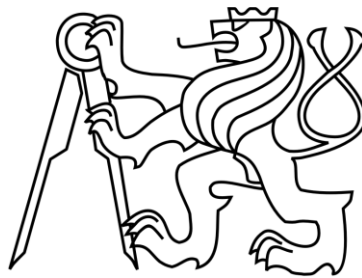


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Stavebně technologický projekt -
Novostavba Pavilonu fakulty
tropického zemědělství ČZU**

**6 Multikriteriální analýza
hydroizolace spodní stavby**

Bc. Vendula Beranová

2020

OBSAH

6	Multikriteriální analýza hydroizolace spodní stavby	1
10.1.	Úvod	2
10.1.1	Základní identifikační údaje	2
6.1.1	Popis hydroizolačního souvrství dle PD	2
6.2	Možné varianty hydroizolace spodní stavby	4
6.2.1	Vodonepropustný beton-bílá vana	4
6.2.2	Dvojitý hydroizolační systém dualdek z folii alkorplan	4
6.2.3	Asfaltové pásy-černá vana	5
6.3	Multikriteriální analýza (3).....	5
6.3.1	Vytvoření soustav kritérií	6
6.3.2	Stanovení vah kritérií	6
6.3.3	Stanovení vzorových kritérií	7
6.3.4	Dílčí hodnocení variant.....	7
6.3.5	Posouzení rizik	7
6.3.6	Výběr nejvhodnější varianty	8
6.4	Multikriteriální analýza hydroizolace spodní stavby	8
6.4.1	Specifikace jednotlivých kritérií	8
6.4.2	Kritéria	8
6.4.2.1	Technologická náročnost.....	8
6.4.2.2	Časová náročnost.....	9
6.4.2.3	Finanční náročnost pořízení	13
6.4.2.4	Možnost opravy	16
6.4.2.5	Vhodnost z hlediska vlhkosti v interiéru	16
6.4.3	Vyhodnocení	17
7	Bibliografie.....	20

10.1. Úvod

V této části diplomové práce bude zanalyzovaná navrhovaná skladba hydroizolačního souvrství a bude porovnána s alternativními variantami.

10.1.1 Základní identifikační údaje

Název stavby: Pavilon FTZ v areálu ČZU

Druh stavby: Novostavba

Místo stavby: Areál ČZU, Ulice K Transformátoru, Praha-Suchdol

Katastrální území: k.ú. Suchdol (kód katastru 729981)

Investor: Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká č.p. 129, 165 00 Praha 6 - Suchdol

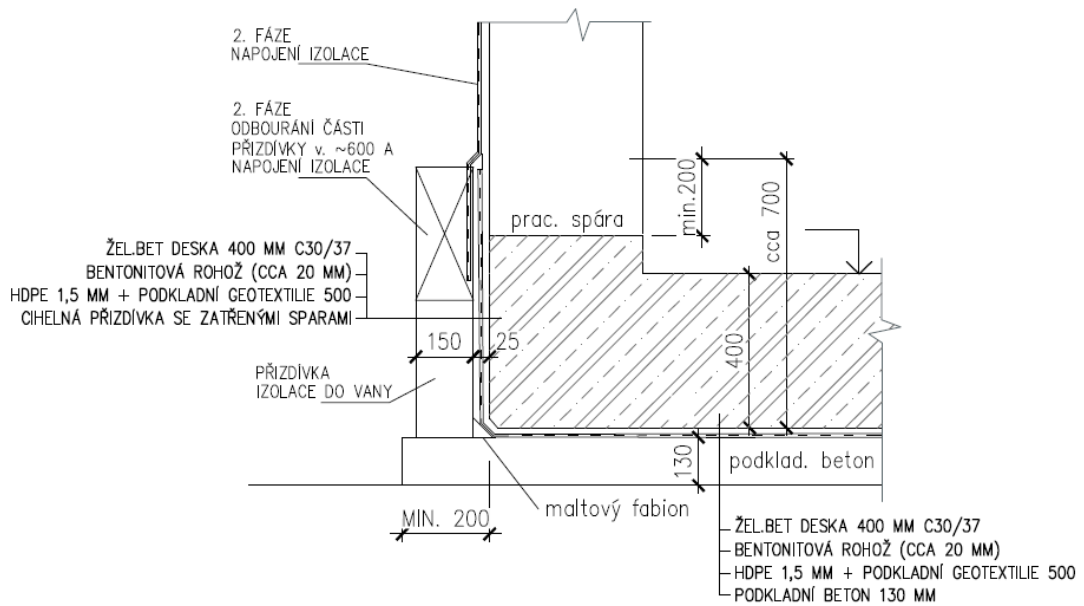
Generální projektant: CHVÁLEK ATELIER s.r.o., Kafkova 1064/12, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava

6.1.1 Popis hydroizolačního souvrství dle PD

Dle projektové dokumentace je navržena takzvaná hnědá vana z důvodu umístění vsakovacího objektu v bezprostřední blízkosti objektu, který je založen nad základovou spárou domu a předpokládá se působení tlakové vody na základovou spáru domu.

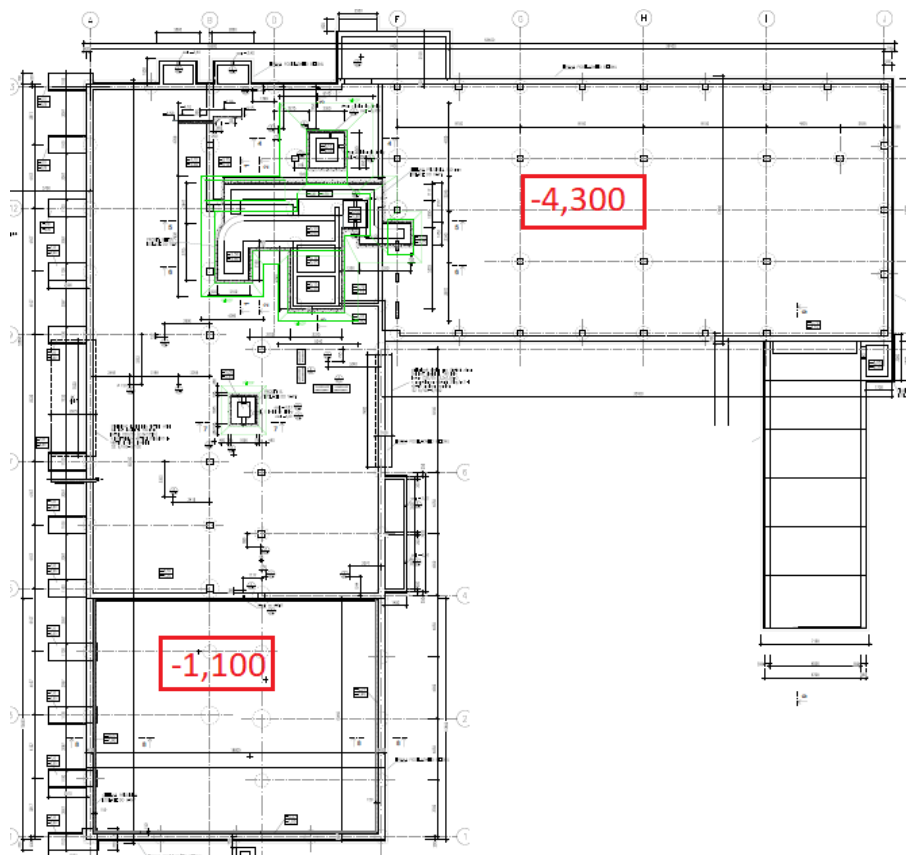
Souvrství se skládá od spodu nahoru:

- Podkladní beton tl. 130 mm
- Geotextilie 500 g/m²
- Folie HDPE 1,5 mm
- Bentonitová rohož
- Základová železobetonová konstrukce bílé vany



Obrázek 1 Detail provedení izolace dle PD

Celková členitost základové spáry se především dělí výškově na dvě úrovně a to -4,300 m a -1,100 m. Ve střední části se nachází několik instalačních šachet, které jsou až do hloubky -6,050 m.



Obrázek 2 Členitost základové spáry. Zdroj: vlastní tvorba.

6.2 Možné varianty hydroizolace spodní stavby

6.2.1 Vodonepropustný beton-bílá vana

Jedná se o betonovou konstrukci z vodonepropustného betonu, která neobsahuje žádné další hydroizolační materiály. Betonová konstrukce v této variantě přebírá i funkci hydroizolační a ne jen statickou.

Za výhody tohoto systému se považuje úspora hydroizolační povlakové vrstvy, jak z hlediska finančního, tak i časového a jednodušší opravy z interiéru. Za nevýhody považujeme potřebu technologické kázně, kde nejvíce poruch vzniká činností člověka a nekvalifikovatelností pracovníků.

Je nutné upozornit na to, že bílá vana je z vodonepropustného betonu, ale je v ní povolen průnik vodní páry. Tento průnik do interiéru je potřeba řešit správným odvětráváním např. vzduchotechnikou.

Pro tuto stavbu navrhuji jako alternativu bílou vanu, kde konstrukce budou mít tloušťku 400 mm z betonu C30/37 – XC1-CI0,2-Dmax 16 mm-S4 s maximálním průsakem tlakové vody 50 mm. Při realizaci prostupů budou osazeny systémové prostupné pažnice. Těsnění spojů a pracovních spár bude realizováno pomocí polymerních těsnících pásů na bázi PVC.

6.2.2 Dvojitý hydroizolační systém dualdek z folii alkorplan

Systém se skládá ze dvou fólií, hlavní a pojistné, sevřených mezi dvě tuhé stavební konstrukce, svařených mezi sebou do uzavřených polí – sektorů. Plocha a tvar sektorů závisí na členitosti izolované části a napětí v základové spáře. Mezi fóliemi je drenážní vložka. Do sektorů se osazují kontrolní trubice, pomocí nichž a hadic se propojuje prostor mezi fóliemi a zpravidla prostředí interiéru. Trubicemi se provádí vakuová kontrola vodotěsnosti plochy a spojů hydroizolačního povlaku. (2)

Výhodou tohoto systému je možnost kontroly kdykoliv během realizace a používání stavby, opravitelnost pomocí pumpování nízkoviskozního polyuretanového gelu mezi vrstvy folie.

Mezi nevýhody jsou řazeny vysoké finanční náklady, technologická a časová náročnost

Návrh souvrství od spodu nahoru:

- Podkladní beton
- Geotextilie
- Souvislá plocha hydroizolačního PVC Arkoplan
- Drenážní vrstva s kontrolními trubicemi
- Hydroizolační sektor z PVC Arkoplan
- Geotextilie 500 g/m²
- Betonová základová deska tl. 200 mm

6.2.3 Asfaltové pásy-černá vana

Poslední variantou v této části alternativního návrhu jsou tradiční asfaltové pásy ve dvou vrstvách s přesahem 100 mm přitavené na základovou desku a suterénní stěnu opatřené asfaltovou penetrací.

Mezi výhody řadíme rychlost provádění, menší finanční náročnost a spolehlivost tradiční vyzkoušené konstrukce. Do mínusů však musíme zařadit nemožnost opravy bez nutnosti bouracích prací a omezená možnost kontroly bezvadného provedení.

Návrh souvrství od spodu nahoru:

- Podkladní beton
- Asfaltová penetrace
- Modifikovaný asfaltový pás ve třech vrstvách s přesahem 100 mm jednotlivých pásů (1xSklodek 40 special mineral, 2xElastodek 40 special mineral)
- Železobetonová základová deska tloušťky 200 mm

6.3 Multikriteriální analýza (3)

Obecný postup vícekriteriálního hodnocení variant zahrnuje na zvolené rozlišovací úrovni šest relativně samostatných kroků:



Obrázek 3 Obecný postup vícekritériálního hodnocení variant. Zdroj: (3)

6.3.1 Vytvoření soustav kritérií

Vytváření účelově orientované soustavy kritérií hodnocení je důležitým krokem v celém procesu vícekritériálního hodnocení variant, kterým lze významně ovlivnit celkové výsledné hodnocení. Racionalita vytváření kritérií hodnocení podstatě závisí na důkladném poznání objektu hodnocení a na systémovém chápání jeho struktury i jeho funkcí. Soubor kritérií musí být úplný tzn., že musí dobře odrážet podstatní vlastnosti hodnocených objektů (variant). V opačném případě by mohlo dojít k hrubému zkreslení výsledků hodnocení těchto objektů. (3)

6.3.2 Stanovení vah kritérií

Tento krok obecného postupu multikritériálního hodnocení variant úzce souvisí s úplností soustavy kritérií odrážející podstatní vlastnosti varianty. Avšak i při relativní úplnosti soustavy kritérií je třeba uvažovat při vlastním hodnocení s nestejnou závažností jednotlivých kritérií, a tudíž i s nestejným významem pro daný účel. (3)

V této diplomové práci bude použita Bodovací metoda:

Bodovací metoda Předpokládá, že je uživatel schopen kvantitativně ohodnotit důležitost kritérií. Pro zvolenou bodovací stupnici musí

uživatel ohodnotit i -té kritérium hodnotou b_i ležící v dané stupnici Čím je kritérium důležitější, tím je bodové ohodnocení vyšší. (3)

Výpočet vah se provede podle vztahu:

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i}; \quad i = 1, 2, \dots, k$$

6.3.3 Stanovení vzorových kritérií

Tento krok slouží k určení etanolu-ideálního řešení k porovnání. Vzhledem k problematice hydroizolačních systému této diplomové práce, bude tento krok vynechán. Není možné určit ideální hydroizolační skladbu.

6.3.4 Dílčí hodnocení variant

K celkovému vícekritériálnímu hodnocení variant je zapotřebí kromě stanovení vah kritérií rozhodování i dílčí (jednokritériální) hodnocení variant z hlediska každého kritéria. S tím však je spojeno několik problémů. Vzhledem k tomu, že většina praktických rozhodovacích úloh používá smíšených kritériálních soustav, v nichž část kritérií je kvantitativních a část kvalitativních a dále, že kritéria rozhodování jsou z pravidla vyjádřeny v různých jednotkách a to vzájemně nesrovnatelných, je nutno hodnoty, kterých nabývají jednotlivá kritéria pro různé varianty nejdříve transformovat tak, aby byly všechny vyjádřeny v téže jednotce (zpravidla bezrozměrné). (3)

6.3.5 Posouzení rizik

Rizik spojených s případnou implementací je celá řada. Je třeba zdůraznit, že kterékoliv z nich může nabýt při konkrétním hodnocení značného významu a ovlivnit výsledek hodnocení. Týká se zejména o: (3)

- Správnost formulace
- Úplnost a výstižnost vyjádření podstatných vlastností
- Způsobu metod tvorby
- Způsobu metod vícekritériální hodnocení variant
- Náhodné okolnosti

6.3.6 Výběr nejvhodnější varianty

Varianta, která je nejvhodnější pro řešení daného problému, vyplyne z předchozích pěti kroků vícekritériálního hodnocení variant. (3)

6.4 Multikritériální analýza hydroizolace spodní stavby

6.4.1 Specifikace jednotlivých kritérií

1) Technologická náročnost

Technologická náročnost bude subjektivně určena dle zkušeností autora diplomové práce.

2) Časová náročnost

Časová náročnost bude vypočítána dle datové základny URS (Nh), popřípadě dle technického listu systému.

3) Finanční náročnost pořízení

Finanční náročnost bude vypočtena pomocí rozpočtového programu euroCALC.

4) Možnost opravy

Bude přihlédnuto na možnost či nemožnost opravy.

5) Vhodnost z hlediska vlhkosti v interiéru

Některé varianty řešení dovolují průnik vlhkosti do interiéru a některé nikoliv.

6.4.2 Kritéria

6.4.2.1 Technologická náročnost

Technologická náročnost jednotlivých variant hydroizolace se rozděluje na dvě části a to na hydroizolační skladbu konstrukce a monolitickou konstrukci. Z tohoto hlediska je nejvhodnější bílá vana, kde je zcela vynechána hydroizolační skladba. Za nejnáročnější variantu považují hnědou vanu s bentonitem a to z důvodu aktivace bentonitu při nezakrytí konstrukce a jejího navlhnutí a systém dualdek z důvodu sektorizace úseků.

Tabulka 1 Posouzení technologické náročnosti. Zdroj: vlastní tvorba

Varianta	Technologická náročnost
Hnědá vana s bentonitem	velmi náročné
Bílá vana	náročné

System Dualdek	velmi náročné
Černá vana s asfaltovými pásy	středně náročné

6.4.2.2 Časová náročnost

Časová náročnost byla vypočítána pomocí normohodin a určení počtu pracovníků (normálu) a upřesněna dle logických návazností pomocí programu MS Project. K celkovému času byla připočtena i technologická přestávka na vyschnutí betonu na požadovanou hodnotu povrchové vlhkosti pro aplikaci povlakových hydroizolací.

Nejvhodnějším systémem z časového hlediska vyšla očekávaně bílá vana, z důvodu jednovrstvé konstrukce bez povlakové hydroizolace. Nejhůře dopadl systém dualdek.

- Hnědá vana s bentonitem

Tabulka 2 Normál hnědé vany s bentonitem. Zdroj: vlastní tvorba

	Kód	Popis	MJ	Výměra	Nh	celkový čas	Počet osob	Počet dní
M	213141111	Zřízení vrstvy z geotextilie v rovině	m2	1 339,48	0,06	77,69	4	3
D	69311043	Geotextilie netkaná geoNetex M/B, 500 g/m2, šíře 300 cm	m2	1 540,40	-	-		
M+D	346271118	Přizdívky izolační tl 140 mm z cihel vápenopískových dl 290 mm	m2	266,85	0,31	81,92	2	6
M+D	346245999	Maltový fabion-Příplatek k přizdívkám izolačním za ochranu svislé izolace zaléváním maltou min MC 10	m2	266,85	0,16	42,70	1	6
M	711471053	Provedení vodorovné izolace proti tlakové vodě termoplasty volně položenou fólií z nízkolehčeného PE	m2	1 339,48	0,27	367,02	4	12
D	28323112	Fólie PE hydroizolační PENEFOL 950, š. 1,4 m, tl. 1,5 mm	m2	1 540,40	-	-		
M	857242121	Montáž litinových tvarovek jednoosých přírubových otevřený výkop	ks	40,00	0,76	30,36	1	4
D	28655512	Průchodka pro vstup zdi	ks	40,00	-	-		
M	712771101	Provedení ochranné vrstvy z textilií nebo rohoží volně s přesahem	m2	2 043,58	0,07	149,18	4	5
D	69341050	Rohož bentonitová hydroizolační Bentizol HB5	m2	2 350,12	-	-		
M+D	273361821	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	93,72	23,19	2 173,65	9	31
M+D	273323611	Základové desky ze ŽB vodostavebného V 4 tř. B 35	m3	520,67	0,25	128,08	3	6
M+D	272361821	Stěny- Výztuž základových kleneb betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	43,90	23,19	1 018,17	9	15
M+D	272323611	Stěny-Základové klenby ze ŽB vodostavebného V 4 tř. B 35	m3	220,61	0,25	54,27	3	3
M+D	953333121	PVC těsnící pás do pracovních spar betonových kci vnitřní š 240 mm	m	2 451,80	0,12	294,22	4	10
M+D	953334423	Těsnící plech do pracovních spar betonových kci s bitumenovým povrchem oboustranným š 160 mm	m	500,00	0,36	177,50	2	12
M+D	711161381	Izolace proti zemní vlhkosti foliemi ukončené horní lištou	m	1 951,10	0,05	97,56	4	4
M+D	962031133	Bourání příček z cihel pálených na MVC tl do 150 mm	m2	133,42	0,27	36,02	2	3
M	711472053	Provedení svislé izolace proti tlakové vodě termoplasty volně položenou fólií z nízkolehčeného PE	m2	704,65	0,24	169,12	4	6
D	28323112	Fólie PE hydroizolační PENEFOL 950, š. 1,4 m, tl. 1,5 mm	m2	810,35	-	-		
M	711491271	Provedení izolace proti tlakové vodě svislé z textilií vrstva podkladní	m2	704,65	0,12	84,56	4	3
D	69311043	Geotextilie netkaná geoNetex M/B, 500 g/m2, šíře 300 cm	m2	739,88	-	-		
						4 982,01		129

Tabulka 3 Harmonogram hnědé vany s bentonitem Zdroj: vlastní tvorba

ID	Název úkolu	Doba trvání	IV 2020				V 2020				VI 2020				VII 2020							
			23.	30.	06.	13.	20.	27.	04.	11.	18.	25.	01.	08.	15.	22.	29.	06.	13.	20.	27.	
1	Hydroizolace hnědá vana	82 dny																				
2	Přizdívkový izolační tl 140 mm z cihel vápenopískových dl 290 mm	6 dny																				
3	Maltový fabion-Příplatek k přizdívkám izolačním za ochranu svíslé izolace zaléváním maltou min MC 10	6 dny																				
4	Zřízení vrstvy z geotextilie v rovině	3 dny																				
5	Provedení vodorovné izolace proti tlakové vodě termoplasty volně položenou fólií z nízkolehčeného PE	12 dny																				
6	Montáž litinových tvarovek jednoosých přírubových otevřený výkop	4 dny																				
7	Provedení ochranné vrstvy z textilií nebo rohoží volně s přesahem	5 dny																				
8	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	31 dny																				
9	Základové desky ze ŽB vodostavebného V 4 tř. B 35	6 dny																				
10	Stěny- Výztuž základových kleneb betonářskou ocelí 10 505 (R)	16 dny																				
11	Stěny-Základové klenby ze ŽB vodostavebného V 4 tř. B 35	3 dny																				
12	PVC těsnící pás do pracovních spar betonových kcí vnitřní š 240 mm	10 dny																				
13	Těsnící plech do pracovních spar betonových kcí s bitumenovým povrchem oboustranným š 160 mm	12 dny																				
14	Izolace proti zemní vlhkosti fóliemi ukončené horní lištou	4 dny																				
15	Bourání příček z cihel pálených na MVC tl do 150 mm	3 dny																				
16	Provedení svíslé izolace proti tlakové vodě termoplasty volně položenou fólií z nízkolehčeného PE	6 dny																				
17	Provedení izolace proti tlakové vodě svíslé z textilií vrstva podkladní	3 dny																				

➤ Bílá vana

Tabulka 4 Normál bílé vany. Zdroj: vlastní tvorba.

	Kód	Popis	MJ	Výměra	Nh	celkový čas	Počet osob	Počet dní
M	857242121	Montáž litinových tvarovek jednoosých přírubových otevřený výkop	ks	40,00	0,76	30,36	1	4
D	28655512	Průchodka pro vstup zdi	ks	40,00	-	-		
M+D	273361821	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	93,72	23,19	2 173,65	9	31
M+D	273323611	Základové desky ze ŽB vodostavebného V 4 tř. B 35	m3	520,67	0,25	128,08	3	6
M+D	272361821	Stěny- Výztuž základových kleneb betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	43,90	23,19	1 018,17	9	15
M+D	272323611	Stěny-Základové klenby ze ŽB vodostavebného V 4 tř. B 35	m3	220,61	0,25	54,27	3	3
M+D	953333121	PVC těsnící pás do pracovních spar betonových kcí vnitřní š 240 mm	m	2 451,80	0,12	294,22	4	10
M+D	953334423	Těsnící plech do pracovních spar betonových kcí s bitumenovým povrchem oboustranným š 160 mm	m	500,00	0,36	177,50	2	12
						3 876,25		81

Tabulka 5 Harmonogram bílá vana. Zdroj: Vlastní tvorba.

ID	Název úkolu	Doba trvání	Předchůdci	IV 2020				V 2020				VI 2020							
				23.	30.	06.	13.	20.	27.	04.	11.	18.	25.	01.	08.	15.			
1	Hydroizolace hnědá vana	49 dny																	
2	Montáž litinových tvarovek jednoosých přírubových otevřený výkop	4 dny	4FF																
3	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	31 dny																	
4	Základové desky ze ŽB vodostavebného V 4 tř. B 35	6 dny	3FF+1 den																
5	Stěny- Výztuž základových kleneb betonářskou ocelí 10 505 (R)	16 dny	4																
6	Stěny-Základové klenby ze ŽB vodostavebného V 4 tř. B 35	3 dny	5FF+1 den;7;8																
7	PVC těsnící pás do pracovních spar betonových kcí vnitřní š 240 mm	10 dny	5SS																
8	Těsnící plech do pracovních spar betonových kcí s bitumenovým povrchem oboustranným š 160 mm	12 dny	5SS																

➤ Systém dualdek

Tabulka 6 Normál Dualdek. Zdroj: Vlastní tvorba.

	Kód	Popis	MJ	Výměra	Nh	celkový čas	Počet osob	Počet dní
M+D	273321118	Základové desky ze ŽB C30/37	m3	260,33	0,25	64,04	3	3
M+D	273361821	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	46,86	23,19	1 086,82	9	16
M+D	279321348	Základová zeď ze ŽB tř. C30/37 bez výztuže	m3	110,31	0,25	27,14	3	2
M+D	272361821	Výztuž základových kleneb betonářskou ocelí 10 505 @	t	21,95	23,19	509,09	9	8
M	857242121	Montáž litinových tvarovek jednoosých přírubových otevřený výkop DN 80	kus	40,00	0,76	30,36	1	4
D	28655512	Průchodka pro vstup zdi při montáži TČ d 63 mm	kus	40,00	-	-		
M+D	346271118	Přizdívky izolační tl 140 mm z cihel vápenopískových dl 290 mm	m2	266,85	0,31	81,92	2	6
M+D	346245999	Maltový fabion-Příplatek k přizdívkám izolačním za ochranu svíslé izolace zaléváním maltou min MC 10	m2	266,85	0,16	42,70	1	6
M+D	962031133	Bourání příček z cihel pálených na MVC tl do 150 mm	m2	133,42	0,27	36,02	2	3
M+D	technický lis	Skladba Dualdek	m2	2 044,13	0,92	1 880,60	4	59
						3 758,69		107

Tabulka 7 Harmonogram Dualdek. Zdroj: Vlastní tvorba.

ID	Název úkolu	Doba trvání	IV 2020	V 2020	VI 2020	VII 2020	VIII 2020
1	Dualdek	95 dny	23.	30.	06.	13.	20.
2	Základové desky ze ŽB C30/37	3 dny	27.	04.	11.	18.	25.
3	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	16 dny	01.	08.	15.	22.	29.
4	Základová zeď ze ŽB tř. C30/37 bez výztuže	2 dny	29.	06.	13.	20.	27.
5	Výztuž základových kleneb betonářskou ocelí 10 505 @	8 dny	27.	03.	10.	17.	
6	Montáž litinových tvarovek jednoosých přírubových otevřený výkop DN 80	4 dny					
7	Přizdívky izolační tl 140 mm z cihel vápenopískových dl 290 mm	6 dny					
8	Maltový fabion-Příplatek k přizdívkám izolačním za ochranu svíslé izolace zaléváním maltou min MC 10	6 dny					
9	Bourání příček z cihel pálených na MVC tl do 150 mm	3 dny					
10	Skladba Dualdek	59 dny					

➤ Černá vana s asfaltovými pásy

Tabulka 8 Normál černé vany s modifikovanými asfaltovými pásy. Zdroj: vlastní tvorba.

	Kód	Popis	MJ	Výměra	Nh	celkový čas	Počet osob	Počet dní
M+D	273321118	Základové desky ze ŽB C30/37	m3	260,33	0,25	64,04	3	3
M+D	273361821	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	46,86	23,19	1 086,82	9	16
M+D	279321348	Základová zeď ze ŽB tř. C30/37 bez výztuže	m3	110,31	0,25	27,14	3	2
M+D	272361821	Výztuž základových kleneb betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	21,95	23,19	509,09	9	8
M	857242121	Montáž litinových tvarovek jednoosých přírubových otevřený výkop DN 80	kus	40,00	0,76	30,36	1	4
D	28655512	Průchodka pro vstup zdi při montáži TČ d 63 mm	kus	40,00	-	-		
M	711411001	Provedení izolace proti tlakové vodě vodorovně za studena nátěrem penetračním	m2	1 339,48	0,026	34,83	4	2
D	11163150	Lak asfaltový ALP/9 (MJ t) bal 9 kg	t	0,47		-		
M	711411559	Provedení izolace proti zemní vlhkosti pásy přitavením vodorovně NAIP	m2	4 018,44	0,22	892,09	4	28
D	62852264	Pás s modifikovaným asfaltem Sklodek 40 Special mineral	m2	1 540,40		-		
D	62852254	Pás asfaltovaný modifikovaný SBS Elastodek 40 Special mineral	m2	3 080,80		-		
M	711412001	Provedení izolace proti tlakové vodě svíslé za studena nátěrem penetračním	m2	704,65	0,038	26,78	4	1
D	11163150	Lak asfaltový ALP/9 (MJ t) bal 9 kg	t	0,25		-		
M	71142559	Provedení izolace proti zemní vlhkosti pásy přitavením svíslé NAIP	m2	2 113,95	0,24	515,80	4	17
D	62852264	Pás s modifikovaným asfaltem Sklodek 40 Special mineral	m2	845,58		-		
D	62852264	Pás s modifikovaným asfaltem Sklodek 40 Special mineral	m2	1 691,16		-		
						3 186,95		81

Tabulka 9 Harmonogram černé vany s modifikovanými asfaltovými pásy. Zdroj: Vlastní tvorba

ID	Název úkolu	Doba trvání	Předchůdci	Harmonogram											
				IV 2020	V 2020	VI 2020	VII 2020								
1	Hydroizolace černá vana	69 dny													
2	Provedení izolace proti tlakové vodě vodorovně za studena nátěrem penetračním	2 dny													
3	Provedení izolace proti zemní vlhkosti pásy přitavením vodorovně	28 dny	2												
4	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	16 dny	3FF+1 den												
5	Montáž litinových tvarovek jednoosých přírubových otevřený výkop DN 80	4 dny	4FF												
6	Základové desky ze ŽB C30/37	3 dny	4FS-2 dny												
7	Výztuž základových kleneb betonářskou ocelí 10 505 (R)	8 dny	6												
8	Základová zeď ze ŽB tř. C30/37 bez výztuže	2 dny	7FF+1 den												
9	Provedení izolace proti tlakové vodě svislé za studena nátěrem pe 1 den	1 den	8FS+14 upl.dny												
10	Provedení izolace proti zemní vlhkosti pásy přitavením svislé NAIF 17 dny	17 dny	9												

Tabulka 10 Posouzení časové náročnosti. Zdroj: Vlastní tvorba.

	dní
Bílá vana	49
Černá vana s modifikovanými asfaltovými pásy	69
Hnědá vana s bentonitem	82
Dualdek	95

6.4.2.3 Finanční náročnost pořízení

Finanční náročnost byla určena dle rozpočtového programu Eurocalc. V případě varianty dualdek byla cena převzata cena z technického listu skladby.

Položky, které by se používaly ve všech variantách byly vynechány jako např. bednění, svislá ochrana XPS s ohledem na stejnou finanční stránku u všech variant.

Nejlevnější a nejlepší variantou z ekonomického hlediska tedy vychází černá vana s asfaltovými modifikovanými pásy, nejhůře hnědá vana s bentonitem, původní řešení PD.

Tabulka 11 Kalkulace hnědé vany s bentonitem. Zdroj: vlastní tvorba.

	Kód	Popis	MJ	Výměra	jednotková cena	cena celkem
M	213141111	Zřízení vrstvy z geotextilie v rovině	m2	1 339,48	15,51	20 770,93
D	69311043	Geotextilie netkaná geoNetex M/B, 500 g/m2, šíře 300 cm	m2	1 540,40	40,20	61 924,16
M+D	346271118	Přizdívky izolační tl 140 mm z cihel vápenopískových dl 290 mm	m2	266,85	825,95	220 405,70
M+D	346245999	Maltový fabion-Příplatek k přizdívkám izolačním za ochranu vislé izolace zaléváním maltou min MC 10	m2	266,85	137,44	36 676,39
M	711471053	Provedení vodorovné izolace proti tlakové vodě termoplasty volně položenou fólií z nízkolehčeného PE	m2	1 339,48	100,69	134 870,45
D	28323112	Fólie PE hydroizolační PENEFOFOL 950, š. 1,4 m, tl. 1,5 mm	m2	1 540,40	152,00	234 141,10
M	857242121	Montáž litinových tvarovek jednoosých přírubových otevřený výkop	ks	40,00	346,90	13 876,02
D	28655512	Průchodka pro prostup zdi	ks	40,00	1 960,00	78 400,00
M	712771101	Provedení ochranné vrstvy z textilií nebo rohoží volně s přesahem	m2	2 043,58	24,08	49 210,08
D	69341050	Rohož bentonitová hydroizolační Bentizol HB5	m2	2 350,12	214,00	502 925,04
M+D	273361821	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	93,72	37 540,04	3 518 252,36
M+D	273323611	Základové desky ze ŽB vodostavebného V 4 tř. B 35	m3	520,67	2 918,56	373 821,24
M+D	272361821	Stěny- Výztuž základových kleneb betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	43,90	37 540,04	1 648 007,67
M+D	272323611	Stěny-Základové klenby ze ŽB vodostavebného V 4 tř. B 35	m3	220,61	2 918,56	643 862,57
M+D	953333121	PVC těsnící pás do pracovních spar betonových kcí vnitřní š 240 mm	m	2 451,80	245,68	602 348,99
M+D	953334423	Těsnící plech do pracovních spar betonových kcí s bitumenovým povrchem oboustranným š 160 mm	m	500,00	318,10	159 052,35
M+D	711161381	Izolace proti zemní vlhkosti foliemi ukončené horní lištou	m	1 951,10	85,35	166 535,84
M+D	962031133	Bourání příček z cihel pálených na MVC tl do 150 mm	m2	133,42	93,11	12 422,97
M	711472053	Provedení vislé izolace proti tlakové vodě termoplasty volně položenou fólií z nízkolehčeného PE	m2	704,65	129,62	91 335,13
D	28323112	Fólie PE hydroizolační PENEFOFOL 950, š. 1,4 m, tl. 1,5 mm	m2	810,35	152,00	123 172,82
M	711491271	Provedení izolace proti tlakové vodě vislé z textilií vrstva podkladní	m2	704,65	59,80	42 136,04
D	69311043	Geotextilie netkaná geoNetex M/B, 500 g/m2, šíře 300 cm	m2	739,88	40,20	29 743,28
						8 763 891,11

Tabulka 12 Kalkulace bílé vany. Zdroj: vlastní tvorba

	Kód	Popis	MJ	Výměra	jednotková cena	cena celkem
M	857242121	Montáž litinových tvarovek jednoosých přírubových otevřený výkop	ks	40,00	346,90	13 876,02
D	28655512	Průchodka pro prostup zdi	ks	40,00	1 960,00	78 400,00
M+D	273361821	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	93,72	37 540,04	3 518 252,36
M+D	273323611	Základové desky ze ŽB vodostavebného V 4 tř. B 35	m3	520,67	2 918,56	373 821,24
M+D	272361821	Stěny- Výztuž základových kleneb betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	43,90	37 540,04	1 648 007,67
M+D	272323611	Stěny-Základové klenby ze ŽB vodostavebného V 4 tř. B 35	m3	220,61	2 918,56	643 862,57
M+D	953333121	PVC těsnící pás do pracovních spar betonových kcí vnitřní š 240 mm	m	2 451,80	245,68	602 348,99
M+D	953334423	Těsnící plech do pracovních spar betonových kcí s bitumenovým povrchem oboustranným š 160 mm	m	500,00	318,10	159 052,35
						7 037 621,19

Tabulka 13 Kalkulace systému dualdek Zdroj: vlastní tvorba

	Kód	Popis	MJ	Výměra	jednotková cena	cena celkem
M+D	273321118	Základové desky ze ŽB C30/37	m3	260,33	3 604,16	938 285,39
M+D	273361821	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	46,86	37 540,04	1 759 126,00
M+D	279321348	Základová zeď ze ŽB tř. C30/37 bez výztuže	m3	110,31	2 918,56	321 931,76
M+D	272361821	Výztuž základových kleneb betonářskou ocelí 10 505 ®	t	21,95	37 540,04	824 004,00
M	857242121	Montáž litinových tvarovek jednoosých přírubových otevřený výkop DN 80	kus	40,00	346,90	13 876,00
D	28655512	Průchodka pro vstup zdi při montáži TČ d 63 mm	kus	40,00	1 960,00	78 400,00
M+D	346271118	Přizdívky izolační tl 140 mm z cihel vápenopískových dl 290 mm	m2	266,85	825,95	220 405,70
M+D	346245999	Maltový fabion-Příplatek k přizdívám izolačním za ochranu svíslé izolace zaléváním maltou min MC 10	m2	266,85	137,44	36 676,39
M+D	962031133	Bourání příček z cihel pálených na MVC tl do 150 mm	m2	133,42	93,11	12 422,97
M+D	technický lis	Skladba Dualdek	m2	2 044,13	1 935,00	3 955 391,55
						8 160 519,76

Tabulka 14 Kalkulace černé vany s asfaltovými modifikovanými pásy. Zdroj: vlastní tvorba

	Kód	Popis	MJ	Výměra	jednotková cena	cena celkem
M+D	273321118	Základové desky ze ŽB C30/37	m3	260,33	3 604,16	938 285,39
M+D	273361821	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	46,86	37 540,04	1 759 126,00
M+D	279321348	Základová zeď ze ŽB tř. C30/37 bez výztuže	m3	110,31	2 918,56	321 931,76
M+D	272361821	Výztuž základových kleneb betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	21,95	37 540,04	824 004,00
M	857242121	Montáž litinových tvarovek jednoosých přírubových otevřený výkop DN 80	kus	40,00	346,90	13 876,00
D	28655512	Průchodka pro vstup zdi při montáži TČ d 63 mm	kus	40,00	1 960,00	78 400,00
M	711411001	Provedení izolace proti tlakové vodě vodorovné za studena nátěrem penetračním	m2	1 339,48	9,55	12 798,00
D	11163150	Lak asfaltový ALP/9 (MJ t) bal 9 kg	t	0,47	48 700,00	22 831,00
M	711141559	Provedení izolace proti zemní vlhkosti pásy přitavením vodorovné NAIP	m2	4 018,44	81,05	325 691,00
D	62852264	Pás s modifikovaným asfaltem Skloddek 40 Special mineral	m2	1 540,40	116,00	178 687,00
D	62852254	Pás asfaltovaný modifikovaný SBS Elastodek 40 Special mineral	m2	3 080,80	132,00	406 666,00
M	711412001	Provedení izolace proti tlakové vodě svíslé za studena nátěrem penetračním	m2	704,65	18,64	13 134,00
D	11163150	Lak asfaltový ALP/9 (MJ t) bal 9 kg	t	0,25	48 700,00	12 011,00
M	711142559	Provedení izolace proti zemní vlhkosti pásy přitavením svíslé NAIP	m2	2 113,95	92,95	196 494,00
D	62852264	Pás s modifikovaným asfaltem Skloddek 40 Special mineral	m2	845,58	116,00	98 087,00
D	62852264	Pás s modifikovaným asfaltem Skloddek 40 Special mineral	m2	1 691,16	116,00	196 175,00
						5 398 197,15

M-montáž, D-dodávka materiály, M+D-montáž+dodávka materiálu

Tabulka 15 Posouzení finanční náročnosti. Zdroj: vlastní tvorba

Černá vana s modifikovanými asfaltovými pásy	5 398 197,15 Kč
Bílá vana	7 037 621,19 Kč
Dualdek	8 160 519,76 Kč
Hnědá vana s bentonitem	8 763 891,11 Kč

6.4.2.4 Možnost opravy

Další důležitou složkou je opravitelnost dané konstrukce. Systém dualdek nabízí aktivní možnost opravy bez většího zásahu do konstrukce, proto je hodnocen jako nejvíce vyhovující. Bílá vana je opravitelná z interiéru pomocí injektáží bez nutnosti většího zásahu do nosné konstrukce betonu proto je ohodnocen jako druhé nejlepší řešení. U hnědé vany při porušení hydroizolace dojde k zaktivování bentonitu, který vyplní danou trhlinu. Nejhůře opravitelná možnost je černá van, kde při poruše je nutné vytěžit zeminu a opravit asfaltové pásy.

Tabulka 16 Posouzení možnosti opravy. Zdroj: Vlastní tvorba.

Varianta	Možnost opravy
Hnědá vana s bentonitem	Těžce opravitelné
Bílá vana	Hůře opravitelné
Systém Dualdek	Opravitelné
Černá vana s asfaltovými pásy	Velice těžko opravitelné

6.4.2.5 Vhodnost z hlediska vlhkosti v interiéru

Z důvodu umístění technologických zařízení v suterénu jako jsou stroje VZT, tepelných čerpadel, dieselagregát či UPS je vlhkost v interiéru nutné omezit na minimum.

Bílé vaně jsou dovoleny průsaky vody a je tedy nevhodná do místních podmínek. Musela by se navrhnout opatření v rámci vzduchotechniky a odvodu vzdušné vlhkosti, to však je nad rámec této diplomové práce a nebude tedy řešená.

Tabulka 17 Posouzení vhodnosti konstrukce z hlediska vlhkosti interiéru. Zdroj: vlastní tvorba.

Varianta	Vhodnost systému
Hnědá vana s bentonitem	Vhodné
Bílá vana	Nevhodné
Systém Dualdek	Vhodné
Černá vana s asfaltovými pásy	Vhodné

6.4.3 Vyhodnocení

Při vyhodnocování byla použita bodovací metoda se škálou bodů 1. až 10., kde 1.= nejhorší a 10=nejlepší.

Dle hodnocení se jeví jako nejlepší řešení systém dualdek, který zahrnuje aktivní kontrolu a opravu bez větších zásahů do samotné konstrukce i přesto, že jeho finanční a technologické náročnost je značná.

Tabulka 18 Shrnutí jednotlivých kritérií. Zdroj: Vlastní tvorba.

Celkové posouzení	Technologická náročnost	Časová náročnost	Finanční náročnost	Možnost opravy	Vhodnost systému
Hnědá vana	velmi náročné	82 dní	8 763 891,11 Kč	Těžce opravitelné	Vhodné
Bílá vana	náročné	49 dní	7 037 621,19 Kč	Hůře opravitelné	Nevhodné
Dualdek	velmi náročné	95 dní	8 160 519,76 Kč	Opravitelné	Vhodné
Černá vana	středně náročné	69 dní	5 398 197,15 Kč	Velice těžko opravitelné	Vhodné

Tabulka 19 Vyhodnocení pomocí bodovací metody bez vah kritérií. Zdroj: vlastní tvorba

	Technologická náročnost	Časová náročnost	Finanční náročnost	Možnost opravy	Vhodnost systému	Aritmetický průměr
Hnědá vana	4	5	5	4	10	5,6
Bílá vana	7	9	7	6	1	6
Dualdek	3	3	6	10	10	6,4
Černá vana	9	6	10	2	10	7,4

Bodovací škála od 1 do 10 (1=nejhorší, 10=nejlepší)

Tabulka 20 Saatyho kriteriální matice-Hodnoty jednotlivých kritérií. Zdroj: vlastní tvorba

	Technologická náročnost	Časová náročnost	Finanční náročnost	Možnost opravy	Vhodnost systému	Geometrický průměr řádku	Váha kritéria
Technologická náročnost	1	5	1/3	1/9	1/7	0,64	0,11
Časová náročnost	1/5	1	1/5	1/5	3	0,63	0,11
Finanční náročnost	3	5	1	1	3	1,61	0,29
Možnost opravy	9	5	1	1	3	1,85	0,33
Vhodnost systému	7	1/3	1/3	1/3	1	0,84	0,15
						5,56	1,00

Tabulka 21 Tabulka porovnání variant dle vah kritérií

	Technologická náročnost	Časová náročnost	Finanční náročnost	Možnost opravy	Vhodnost systému	Celkové hodnocení kritéria
Váha kritéria	0,11	0,11	0,29	0,33	0,15	
Hnědá vana	4	5	5	4	10	5,31
Bílá vana	7	9	7	6	1	5,98
Dualdek	3	3	6	10	10	7,25
Černá vana	9	6	10	2	10	6,78

Seznam obrázků

Obrázek 1 Detail provedení izolace dle PD	3
Obrázek 2 Členitost základové spáry. Zdroj: vlastní tvorba.....	3
Obrázek 3 Obecný postup vícekriteriálního hodnocení variant. Zdroj: (2)	6

Seznam tabulek

Tabulka 1 Posouzení technologické náročnosti. Zdroj: vlastní tvorba .	8
Tabulka 2 Normál hnědé vany s bentonitem. Zdroj: vlastní tvorba....	10
Tabulka 3 Harmonogram hnědé vany s bentonitem Zdroj: vlastní tvorba	11
Tabulka 4 Normál bílé vany. Zdroj: vlastní tvorba.	11
Tabulka 5 Harmonogram bílá vana. Zdroj: Vlastní tvorba.	11
Tabulka 6 Normál Dualdek. Zdroj: Vlastní tvorba.	12
Tabulka 7 Harmonogram Dualdek. Zdroj: Vlastní tvorba.....	12
Tabulka 8 Normál černé vany s modifikovanými asfaltovými pásy. Zdroj: vlastní tvorba.....	12
Tabulka 9 Harmonogram černé vany s modifikovanými asfaltovými pásy. Zdroj: Vlastní tvorba	13
Tabulka 10 Posouzení časové náročnosti. Zdroj: Vlastní tvorba.	13
Tabulka 11 Kalkulace hnědé vany s bentonitem. Zdroj: vlastní tvorba.	14
Tabulka 12 Kalkulace bílé vany. Zdroj: vlastní tvorba	14
Tabulka 13 Kalkulace systému dualdek Zdroj: vlastní tvorba	15
Tabulka 14 Kalkulace černé vany s asfaltovými modifikovanými pásy. Zdroj: vlastní tvorba	15
Tabulka 15 Posouzení finanční náročnosti. Zdroj: vlastní tvorba	15
Tabulka 16 Posouzení možnosti opravy. Zdroj: Vlastní tvorba.....	16

Tabulka 17 Posouzení vhodnosti konstrukce z hlediska vlhkosti interiéru. Zdroj: vlastní tvorba.....	16
Tabulka 18 Shrnutí jednotlivých kritérií. Zdroj: Vlastní tvorba.....	17
Tabulka 19 Vyhodnocení pomocí bodovací metody bez vah kritérií. Zdroj: vlastní tvorba	17
Tabulka 20 Saatyho kriteriální matice-Hodnoty jednotlivých kritérií. Zdroj: vlastní tvorba	17
Tabulka 21 Tabulka porovnání variant dle vah kritérií	18

7 Bibliografie

1. **Hůlka, Ctibor a Bohuslávka, Petr.** Dvojitý hydroizolační systém dektrade z folii ALKORPLAN. *stavebnikomunita.cz*. [Online] 29. 8 2013.
2. **Korviny, Ing. Petr.** Teoretické základy vícekritériálního rozhodování. https://korviny.cz/Korviny/soubory/teorie_mca.pdf. [Online]
3. **Rigips s.r.o.** *Montážní příručka sádkartonáře*. Praha : autor neznámý, 2011.
4. **Mašlár, Veselá.** Geometrická přesnost ve stavebnictví. <https://atelier-dek.cz/>. [Online] Atelier DEK, 2015. <https://atelier-dek.cz/geometrick%C3%A1-p%C5%99esnost-ve-stavebnictv%C3%AD-653>.
5. **Petr Strakoš, CHVÁLEK ATELIÉR s.r.o.** Projektová dokumentace pro výběr zhotovitele Novostavba pavilonu FTZ v areálu ČZU. Ostrava : autor neznámý, 2017.
6. **Česká hydroizolační společnost.** Směrnice ČHIS 01: Hydroizolační technika- Ochrana staveb a konstrukcí před nežadoucím působením vody a vlhkosti. [Online] leden 2018.
7. **Roska, Ing. Zdeněk.** Bílá vana a její poruchy. [Online] <http://db.vstecb.cz/share/db/2012/5.pdf>.
8. **Kristýna Chelíková, Oldřich Žalud.** Betony pro spodní stvaby-bílé vany. *ebeton.cz*. [Online]

http://www.betonuniversity.cz/uploads/sources/publikace/d34a95e1b5c4883957bc03fd2eaf4e3e2b25bca8_uploaded_4-betony-pro-spodni-stavby-bilivany.pdf.