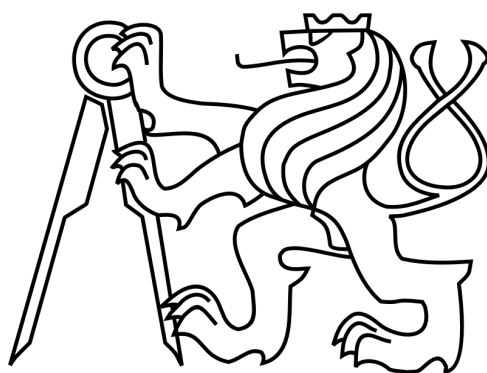


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Variantní řešení stavebních detailů v oblasti
hydroizolací spodní stavby**

Autor: Bc. Michal Čaban

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.

Praha, 2018/2019



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Čaban	Jméno: Michal	Osobní číslo: 424464
Zadávající katedra: K124		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Variantní řešení stavebních detailů v oblasti hydroizolací spodní stavby

Název diplomové práce anglicky: Solution of building details in the field of waterproofing in ground structure

Pokyny pro vypracování:
Zpracování variantních řešení vybraných stavebních detailů v oblasti hydroizolací spodní stavby a jejich následné zhodnocení z hlediska spolehlivosti a trvanlivosti stavební konstrukce jako celku.

Seznam doporučené literatury:
[1] Hájek, P.: Konstrukce pozemních staveb 1. Nakladatelství ČVUT, Praha, 2007, ISBN 80-01-01396-0
[2] Witzany J., Jiránek M., Zlesák J., Zigler R.: Konstrukce pozemních staveb 20. Nakladatelství ČVUT, Praha, 2006, ISBN 80-01-03422-4
[3] Daniels, K.: Technika budov. Příručka pro projektanty a architekty. 3. přepracované vydání. Jaga group, Bratislava, 2003, ISBN 80-88905-60-5
[4] Neufert E.: Navrhování staveb: Příručka pro stavebního odborníka, stavebníka, vyučujícího i studenta. Consultinvest, Praha, 2000, ISBN 80-901486-6-2
[5] Prováděcí vyhláška č. 268/2009 Sb. (Vyhláška o technických požadavcích na stavby) zákona č. 183/2006 Sb.

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 2.10. 2018 Termín odevzdání diplomové práce: 6.1. 2019
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 diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

2.10.2018 Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Michal Čaban

Název diplomové práce: Variantské řešení stavebních detailů v oblasti hydroizolací spodní stavby

Základní část: KPS podíl: 100 %

Formulace úkolů: _____

Podpis vedoucího DP: Datum: 2.10.2018

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: Datum:

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: Datum:

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího doc. Ing. Jiřího Pazderky, Ph.D.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím se zveřejněním práce.

.....

podpis

Touto cestou bych rád poděkoval panu doc. Ing. Jiřímu Pazderkovi, Ph.D. za jeho trpělivost, cenné rady, obětovaný čas a odborné vedení mé diplomové práce.

Variantní řešení stavebních detailů v oblasti
hydroizolací spodní stavby

Solution of building details in the field of
waterproofing in ground structure

Anotace:

Tato diplomová práce se zabývá variantním řešením detailů v oblasti hydroizolace spodní stavby. První část nás seznamuje s různými typy namáhání konstrukce vodou a s alternativy materiálového řešení hydroizolace. Druhá část popisuje vybrané reálné objekty, na které jsou zpracovány variantní řešení detailů. Pro zpracování detailů byly určeny okrajové podmínky. Dále dle okrajových podmínek je v této části zpracován návrh řešení různých druhů a alternativ detailů spodní stavby s následným porovnáním. Detaily jsou doplněny komentářem a fotodokumentací autora.

Klíčová slova: *Hydroizolace, spodní stavba, povlaková izolace, asfaltové pásy, bentonitové rohože, poruchy hydroizolace, konstrukční detaily*

Abstract:

This diploma thesis focuses on the various solutions to details in a field of waterproofing substructure. The first part describes different types of water stressing construction with water and alternatives to the waterproofing solutions. The second part describes real selected objects, on which the various solutions to details are processed. The boundary conditions were determined for detail processing. Furthermore, according to the boundary conditions the proposal is elaborated for the solution to different types and alternatives of the details of the substructure with the following comparison. The details are supplemented by author's commentary and photo-documentation.

Keywords: *Waterproofing, substructure, coating insulation, asphalt bands, bentonite mattings, failures of waterproofing, construction details*

Obsah

Úvod.....	10
1 Návrh hydroizolačního systému.....	11
1.1 Namáhání stavebních konstrukcí vodou	11
1.1.1 Základní rozlišení návrhového namáhání stavby nebo konstrukce vodou... 11	
1.1.2 Třídy přístupnosti hydroizolačních konstrukcí	11
1.1.3 Hydrofyzikální namáhání spodní stavby	12
1.1.4 Jednotlivé typy izolačních materiálů resp. izolačních systémů.....	13
1.1.5 Izolační systémy v závislosti na hydrofyzikálním namáhání.....	13
1.1.5.1 Vodní pára	13
1.1.5.2 Vlhkost přilehlého pórovitého prostředí.....	13
1.1.5.3 Srážková voda a voda provozní	14
1.1.5.4 Voda prosakující přilehlým horninovým prostředím	14
1.1.5.5 Voda tlaková	15
2 Variantní řešení detailů na podsklepeném objektu	17
2.1 Vybraný podsklepený objekt - zadání	17
2.1.1 Popis vybraného objektu - zadání	17
2.1.2 Výkresová část zadání s vyznačenými řezy a vybranými detaily - zadání ..	17
2.2 Určení okrajových podmínek pro vypracování detailů	19
2.2.1 Propustnost zeminy	19
2.2.2 Určení radonového indexu na daném pozemku	20
2.2.3 Výpočet dimenzování protiradonové izolace	21
2.2.3.1 Referenční místnost pro výpočet dimenzování protiradonové izolace	21
2.2.3.2 Součinitel difúze radonu pro jednotlivé materiály	21
2.2.3.3 Výpočet dimenzování protiradonové izolace v programu Radon 2006... 22	
2.2.3.4 Výsledky výpočtu v programu Radon 2006.....	23
2.2.3.5 Závěr radonového výpočtu.....	23
2.2.4 Výpočet tepelné techniky	24
2.2.4.1 Skladba podlahy v kontaktu se zeminou v 1. PP - strojovna	24
2.2.4.2 Skladba suterénní stěny v kontaktu se zeminou v 1.PP - strojovna	25
2.2.4.3 Posouzení tepelných vlastností v programu Teplo.....	26
2.2.4.4 Závěr posouzení konstrukcí v programu Teplo.....	26
2.2.5 Detaily	33
2.2.5.1 Použité materiály - výhody a nevýhody	33
2.2.5.2 Napojení vodorovné a svislé izolace v otevřené stavební jámě	36
2.2.5.3 Napojení vodorovné a svislé izolace na záporové pažení	41
2.2.5.4 Etapové napojení na záporovém pažení	43
2.2.5.5 Přejít ze záporového pažení na již hotovou ŽB stěnu.....	44
2.2.5.6 Objektová dilatační spára na svislé stěně	46
2.2.5.7 Objektová dilatační spára na vodorovné ploše.....	47
2.2.5.8 Prostup na svislé stěně v otevřené stavební jámě.....	49
2.2.5.9 Prostup na svislé stěně přes záporové pažení.....	52
2.2.5.10 Prostup na vodorovné ploše	53

3	Variantsní řešení detailů na nepodsklepeném objektu	57
3.1	Vybraný nepodsklepený objekt - zadání	57
3.1.1	Popis vybraného objektu - zadání	57
3.1.2	Výkresová část zadání s vyznačenými řezy a vybranými detaily - zadání ..	57
3.2	Určení okrajových podmínek pro vypracování detailů	59
3.2.1	Určení radonového indexu na daném pozemku	59
3.2.2	Výpočet dimenzování protiradonové izolace	59
3.2.2.1	Referenční místnost pro výpočet dimenzování protiradonové izolace	59
3.2.2.2	Výsledky výpočtu v programu Radon 2006.....	60
3.2.2.3	Závěr radonového výpočtu.....	60
3.2.3	Výpočet tepelné techniky	61
3.2.3.1	Skladba podlahy v kontaktu se zeminou v 1.NP.....	61
3.2.3.2	Skladba obvodové stěny v místě soklu	62
3.2.3.3	Posouzení tepelných vlastností v programu Teplo.....	63
3.2.3.4	Závěr posouzení konstrukcí v programu teplo.....	69
3.2.4	Posouzení detailu soklu v programu Area.....	69
3.2.4.1	Grafický výstup z programu Area.....	69
3.2.4.2	Výsledky výpočtu v programu Area	70
3.2.4.3	Závěr z výpočtu v programu Area.....	72
3.2.5	Detaily izolačního systému	73
3.2.5.1	Sokl u nepodsklepeného objektu.....	73
3.2.5.2	Alternativy ukončení izolačního systému u soklu.....	74
3.2.5.3	Alternativy napojení vodorovné a svislé izolace v místě soklu	77
3.2.5.4	Alternativy napojení pasů a vodorovné izolace	78
3.2.5.5	Prostup izolačním systémem na vodorovné ploše.....	79
4	Závěr.....	80
4.1	Porovnání materiálového řešení	80
4.2	Porovnání technického řešení provedení detailů.....	81
4.2.1	Napojení vodorovné a svislé izolace	81
4.2.2	Prostupy izolačním systémem	81
4.2.3	Dilatační spáry.....	82
4.2.4	Celkové shrnutí	82
	Zdroje	83
	Seznam příloh	85
	Seznam obrázků	87
	Seznam tabulek.....	89

Úvod

Správný výběr a následný návrh hydroizolačního systému spodní stavby proti nežádoucím účinkům vody a vlhkosti je nesmírně důležitou součástí každého stavebního projektu. Vlhkost pronikající do stavební konstrukce může způsobit nemalé škody. Může se projevit na zkrácení životnosti samotné konstrukce (vlivem pronikající vlhkosti dochází ke krystalizaci solí v pórech a to způsobuje např. odpadávání krycí vrstvy a degradaci výztuže). Vlhkost pronikající do stavební konstrukce může dále negativně ovlivňovat bezpečnost (snížením pevnosti v tlaku), prostředí uvnitř budovy (vznik plísní a šíření škodlivin v interiéru) a zhoršení provozních podmínek. V neposlední řadě má vliv i na estetické vlastnosti a to tvorbou map a skvrn na zdech interiéru. Navíc sanace vzniklých vad a poruch často bývá velmi nákladnou a komplikovanou záležitostí. Obtížná je již samotná lokalizace a určení charakteru vad a poruch.

Pro úspěšnou eliminaci všech těchto rizik je nesmírně důležitý pečlivý a správný výběr a návrh způsobu ochrany spodní stavby před pronikáním vlhkosti. Neméně důležitá je realizace a správné a bezchybné provedení těchto prací.

Cílem hydroizolačního systému je zajistit požadovaný stav konstrukcí a vnitřního prostředí při specifikovaném zatížení vodou a to po celou dobu požadované životnosti objektu. Rozhodující vlivy pro návrh opatření proti působení vody a vlhkosti jsou osazení budovy do terénu, využití podzemních prostor, výška podzemní vody a volba základové konstrukce a její propojení s horní stavbou.

Důležitou součástí návrhu, provedení i samotné funkčnosti hydroizolačního systému jsou detaily. Ať už se jedná o napojení hydroizolačních pásů v ploše a v rozích, správné provedení zpětných spojů s dostatečnou ochranou, správné řešení dilatačních, pracovních a konstrukčních spár anebo vhodné provedení různých prostupů v hydroizolaci. U rekonstrukcí nebo např. u přístavby je potřeba dbát na správné provedení napojení nového a starého hydroizolačního systému.

Základním podkladem pro výše zmíněný návrh izolačního systému a řešení všech detailů, které se v daném objektu nacházejí, je hydrogeologický průzkum. Tento průzkum obsahuje informace o předpokládaném hydrofyzikálním namáhání v místě stavby a předpokládané výškové úrovni spodní stavby. Dalšími důležitými podklady jsou radonový průzkum a radonový výpočet, a to proto, že často hydroizolace plní také funkci protiradonové ochrany staveb.

1 Návrh hydroizolačního systému

1.1 Namáhání stavebních konstrukcí vodou

Hydroizolační koncepce se navrhuje na stanovené návrhové namáhání vodou. Návrhové namáhání stavby je dáno především hydrofyzikálním namáháním. Dále se zohledňuje riziko proniknutí vody do konstrukce a její množství, pokud hydroizolační koncepce není funkční. Hydrofyzikální namáhání se stanoví průzkumem prostředí v kterém je stavba umístěna. Dále se hydrofyzikální namáhání stanovuje z analýzy osazení stavby do terénu, analýzy provozu uvnitř i vně objektu, analýzou tvarového a výškového uspořádání stavby a analýzou způsobu realizace stavby.

Pro návrh hydroizolační koncepce stavby se stanovuje návrhová hladina podzemní vody. Stanovuje se jako nejvyšší možná úroveň, do které může voda v kontaktu se stavbou vystoupat kdykoliv v době, po kterou má být hydroizolační koncepce funkční, zvýšená o 500 mm. Jedním z faktorů ovlivňující spolehlivost hydroizolační koncepce je přístupnost hydroizolačních konstrukcí pro případnou opravu. [1]

1.1.1 Základní rozlišení návrhového namáhání stavby nebo konstrukce vodou

- stavba nebo konstrukce je namáhána výhradně vodou šířící se přilehlým pórovitým prostředím kapilárním vztlínáním
- stavba nebo konstrukce je namáhána vodou volně stékající po povrchu konstrukce (působením zanedbatelného vnitřního a vnějšího tlaku)
- stavba nebo konstrukce je namáhána vodou volně stékající po povrchu konstrukce (působením zanedbatelného vnitřního a nezanedbatelného vnějšího tlaku)
- stavba nebo konstrukce je namáhána vodou, která působí vnitřním tlakem (Hydrostatický tlak ve vrstvě vody) [1]

1.1.2 Třídy přístupnosti hydroizolačních konstrukcí

- **V - volně přístupné**
Nezakrytá hydroizolační konstrukce přístupná z exteriéru nebo interiéru.
- **P - přístupné**
Hydroizolační konstrukce zakrytá vrstvami, které lze odstranit aniž by byly znehodnoceny (např. dlažba na podložkách, vegetační střechy atd.).

- **O - Obtížně přístupné**

Hydroizolační konstrukce zakrytá vrstvami, které lze odstranit bez zásadního zásahu do nosných konstrukcí za použití obvyklých technologií. Odstraněné vrstvy bývají znehodnoceny. (např. hydroizolace pod ochrannými nebo provozními vrstvami, nosné stěny na vodorovné hydroizolační konstrukci atd.)

- **N - Nepřístupné**

Není umožněn přístup k hydroizolační konstrukci bez zásadních zásahů do nosných konstrukcí stavby, případně je k zajištění přístupu nutné využití speciálních technologií. (např. základová deska nad hydroizolační konstrukcí, půdorys suterénu menší než vyšší podlaží atd.) [1]

1.1.3 Hydrofyzikální namáhání spodní stavby

- **Vodní pára**

Difúze vodní páry a její následná kondenzace v konstrukci.

- **Vlhkost přilehlého pórovitého prostředí (zemní vlhkost)**

Přenos vlhkosti probíhá kapilární vztlínavostí z pórovitého přilehlého prostředí do konstrukcí.

- **Srážková voda a voda provozní**

Prosakující voda ochrannými a provozními souvrstvími teras i podlah, nebo voda pronikající za obklady stěn v mokrých provozech.

- **Voda prosakující přilehlým propustným horninovým prostředím**

- Svislé plochy objektů

Srážková voda stékající po povrchu izolací se zabezpečením odvodnění propustnou zeminou anebo drenáží.

- Na šikmých plochách podzemních částí objektů zachycující prosakující vodu a na níže situovaných plochách svislých.

- **Voda tlaková**

Namáhání izolací a konstrukcí tlakovou vodou a to buď od klasické spojitě hladiny spodní vody nebo od zadržené srážkové vody. [2]

1.1.4 Jednotlivé typy izolačních materiálů resp. izolačních systémů z pohledu normy (ČSN P 73 0606)

- **Asfaltové materiály zpracované za tepla** (horký asfalt)
- **Asfaltové materiály zpracováváné za studena** (penetrační, izolační a reflexní laky, asfaltové emulze a asfaltové vodní disperze)
- **Asfaltové pásy** (bez krycí vrstvy, s krycí vrstvou, natavitelné, modifikované, expanzní, dilatační, speciální, oxidované)
- **Syntetické polymery** - nátěry, stříkané izolace anebo stěrky (polyuretanové, epoxidové, polyesterové, disperzní a speciální syntetické hmoty)
- **Silikátové hmoty** - stěrky (silikátové hydroizolační hmoty) - používají se především na izolaci jímek (i s pitnou vodou)
- **Plastové a elastové pásy (fólie)** (fólie z měkčeného PVC, fólie vinyl-acetát-etylén, fólie z polyetylénu nebo chlorovaného polyetylénu, fólie polyolefinové, butylkaučukové apod.) [2]

1.1.5 Izolační systémy v závislosti na hydrofyzikálním namáhání - spodní stavby

1.1.5.1 Vodní pára

Řeší se vytvořením parozábrany na stropěch nad vytápěnými prostory případně i nad garážemi. Nejčastěji používaný systémem jsou plnoplošně natavené asfaltové pásy. Dalším možným řešením dle normy jsou nátěrové, stěrkové nebo stříkané povlaky z hydroizolačních materiálů, povlakové hydroizolace z fólií. Parozábranu lze také vytvořit kombinací z asfaltových pásů a asfaltových nátěrových hmot.

1.1.5.2 Vlhkost přilehlého pórovitého prostředí

Tento typ hydrofyzikálního namáhání se vyskytuje u staveb umístěných na úrovni povrchu upraveného terénu - halové objekty, nepodsklepené rodinné domy apod.

Izolační systém proti vlhkosti a radonu pro konstrukce se navrhuje tam, kde lze vyloučit možnost zadržení vody u hydroizolace a kde bude namáhání izolačního systému způsobovat pouze kapilární vztlakovost vody v horninovém resp. zeminovém prostředí. Z hlediska protiradonové izolace je požadována plynost izolačního systému.

Izolační systémy proti vlhkosti přilehlého pórovitého prostředí:

Izolační systém se nejčastěji navrhuje jako jednoduchý (jedna vrstva fólie nebo asfaltových pásů).

Izolační systém proti vlhkosti dle normy:

- nátěrové, stěrkové nebo stříkané povlakové hydroizolace
- povlakové hydroizolace z asfaltových pásů a asfaltových hmot
- povlakové hydroizolace z asfaltových pásů
 - povlak z jednoho modifikovaného asfaltového pásu
- povlakové hydroizolace z fólií
 - povlak z jedné hydroizolační fólie o min. tloušťce 0,25 mm

Pro tento typ izolačního systému se řeší prostupy sítí, napojení na sloupy a jiné typy detailů pomocí systémů tmelů, těsnících pásek nebo stěrek. [2]

1.1.5.3 **Srážková voda a voda provozní**

Izolační systém proti vodě srážkové a vodě provozní dle normy:

- povlakové hydroizolace z asfaltových pásů
 - povlak ze dvou asfaltových pásů typu S o tl. 4 mm jednoho pásu
 - povlak z jednoho asfaltového pásu kombinovaného o min tl. 5 mm nebo samolepícího nebo bezvločkového asfaltového pásu o tl. 3 mm
- povlakové hydroizolace z fólií
 - povlak z jedné hydroizolační fólie o min. tloušťce 1,5 mm s tlakovou nebo vakuovou kontrolou vodotěsnosti spojů fólií při realizaci
 - povlak ze dvou hydroizolačních fólií o tloušťce 1,0 - 1,5 mm s celoplošnou vakuovou kontrolou vodotěsnosti hydroizolačního systému. [2]

1.1.5.4 **Voda prosakující přilehlým horninovým prostředím**

Izolační systém proti vodě prosakující horninovým prostředím pro konstrukce se navrhuje tam, kde lze vyloučit možnost zadržení vody u hydroizolace. Z toho vyplývá umístění izolované stavby do prostředí s propustnými zeminami (propustnost zemin musí být větší než $1 \cdot 10^{-4} \text{ms}^{-1}$), nebo zabezpečení drenážní funkce drenážní fólií resp. dodatečným drenážním štěrkovým obsypem. Tímto způsobem se zabrání vzniku namáhání izolací krátkodobou

tlakovou vodou nebo zadržovanou vodou na méně propustných vrstvách. Pro tuto alternativu je podle ČSN 73 0606 dostačující izolační systém jednoduchý.

Řešení prostupů může být realizováno manžetovým způsobem s podtmelením a stažením pásnicí, opracováním pomocí speciálních ukončovacích bitumenových nebo butylkaučkových pásků nebo natavením resp. přivařením na prostupující rouru nebo konstrukci.

V případě, že nelze zabezpečit drenážní vrstvu u konstrukce a současně propustnost zemin je nižší než $1 \cdot 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$ je nutné izolační systém realizovat jako izolaci proti tlakové vodě.

Izolační systémy proti vodě prosakující propustným horninovým prostředím dle normy:

- povlakové hydroizolace z asfaltových pásů a asfaltových hmot
- povlakové hydroizolace z asfaltových pásů
 - povlak z jednoho asfaltového pásu typu S o min. tloušťce 4 mm
- povlakové hydroizolace z fólií
 - povlak z jedné hydroizolační fólie o min. tloušťce 1,0 mm
- povlakové hydroizolace ze silikátových hmot
 - nátěrový povlak ze silikátové hydroizolační hmoty [2]

1.1.5.5 Voda tlaková

V normě ČSN 73 P 0606 jsou pro tlakové izolace doporučeny povlakové hydroizolace z asfaltových pásů. A to vždy povlak min. ze dvou asfaltových pásů typu S a celoplošně natavenými. Dále fóliové izolační systémy proti tlakové vodě buď dvojité (v případě samostatné funkce) nebo jednoduché v kombinaci s vodostavebním betonem případně s aktivním nebo pasivním sanačním systémem. Další efektivní možností je použití bentonitových rohoží (vytvoření systému „hnědé vany“) v kombinaci s ŽB konstrukcí.

Izolační systémy proti tlakové vodě dle normy:

- povlakové hydroizolace z asfaltových pásů
- povlak ze dvou asfaltových pásů typu S
- povlakové hydroizolace z fólií
 - povlak z jedné hydroizolační fólie se signální vrstvou o min. tloušťce 1,5 mm s tlakovou nebo vakuovou kontrolou vodotěsnosti spoju fólií při realizaci, popřípadě v kombinaci s plošným pasivním kontrolním a sanačním systémem

- povlak ze dvou hydroizolačních fólií o tloušťce 1,0 - 1,5 mm se zabudovaným aktivním kontrolním a sanačním systémem. Popřípadě v kombinaci s plošným pasivním kontrolním a sanačním systémem
- kombinované hydroizolační systémy - fóliový povlak + vodotěsná stavební konstrukce [2]

Prostupy potrubí izolačním systémem je nutné řešit systémem pevná volná příruba nebo manžetovým způsobem v kombinaci s bentonitovými pásky u bentonitových rohoží.

V případě opracování prostupů pouze tmelem dochází k protlačení tmelu tlakem vody a tím k netěsnosti prostupu.

Nové materiály a postupy pro hydroizolace spodní stavby:

Nejdůležitější vlastností každé izolace je její spolehlivost a odolnost vůči poškození. Z toho vychází jako jeden z nejdůležitějších prvků a to spolupůsobení izolace s konstrukcí spodní stavby, kterou chceme izolovat.

Proto byla v poslední době vyvinuta řada nových materiálů a izolačních systémů, které výborně spolupůsobí s izolovanou konstrukcí. Jedná se např. o fólie s aktivní vrstvou. Aktivní vrstva fólie se po zabetonování zaktivuje a zabezpečí spolupůsobení (přilepení resp. spojení) fólie s betonovou konstrukcí. Dalším příkladem jsou kombinované systémy hydroizolací (PVC-P fólie, asfaltové pásy a nebo HDPE fólie) s bentonitovými rohožemi. V neposlední řadě nelze opomenout bentonitové kompozity (např. DUAL SEAL).

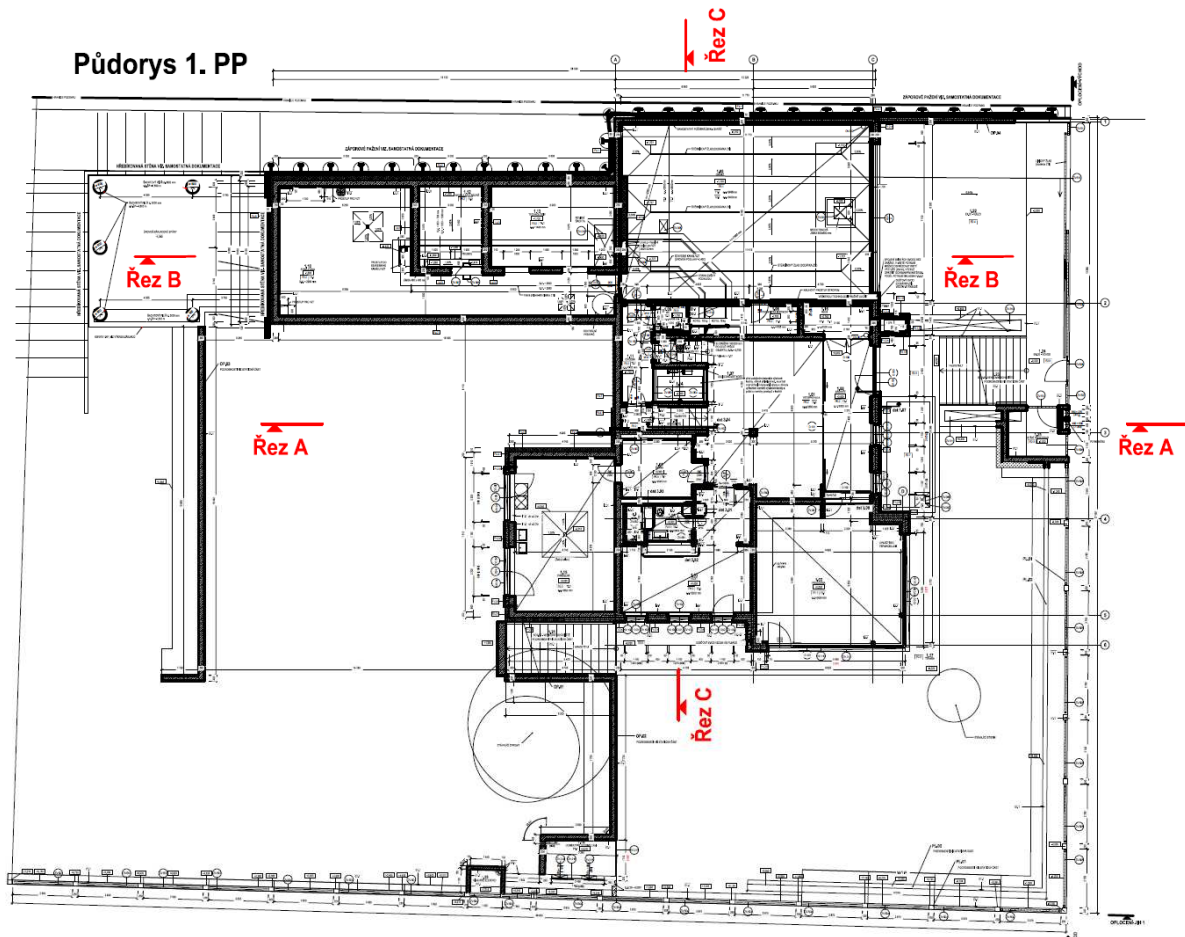
2 Variantní řešení detailů na podsklepeném objektu

2.1 Vybraný podsklepený objekt - zadání

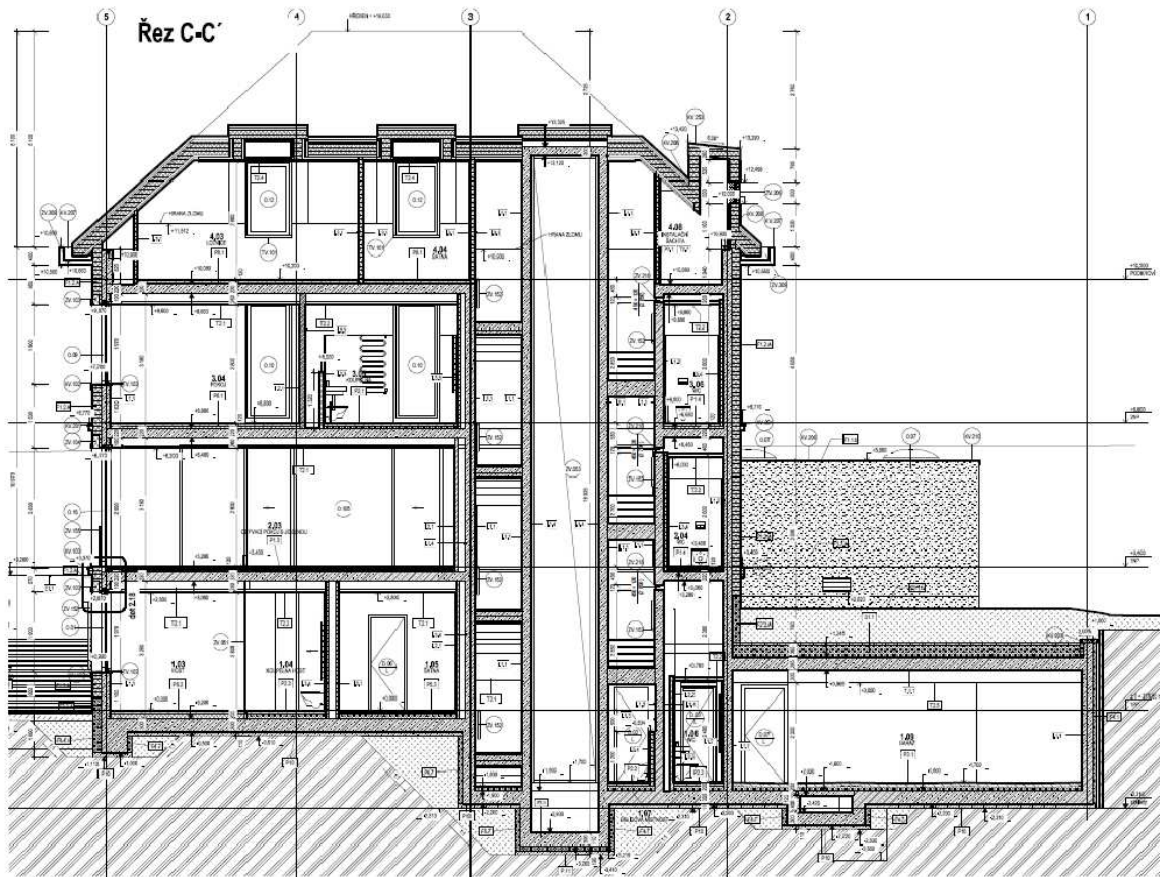
2.1.1 Popis vybraného objektu - zadání

Pro zpracování variantního řešení detailů proti tlakové vodě v oblasti hydroizolace spodní stavby jsem si vybral objekt RD Dejvice v ulici Za Hanspaulkou. Jedná se o rodinný dům s jedním podzemním podlažím, dvěma nadzemními a podkrovím. V 1PP se nachází hlavní vstup do domu, schodišťová hala, pracovna, pokoj pro hosty, garáž a strojovna bazénu.

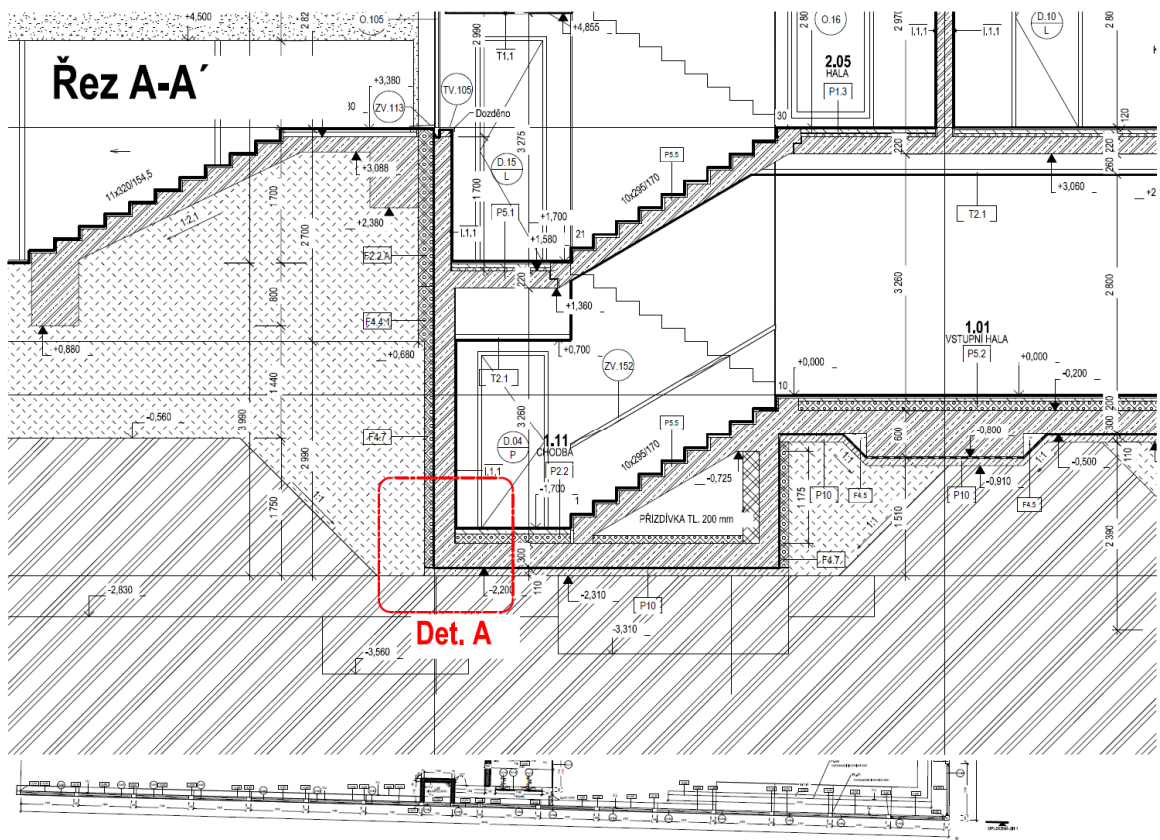
2.1.2 Výkresová část zadání s vyznačenými řezy a vybranými detaily - zadání



Obr. 1: Půdorys 1. PP s vyznačenými řezy

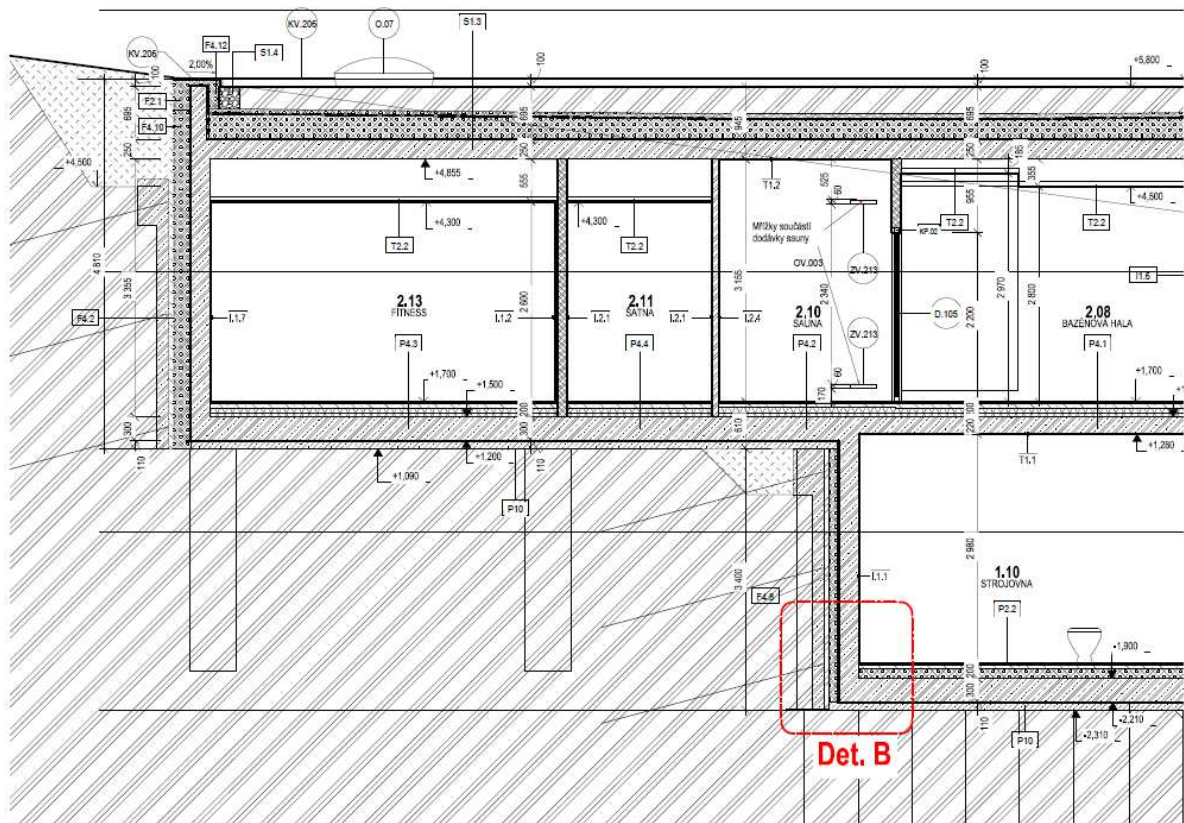


Obr. 2: Celkový příčný řez C-C



Obr. 3: Výsek řezu A-A' s vyznačeným detailem realizace z otevřené stavební jámy

Řez B-B'



Obr. 4: Výsek řezu B-B s vyznačeným detailem realizace na záporové pažení

2.2 Určení okrajových podmínek pro vypracování detailů

2.2.1 Propustnost zeminy

Objekt se nachází na pozemku v katastrálním území Dejvice. V rámci regionálního geologického členění Českého masivu se tento pozemek nachází v oblasti hornin kvartéru, zastoupené hlavně sprašovou hlínou.

“**Sprašoidní zeminy:** Patří sem spraše, spraše pahorkatin a sprašové hlíny. Na našem území většinou vznikly eolickou činností v pleistocénu.

Spraš je pórovitá, silně stlačitelná a **pro vodu dokonale propustná**. V suchém stavu je stabilní i ve vysokých stěnách, s vodou však rychle rozbředá a kolabuje. Jako základová půda se hodnotí jako podmíněně použitelná. “ [3]

2.2.2 Určení radonového indexu na daném pozemku

Radonový index pozemku vyjadřuje radonový potenciál prostředí v hloubce 0,8 m pod povrchem zpravidla původního, neupraveného terénu. Stanoví se podle zvláštního předpisu (dle zákona) v závislosti na OAR (objemové aktivitě radonu) v půdním vzduchu a plynopropustnosti zemin nebo v závislosti na hodnotě radonovém potenciálu pozemku (viz tab.1). [4]

Tab. 1: Stanovení radonového indexu pozemku [5]

Radonový index pozemku	Objemová aktivita radonu v půdním vzduchu ($\text{kBq}\cdot\text{m}^{-3}$)		
<i>Nizký</i>	$c_A < 30$	$c_A < 20$	$c_A < 10$
<i>Střední</i>	$30 \leq c_A < 100$	$20 \leq c_A < 70$	$10 \leq c_A < 30$
<i>Vysoký</i>	$c_A \geq 100$	$c_A \geq 70$	$c_A \geq 30$
	<i>Nizká</i>	<i>Střední</i>	<i>Vysoká</i>
	Plynopropustnost zemin		

Z radonové průzkumu pozemku vyplývají tyto skutečnosti:

Koncentrace Rn v podloží:

$C_s = 28 \text{ kBq/m}^3$

Typ základové půdy se stanovenou max. plynopropustností:

F3

Kategorie maximální plynopropustnosti pokryvu:

střední

Z výše uvedeného vyplývá, že daný pozemek je podle naměřených hodnot, stanovené plynopropustnosti základových půd a doporučené metodiky hodnocen jako:

pozemek se středním radonovým indexem

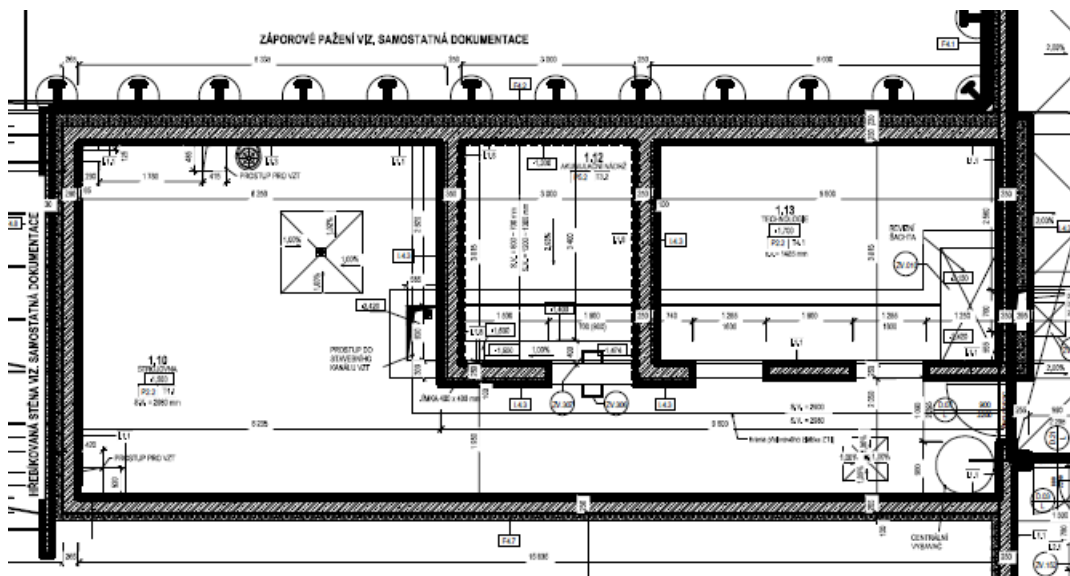
Do výpočtu protiradonové izolace dále vstupují tyto proměnné:

- součinitel difuze Rn izolací
- objem výpočtové místnosti a plocha místnosti v kontaktu s podložím
- předpokládaná výměna vzduchu v místnosti

2.2.3 Výpočet dimenzování protiradonové izolace

2.2.3.1 Referenční místnost pro výpočet dimenzování protiradonové izolace

Pro výpočet jsem zvolil jako referenční místnost 1.10 strojovna v 1PP. Tato místnost má půdorysnou plochu 57,57 m² a světlou výšku 2,98 m. Objem místnosti je 92,9 m³ a stěny jsou v kontaktu se zemínou na ploše 64,01 m². Pro výpočet jsem uvažoval výměnu vzduchu 0,3 1/h tzn. hodnotu n_N pro používané místnosti dle ČSN 73 0540.



Obr. 5: Půdorys referenční místnosti pro výpočet dimenzování protiradonové izolace

2.2.3.2 Součinitel difúze radonu pro jednotlivé materiály

Tab. 2: Součinitel difúze radonu - PVC-P fólie [6] [7]

Název hydroizolační fólie	Materiál	Součinitel difúze radonu v izolaci D (m ² /s)		
		V ploše	Ve spoji	Výpočtová hodnota
FATRAFOL 803	PVC-P	7,0. 10 ⁻¹²	10,0. 10 ⁻¹²	12,7. 10 ⁻¹²
EKOPLAST 806	PVC-P	5,2. 10 ⁻¹²	4,2. 10 ⁻¹²	6,4. 10 ⁻¹²
STAFOL 914	PVC-P	7,3. 10 ⁻¹²	5,1. 10 ⁻¹²	7,4. 10 ⁻¹²
EKOTEN 915	PVC-P	3,8. 10 ⁻¹²	2,7. 10 ⁻¹²	4,6. 10 ⁻¹²
ALKORPLAN 35034	PVC-P	1,7. 10 ⁻¹¹	1,1. 10 ⁻¹¹	1,8. 10 ⁻¹¹
SIKAPLAN WP 1100	PVC-P	2,0. 10 ⁻¹¹	1,5. 10 ⁻¹¹	2,1. 10 ⁻¹¹

Tab. 3: Součinitel difúze radonu - asfaltové pásy [7] [8] [9]

Název asfaltového pásu	Materiál	Součinitel difúze radonu v izolaci D (m ² /s)		
		V ploše	Ve spoji	Výpočtová hodnota
ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	MAP	1,8. 10 ⁻¹¹	1,1. 10 ⁻¹¹	1,9. 10 ⁻¹¹
GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	MAP	1,3. 10 ⁻¹¹	1,2. 10 ⁻¹¹	1,4. 10 ⁻¹¹
AXTER TP4	MAP	3,0. 10 ⁻¹²	3,5. 10 ⁻¹²	3,2. 10 ⁻¹²
FORCE 4000 DALLE	MAP	3,1. 10 ⁻¹²	2,9. 10 ⁻¹²	3,2. 10 ⁻¹²

Tab. 4: Součinitel difúze radonu - HDPE/LDPE fólie [6] [10]

Název asfaltového pásu	Materiál	Součinitel difúze radonu v izolaci D (m ² /s)		
		V ploše	Ve spoji	Výpočtová hodnota
JUNIFOL	HDPE	4,2. 10 ⁻¹²	3,5. 10 ⁻¹¹	5,1. 10 ⁻¹²
EKOTEN 915	HDPE	3,8. 10 ⁻¹²	2,7. 10 ⁻¹²	4,6. 10 ⁻¹²
PENEFOL 950	HDPE	4,3. 10 ⁻¹²	3,9. 10 ⁻¹²	4,7. 10 ⁻¹²
SANOTEN 1116	LDPE	4,9. 10 ⁻¹²	2,9. 10 ⁻¹²	5,4. 10 ⁻¹²

2.2.3.3 Výpočet dimenzování protiradonové izolace v programu Radon 2006

The screenshot shows the 'Radon 2006 - Dimenzování protiradonových opatření podle ČSN 730601 (2006)' application window. The main menu includes 'Soubor', 'Výpočet samotné protiradonové izolace', 'Pomůcky', and 'Nápověda'. The file path is '...K\RADON 2006\DAT\DIPLOMKA.RDN'. The project name is '- ref. místnost 1.10 strojovna', the user is 'Bc. Michal Čaban', and the date is '9.11.2018'. The 'Základní údaje - popis místnosti' section contains: 'Objem výpočtové místnosti V_k [m³]: 92,9', 'Půdorysná plocha místnosti v kontaktu s podlažím A_p [m²]: 57,57', 'Plocha suterénních stěn místnosti v kontaktu s podlažím A_s [m²]: 64,01', and 'Intenzita výměny vzduchu v místnosti n [1/h]: 0,3'. The 'Parametry podlaží' section has radio buttons for 'nízká propustnost', 'střední propustnost' (selected), and 'vysoká propustnost', with an option for 'vzduch'. The radon concentration in the floor is '28,0'. The 'Typ objektu' section has radio buttons for 'nový objekt' (selected) and 'stávající'. The 'Součinitel difúze R_n v izolaci' section has a dropdown menu set to 'obecná protirad. izolace' and a text box for 'D [m²/s]: 1,80E-11'. At the bottom, there are tabs for 'Výpočet koncentrace radonu v místnosti' and 'Samotná izolace', with a message box stating: 'Pro výpočet potřebné tloušťky protiradonové izolace bez kombinace s drenáží, ventilační vrstvou či izolačním podlažím nejsou třeba žádné další doplňkové údaje.'

Obr. 6: Zadání parametrů pro výpočet protiradonové izolace do programu Radon 2006

2.2.3.4 Výsledky výpočtu v programu Radon 2006

DIMENZOVÁNÍ PROTIRADONOVÉ IZOLACE

podle ČSN 730601 (2006)

Radon 2006 © Z.Svoboda&M.Jiránek, 1997-2006

Akce/místnost: Vila Hanspaulka - ref. místnost 1.10 strojovna
Zpracovatel: Bc. Michal Čaban
Datum: 9.11.2018

REKAPITULACE VSTUPNÍCH DAT

Objem hodnocené místnosti V_k :	92,9 m ³
Vodorovná kontaktní plocha A_p :	57,57 m ²
Svislá kontaktní plocha A_s :	64,01 m ²
Výměna vzduchu v místnosti n :	0,3 1/h
Koncentrace R_n v podloží C_s :	28,0 kBq/m ³
Použitá izolace:	ALKORPLAN 35 034
Souč.difuze R_n v izolaci D :	1,80E-11 m ² /s

Místnost je v novém objektu.
Propustnost podloží je střední.

VÝSLEDKY VÝPOČTU

Zvolená protiradonová izolace musí být provedena v minimální tloušťce:

$$\underline{d = 1,157 \text{ mm.}}$$

Rychlost plošné exhalace radonu z povrchu izolace je totožná s mezní rychlostí plošné exhalace, tj.:

$$\underline{E = E_{mez} = 4,58 \text{ Bq/m}^2\cdot\text{h.}}$$

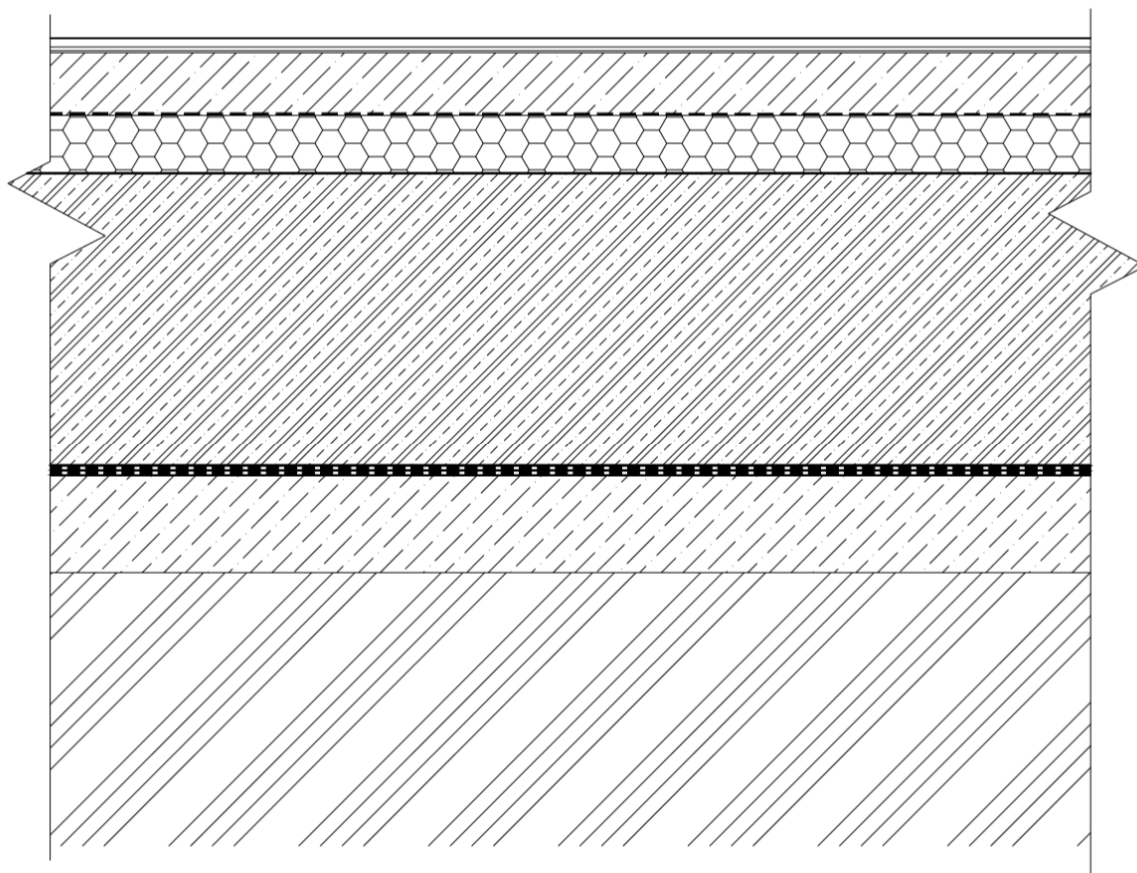
Z výsledků vyplývá, že je nutné provádět ochranná opatření proti pronikání radonu z podloží. Za odpovídající opatření lze považovat hydroizolace z asfaltových pásů, PVC-P fólií min. tl. 1,5 mm nebo provedení ŽB konstrukce v kombinaci s bentonitovými rohožemi. Ve všech případech musí současně být plynotěsné provedení prostupů.

2.2.3.5 Závěr radonového výpočtu

Na základě výsledků radonového průzkumu oblast odpovídá střednímu radonovému indexu dle metodiky ČSN 73 0601 – Ochrana staveb proti radonu z podloží. Celkové hydroizolační souvrství spodní stavby i navazující HI souvrství vytažené min. 300mm nad terén je navrženo tak, aby současně tvořilo opatření k zamezení pronikání radonu, veškeré prostupy budou navrženy jako plynotěsné.

2.2.4 Výpočet tepelné techniky

2.2.4.1 Skladba podlahy v kontaktu se zeminou v 1. PP - strojovna



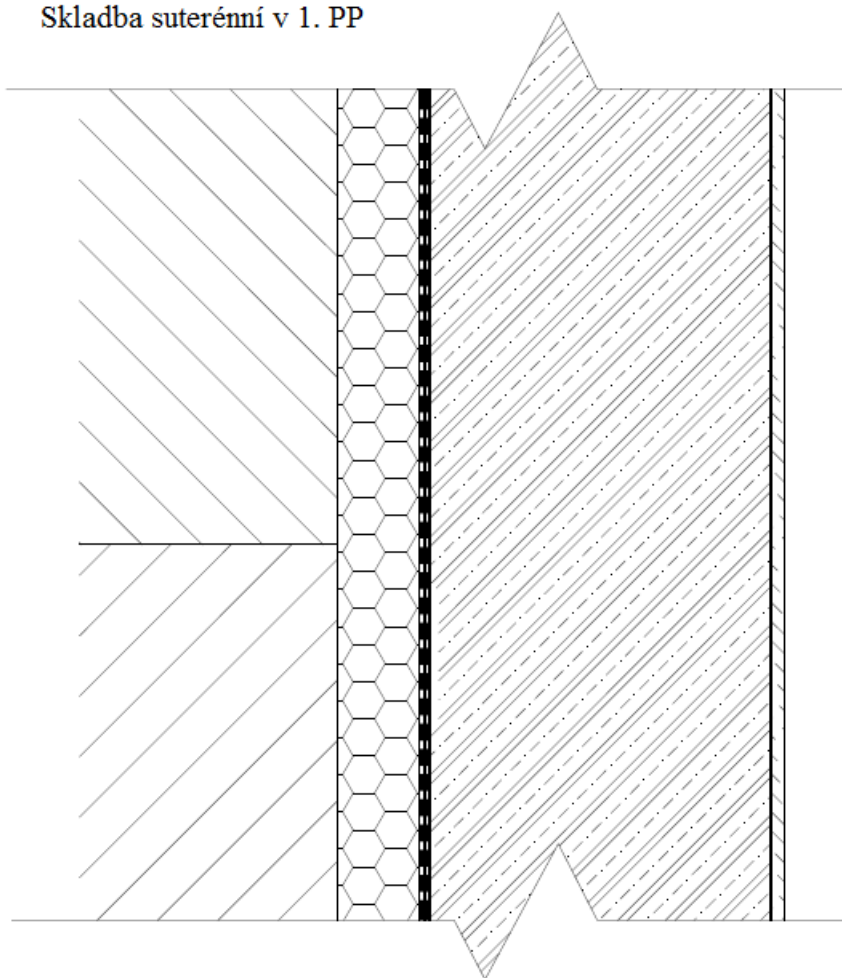
Obr. 7: Skladba podlahy v kontaktu se zeminou v 1.PP

Skladba (od interiéru):

- keramická dlažba + vodovzdorná flexibilní spárovací hmota tl. 10 mm
- lepicí tmel voděodolný tl. 4 mm
- hydroizolační stěrka tl. 2 mm
- vyrovnávací stěrka tl. 10 mm
- nadbetonávka - beton prostý vyztužený Kari sítí 150/150/8 tl. 55 mm
- separační vrstva PE fólie
- tepelná izolace podlahy tl. 60 mm
- ŽB deska tl. 300 mm
- hydroizolační souvrství
- podkladní beton tl. 100 mm
- původní zemina

2.2.4.2 Skladba suterénní stěny v kontaktu se zemínou v 1.PP - strojovna

Skladba suterénní v 1. PP

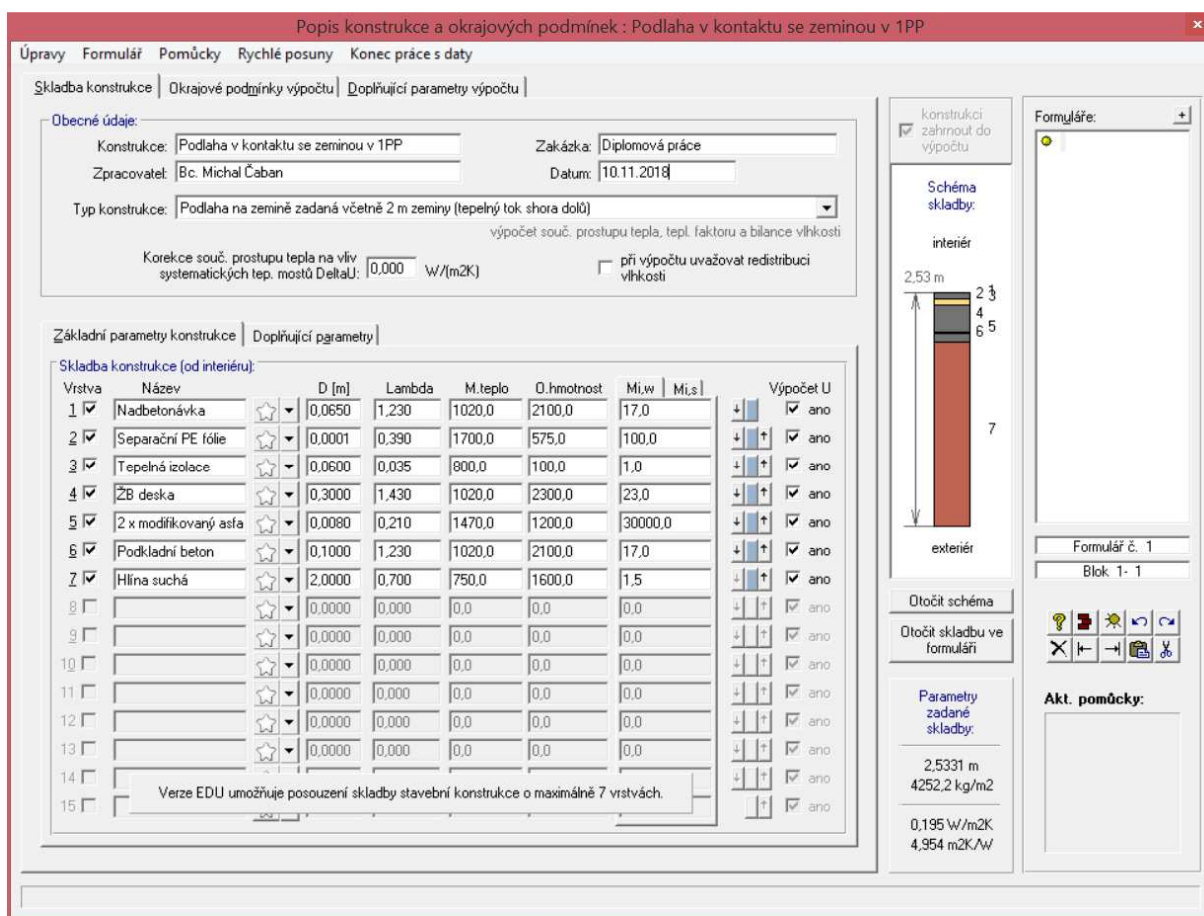


Obr. 8: Skladba suterénní stěny v 1.PP

Skladba (zleva doprava):

- hutněný zásyp (+ alt. záporové pažení)
- tepelná izolace - XPS - lokálně fixována tl. 60 mm
- hydroizolační souvrství
- ŽB stěna tl. 250 mm
- penetrační nátěr
- jednovrstvá sádrová omítka pro interiéry tl. 10 mm
- výmalba otěruvzdorná interiérová

2.2.4.3 Posouzení tepelných vlastností v programu Teplo



Obr. 9: Zadání parametrů do programu Teplo

Pro zadání parametrů jednotlivých materiálů ve skladbách jsem využil katalogu v programu Teplo. Okrajové podmínky jsem vložil pro Prahu a upravil pro posuzování konstrukcí v kontaktu se zemínou pomocí programu Teplo. Interiérové podmínky jsem zvolil pro obývané místnosti, jelikož v 1.PP se nachází i bytové prostory.

2.2.4.4 Závěr posouzení konstrukcí v programu Teplo

Z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že tloušťka tepelné izolace XPS 60 mm na suterénní stěně je dostačující. Zároveň lze konstatovat, že tepelné izolace z minerálních vláken v podlaze v kontaktu se zemínou vyhoví taktéž s tloušťkou 60 mm. Vypočítaný součinitel prostupu tepla U pro dané tloušťky tepelných izolací vychází $U_{\text{podlaha}} = 0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $U_{\text{stěna}} = 0,424 \text{ W/m}^2\text{K}$. Oba splňují požadavek normy na součinitel prostupu tepla U dle normy ČSN 73 0540, která udává mezní $U = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tato hodnota platí jak pro suterénní stěny tak pro podlahu v kontaktu se zemínou.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Podlaha v kontaktu se zeminou v 1PP**
Zpracovatel : Bc. Michal Čaban
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 10.11.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Nadbetonávka	0,0650	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
2	Separační PE f	0,0001	0,3900	1700,0	575,0	100,0	0.0000
3	Teplná izolac	0,0600	0,0350	800,0	100,0	1,0	0.0000
4	ŽB deska	0,3000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
5	2 x modifikova	0,0080	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
6	Podkladní beto	0,1000	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
7 †	Hlína suchá	2,0000	0,7000	750,0	1600,0	1,5	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Nadbetonávka	---
2	Separační PE fólie	---
3	Teplná izolace	---
4	ŽB deska	---
5	2 x modifikovaný asfaltový pás	---
6	Podkladní beton	---
7	Hlína suchá	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	44.0	1067.1	3.6	100.0	790.2
2	28	20.6	46.1	1118.0	2.7	100.0	741.4
3	31	20.6	49.4	1198.0	3.5	100.0	784.7
4	30	20.6	53.9	1307.2	5.4	100.0	896.5
5	31	20.6	60.8	1474.5	7.8	100.0	1057.7
6	30	20.6	66.5	1612.7	10.3	100.0	1252.2
7	31	20.6	69.4	1683.1	11.9	100.0	1392.6
8	31	20.6	68.5	1661.2	12.7	100.0	1467.8
9	30	20.6	61.8	1498.8	12.4	100.0	1439.2
10	31	20.6	54.5	1321.7	10.6	100.0	1277.5
11	30	20.6	49.3	1195.6	8.1	100.0	1079.5

12 31 20.6 46.6 1130.1 5.4 100.0 896.5

Poznámka: T_{ai} , R_{Hi} a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_e , R_{He} a P_e jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota T_e byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 2.097 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.42 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.42 / 0.45 / 0.50 / 0.54 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.3E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 360.5

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 17.2 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.24 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.893

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	11.2	0.450	7.9	0.255	18.8	0.893	49.2
2	12.0	0.517	8.6	0.330	18.7	0.893	51.9
3	13.0	0.556	9.6	0.359	18.8	0.893	55.3
4	14.3	0.589	10.9	0.365	19.0	0.893	59.6
5	16.2	0.658	12.8	0.388	19.2	0.893	66.2
6	17.6	0.712	14.1	0.373	19.5	0.893	71.2
7	18.3	0.737	14.8	0.334	19.7	0.893	73.5
8	18.1	0.684	14.6	0.241	19.8	0.893	72.2
9	16.5	0.497	13.0	0.075	19.7	0.893	65.2
10	14.5	0.392	11.1	0.051	19.5	0.893	58.2
11	13.0	0.390	9.6	0.121	19.3	0.893	53.5
12	12.1	0.442	8.8	0.222	19.0	0.893	51.5

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.2	20.0	20.0	15.8	15.3	15.2	15.0	7.9
p [Pa]:	1334	1333	1333	1333	1325	1068	1066	1063
p,sat [Pa]:	2363	2344	2344	1793	1734	1723	1701	1063

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 2.145E-0010 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Vyhodnocení dle ČSN - podlaha v kontaktu se zemínou v 1.PP

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Podlaha v kontaktu se zemínou v 1PP

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	7,9 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH _i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Nadbetonávka	0,065	1,230	17,0
2	SeparáčnÍ PE fólie	0,0001	0,390	100,0
3	Tepelná izolace	0,060	0,035	1,0
4	ŽB deska	0,300	1,430	23,0
5	2 x modifikovaný asfaltový pás	0,008	0,210	30000,0
6	Podkladní beton	0,100	1,230	17,0
7	Hlína suchá	2,000	0,700	1,5

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,292$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,893$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{,N} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Výsledky výpočtu v programu Teplo - suterénní stěna v 1.PP

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Suterénní stěna v 1PP**

Zpracovatel : Bc. Michal Čaban

Zakázka : Diplomová práce

Datum : 10.11.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna suterénní
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	interiérová ot	0,0010	0,6500	1250,0	1480,0	1450,0	0.0000
2	sádrová omítka	0,0100	0,7000	1000,0	1200,0	10,0	0.0000
3	ŽB stěna	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	2x modifikovan	0,0080	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
5	Tepelná izolac	0,0600	0,0300	2060,0	35,0	200,0	0.0000
6 †	Hutněný zásyp	2,0000	0,7000	750,0	1600,0	1,5	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	interiérová otěruvzdorná výmalba	---
2	sádrová omítka	---
3	ŽB stěna	---
4	2x modifikovaný asfaltový pás	---
5	Tepelná izolace XPS	---
6	Hutněný zásyp	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	3.6	100.0	790.2
2	28	20.6	57.3	1389.6	2.7	100.0	741.4
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.5	100.0	784.7
4	30	20.6	60.7	1472.1	5.4	100.0	896.5
5	31	20.6	64.9	1573.9	7.8	100.0	1057.7
6	30	20.6	68.7	1666.1	10.3	100.0	1252.2
7	31	20.6	70.8	1717.0	11.9	100.0	1392.6
8	31	20.6	70.1	1700.0	12.7	100.0	1467.8
9	30	20.6	65.6	1590.9	12.4	100.0	1439.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	10.6	100.0	1277.5
11	30	20.6	58.8	1426.0	8.1	100.0	1079.5
12	31	20.6	57.7	1399.3	5.4	100.0	896.5

Poznámka: T_{ai} , RH_i a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_{e} , RH_e a P_e jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota T_e byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 2.229 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.424 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce $U_{k,c}$: 0.44 / 0.47 / 0.52 / 0.62 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_pT : 1.4E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny^* podle EN ISO 13786 : 184.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi^* podle EN ISO 13786 : 10.2 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.32 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.899

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[%]$
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$			
1	14.7	0.652	11.3	0.452	18.9	0.899	61.3
2	15.3	0.704	11.9	0.512	18.8	0.899	64.1
3	15.7	0.713	12.3	0.512	18.9	0.899	65.4
4	16.2	0.710	12.7	0.483	19.1	0.899	66.8
5	17.2	0.738	13.8	0.466	19.3	0.899	70.3
6	18.2	0.762	14.6	0.422	19.6	0.899	73.3
7	18.6	0.774	15.1	0.369	19.7	0.899	74.7
8	18.5	0.731	15.0	0.286	19.8	0.899	73.6
9	17.4	0.612	13.9	0.187	19.8	0.899	69.0
10	16.3	0.567	12.8	0.222	19.6	0.899	64.9
11	15.7	0.608	12.3	0.333	19.3	0.899	63.6
12	15.4	0.658	12.0	0.432	19.1	0.899	63.5

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.3	20.3	20.2	19.8	19.7	14.8	7.9
p [Pa]:	1334	1332	1332	1326	1078	1066	1063
p,sat [Pa]:	2378	2378	2372	2311	2297	1687	1063

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 2.067E-0010 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Suterénní stěna v 1PP

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	7,9 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH _i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	interiérová oteřuvzdorná výmal	0,001	0,650	1450,0
2	sádrová omítka	0,010	0,700	10,0
3	ŽB stěna	0,250	1,430	23,0
4	2x modifikovaný asfaltový pás	0,008	0,210	30000,0
5	Tepelná izolace XPS	0,060	0,030	200,0
6	Hutněný zásyp	2,000	0,700	1,5

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,292$
 Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,899$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Vypočtená hodnota: $U = 0,424 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu M_c musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

2.2.5 Detaily

2.2.5.1 Použité materiály - výhody a nevýhody

Asfaltové pásy

Výhody:

- mechanická odolnost, odolnost vůči velkým mrazům, dešti i silným poryvům větru
- lze použít s polystyrenem, není třeba separační vrstvy, tepelná izolace se může lepit přímo na asfaltové pásy
- snadné opravy, menší riziko disfunkce při provádění svépomocí
- dostupný a často používaný materiál

Nevýhody:

- se srovnáním s fóliemi se jedná o těžký materiál
- problém při vysokých teplotách - dochází ke změknutí hmoty, a tím může dojít až k poškození
- způsob pokládky, ta probíhá natavováním plynovým hořákem, jeho působení musí být krátké, ale intenzivní, aby nedošlo k poškození vrstev pásu [11]

Tab. 5: Vybrané typy asfaltových pásů a jejich technické listy

Název hydroizolační fólie	Technický list - zdroj
ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	[12]
GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	[13]
AXTER TP4	[14]
FORCE 4000 DALLE	[15]

Z technických listů jsem čerpal potřebné technické informace o asfaltových pásích, které sloužily pro zpracování stavebních detailů. Jednalo se zejména o ohebnosti, pevnosti, protažení nebo např. tloušťky jednotlivých vrstev.

Bentonitové rohože - (technický list [16])

Výhody:

- nerealizuje se ochranná mazanina, vázání výztuže probíhá přímo na bentonitové rohoži
- systém spolupůsobí se železobetonovou deskou (voda nemůže migrovat spárou mezi ŽB deskou a bentonitovou rohoží)
- rychlost montáže (200-500 m² za den) s možností využití rohoží šíře až 5,0 m
- případné kotvení skrz izolaci neohrožuje její funkčnost

Nevýhody:

- relativně velká propustnost spojů
- drenážní vlastnosti geotextilií v podélném směru
- V případě zmoknutí bentonitové rohože je nutné v maximální možné míře omezit pohyb po rohoži, aby nedošlo k vytlačení bentonitu ze struktury geotextilií (povolit pouze pohyb nutný pro vázání výztuže). Samotné zmoknutí bentonitové rohože nemá vliv na izolační vlastnosti. [17]

Bentonitový kompozit DUAL SEAL - (technický list [18])

Výhody:

- není nutný suchý a vyzrálý povrch ŽB konstrukcí
- systém spolupůsobí se železobetonovou deskou (voda nemůže migrovat spárou mezi ŽB deskou a izolací)
- při drobných poškozeních má izolace samosanační schopnost (dojde k nabobtnání bentonitu a zamezení průniku vody)
- možnost řešit prostupy manžetovým způsobem s garancí proti tlakové vodě
- delší odolnost vůči povětrnostním vlivům při ponechání hotového izolačního systému bez zásypu nebo jiné ochrany (bentonit je chráněn nosnou HDPE fólií) [19]

Nevýhody:

- prakticky nemožné použití jako samotného prvku do izolačních van
- menší mechanická odolnost vůči průrazu

Plastové fólie

Výhody:

- malá plošná hmotnost
- tvarovatelnost a ohebnost při opracování detailů
- rychlost pokládky, pokládají se často volně (bez plnoplošného natavení)
- dlouhá životnost

Nevýhody:

- menší odolnost vůči mechanickému poškození, řeší se ochrannou a podkladní geotextílií
- nutná separace s tepelnou izolací
- množství spojů

Tab. 6: Vybrané typy plastových fólií a jejich technické listy

Název hydroizolační fólie	Technický list
FATRAFOL 803	[20]
EKOPLAST 806	[21]
STAFOL 914	[22]
EKOTEN 915	[23]
ALKORPLAN 35034	[24]
SIKAPLAN WP 1100	[25]

Z technických listů jsem čerpal potřebné technické informace o PVC-P fóliích, které sloužily pro zpracování stavebních detailů. Jednalo se zejména o ohebnosti, pevnosti, protažení nebo např. tloušťky jednotlivých vrstev.

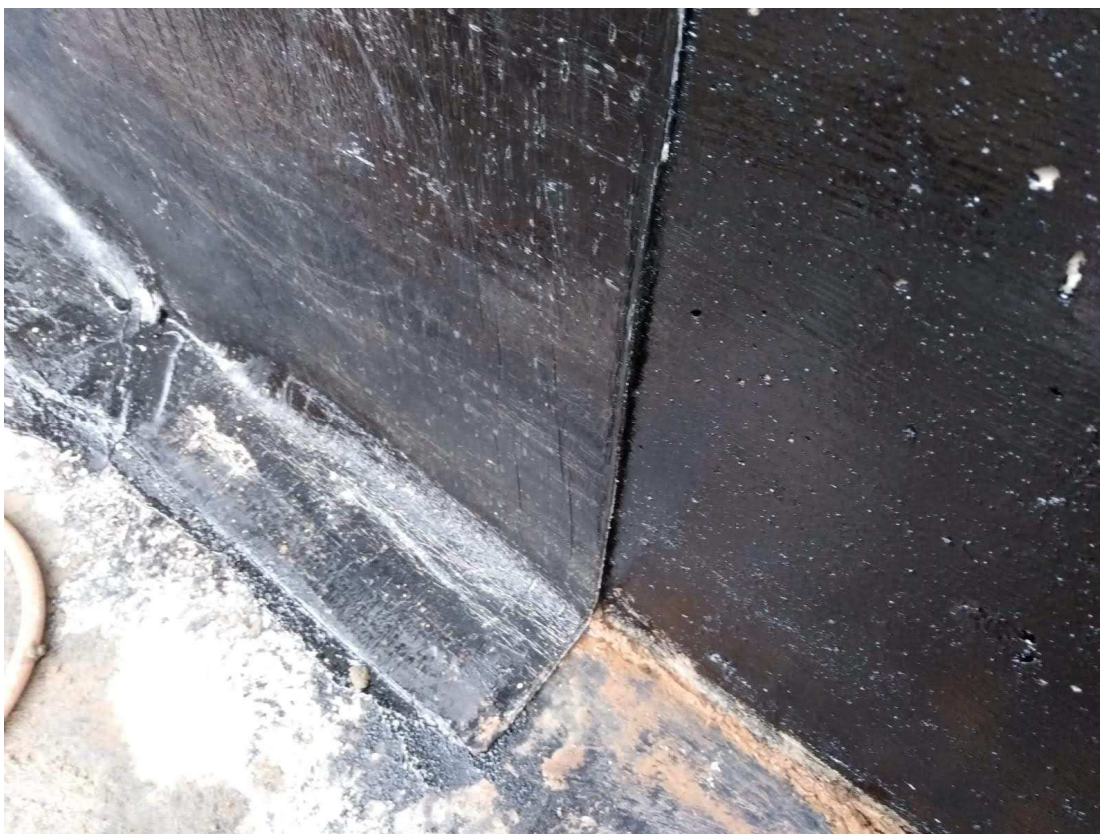
2.2.5.2 Napojení vodorovné a svislé izolace v otevřené stavební jámě

Varianta č. 1 - zpětný spoj asphaltových pásů (Výkres č. 1-3)

Hydroizolace této varianty je řešena pomocí celoplošně natavených modifikovaných asphaltových pásů ve dvou vrstvách. Napojení vodorovné a svislé izolace je zde řešeno přes zpětný spoj. Zpětný spoj je zpracován ve dvou alternativách. Alternativa č. 1 je provedení zpětného spoje s náběhovým klínem, který slouží plynulejšímu ohybu asphaltového pásu, a tím zabraňuje většímu namáhání v přechodu na svislou plochu. Použití náběhového klínu není vhodné při ochraně přízdívkou (komplikuje založení této ochranné přízdívky). Alternativa č. 2 je provedení zpětného spoje s výztužným asphaltovým pásem. Jako ochrana zpětného spoje slouží tepelná izolace XPS tl. 60 mm. Dalšími možnostmi ochrany zpětného spoje je cihelná přízdívka, zásyp pískem či provedení ochranné betonové vrstvy. Ochrana svislé izolace je zde také zvolena tepelná izolace XPS tl. 60 mm, která zároveň slouží ke splnění podmínek tepelné techniky. Alternativní ochranou svislé izolace je přízdívka, nopová fólie nebo stříkaný beton.



Obr. 10: Foto č.1 - zesilující asphaltový pás pro provedení zpětného spoje (autor DP)



Obr. 11: Foto č.2 - zpětný spoj s asfaltových pásů (autor DP)

Varianta č. 2 - zpětný spoj bentonitový kompozit DUALSEAL (Výkres č. 4-5)

V této variantě je použit bentonitový kompozit DUALSEAL. Na vodorovné ploše doplněn 2 x LDPE fólií a podkladní geotextílií. Na svislé ploše je použita separační geotextílie mezi bentonitovým kompozitem a tepelnou izolací XPS z důvodu separace HDPE fólie a XPS. Při této skladbě stačí zpětný spoj provést v délce 150 mm. Ochrana zpětného spoje je tu zvolena jako pískové lože a ochrana svislé izolace je zde také použita tepelná izolace XPS. Případně je možné použít všechny varianty ochrany zmíněné v předešlém případě. V případě mechanického poškození je defektní plocha pokryta expandovaným sodným bentonitem a vytvoří se 100% vodotěsný uzávěr.

Napojení vodorovné a svislé hydroizolace realizované přes zpětný spoj je poměrně komplikovanou záležitostí a vyžaduje určitou zručnost a praxi při provádění. Je potřeba, aby podkladní beton byl po celém obvodu stavby vyhotoven s přesahem min. 300 mm. Nutností je ochrana zpětného spoje proti mechanickému poškození. S tím souvisí opatrné provádění zpětného zásypu zeminy tak, aby nedošlo k poškození. Mezi další nevýhody této varianty patří znečištění před realizací svislé izolace, možnost poškození při sedání budovy a v poslední řadě časová náročnost.

Varianta č. 3 - ukončení vodorovné izolace na bednění (Výkres č. 6-9)

Vodorovné hydroizolační souvrství je v této variantě řešeno bentonitovou rohoží a modifikovaným asfaltovým pásem. Před realizací vodorovné izolace je nutné zhotovit bednění pro základovou ŽB desku. V prvním kroku se provede první hydroizolační vrstva (modifikovaný asfaltový pás), který se montážně přisponkuje k bednění. Dále se realizuje druhá hydroizolační vrstva (bentonitová rohož), která se vytáhne 60 mm pod hranu první vrstvy) a také se přisponkuje. V třetím kroku se přes bentonitovou rohož ohne modifikovaný asfaltový pás a zafixuje se hřebíkem, který se nezatlouká na doraz. Alternativně se může pro zafixování použít pomocná PZ příchytká. Lze pro ochranu vložit mezi bednění a izolační systém ochranou geotextílii, která se po odbednění odřízne. Po vybetonování a odbednění ŽB desky a ŽB obvodových stěn se provede napojení svislé izolace etapovým spojem. Napojení musí být min. 200 mm. Přes toto napojení se použije pojistný pás DUAL SEAL r.š. 400 mm, který je kotvený k podkladní betonové desce PZ lištou. V kombinaci s bentonitovou rohoží lze alternativně použít také PVC-P nebo HDPE fólii. Zároveň jsem zpracoval ve 3D postup realizace v jednotlivých krocích.



Obr. 12: Foto č.3 - ukončení izolačního systému na bednění (autor DP)



Obr. 13: Foto č.4 - Izolační systém připraven pro realizaci základové ŽB desky (autor DP)



Obr. 14: Foto č.5 - izolační systém po odbednění (autor DP)

Varianta č. 4 - bílá vana + PVC-P fólie (Výkres č. 10)

Spára mezi vodorovnou a svislou konstrukcí se řeší zabudováním těsnícího plechu. Plech je upevněn na betonářskou výztuž pomocí integrovaného perforovaného L profilu. Dále je do spáry vložen bentonitový bobtnající pásek. Tento prvek se do spáry vkládá až po vybetonování vodorovné části. Je důležité, aby pásek měl dostatečné krytí. V případě nedostatečného krytí pásku vzniká riziko popraskání a dokonce i odlomení betonu. Tato spára je tedy těsněna dvojnásobně, což snižuje riziko průsaku vody na minimum. V této variantě je bílá vana doplněna PVC-P fólií o tl. 1,5 mm se signální vrstvou. Signální vrstva umožňuje snadnou kontrolu kontinuity povlakové hydroizolace. Napojení vodorovné a svislé izolace je řešeno, jako v předchozí variantě tzn. ukončení vodorovné izolace do bedně. PVC-P fólie plní funkci pojistné ochrany proti vodě a ochranu před radonem.



*Obr. 15: Foto č.6 - PVC-P fólie se signální vrstvou, oprácvání sloupu kotevní pásnicí
(autor DP)*

2.2.5.3 Napojení vodorovné a svislé izolace na záporové pažení

Přechod vodorovné izolace na svislou u záporového pažení - (Výkres č. 11-15)

Tento detail je zpracován ve dvou alternativách. V první alternativě je zvoleno jako hydroizolační souvrství modifikovaný asfaltový pás s bentonitovou rohoží. U přechodu na záporové pažení je vložen zesilující pás r.š. min. 300 mm. Bentonitové rohože se spojují horkovzdušným svarem a s min. přesahem 100 mm. Kotveny jsou přes pojistný pás DUAL SEAL po cca 600 mm. Také lze v kombinaci s bentonitovou rohoží použít PVC-P nebo HDPE fólii.

Druhá alternativa je zpracována pro dva modifikované asfaltové pásy. Zde se také vkládá zesilující samolepící podkladní pás r.š. min 300 mm. Asfaltové pásy se pokládají na svislé ploše s min. překrytím 120 mm.

Dále jsem zpracoval 3D schéma pokládky asfaltových pásů v rozích, na kterém je vidět postup realizace v jednotlivých krocích. Z této schémy je vidět použití a umístění jednotlivých zesilujících pásů a vyztužujících tvarovek (tzv. hrušky pro první vrstvu a kruhové koutové tvarovky pro druhou vrstvu).



Obr. 16: Foto č.7 - Přechod vodorovné izolace na svislou - zesilující pás (autor DP)



*Obr. 17: Foto č.8 - Přechod vodorovné izolace na svislou na záporového pažení
(autor DP)*



Obr. 18: Foto č.9 - Přechod z otevřené stavební jámy na záporové pažení (autor DP)

2.2.5.4 Etapové napojení na záporovém pažení

Schéma etapového napojení na záporovém pažení (Výkres č. 16)

Etapové ukončení na záporovém pažení se provádí kotvením bentonitové rohože přes pojistný pás DUAL SEAL, který je přelepen po svém obvodu bitumenovou páskou. Buď se kotví přímo do pažení nebo v případě kdy není tvrdý podklad (např. tepelná izolace) se realizuje PEHD deska r.š. 250 mm, do které je následně kotvena bentonitová rohož. Napojení se pak dále realizuje klasickým horkovzdušným svarem (bentonitové rohože) a natavením (modifikovaný asfaltový pás) na předešlou etapu hydroizolace. Na obrázku č.19 je vidět etapové ukončení asfaltového pásu na pažení a pojistný pás DUAL SEAL pro kotvení bentonitové rohože. PEHD deska pro kotvení je vidět na obrázku č.17 na předešlé straně.



Obr. 19: Foto č.10 - Etapové ukončení izolace na pažení (autor DP)

2.2.5.5 Přechod ze záporového pažení na již hotovou ŽB stěnu

Varianta č. 1 - Přechod realizovaný pomocí zpětného spoje (Výkres č. 17)

V této variantě je hydroizolační souvrství spodní stavby navrženo z modifikovaného asfaltového pásu a bentonitové rohože. Přechod na již hotovou ŽB stěnu je realizován pomocí zpětného spoje min. délky 250 mm. Na již hotovou ŽB stěnu je navržen systém dvou modifikovaných asfaltových pásů. Tento přechod se realizuje cca 700 mm pod upraveným terénem. Výše by bentonitová rohož ztrácela smysl, a to z důvodu nedostatečného tlaku okolní zeminy. Modifikované asfaltové pásy se však též lépe ukončují - resp. nepotřebují ukončovat lištou stačí plnoplošné natavení. Je nutné realizace podkladního betonu z důvody ochrany zpětného spoje, aby při sedání zeminy nedošlo k jeho poškození o pažnice. Toto napojení se realizuje ve dvou etapách. V první etapě se vloží zesilující modifikovaný asfaltový pás a přetáhne se izolační souvrství na podkladní beton. Bentonitová rohož zároveň slouží jako ochrana izolace pro pozdější napojení. V druhé etapě se zařízne a odstraní bentonitová rohož a provede se napojení zpětným spojem a plnoplošné natavení na již hotovou ŽB stěnu. Jako ochrana zpětného spoje je zde použita ochranná geotextílie. Zásyp zeminou se musí provádět s velkou opatrností, aby nedošlo k poškození tohoto spoje.

Varianta č. 2 - Přechod realizovaný pomocí etapového spoje (Výkres č. 18-19)

Zde je hydroizolace spodní stavby navržena z PVC-P fólie v kombinaci s bentonitovou rohoží. Tento detail se realizuje ve třech etapách. V první etapě je vložen pojistný pás DUAL SEAL a ochranná HDPE fólie tl. 1,5 mm. Tato fólie má ochrannou funkci v časovém úseku mezi etapami. Celé hydroizolační souvrství je přetaženo a přikotveno k pažení bodovým kotvením. Po realizaci ŽB stěny se v druhé etapě odstraní z přesahu ochranná HDPE fólie a bentonitová rohož. Použije se bentonitový tmel a pojistný pás DUAL SEAL se ohne a bodově přikotví na ŽB stěnu. Ve třetí etapě se s přesahem min 100 mm pokračuje s izolací na svislo. Spoj se přelepí bitumenovou páskou. V tomto případě je nutná separační geotextílie mezi PVC-P fólií a tepelnou izolací XPS. Je důležité nechat dostatečný prostor pro realizaci tohoto spoje a to především v rozích budovy, aby bylo možné realizovat rohové tvarovky.

Obě tyto varianty jsou problematické, a to především z hlediska poměrně velkého časového rozestupu mezi realizací jednotlivých etap. S tím je samozřejmě spojeno riziko znečištění, či poškození izolačního systému před napojením na další etapy.



Obr. 20: Foto č.11 - Přejechod mezi záporovým pažením na ŽB stěnu (autor DP)



Obr. 21: Foto č.12 - Znečištěný zpětný spoj u přechodu z pažení na ŽB stěnu (autor DP)

2.2.5.6 **Objektová dilatační spára na svislé stěně**

Varianta č. 1 - Dilatační těsnicí pás (Výkres č. 20-21)

Detail izolačního systému objektové dilatační spáry na svislé stěně jsem zpracoval pro svislou izolaci jako bentonitový kompozit DUAL SEAL. Zpracoval jsem také 3D schéma realizace rozdělené na 5. etap. V první etapě je patrná vodorovná izolace vytažena pro napojení svislé části. A dále je znázorněn dilatační pás, který se napojuje před bednění pro betonáž svislé ŽB stěny. V druhé etapě se realizuje ŽB stěna. Po realizaci ŽB stěny se přes dilatační pás umístí zesilující pás bentonitového kompozitu DUAL SEAL r.š. 600 mm. Ve čtvrté etapě se realizuje celý izolační systém. A v poslední páté etapě je zobrazena realizace pojistného pásu r.š. 1200 mm, který je přikotvený tlakovou Al lištou do podkladního betonu a na svislou ŽB stěnu. Tento detail je platný pro mas. svislý posun do 30 mm.

Varianta č. 2 - S těsnicí provazcem (Výkres č. 22)

V této variantě svislé dilatační spáry je navržen hydroizolační systém z asfaltových pásů a s vloženým těsnícím provazcem CORDOL BUTYL. Dilatační spára je vyplněna polystyrénem. Jako pojistka je zde použita zátka z bentonitového tmelu. V místě dilatační spáry je izolační systém zesílen o další modifikované asfaltové pásy. I toto řešení je pro max. svislý posun do 30 mm.

2.2.5.7 Objektová dilatační spára na vodorovné ploše

Varianta č. 1 - Těsnícím středovým dilatačním pás kotveným AL lištou (Výkres č. 23)

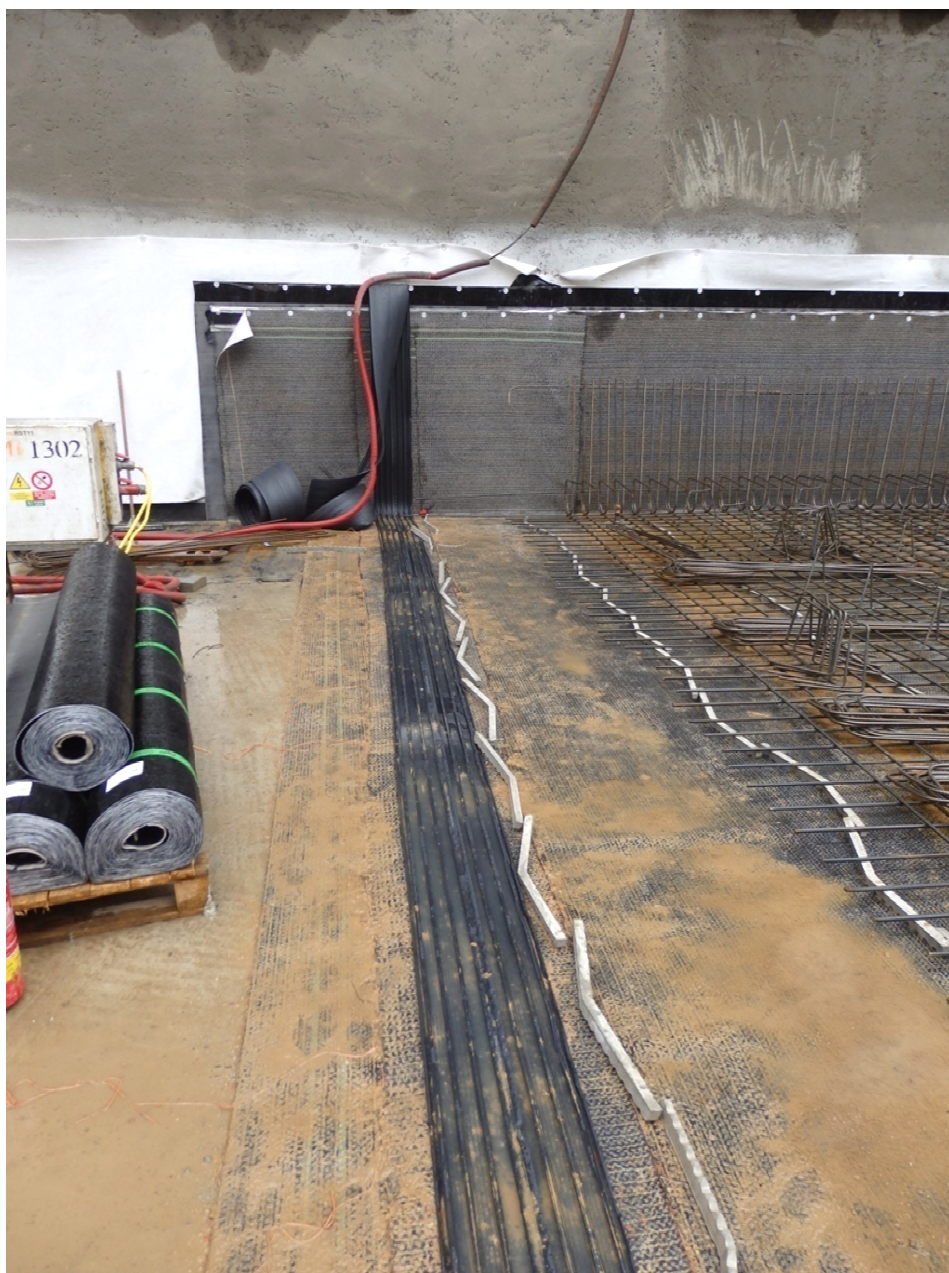
Na izolaci objektová dilatační spára na vodorovné ploše je v této variantě navrženo hned několik opatření. Podkladní beton se pod dilatační spárou nařezává do 1/3 výšky desky. V místě dilatační spáry je vložena navíc bentonitová rohož r.š. min 500 mm. Na tuto rohož je lepený do bentonitového tmelu dilatační pás. Jako pojistka zde slouží bentonitová ucpávka, která je vložena do středového dilatačního pásu a ten je kotven do betonu přes tlakovou AL lištu. V dilatační spáře je vložen polystyren. Na horní hraně desky je pak umístěn krycí profil. Toto řešení umožňuje max. svislý posun 30 mm.

Varianta č. 2 - Těsnícím středovým dilatačním pás zabetonován (Výkres č. 24)

Varianta č. 2 se liší od předešlého detailu středovým pásem, který zde není kotven AL lištou, ale je přímo zabetonován v konstrukci. A dále je v této alternativě použito tepelné izolace místo nařezání podkladního betonu. Tepelná izolace o tl. 20 mm se vkládá do podkladního betonu v šíři 200 mm pod dilatační spárou. Taktéž toto řešení umožňuje svislý pohyb do max. 30 mm.



Obr. 22: Foto č.13 - Vodorovná dilatace s bentonitovou ucpávkou a středovým pásem
(autor DP)



Obr. 23: Foto č.14 - Těsnící dilatační pás na vodorovné ploše (autor DP)

2.2.5.8 Prostup na svislé stěně v otevřené stavební jámě

Varianta č. 1 - Manžetový způsob s chráničkou asfaltové pásy (Výkres č. 25)

Varianta č. 1 popisuje opracování prostupu na svislé stěně manžetovým způsobem modifikovanými asfaltovými pásy. Jedná se o vstup s pozinkovanou alt. PEHD chráničkou, ve které prochází potrubí alt. kabelové vedení. Opracování prostupu je realizováno v několika krocích. V první řadě se nataví první pás s vyříznutým otvorem ve velikosti obvodu chráničky. Pokračuje se natavením rukávu, kde mezery se vyplní asfaltem. tento postup se opakuje natavením druhé vrstvy a druhého rukávu. Na závěr se nataví uzavírací záplata. Na konci chráničky se to stáhne ocelovou páskou. V chráničce je vloženo potrubní alt. kabelové těsnění (např. BETRRA), které se pomocí utahování šroubů dotáhne a utěsňuje vstup.

Varianta č. 2 - Manžetový způsob bez chráničky asfaltové pásy (Výkres č. 26)

Varianta č. 2 se liší od předešlé varianty tím, že potrubí není osazeno do chráničky. Z toho plyne, že tento způsob nemůže být použit pro izolační systém proti tlakové vodě. Dále je tu rozdíl v tom, že potrubí je průběžné. Z toho vyplývá jiné kladení pásů pro opracování prostupu. Minimální přesah natavených pásů na potrubí musí být 150 mm. Na konci potrubí je zde také použita stahovací ocelová objímka.

Varianta č. 3 - Volná pevná příruba (Výkres č. 27)

Tuto variantu jsem zpracoval ve třech alternativách. Jednotlivé alternativy se liší v osazení a druhu ocelové chráničky. V prvním případě se jedná o dodatečně osazenou ocelovou chráničku. Nejdříve se vyvrtá otvor jádrovým vrtákem a do připraveného otvoru se vloží ocelová chránička s pevnou volnou přírubou a navařenými závitovými tyčemi na přírubě. Okolí chráničky se dobetonuje. Asfaltové pásy se dojedou na tupo až k prostupu, přiloží se volná příruba a stáhne se šroubovými maticemi na závitové tyče. Po obvodu chráničky lze použít bitumenový tmel.

Alternativa č. 2 počítá s variantou uložení ocelové chráničky do bednění. Ocelová příruba je vbetonována přímo do stěny a dodatečně jsou navařeny závitové tyče. Jinak postup realizace je totožný s alternativou č.1.

Alternativa č.3 se liší pouze v druhu ocelové chráničky, která je stejně jako v předchozí alternativě vbetonována přímo do stěny (osazena už do bednění). Zde se jedná o ocelovou chráničku s pevnou přírubou a kapsami pro uchycení závitových tyčí.

Ve všech případech opracování prostupů na svislé stěně je důležité opatrné provádění zpětných zásypů a jejich následné hutnění. A to především z důvodu, aby nedošlo k poškození nadměrným vnějším namáháním. V případě vychýlení prostupu je možné do chráničky vložit z vnitřní strany excentrické potrubní či kabelové těsnění (např. BETTRA) a dle potřeby utahováním šroubů zatěsnit vychýlený prostup.



*Obr. 24: Foto č.15 - Prostup na svislé ploše pevná volná příruba + potrubní těsnění
(autor DP)*



Obr. 25: Foto č.16 - Prostup na svislé ploše s těsněním a PEHD chráničkou (autor DP)



Obr. 26: Foto č.17 - Prostup na svislé ploše pevná volná příruba (autor DP)

2.2.5.9 Prostup na svislé stěně přes záporové pažení

Alternativy řešení prostupu na svislé stěně na záporové pažení (Výkres č. 28)

Ve všech alternativách je navržen hydroizolační systém kombinace modifikovaného asfaltového pásu a bentonitové rohože. Popřípadě lze použít také v kombinaci s bentonitovou rohoží PVC-P nebo HDPE fólii. Všechny alternativy opracování jsou řešeny přidavným pojistným pásem bentonitové rohože či bentonitového kompozitu DUAL SEAL v kombinaci s bentonitovým tmelem. Všechny alternativy současně počítají s obalením prostupu bentonitovým páskem (např. WATERSTOP).

Alternativa č.1 zobrazuje detail opracování izolačního systému kolem prostupu s PEHD chráničkou. PEHD chránička je kotvena do záporového pažení. Na PEHD chráničku je navařen modifikovaný asfaltový pás a přes něj je natažena bentonitová rohož. Celý hydroizolační systém uzavírá pojistný pás bentonitové rohože r.š. 400 mm ukončeno na chráničce bitumenovou páskou.

Alternativa č. 2 je řešení prostupu bez PEHD chráničky. Jinak technické řešení je stejné jako v předešlé variantě popsané výše.

Alternativa č. 3 počítá navíc v pojistném pásem bentonitového kompozitu DUAL SEAL, který je kotvený tlakovou AL lištou k PEHD chráničce.



Obr. 27: Foto č.18 - Prostup na svislé ploše na záporové pažení (autor DP)

2.2.5.10 Prostup na vodorovné ploše

Varianta č. 1 - Opracování prostupu na vodorovné ploše bez chráničky (Výkres č. 29)

Jedná se o prostup na vodorovné ploše, který ústí do instalační šachty. Opracování prostupu bez chráničky se provádí dotažením asfaltového pásu na tupo až k potrubí. Dalším krokem je natavení rukávu s přesahem min. 70 mm na potrubí a po obvodu prostupu vyplnění asfaltem. V třetím kroku se nataví druhá zesilující vrstva modifikovaného asfaltového pásu s kruhovým otvorem pro prostup. Poté se celý detail obalí bentonitovou rohoží, která je ukončena bentonitovým páskem a podtmelena bentonitovým tmelem v místě, kde končí asfaltový pás.

Varianta č. 2 - Opracování prostupu na vodorovné ploše s chráničkou (Výkres č. 30)

Opracování vodorovného prostupu s chráničkou má stejné řešení jako opracování prostupu na svislé stěně na záporové pažení. Postup realizace je popsán výše. Navíc zde chránička obsahuje těsnící manžetu na horním lící ŽB desky.



Obr. 28: Foto č.19 - Opracování prostupu na vodorovné ploše (autor DP)



Obr. 29: Foto č.20 - Opracování prostup na vodorovné ploše - čerpací studna (autor DP)



Obr. 30: Foto č.21 - Opracování prostup na vodorovné ploše - pevná volná příruba (autor DP)

Varianta č. 3 - Opracování zemnicího pásu - volná pevná příruba (Výkres č. 31-32)

Tento detail jsem zpracoval ve dvou alternativách. Alternativy se od sebe liší hydroizolačním souvrstvím. A je z nich dobře patrné, že bentonitová rohož se neumísťuje mezi pevnou volnou přírubu, ale je přetažena až na zemnicí pásek do min. výšky 100 mm.

Zemnicí pásek, který vede ŽB deskou např. do ŽB svislé stěny je izolován pomocí volné pevné příruby. Pevná příruba je vložena do podkladního betonu a zabetonována. mezi pevnou a volnou přírubu se dotáhne izolační systém a zatmelí se tmelem (např. SikaSwell). V alternativě s bentonitovou rohoží se přidává zesilující modifikovaný asfaltový pás, který je umístěn do pevné volné příruby a přitaven na základní izolační pásy.



Obr. 31: Foto č.22 - Opracování prostupu na vodorovné ploše - zemnicí pásek (autor DP)



Obr. 32: Foto č.23 - Opracování prostup na vodorovné ploše - zemnicí pásek (autor DP)

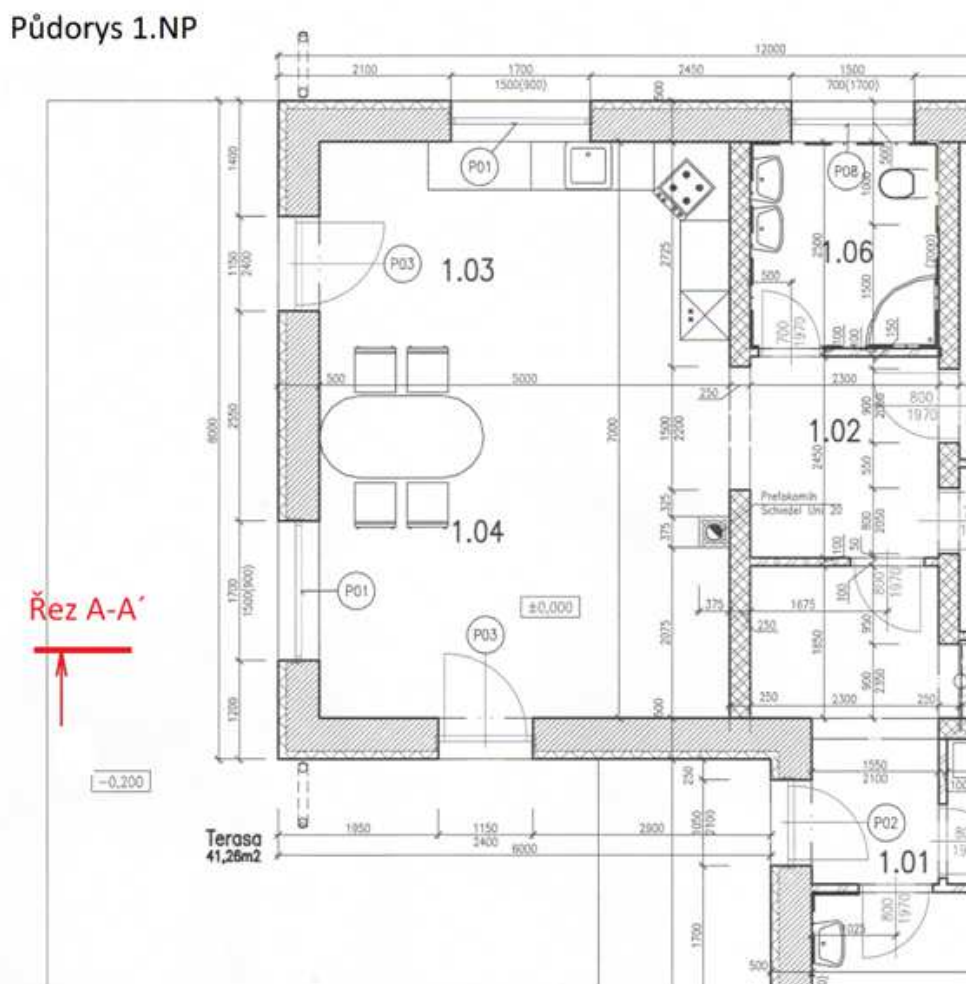
3 Variantní řešení detailů na nepodsklepeném objektu

3.1 Vybraný nepodsklepený objekt - zadání

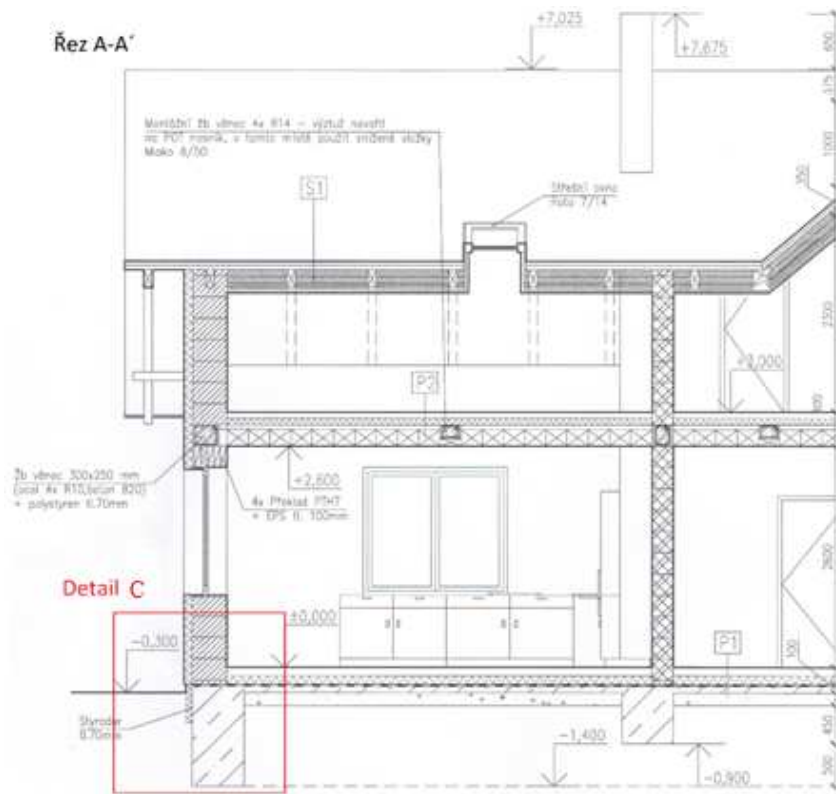
3.1.1 Popis vybraného objektu - zadání

Pro zpracování variantního řešení detailů RD nepodsklepených v oblasti hydroizolace spodní stavby jsem si vybral objekt RD Hamry nad Sázavou. Jedná se o nepodsklepený rodinný dům s jedním nadzemním podlažím a s obytným podkrovím.

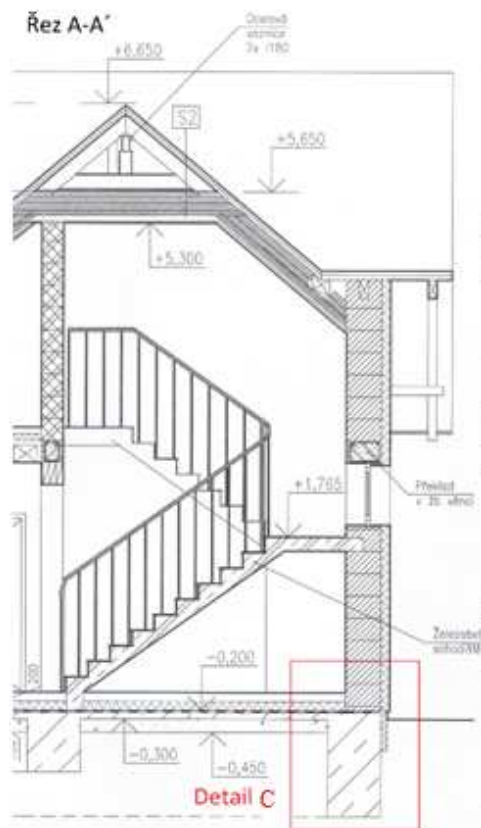
3.1.2 Výkresová část zadání s vyznačenými řezy a vybranými detaily - zadání



Obr. 33: Půdorys 1.NP s vyznačeným řezem



Obr. 34: Řez A-A' - část 1.



Obr. 35: Řez A-A' - část 2.

3.2 Určení okrajových podmínek pro vypracování detailů

3.2.1 Určení radonového indexu na daném pozemku

Z radonového průřezu pozemku vyplývají tyto skutečnosti:

Koncentrace Rn v podloží:

$C_s = 36,5 \text{ kBq/m}^3$

Typ základové půdy se stanovenou max. plynopropustností:

S3

Kategorie maximální plynopropustnosti pokryvu:

vysoká

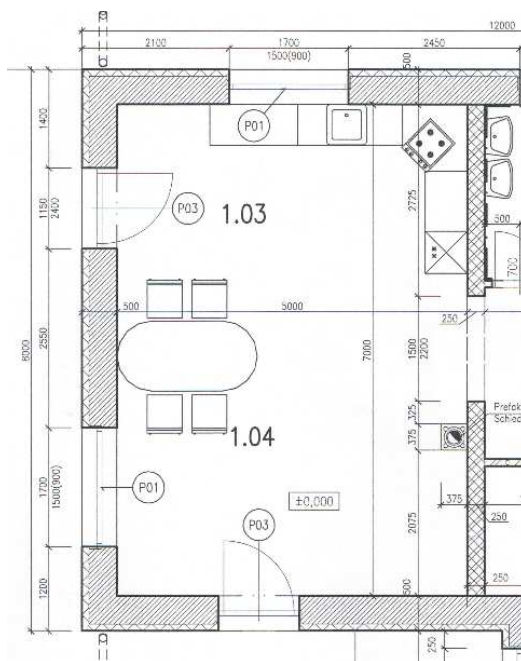
Z výše uvedené tabulky č. 1 vyplývá, že daný pozemek je podle naměřených hodnot, stanovené plynopropustnosti základových půd a doporučené metodiky hodnocen jako:

pozemek s vysokým radonovým indexem

3.2.2 Výpočet dimenzování protiradonové izolace

3.2.2.1 Referenční místnost pro výpočet dimenzování protiradonové izolace

Pro výpočet jsem zvolil jako referenční místnost 1.03 a 1.04 obývací pokoj s kuchyňskou linkou v 1NP. Tato místnost má půdorysnou plochu $35,00 \text{ m}^2$ a světlou výšku 2,6 m. Objem místnosti je $62,4 \text{ m}^3$ a stěny nejsou v kontaktu se zemínou. Pro výpočet jsem uvažoval výměnu vzduchu 0,3 l/h.



Obr. 36: Půdorys referenční místnosti pro výpočet dimenzování protiradonové izolace

3.2.2.2 Výsledky výpočtu v programu Radon 2006

DIMENZOVÁNÍ PROTIRADONOVÉ IZOLACE

podle ČSN 730601 (2006)

Radon 2006 © Z.Svoboda&M.Jiránek, 1997-2006

Akce/místnost: RD Hamry - ref. místnost 1.03 a 1.04
Zpracovatel: Bc. Michal Čaban
Datum: 4.12.2018

REKAPITULACE VSTUPNÍCH DAT

Objem hodnocené místnosti V_k : 62,4 m³
Vodorovná kontaktní plocha A_p : 35,0 m²
Svislá kontaktní plocha A_s : 0,0 m²
Výměna vzduchu v místnosti n : 0,3 1/h

Koncentrace R_n v podloží C_s : 36,5 kBq/m³

Použitá izolace: ALKORPLAN 35034
Souč.difuze R_n v izolaci D : 1,80E-11 m²/s

Místnost je v novém objektu.
Propustnost podloží je vysoká.

VÝSLEDKY VÝPOČTU

Zvolená protiradonová izolace musí být provedena v minimální tloušťce:

$$d = 1,483 \text{ mm.}$$

Potřebný počet izolačních vrstev o tl. 1,5 mm : 1

Rychlost plošné exhalace radonu z povrchu izolace je totožná s mezní rychlostí plošné exhalace, tj.:

$$E = E_{\text{mez}} = 10,70 \text{ Bq/m}^2\cdot\text{h.}$$

Stop, Radon 2006

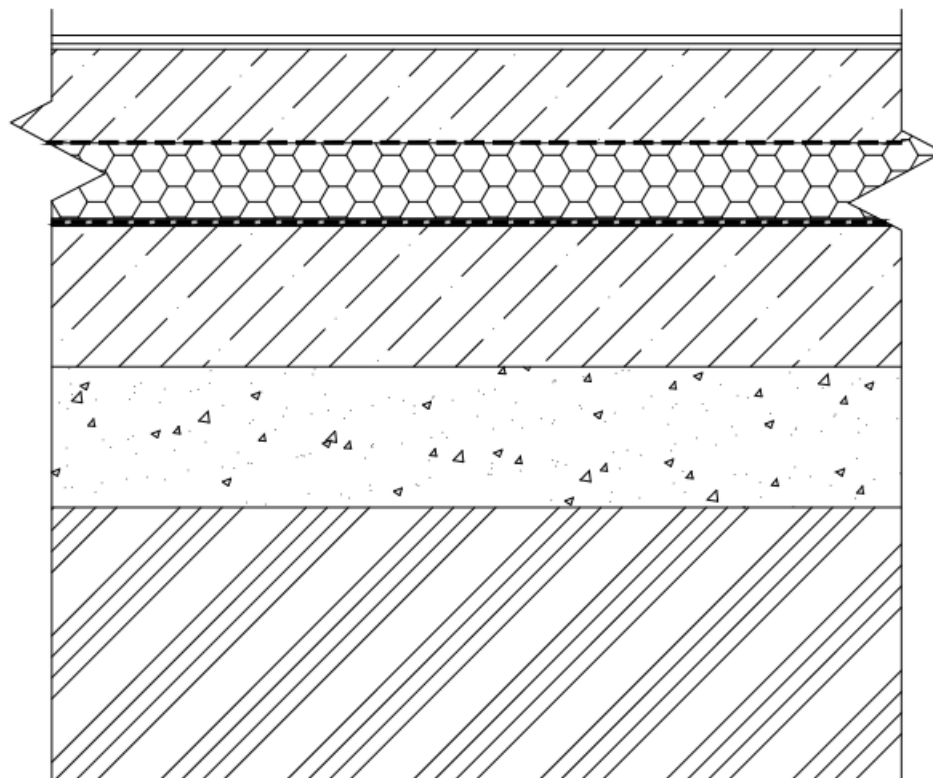
Z výsledků vyplývá, že je nutné provádět ochranná opatření proti pronikání radonu z podloží. Za odpovídající opatření lze považovat hydroizolace z asfaltových pásů nebo fólií min. tl. 1,5 mm. Ve všech případech musí současně být plynotěsné provedení prostupů.

3.2.2.3 Závěr radonového výpočtu

Na základě výsledků radonového průzkumu oblast odpovídá vysokému radonovému indexu dle metodiky ČSN 73 0601 – Ochrana staveb proti radonu z podloží. Celkové hydroizolační souvrství spodní stavby i navazující HI souvrství vytažené min. 300mm nad terén je navrženo tak, aby současně tvořilo opatření k zamezení pronikání radonu, veškeré prostupy budou navrženy jako plynotěsné.

3.2.3 Výpočet tepelné techniky

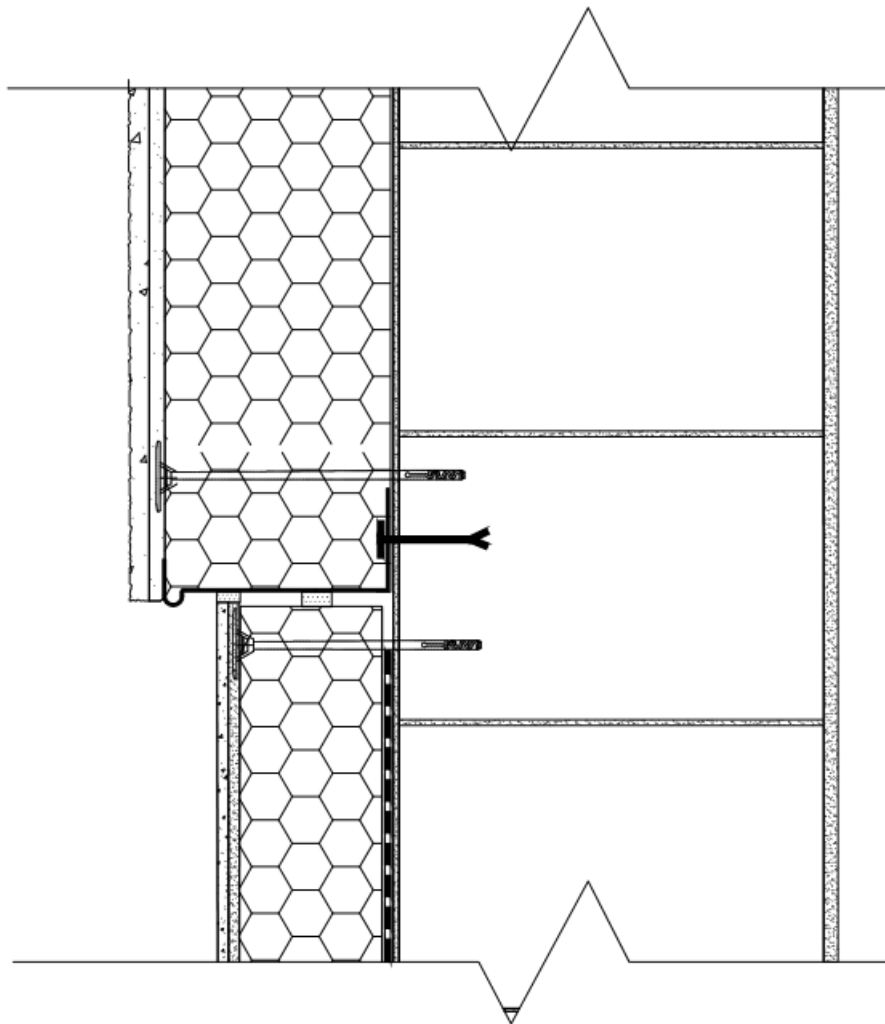
3.2.3.1 Skladba podlahy v kontaktu se zemínou v 1.NP



Obr. 37: Skladba podlahy v kontaktu se zemínou v 1.NP

- velkoformátová keramická dlažba tl. 9 mm
- flexibilní lepidlo tl. 6 mm
- betonová mazanina tl. 100 mm
- PE fólie - separační vrstva
- tepelná izolace podlahy tl. 80 mm
- hydroizolační souvrství
- betonová deska C25/30 + kari síť 2x $\phi 6/150/150$ mm tl. 150 mm
- hutněné drcené kamenivo fr. 16-32 mm tl. 150 mm
- zhutněný rostlý terén

3.2.3.2 Skladba obvodové stěny v místě soklu



Obr. 38: Skladba obvodové stěny

- soklová omítka tl. 2,5 mm
- penetrační nátěr
- základní vrstva omítky + skleněná síťovina tl. 5 mm
- tepelná izolace XPS tl. 100 mm
- hydroizolační souvrství tl. 4 mm
- cementová stěrka
- keramické tvárnice na tenkovrstvou maltu tl. 300 mm
- vnitřní omítka tl. 10 mm
- vnitřní výmalba

3.2.3.3 Posouzení tepelných vlastností v programu Teplo

Výsledky výpočtu v programu Teplo - podlaha v kontaktu se zemínou v 1.NP

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : Podlaha v kontaktu se zemínou v 1.NP
 Zpracovatel : Bc. Michal Čaban
 Zakázka : Diplomová práce
 Datum : 23. 12. 2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dlažba keramic	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Betonová mazan	0,1000	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
3	Tepelná izolac	0,0800	0,0440	1270,0	12,0	30,0	0.0000
4	Modifikovaný a	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
5	Podkladní beto	0,1500	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
6	Štěrka	0,1500	0,6500	800,0	1650,0	15,0	0.0000
7 †	Hlína suchá	2,0000	0,7000	750,0	1600,0	1,5	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	Betonová mazanina	---
3	Tepelná izolace EPS S150	---
4	Modifikovaný asfaltový pás	---
5	Podkladní beton	---
6	Štěrka	---
7	Hlína suchá	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplňná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u _{23/80} [%]	W,c [kg/m ²]	W,m [kg/m ²]	Redistribuce
1	Dlažba keramic	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Betonová mazan	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Tepelná izolac	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Modifikovaný a	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Podkladní beto	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Štěrka	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	Hlína suchá	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u_{23/80} je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalně fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalně fáze ve vrstvě.

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.17 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.00 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : 7.9 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	T_{ai} [C]	RHi [%]	P_i [Pa]	T_e [C]	RHe [%]	P_e [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	3.6	100.0	790.2
2	28	20.6	57.3	1389.6	2.7	100.0	741.4
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.5	100.0	784.7
4	30	20.6	60.7	1472.1	5.4	100.0	896.5
5	31	20.6	64.9	1573.9	7.8	100.0	1057.7
6	30	20.6	68.7	1666.1	10.3	100.0	1252.2
7	31	20.6	70.8	1717.0	11.9	100.0	1392.6
8	31	20.6	70.1	1700.0	12.7	100.0	1467.8
9	30	20.6	65.6	1590.9	12.4	100.0	1439.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	10.6	100.0	1277.5
11	30	20.6	58.8	1426.0	8.1	100.0	1079.5
12	31	20.6	57.7	1399.3	5.4	100.0	896.5

Poznámka: T_{ai} , RHi a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_e , RHe a P_e jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota T_e byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 2.281 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.408 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.43 / 0.46 / 0.51 / 0.61 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 7.1E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny^* podle EN ISO 13786 : 360.3

Fázový posun teplotního kmitu Psi^* podle EN ISO 13786 : 15.4 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.34 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.901

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[%]$
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$			
1	14.7	0.652	11.3	0.452	18.9	0.901	61.1
2	15.3	0.704	11.9	0.512	18.8	0.901	63.9
3	15.7	0.713	12.3	0.512	18.9	0.901	65.3
4	16.2	0.710	12.7	0.483	19.1	0.901	66.6
5	17.2	0.738	13.8	0.466	19.3	0.901	70.2
6	18.2	0.762	14.6	0.422	19.6	0.901	73.2
7	18.6	0.774	15.1	0.369	19.7	0.901	74.7
8	18.5	0.731	15.0	0.286	19.8	0.901	73.6
9	17.4	0.612	13.9	0.187	19.8	0.901	69.0
10	16.3	0.567	12.8	0.222	19.6	0.901	64.8
11	15.7	0.608	12.3	0.333	19.4	0.901	63.5
12	15.4	0.658	12.0	0.432	19.1	0.901	63.3

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.2	20.2	20.0	15.6	15.6	15.3	14.7	7.9
p [Pa]:	1334	1330	1326	1321	1079	1073	1069	1063
p,sat [Pa]:	2365	2361	2333	1773	1768	1735	1674	1063

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry Gd : 4.049E-0010 kg/(m2.s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

Vyhodnocení dle ČSN - podlaha v kontaktu se zemínou v 1.NP

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce:

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti:	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM:	20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae:	-15,0 C
Teplota na vnější straně Te:	7,9 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi:	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,010	1,010	200,0
2	Betonová mazanina	0,100	1,230	17,0
3	Tepelná izolace EPS S150	0,080	0,044	30,0
4	Modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,210	30000,0
5	Podkladní beton	0,150	1,230	17,0
6	Štěrka	0,150	0,650	15,0
7	Hlína suchá	2,000	0,700	1,5

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,292$
 Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,901$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnost plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Vypočtená hodnota: $U = 0,408 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Teplo 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Obvodová stěna v místě soklu**
Zpracovatel : Bc. Michal Čaban
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 23. 12. 2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	vnitřní omítka	0,0010	0,4700	790,0	1290,0	25,0	0.0000
2	zdivo	0,3000	0,1750	1000,0	700,0	10,0	0.0000
3	Modifikovaný a	0,0050	0,8000	1000,0	1100,0	200,0	0.0000
4	tepelná izolac	0,1400	0,0410	2060,0	30,0	140,0	0.0000
5	základní vrstv	0,0040	0,8000	920,0	1400,0	50,0	0.0000
6	soklová omítka	0,0060	0,7000	920,0	1800,0	150,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	vnitřní omítka	---
2	zdivo	---
3	Modifikovaný asfaltový pás	---
4	tepelná izolace	---
5	základní vrstva omítky	---
6	soklová omítka	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplotný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotný odpor konstrukce R : 5.151 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.188 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.21 / 0.24 / 0.29 / 0.39 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.3E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y* podle EN ISO 13786 : 820.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 16.5 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.06 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.954

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		Tsi[C]	f _{Rsi}	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f _{Rsi,m}	Tsi,m[C]	f _{Rsi,m}			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.5	0.954	58.8
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.6	0.954	60.9
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.8	0.954	61.8
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.0	0.954	63.0
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.2	0.954	66.4
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.954	69.6
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.954	71.4
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.954	70.8
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.954	67.0
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.0	0.954	63.2
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.8	0.954	61.8
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.6	0.954	61.3

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	19.8	19.8	8.9	8.9	-12.7	-12.7	-12.7
p [Pa]:	1334	1333	1191	1144	218	209	166
p _{sat} [Pa]:	2305	2303	1143	1140	204	204	203

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p_{sat} je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0.3010	0.3010	2.629E-0009
2	0.3169	0.4264	4.723E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok M_{c,a}: 0.0081 kg/(m².rok)

Množství vypařitelné vodní páry za rok M_{ev,a}: 0.3910 kg/(m².rok)

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

Vyhodnocení dle ČSN - obvodová stěna v místě soklu

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce:

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-13,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH _i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	vnitřní omítka	0,001	0,470	25,0
2	zdivo	0,300	0,175	10,0
3	Modifikovaný asfaltový pás	0,005	0,800	200,0
4	tepelná izolace	0,140	0,041	140,0
5	základní vrstva omítky	0,004	0,800	50,0
6	soklová omítka	0,006	0,700	150,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,751$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,954$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,188 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,252 kg/m².rok (materiál: tepelná izolace).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m².rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0081 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,3910 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

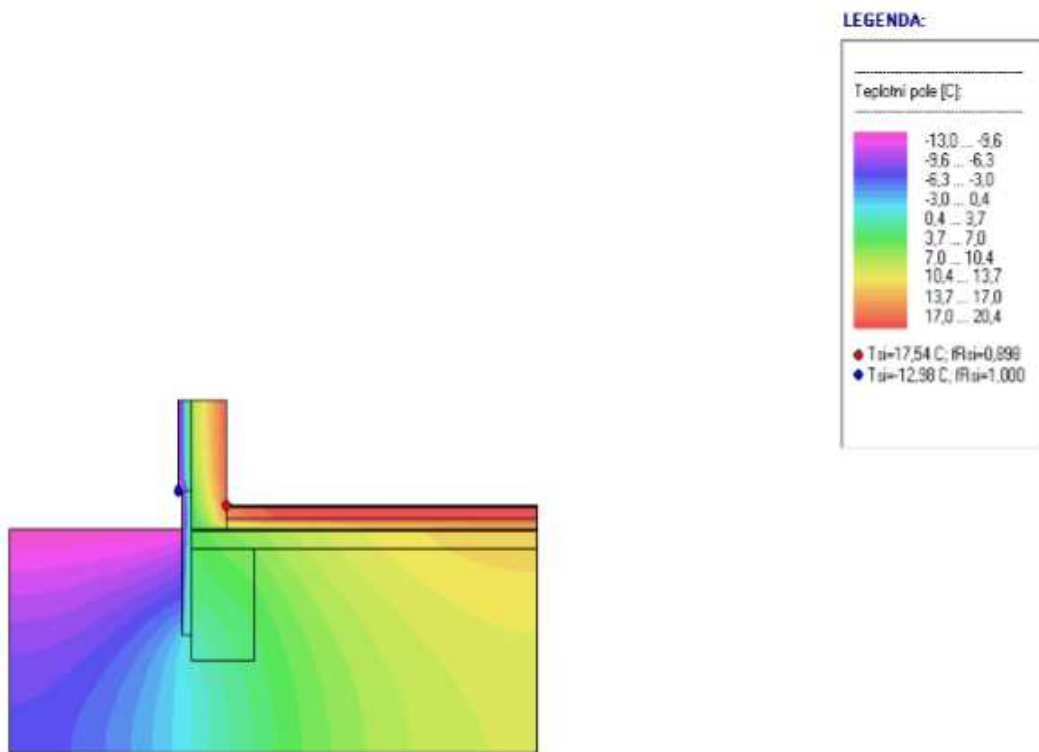
Teplo 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software

3.2.3.4 Závěr posouzení konstrukcí v programu teplo

Z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že tloušťka tepelné izolace XPS 100 mm na obvodové stěně v místě soklu je dostačující. Zároveň lze konstatovat, že tepelné izolace z minerálních vláken v podlaze v kontaktu se zeminou vyhoví s tloušťkou 80 mm. Vypočítaný součinitel prostupu tepla U pro dané tloušťky tepelných izolací vychází $U_{\text{podlaha}} = 0,408 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $U_{\text{stěna}} = 0,188 \text{ W/m}^2\text{K}$. Oba splňují požadavek normy na součinitel prostupu tepla U dle normy ČSN 73 0540, která udává mezní $U_{\text{podlaha}} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $U_{\text{stěna}} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.2.4 Posouzení detailu soklu v programu Area

3.2.4.1 Grafický výstup z programu Area



Obr. 39: Posouzení soklu: teplotní pole

3.2.4.2 Výsledky výpočtu v programu Area

DVOUROZMĚRNÉ STACIONÁRNÍ POLE TEPLOT A ČÁSTEČNÝCH TLAKŮ VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 10211 a ČSN 730540 - MKP/FEM model

Area 2014 EDU

Název úlohy : Detail sokl
 Varianta
 Zpracovatel : Bc. Michal Čaban
 Zakázka : Diplomová práce
 Datum : 25. 12. 2018

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

Teplota vzduchu v exteriéru: -13.0 C
 Teplota vzduchu v interiéru: 21.0 C

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

Počet svislých os: 40
 Počet vodorovných os: 50
 Počet prvků: 3822
 Počet uzlových bodů: 2000

Souřadnice os sítě - osa x [m] :

0.00000	0.25000	0.50000	0.75000	1.00000	1.25000	1.50000	1.75000	2.00000	2.15313
2.30625	2.45938	2.61251	2.76563	2.91876	3.07189	3.22502	3.37814	3.53127	3.68440
3.83752	3.99065	4.14378	4.29690	4.45003	4.70003	4.85003	5.00003	5.08003	5.12003
5.16566	5.21128	5.30253	5.48503	5.66753	5.85003	6.03253	6.21503	6.39753	6.58003

Souřadnice os sítě - osa y [m] :

0.00000	0.10748	0.21496	0.32243	0.42991	0.57243	0.71496	0.85748	1.00000	1.07500
1.15000	1.25000	1.35000	1.43125	1.51250	1.59375	1.67500	1.75625	1.83750	1.91875
2.00000	2.07300	2.10949	2.12774	2.13687	2.14143	2.14599	2.14999	2.15499	2.15999
2.16999	2.18999	2.22999	2.27999	2.30499	2.31749	2.32999	2.33999	2.35374	2.36749
2.39499	2.44999	2.53749	2.62499	2.71249	2.79999	2.88749	2.97499	3.06249	3.14999

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Beton hutný 1	1.230	1.230	17	17	9	28	21	28
2	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	25	28	11	21
3	Elastodek 40 Sp	0.210	0.210	30000	30000	9	28	27	28
4	Porotherm 30 Pr	0.180	0.180	10	10	26	28	28	50
5	Austrotherm 50	0.030	0.030	200	200	9	26	28	33
6	Beton hutný 1	1.230	1.230	17	17	9	26	33	37
7	Dlažba keramick	1.010	1.010	200	200	9	26	37	38
8	BASF EPS 100	0.039	0.039	40	40	28	30	42	50
9	Austrotherm 50	0.030	0.030	200	200	28	29	13	42
10	Hlína suchá	0.700	0.700	1.500	1.500	9	25	5	21
11	Hlína suchá	0.700	0.700	1.500	1.500	25	28	5	11
12	Hlína suchá	0.700	0.700	1.500	1.500	28	29	5	13
13	Hlína suchá	0.700	0.700	1.500	1.500	29	40	5	28

Poznámka: LambdaX a LambdaY jsou návrhové hodnoty tepelné vodivosti materiálu ve směru osy X a Y ve W/(m.K);
 Mix a MiY jsou návrhové faktory difúzního odporu materiálu ve směru osy X a Y; X1 a X2 jsou čísla os
 ve směru osy X a Y1 a Y2 jsou čísla os ve směru osy Y vymežující zadanou oblast.

Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	RH [%]	P [kPa]	h,p [s/m]
1	1288	1300	21.00	0.25	50.0	1.24	10.00
2	438	1288	21.00	0.25	50.0	1.24	10.00
3	1492	1500	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
4	1442	1492	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
5	1428	1442	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00
6	1428	1978	-13.00	0.04	84.0	0.17	20.00

Poznámka: R_s je odpor při přestupu tepla na příslušném povrchu, R_H je relativní vlhkost v prostředí působícím na příslušný povrch, P je částečný tlak vodní páry v prostředí působícím na daný povrch a h_p je součinitel přestupu vodní páry na příslušném povrchu.

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉHO DETAILU :

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	R_s [m ² K/W]	R.H. [%]	$T_{s,min}$ [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	21.0	0.25	50	17.54	17.19672	0.50579
2	-13.0	0.04	84	-12.98	-17.19607	0.50577

Vysvětlivky:

T zadaná teplota v daném prostředí [C]
 R_s zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m²K/W]
 R.H. zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]
 $T_{s,min}$ minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
 Tep.tok Q hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]
 (hodnota je vztažena na 1m délky tepelného mostu, přičemž ztráta je kladná a zisk je záporný)
 Propust. L tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]
 (lze určit jen pro maximálně 2 prostředí; pro určité charakteristické výseky lze získat průměrný součinitel přestupu tepla vydělením hodnoty L šířkou hodnoceného výseku konstrukce)

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLOTNÍ FAKTORY A RIZIKO KONDENZACE:

Prostředí	T_w [C]	$T_{s,min}$ [C]	f,R_{si} [-]	KOND.	RH,max [%]	$T_{,min}$ [C]
1	10.18	17.54	0.898	ne	---	---
2	-14.90	-12.98	1.000	ne	---	---

Vysvětlivky:

T_w teplota rosného bodu v daném prostředí [C] - lze určit jen pro teploty do 100 C
 $T_{s,min}$ minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
 f,R_{si} teplotní faktor dle ČSN 730540, EN ISO 10211 a EN ISO 13788 [-]
 [rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřní (21.0 C) a vnější (-13.0 C) teploty - přesně lze určit jen pro max. 2 prostředí a pro rozdílnou vnitřní a vnější teplotu, program nicméně určuje orientační hodnoty i pro více prostředí, přičemž se uvažuje vnitřní teplota podle daného prostředí a konstantní vnější teplota $T_e = -13.0$ C]
 KOND. označuje vznik povrchové kondenzace
 RH,max maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [%]
 $T_{,min}$ minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [C] - platí jen pro případ dvou prostředí

Poznámka: Zde uvedený vyhodnocení rizika povrchové kondenzace neodpovídá hodnocení podle ČSN 730540-2. Program pouze porovnává teplotu povrchu s teplotou rosného bodu v okolním prostředí.

ODHAD CHYBY VÝPOČTU:

Součet tepelných toků: 0.0006 W/m
 Součet abs.hodnot tep.toků: 34.3928 W/m
 Podíl: 0.0000
 Podíl je menší než 0.001 - požadavek EN ISO 10211 je splněn.

STOP, Area 2014 EDU

Vyhodnocení dle ČSN

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE ČSN 730540-2 a změny Z1 (2011-12)

Název úlohy:

Návrhová vnitřní teplota T_i =	20,00 C
Návrh. teplota vnitřního vzduchu T_{ai} =	21,00 C
Relativní vlhkost v interiéru F_{ii} =	50,00 %
Teplota na vnější straně T_e =	-13,00 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} =	-13,00 C

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f, R_{si}, N = f, R_{si}, cr$ =	0,753
Požadavek platí pro posouzení neprůsvitné konstrukce.	
Vypočtená hodnota: f, R_{si} =	0,898

Kritický teplotní faktor f, R_{si}, cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritériem vyloučení vzniku plísní).

$f, R_{si} > f, R_{si}, N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

II. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:	1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
	2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
	3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 (0,1) kg/m ² .rok.

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant, např. na základě grafických výstupů programu.

Vyhodnocení 2. požadavku je ztíženo tím, že neexistuje žádná obecně uznávaná a normovaná metodika výpočtu celoroční bilance v podmínkách dvourozměrného vedení tepla a vodní páry.

Orientačně lze použít výsledky dosažené metodikou programu AREA.

Třetí požadavek je určen pro posouzení skladeb konstrukcí při jednorozměrném vedení tepla a vodní páry - pro detaily se tedy nehodnotí.

Area 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software

3.2.4.3 Závěr z výpočtu v programu Area

Z výše uvedených výpočtů vyplývá, že zateplení soklové části tepelnou izolací XPS tl. 100 mm a s přesahem 800 mm pod terén je dostačující. Je tak zabráněno promrzání základové konstrukce. Dále je splněn také požadavek na nejnižší povrchovou teplotu dle ČSN, a tak je zabráněno vzniku plísní. Tento komplexní způsob zateplení fasády i soklu je nejúčinnější ochrana objektu. Celá stavba včetně základů se nachází v chráněné oblasti, tím je zajištěna maximální životnost a minimální kondenzace v konstrukci.

3.2.5 Detaily izolačního systému

3.2.5.1 Sokl u nepodsklepeného objektu (Výkres č. 33)

Interakci obvodové stěny a terénu lze považovat za jeden z nejdůležitějších detailů u RD nepodsklepených domů. Při řešení detailu soklu jsem se zaměřil na správné provedení z komplexnějšího hlediska než jsou jen hydroizolace. Snažil jsem se zahrnout do tohoto detailu všechny zásady pro správné provedení soklové části.

Zásady řešení pro správné provedení jsou:

- zakládací profil se síťovinou pro založení tepelné izolace, ukotvený do zdiva, ukončení síťoviny v úrovni spodní hrany soklového profilu
- vytažení svislé hydroizolace min. 300 mm nad upravený terén
- voděodolná (mrazuvzdorná, nenasákavá) omítka ve styku s terénem, z důvodu odstříkující dešťové vody nebo nafoukané sněhové pokrývky
- zatažení omítky pod upravený terén
- vhodné umístění extrudovaného polystyrenu jako tepelné izolace do nezámrzné hloubky (toto kritérium bylo ověřeno výpočtem v programu Area)
- napojování hydroizolací pomocí zpětného spoje s min. přesahem 150 mm
- správné ukončení hydroizolací nad úrovní upraveného terénu

V detailu jsem označil místa zpětných spojů a ukončení hydroizolace nad upraveným terénem. Tato místa jsem následně řešil podrobně a vypracoval různé alternativy možného řešení.



Obr. 40: Foto č.24 - Připravené pasy pod obvodové zdivo (autor DP)

3.2.5.2 Alternativy ukončení izolačního systému u soklu (Výkres č.34-36)

Ukončení izolačního systému nad upraveným terénem musí být min. 300 mm. Kotvení tepelné izolace XPS v soklové části je zde řešeno nad ukončení hydroizolace, aby nedošlo k jejímu poškození. Soklová omítka je ukončena na horní hraně tepelné izolace a následně je zatmelená mezera mezi tepelnou izolací soklové části a základacím profilem pro tepelnou obálku budovy elastickým tmelem, a to z důvodu ochrany spáry před nečistotou a hmyzem. Detail jsem zpracoval v pěti alternativách.

Alternativa č.1 je ukončení plnoplošně natavených modifikovaných asfaltových pásů. Pokud se jedná o plnoplošně natavený modifikovaný asfaltový pás na vyrovnaný podklad (např. cementovou stěrkou) není třeba žádného kotvení. Podklad musí být napenetrovaný asfaltovým penetračním nátěrem. Výhoda modifikovaných asfaltových pásů spočívá v tom, že není třeba separační geotextílie. Tepelné izolace XPS lze lepit bodově přímo na asfaltové pásy.

Alternativa č. 2 zobrazuje ukončení PVC-P fólie na poplastovanou lištu. Na vyrovnaný podklad cementovou stěrkou je nanesen tmel (podtmelení ukončovací lišty) a následně je přikotvena poplastovaná lišta. Na tuto lištu je navařen konec PVC-P fólie. Z důvodu, že nelze lepit tepelnou izolaci na PVC-P fólii, je zde použita separační geotextílie. Ve finále je přes podtmelenou poplastovanou lištu provedeno pojistné bodové kotvení PVC-P fólie a separační geotextílie.

Alternativa č. 3 zobrazuje variantu ukončení pozinkovanou lištou. Na vyrovnaný podklad se provede svislá hydroizolace z PVC-P fólie a separační geotextílie, která se bodově kotví 300 mm nad upraveným terénem. Poté se celý hydroizolační systém ukotví ukončovací pozinkovanou lištou do zdiva a provede se zatmelení PU tmelem.

V alternativě č. 4 je zpracováno ukončení PVC-P fólie lepením. Tato alternativa se dá realizovat pouze v případě, kdy je rovný podklad. V daném případě je podklad vyrovnaný cementovou stěrkou. Po přilepení PVC-P fólie se provede pojistné bodové kotvení izolačního systému.

Alternativa č. 5 vyobrazuje ukončení PVC-P fólie butylkaučukovou páskou. Není to běžně využívané ukončení, nicméně je to také jedna z variant, jak provést ukončení svislé hydroizolace 300 mm nad upraveným terénem.



Obr. 41: Foto č.25 - Ukončení PVC-P fólie pozinkovanou lištou (autor DP)



Obr. 42: Foto č.26 - Ukončení PVC-P fólie lepením + pojistné bodové kotvení (autor DP)



Obr. 43: Foto č.27 - Ukončení asfaltových pásů (autor DP)



Obr. 44: Foto č.28 - Ukončení geotextílie bodovým kotvením (autor DP)

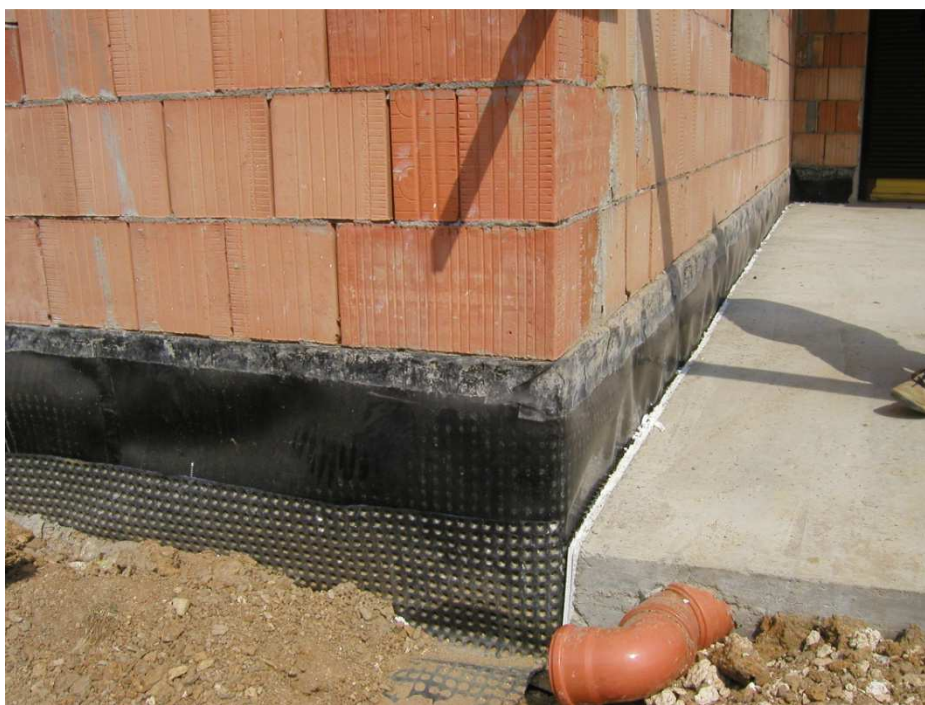
3.2.5.3 Alternativy napojení vodorovné a svislé izolace v místě soklu (Výkres č.37-40)

V alternativě č.1 je zpracována varianta napojení vodorovné a svislé izolace, kdy zdivo je umístěno na vnější hraně základového pásu. Pas pod zdivem z modifikovaného asfaltového pásu se ohne na svislo min. 150 mm na ŽB základ a na něj se napojí svislá izolace. Jelikož izolační systém je zde z modifikovaných asfaltových pásu, není nutná separační geotextílie. Tepelné izolace XPS lze lepit přímo na asfaltové pásy. Při alternativním řešení s PVC-P fólií by separační geotextílie byla samozřejmě nutná.

Alternativa č. 2 zobrazuje napojení svislé a vodorovné izolace v případě, kdy zdivo je umístěno více jak 150 mm od vnějšího okraje základu. V tomto případě se napojení řeší pomocí zpětného spoje dlouhým min 150 mm. Jako ochrana zpětného spoje je tu zvolena ochranná nadbetonávka tl. 50 mm. Na ochranu zpětného spoje lze alternativně použít tepelnou izolaci XPS nebo zásyp pískem.

Alternativa č. 3 pojednává o řešení napojení vodorovné a svislé izolace v případě, že zdivo je umístěno méně než 150 mm od okraje základového pásu. V tomto případě je nutné ohnout pás z modifikovaného asfaltového pásu přes zkosenou hranu základové desky. Napojení na vodorovné části je zde také chráněno ochranou nadbetonávkou tl. 50 mm.

Alternativa č. 4 kopíruje předešlou variantu napojení, jen je tu navíc vložen zesilující pojistný pás r.š. 150 mm, a to z důvodu zesílení v místě ohybu asfaltového pásu na přechodu z vodorovné části na svislou.



Obr. 45: Foto č.29 - napojení vodorovné a svislé izolace v místě soklu (autor DP)

3.2.5.4 **Alternativy napojení pasů pod obvodovým zdivem a vodorovné izolace** (Výkres č. 41-43)

Detail napojení pasů pod obvodové zdivo a vodorovné izolace v ploše byl zpracován ve čtyřech alternativách s asfaltovými pásy a ve dvou alternativách s prostupující výztuží do obvodových zdí.

Alternativa č. 1 a alternativa č. 2 jsou standardní řešení napojení stejných materiálů. To znamená, že pasy pod obvodové zdivo jsou řešeny ze stejného materiálu jako vodorovná izolace v ploše. Takové napojení se provádí s min. přesahem 150 mm. Asfaltové pásy jsou na sebe nataveny. U PVC-P fólie spoj je proveden svařováním horkým vzduchem a zároveň jsou nutností podkladní a separační geotextílie. Podkladní geotextílie plní funkci ochranné vrstvy a separační odděluje PVC-P fólii a tepelnou izolaci podlahy.

Alternativa č.3 a alternativa č.4 řeší problém při napojení modifikovaných asfaltových pasů použitých pod obvodovým zdivem jako pasy a PVC-P fólie v ploše. Alternativa č. 3 tento problém řeší pomocí přechodového pásu (např. EKOPLAST) r.š. min 200 mm a navařením ve spojích horkým vzduchem. Přechodový pás z fólie Ekoplast 806 se vyznačuje velmi dobrou odolností proti asfaltům. Natavování asfaltu u fólie je doporučeno provádět také horkým vzduchem, ne plamenem. Alternativa č. 4 řeší napojení butylkaučukovou páskou r.š. 80 mm natavenou do asfaltu (samolepící stranou nahoru). Poté je PVC-P fólie přilepena na horní samolepící stranu pásky s min. přesahem 100 mm.

Alternativa č.5 a alternativa č.6 popisují stejné řešení jako u předešlých variant napojení dvou různých materiálů. S rozdílem, že v těchto variantách se napojuje na hydroizolační stěrku. Použití hydroizolační stěrky je vhodné při prostupující výztuži ze základové desky do obvodového zdiva. Pro tento případ se používají hydroizolační stěrky např. gumoasfalt nebo PCI pecimor 2S. V případě varianty s asfaltovými pásy na vodorovné ploše toto napojení může proběhnout klasickým navařením pásu na hydroizolační stěrku.

To, že tyto způsoby napojení dvou zcela rozdílných materiálů existují a používají se, nemusí nutně znamenat, že je to vhodný způsob řešení pro každou stavbu. Určitě ho nelze doporučit pro izolace prováděné svépomocí, bez dostatečných zkušeností a znalostí prací jak s asfaltem, tak i s fóliemi. Vždy v těchto případech je na zvážení jestli není možnost použití stejných materiálů pro izolaci objektu.

3.2.5.5 **Prostup izolačním systémem na vodorovné ploše** (Výkres č. 44)

Detail opracování prostupu na vodorovné ploše izolačního systému, který vede do instalační šachty. První vrstva modifikovaného asfaltového pásu se dotáhne na tupo až k prostupu. V druhém kroku se nataví kolem prostupu rukáv z asfaltového pásu s přesahem min. 150 mm, jak na prostup tak do plochy. Obvod kolem potrubí se vyplní asfaltem a následně se provede natavení uzavírací záplaty. Izolační systém na potrubí se ukončí stahovací objímkou. Alternativně s PVC-P fólií probíhá realizace obdobně jen se musí použít separační a podkladní geotextílie.



Obr. 46: Foto č.30 - prostup izolačním systémem na vodorovné ploše (autor DP)

4 Závěr

Diplomová práce je zaměřena na variantní zpracování stavebních detailů a návrhu hydroizolačního systému pro konkrétní vybrané objekty v oblasti hydroizolací spodní stavby. Cílem diplomové práce je ukázat vybraná možná řešení detailů, který jsou důležitou součástí návrhu, provedení i samotné funkčnosti hydroizolačního systému. Ať už se jedná o napojení hydroizolačních pásů v ploše nebo v rozích, správné provedení zpětných spojů s dostatečnou ochranou, správné řešení dilatačních spár, vhodné provedení různých prostupů v hydroizolaci anebo ukončení hydroizolačního souvrství nad upraveným terénem.

4.1 Porovnání materiálového řešení

Každý materiál má svá specifika, a proto jednoduše nelze říci, který je nejlepší a naopak. Pro vhodný výběr izolačního materiálů jsou důležité konkrétní podmínky, počet a složitost detailů, členění objektu, hydrofyzikální namáhání, osazení budovy do terénu, využití podzemních prostor a volba základové konstrukce a její propojení s horní stavbou.

Nicméně všeobecně platí, že pro podsklepené objekty je vhodnější použití PVC-P fólie nebo izolační systém kombinovaný s bentonitovou rohoží. U PVC-P fólie je typické při realizaci volné pokládání (bez plnoplošného natavení) a s tím spojenou velkou výhodou, a to je rychlost realizace. Nevýhodou naopak může být větší náchylnost k mechanickému poškození než tomu je u robustnějších asfaltových pásů a tím i zvýšené požadavky na ochranu položené izolace. Spojování fólií probíhá lepením nebo svařováním. Svařuje se horkým vzduchem, horkým klínem nebo extruzně s přídatným materiálem. Dalšími výhodami PVC-P fólie oproti asfaltovým pásům jsou tvarovatelnost, ohebnost a variabilita řešení detailů. Dalším hojně používaným systémem se v poslední době stala kombinace povlakové izolace a bentonitové rohože, a to především z důvodu, které jsou spjaté s výhodami bentonitových rohoží. Mezi největší přednosti této varianty je bezpochyby fakt, že bentonitové rohože spolupůsobí se železobetonovou deskou (voda nemůže migrovat spárou mezi ŽB deskou a bentonitovou rohoží). Další vlastnost, která představuje významnou výhodu je fakt, že případné kotvení skrz izolační systém nijak neohrožuje jeho izolační vlastnosti, protože bentonitové rohože v kontaktu s vodou zvětšují svůj objem a pronikají do všech dutin v chráněné konstrukci, čímž vytvoří nepropustný povlak.

Naopak u nepodsklepených rodinných domů je vhodnější izolační systém z modifikovaných asfaltových pásů, a to především z důvodu mechanické odolnosti a to

zejména odolnosti vůči velkým mrazům, dešti a větru. Tato vlastnost je důležitá kvůli velkým časovým odstupům, které často vznikají, mezi realizací obvodových pasů a následné svislé či vodorovné izolace. A dalšími výhodami jsou snadné opravy případných poruch a snášenlivost s většinou stavebních materiálů. Není např. potřeba separační geotextílie mezi izolačním systémem a tepelnou izolací. Také nesmíme zapomenout na fakt menšího rizika disfunkce izolačního systému při provádění svépomocí než je to u PVC-P fólie.

Vlastnosti asfaltových pásů záleží na druhu a materiálu nosné vložky, typu asfaltové krycí hmoty a tloušťce.

4.2 Porovnání technického řešení provedení detailů

4.2.1 Napojení vodorovné a svislé izolace

Po vyhodnocení výhod a nevýhod jednotlivých variant vyplývá, proč se často preferuje ukončení vodorovné izolace do bednění a následné napojení svislé izolace přes etapový spoj v následujících krocích. Proti napojení vodorovné a svislé hydroizolace realizované přes zpětný spoj mluví celá řada nevýhod. V první řadě je realizace zpětného spoje poměrně komplikovanou záležitostí a vyžaduje určitou zručnost a praxi při provádění. Je potřeba, aby podkladní beton byl po celém obvodu stavby vyhotoven s přesahem min. 300 mm a tím jsou spojené další náklady na stavbu. Nutností je ochrana zpětného spoje proti mechanickému poškození. S tím souvisí opatrné provádění zpětného zásypu zeminy, tak aby nedošlo k poškození. Dalšími nevýhodami jsou: znečištění před realizací svislé izolace, možnost poškození při sedání budovy a v neposlední řadě časová náročnost.

4.2.2 Prostupy izolačním systémem

Na trhu je několik výrobců, kteří se specializují na výrobu tvarovek, těsnění a dalších prvků, pomocí nichž je možné vyřešit prostupy kvalitně z hlediska vodotěsnosti a zároveň poměrně jednoduše. Po uvážení vlastností jednotlivých typů variant vstupů izolačním systémem se jeví jako nejlepší řešení vstup realizovaný do chráničky opatřené pevnou volnou přírubou. Mezi největší výhody patří bezesporu jednoduchost opracování, spolehlivost a pomocí těsnění případné dotěsnění i z interiérové strany. Nevýhoda chráničky je pořizovací cena, která prodraží opracování vstupu. Samozřejmě záleží na hydrofyzikálním namáhání a dalších faktorech, aby použití chráničky mělo význam.

4.2.3 Dilatační spáry

Jako nespolehlivější řešení dilatačních spár se svislým posunem max. do 30 mm se jeví použití těsnícího dilatačního pásu v kombinaci s bentonitovou ucpávkou kotvenou tlakovou lištou do betonové stěny. A to především proto, že je to několika násobná ochrana dilatační spáry. Primární ochranu zajišťuje zesílení pojistnými pásy hydroizolace a současně těsnící dilatační pás. Jako pojistka zde slouží bentonitová ucpávka, která při kontaktu s vodou zvětší svůj objem a vytvoří nepropustnou vrstvu.

4.2.4 Celkové shrnutí

Ze získaných informací a poznatků lze konstatovat, že neexistuje žádný hydroizolační systém, o kterém bychom mohli jednoznačně říci, že je to ten nejlepší ve všech směrech (mechanická odolnost, pevnost v tlaku, spolehlivost, životnost, pracnost atd.). Zároveň nelze říci o žádném z materiálů, že by nevyhovoval nebo byl nepoužitelný na ochranu konstrukce proti vodě. Každý materiál i různé varianty provedení mají své výhody a nevýhody. Vždy záleží na investorovi/projektantovi, které materiály a jaký způsob provedení bude preferovat. Rozhodnutí závisí na konkrétní stavbě, okrajových podmínkách, zkušenosti s podobnými již realizovanými objekty nebo detaily, dostupnosti materiálu, ceně atd..

Zdroje

- [1] ČSN P 73 0600: *Hydroizolace staveb - Základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [2] ČSN P 73 0606: *Hydroizolace staveb - povlakové hydroizolace - základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [3] *Geologie* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <http://www.geologie.estranky.cz/clanky/sed.html>
- [4] ČSN 73 0601: *Ochrana staveb proti radonu z podloží*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [5] *Státní úřad pro jadernou bezpečnost* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/4111907-Statni-urad-pro-jadernou-bezpecnost-radiacni-ochrana-doporuceni-stanoveni-radonoveho-indexu-pozemku-primym-merenim-sujb.html>
- [6] *Součinitele difuze radonu* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: https://www.fatrafol.cz/wp-content/uploads/2016/07/Soucinitele_difuze_radonu.pdf
- [7] *Součinitele difuze radonu* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/obsah/technicka-podpora/asfaltove-pasy>
- [8] *Součinitele difuze radonu* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: http://www.axter.info/wp-content/uploads/2015/09/ra_tp4.pdf
- [9] *Součinitele difuze radonu* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: http://www.axter.info/wp-content/uploads/2015/09/ra_force.pdf
- [10] *Součinitele difuze radonu* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.lithoplast.cz/hdpe-folie-penefol-950>
- [11] *Chytré bydlení* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <http://www.chytre-bydleni.cz/asfaltove-pasy-jsou-skvelou-hydroizolaci-na-strechu-i-do-zakladu>
- [12] *Technický list Elastek* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: https://www.dek.cz/get_dokument.php?id=1321384475
- [13] *Technický list Glastek* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: https://www.dek.cz/get_dokument.php?id=854386352
- [14] *Technický list Axter TP4* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: http://www.axter.info/wp-content/uploads/2018/05/AXTER-TP-4_ValidSince180405.pdf
- [15] *Technický list Force 4000 DALLE* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: http://www.axter.info/wp-content/uploads/2018/09/Force_4000_Dalle_CZValidSince180315.pdf
- [16] *Technický list bentonitové rohože* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: http://www.beto-tech.cz/dokumenty/voltex/TL_VOLTEX.pdf
- [17] *Izolace* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.izolace.cz/clanky/izolace-spodnich-staveb-pouziti-bentonitovych-izolacnich-systemu/>
- [18] *Technický list DUAL SEAL* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: http://www.tecons.cz/dokumenty/dual_seal/DS%20LG_TL.pdf

- [19] *Bentonitový kompozit DUAL SEAL* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z:
<http://www.tecons.cz/hydroizolacni-systemy/dual-seal.html>
- [20] *Technický list Fatrafol 803* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z:
https://www.fatrafol.cz/wp-content/uploads/2018/02/technicky_list_fatrafol_803_cz_2017.pdf
- [21] *Technický list Ekoplast 806* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z:
https://www.fatrafol.cz/wp-content/uploads/2016/11/Technicky_list_ekoplast_806.pdf
- [22] *Technický list Stafol 914* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z:
https://www.fatrafol.cz/wp-content/uploads/2018/11/technicky_list_stafol_914_2018.pdf
- [23] *Technický list Ekoten 915* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z:
<http://www.fatraizolfa.sk/wp-content/uploads/2016/09/technicky-list-ekoten-915.pdf>
- [24] *Technický list Alkorplan 35034* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z:
https://www.dek.cz/get_dokument.php?id=542125509
- [25] *Technický list Sikaplan WP 1100* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z:
https://cdn.epicentrumhome.cz/data/user-content/technicke_listy/Sika/Sikaplan%20WP%201100-15HL-basement.pdf

Seznam příloh

Výkres č.1 - zpětný spoj asfaltových pásů s náběhovým klínem	M 1:5
Výkres č.2 - zpětný spoj asfaltových pásů s náběhovým klínem	M 1:3
Výkres č.3 - zpětný spoj asfaltových pásů se zesilovacím pásem	M 1:3
Výkres č.4 - zpětný spoj DUAL SEAL	M 1:5
Výkres č.5 - zpětný spoj DUAL SEAL	M 1:3
Výkres č.6 - postup realizace ukončení vodorovné izolace do bednění	-
Výkres č.7 - postup realizace ukončení vodorovné izolace do bednění	-
Výkres č.8 - etapový spoj vodorovné a svislé izolace	M 1:5
Výkres č.9 - etapový spoj vodorovné a svislé izolace	M 1:3
Výkres č.10 - etapový spoj vodorovné a svislé izolace - bílá vana	M 1:5
Výkres č.11 - přechod izolačního systému na záporové pažení	M 1:5
Výkres č.12 - přechod izolačního systému na záporové pažení	M 1:3
Výkres č.13 - přechod izolačního systému na záporové pažení	M 1:3
Výkres č.14 - schéma pokládky asfaltových pásů v rozích	-
Výkres č.15 - schéma pokládky asfaltových pásů v rozích	-
Výkres č.16 - schéma postupu etapového napojení na záporovém pažení	-
Výkres č.17 - přechod ze záporového pažení na ŽB stěnu - zpětný spoj	M 1:5
Výkres č.18 - přechod ze záporového pažení na ŽB stěnu - etapový spoj	M 1:5
Výkres č.19 - schéma realizace přechodu ze záporového pažení na ŽB stěnu	-
Výkres č.20 - dilatační spára na svislých stěnách - DUAL SEAL	M 1:5
Výkres č.21 - 3D schéma realizace opracování dilatační spáry	-
Výkres č.22 - dilatační spára na svislých stěnách - asfaltové pásy	M 1:5
Výkres č.23 - dilatační spára na vodorovné ploše - varianta č.1	M 1:5
Výkres č.24 - dilatační spára na vodorovné ploše - varianta č.2	M 1:5
Výkres č.25 - prostup na stěně - manžetový systém s chráničkou	M 1:5
Výkres č.26 - prostup na stěně - manžetový systém bez chráničky	M 1:5
Výkres č.27 - prostup na stěně - volná pevná příruba	M 1:5
Výkres č.28 - prostup na stěně - se záporovým pažením	M 1:5
Výkres č.29 - vodorovný prostup - bez chráničky	M 1:5
Výkres č.30 - vodorovný prostup - s chráničkou	M 1:5
Výkres č.31 - vodorovný prostup - pevná volná příruba (bentonit)	M 1:5

Výkres č.32 - vodorovný prostup - pevná volná příruba (asfaltové pásy)	M 1:5
Výkres č.33 - sokl nepodsklepeného rodinného domu	M 1:10
Výkres č.34 - alternativy ukončení izolace v místě soklu	M 1:3
Výkres č.35 - alternativy ukončení izolace v místě soklu	M 1:3
Výkres č.36 - alternativy ukončení izolace v místě soklu	M 1:3
Výkres č.37 - alternativy napojení vodorovné a svislé izolace	M 1:3
Výkres č.38 - alternativy napojení vodorovné a svislé izolace	M 1:3
Výkres č.39 - schéma pokládky asfaltových pásů v rozích	-
Výkres č.40 - schéma pokládky asfaltových pásů v rozích	-
Výkres č.41 - alternativy napojení pásů a izolace na vodorovné ploše	M 1:3
Výkres č.42 - alternativy napojení pásů a izolace na vodorovné ploše	M 1:3
Výkres č.43 - alternativy napojení pásů a izolace na vodorovné ploše	M 1:3
Výkres č.44 - vodorovný prostup u nepodsklepeného objektu	M 1:5

Seznam obrázků

Obr. 1: Půdorys 1.PP s vyznačenými řezy.....	17
Obr. 2: Celkový příčný řez C-C.....	18
Obr. 3: Výsek řezu A-A s vyznačeným detailem realizace z otevřené stavební jámy	18
Obr. 4: Výsek řezu B-B s vyznačeným detailem realizace na záporové pažení	19
Obr. 5: Půdorys referenční místnosti pro výpočet dimenzování protiradonové izolace	21
Obr. 6: Zadání parametrů pro výpočet protiradonové izolace do programu Radon 2006... ..	22
Obr. 7: Skladba podlahy v kontaktu se zeminou v 1.PP.....	24
Obr. 8: Skladba suterénní stěny v 1.PP	25
Obr. 9: Zadání parametrů do programu Teplo.....	26
Obr. 10: Foto č.1 - zesilující asfaltový pás pro provedení zpětného spoje.....	36
Obr. 11: Foto č.2 - zpětný spoj s asfaltových pásů.....	37
Obr. 12: Foto č.3 - ukončení izolačního systému na bednění.....	38
Obr. 13: Foto č.4 - Izolační systém připraven pro realizaci základové ŽB desky.....	39
Obr. 14: Foto č.5 - izolační systém po odbednění	39
Obr. 15: Foto č.6 - PVC-P fólie se signální vrstvou, opracování sloupu kotevní pásnicí... ..	40
Obr. 16: Foto č.7 - Přejít vodorovné izolace na svislou - zesilující pás.....	41
Obr. 17: Foto č.8 - Přejít vodorovné izolace na svislou na záporového pažení	42
Obr. 18: Foto č.9 - Přejít z otevřené stavební jámy na záporové pažení.....	42
Obr. 19: Foto č.10 - Etapové ukončení izolace na pažení	43
Obr. 20: Foto č.11 - Přejít mezi záporovým pažením na ŽB stěnu.....	45
Obr. 21: Foto č.12 - Znečištěný zpětný spoj u přechodu z pažení na ŽB stěnu	45
Obr. 22: Foto č.13 - Vodorovná dilatace s bentonitovou ucpávkou a středovým pásem....	47
Obr. 23: Foto č.14 - Těsnící dilatační pás na vodorovné ploše	48
Obr. 24: Foto č.15 - Prostup na svislé ploše pevná volná příruba + potrubní těsnění ..	50
Obr. 25: Foto č.16 - Prostup na svislé ploše s těsněním a PEHD chráničkou.....	51
Obr. 26: Foto č.17 - Prostup na svislé ploše pevná volná příruba.....	51
Obr. 27: Foto č.18 - Prostup na svislé ploše na záporové pažení	52
Obr. 28: Foto č.19 - Opracování prostup na vodorovné ploše	53
Obr. 29: Foto č.20 - Opracování prostup na vodorovné ploše - čerpací studna	54
Obr. 30: Foto č.21 - Opracování prostup na vodorovné ploše - pevná volná příruba ..	54
Obr. 31: Foto č.22 - Opracování prostup na vodorovné ploše - zemnicí pásek	55

Obr. 32: Foto č.23 - Opracování prostup na vodorovné ploše - zemní pásek	56
Obr. 33: Půdorys 1.NP s vyznačeným řezem	57
Obr. 34: Řez A-A' - část 1.....	58
Obr. 35: Řez A-A' - část 2.....	58
Obr. 36: Půdorys referenční místnosti pro výpočet dimenzování protiradonové izolace ...	59
Obr. 37: Skladba podlahy v kontaktu se zemí v 1.NP.....	61
Obr. 38: Skladba obvodové stěny.....	62
Obr. 39: Posouzení soklu: teplotní pole.....	69
Obr. 40: Foto č.24 - Připravené pasy pod obvodové zdivo	73
Obr. 41: Foto č.25 - Ukončení PVC-P fólie pozinkovanou lištou.....	75
Obr. 42: Foto č.26 - Ukončení PVC-P fólie lepením + pojistné bodové kotvení.....	75
Obr. 43: Foto č.27 - Ukončení asfaltových pásů	76
Obr. 44: Foto č.28 - Ukončení geotextílie bodovým kotvením.....	76
Obr. 45: Foto č.29 - napojení vodorovné a svislé izolace v místě soklu.....	77
Obr. 46: Foto č.30 - prostup izolačním systémem na vodorovné ploše	79

Seznam tabulek

Tab. 1: Stanovení radonového indexu pozemku	20
Tab. 2: Součinitel difúze radonu - PVC-P fólie.....	21
Tab. 3: Součinitel difúze radonu - asfaltové pásy	22
Tab. 4: Součinitel difúze radonu - HDPE/LDPE fólie	22
Tab. 5: Vybrané typy asfaltových pásů a jejich technické listy	33
Tab. 6: Vybrané typy plastových fólií a jejich technické listy	35