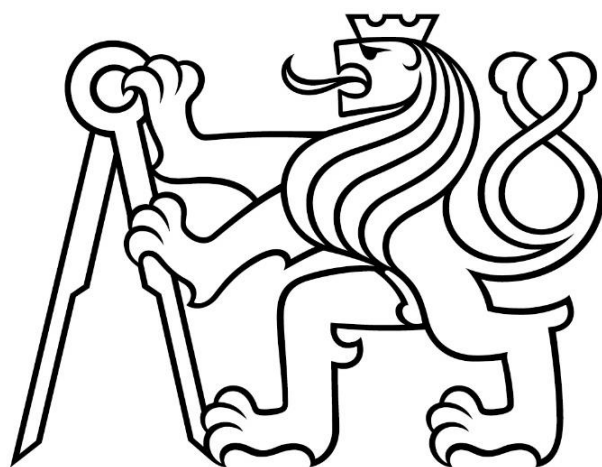


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ  
KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Změna technologie ochrany  
spodní stavby proti vodě**

**Lukáš Kováčik**

**2022**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Synek, Ph.D.**

## **Čestné prohlášení**

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

V Praze dne 15.05.2022

.....

Lukáš Kováčik

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval panu Ing. Jaroslavovi Synkovi, Ph.D., svému vedoucímu bakalářské práce za odborné rady, ochotu a veškerou pomoc při zpracování dané problematiky.

Dále bych rád poděkoval společnosti Metrostav a.s., konkrétně celému týmu Ing. Bukovinského, za bohatou inspiraci a zkušenosti z praxe, které mi neustále předávají.

Speciální poděkování patří mojí rodině, která mě podporuje ve všech směrech v průběhu celého studia.

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kováčik Jméno: Lukáš Osobní číslo: 477255  
Zadávací katedra: Katedra technologie staveb (k122)  
Studijní program: Stavební inženýrství (SI)  
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb (L)

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Změna technologie ochrany spodní stavby proti vodě  
Název bakalářské práce anglicky: Change of technology of substructure waterproofing

Pokyny pro vypracování:

- Popsání základních informací o typech ochrany spodní stavby proti vodě
- Analýza navrhovaného řešení podle projektové dokumentace konkrétní stavby
- Důvody pro změnu technologie a návrh změny
- Vyhodnocení návrhu změny

Seznam doporučené literatury:

Hydroizolace pozemních staveb, Autor: Zdeněk Kutnar  
ČSN 73 0600 - Ochrana staveb proti vodě. Hydroizolace. Základní ustanovení, ČSN 73 0601 - Ochrana staveb proti radonu z podlaží  
TP ČBS 04 - Vodonepropustné betonové konstrukce, Směrnice ČHIS 01

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Jaroslav Synek, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 17.02.2022 Termín odevzdání BP v IS KOS 15.05.2022  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## **Abstrakt**

Mezi nejzásadnější vlastnosti spodní stavby patří ochrana proti vodě. Každá spodní stavba vyžaduje vlastní přístup k řešení této problematiky. Moje bakalářská práce se zabývá změnou technologie ochrany spodní stavby proti vodě na konkrétním projektu. V první řadě analyzuje navrhnutou hydroizolaci z projektové dokumentace – technologie asfaltových pásů, kterou doplňuje teoretickou částí. V další kapitole jsem stanovil důvody pro změnu a návrh nové technologie vodonepropustné betonové konstrukce – bílá vana. V novém návrhu popisuje a porovnává technologie provádění, pracovní postup, časový postup, porovnání nákladů. Na závěr je celá změna vyhodnocena.

## **Klíčová slova**

Spodní stavba, hydroizolace, černá vana, asfaltové pásy, bílá vana, vodonepropustné betonové konstrukce, změna technologie, ochrana spodní stavby, izolace proti radonu, vlhkost, porovnání, rozpočet.

## **Abstract**

One of the most important features of the substructure is protection against water. Each substructure requires its own approach to solving this problem. My bachelor thesis deals with the change of the technology of protection of the substructure against water on a project. First of all, it analyzes the proposed waterproofing from the project documentation – bituminous membrane technology, which complements the theoretical part. Subsequently, the reasons for the change and design of a new technology of waterproof concrete construction – white tank. The new design describes and compares implementation technology, workflow, timeline, cost comparison. In the end, this whole change is evaluated.

## **Keywords**

Substructure, waterproofing, asphalt tank, bituminous membranes, white tank, waterproofing concrete structure, change of technology, substructure protection, radon protection, humidity, comparison, costing.

# OBSAH

Úvod.....	9
1. Analýza navrhovaného řešení podle projektové dokumentace .....	10
1.1. Informace o stavbě.....	10
1.2. Požadavky na ochranu spodní stavby .....	11
1.3. Požadavky na vnitřní prostředí spodní stavby.....	12
1.4. Požadavky na návrhovou životnost.....	14
1.5. Navrhovaná technologie ochrany .....	15
2. Důvody pro změnu + navrhované změny technologie .....	18
2.1 Technologie provádění ochrany proti vodě.....	18
2.1.1. Požadavky a ochrana spodní stavby .....	19
2.1.2. Nově navržené skladby .....	20
2.1.3 Vyztužení .....	21
2.1.4 Detail napojení na piloty .....	22
2.1.5 Dilatační a pracovní spáry .....	22
2.1.6 Detaily vstupů konstrukcí .....	26
2.2 Technologický postup + požadavky na realizaci.....	28
2.3 Dodavatelský systém + koordinace.....	29
2.4 Náklady .....	30
2.4.1 Rozpočet – varianta černé vany.....	30
2.4.2 Rozpočet – varianta bílé vany .....	33
2.4.3 Porovnání finančních nákladů obou variant.....	35
2.5 Časový postup .....	35
2.5.1 Časová náročnost – černá vana .....	36
2.5.2 Časová náročnost bílá vana .....	37
2.5.3 Porovnání časové náročnosti obou variant.....	39
3. Vyhodnocení návrhu .....	41

3.1 Technologie provádění ochrany .....	41
3.2 Technologický postup + požadavky na realizaci .....	41
3.3 Dodavatelský systém a koordinace .....	41
3.4 Náklady .....	42
3.5 Časový postup .....	42
Závěr.....	43
Seznam literatury.....	44
Seznam tabulek .....	45
Seznam obrázků .....	46



# Úvod

Volba ochrany podzemních částí stavby proti vodě a dalším nepříznivým vlivům je důležitou součástí při navrhování projektu. Skladba této konstrukce má za úkol chránit spodní stavbu proti vodě, radonu a ostatním vlivům. Proto je nesmírně důležité zvolit správný typ technologie provádění, aby se docílilo maximální efektivity hydroizolace a dodržela se plánovaná životnost konstrukce. Špatně navržená technologie zvyšuje vlhkost konstrukcí a tím zhoršuje fyzikálně – mechanické vlastnosti konstrukce (degradace nosné konstrukce), vnitřní mikroklima objektu (vznik plísní a snížení kvality vzduchu).

Typů ochrany spodní stavby je více, a proto je nutné pečlivě vybrat ideální typ pro konkrétní projekt. Každý typ hydroizolace je specifický z hlediska technologie, detailů, nákladů, doby provádění, životnosti, účinnosti a nákladů na opravy. Při výběru vhodné technologie nelze použít jednu univerzální koncepci pro všechny projekty. Každý projekt má vlastní návrhové hodnoty a požadavky na ochranu spodní stavby proti vodě.

Historicky nejstarším a nejpoužívanějším typem ochrany spodní stavby proti vodě je technologie povlakových hydroizolací. Nejčastěji se používají natavitelné asfaltové pásy (technologie černé vany), nebo novější polymerní fólie. Při této technologii spodní stavby tvoří statickou funkci nosná konstrukce a izolační funkci tvoří povlaková hydroizolace.

Novějším typem technologie ochrany spodní stavby jsou vodonepropustné betonové konstrukce – bílé vany. Při této technologii zajišťuje funkci nosnou i hydroizolační pouze jedna železobetonová konstrukce. Hydroizolační vlastnosti přináší správně navržený tvar konstrukce, vhodný beton, vyztužení, těsnění detailů a pracovní postup.

Moje bakalářská práce je zaměřená na analýzu ochrany spodní stavby proti vody na konkrétním projektu. Navrhuje změnu technologie z projektově navržených povlakových hydroizolací na nový návrh technologie bílé vany. Zabývá se porovnáním rozdílů v technologii, pracovního a časového postupu a nákladů.

# 1. Analýza navrhovaného řešení podle projektové dokumentace

## 1.1. Informace o stavbě

Návrh na změnu technologie ochrany stavby proti vodě budu vypracovávat na konkrétním projektu. Jedná se o výstavbu bytového domu moderního bydlení. Bytový dům je tvořen třemi nadzemními a dvěma podzemními podlažími. Celkem vznikne 19 nadstandartních bytových jednotek v celkové ploše 2769 m<sup>2</sup>. Součástí objektu jsou podzemní garáže pro 13 parkovacích stání. Dalších 11 parkovacích stání bude na pozemku před objektem. Lokalita stavby je v ulici Pod Kotlářkou na Praze 5.



Obrázek 1 – vizualizace projektu (zdroj: [www.rh-arch.com](http://www.rh-arch.com))

## **1.2. Požadavky na ochranu spodní stavby**

Typ hydroizolačního opatření je volen s ohledem na inženýrsko-geologický průzkum, úroveň hladiny spodní vody, radonový index a agresivitu prostředí.

### **Hydrogeologické a hydrologické poměry**

Z projektové dokumentace vychází, že hlavním zdrojem podzemní vody jsou zde především atmosférické srážky. Důsledkem pak může být kolísání úrovně hladiny podzemní vody (i její vydatnosti) v závislosti na atmosférických srážkách.

Podzemní voda byla v prostoru v bezprostředním okolí zájmového území archivními průzkumnými díly zpravidla (resp. v závislosti na hloubce průzkumných děl) zastižena, a to ve formě „mělké hladiny podzemní vody“.

Inženýrsko-geologický průzkum pozemku uvádí hladinu podzemní vody (ustálená min. 48 h po odvrtání v průměru z 8 provedených vrtů) 258,50 m.n.m. Základová spára objektu v 2.PP je na úrovni 258,55 m.n.m. V tomto místě je možný přímý kontakt s podzemní vodou. Základová spára v 1.PP je na úrovni 261,72 m.n.m.

Stavba je podle projektu ochráněna proti účinkům tlakové vody a proti zatékající srážkové vodě navrhnutým hydroizolačním systémem asfaltových pasů. Specifikace viz kapitola 1.5.

### **Agresivita prostředí**

Na základě chemických rozborů vzorků z průzkumu podzemní vody z širšího okolí zájmového území je možné předpokládat, že podzemní voda na lokalitě má ve smyslu ČSN EN 206, stupeň agresivity XA1 až XA2 na betonové konstrukce. Ve smyslu ČSN 03 8375 pak podzemní voda na lokalitě s velkou pravděpodobností vykazuje až IV. stupeň agresivity (vysokou agresivitu) na ocel (vodivost, sírany + chloridy i CO<sub>2</sub>).

### **Ochrana před pronikáním radonu z podloží**

Podle radonového průzkumu pozemku byl stanoven radonový index jako střední. Na základě této skutečnosti jsou veškeré podzemní konstrukce, jak vodorovné, tak svislé

ochráněny proti pronikání radonu z podloží. Jedná se o izolace s protiradonovou funkcí viz kapitola 1.5.

### Protipovodňová opatření

Stavba není položena v záplavovém území, a proto nejsou navržena speciální opatření. V zájmové oblasti ani jejím nejbližším okolí se nepředpokládá jejich výskyt.

Ostatní účinky – zájmové území neleží v poddolované oblasti, ani v oblasti výskytu metanu apod.

## 1.3. Požadavky na vnitřní prostředí spodní stavby

Každá místnost spodní stavby musí splňovat požadavky na vnitřní prostředí. Při prostorách určených k pobytu se řeší hlavně jejich tepelně-vlhkostní mikroklima. S tím spojená kvalita vnitřního vzduchu a jeho výměna, vlhkost, akustické vlastnosti a osvětlení prostoru. Požadavky na vnitřní prostředí spodní stavby jsou spojené hlavně s tepelně-vlhkostním mikroklimatem. Třídy požadavků stanovuje investor, které vychází z tabulky 1.

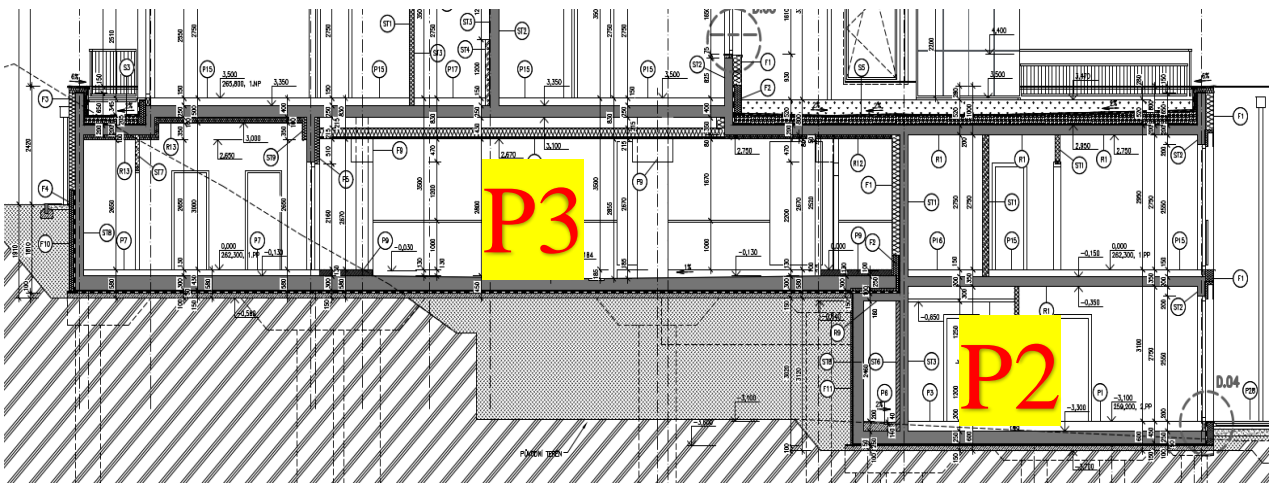
Třída požadavků	Druh chráněného prostoru	Příklad prostoru
P1	Prostory, do kterých nesmí vnikat voda. Vnikání vody by způsobilo nenahraditelné škody. Vnitřní povrchy ohraničujících konstrukcí musí být suché Obvykle zároveň prostory s požadavkem na stav vnitřního prostředí	Muzeum, galerie, archiv, Nemocnice, technologické provozy s cenným vybavením
P2	Prostory, do kterých nesmí vnikat voda. Škody vzniklé vniknutím vody lze pojistit. Vnitřní povrchy ohraničujících konstrukcí musí být suché. Obvykle s požadavkem na stav vnitřního prostředí.	Pobytové místnosti, prodejní prostory, suché sklady
P3	Prostory, ve kterých mohou být povrchy vlhké, nesmí odkapávat nebo stékat voda. Nevadí odpar vlhkosti z povrchu konstrukcí. Požadavek je třeba doplnit rozsahem vlhkých ploch.	Garáž, prostor s domovní technikou, sklep
P4	Prostory, do kterých může vnikat voda v malém množství a může odkapávat na osoby, zařízení nebo předměty jsou chráněny vhodným opatřením. Vnikání vody neovlivňuje trvanlivost konstrukcí. Nevadí odpar vlhkosti z povrchu konstrukcí. Požadavek je třeba doplnit množstvím pronikající vody.	Garáže s dostatečnými opatřeními pro ochranu vozidel a osob před vodou, kolektory

Tabulka 1 - Třídy požadavků na ochranu spodní stavby (zdroj: [8])

Spodní stavba je rozdělená na dvě podzemní podlaží. Objekt se nachází ve výrazném svahu, takže část suterénu je zapuštěná do terénu pouze z jedné strany.

2.PP – Tvoří jenom polovinu půdorysu plochy a jsou tam navrženy spodní části mezonetových bytů. Požadavky na tyto obytné prostory bychom mohli zařadit do kategorie P2. Požadavky v těchto prostorech nepřipouští žádné průsaky ani vlhkost konstrukcí.

1.PP – Je rozdělené na dvě části. Polovinu tvoří vrchní část mezonetových bytů, které nejsou na přímém styku se zemní částí. Druhou polovinu půdorysu tvoří garážové stání a sklepní kóje. Pro tento typ prostoru jsou uplatněny požadavky třídy P3. Připouští se vlhkostní povrchové skvrny nebo několik lesklých (vlhkých) míst na povrchu, ale vlhkost nesmí odkapávat nebo stékat voda. Třídy požadavků jsem vyznačil do řezu z projektové dokumentace na obrázku 2.



Obrázek 2 – vyznačení tříd požadavků (zdroj: projektová dokumentace)

## 1.4. Požadavky na návrhovou životnost

Požadavky na návrhovou životnost vycházejí z ČSN EN 1990 73 0002. V následující tabulce 2 je informativní rozdělení na návrhové kategorie.

Kategorie návrhové životnosti	Návrhová životnost (v letech)	Příklady
1	10	dočasné konstrukce <sup>(1)</sup>
2	10 až 25	vyměnitelné konstrukční části, např. jeřábové nosníky, ložiska
3	15 až 30	zemědělské a obdobné stavby
4	50	budovy a další běžné stavby
5	100	monumentální stavby, mosty a jiné inženýrské konstrukce

<sup>(1)</sup> Konstrukce nebo jejich části, které mohou být demontovány s předpokladem dalšího použití, se nemají považovat za dočasné.

*Tabulka 2 - Informativní návrhové životnosti (zdroj: [1])*

Objekt je dle tabulky zařazen do 4. kategorie (budovy a další běžné stavby) s informativní návrhovou životností 50 let.

Stavba je navržena tak, aby zatížení na ni působící v průběhu výstavby a užívání nemělo za následek:

- zřícení stavby nebo její části
- větší stupeň nepřístupného přetvoření
- poškození jiných částí stavby nebo technických zařízení a nebo instalovaného vybavení v důsledku většího přetvoření nosné konstrukce
- negativní ovlivnění sousedních objektů

Mechanická odolnost a stabilita je prokázána statickým výpočtem. Návrh konstrukce je zpracován v souladu s platnými normovými předpisy soustavy ČSN EN.

Při stanovení návrhové životnosti hydroizolace se postupuje dle ČSN 73 0600. Z normy vychází že nepřístupná místa hydroizolace, jako je například izolace základové desky, se navrhují s největší hydroizolační spolehlivostí a účinností. Takže trvanlivost nedostupné konstrukce musí být navrhnutá na předpokládanou trvanlivost stavby. [3]

## 1.5. Navrhovaná technologie ochrany

V projektu byla navržena technologie černé vany (povlaková asfaltová hydroizolace)

Skladba ve všech místech spodní stavby počítá se souvrstvím SBS modifikovaných asfaltových pásů s vložkou pro střední radonové riziko. Parametry a dimenze jednotlivých částí skladby uvádí dokumentace následovně.

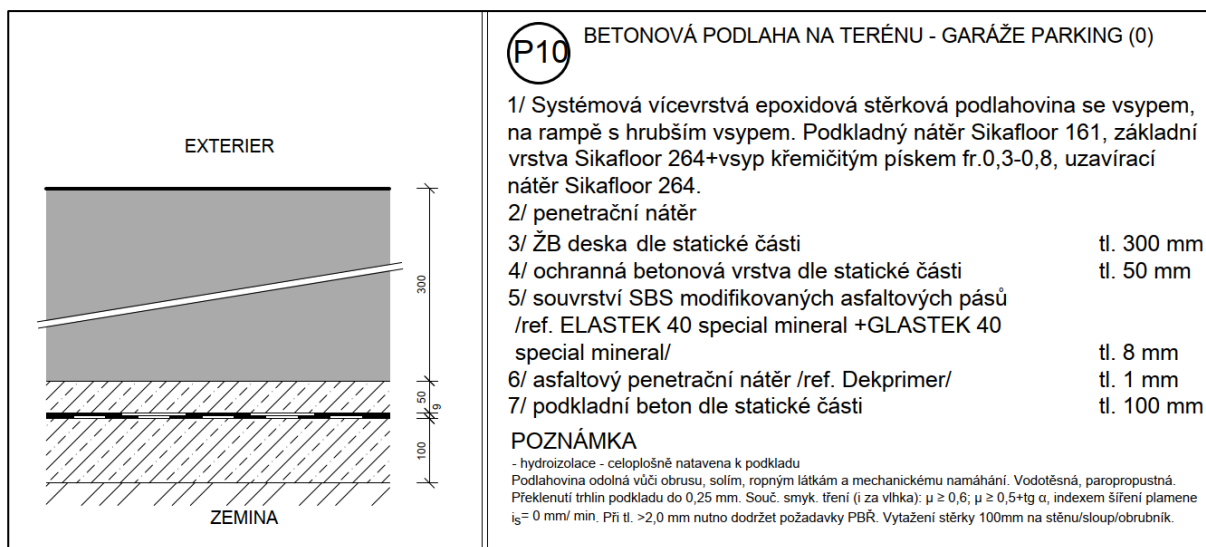
### Technologie ochrany základové desky:

První nad ztuhlennou zeminou se nachází podkladní beton (C30/37 XC4, XA1 Dmax 22Cl 0,40 S4) v tloušťce 100 mm. Podkladní beton je dle statické části vyztužen kari sítěmi 150/150/6. Nad piloty je podkladní beton zesílený a dodatečně vyztužený v tloušťce 250 až 650 mm (takzvané „kalichy“). Slouží pro snížení napětí na hydroizolaci, mezi pilotou a základovou deskou.

Následně je na podkladním betone nátěr asfaltové penetrace (Dekprimer), na které je natavitelný SBS modifikovaný asfaltový pás (ELASTEK 40 special mineral) s jemným popískováním o tloušťce 4,0 mm (stálost za studena, ohyb na 3 cm trnu při - 15 °C, nosná vložka ze skleněné tkaniny 200 g/m<sup>2</sup>, pevnost při přetržení 1300/1500 +/- 400 N/5cm) + další natavený SBS modifikovaný asfaltový pás (GLASTEK 40 special mineral) s jemným popískováním o tloušťce 4,0 mm (stálost za studena, ohyb na 3 cm trnu při - 20 °C, nosná vložka ze skleněné tkaniny 200 g/m<sup>2</sup>, pevnost při přetržení 1400/1600 +/- 400 N/5cm). [5][6]

Hydroizolační vrstva z asfaltových pásů je z vrchní strany chráněna betonem (C30/37 XC4, XA1 Dmax 22Cl 0,40 S4) o tloušťce 50 mm. Betonová vrstva je dle statické části vyztužen kari sítěmi 150/150/6.

Nad vrchním podkladním betonem je navržena železobetonová deska (C30/37 XC2, XD1 Dmax 22 Cl 0,40 S4) o tloušťce 300 mm. Beton je vyztužen ocelí B500B, která má hmotnost vyztužení cca 164 kg na m<sup>3</sup> betonu. Sloupy navazující na železobetonovou základovou desku, provedené z C30/37 XC2, XD1 Dmax 22 Cl 0,40 S4, jsou kruhové o průměru 300 mm. Oválné sloupy jsou rozměru 300 x 500 mm. Jsou vyztuženy ocelí B500B. Hmotnost vyztužení je cca 115 kg na m<sup>3</sup> betonu.



Obrázek 3 – Skladba P10 (Projektová dokumentace)

### Technologie ochrany suterénních stěn

Ze základové desky postupuje hydroizolace z vodorovného do svislého směru přes zpětný spoj, a je vytažena do výšky 300 mm nad upravený terén. Parametry a dimenze jednotlivých částí skladby stěny dokumentace uvádí (od vnější strany):

První vrstva skladby (v dotyku se zeminou) je ochranná nopová folie s výškou nopů 8 mm, která ochraňuje tepelnou izolaci od mechanického poškození.

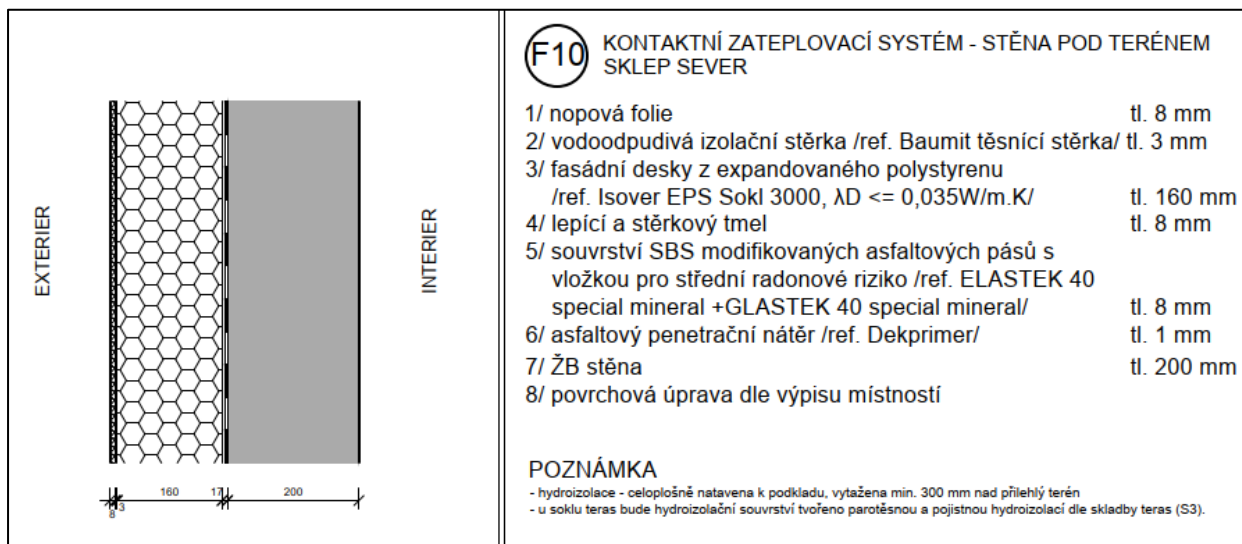
Další prvek jsou fasádní soklové desky z expandovaného polystyrenu tloušťky 160 mm. Referenční deska je Isover EPS Sokl 300,  $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/m.K/}$ . Na těchto deskách je navíc nanесena hydrofobní izolační stěrka.

Za tepelnou izolací je na ŽB stěnu natavené souvrství hydroizolačních asfaltových pásů (ELASTEK 40 special mineral) s jemným popískováním o tloušťce 4,0 mm (stálost za studena, ohyb na 3 cm trnu při  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ , nosná vložka ze skleněné tkaniny  $200 \text{ g/m}^2$ , pevnost při přetržení  $1300/1500 \pm 400 \text{ N/5cm}$ ) + další natavený SBS modifikovaný asfaltový pás (GLASTEK 40 special mineral) s jemným popískováním o tloušťce 4,0 mm (stálost za studena, ohyb na 3 cm trnu při  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ , nosná vložka ze skleněné tkaniny  $200 \text{ g/m}^2$ , pevnost při přetržení  $1400/1600 \pm 400 \text{ N/5cm}$ ). Pod asfaltovými pásy je pro ucelení struktury stěny použitý penetrační nátěr Dekprimer tl. 1 mm. [5][6]

Nosnou konstrukci tvoří železobetonová stěna (C30/37 XC1 Dmax 22 Cl 0,40 S4) o tloušťce 200 mm (skladba pro garáž), 250 mm (skladba pro stěnu bytu). Je vyztužená ocelí B500B, která



má hmotnost vyztužení 115 kg na m<sup>3</sup> betonu. Při povrchové úpravě garáže je ŽB stěna pohledová. Při povrchové úpravě bytu je použita jádrová + štuková omítka.

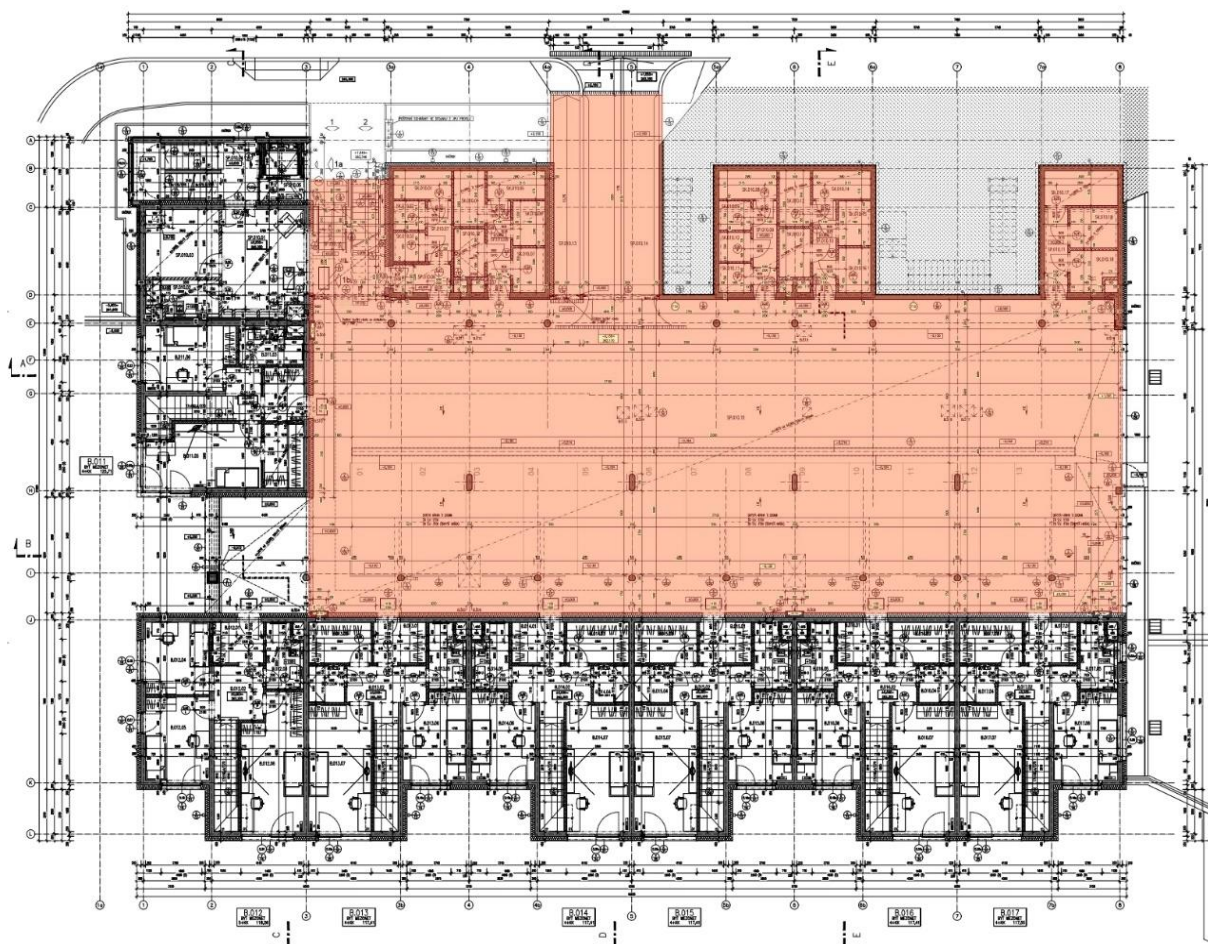


Obrázek 4 – Skladba F10 (zdroj: Projektová dokumentace)

## 2. Důvody pro změnu + navrhované změny technologie

### 2.1 Technologie provádění ochrany proti vodě

Hlavní důvod pro změnu technologie je zjednodušení provedení konstrukce spodní stavby. Navrhují záměnu technologie hydroizolace asfaltových pasů za vodonepropustnou betonovou konstrukci bílé vany. Hlavní výhodou této technologie hydroizolace je, že jednou deskou převezme funkci nosnou i izolační proti vodě. Se změnou přichází úspora času, nákladů a koordinace stavby. Záměna typu technologie by se provedla na dilatovaném celku garáží (obrázek 5), kde to dovolují požadavky pro provedení viz kapitola 2.1.1. Základová deska má v této části jednoduchý tvar, a proto je ideální pro použití technologie bílé vany. V části bytových prostor 2.PP by zůstal původní návrh ochrany pomocí asfaltového hydroizolačního systému (černá vana).



Obrázek 5 – Vyznačení místa garáží (projektová dokumentace/autor)

### **2.1.1. Požadavky a ochrana spodní stavby**

**Bytové jednotky 2.PP** – požadavky prostorů spodní stavby v 2.PP použití technologie bílé vany nepřipouští. Bytové prostory se řadí do kategorie P2 viz kapitola 1.3. Do takových prostor voda ani vlhkost nemůže vnikat a vnitřní povrchy musí zůstat suché. Dalším problémem by byla izolace proti radonu. Podle ČSN 73 0601 by při pobytových prostorech, které jsou v kontaktních podlažích, měla být navržena konstrukce 1. kategorie těsnosti. Taková konstrukce musí obsahovat nejméně jednu vrstvu protiradonové izolace.

Kvůli těmto požadavkům zůstane řešení ochrany spodní stavby 2.PP v návrhu z dokumentace projektu.

**Prostor garáží 1.PP** – V prostorách garáží a sklepních kójí jsou požadavky na vnitřní prostředí kategorie P3, ve kterých se připouští omezené množství lesklých (vlhkých) ploch, ale nesmí odkapávat nebo stékat voda. Nevadí odpar vlhkosti z povrchu konstrukcí. Požadavek je třeba doplnit rozsahem vlhkých ploch.

Pro prostor garáží a sklepních kójí je možné vynechat radonovou asfaltovou izolaci. Vychází to ze zásad navrhování protiradonových opatření ČSN 73 0601

Ochrana nových staveb, v jejichž kontaktních podlažích se nenachází pobytové prostory

Stavby, v jejichž kontaktních podlažích se nenachází pobytové prostory, se chrání kontaktní konstrukcí v 2. nebo 3. kategorii těsnosti v podobě vodotěsné železobetonové konstrukce. Zároveň musí být splněny všechny tyto podmínky:

- 1) Ve všech místech kontaktního podlaží se zajistí spolehlivá intenzita větrání
- 2) Stropní konstrukce nad kontaktním podlažím se provede v alespoň 3. kategorii těsnosti s utěsněnými prostupy.

(Konstrukce 3. kategorie těsnosti dle ČS 73 0601 - stavební konstrukce omezující proudění vzduchu s prostupy utěsněnými proti proudění vzduchu, neobsahuje izolační vrstvy, u novostaveb je to vodotěsná železobetonová konstrukce podle ČSN EN 206+A1 (73 2403) o minimální tloušťce prvků 250 mm, podlaha izolačního podlaží z monolitického betonu a všechny stropní konstrukce vyjma stopů na bázi dřeva, u stávajících staveb suterénní stěny z betonu nebo cihel a kamene při vyzdívání na maltu,

podlahy z monolitického betonu a všechny stropní konstrukce vyjma stropů na bázi dřeva.)

- 3) Vstupy do kontaktních podlaží z ostatních podlaží se opatří dveřmi v těsném provedení a s automatickým zavíráním.

První podmínka je splněná pomocí přirozeného větrání garáží prostřednictvím volně otevřených ploch. Sklípky jsou navrženy s větracím zařízením s přívodem vzduchu z fasády a s přetlakem do garáží.

Druhou podmínku splňuje technologie bílé vany, která je v 3. kategorii těsnosti. Konstrukce řeší i utěsněné prostupy pomocí postupových pažnic a tvarovek pro bílé vany a všechny detaily včetně dilatačních spár.

Třetí podmínka je splněna už v zadávací dokumentaci projektu, protože vstup do kontaktní části garáže z bytu vede přímo na únikovou cestu. Tyto dveře mají požární odolnost EW30-DP3+Sm+C. Jsou kouřotěsné a opatřeny samozavírači pro chráněné únikové cesty typu A. [3]

### **2.1.2. Nově navržené skladby**

Pro návrh nových skladeb technologie bílé vany jsem použil skladby z podobného projektu, na kterém jsem v minulosti pracoval.

#### **Skladba podlahy v místě garáže by dle nového návrhu byla (z vnější části):**

Protože se 1.PP nachází ve svahu, jsou potřeba nové zásypy pro vyrovnání. Zásypy se musí dostatečně ztuhnout pro nejlepší mechanické vlastnosti a v maximální míře omezení pozdějšího sedání. Zeminu je nutné ztuhňovat po vrstvách mocnosti cca 300 mm. Každá vrstva musí být ztuhněna na min. 95 % PS (podle zkoušky Proctor Standard). [2][15]

Nad zeminou bude následovat vylití podkladních betonů (C30/37 XC4, XA1 Dmax 22Cl 0,40 S4) v tloušťce 100 mm. Vyztužení podkladních betonů v původním projektu černé vany bylo použito hlavně kvůli pevnosti a nepoškození hydroizolačních asfaltových pasů. Obecně by při provedení bílé vany mohly být podkladní betony bez vyztužení. V tomto případě ale kvůli možnému dotvoření zpětného zásypu navrhuji základní vyztužení kari sítěmi ze zadávací dokumentace - kari sítě 150/150/6.

Na podkladních betonech bude uložena separační PE fólie ve dvou vrstvách.

Nosnou konstrukci tvoří železobetonová deska tloušťky 350 mm, do které navrhuji značkový beton PERMACRETE® (C30/37 XC1 Dmax 16 Cl 0,40 S4). Je to speciálně vyráběný beton pro vodonepropustné betonové konstrukce společnosti TBG Metrostav. Jeho složení omezuje průsak tlakové vody, omezuje množství a šířku trhlin od objemových změn. Deska musí být opatřena detaily pro technologie bílé vany. [16]

Povrchová úprava garáže by zůstala dle projektové dokumentace. Použije se systémová vícevrstvá epoxidová sěrková podlahovina se vsypem. Pro dodržení protiskluznosti na rampě bude použitý hrubší vsyp. Skladba nátěrů je: podkladný nátěr Sikafloor 161, základní vrstva Sikafloor 264 + vsyp křemičitým pískem fr. 0,3-0,8. Uzavírací nátěr Sikafloor 264. [11]

### **Skladba stěny v místě garáže a sklepních kójiích by dle nového návrhu byla:**

Nosnou konstrukci tvoří železobetonová stěna z betonu PERMACRETE® (C30/37 XC1 Dmax 16 Cl 0,40 S4) v tloušťce 250 mm (skladba pro garáž a sklepní kóje). Stěny by byly vyztužené ocelí B500B. Při povrchové úpravě garáže by zůstala železobetonová stěna pohledová.

S nárustem tloušťky železobetonové stěny a navýšením tepelného odporu konstrukce bych tepelnou izolaci a její ochrannou nopovou folii nepoužil. Tepelná izolace např. EPS Sokl 300,  $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/m.K/}$ . bude nalepena až v místě okapového chodníčku cca 300 mm pod terénem a 300 mm nad terénem (šířka standartní desky). Pak už by pokračovala klasická fasádní minerální vata dle projektové dokumentace.

### **2.1.3 Vyztužení**

Kromě vhodné betonové směsi, která omezuje šířku trhlin, je velmi podstatný návrh vyztužení.

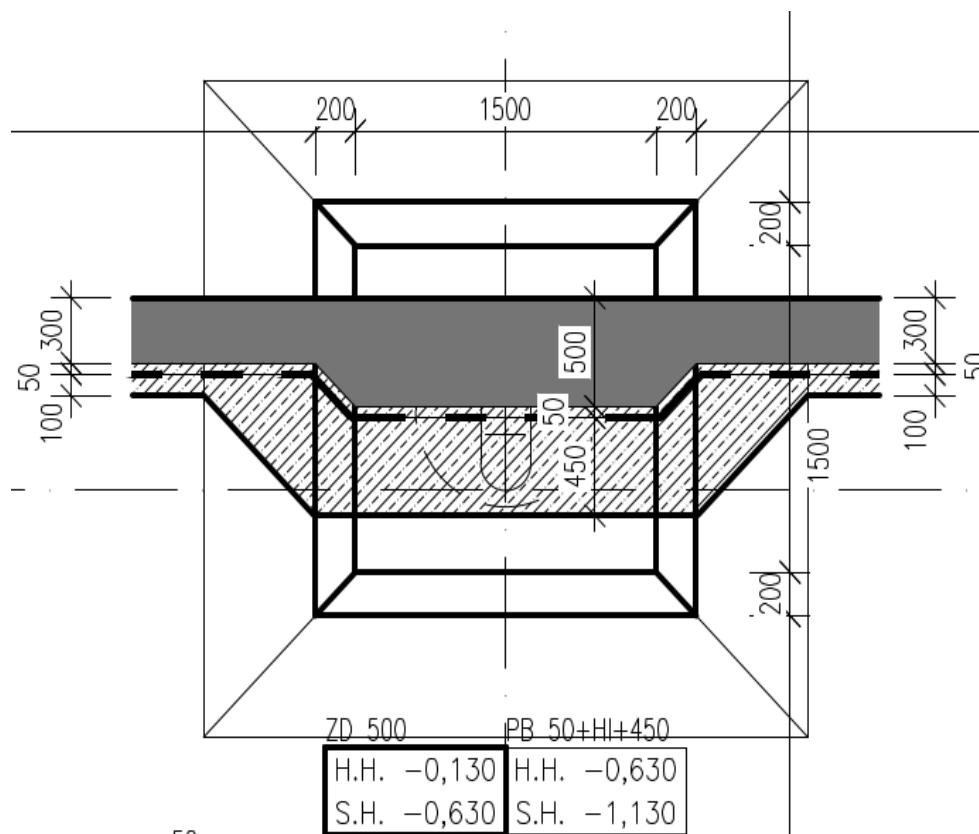
Konstrukce bílé vany musí splňovat přísnější požadavky pro vyztužení, které vedou k snížení trhlin na minimální šířku.

Podle třídy požadavků spodní stavby a třídy tlaku vody z TP ČBS 04 vychází konstrukční třída Kon<sub>2</sub>. Pro tuto třídu platí omezení šířky trhlin na  $< 0,25 \text{ mm}$ .

Proto je nutné ve všech skladbách prověřit, případně upravit vyztužení konstrukce. [13]

### 2.1.4 Detail napojení na piloty

Z projektové dokumentace vychází napojení pilotů na základovou desku přes železobetonové „kalichy“ viz obrázek 6. Důvodem použití kalichů je snížení napětí (maximální přípustné 1MPa) na hydroizolaci asfaltových pasů. Toto řešení je technologicky správné, ale je složité a pracné. Při technologii bílé vany se kalichy můžou úplně vynechat a piloty se přímo provážou s výztuží základové desky. Nastane tak pevnější spojení, které posílí prostorovou pevnost a stabilitu desky.

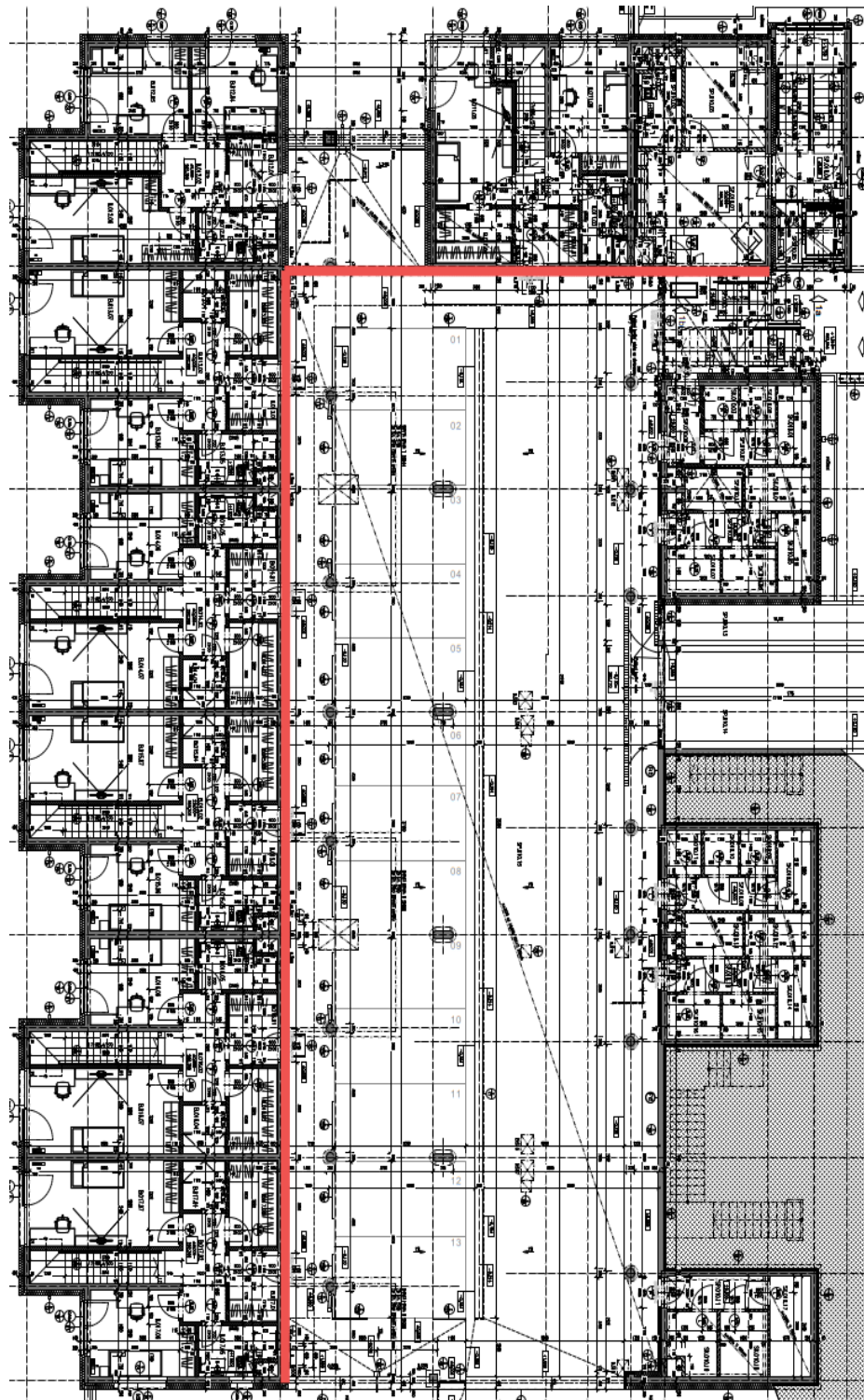


Obrázek 6 – Napojení na piloty (zdroj: Projektová dokumentace)

### 2.1.5 Dilatační a pracovní spáry

Nejrozsáhlejší – nejsložitější detail je dilatace od zbývajících částí obytného domu, kde je kontakt obou typů hydroizolace. Jde o napojení černé a bílé vany v hlavní dilatační spáře viz obrázek 7.

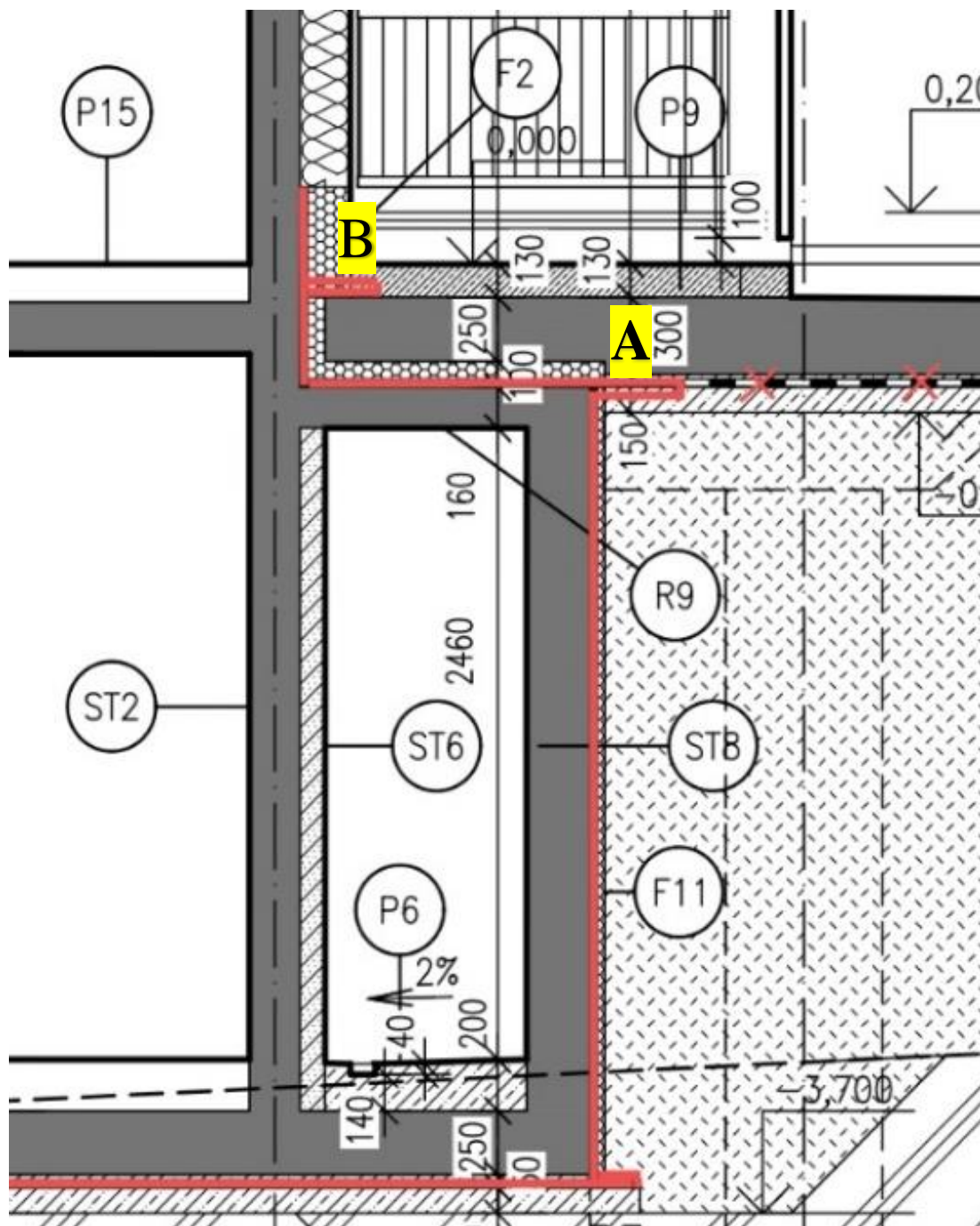
Toto místo bude vůči vlhkosti opatřeno dvojitým návrhem zpětného spoje viz obrázek 8. Tento detail napojení bude jednotný po celé délce dilatace desky garáží od obytných částí.



Obrázek 7 – Vyznačení dilatační spáry (zdroj: projektová dokumentace/autor)

Do výkresu řezu (obrázek 8), v projektové dokumentaci jsem vyznačil červenou barvou nové provedení hydroizolace. Základová deska v úrovni 2.PP je ochráněna asfaltovou hydroizolací dle projektu. Přes zpětný spoj je hydroizolace vytáhnutá po kolektorové stěně až k základové desce 1.PP dle projekt. Zde ale přichází ke kontaktu dvou typů hydroizolace. V pravé části se nachází nově navržená deska v provedení bílé vany. První detail jsem označil bodem A. Tento detail je opatřen zpětným spojem, který bude uložen mezi podkladní beton a základovou desku

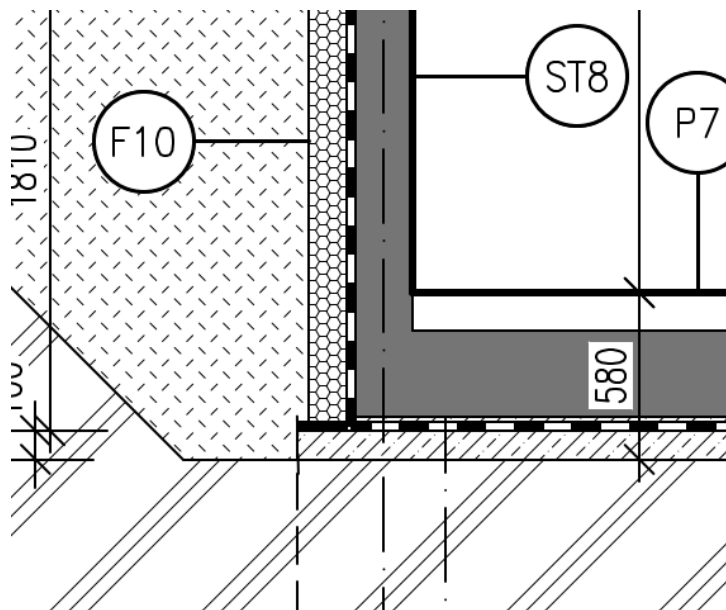
bílé vany. Zde je důležité, aby byla zemina pod podkladním betonem dostatečně ztuhlňena a nedošlo k většímu sedání konstrukce, které by tento spoj mohlo narušit. Izolace pak pokračuje do místa B, kde je opatřena druhým zpětným spojením, který bude uložený na základové desce bílé vany a z vrchní strany ochráněný betonovou mazaninou. Zpětné spoje A, B jsou vytažené minimálně 250 mm dle požadavků z projektové dokumentace.



Obrázek 8 – Detail vyznačený v řezu (zdroj: Projektová dokumentace)



Pracovní spáry mezi základovou deskou a suterénní stěnou byli v projektové dokumentaci ochráněny asfaltovou hydroizolací viz obrázek 9. Přechod mezi deskou a stěnou je řešen pomocí zpětného spoje.



Obrázek 9 – Detail pracovní spára (zdroj: Projektová dokumentace)

Při technologii bílé vany se pracovní spáry ochraňují pomocí těsnících prvků. Používají se k tomu např. bentonitové pásky viz obrázek 10, které při styku s vodou zvětšují svůj objem a působícím tlakem utěsňují průchod vody spárou. Používané materiály jsou bentonit, akrylová nebo polyuretanová hmota. Další populární řešení je pomocí PVC pasů nebo těsnících plechů, které se osazují už při armování konstrukce. Toto řešení lze použít i na svislé pracovní spáry.

[7]



Obrázek 10 – Bentonitový pásek (zdroj: foto autor)

## 2.1.6 Detaily prostupů konstrukcí

Navrhovaná konstrukce bílé vany musí zajišťovat vodonepropustnost v místech prostupů instalačních vedení.

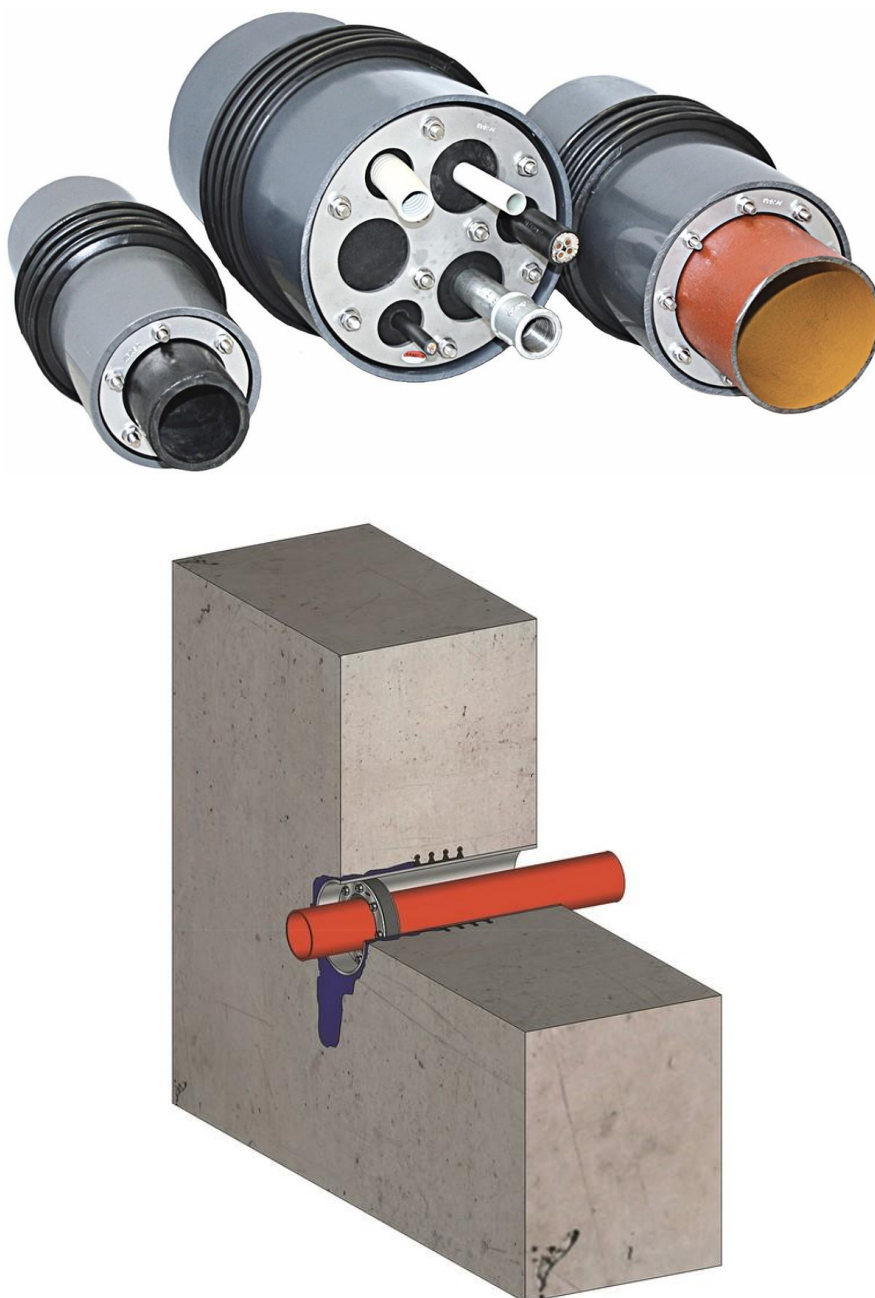
**Prostup základovou deskou:** při návrhu prostupu kanalizace na konstrukci základové desky se použije tvarovka určená pro technologii bílé vany. Je to například tvarovka typu BDF viz obrázek 11. Výhodou je že tvarovka se instaluje před betonáží a není potřeba jí propojovat na souvrství hydroizolace jak při konstrukci černé vany. Hydroizolaci prostupu zaručuje integrovaný čtyřnásobný pryžový hřeben, který zaručuje vodotěsnost a plynotěsnost do 7,0 bar. [14]



Obrázek 11 – tvarovka kanalizace (zdroj: [14])

**Prostup suterénní stěnou:** při návrhu prostupu suterénní stěnou se používají postupové pažnice nebo kabelové prostupy určené pro bílé vany. Jedná se například o pažnice typu FE viz obrázek 12. Pažnice se instaluje při armování ještě před betonáží stěny. Prostup se skládá ze silnostěnného PVC potrubí, které je opatřeno integrovaným čtyřnásobným pryžovým hřebenem. Vnitřní prostor tvoří těsnící vložka, kterou jsou vedeny všechny potřebné instalace.

[17]



*Obrázek 12 – Prostupová pažnice (zdroj: [17])*

## 2.2 Technologický postup + požadavky na realizaci

Realizace bílé vany vyžaduje zvýšenou technologickou kázeň. Je nutné dodržovat postupy a pravidla TP ČBS 04. V následujících krocích si představíme technologický postup s požadavky pro konkrétní realizaci základové desky bílé vany:

1. Výkopy po úroveň základové spáry, v tomto případě i zásypy. Musí být zajištěno odvodnění stavební jámy a správné vyspádování.
2. Zahájení vrtání pilot s postupným vkládáním pažnice, začistění vrtu a následné vložení armokoše, betonáž pilot, vyjmutí pažnice. V novém návrhu technologie bílé vany musí být z pilot vytažená armatura pro napojení – provázání na základovou desku.
3. Po vytvrnutí pilot se postupuje s hutněním zeminy a přípravou pro podkladní betony. V základové spáře nesmí být stojící voda. Pro nejlepší základové podmínky je potřeba odstranit ze zeminy kameny a částice s většími rozměry (nad 200 mm)
4. Na zhutněnou a upravenou zeminu se rozmístí kari síť – výztuž podkladních betonů
5. Betonáž podkladního betonu. Beton se ideálně upraví hladítkem.
6. Podkladní betony a základovou desku bílé vany kvůli omezení tření odseparujeme dvojitou vrstvou polyethylenové fólie.
7. Armování základové desky bílé vany. Při vázání přichází osazování všech postupových tvarovek a osazování těsnicích plechů nebo PVC pasů do míst budoucích pracovních spár.
8. Bednění základových konstrukcí. Je vhodnější používat systémové bednění (např. PERI), které zabezpečuje vyšší tuhost než klasické dřevěné. Bednicí prvky se před betonáží musí postříkat v tenké a rovnoměrné vrstvě olejem. Před betonáží se musí plocha důkladně vyčistit, popřípadě zbavit sněhu nebo námrazy.
9. Následuje betonáž základové desky. Je nutné použít správný beton určený pro vodonepropustné konstrukce dle ČSN EN 206-1. Doprava na stavbu je zajištěna pomocí autodomíchávačů do maximální doby transportu dle technického předpisu betonu. Beton musí mít správnou konzistenci (ideálně měkkou) pro sekundární dopravu s běžnými čerpadly na beton. Po vylití se beton musí zhutnit vibrátory a intenzitu přizpůsobit dle konzistence.
10. Po betonáži se musí povrch betonu ošetřovat s cílem zamezení vzniku trhlin, zajištění dostatečné pevnosti, odolnosti a trvanlivosti. Po dosažení pochozí tvrdosti se beton zakryje parotěsnými plachtami. Je potřebné udržovat povrch vlhký a chránit ho proti

vysychání. Speciální ošetření betonu je nutné při zvláštních klimatických podmínkách, jako jsou nízké/mínusové teploty nebo naopak v horkém a suchém prostředí.

11. Odbednění základové desky. Lhůta pro odbednění je minimálně 36 hodin.

Technologický postup při provádění bílé vany je o pár kroků menší než při realizaci černé vany. Při realizaci černé vany musíme navíc vytvořit přepojení pilot a desky pomocí kalichů. Navíc penetrovat podkladní betony. Následně provést hydroizolaci z asfaltových pasů ve dvou vrstvách celoplošným natavením. V této fázi probíhá i natavování prostupů a detailů hydroizolace. Následně se hydroizolace musí ochránit z vrchní strany dalším podkladním betonem a až pak následuje realizace hlavní základové desky. Z hlediska nižší četnosti kroků a menší náročností detailů mi přijde postup realizace bílé vany jako výhodnější. Na druhou stranu jsou požadavky na realizaci základové desky bílé vany vyšší než u desek černých van. [9][10][13]

## **2.3 Dodavatelský systém + koordinace**

V rámci změny technologie přichází i optimalizace počtu subdodavatelů na stavbu. Hlavní dodavatel projektu musí při realizaci konstrukce spodní stavby zabezpečit 3 hlavní kategorie subdodavatelů. Subdodavatelé pro zemní práce, povlakové hydroizolace, železobetonové konstrukce (častokrát rozdělené na betonáře a vazače výztuží). Každou kategorii by měla ideálně zastupovat jedna firma s konkrétní specializací.

S provedením technologie bílé vany odpadá realizace povlakové hydroizolace, a proto se snižuje počet subdodavatelů. Se snížením počtu subdodavatelů přichází úspora nákladů a zjednodušení administrativy v přípravářské činnosti.

Se snížením počtu subdodavatelů se zjednodušuje i koordinace stavebních prací. To napomáhá lepšímu vedení a plánování výstavby.

## 2.4 Náklady

Dalším důvodem pro změnu technologie hydroizolace je finanční úspora. Pro vyjádření jsem vypočítal odhadované náklady provedení základové desky a stěn pomocí černé a bílé vany. Pro výpočet jsem použil rozpočtářský program KROS, který pracuje s cenovou databází ÚRS. Ceny jsou platné pro první polovinu roku 2022. Výpočty jsou bez DPH. K výpočtu je vždy veden popis a výkaz výměr. Položka, která je bez popisu a výkazu výměr, je automaticky dopočítána programem KROS.

Rozpočet je zjednodušený a zahrnuje jenom všechny nejdůležitější části konstrukce. Výpočet nezahrnuje prostupy a detaily konstrukcí kvůli malému finančnímu rozdílu. Z praxe vím, že rozpočet se dá nasměrovat do různých výsledků podle požadavků zadavatele. Položky jsem proto volil co nejpřesněji dané kategorii konstrukce.

Při výpočtu nákladů jsem počítal se skladbami viz kapitola 2.1.2. Výpočet zahrnuje konstrukci základové desky garážového stání a sklípků včetně podkladní vrstvy. Rozloha této dilatované části je cca 607,00 m<sup>2</sup>. Výpočet taktéž zahrnuje navazující železobetonové obvodové suterénní zdi celkové plochy 188,35 m<sup>2</sup>.

### 2.4.1 Rozpočet – varianta černé vany

Rozpočet s výkazem výměr – varianta černá vana						
p.č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství	Kč/MJ	Kč celkem
	<b>HSV</b>	<b>Práce a dodávky HSV</b>				<b>3 968 118,53</b>
	<b>1</b>	<b>Zemní práce</b>				<b>21 109,67</b>
1	122111101	Odkopávky a prokopávky v hornině třídy těžitelnosti I, skupiny 1 a 2 ručně	m <sup>3</sup>	5,000	688,00	3 440,00
		ruční vyrovnání pro kalichy				
		5,00		5,00		
2	122151102	Odkopávky a prokopávky nezapažené v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 1 a 2, strojně	m <sup>3</sup>	62,437	129,00	8 054,37
		odkopení zeminy pro kalichy				
		62,437		62,437		
3	167151101	Nakládání výkopku z hornin třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 do 100m3	m <sup>3</sup>	62,437	154,00	9 615,30
		přesun zeminy				
		62,437		62,437		

	<b>2</b>	<b>Zakládání</b>				<b>3 408 894,75</b>
4	273322611	Základové desky se zvýšenými nároky na prostředí tř. C 30/37	m <sup>3</sup>	340,150	3 780,00	1 285 767,00
		podkladní betony + hlavní deska + kalichy				
		$(0,10+0,05+0,30)*607,00+67,00$		340,150		
5	273351121	Zřízení bednění základových desek	m <sup>2</sup>	61,650	503,00	31 009,95
		obvod * výška základové desky				
		$137,00*(0,10+0,05+0,30)$		61,650		
6	273351122	Odstranění bednění základových desek	m <sup>2</sup>	61,650	128,00	7 891,20
		obvod * výška základové desky				
		$137,00*(0,10+0,05+0,30)$		61,650		
7	273361821	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 ®	t	29,864	62 000,00	1 851 592,80
		objem desky * vyztužení 164 kg/m <sup>3</sup>				
		$607,00*0,30*164,00/1000$		29,864		
8	273362021	Výztuž základových desek svařovanými sítěmi Kari	t	4,662	49 900,00	232 633,80
		plocha desky * kg/m <sup>2</sup> kari síť 150/150/6 + kalichy				
		$607,00*3,03*2/1000*1,05 + 0,80$		4,662		
	<b>3</b>	<b>Svislé a kompletní konstrukce</b>				<b>538 114,11</b>
9	311321611	Nosná zeď ze ŽB tř. C 30/37 bez výztuže	m <sup>3</sup>	37,670	4 000,00	150 680,00
		délka stěny * výška * tl. stěny				
		$(41,00+13,00+11,40)*2,88*0,20$		37,670		
10	311351121	Zřízení oboustranného bednění nosných nadzákladových zdí	m <sup>2</sup>	188,352	497,00	93 610,94
		délka stěny * výška				
		$(41,00+13,00+11,40)*2,88$		188,352		
11	311351122	Odstranění oboustranného bednění nosných nadzákladových zdí	m <sup>2</sup>	188,352	134,00	25 239,17
		délka stěny * výška				
		$(41,00+13,00+11,40)*2,88$		188,352		
12	311361821	Výztuž nosných zdí betonářskou ocelí 10 505	t	4,332	62 000,00	268 584,00
		objem stěny * vyztužení 115 kg/m <sup>3</sup>				
		$(41,00+13,00+11,40)*2,88*0,20*115/1000$		4,332		
	<b>PSV</b>	<b>Práce a dodávky PSV</b>				<b>552 895,63</b>
	<b>711</b>	<b>Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům</b>				<b>482 774,63</b>
13	711111001	Provedení izolace proti zemní vlhkosti vodorovně za studena nátěrem penetračním	m <sup>2</sup>	744,340	11,20	8 336,61
		plocha desky + plocha stěn				
		$607,00+65,40*2,10$		744,340		
14	DEK – R1	Dekprimer – penetrační nátěr	litr	223,179	39,55	8 826,73
15	711141559	Provedení izolace proti zemní vlhkosti pásy přitavením vodorovně NAIP	m <sup>2</sup>	1214,00	113,00	137 182,00
		plocha vodorovných desek * dvojitost				
		$607,00*2,00$		1214,00		
16	DEK – R2	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	m <sup>2</sup>	707,459	148,42	105 001,06
17	DEK – R3	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	m <sup>2</sup>	707,459	155,66	110 123,07

181	711142559	Provedení izolace proti zemní vlhkosti pásy přitavením svislé NAIP	m <sup>2</sup>	274,680	130,00	35 708,40
		plocha severní stěny * dvojrvtva				
		65,400*2,10*2,00		274,680		
19	DEK – R2	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	m <sup>2</sup>	167,692	148,42	24 888,80
20	DEK – R3	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	m <sup>2</sup>	167,692	155,66	26 102,94
21	711161273	Provedení izolace proti zemní vlhkosti svislé z nopové fólie	m <sup>2</sup>	137,340	63,10	8 666,15
22	28323005	fólie profilovaná (nopová) drenážní s výškou nopů 8mm	m <sup>2</sup>	167,692	39,20	6 573,53
23	998711101	Přesun hmot tonážní pro izolace proti vodě, vlhkosti a plynům v objektech do 6m	t	10,239	1110,00	11 365,29
	<b>713</b>	<b>Izolace tepelné</b>				<b>70 121,00</b>
24	713131141	Montáž izolace tepelné stěn a základů lepením celoplošně rohoží, pásů, desek	m <sup>2</sup>	137,340	211,00	28 978,74
		délka stěny * výška izolace				
		65,40*2,10		137,340		
25	R	Isover EPS SOKL 3000 – tl. 60 mm	m <sup>2</sup>	144,207	285,30	41 142,26
<b>CELKEM Kč (bez DPH)</b>						<b>4 521 014,16</b>

Tabulka 3 – rozpočet, varianta černá vana (zdroj: Autor)

S původním návrhem spodní stavby v provedení černé vany jsem se dopočítal na celkovou hodnotu **4 521 014,16 Kč**. Při doplnění dalších detailů by se částka navýšila o max 5 % z celkové sumy.

Z nové kalkulace spodní stavby jsem dopočítal jednotkové ceny na m<sup>2</sup> konstrukce bílé vany viz tabulka 4.

Popis konstrukce	celková plocha	celková cena	cena za m <sup>2</sup>
Základová deska v provedení bílé vany včetně podkladního betonu – plocha garáží	607,00 m <sup>2</sup>	<b>3 802 112,55 Kč</b>	<b>6263,77 Kč</b>
Suterénní stěna v provedení bílé vany včetně izolace – plocha stěny	188,35 m <sup>2</sup>	<b>718 901,61 Kč</b>	<b>3816,83 Kč</b>

Tabulka 4 – stanovení jednotkové ceny – černá vana (zdroj: autor)



## 2.4.2 Rozpočet – varianta bílé vany

Rozpočet s výkazem výměr – varianta bílá vana						
p.č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství	Kč/MJ	Kč celkem
	<b>HSV</b>	<b>Práce a dodávky HSV</b>				<b>4 028 262,66</b>
	<b>2</b>	<b>Zakládání</b>				<b>3 385 330,55</b>
1	273322611	Základové desky se zvýšenými nároky na prostředí tř. C 30/37	m <sup>3</sup>	60,700	3 780,00	229 446,00
		podkladní beton tl. 100 mm				
		607,00*0,10		60,700		
2	273323611	Základové desky ze ŽB pro konstrukce bílých van tř. C 30/37	m <sup>3</sup>	212,450	4 050,00	860 422,50
		základová deska tl. 350 mm				
		607,00*0,35		212,450		
3	273351121	Zřízení bednění základových desek	m <sup>2</sup>	61,650	503,00	31 009,95
		obvod * výška základové desky				
		137,00*(0,10+0,35)		61,650		
4	273351122	Odstranění bednění základových desek	m <sup>2</sup>	61,650	128,00	7 891,20
		obvod * výška základové desky				
		137,00*(0,10+0,35)		61,650		
5	273361821	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	34,842	62 000,00	2 160 204,00
		objem desky * vyztužení 164 kg/m <sup>3</sup>				
		607,00*0,35*164,00/1000		34,842		
6	273362021	Výztuž základových desek svařovanými sítěmi Kari	t	1,931	49 900,00	96 356,90
		plocha desky * kg/m <sup>2</sup> kari síť 150/150/6				
		607,00*3,03/1000*1,05		1,931		
	<b>3</b>	<b>Svislé a kompletní konstrukce</b>				<b>642 932,11</b>
7	311321611	Nosná zeď ze ŽB tř. C 30/37 bez výztuže	m <sup>3</sup>	47,088	4 000,00	188 352,00
		délka stěny * výška * tl. stěny				
		(41,00+13,00+11,40)*2,88*0,25		47,088		
8	311351121	Zřízení oboustranného bednění nosných nadzákladových zdí	m <sup>2</sup>	188,352	497,00	93 610,94
		délka stěny * výška				
		(41,00+13,00+11,40)*2,88		188,352		
9	311351122	Odstranění oboustranného bednění nosných nadzákladových zdí	m <sup>2</sup>	188,352	134,00	25 239,17
		délka stěny * výška				
		(41,00+13,00+11,40)*2,88		188,352		
10	311361821	Výztuž nosných zdí betonářskou ocelí 10 505	t	5,415	62 000,00	335 730,00
		objem stěny * vyztužení 115 kg/m <sup>3</sup>				
		(41,00+13,00+11,40)*2,88*0,25*115/1000		5,415		
	<b>PSV</b>	<b>Práce a dodávky PSV</b>				<b>20 034,57</b>
	<b>713</b>	<b>Izolace tepelné</b>				<b>20 034,57</b>

11	713131141	Montáž izolace tepelné stěn a základů lepením celoplošně rohoží, pásů, desek	m <sup>2</sup>	39,240	211,00	8 279,64
		délka stěny * výška izolace soklu				
		65,40*0,60		39,240		
12	R	Isover EPS SOKL 3000 – tl. 60 mm	m <sup>2</sup>	41,202	285,30	11 754,93
<b>CELKEM Kč (bez DPH)</b>						<b>4 048 297,23</b>

*Tabulka 5 – rozpočet, varianta bílá vana (zdroj: autor)*

S novým návrhem spodní stavby v provedení bílé vany jsem se dopočítal na celkovou hodnotu **4 048 297,23 Kč**. Při doplnění dalších detailů by se částka navýšila o max 5 % z celkové sumy.

Z nové kalkulace spodní stavby jsem dopočítal jednotkové ceny na m<sup>2</sup> konstrukce bílé vany viz tabulka 6.

Popis konstrukce	celková plocha	celková cena	cena za m <sup>2</sup>
Základová deska v provedení bílé vany včetně podkladního betonu – plocha garáží	607,00 m <sup>2</sup>	<b>3 385 330,55 Kč</b>	<b>5577,15 Kč</b>
Suterénní stěna v provedení bílé vany včetně izolace – plocha stěny	188,35 m <sup>2</sup>	<b>662 966,68 Kč</b>	<b>3519,86 Kč</b>

*Tabulka 6 – stanovení jednotkové ceny, bílá vana (zdroj: Autor)*

### 2.4.3 Porovnání finančních nákladů obou variant

Finanční porovnání těchto dvou typů hydroizolace jsem popsal v tabulce 7. Změnou technologie hydroizolace jsem se dopočítal k odhadované finanční úspoře 472 716,93 Kč. Jedná se o úsporu cca 10 % oproti variantě černé vany.

<b>Konstrukce</b>	<b>Provedení</b>	<b>celková plocha</b>	<b>celkové Kč</b>	<b>Kč/m<sup>2</sup></b>
<b>Základová deska</b>	Asfaltová hydroizolace	607,00	<b>3 802 112,55 Kč</b>	<b>6263,77 Kč</b>
	Bílá vana	607,00	<b>3 385 330,55 Kč</b>	<b>5577,15 Kč</b>
<b>Suterénní stěna</b>	Asfaltová hydroizolace	188,35	<b>718 901,61 Kč</b>	<b>3816,83 Kč</b>
	Bílá vana	188,35	<b>662 966,68 Kč</b>	<b>3519,86 Kč</b>

*Tabulka 7 – Porovnání technologií (zdroj: autor)*

### 2.5 Časový postup

Další ze zásadních důvodů pro změnu technologie hydroizolace je časová úspora realizace konstrukce, která přichází se zjednodušením.

Zkrácení doby provádění jsem stanovil pomocí programu KROS. Pro jednotlivé položky v programu jsou stanoveny normohodiny na jednotku konstrukce, pomocí kterých jsem vypracoval tento výpočet. První konstrukci jsem spočítal v provedení hydroizolace asfaltových pasů (černá vana).

Ve výpočtu jsem pracoval s množstvím naměřeným z výkresu projektové dokumentace. Rozšířené výpočty výkazů výměr a popisů jsou rozebrány v kapitole 2.4 – Náklady

## 2.5.1 Časová náročnost – černá vana

Výpočet časové náročnosti – provedení černá vana						
p.č.	kód položky	popis	mj	množství	nh	hodiny celkem
	<b>HSV</b>	<b>Práce a dodávky HSV</b>				<b>1349,466</b>
	<b>1</b>	<b>Zemní práce</b>				<b>35,148</b>
1	122111101	Odkopávky a prokopávky v hornině třídy těžitelnosti I, skupiny 1 a 2 ručně	m <sup>3</sup>	5,000	2,222	11,110
2	122151102	Odkopávky a prokopávky nezapažené v hornině třídy těžitelnosti I skupiny 1 a 2, strojně	m <sup>3</sup>	62,437	0,188	11,738
3	167151101	Nakládání výkopku z hornin třídy těžitelnosti I skupiny 1 až 3 do 100m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	62,437	0,197	12,300
	<b>2</b>	<b>Zakládání</b>				<b>1028,607</b>
4	273322611	Základové desky se zvýšenými nároky na prostředí tř. C 30/37	m <sup>3</sup>	340,150	0,629	213,954
5	273351121	Zřízení bednění základových desek	m <sup>2</sup>	61,650	0,300	18,495
6	273351122	Odstranění bednění základových desek	m <sup>2</sup>	61,650	0,152	9,371
7	273361821	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	29,864	23,968	715,780
8	273362021	Výztuž základových desek svařovanými sítěmi Kari	t	4,662	15,231	71,007
	<b>3</b>	<b>Svislé a kompletní konstrukce</b>				<b>285,711</b>
9	311321611	Nosná zeď ze ŽB tř. C 30/37 bez výztuže	m <sup>3</sup>	37,670	1,200	45,204
10	311351121	Zřízení oboustranného bednění nosných nadzákladových zdí	m <sup>2</sup>	188,352	0,499	93,988
11	311351122	Odstranění oboustranného bednění nosných nadzákladových zdí	m <sup>2</sup>	188,352	0,170	32,020
12	311361821	Výztuž nosných zdí betonářskou ocelí 10 505	t	4,332	26,431	114,499
	<b>PSV</b>	<b>Práce a dodávky PSV</b>				<b>421,254</b>
	<b>711</b>	<b>Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům</b>				<b>388,155</b>
13	711111001	Provedení izolace proti zemní vlhkosti vodorovné za studena nátěrem penetračním	m <sup>2</sup>	744,340	0,024	17,864
15	711141559	Provedení izolace proti zemní vlhkosti pásy přitavením vodorovné NAIP	m <sup>2</sup>	1214,00	0,222	269,508
18	711142559	Provedení izolace proti zemní vlhkosti pásy přitavením svislé NAIP	m <sup>2</sup>	274,680	0,260	71,417
21	711161273	Provedení izolace proti zemní vlhkosti svislé z nopové fólie	m <sup>2</sup>	137,340	0,097	13,322
22	28323005	fólie profilovaná (nopová) drenážní s výškou nopů 8mm	m <sup>2</sup>	167,692	1,567	16,045

23	998711101	Přesun hmot tonážní pro izolace proti vodě, vlhkosti a plynům v objektech do 6m	t	10,239	1,567	33,099
	<b>713</b>	<b>Izolace tepelné</b>				<b>33,099</b>
24	713131141	Montáž izolace tepelné stěn a základů lepením celoplošně rohoží, pásů, desek	m <sup>2</sup>	137,340	0,241	33,099
<b>Celkem hodin</b>						<b>1771,00</b>

Tabulka 8 – výpočet časové náročnosti, černá vana (zdroj: Autor)

Celkový čas zhotovení asfaltové hydroizolace spodní stavby v místě garáže je 1771,00 hodin. Časovou náročnost na 1 m<sup>2</sup> s rozdělením na základovou desku a suterénní stěnu jsem dopočítal viz tabulka 9.

Popis konstrukce	celková plocha	Celkově hodin	hod/m <sup>2</sup>
Skladba základové desky v provedení hydroizolace asfaltových pasů– plocha garáží	607,00 m <sup>2</sup>	1347,83	2,220
Skladba suterénní stěny v provedení hydroizolace asfaltových pasů – plocha stěny	188,35 m <sup>2</sup>	422,89	2,245

Tabulka 9 – propočet časové náročnosti na m<sup>2</sup>, černá vana (zdroj: Autor)

## 2.5.2 Časová náročnost bílá vana

Výpočet časové náročnosti – provedení bílá vana						
p.č.	kód položky	popis	mj	množství	nh	hodiny celkem
	<b>HSV</b>	<b>Práce a dodávky HSV</b>				<b>1411,718</b>
	<b>2</b>	<b>Zakládání</b>				<b>1086,081</b>
1	273322611	Základové desky se zvýšenými nároky na prostředí tř. C 30/37	m <sup>3</sup>	60,700	0,629	38,180
2	273323611	Základové desky ze ŽB pro konstrukce bílých van tř. C 30/37	m <sup>3</sup>	212,450	0,737	156,576
3	273351121	Zřízení bednění základových desek	m <sup>2</sup>	61,650	0,300	18,495

4	273351122	Odstranění bednění základových desek	m <sup>2</sup>	61,650	0,152	9,371
5	273361821	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	34,842	23,938	834,048
6	273362021	Výztuž základových desek svařovanými sítěmi Kari	t	1,931	15,231	29,411
	<b>3</b>	<b>Svislé a kompletní konstrukce</b>				<b>325,637</b>
7	311321611	Nosná zeď ze ŽB tř. C 30/37 bez výztuže	m <sup>3</sup>	47,088	1,2	56,506
8	311351121	Zřízení oboustranného bednění nosných nadzákladových zdí	m <sup>2</sup>	188,352	0,499	93,988
9	311351122	Odstranění oboustranného bednění nosných nadzákladových zdí	m <sup>2</sup>	188,352	0,170	32,020
10	311361821	Výztuž nosných zdí betonářskou ocelí 10 505	t	5,415	26,431	143,124
	<b>PSV</b>	<b>Práce a dodávky PSV</b>				<b>9,457</b>
	<b>713</b>	<b>Izolace tepelné</b>				<b>9,457</b>
11	713131141	Montáž izolace tepelné stěn a základů lepením celoplošně rohoží, pásů, desek	m <sup>2</sup>	39,240	0,241	9,457
<b>Celkem hodin</b>						<b>1422,00</b>

Tabulka 10 – výpočet časové náročnosti, bílá vana (zdroj: Autor)

Celkový čas zhotovení spodní stavby s technologií bílé vany v místě garáže je 1422,00 hodin. Časovou náročnost na 1 m<sup>2</sup> s rozdělením na základovou desku a suterénní stěnu jsem dopočítal viz tabulka 11.

Popis konstrukce	celková plocha	Celkově hodin	hod/m <sup>2</sup>
Skladba základové desky v provedení bílé vany– plocha garáží	607,00 m <sup>2</sup>	1086,08	1,789
Skladba suterénní stěny v provedení bílé vany včetně izolace – plocha stěny	188,35 m <sup>2</sup>	335,09	1,779

Tabulka 11 – propočet časové náročnosti na m<sup>2</sup>, bílá vana (zdroj: Autor)

### 2.5.3 Porovnání časové náročnosti obou variant

Časové porovnání těchto dvou typů hydroizolace jsem popsal v tabulka 12. Změnou technologie hydroizolace jsem se pomocí normohodin dopočítal k časové úspoře cca 20 % oproti technologii asfaltových pasů.

Konstrukce	Provedení	celková plocha	celkově hodin	hod/m <sup>2</sup>
<b>Základová deska</b>	Asfaltová hydroizolace	607,00	1347,83	2,22
	Bílá vana	607,00	1086,08	1,789
<b>Suterénní stěna</b>	Asfaltová hydroizolace	188,35	422,89	2,245
	Bílá vana	188,35	335,09	1,779

Tabulka 12 – Porovnání časové náročnosti (zdroj: Autor)

Podle normohodin se dá vyjádřit konkrétní časová náročnost na dané skladby, ale v realitě jsou doby provádění individuálně upraveny (více nasazených pracovníků = urychlení). Proto jsem zjednodušeně vyjádřil časovou úsporu (tabulka 13), která vychází z harmonogramu stavby a je nejbliž realitě. Pro výpočet jsem použil celkový časový fond projektu pro realizaci 1.PP – varianta černá vana. Z výpočtu jsem odečítal čas na provádění asfaltových hydroizolací. Následně jsem připočítal čas spojený s nárustem m<sup>3</sup> betonu a armatury při změně technologie (z krosu vychází 10% navýšení času oproti černé vaně).

Popis konstrukce	Úroveň	Časový plán
Podkladní betony – garáž	1.PP	8 dní
Asfaltová hydroizolace desky – garáž	1.PP	12 dní
Základová deska – garáž	1.PP	15 dní
Svislé konstrukce – garáž	1.PP	15 dní
Asfaltová hydroizolace stěny – garáž	1.PP	13 dní
<b>Celkem časový plán – dle projektu</b>		<b>63 dní</b>

<b>Položky – propočet na bílou vanu</b>	<b>Časový plán</b>
Celkem časový fond dle projektu	63 dní
Odečet asfaltových hydroizolací	-25 dní
Přípočet nárustu armování a betonáže	+ 4 dny
<b>Celkem časový plán – provedení bílá vana</b>	<b>42 dní</b>

*Tabulka 13 – Nový návrh času provedení (zdroj: Autor)*

Při novém provedení technologie bílé vany jsem se podle harmonogramu dopočítal na časovou úsporu 21 dní. Což představuje o cca 30% rychlejší provedení konstrukcí spodní stavby.



## **3. Vyhodnocení návrhu**

### **3.1 Technologie provádění ochrany**

Navrhované změny technologie izolace spodní stavby vedou k zjednodušení konstrukce. V původním návrhu se skladba konstrukce podle projektové dokumentace dělila na statickou vrstvu (železobetonová deska) a hydroizolační vrstvu (asfaltové pasy včetně ochranných podkladních betonů). V novém návrhu bílé vany se jednou konstrukcí převezme nosná funkce i hydroizolační.

Další výhodu vidím při případném poškození hydroizolační funkce. Narozdíl od povlakových hydroizolací se porucha v bílé vaně dá snadno lokalizovat a poměrně levně opravit/sanovat.

Ostatní vlastnosti konstrukce je náročné srovnávat, protože jsou úplně jiného charakteru. Záleží na vstupních požadavcích, které určují navrhovanou odolnost konstrukce, životnost, spolehlivost, ochranu vůči vodě, ochranu vůči radonu atd.

Každopádně návrh bílé vany v místě garáže splňuje požadavky pro použití této konstrukce. Zároveň zjednodušuje konstrukci, a proto změnu technologie na tomto projektu vidím jako výhodnou.

### **3.2 Technologický postup + požadavky na realizaci**

Navrhovaná změna přináší o pár kroků kratší technologický postup než varianta asfaltových pasů. Na druhou stranu jsou požadavky na realizaci této konstrukce vyšší. Proto je nutná technologická kázeň pracovníků.

### **3.3 Dodavatelský systém a koordinace**

Navrhovaná změna přináší zjednodušení v dodavatelském systému. Sníží se počet profesí na provádění dané skladby a tím se zlepší koordinace a plánování výstavby.

### **3.4 Náklady**

Navrhovaná změna technologie na tomto projektu vede k finanční úspoře. V aktuálních cenových podmínkách jsem vypočítal odhadovanou úsporu 10 %. Podobná úspora pořizovacích nákladů samozřejmě neplatí pro všechny projekty. Požadavky na spodní stavbu jsou u každého případu jiné, proto je vždy potřebné zvážit výběr technologie a její finanční náročnost.

Jednoznačnější úsporu vidím mimo pořizovací náklady. Se zjednodušením a urychlením technologie přichází úspora času, která vede k úspoře fixních nákladů stavby.

Varianta bílé vany je nákladově výhodnější i v užívání stavby. Když se naskytne poškození hydroizolační funkce, je oprava a sanování finančně úspornější než při opravách povlakových hydroizolací.

### **3.5 Časový postup**

Navrhovaná změna technologie hydroizolace na tomto projektu vede k časové úspoře. Výpočet z programu Kros jsem použil jako podklad pro optimalizaci harmonogramu. Harmonogram jsem upravil podle nového návrhu. Z toho jsem dopočítal odhadovanou úsporu 21 dní. Dobu výstavby spodní stavby v místě garáže jsem novým návrhem optimalizoval o cca 30 %.

# Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo zjistit, co by přinesla změna technologie hydroizolace na konkrétním projektu.

V první kapitole jsem analyzoval projektem navrženou hydroizolaci spodní stavby, z které jsem získal požadavky spodní stavby na konkrétním projektu.

V druhé kapitole jsem použil informace z této analýzy pro nový návrh hydroizolace – technologie bílé vany. Z požadavků vyplynulo že změna na konkrétním projektu by byla možná v prostoru 1.PP – garáž. V novém návrhu jsem se věnoval všem problematickým částem bílé vany, které jsem porovnával s původním návrhem. Vytvořil jsem technologický postup, časový postup a vyčíslení nákladů, které jsem s původním návrhem porovnal.

Myslím, že změna technologie by přinesla vhodnější řešení, než navrhuje konkrétní projekt. Zjednodušila by konstrukci spodní stavby, urychlila výstavbu, mírně snížila náklady a byla by lépe opravitelná při neočekávatelné vadě.

Rozhodně si ale netroufám říct, že tato technologie přinese jasnou výhru pro všechny stavby. Každá stavba má svá specifika, a proto je potřebné konkrétně analyzovat a vytvořit více návrhů hydroizolace, z kterých se vybere ten nejvhodnější.

## Seznam literatury

- [1] ČSN EN 1990 73 0002 - *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. 1. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [2] ČSN 72 1006 - *Kontrola zhutnění zemin a sypanin*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [3] ČSN P 73 0600 - *Hydroizolace staveb: základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [4] ČSN 73 0601 - *Ochrana staveb proti radonu z podloží*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019.
- [5] *ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL – technický list* [online]. Praha: DEK, 2021 [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://cdn1.idek.cz/dek/document/1321384475>
- [6] *GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL – technický list* [online]. Praha: DEK, 2021 [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://cdn1.idek.cz/dek/document/854386352>
- [7] *Koncept a technologie vodotěsných spár v bílé vaně* [online]. Ing. Zdeněk Roska, 2012 [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.asb-port al.cz/stavebnictvi/zaklady-a-hruba-stavba/hydroizolace-zakladu/koncept-a-technologie-vodotesnych-spar-v-bile-vane>
- [8] *KUTNAR – Izolace spodní stavby Hydroizolační koncepce, hydroizolační konstrukce – návrh a posouzení srpen 2020* [online]. DEK, 2020 [cit. 2022-05-13]. ISBN 978-80-87215-14-2. Dostupné z: [https://atelier-dek.cz/docs/atelier\\_dek\\_cz/publikace/PROJEKCI-PRIRUCKY/spodni-stavba-2020-08.pdf](https://atelier-dek.cz/docs/atelier_dek_cz/publikace/PROJEKCI-PRIRUCKY/spodni-stavba-2020-08.pdf)
- [9] *Piloty* [online]. Zakládání staveb [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.zakladani.cz/cs/vyrobní-program-3/technologie/piloty>
- [10] *REALIZACE VODONEPROPUSTNÝCH BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ, TZV. BÍLÉ VANY* [online]. Českomoravský beton [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.transportbeton.cz/krok-za-krokem-realizace-vodonepropustnych-betonovych-konstrukci-tzv-bile-vany.html>
- [11] *Sikafloor®-264 N – Produktový list* [online]. Brno: Sika CZ, s.r.o, 2021 [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: [https://cze.sika.com/content/dam/dms/cz01/8/sikafloor\\_-264\\_n.pdf](https://cze.sika.com/content/dam/dms/cz01/8/sikafloor_-264_n.pdf)

[12] *SMĚRNICE ČHIS 01: HYDROIZOLAČNÍ TECHNIKA – OCHRANA STAVEB A KONSTRUKCÍ PŘED NEŽÁDOUCÍM PŮSOBENÍM VODY A VLHKOSTI*. Praha: Česká hydroizolační společnost, 2018.

[13] *Technická pravidla – ČBS 04: VODONEPROPUSTNÉ BETONOVÉ KONSTRUKCE*. Praha: ČBS Servis, 2015.

[14] *Tvarovka Typ BDF: Prostupové tvarovky* [online]. GEROTop spol. s r.o. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.prostupy.cz/tvarovka-typ-bdf>

[15] *Úprava zemin: Technické podmínky*. Praha: Ministerstvo dopravy obor pozemních komunikací, 2013.

[16] *Vodostavební beton PERMACRETE®* [online]. TBG METROSTAV [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.tbg-metrostav.cz/produkty/vodostavebni-beton-permacrete/>

[17] *PROSTUPOVÉ PAŽNICE – BÍLÁ VANA* [online]. GEROTop spol. s r.o. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.prostupy.cz/prostupove-paznice>

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Třídy požadavků na ochranu spodní stavby (zdroj: [8]).....	12
Tabulka 2 - Informativní návrhové životnosti (zdroj: [1]).....	14
Tabulka 3 – rozpočet, varianta černá vana (zdroj: Autor).....	32
Tabulka 4 – stanovení jednotkové ceny – černá vana (zdroj: autor).....	32
Tabulka 5 – rozpočet, varianta bílá vana (zdroj: autor) .....	34
Tabulka 6 – stanovení jednotkové ceny, bílá vana (zdroj: Autor) .....	34
Tabulka 7 – Porovnání technologií (zdroj: autor) .....	35
Tabulka 8 – výpočet časové náročnosti, černá vana (zdroj: Autor) .....	37
Tabulka 9 – propočet časové náročnosti na m <sup>2</sup> , černá vana (zdroj: Autor).....	37
Tabulka 10 – výpočet časové náročnosti, bílá vana (zdroj: Autor).....	38
Tabulka 11 – propočet časové náročnosti na m <sup>2</sup> , bílá vana (zdroj: Autor) .....	38
Tabulka 12 – Porovnání časové náročnosti (zdroj: Autor) .....	39
Tabulka 13 – Nový návrh času provedení (zdroj: Autor) .....	40

## Seznam obrázků

Obrázek 1 – vizualizace projektu (zdroj: www.rh-arch.com) .....	10
Obrázek 2 – vyznačení tříd požadavků (zdroj: projektová dokumentace).....	13
Obrázek 3 – Skladba P10 (Projektová dokumentace).....	16
Obrázek 4 – Skladba F10 (zdroj: Projektová dokumentace).....	17
Obrázek 5 – Vyznačení místa garáží (projektová dokumentace/autor) .....	18
Obrázek 6 – Napojení na piloty (zdroj: Projektová dokumentace).....	22
Obrázek 7 – Vyznačení dilatační spáry (zdroj: projektová dokumentace/ autor) .....	23
Obrázek 8 – Detail vyznačený v řezu (zdroj: Projektová dokumentace).....	24
Obrázek 9 – Detail pracovní spára (zdroj: Projektová dokumentace).....	25
Obrázek 10 – Bentonitový pásek (zdroj: foto autor).....	25
Obrázek 11 – tvarovka kanalizace (zdroj: [14]).....	26
Obrázek 12 – Prostupová pažnice (zdroj: [17]) .....	27