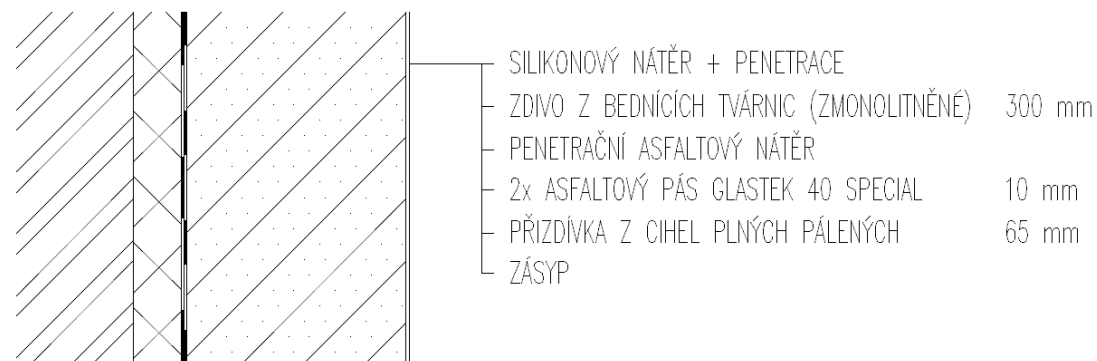
4.2.1.2 Monolitická stěna pod úrovní terénu



Obr. 19 - Skladba monolitické stěny - zakladače, dojezdy výtahů (zdroj autor, dle PD)

Stěny prohlubní zakladačových stání a dojezdů výtahu viz obr. 19 jsou řešeny jako ŽB monolitické tloušťky 370 – 420 mm. Z vnitřní strany je stěna opatřena silikonovým nátěrem, který slouží jako ochrana před úkapy z automobilů. Z vnější strany je stěna izolována celoplošným natavením tří vrstev SBS modifikovaného asfaltového pásu GLASTEK 40 SPECIAL. Hydroizolace je chráněna přízdívkou z cihel plných pálených.

4.2.1.3 Zdivo z bednicích tvarovek



Obr. 20 - Skladba stěny z bednicích tvarovek – obvodová (zdroj autor, dle PD)

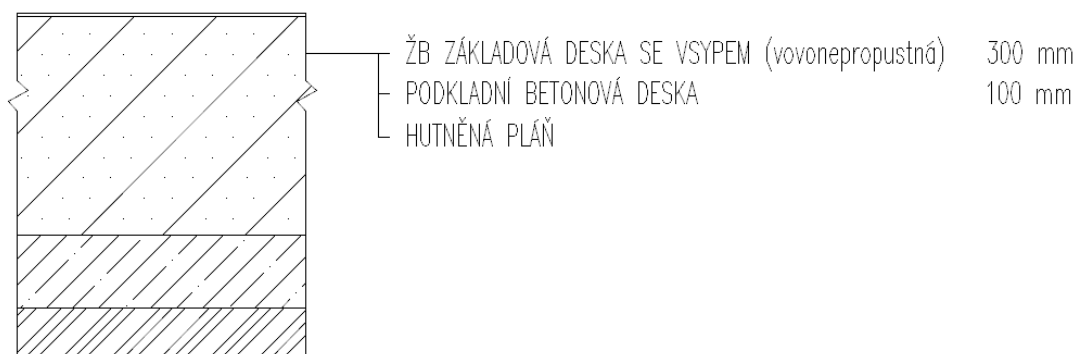
Obvodové zdivo z bednicích tvarovek tl. 300 mm viz obr. 20 je na vnitřním povrchu opatřeno penetrací a silikonovým nátěrem. Na vnější povrch zdiva je nanesen asfaltový penetrační nátěr. Následně je celoplošně nataven SBS modifikovaný asfaltový pás GLASTEK 40 SPECIAL, který je vytažen 300 mm nad úroveň terénu. Jako ochrana hydroizolace slouží přízdívka z cihel plných pálených tl. 65 mm. Od výškové kóty -2,600 mm, jsou cihly plné pálené nahrazeny perimetrickým polystyrenem, perimetrický polystyren je od úrovně 400 mm nad terénem nahrazen klasickým EPS. Nad terénem je navíc na

polystyren nanese na lepící stěrka s armovací sklotextilní sítí, penetrace a vnější silikonová omítka opatřená hydrofobizačním nátěrem.

4.2.2 Varianta č. 2 – bílá vana

Na podnět realizační firmy byla vpracována druhá varianta a to hydroizolace spodní stavby formou vodonepropustné železobetonové konstrukce – bílé vany. Tuto variantu si také vybral investor jako výhodnější. Spolu s tím došlo i k jiným změnám, z nichž největší vliv na spodní stavbu má nahrazení zateplení stropu nad suterénem, které bylo původně řešeno pomocí minerální vaty tl. 200mm. Nově je zateplení řešeno materiálem 3i-isolet tl. 240 mm. Z tohoto důvodu došlo ke změně výšky větracích otvorů a oken v suterénu.

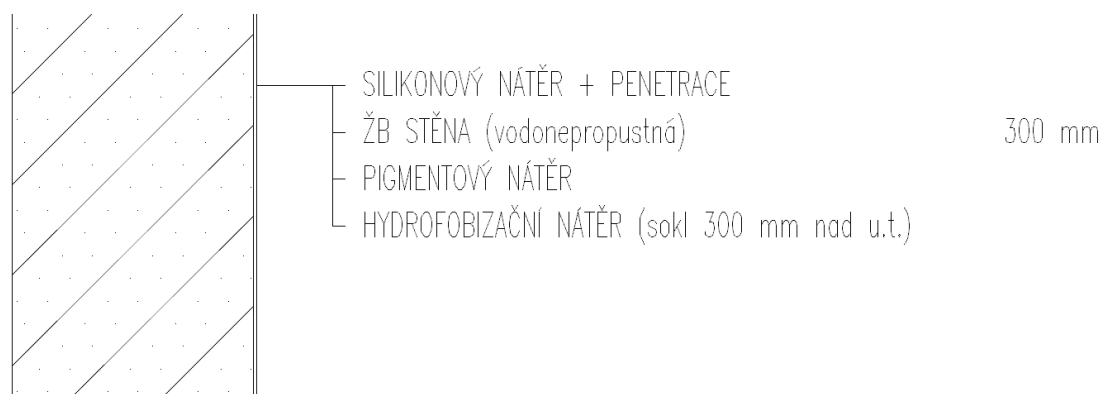
4.2.2.1 Základová deska



Obr. 21 - Skladba vodonepropustné základové desky (zdroj autor, dle PD)

Základová deska bílé vany viz obr. 21 je vybetonována na vrstvě podkladního betonu tl. 100 mm. Je tedy zřejmé, že oproti původní variantě je tato výrazně zjednodušena. Spolu s návrhem nové skladby byl také v určitých detailech pozměněn tvar základové desky. Zejména se jedná o vytvoření náběhů v místech výškových změn, nad hlavami pilot a v místech dilatačních spár. Tyto náběhy slouží k eliminaci trhlin v důsledku skokové změny napětí.

4.2.2.2 Obvodové stěny



Obr. 22 - Skladba vodonepropustné obvodové stěny (zdroj autor, dle PD)

Jak je patrné z obr. 22, obvodovou stěnu tvoří pouze samotná železobetonová konstrukce opatřená na vnitřní straně silikonovým nátěrem a na vnější straně pigmentovým nátěrem, který je do úrovně 300 mm nad terénem doplněn hydrofobizačním nátěrem. Opět se tedy jedná o výrazné zjednodušení konstrukce.

K tomuto zjednodušení přispívá také fakt, že v rámci změn v projektové dokumentaci bylo upuštěno od tepelné izolace suterénních stěn.

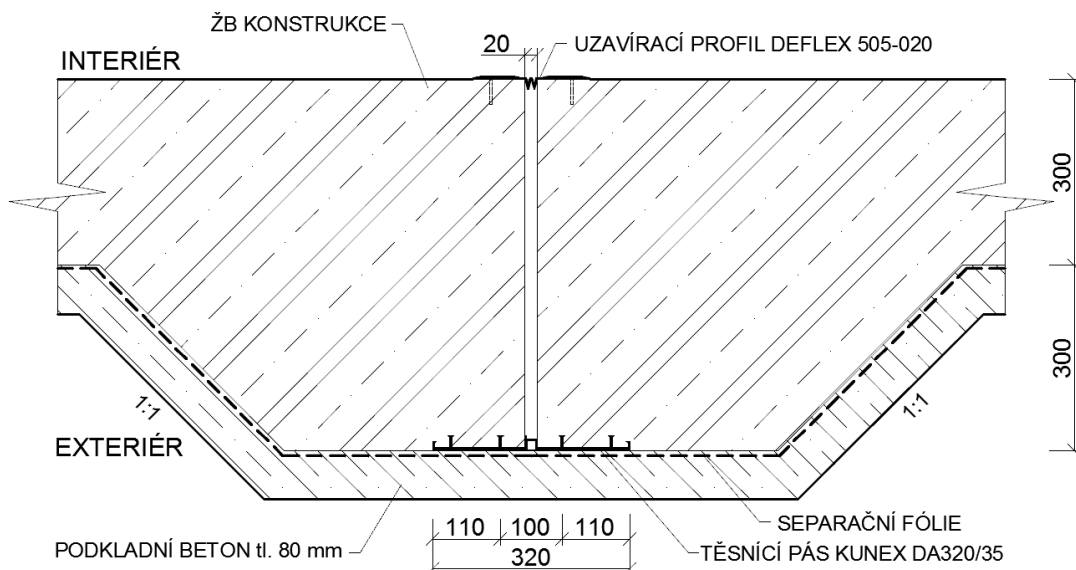
4.3 Porovnání řešení vybraných detailů

Projektová dokumentace neobsahovala žádné detaily hydroizolace spodní stavby ve specifických místech. V této kapitole se tedy budu věnovat návrhu vybraných detailů pro variantu hydroizolace asfaltovými pásy a pro variantu bílé vany, jejich popisem a vzájemným porovnáním.

4.3.1 Dilatační spára

Z důvodu dilatování pohybů vznikajícími teplotní roztažností probíhá objektem dilatační spára. Původně byla její šířka navržena na 50 mm. Po konzultaci se statikem byla šířka zmenšena na 20 mm.

4.3.1.1 Bílá vana



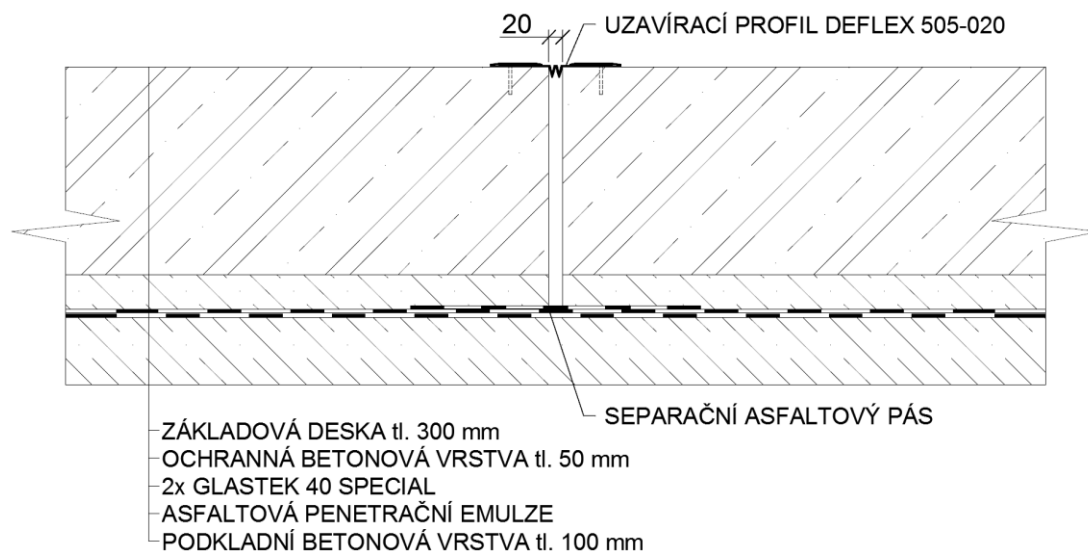
Obr. 23 – Těsnění dilatační spáry bílé vany (zdroj autor)

Vodotěsnost dilatační spáry viz obr. 23 je zajištěna pomocí těsnícího pásu KUNEX DA 320/35 z PVC-P (měkčený polyvinylchlorid). Pás je vkládán z vnější strany konstrukce a je určen pro dilatační spáry o šířce 20 mm. Skládá se z dilatační části široké 100 mm a těsnících částí širokých 110 mm, což je dostačující z hlediska maximálního průsaku betonu, který činí 50 mm. Výhodou tohoto řešení je jednodušší upevnění ve správné poloze a jednodušší tvar výztuže, než u pásů vkládaných doprostřed spáry. Při betonáži lze také snáze docílit správného zhutnění a obklopení těsnícího pásu betonem, což je základní požadavek pro vodotěsnost tohoto řešení.

Dále si na obrázku můžeme všimnout vrstvy podkladního betonu, který je od vodonepropustné železobetonové konstrukce oddělen použitím separační PE fólie. Toto řešení slouží k eliminování pnutí mezi podkladní a nosnou vrstvou a je tak zamezeno tvorbě trhlin.

Ze strany interiéru je spára uzavřena profilem DEFLEX 505-20, který je určený pro překlenutí spáry o šířce 20 mm a umožňuje dilatační pohyby. Kotvení je zajištěno nerezovými šrouby a hmoždinkami do betonu. Profil odolává zatížení do 3 000 kg, což je pro garáže bytových domů dostačující.

4.3.1.2 Asfaltová hydroizolace



Obr. 24 – Hydroizolace dilatační spáry asfaltovými pásy (zdroj autor)

V případě hydroizolace asfaltovými pásy spočívá vyřešení detailu v místě dilatační spáry v oddělení hydroizolační vrstvy od dilatované konstrukce. Vzhledem k tomu, že v dilatační spáře probíhají pohyby pouze ve vodorovném směru, bude dostačující vložení asfaltového pásu, který nebude nataven k hydroizolační vrstvě viz obr. 24. Docílíme tak vytvoření kluzné vrstvy a umožnění dilatačních pohybů nezávisle na hydroizolaci.

Celá konstrukce je založená na podkladním betonu tloušťky 100 mm. Na hydroizolaci je jako ochrana vybetonována 50 mm vrstva betonu. Pro uzavření dilatační spáry ze strany interiéru je použitý uzavírací profil DEFLEX 505-020 umožňující pojíždění osobních automobilů a dilatační pohyby ve vodorovném směru.

4.3.1.3 Porovnání variant

Varianta pro bílou vanu je náročnější z hlediska výkopových prací, kdy je potřeba v místě dilatační spáry vytvořit svahovaný výkop se svahy ve sklonu 1:1 a hloubky cca 380 mm. Následně je nutné ve tvaru z obr. 15 vybetonovat podkladní vrstvu, což zvyšuje pracnost betonáže. Pokládka separační fólie a samotného těsnění je poté už poměrně jednoduchá a rychlá. Zvýšenou pozornost je potřeba tomuto detailu věnovat při hutnění betonu.

Varianta s hydroizolací asfaltovými pásy naopak nevyžaduje žádné speciální úpravy zemní pláně ani podkladního betonu. Jediným úkonem, který

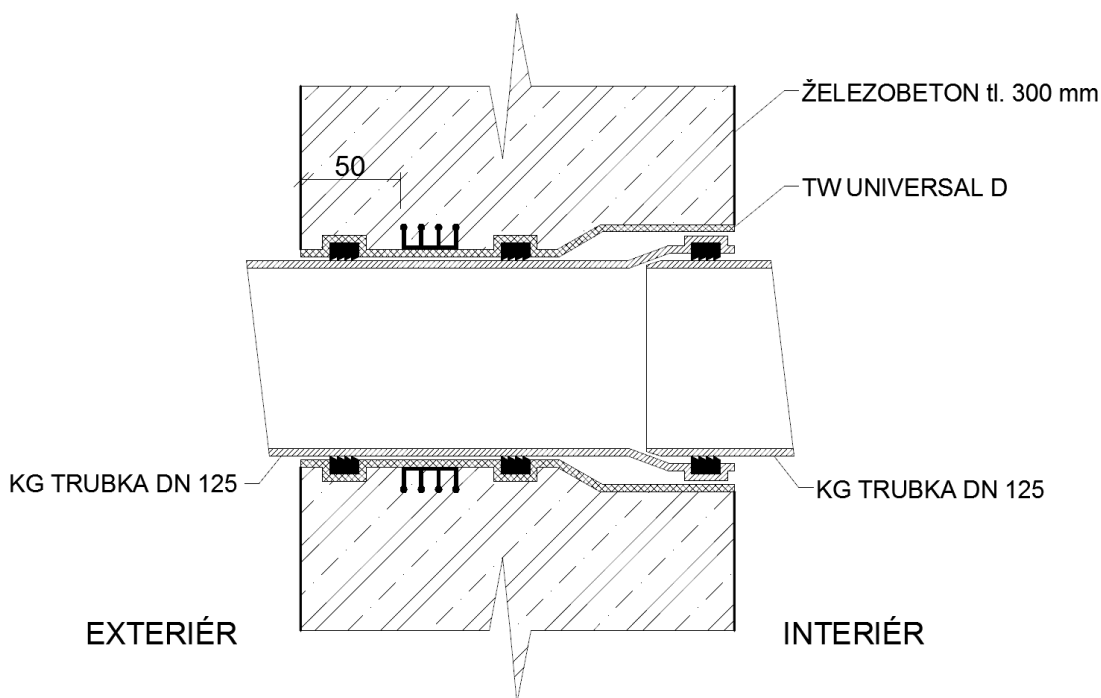
je prováděn „navíc“, je položení separačního pásu před betonáží ochranné vrstvy.

V tomto konkrétním případě shledávám jako výhodnější variantu bílé vany, která přináší časovou úsporu, protože není nutné provádět betonáž tří vrstev. Z finančního hlediska je naopak výhodnější provedení s asfaltovými pásy.

4.3.2 Prostup odpadního potrubí konstrukcí

Pro řešení prostupů s požadavkem na vodotěsnost existuje velké množství variant. Na trhu je několik výrobců specializujících se na výrobu tvarovek, těsnění a dalších prvků, pomocí nichž je možné vyřešit prostupy kvalitně z hlediska vodotěsnosti a zároveň poměrně jednoduše.

4.3.2.1 Bílá vana



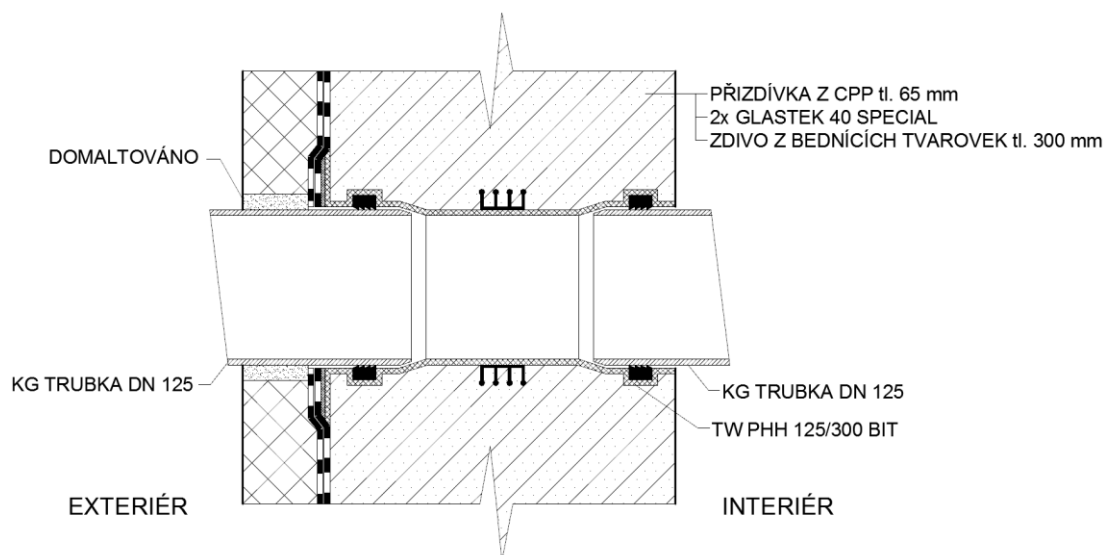
Obr. 25 – Prostup odpadní roury bílou vanou (zdroj autor)

Na obr. 25 je znázorněna jedna z možností utěsnění prostupu vodonepropustnou konstrukcí. Řešení je výhodné zejména v tom, že mezi pažnicí a procházející trubku již není potřeba vkládat další těsnění. Pažnice se opatřena ochrannými víčky osazuje do bednění před betonáží.

Tvarovka UNIVERSAL D výrobce Topwet je vyrobena z plnostěnného PVC. Obsahuje dva vnitřní gumové těsnící kroužky a integrovaný těsnící

hřeben, který slouží k přerušení průsaků mezi betonem a samotnou tvarovkou. Těsnící hřeben je nutno osadit tak, aby se nacházel na okraji zavodněné oblasti. V našem případě tedy 50 mm od vnějšího líce nosné zdi.

4.3.2.2 Asfaltová hydroizolace



Obr. 26 – Prostup odpadní roury hydroizolací asfaltovými pásy (zdroj autor)

Prostup konstrukcí z bednicích tvarovek s hydroizolací asfaltovými pásy lze provést pomocí speciální těsnící tvarovky PHH125/300 výrobce Topwet z plnostěnného PVC znázorněné na obr. 26. Součástí tvarovky je na vnější straně límec s tkaninovým povrchem, který umožňuje natavení asfaltových pásů. Uprostřed je integrovaný pryžový těsnící hřeben, který zajišťuje spojení s betonem a je tak zajištěna poloha prvku v konstrukci.

Postup osazení spočívá ve vyvrtání otvorů do bednicích tvárnic. Do těchto otvorů je následně vsunuta tvarovka a poté může být konstrukce zmonolitněna. Při betonáži je nutná dostatečná aretace. Napojení na hydroizolaci je provedeno vyříznutím kruhového otvoru a proříznutím asfaltového pásu, který je následně celoplošně nataven, stejný postup se opakuje i u druhé vrstvy. V případě malé mezery mezi asfaltovým pásem a tvarovkou, lze tuto mezeru vyplnit trvale pružným tmelem.

Při vyzdívání přízdívky je třeba dbát zvýšené opatrnosti, aby nedošlo k poškození hydroizolace například nevhodnou manipulací s materiálem. Mezera mezi cihlami a trubkou vsunutou do tvarovky by měla být vyplněna

maltou, aby byla zajištěna ochrana hydroizolace v celé její ploše a zejména v řešeném detailu.

4.3.2.3 Porovnání variant

Obě popsaná řešení se vyznačují svou jednoduchostí a malou technologickou náročností na provedení.

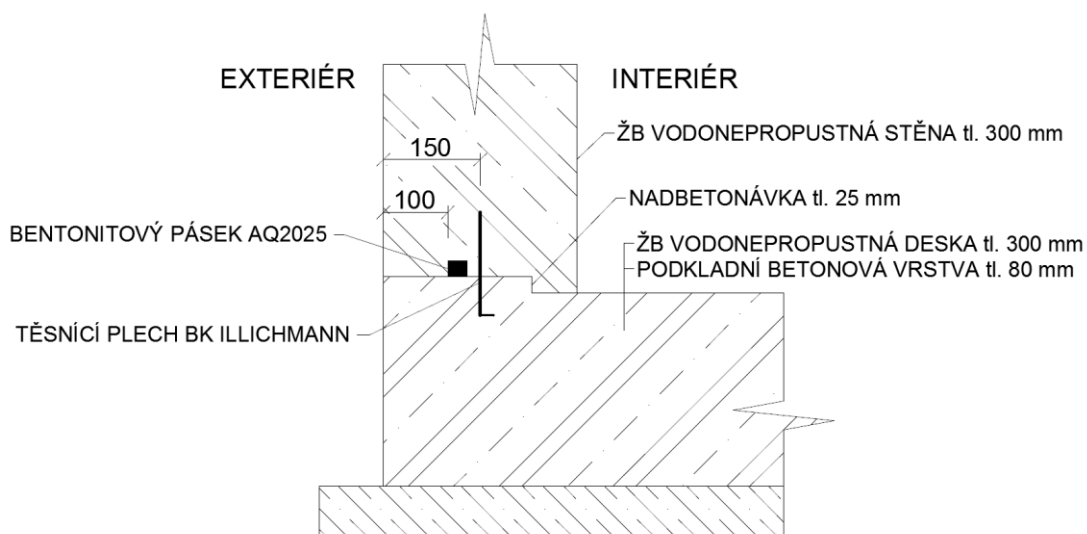
Z časového hlediska je zajisté výhodnější řešení pro bílou vanu, jelikož po vložení do bednění a důkladném zhutnění betonu v okolí tvarovky, má v podstatě hotový vodotěsný prostup skrze konstrukci. Zatímco v případě asfaltových pásů je nutné ještě vodotěsně spojit hydroizolaci v ploše s tímto detailem a následně provést ochrannou přizdítku. Výhodnost řešení detailu pro bílou vanu spočívá také v tom, že není potřeba mít na stavbě pracovníka s vrtačkou nebo bouracím kladivem. Na druhou stranu toto bývá běžnou výbavou betonářské čety.

Vhledem k podobnosti řešení a použitých tvarovek je nasnadě porovnání pořizovacích nákladů. Tvarovka délky pro řešení bílé vany má dle ceníku jednoho z dodavatelů pořizovací cenu 1 724 Kč, zatímco tvarovka pro asfaltové pásy má cenu 2 633 Kč.

Z výše uvedeného shledávám jako výhodnější řešení detailu pro bílou vanu a to zejména z hlediska menší časové a finanční náročnosti.

4.3.3 Přechod mezi vodorovnou a svislou částí

4.3.3.1 Bílá vana

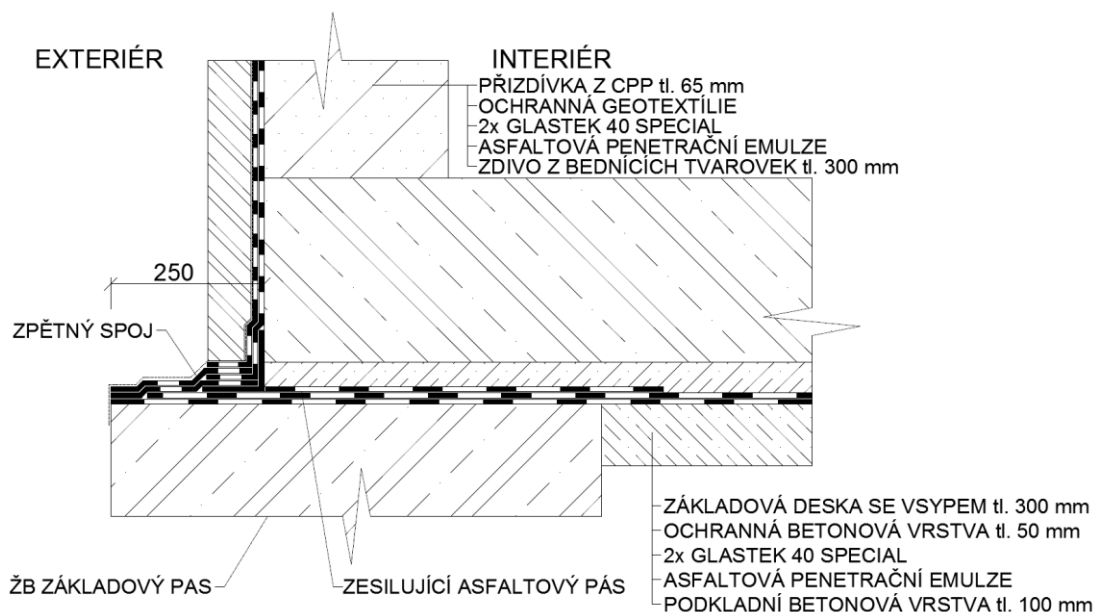


Obr. 27 – Těsnění pracovní spáry mezi vodorovnou a svislou kci (zdroj autor)

Spára mezi vodorovnou a svislou konstrukcí (obr. 27) se řeší obdobně jako běžná pracovní spára. Vzhledem k tomu, že výztuž v základové desce má krytí 35 mm, je pro lepší zabudování těsnícího plechu BK ILLICHMANN (plechový pás s bitumenovou úpravou) vhodné provést nadbetonávku. To zajistí zabetonování plechu do výšky 60 mm (požadavek dle výrobce je minimálně 30 mm a maximálně 80 mm) v ideálnější poloze. Plech je upevněn na betonářskou výztuž pomocí integrovaného perforovaného L profilu.

Dále je do spáry vložen bentonitový bobtnající pásek AQ2025. Tento prvek se do spáry vkládá až po vybetonování vodorovné části. Je velice důležité dodržet minimální krytí 8 mm, což je splněno s rezervou 20 mm. V případě nedodržení krytí vzniká riziko popraskání a dokonce i odlomení betonu. Tato spára je tedy těsněna dvojnásobně, což snižuje riziko průsaků na minimum.

4.3.3.2 Asfaltová hydroizolace

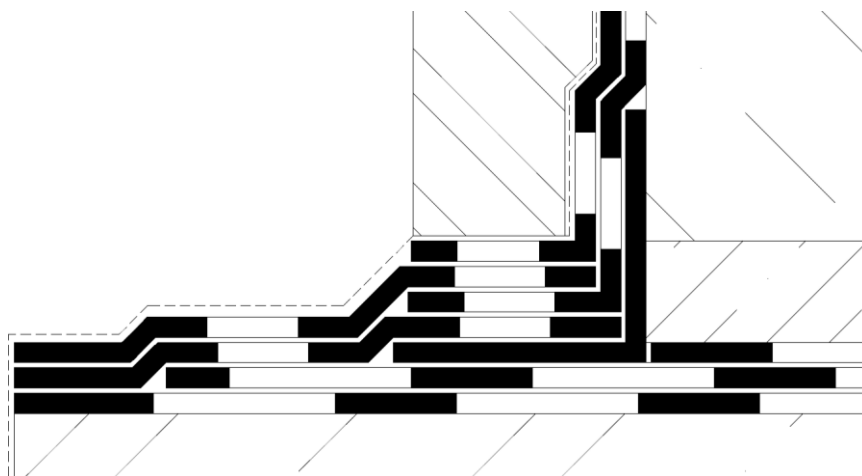


Obr. 28 – Přejchod mezi vodorovnou a svislou hydroizolací (zdroj autor)

Přejchod hydroizolace mezi svislou a vodorovnou částí na obr. 28 nelze řešit pouhým zalomením asfaltového pásu o 90°. V tomto případě je jedinou možností vytvoření tzv. zpětného spoje. Pro jeho vytvoření je potřeba, aby byl vytvořen přesah podkladní konstrukce. V našem případě je tento přesah široký 250 mm. Samotný zpětný spoj (obr. 29) je vytvořený vytažením vodorovných asfaltových pásu a jejich provázáním se svislými pomocí přířezů. Pro zjednodušení zpětného spoje je možné do rohu vložit přechodový klín z EPS. V tomto případě to není vhodné z hlediska obtížného založení ochranného zdiva. Mezi přízdívku a hydroizolace je z důvodu ochrany vložena geotextilie. Nad základový pas je pak vložen zesilující asfaltový pás.

Provedení zpětného spoje je poměrně komplikované a vyžaduje praxi a určitou zručnost izolátéra.

Při ukládání zeminy do výkopu je třeba postupovat s opatrností, aby nedošlo ke zbytečnému poškození přízdívky a případně i hydroizolace. Zeminu je vhodné sypat z co nejmenší výšky.



Obr. 29 – Detail provedení zpětného spoje (zdroj autor)

4.3.3.3 Porovnání variant

Z časového i technologického hlediska je výhodnější varianta bílé vany. Vložení a upevnění těsnících prvků do spáry provádí železář během armování a nevzniká tak nárok na další profese. Montáž těchto prvků je velice snadná a rychlá. Úskalím, které zvyšuje pracnost betonáže je vytvoření nadbetonávky ve spáře. Nicméně pro zkušené betonáře by to neměl být problém. Důležité je dodržení předepsané polohy obou prvků. Před betonáží je třeba zajistit dokonale čistou pracovní spáru i těsnící prvky. K tomu je vhodné použití fukaru.

Varianta s asfaltovými pásy je na první pohled náročnější na provedení, je zde potřeba vytvořit větší množství přířezů různých velikostí. Samotnou pokládku by měl provádět zručný a zkušený izolátor. Vzniklé spoje je následně nutné pečlivě zkontrolovat. Časová náročnost provedení tohoto detailu se odvíjí od zručnosti izolátora.

Jako celkově výhodnější vyhodnocuji variantu bílé vany, která je velice rychle proveditelná a to bez nároků na zkušený personál. Těsnící plech i bobtnající pásek je možné do spáry vkládat i za nepříznivého počasí.

4.4 Důvody pro změnu

V této kapitole praktické části se pokusím přiblížit hlavní důvody, proč došlo ke změně projektu, a spodní stavba izolovaná hydroizolací z asfaltových pásů byla nahrazena tzv. bílou vanou.

4.4.1 Časová náročnost

Hlavním a velice podstatným důvodem byla časová náročnost na provádění spodní stavby s izolací asfaltovými pásy. Tato náročnost byla dána zejména tím, že by pro vytvoření jedné skladby bylo nutné provádět betonáž tří vrstev.

Dle harmonogramu byl začátek realizace hydroizolace základové desky naplánován na druhou polovinu února. Tato skutečnost mohla vést ke zpoždění celé stavby z důvodu nepříznivého počasí, jelikož pokládka asfaltových pásů je doporučena při teplotě minimálně 5°C a za suchého počasí, což neplatí pro bednění a armování.

Kvůli nesrovnalostem v projektové dokumentaci a špatně vyřešeným přeložkám inženýrských sítí byl začátek stavby zhruba o měsíc opožděn. I to bylo jedním z důvodů, proč došlo ke změně spodní stavby. Pokud by ke změně nedošlo, bylo by v podstatě nemožné tuto časovou ztrátu eliminovat a zhotovitel by byl sankcionován za nedodržení termínů realizace.

4.4.2 Opravy poruch

Tento faktor je zmíněn v teoretické části mé práce. Zhotovitel stavby na svou práci samozřejmě poskytuje záruku. Proto je nutné zvážit rizikovost daného řešení a případnou cenu oprav.

Z tohoto hlediska je mnohem výhodnější bílá vana. Oprava většiny průsaků se obejde bez mechanizace a bez nutnosti zásahu z vnější strany konstrukce, která se nachází pod vrstvou zeminy. Cena sanace povlakové hydroizolace mnohdy převyšuje zisk z celé zakázky.

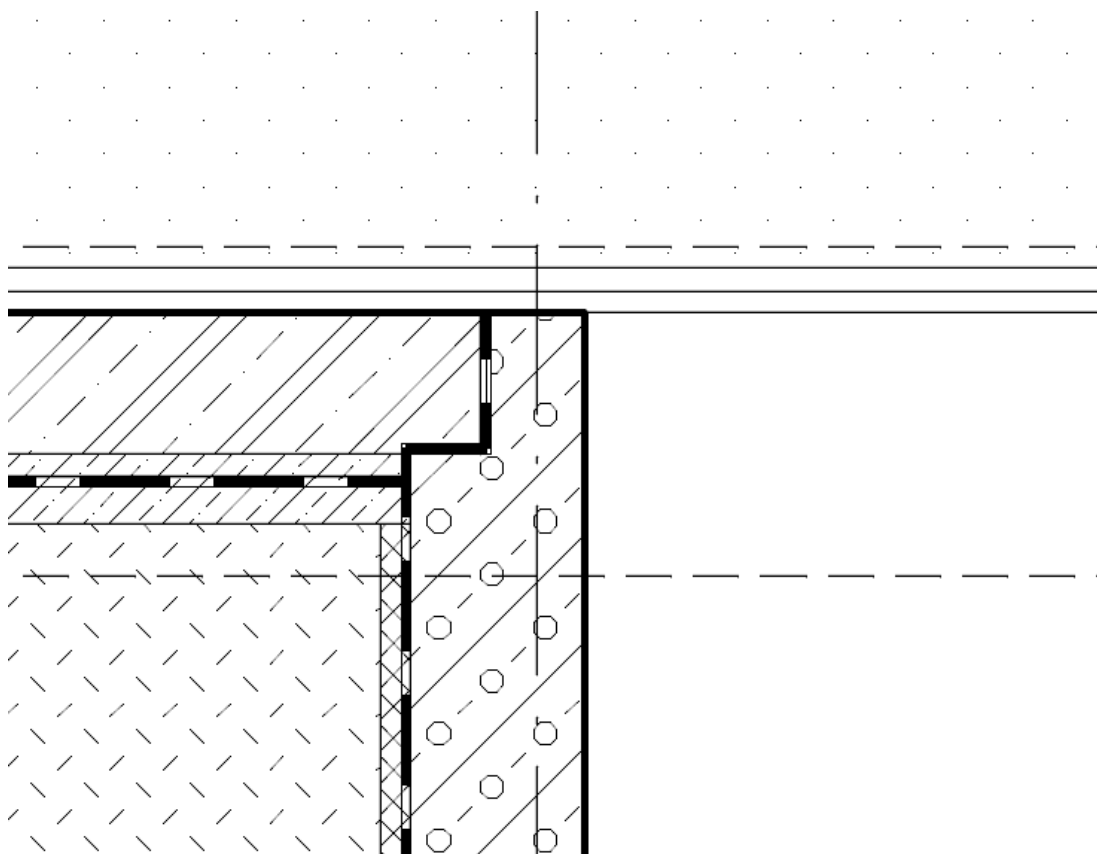
Jedním z inženýrů, který se v realizační firmě zabývá návrhem bílých van, mi dokonce bylo sděleno, že pokud se v bílé vaně objeví malé množství průsaků, které jsou lehce sanovatelné, je to známka hospodárně navržené

konstrukce. Je totiž výhodnější provést malé množství jednoduchých sanací, než konstrukci naddimenzovávat.

4.4.3 Náročné detaily

V konstrukci se objevuje mnoho detailů, které jsou náročné na provedení. Zejména se jedná o změny výškových úrovní základové desky v místě zakladačových parkovacích stání (obr. 30). Tato místa jsou v případě asfaltových pásů poměrně náročná na provedení. Stýká se zde hydroizolace s různým počtem vrstev a navíc se místa nacházejí pod úrovní hladiny spodní vody.

Změnou založení konstrukce na bílou vanu došlo k výraznému zjednodušení řešení těchto detailů, protože zde vzniká v podstatě běžná pracovní spára, která je znázorněna na obr. 27.



Obr. 30 – Výřez z PD – změna výškové úrovně základové desky (dle PD)

4.4.4 Osobní zkušenosti

Hlavní dodavatel stavby přednesl požadavek na změnu způsobu založení stavby i z důvodu dobrých osobních zkušeností a velkému množství úspěšně realizovaných zakázek založených na bílé vaně. Dodavatel si je praktický jistý, že konstrukci bílé vany dokáže provést bez zásadních poruch, které by byly technologicky i finančně náročné na provedení. Betonáž bílé vany je schopný realizovat vlastními pracovníky, zatímco pro aplikaci asfaltových pásů by byl nucen obsadit subdodavatele.

4.5 Finanční náročnost obou variant

Na základě změny způsobu založení a hydroizolace spodní stavby byl vypracován změnový list. Tento změnový list zohledňuje změny tvaru a objemu v konstrukci spodní stavby a v hydroizolačním systému. Dále je zde počítáno i s mírně přepracovaným systémem pilotového založení, se zkrácenou dobou čerpání spodní vody z důvodu odvodnění stavební jámy a s cenou projektových prací. Všechny tyto změny jsou uvedeny v tab. 5

Tab. 5 – Rekapitulace změnového listu (zdroj autor, dle změnového listu Ing. Pavla Trojana)

Stavební části SO 01	Přípočty (Kč)	Odpočty (Kč)	Změna (Kč)
Základy, svislé a vodorovné kce, dokončovací práce a izolace proti vodě	18 700 783	-17 997 590	703 193
Odvodnění	400 623	-445 603	-44 980
Piloty	3 802 009	-3 955 171	-153 161
Celkem	22 903 415	-22 398 363	505 052

Z tab. 5 vyplývá, že varianta bílé vany je dražší o 505 052 Kč, což přepočteno na procenta činí nárůst ceny o 2,25 %.

Vzhledem k tomu, že změnu inicioval dodavatel, připadají tyto náklady na vrub právě jemu. Ovšem díky této změně dodavatel dodrží všechny termíny dle smlouvy o dílo a nedojde k sankciování, což vyváží výše zmíněné náklady.

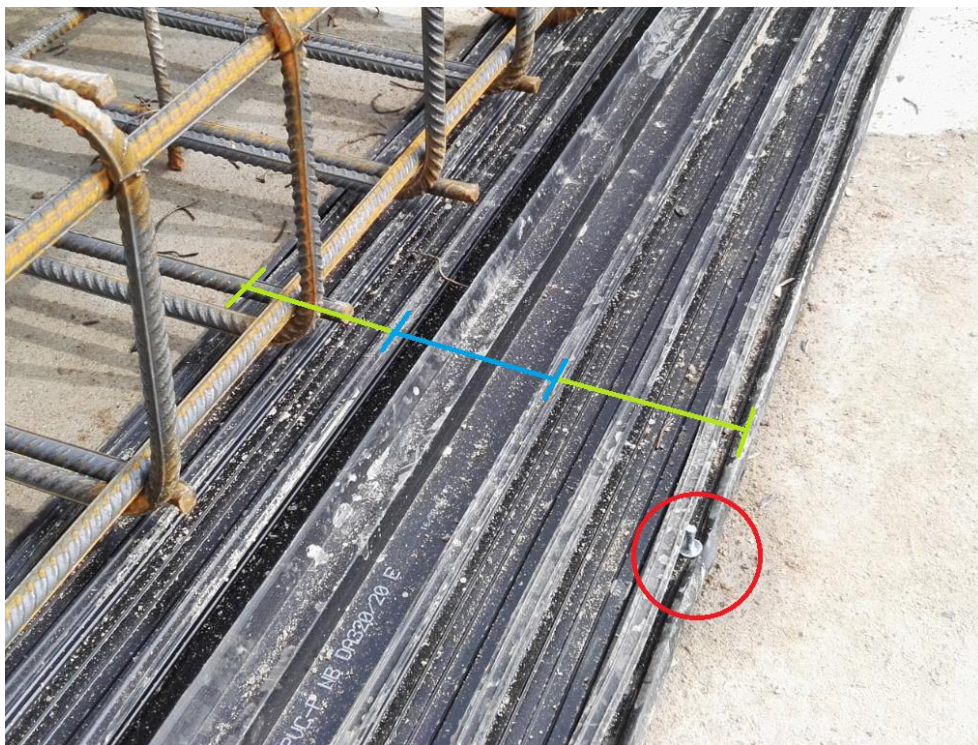
4.5.1 Výběr položek změnového listu

V tab. 6 jsou uvedeny vybrané významné položky ze změnového listu.

Tab. 6 – Tabulka cen vybraných položek (zdroj autor, dle změnového listu Ing. Pavla Trojana)

Název položky	Cena var. asfaltových pásů (Kč)	Cena var. bílé vany (Kč)	Rozdíl (Kč)
Beton základových desek prostý C 12/15	784 829	1 004 623	219 794
Železobeton základových desek C 25/30-XC3-XD1-XA1 S3	2 394 036	2 410 327	16 291
Výztuž základových desek z beton. oceli 10505 (R)	1 568 990	1 850 787	281 797
Svislé nosné konstrukce (zdivo z bednicích tvarovek vs. monolitické stěny)	3 159 552	5 692 993	2 533 441
Izolace proti vlhkosti vč. ochranné přízdívky	2 087 085	0	-2 087 085
Těsnící systém bílé vany celkem	0	690 422	690 422
Projekční práce	0	187 200	187 200

4.6 Fotodokumentace



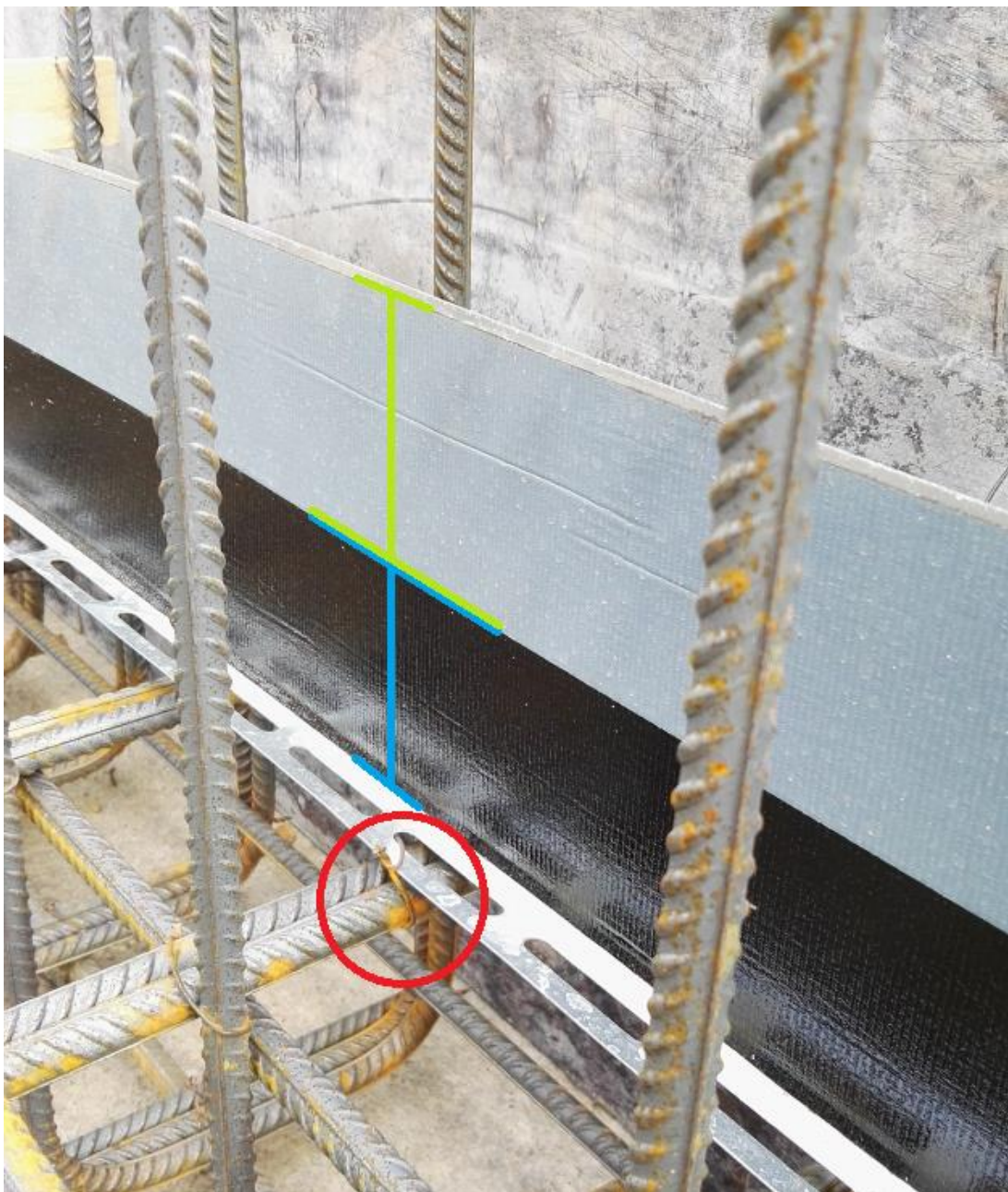
Obr. 31 – Fotografie těsnícího pásu (foto autor)

Na obr. 31 je vyfotografovaný těsnící pás KUNEX DA 320-35. Červeně je zvýrazněno kotvení pásu v předepsané poloze pomocí nastřelovacího hřebu v krajní části. Modrou čarou je zvýrazněna dilatační část a zelenou čarou části těsnící. Pás by měl být pokládán na očištěný povrch a až do betonáže by měl být chráněn proti poškození (šlápnutí, poškození výztuží). Těsně před betonáží musí být pás pečlivě očištěn.



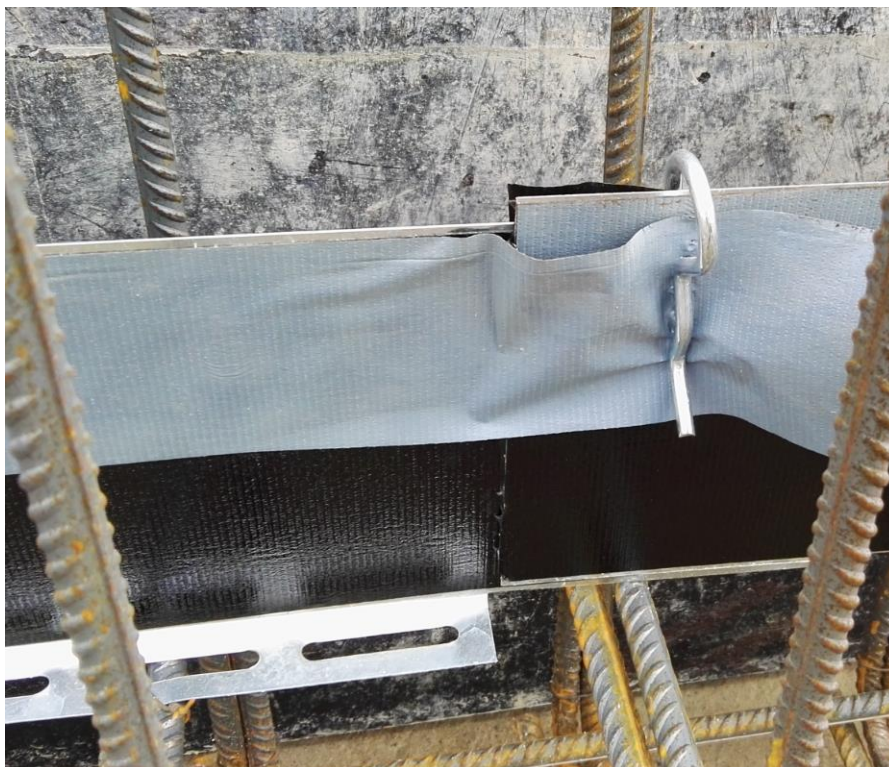
Obr. 32 – Pohled na těsnění dilatační spáry (foto autor)

Na obr. 32 vidíme celkový pohled na těsnění budoucí dilatační spáry. V pravé horní části fotografie si lze všimnout těsnícího plechu s bitumenovou povrchovou úpravou pro těsnění pracovní spáry mezi základovou deskou a stěnou prohlubně pro zakladačová stání.



Obr. 33 – Těsnící plech pracovní spáry (foto autor)

Na obr. 33 je zobrazen těsnící plech s bitumenovou povrchovou úpravou BK ILLICHMAN. Červeně je zvýrazněno uchycení plechu k výztuži. Modře označená část bude zabetonována při betonáži základové desky, zeleně označená část až při betonáži stěny. Proto je horní část plechu stále opatřena ochrannou páskou, která by měla být stržena až těsně před betonáží.

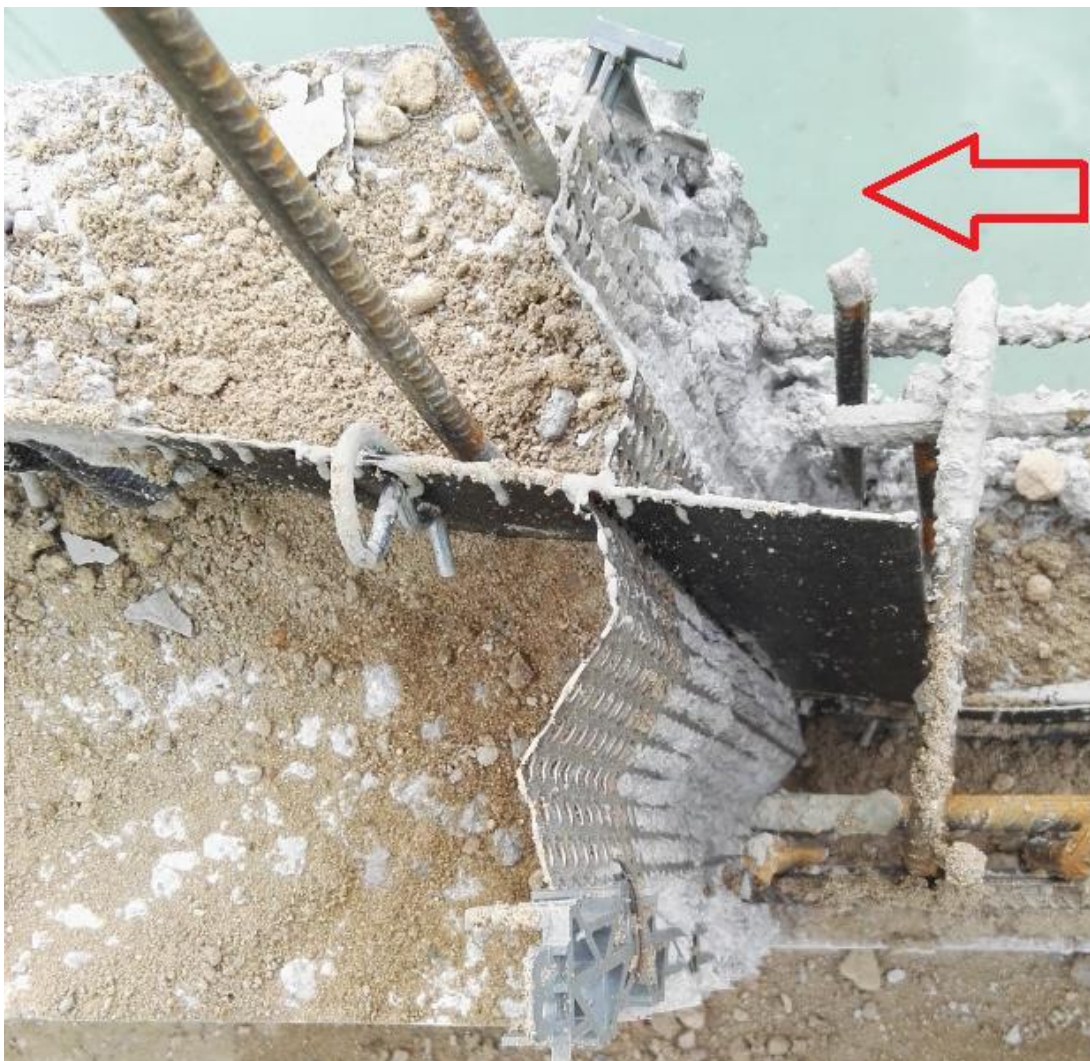


Obr. 34 – Spojení těsnícího plechu (foto autor)



Obr. 35 – Pohled do pracovní spáry (foto autor)

Na obr. 34 a obr. 35 je vyfoceno spojení dvou těsnících plechů BK ILLICHAN. Spojení je proveden pomocí spojky, která je součástí dodávky. Přesah plechů ve spoji musí být minimálně 5 cm. Pracovní spára musí být před betonáží vyčištěna, poté může být odstraněna ochranná páska.

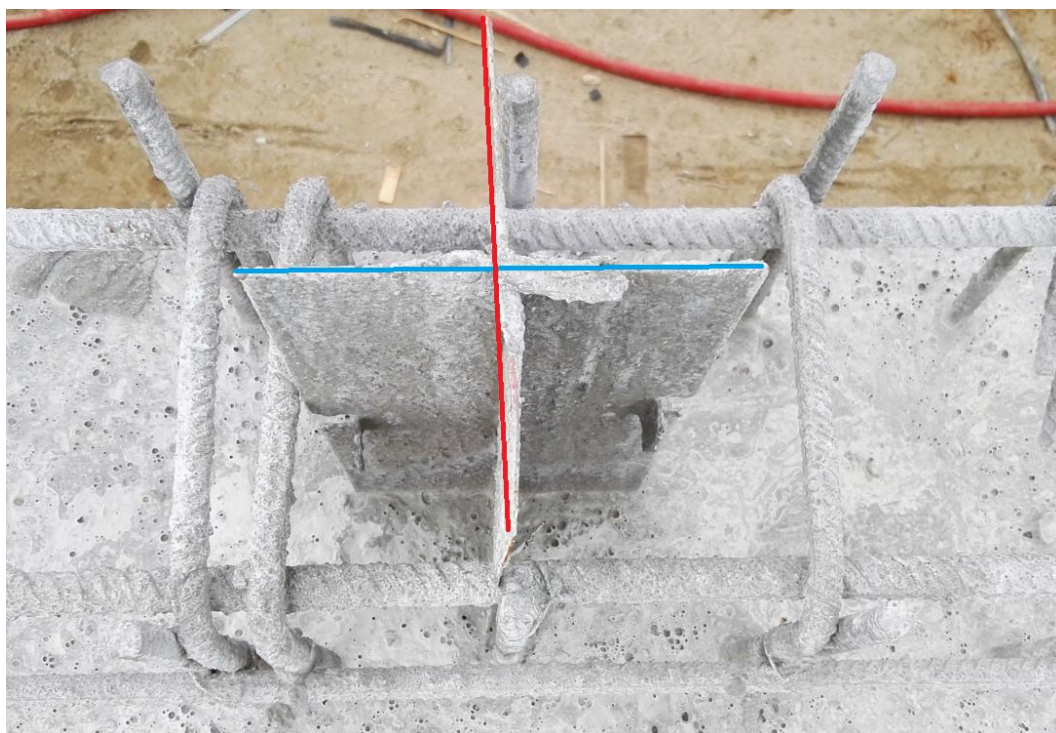


Obr. 36 – Těsnění svislé pracovní spáry (foto autor)

Na obr. 36 můžeme vidět ABS bednicí a těsnící křížový plech a jeho napojení na těsnící plech BK ILLICHMAN I v tomto případě je potřeba dodržet přesah v napojení 5 cm. Červenou šipkou je znázorněn směr betonáže. Výhodou použití tohoto prvku je vytvoření ideálního tvaru pracovní spáry se zdrsňným povrchem. Fotografie je pořízena těsně po provedeném zásypu, proto je povrch spáry silně znečištěný zeminou.



Obr. 37 – ASS řízené spáry v zaplavené zakladačové šachtě (foto autor)



Obr. 38 – ASS řízená spára - trhací lišta (foto autor)

Na obr. 37 a obr 38. je možné vidět ASS těsnící plech pro řízené spáry. Na obr. 38 je červeně zvýrazněný zeslabující plech, díky kterému vznikne v tomto místě trhlinka. Modře je zvýrazněn těsnící plech s bitumenovou povrchovou úpravou, který vzniklou trhlinku utěsní.

Zakladačová jámka je zaplavena za účelem přitížení konstrukce, aby nedošlo k vyplavení spodní vodou.



Obr. 39 – Spojování těsnění (foto autor)



Obr. 40 – Spojení těsnění dilatační a pracovní spáry (foto autor)

Na obr. 39 a obr. 40 můžeme vidět napojování různých typů těsnění pomocí svařování a speciálních spojek. Na obr. 39 je v pracovní spáře kromě těsnícího plechu vložen také bobtnající bentonitový pásek.

Závěr

Cílem teoretické části této práce bylo seznámení čtenáře s vybranými způsoby hydroizolace spodní stavby. Byly popsána hydroizolace spodní stavby asfaltovými pásy a vodonepropustnou betonovou konstrukcí tzv. bílou vanou. Pozornost byla věnována materiálům, postupu a podmínkám provádění, kontrole kvality a zejména poruchám a jejich sanacím.

V praktické části autor seznamuje čtenáře s reálnou stavbou, u které došlo ke změně hydroizolačního systému spodní stavby iniciované generálním dodavatelem stavby. Popisuje skladby konstrukcí, kterých se tato změna dotýká a zamýšlí se nad hlavními důvody, které ke změně vedly. Autor dále navrhuje detaily specifických míst konstrukce v obou variantách a porovnává je z různých hledisek. Pozornost je zaměřená také na porovnání finanční náročnosti obou variant. V závěru praktické části jsou přidány fotografie autora z realizace spodní stavby, zaměřené především na důležité detaily bílé vany.

Tato práce může sloužit jako jeden z podkladů při rozhodování o výběru hydroizolačního systému spodní stavby. Dále může být použita pro doplnění výukových a studijních materiálů pro studenty stavebních fakult. Vzhledem k obsaženým detailům, fotodokumentaci a popisu kontroly, může tato práce sloužit i jako příručka pro zhotovitele nebo investora při samotné realizaci stavby.

Seznam použité literatury

- [1] *ASB - portál: Koncept a technologie vodotěsných spár v bílé vaně* [online]. Jaga Media [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/materialy-a-vyroby/hydroizolace/koncept-a-technologie-vodotesnych-spar-v-bile-vane>
- [2] *Bettra: Těsnění HRD* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.bettra.cz/produkty/tesneni-hrd/>
- [3] *Bettra: Zemní systém HEA* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.bettra.cz/produkty/hea/>
- [4] *Coleman S.I.: Jak si vybrat asfaltový pás* [online]. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://e.coleman.cz/jak-si-vybrat-asfaltovy-pas-cz/>
- [5] COUFAL, Robert, Jan L. VÍTEK a Kristýna CHMELÍKOVÁ. Technologie betonu pro vodonepropustné betonové konstrukce - bílé vany. *BETON TKS*. Beton TKS, s. r. o, 2015(2), 12 - 17. ISSN 1213-3116.
- [6] *DEK stavebniny: Asfaltové pásy* [online]. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/produkty/vypis/23-asfaltove-pasy>
- [7] HŮLKA, Ctibor, Luboš KÁNĚ, Jan MATIČKA, Antonín ŽÁK. *Izolace spodní stavby: Hydroizolační koncepce, hydroizolační konstrukce - návrh a posouzení*. Dektrade, 2014. ISBN ISBN 978-80-87215-14-2.
- [8] *Illichman: ABS - bednicí a těsnící křížový plech* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.illichman.cz/in/abs>
- [9] *Illichman: Aquastop - bentonitové bobtnající těsnění* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.illichman.cz/in/aquastop>
- [10] *Izopol: Stavební izolace proti vodě* [online]. [cit. 2017-05-28]. Dostupné z: <http://www.izopolbrno.cz/TECHNOLOGIE.HTML>
- [11] KASAL, Pavel. *AWAL: Betonové vodonepropustné konstrukce* [online]. [cit. 2017-05-28]. Dostupné z: <http://www.awal.cz/index.asp?module=ActiveWeb&page=WebPage&DocumentID=207##javascript>
- [12] Kolektiv autorů. *Technická pravidla ČBS: Bílé vany - vodonepropustné betonové konstrukce*. Druhé vydání. Praha: Česká betonářská společnost ČSSI a ČBS Servis, 2007. ISBN 978-80-871158-03-6.

- [13] MAREK, Notovný. *TZB-info: Poruchy vodotěsných izolací spodní stavby* [online]. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/izolace-proti-vode-a-radonu/11499-poruchy-vodotesnych-izolaci-spodni-stavby>
- [14] PARYS, Antonín. *TZB-info: Hydroizolace staveb – závady a poruchy* [online]. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/izolace-proti-vode-a-radonu/11259-hydroizolace-staveb-zavady-a-poruchy>
- [15] PAZDERKA, Jiří. *Účinnost sanačních postupů založených na krystalizačních materiálech. Beton TSK*. Praha: Beton TSK, 2009 (2), 16-17. ISSN 1213-3116
- [16] Příručka: *Těsnění spár vodonepropustných betonových konstrukcí*. Metrostav a.s. - Útvar technické přípravy zakázek, 2014.
- [17] Sika: *Bílá vana - vodonepropustná betonová konstrukce* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: http://cze.sika.com/cs/produkty_a_reseni/stavebnictvi/02a015/bila_vana_vodonepropustny_beton.html
- [18] *Stavba online: Jak vybrat hydroizolace* [online]. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <https://www.stavbaonline.cz/poradna/jak-vybrat-hydroizolace.html>
- [19] Stavebnictví 3000: *Asfaltové pásy od historie po současnost* [online]. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/asfaltovane-pasy-historie-soucasnost/>
- [20] Stavebniny DEK asfaltové pásy: Montážní návod: *Stavebniny DEK* [online]. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: https://www.dek.cz/get_dokument.php?id=1116374309
- [21] SYNEK, Jaroslav. *Časopis stavebnictví: Ochrana spodní stavby proti vodě a vlhkosti využitím principu bílé vany* [online]. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://www.casopisstavebnictvi.cz/ochrana-spodni-stavby-proti-vode-a-vlhkosti-vyuzitim-principu-bile-vany_N3231
- [22] Transportbeton: *Krok za krokem: realizace vodonepropustných betonových konstrukcí, tzv. bílé vany* [online]. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://www.transportbeton.cz/krok-za-krokem-realizace-vodonepropustnych-betonovych-konstrukci-tzv-bile-vany.html>
- [23] *TZB - info: Bílé vany vs. povlakové hydroizolace – věčná rivalita* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/izolace-proti-vode-a-radonu/9432-bile-vany-vs-povlakove-hydroizolace-vecna-rivalita>

Seznam obrázků

Obr. 1 – Klad asfaltových pásů	15
Obr. 2 – Správný klad pásů s přesahem	16
Obr. 3 – Kontrola spojů izolačskou špachtlí	17
Obr. 4 – Kaverna v základové desce	19
Obr. 5 – Schéma konstrukce bílé vany	21
Obr. 6 – Ideální tvar bílé vany	22
Obr. 7 – Navzájem propojený těsnicí systém	27
Obr. 8 – Obtočná délka těsnicího pásu	28
Obr. 9 – Průběh výztuže v dilatační spáře	29
Obr. 10 – ABS bednicí a těsnicí křížový plech – deska	31
Obr. 11 – Bentonitové bobtnající těsnění	32
Obr. 12 – Průchodky zemnicího drátu firmy Bettra	33
Obr. 13 – Těsnění firmy Bettra	33
Obr. 14 – Plošná sanace krystalizačním nástřikem	37
Obr. 15 – Sanace kaveren pomocí krystalizační ucpávky	37
Obr. 16 – Injektáž dilatačního pásu	39
Obr. 17 – Clona na vnější straně konstrukce	39
Obr. 18 - Skladba základové desky	41
Obr. 19 - Skladba monolitické stěny - zakladače, dojezdy výtahů	42
Obr. 20 - Skladba stěny z bednicích tvarovek - obvodová	42
Obr. 21 - Skladba vodonepropustné základové desky	43
Obr. 22 - Skladba vodonepropustné obvodové stěny	44
Obr. 23 – Těsnění dilatační spáry bílé vany	45
Obr. 24 – Hydroizolace dilatační spáry asfaltovými pásy	46
Obr. 25 – Prostup odpadní roury bílou vanou	47
Obr. 26 – Prostup odpadní roury hydroizolací asfaltovými pásy	48
Obr. 27 – Těsnění pracovní spáry mezi vodorovnou a svislou kci	50
Obr. 28 – Přejít mezi vodorovnou a svislou hydroizolací	51
Obr. 29 – Detail provedení zpětného spoje	52
Obr. 30 – Výřez z PD – změna výškové úrovně základové desky	54
Obr. 31 – Fotografie těsnicího pásu	57
Obr. 32 – Pohled na těsnění dilatační spáry	58
Obr. 33 – Těsnicí plech pracovní spáry	59
Obr. 34 – Spojení těsnicího plechu	60
Obr. 35 – Pohled do pracovní spáry	60
Obr. 36 – Těsnění svislé pracovní spáry	61
Obr. 37 – ASS řízené spáry v zaplavené zakladačové šachtě	62
Obr. 38 – ASS řízená spára - trhací lišta	62
Obr. 39 – Spojování těsnění	63
Obr. 40 – Spojení těsnění dilatační a pracovní spáry	63

Seznam tabulek

Tab. 1 - Třídy požadavků na vodonepropustné konstrukce	23
Tab. 2 – Konstrukční třídy pro bedněné ŽB stavební díly	24
Tab. 3 - Třídy tlaku vody	24
Tab. 4 – Materiály pasů	30
Tab. 5 – Rekapitulace změnového listu	55
Tab. 6 – Tabulka cen vybraných položek.....	56