

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ
KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

BYTOVÝ DŮM JITŘNÍ

2021

**PETR
VALACH**

**VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE:
ING. TOMÁŠ VÁCHAL, PH.D., ARQUITECTO TÉCNICO**

8. MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZA

OBSAH

8.1. Základní identifikační údaje stavby	1
8.1.1. Identifikační údaje stavby.....	1
8.1.2. Vymezení předmětu řešení.....	1
8.2. Možné varianty hydroizolace spodní stavby.....	2
8.2.1. Vodonepropustný beton – Bílá vana	2
8.2.2. Hnědá vana s bentonitem	3
8.2.3. Dvojitý hydroizolační systém Dektrade z fólií Alkorplan.....	3
8.3. Multikriteriální analýza.....	4
8.3.1. Podstata úloh vícekriteriálního rozhodování	4
8.3.2. Obecný postup.....	5
8.3.3. Vytvoření soustav kritérií hodnocení	5
8.3.4. Stanovení vah kritérií	6
8.3.5. Dílčí hodnocení variant	6
8.3.6. Posouzení rizik	7
8.3.7. Výběr nejvhodnější varianty	7
8.4. Multikriteriální analýza hydroizolace spodní stavby.....	7
8.4.1. Specifikace jednotlivých kritérií	7
8.4.2. Kritéria	8
8.4.3. Vyhodnocení.....	16

8.1. ZÁKLADNÍ IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

8.1.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

Název stavby: Bytový dům Jitřní
Místo stavby: p. č. 430/41, 381/2,430/3, 425/8, 433/2, 1075/1, 431/1,
k. ú.: Hodkovičky, obec: Praha
Investor: JITŘNÍ s.r.o., Ostrovní 30/126, 110 01 Praha 1,
IČ: 290 15 308

8.1.2. VYMEZENÍ PŘEDMĚTU ŘEŠENÍ

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

Dle projektové dokumentace je navržena tzv. černá vana s asfaltovými pásy.

Mezi výhody černé vany s asfaltovými pásy řadíme rychlost provádění, menší finanční náročnost a možnosti použití proti radonu.

Mezi nevýhody musíme zařadit těsnost spojů, nemožnost opravy bez nutnosti bouracích prací a vysoká závislost na kvalitě provedení.

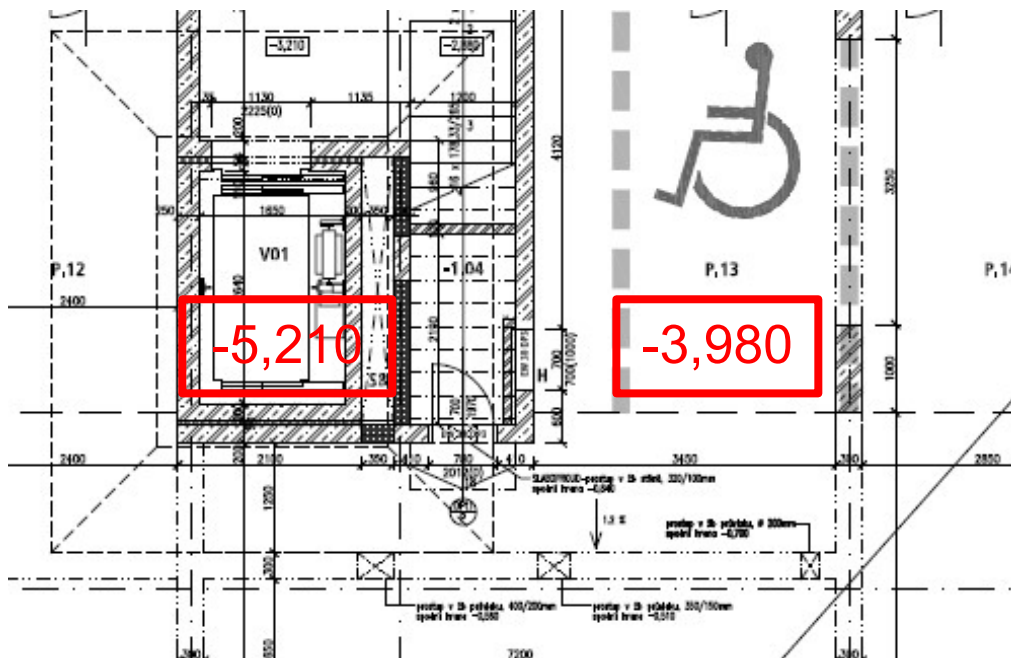
Souvrství se skládá od spodu nahoru:

- Podkladní beton tl. 100 mm
- Penetrační nátěr
- 2x modifikovaný asfaltový pás
- Geotextílie 300 g/m²
- Kluzná fólie Foldex PS
- Podkladní beton tl. 50 mm – ochranný potěr
- Základová ŽB konstrukce



Obrázek 40: Skladba provedení hydroizolace dle PD

Základová spára se dělí na dvě výškové úrovně. V místě výtahové šachty je hloubka $-5,210$ m a v místě základové desky je hloubka $-3,980$ m.



Obrázek 41: Členitost základové spáry (převzato z [vlastní tvorba])

8.2. MOŽNÉ VARIANTY HYDROIZOLACE SPODNÍ STAVBY

8.2.1. VODONEPROPUSTNÝ BETON – BÍLÁ VANA

Jedná se o betonovou konstrukci z vodonepropustného betonu, která neobsahuje žádné další hydroizolační materiály. Betonová konstrukce v této variantě plní funkci jak hydroizolační, tak i statickou (nosnou).

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 malou či žádnou odborností 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 500 mm z betonu C30/37 – XC1 – CL0,2 – D_{max} 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.

8.2.2. HNĚDÁ VANA S BENTONITEM

Další variantou je hnědá vana, jejíž název je odvozen od přibližné barvy bentonitu, což je hnědá.

Nosná stavební konstrukce je z vnějšího líce opatřena tzv. bentonitovými rohožemi, popřípadě matracemi.

Mezi výhody patří rychlost provádění, menší finanční náročnost a spolehlivost tradiční vyzkoušené konstrukce.

Do nevýhod však musíme zařadit velký vliv na počasí.

Souvrství se skládá od spodu nahoru:

- Podkladní beton
- Geotextílie 500 g/m²
- Fólie HDPE 1,5 mm
- Bentonitová rohož
- ŽB základová konstrukce bílé vany

8.2.3. DVOJITÝ HYDROIZOLAČNÍ SYSTÉM DEKTRADE Z FÓLIÍ ALKORPLAN

Poslední variantou je systém, který se skládá ze dvou fólií, z 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 těchto trubic a hadic se propojuje prostor mezi fóliemi a zpravidla prostředí interiéru. Trubicemi se

provádí vakuová kontrola vodotěsnosti plochy a spojů hydroizolačního povlaku.

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

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

Souvrství se skládá od spodu nahoru:

- Podkladní beton
- Geotextílie
- Souvislá plocha hydroizolačního PVC Arkoplan
- Drenážní vrstva + kontrolní hadice
- Hydroizolační sektor PVC Arkoplan
- Geotextílie 500 g/m²
- Betonová základová deska tl. 200 mm

8.3. MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZA

Teorie multikriteriálního (vícekriteriálního) rozhodování je založena na matematickém modelování, i když pro zvládnutí základů vícekriteriálních optimalizačních technik je možné vystačit s matematikou velmi jednoduchou. Toto použití matematiky za cenu vynaložení jisté námahy na studium, zajišťuje na druhé straně rigorózní přístup k výkladu problematiky optimálního rozhodování v situacích, které svou složitostí jinak přímo svádějí k řešení metodou diskuze až do úplné únavy. Některé partie, zejména z oblasti vícekriteriálního hodnocení variant, jsou navíc srozumitelné bez jakýchkoliv matematických znalostí a mohou být studovány a pochopeny nezávisle na partiích náročnějších.

8.3.1. PODSTATA ÚLOH VÍCEKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ

Rozhodnutím rozumíme vybrání jedné varianty ze seznamu v dané situaci potenciálně realizovatelných variant na základě většího množství kritérií. Vedle seznamu kritérií nepřímou formulujících cíl rozhodovací analýzy

je nutné mít k dispozici i seznam (množinu) variant, z nichž rozhodnutí vybíráme.

8.3.2. OBECNÝ POSTUP

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



Obrázek 42: Obecný postup vícekriteriálního hodnocení variant (převzato z [48])

8.3.3. VYTVOŘENÍ SOUSTAV KRITÉRIÍ HODNOCENÍ

Vytváření účelově orientované soustavy kritérií hodnocení je důležitým krokem v celém procesu vícekriteriálního 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.

Podle typu preference hodnot kritérií se rozlišují kritéria:

- s rostoucí preferencí (maximalizační, zisková) - u nichž jsou vyšší hodnoty preferovány před nižšími
- klesající preferencí (minimalizační, ztrátová) - která jsou opakem předchozích

- se střídavou preferencí, u nichž se preference po dosažení určité hodnoty změni

8.3.4. STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ

Tento krok obecného postupu multikriteriálního hodnocení variant úzce souvisí s úplností soustavy kritérií odrážející podstatné 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.

Pro stanovení vah kritérií existuje celá řada různých metod; nejjednodušší z nich jsou metody přímé při kterých se zcela subjektivně určují nenormované váhy jednotlivých kritérií v apriorně dohodnuté bodové stupnici. K těmto metodám patří například metoda bodová, Metfesselova alokace, metoda klasifikace kritérií do tříd a další. Do druhé skupiny patří metody nepřímé, z nichž nejčastěji se používá metoda párového srovnání, kde lze zařadit například metodu Fullerova trojúhelníka nebo složitější Saatyho metodu.

V této práci bude použita Metoda bodovací:

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.

Výpočet vah se provádí podle vztahu:

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

Obrázek 43: Vztah pro výpočet vah (převzato z [48])

8.3.5. DÍLČÍ HODNOCENÍ VARIANT

K celkovému vícekriteriálnímu hodnocení variant je zapotřebí kromě stanovení vah kritérií rozhodování i dílčí (jednokriteriální) 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).

8.3.6. POSOUZENÍ RIZIK

Rizik spojených s případnou implementací je celá řada. Je třeba zdůraznit, že kterékoli z nich může nabyt při konkrétním hodnocení značného významu a ovlivnit výsledek hodnocení.

Týká se zejména o:

- Správnost formulace konkrétního problému
- Relativní úplnost a výstižnost vyjádření podstatných vlastností objektu, který je předmětem hodnocení
- Způsobu (metod) tvorby, resp. identifikace variant měření
- Způsobu (metod) vícekritériálního hodnocení variant
- Náhodných okolností, které by mohly ohrozit vybrané varianty

8.3.7. VÝBĚR NEJVHODNĚJŠÍ VARIANTY

Nejvhodnější varianta pro řešení daného problému vyplyne z následujících pěti kroků vícekritériálního hodnocení variant.

8.4. MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZA HYDROIZOLACE SPODNÍ STAVBY

8.4.1. 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 daného systému

3) Finanční náročnost

- Finanční náročnost bude vypočtena pomocí rozpočtového programu RTS Stavitel

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

8.4.2. KRITÉRIA

1) Technologická náročnost

Technologická náročnost jednotlivých variant hydroizolace se rozděluje na dvě části, a to na monolitickou konstrukci a na hydroizolační skladbu konstrukce.

Z tohoto hlediska je nejvhodnější bílá vana, kde je zcela vynechána hydroizolační skladba.

Za nejnáročnější variantu se považuje hnědá vana s bentonitem, a to z důvodu aktivace bentonitu při nezakrytí konstrukce a jejího navlhnutí a také systém Dektrade z důvodu sektorizace úseků.

Tabulka 46: Tabulka odpadů zařazených dle katalogu odpadů
Zdroj: Vlastní tvorba

Varianta	Technologická náročnost
Bílá vana	Náročné
Hnědá vana s bentonitem	Velmi náročné
Černá vana s asfaltovými pásy	Středně náročné
Systém Dektrade	Velmi náročné

2) Časová náročnost

Časová náročnost byla vypočtena pomocí programu RTS Stavitel 2020/II a pomocí normohodin a určení počtu pracovníků. K celkovému času nebyla připočtena i technologická přestávka vyschnutí betonu na požadovanou hodnotu povrchové vlhkosti pro aplikaci povlakových hydroizolací.

➤ Bílá vana

Položkový rozpočet								
S:		bílá vana						
P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	Nhod / MJ	Nhod celk.	Počet osob	Počet dní
Díl: 2		Základy,zvláštní zakládání				3420,86		46
1	273321321R00	Železobeton základových desek C 20/25, - podkladní beton	m3	90,30000	0,7	63,21	10	1
2	273361921R00	Výztuž základových desek ze svařovaných sítí	t	3,27000	15,231	49,81	15	1
3	713191123R00	Položení separační fólie přilepením, vč. dodávky separační fólie	m2	903,00000	0,09	81,27	10	2
4	273351215R00	Bednění stěn základových desek - zřízení	m2	106,50000	0,36	38,34	5	1
5	273361821R00	Výztuž základových desek z beton. oceli 10505 (R)	t	62,60000	23,531	1473,04	15	13
6	273326141RT4	Zákl. desky z betonu železového vodostaveb. C30/37, XF4 - bílá vana	m3	521,63000	1,27	662,47	10	9
7	273351216R00	Bednění stěn základových desek - odstranění	m2	106,50000	0,2	21,3	5	1
8	279351105R00	Bednění stěn základových zdi, oboustranné-zřízení	m2	1 056,76000	0,23	243,05	5	7
9	279361821R00	Výztuž základových zdi z betonář. oceli 10 505 (R)	t	13,21000	25,53	337,25	15	3
10	380326143RT4	Beton komplet.konstr.vodostavební C 30/37 nad 30cm, XF4 - bílá vana	m3	132,10000	2,455	324,31	10	4
11	279351106R00	Bednění stěn základových zdi, oboustranné-odstran.	m2	1 056,76000	0,12	126,81	5	4
Díl: 93		Dokončovací práce inž.staveb				151,86		3
12	931981081R00	Těsnění pracovní spáry - PENTAFLEX - těsnící plech	m	268,00000	0,16666	44,66	10	1
13	931981083R00	Těsnění PENTAFLEX - těsnící prvek - pás	m	1 072,00000	0,1	107,2	10	2
								49

Obrázek 44: Normál bílé vany (převzato z [vlastní tvorba])

➤ Černá vana s asfaltovými pásy

Položkový rozpočet								
S:		Černá vana s asf. pásy						
P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	Nhod / MJ	Nhod celk.	Počet osob	Počet dní
Díl: 2		Základy,zvláštní zakládání				2849,21		38
1	273321321R00	Železobeton základových desek C 20/25, - podkladní beton	m3	90,30000	0,7	63,21	10	1
2	273361921R00	Výztuž základových desek ze svařovaných sítí	t	3,27000	15,231	49,81	15	1
3	273351215R00	Bednění stěn základových desek - zřízení	m2	106,50000	0,36	38,34	5	1
4	273361821R00	Výztuž základových desek z beton. oceli 10505 (R)	t	62,60000	23,531	1473,04	15	13
5	273323411R00	Železobeton základ. desek vodostavební C 25/30	m3	521,63000	0,63	326,83	10	4
6	273351216R00	Bednění stěn základových desek - odstranění	m2	106,50000	0,2	21,3	5	1
7	279351105R00	Bednění stěn základových zdi, oboustranné-zřízení	m2	1 056,76000	0,23	243,05	5	7
8	279361821R00	Výztuž základových zdi z betonář. oceli 10 505 (R)	t	13,21000	25,53	337,25	15	3
9	279321411R00	Železobeton základových zdi C 25/30	m3	132,10000	1,27	167,77	10	3
10	279351106R00	Bednění stěn základových zdi, oboustranné-odstran.	m2	1 056,76000	0,12	126,81	5	4
Díl: 63		Podlahy a podlahové konstrukce				76,76		2
11	631312711R00	Mazanina betonova tl. 5 - 8 cm C 25/30	m3	90,30000	0,36	31,61	10	1
12	713191100RT9	Položení separační fólie, včetně dodávky fólie FOLDEX PS	m2	903,00000	0,05	45,15	10	1
Díl: 93		Dokončovací práce inž.staveb				151,86		3
13	931981021R00	Těsnění pracovní spáry bitumenovým plechem	m	268,00000	0,16666	44,66	10	1
14	931981011R00	Těsnění prac.spár bentonit.páskou 20x25 mm,mřížka	m	1 072,00000	0,1	107,2	10	2
Díl: 711		Izolace proti vodě				884,71		16
15	711111001RZ1	Izolace proti vlhkosti vodor. nátěr ALP za studena, 1x nátěr - včetně dodávky penetračního laku ALP	m2	903,00000	0,0275	24,83	10	1
16	711141559RT1	Izolace proti vlhk. vodorovná pásy přitavením, 1 vrstva - materiál ve specifikaci	m2	903,00000	0,22	198,66	10	3
17	711141559RT1	Izolace proti vlhk. vodorovná pásy přitavením, 2 vrstva - materiál ve specifikaci	m2	903,00000	0,22	198,66	10	3
18	628522590R	Pás modifikovaný asfalt Elastodek 40 special miner	m2	993,30000	0	0	10	0
19	62855010R	Pás modifikovaný asfalt Polyelast extra	m2	993,30000	0	0	10	0
20	711112001RZ1	Izolace proti vlhkosti svls. nátěr ALP, za studena, 1x nátěr - včetně dodávky asfaltového laku	m2	528,38000	0,03	15,85	10	1
21	711142559RT1	Izolace proti vlhkosti svlsisá pásy přitavením, 1 vrstva - materiál ve specifikaci	m2	528,38000	0,35	184,93	10	3
22	711142559RT1	Izolace proti vlhkosti svlsisá pásy přitavením, 2 vrstva - materiál ve specifikaci	m2	528,38000	0,35	184,93	10	3
23	628522590R	Pás modifikovaný asfalt Elastodek 40 special miner	m2	607,63700	0	0	10	0
24	62855010R	Pás modifikovaný asfalt Polyelast extra	m2	607,64000	0	0	10	0
25	711191171RT2	Izolace proti zem.vlhkosti.podk.lextille,vodorovná, včetně dodávky lextille Nelex A PPI/300, 300 g/m2	m2	903,00000	0,05	45,15	10	1
26	711482020RZ1	Izolační systém Technodren, svlsie, včetně dodávky fólie Technodren a doplnků	m2	528,38000	0,06	31,7	10	1
								59

Obrázek 45: Normál černé vany (převzato z [vlastní tvorba])

➤ Hnědá vana s bentonitem

Položkový rozpočet									
S:		Hnědá vana							
P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	Nhod / MJ	Nhod celk.	počet osob	Počet dní	
Díl: 2		Základy, zvláštní zakládání				2849,21		38	
1	273321321R00	Železobeton základových desek C 20/25, - podkladní beton	m3	90,30000	0,7	63,21	10	1	
2	273361921R00	Vyzluz základových desek ze svařovaných sítí	t	3,27000	15,231	49,81	15	1	
3	273351215R00	Bednění stěn základových desek - zřízení	m2	106,50000	0,36	38,34	5	1	
4	273361821R00	Vyzluz základových desek z beton. oceľi 10505 (R)	t	62,60000	23,531	1473,04	15	13	
5	273323411R00	Železobeton základ. desek vodostavební C 25/30	m3	521,63000	0,63	328,63	10	4	
6	273351216R00	Bednění stěn základových desek - odstranění	m2	106,50000	0,2	21,3	5	1	
7	279351105R00	Bednění stěn základových zdí, oboustranné-zřízení	m2	1 056,76000	0,23	243,05	5	7	
8	279361821R00	Vyzluz základových zdí z betonař. oceľi 10 505 (R)	t	13,21000	25,53	337,25	15	3	
9	279321411R00	Železobeton základových zdí C 25/30	m3	132,10000	1,27	167,77	10	3	
10	279351106R00	Bednění stěn základových zdí, oboustranné-odstran.	m2	1 056,76000	0,12	126,81	5	4	
Díl: 3		Svislé a kompletní konstrukce				655,72		6	
11	346271112R00	Přizdivky izolační z cihel betonových 140 mm	m2	528,38000	0,921	486,64	15	4	
12	346245999R00	Příplatek za ochranu izolace maltou min. MC 10	m2	528,38000	0,32	169,08	15	2	
Díl: 63		Podlahy a podlahové konstrukce				76,76		2	
13	631312711R00	Mazanina betonová tl. 5 - 8 cm C 25/30, - ochranný polér izolačního souvrství	m3	90,30000	0,35	31,61	10	1	
14	713191100RT9	Položení separační folie, včetně dodávky folie FOLDEX PS	m2	903,00000	0,05	45,15	10	1	
Díl: 93		Dokončovací práce inž. staveb				151,86		3	
15	931981021R00	Těsnění pracovní spáry bitumenovým piechem	m	268,00000	0,16666	44,66	10	1	
16	931981011R00	Těsnění prac.spár bentonit.páskou 20x25 mm, mřížka	m	1 072,00000	0,1	107,2	10	2	
Díl: 711		Izolace proti vodě				589,92		12	
17	711461103RT1	Izolace, tlak, voda, vodor. pryž. folii přilepením, materiál ve specifikaci	m2	903,00000	0,14	126,42	10	2	
18	28322028R	Fólie Fatralof 803 tl. 1,5, s. 1300 mm zemní	m2	993,30000	0	0	10	0	
19	711491171R00	Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná	m2	903,00000	0,09	81,27	10	2	
20	67390505R	Geotextilie netkaná geoNETEX S 500 g/m2 2x50 m	m2	993,30000	0	0	10	0	
21	711491172R00	Izolace tlaková, ochranná textilie, vodorovná	m2	903,00000	0,112	101,14	10	2	
22	581285001R	Eurobent - bentonitová těsnící rohož	m	993,30000	0	0	10	0	
23	711462103RT1	Izolace, tlak, voda, svislá pryž. folii přilepením, materiál ve specifikaci	m2	528,38000	0,17	89,82	10	2	
24	28322028R	Fólie Fatralof 803 tl. 1,5, s. 1300 mm zemní	m2	607,63700	0	0	10	0	
25	711491271R00	Izolace tlaková, podkladní textilie svislá	m2	528,38000	0,166	87,71	10	2	
26	67390505R	Geotextilie netkaná geoNETEX S 500 g/m2 2x50 m	m2	581,21800	0	0	10	0	
27	711491272R00	Izolace tlaková, ochranná textilie svislá	m2	528,38000	0,196	103,56	10	2	
28	581285001R	Eurobent - bentonitová těsnící rohož	m	581,22000	0	0	10	0	
									61

Obrázek 46: Normál hnědé vany (převzato z [vlastní tvorba])

➤ **Systém Dektrade**

Položkový rozpočet								
S:		Dektrade						
P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	Nhod / MJ	Nhod celk.	Počet osob	Počet dní
Díl: 2		Základy,zvláštní zakládání				5946,1		87
1	273321321R00	Železobeton základových desek C 20/25, - podkladní beton	m3	90,30000	0,7	63,21	10	1
2	273361921R00	Výztuž z základových desek ze svařovaných sítí	l	3,27000	15,231	49,81	15	1
3	713191123R00	Položení separační fólie přilepením, vč. dodávky separační fólie	m2	903,00000	0,09	81,27	10	2
4	273351215R00	Bednění stěn základových desek - zřízení	m2	106,50000	0,36	38,34	5	1
5	273361821R00	Výztuž základových desek z beton. oceli 10505 (R)	l	62,60000	23,531	1473,04	15	13
6	273326141RT4	Zákl. desky z betonu železového vodostavěb. C30/37, XF4 - bílá vana	m3	521,63000	1,27	662,47	10	9
7	273361821R00	Výztuž základových desek z beton. oceli 10505 (R)	l	10,84000	23,531	255,08	15	3
8	273321321R00	Železobeton základových desek C 20/25, - betonová deska tl. 100 mm nad souvrstvím Dualdek	m3	90,30000	1,27	114,68	10	2
9	273351216R00	Bednění stěn základových desek - odstranění	m2	106,50000	0,2	21,3	5	1
10	279351105R00	Bednění stěn základových zdí, oboustranné-zřízení	m2	1 056,76000	0,23	243,05	5	7
11	279361821R00	Výztuž základových zdí z betonář. oceli 10 505 (R)	l	13,21000	25,53	337,25	15	3
12	380326143RT4	Beton komplet.konstr.vodostavební C 30/37 nad 30cm, XF4 - bílá vana	m3	132,10000	2,455	324,31	10	4
13	279351106R00	Bednění stěn základových zdí, oboustranné-odstran.	m2	1 056,76000	0,12	126,81	5	4
14	631312711R00	Mazanina betonová tl. 5 - 8 cm C 25/30, vodorovná ochrana souvrství Dualdek	m3	54,18000	0,35	18,96	10	1
15	28999Dualdek	Skladba souvrství Dualdek - montáž a dodávka	m2	1 424,63000	0,92	1310,66	10	17
16	279351101R00	Bednění stěn základových zdí, jednostranné-zřízení	m2	528,38000	0,74	391	5	10
17	279361821R00	Výztuž základových zdí z betonář. oceli 10 505 (R)	l	7,93000	25,53	202,45	15	2
18	279321411R00	Železobeton základových zdí C 25/30	m3	79,26000	0,599	47,48	10	1
19	279351102R00	Bednění stěn základových zdí, jednostranné-odstran.	m2	528,38000	0,35	184,93	5	5
Díl: 93		Dokončovací práce inž.staveb				151,86		3
20	931981061R00	Těsnění pracovní spáry - PENTAFLEX - těsnící plech	m	268,00000	0,16666	44,66	10	1
21	931981063R00	Těsnění PENTAFLEX - těsnící prvek - pás	m	1 072,00000	0,1	107,2	10	2
								90

Obrázek 47: Normál hnědé vany (převzato z [vlastní tvorba])

Tabulka 47: Tabulka posouzení časové náročnosti
Zdroj: Vlastní tvorba

Varianta	Časová náročnost [dny]
Bílá vana	49
Hnědá vana s bentonitem	61
Černá vana s asfaltovými pásy	59
Systém Dektrade	90

Nejvhodnějším systémem z časového hlediska vyšla dle očekávání bílá vana, a to z důvodu jednovrstvé konstrukce bez povlakové hydroizolace. Naopak časově nejnáročnější je systém Dektrade.

3) Finanční náročnost

Finanční náročnost byla určena dle rozpočtového programu RTS Stavitel 2020/II. V případě varianty Dektrade byla cena převzata cena z technického listu skladby.

Uváděné ceny jsou bez DPH.

➤ Bílá vana

Položkový rozpočet						
S:		bílá vana				
P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	Celkem
Díl: 2		Základy,zvláštní zakládání				7 224 097,49
1	273321321R00	Železobeton základových desek C 20/25, - podkladní beton	m3	90,30000	2 695,00	243 358,50
2	273361921R00	Výztuž základových desek ze svařovaných sítí	t	3,27000	36 300,00	118 701,00
3	713191123R00	Položení separační fólie přilepením, vč. dodávky separační fólie	m2	903,00000	122,00	110 166,00
4	273351215R00	Bednění stěn základových desek - zřízení	m2	106,50000	775,00	82 537,50
5	273361821R00	Výztuž základových desek z beton. oceli 10505 (R)	t	62,60000	41 630,00	2 606 038,00
6	273326141RT4	Zakl. desky z betonu železového vodostaveb. C30/37, XF4 - bílá vana	m3	521,63000	4 080,00	2 128 250,40
7	273351216R00	Bednění stěn základových desek - odstranění	m2	106,50000	123,50	13 152,75
8	279351105R00	Bednění stěn základových zdí, oboustranně-zřízení	m2	1 056,76000	515,00	544 231,40
9	279361821R00	Výztuž základových zdí z betonaf. oceli 10 505 (R)	t	13,21000	44 570,00	588 769,70
10	380326143RT4	Beton komple.konstr.vodostavební C 30/37 nad 30cm, XF4 - bílá vana	m3	132,10000	4 180,00	552 178,00
11	279351106R00	Bednění stěn základových zdí, oboustranně-odstran.	m2	1 056,76000	224,00	236 714,24
Díl: 93		Dokončovací práce inž.staveb				804 536,00
12	931981081R00	Těsnění pracovní spáry - PENTAFLEX - těsnící plech	m	268,00000	746,00	199 928,00
13	931981083R00	Těsnění PENTAFLEX - těsnící prvek - pás	m	1 072,00000	564,00	604 608,00
						8 028 633,49

Obrázek 48: Položkový rozpočet bílé vany (převzato z [vlastní tvorba])

➤ Černá vana s asfaltovými pásy

Položkový rozpočet						
S:		Černá vana s asf. pásy				
P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	Celkem
Díl: 2		Základy,zvláštní zakládání				6 297 294,09
1	273321321R00	Železobeton základových desek C 20/25, - podkladní beton	m3	90,30000	2 695,00	243 358,50
2	273361921R00	Výztuž základových desek ze svařovaných sítí	t	3,27000	36 300,00	118 701,00
3	273351215R00	Bednění stěn základových desek - zřízení	m2	106,50000	775,00	82 537,50
4	273361821R00	Výztuž základových desek z beton. oceli 10505 (R)	t	62,60000	41 630,00	2 606 038,00
5	273323411R00	Železobeton základ. desek vodostavební C 25/30	m3	521,63000	2 850,00	1 486 645,50
6	273351216R00	Bednění stěn základových desek - odstranění	m2	106,50000	123,50	13 152,75
7	279351105R00	Bednění stěn základových zdí, oboustranné-zřízení	m2	1 056,76000	515,00	544 231,40
8	279361821R00	Výztuž základových zdí z betonář. oceli 10 505 (R)	t	13,21000	44 570,00	588 769,70
9	279321411R00	Železobeton základových zdí C 25/30	m3	132,10000	2 855,00	377 145,50
10	279351106R00	Bednění stěn základových zdí, oboustranné-odstran.	m2	1 056,76000	224,00	236 714,24
Díl: 63		Podlahy a podlahové konstrukce				374 654,70
11	631312711R00	Mazanina betonová tl. 5 - 8 cm C 25/30	m3	90,30000	3 750,00	338 625,00
12	713191100RT9	Položení separační fólie, včetně dodávky fólie FOLDEX PS	m2	903,00000	39,90	36 029,70
Díl: 93		Dokončovací práce inž.staveb				309 004,00
13	931981021R00	Těsnění pracovní spáry bitumenovým plechem	m	268,00000	257,00	68 876,00
14	931981011R00	Těsnění prac.spár bentonit.páskou 20x25 mm,mřížka	m	1 072,00000	224,00	240 128,00
Díl: 711		Izolace proti vodě				974 167,09
15	711111001RZ1	Izolace proti vlhkosti vodor. nátěr ALP za studena, 1x nátěr - včetně dodávky penetračního laku ALP	m2	903,00000	27,30	24 651,90
16	711141559RT1	Izolace proti vlhk. vodorovná pásy přitavením, 1 vrstva - materiál ve specifikaci	m2	903,00000	107,50	97 072,50
17	711141559RT1	Izolace proti vlhk. vodorovná pásy přitavením, 2 vrstva - materiál ve specifikaci	m2	903,00000	107,50	97 072,50
18	628522590R	Pás modifikovaný asfalt Elastodek 40 special miner	m2	993,30000	130,00	129 129,00
19	62855010R	Pás modifikovaný asfalt Polyelast extra	m2	993,30000	115,00	114 229,50
20	711112001RZ1	Izolace proti vlhkosti svis. nátěr ALP, za studena, 1x nátěr - včetně dodávky asfaltového laku	m2	528,38000	41,20	21 769,26
21	711142559RT1	Izolace proti vlhkosti svislá pásy přitavením, 1 vrstva - materiál ve specifikaci	m2	528,38000	127,00	67 104,26
22	711142559RT1	Izolace proti vlhkosti svislá pásy přitavením, 2 vrstva - materiál ve specifikaci	m2	528,38000	127,00	67 104,26
23	628522590R	Pás modifikovaný asfalt Elastodek 40 special miner	m2	607,63700	130,00	78 992,81
24	62855010R	Pás modifikovaný asfalt Polyelast extra	m2	607,64000	115,00	69 878,60
25	711191171RT2	Izolace proti zem.vlhkosti,počk.textilie,vodorovná, včetně dodávky textilie Netex A PP/300, 300 g/m2	m2	903,00000	56,80	51 290,40
26	711482020RZ1	Izolační systém Technodren, svisle, včetně dodávky fólie Technodren a doplňků	m2	528,38000	295,00	155 872,10
						7 955 119,88

Obrázek 49: Položkový rozpočet černé vany s asfaltovými pásy (převzato z [vlastní tvorba])

➤ Hnědá vana s bentonitovou rohoží

Položkový rozpočet						
S:		Hnědá vana				
P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	Celkem
Díl: 2		Základy,zvláštní zakládání				6 297 294,09
1	273321321R00	Železobeton základových desek C 20/25, - podkladní beton	m3	90,30000	2 695,00	243 358,50
2	273361921R00	Výztuž základových desek ze svařovaných sítí	t	3,27000	36 300,00	118 701,00
3	273351215R00	Bednění stěn základových desek - zřízení	m2	106,50000	775,00	82 537,50
4	273361821R00	Výztuž základových desek z beton. oceli 10505 (R)	t	62,60000	41 630,00	2 606 038,00
5	273323411R00	Železobeton základ. desek vodostavební C 25/30	m3	521,63000	2 850,00	1 486 645,50
6	273351216R00	Bednění stěn základových desek - odstranění	m2	106,50000	123,50	13 152,75
7	279351105R00	Bednění stěn základových zdí, oboustranné-zřízení	m2	1 056,76000	515,00	544 231,40
8	279361821R00	Výztuž základových zdí z betonář. oceli 10 505 (R)	t	13,21000	44 570,00	588 769,70
9	279321411R00	Železobeton základových zdí C 25/30	m3	132,10000	2 855,00	377 145,50
10	279351106R00	Bednění stěn základových zdí, oboustranné-odstran.	m2	1 056,76000	224,00	236 714,24
Díl: 3		Svislé a kompletní konstrukce				653 606,06
11	346271112R00	Prizdivky izolační z cihel betonových 140 mm	m2	528,38000	1 025,00	541 589,50
12	346245999R00	Příplatek za ochranu izolace maltou min. MC 10	m2	528,38000	212,00	112 016,56
Díl: 63		Podlahy a podlahové konstrukce				374 654,70
13	631312711R00	Mazanina betonová tl. 5 - 8 cm C 25/30, - ochranný potěr izolačního souvrství	m3	90,30000	3 750,00	338 625,00
14	713191100RT9	Položení separační fólie, včetně dodávky fólie FOLDEX PS	m2	903,00000	39,90	36 029,70
Díl: 93		Dokončovací práce inž.staveb				309 004,00
15	931981021R00	Těsnění pracovní spáry bitumenovým plechem	m	268,00000	257,00	68 876,00
16	931981011R00	Těsnění prac.spár bentonit.páskou 20x25 mm,mřížka	m	1 072,00000	224,00	240 128,00
Díl: 711		Izolace proti vodě				1 177 064,77
17	711461103RT1	Izolace, tlak. voda, vodor. pryž. folii přilepením, materiál ve specifikaci	m2	903,00000	268,00	242 004,00
18	28322028R	Fólie Fatrafol 803 tl. 1,5, š. 1300 mm zemní	m2	993,30000	144,50	143 531,85
19	711491171R00	Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná	m2	903,00000	43,10	38 919,30
20	67390505R	Geotextilie netkaná geoNETEX S 500 g/m2 2x50 m	m2	993,30000	43,10	42 811,23
21	711491172R00	Izolace tlaková, ochranná textilie, vodorovná	m2	903,00000	53,60	48 400,80
22	581285001R	Eurobent - bentonitová těsnící rohož	m	993,30000	191,00	189 720,30
23	711462103RT1	Izolace, tlak. voda, svislá pryž. folii přilepením, materiál ve specifikaci	m2	528,38000	285,00	150 588,30
24	28322028R	Fólie Fatrafol 803 tl. 1,5, š. 1300 mm zemní	m2	607,63700	144,50	87 803,55
25	711491271R00	Izolace tlaková, podkladní textilie svislá	m2	528,38000	82,50	43 591,35
26	67390505R	Geotextilie netkaná geoNETEX S 500 g/m2 2x50 m	m2	581,21800	43,10	25 050,50
27	711491272R00	Izolace tlaková, ochranná textilie svislá	m2	528,38000	101,50	53 630,57
28	581285001R	Eurobent - bentonitová těsnící rohož	m	581,22000	191,00	111 013,02
						8 811 623,62

Obrázek 50: Položkový rozpočet hnědé vany s bentonitovou rohoží (převzato z [vlastní tvorba])

➤ **Systém Dektrade**

Položkový rozpočet						
S:		Dektrade				
P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	Celkem
Díl: 2		Základy,zvláštní zakládání				11 818 741,60
1	273321321R00	Železobeton z základových desek C 20/25, - podkladní beton	m3	90,30000	2 695,00	243 358,50
2	273361921R00	Výztuž základových desek ze svařovaných sítí	t	3,27000	36 300,00	118 701,00
3	713191123R00	Položení separační fólie přilepením, vč. dodávky separační fólie	m2	903,00000	122,00	110 166,00
4	273351215R00	Bednění stěn základových desek - zřízení	m2	106,50000	775,00	82 537,50
5	273361821R00	Výztuž základových desek z beton. oceli 10505 (R)	t	62,60000	41 630,00	2 606 038,00
6	273326141RT4	Zákl. desky z betonu železového vodostaveb. C30/37, XF4 - bílá vana	m3	521,63000	4 080,00	2 128 250,40
7	273361821R00	Výztuž základových desek z beton. oceli 10505 (R)	t	10,84000	41 630,00	451 269,20
8	273321321R00	Železobeton základových desek C 20/25, - betonová deska tl. 100 mm nad souvrstvím Dualdek	m3	90,30000	2 695,00	243 358,50
9	273351216R00	Bednění stěn základových desek - odstranění	m2	106,50000	123,50	13 152,75
10	279351105R00	Bednění stěn základových zdí, oboustranné-zřízení	m2	1 056,76000	515,00	544 231,40
11	279361821R00	Výztuž základových zdí z betonář. oceli 10 505 (R)	t	13,21000	44 570,00	588 769,70
12	380326143RT4	Beton komplet.konstr.vodostavební C 30/37 nad 30cm, XF4 - bílá vana	m3	132,10000	4 180,00	552 178,00
13	279351106R00	Bednění stěn základových zdí, oboustranné-odstran.	m2	1 056,76000	224,00	236 714,24
14	631312711R00	Mazanina betonová tl. 5 - 8 cm C 25/30, vodorovná ochrana souvrství Dualdek	m3	54,18000	3 750,00	203 175,00
15	28999Dualdek	Skladba souvrství Dualdek - montáž a dodávka	m2	1 424,63000	1 885,00	2 685 427,55
16	279351101R00	Bednění stěn základových zdí, jednostranné-zřízení	m2	528,38000	593,00	313 329,34
17	279361821R00	Výztuž základových zdí z betonář. oceli 10 505 (R)	t	7,93000	44 570,00	353 440,10
18	279321411R00	Železobeton základových zdí C 25/30	m3	79,26000	2 855,00	226 287,30
19	279351102R00	Bednění stěn základových zdí, jednostranné-odstran	m2	528,38000	224,00	118 357,12
Díl: 93		Dokončovací práce inž.staveb				804 536,00
20	931981081R00	Těsnění pracovní spáry - PENTAFLEX - těsnící plech	m	268,00000	746,00	199 928,00
21	931981083R00	Těsnění PENTAFLEX - těsnící prvek - pás	m	1 072,00000	564,00	604 608,00
						12 623 277,60

Obrázek 51: Položkový rozpočet systému Dektrade (převzato z [vlastní tvorba])

Tabulka 48: Tabulka posouzení finanční náročnosti
Zdroj: Vlastní tvorba

Varianta	Finanční náročnost [Kč]
Černá vana s asfaltovými pásy	7 955 120,88
Bílá vana	8 028 633,49
Hnědá vana s bentonitem	8 811 624,62
Systém Dektrade	12 623 277,60

Nejlevnější a nejlepší variantou z ekonomického hlediska tedy vychází černá vana s asfaltovými modifikovanými pásy, což je i původní řešení dle PD. Naopak nejvyšší cena realizace je pomocí systému Dektrade.

4) Možnost opravy

Další důležitou složkou je opravitelnost dané konstrukce. Systém Dektrade 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 je černá vana s asfaltovými pásy, kdy při poruše je nutné odtěžit zeminu a opravit asfaltové pásy.

Tabulka 49: Tabulka posouzení možnosti opravy
Zdroj: Vlastní tvorba

Varianta	Možnost opravy
Bílá vana	Hůře opravitelné
Hnědá vana s bentonitem	Velmi těžko opravitelné
Černá vana s asfaltovými pásy	Velmi těžko opravitelné
Systém Dektrade	Opravitelné

5) Vhodnost z hlediska vlhkosti v interiéru

Z důvodu umístění technologických zařízení (např. strojovna VZT, tepelná čerpadla) je nutné vlhkost v interiéru omezit na minimum.

U bílé vany jsou dovoleny průsaky vody a je tedy nevhodná do místních podmínek. Musela by se navrhnout opatření v rámci VZT a odvodu vzdušné vlhkosti, kterou v této diplomové práci nebudeme řešit.

Tabulka 50: Tabulka posouzení vhodnosti systému
Zdroj: Vlastní tvorba

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

8.4.3. VYHODNOCENÍ

Při vyhodnocování byla použita Bodovací metoda se škálou bodů od 1 do 10, přičemž 1 = nejhorší a 10 = nejlepší.

Tabulka 51: Tabulka shrnutí jednotlivých systémů
Zdroj: Vlastní tvorba

Celkové posouzení	Technologická náročnost	Časová náročnost	Finanční náročnost	Možnost opravy	Vhodnost systému
Bílá vana	Náročné	49	7 955 120,88	Hůře opravitelné	Nevhodné
Hnědá vana s bentonitem	Velmi náročné	61	8 028 633,49	Velmi těžko opravitelné	Vhodné
Černá vana s asfaltovými pásy	Středně náročné	59	8 811 623,62	Velmi těžko opravitelné	Vhodné
Systém Dektrade	Velmi náročné	90	12 623 277,60	Opravitelné	Vhodné

Tabulka 52: Tabulka vyhodnocení pomocí bodovací metody bez vah kritérií
Zdroj: Vlastní tvorba

	Technologická náročnost	Časová náročnost	Finanční náročnost	Možnost opravy	Vhodnost systému	Arit. průměr
Bílá vana	8	9	8	6	1	6,4
Hnědá vana s bentonitem	5	5	6	5	10	6,2
Černá vana s asfaltovými pásy	9	6	6	2	10	6,6
Systém Dektrade	3	3	4	10	10	6,0

Tabulka 53: Tabulka Saatyho kriteriální matice – hodnoty jednotlivých kritérií
Zdroj: Vlastní tvorba

	Tech. náročnost	Časová náročnost	Finanční náročnost	Možnost opravy	Vhodnost systému	Geo. průměr	Váha kritéria
Tech. náročnost	1	5	1/3	1/9	1/7	0,48	0,11
Časová náročnost	1/5	1	1/5	1/5	3	0,47	0,11
Finanční náročnost	3	5	1	1	3	2,14	0,29
Možnost opravy	9	5	1	1	3	2,67	0,33
Vhodnost systému	7	1/3	1/3	1/3	1	0,76	0,15
						6,53	1,00

Tabulka 54: Tabulka porovnání variant dle vah kritérií
Zdroj: Vlastní tvorba

	Tech. náročnost	Časová náročnost	Finanční náročnost	Možnost opravy	Vhodnost systému	Celkové hodnocení kritéria
Váha kritéria	0,11	0,11	0,29	0,33	0,15	
Bílá vana	8	9	8	6	1	6,32
Hnědá vana s bentonitem	5	5	6	5	10	5,99
Černá vana s asfaltovými pásky	9	6	6	2	10	5,55
Systém Dektrade	3	3	4	10	10	6,62

Dle hodnocení se jeví jako nejlepší řešení Černá vana s asfaltovými pásky, což je i původní řešení podle PD. Černá vana s asfaltovými pásky zahrnuje aktivní kontrolu a opravu bez větších zásahů do samotné konstrukce i přesto, že jeho finanční a technologické náročnost je značná.