

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



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Metodika návrhu rizikových míst  
z hlediska hydroizolace na plochých  
střechách**

**Jan Šmíd  
2016**

**Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Pavel Svoboda, CSc.**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci „Metodika návrhu rizikových míst z hlediska hydroizolace na plochých střechách" vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne .....

.....

Jan Šmíd

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Pavlovi Svobodovi CSc. za vedení práce. Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům firmy DEKPOJEKT s.r.o. za možnost konzultací a pořízení fotodokumentace poruch na střechách. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za podporu při psaní bakalářské práce.



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Šmíd Jméno: Jan Osobní číslo: 410095  
Zadávající katedra: 122 - Katedra technologie staveb  
Studijní program: (B3651) Stavební inženýrství  
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb (L)

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Metodika návrhu rizikových míst z hlediska hydroizolace na plochých střechách

Název bakalářské práce anglicky: Design methodology risk areas in terms of waterproofing on flat roofs

Pokyny pro vypracování:

Student vypracuje práci, která se bude týkat problematiky často poruchových míst na ploché střeše, zejména provedení detailů což má za následek degradaci střešního pláště. Práce bude obsahovat seznámení s plochými střechami, požadavky na ploché střechy, vady z praxe a následné řešení problému a ukázání správného návrhu včetně správné technologie. Nakonec student provede projekt ploché střechy včetně detailů podle vypracované metodiky a vyhodnocení součinitele tepla a bilance vodní páry.

Seznam doporučené literatury:

PEŠTA, Jan; TESAR, David; ZWIENER, Viktor. Diagnostika staveb: Hydroizolace, Termografie, Blower door test, Akustika. 2. vydání. Dek a.s., 2014. 124 s. ISBN 978-80-87215-15-9

KUTNAR, Zdeněk. Kutnar – Ploché střechy, Skladby a detaily – leden 2007, konstrukční, technické a materiálové řešení. Dektrade a.s. 2007. 112 s. ISBN 80-903629-4-X

NESTLE, Hans. Moderní stavitelství pro školu i praxi. 1. vyd., Praha : Europa-Sobotáles, 2005. 604 s. ISBN 80-86706-11-7

Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Pavel Svoboda, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 25.02.2016 Termín odevzdání bakalářské práce: 22.05.2016

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

# **Metodika návrhu rizikových míst z hlediska hydroizolace na plochých střechách**

## **Anotace**

Tato práce se týká problematiky často poruchových míst z hlediska hydroizolace na ploché střeše, zejména provedení detailů, jejichž špatný návrh či provedení má za následek degradaci střešního pláště. Autor nejdříve seznámí čtenáře všeobecnými informacemi o plochých střechách. Základní informace obsahují historii, rozdělení a požadavky plochých střech. Následuje fotodokumentace poruch na prozkoumaných střechách. Na základě zjištěných poruch je v práci ukázán správný návrh těchto detailů. Poslední částí práce je zpracovaný projekt střechy s detaily a technologický postup, ve kterém je kladen důraz zejména na správnou technologii provedení.

**Klíčová slova:** metodika, poruchy, technologický postup, projekt střechy, detaily ploché střechy

# **Design methodology risk areas in terms of waterproofing on flat roofs**

## **Annotation**

These theses are dealing with the issue of so often faulty sites in terms of flat roofs waterproofing, especially when it comes to carried out details, where the poorly elaborated design resulted in the degradation of the roof cladding. The author first introduces the reader to the general information on flat roofs. Basic information contains history and distribution requirements of flat roofs. This is followed by photographs of failures on the roofs explored. On the basis of detected defects, the proper design of these details is shown in this document. In the last part, the roof project details are drawn up, including the technological process, with the emphasis mainly on the right technological process.

**Keywords:** methodology, failures, technological process, the roof project, details on flat roofs

# Obsah

Úvod .....	8
<b>1 Ploché střechy.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Historický vývoj plochých střech.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Jednoplášťové ploché střechy.....</b>	<b>10</b>
1.2.1 Rozdělení jednoplášťových plochých střech .....	10
1.2.2 Skladby.....	10
<b>1.3 Dvoupplášťové ploché střechy.....</b>	<b>12</b>
1.3.1 Rozdělení dvoupplášťové ploché střechy .....	12
1.3.2 Skladby.....	13
<b>1.4 Provozní střechy .....</b>	<b>13</b>
1.4.1 Rozdělení provozních plochých střech .....	14
1.4.2 Skladby.....	14
<b>1.5 Základní požadavky na ploché střechy .....</b>	<b>14</b>
1.5.1 Požadavky na odvodnění .....	15
1.5.2 Tepelně technické požadavky .....	15
<b>2 Závady na plochých střechách.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Zkoušky těsnosti hydroizolace.....</b>	<b>17</b>
2.1.1 Vizuální kontrola.....	17
2.1.2 Jiskrová zkouška .....	17
2.1.3 Zkouška spojů jehlou (špachtlí) .....	18
2.1.4 Podtlaková zkouška zvonem.....	18
2.1.5 Tlaková zkouška těsnosti spojů.....	19
2.1.6 Dýmová zkouška.....	19
2.1.7 Zátopová zkouška .....	20
<b>2.2 Zkoušení střešních plášťů na základě diagnostických metod .....</b>	<b>21</b>
2.2.1 Impedanční defektoskopie .....	21
2.2.2 Termografická defektoskopie.....	22
<b>2.3 Příklady poruch na ploché střeše.....</b>	<b>23</b>
2.3.1 Jednoplášťová plochá střecha bytového domu s hydroizolační vrstvou z PVC fólie č. 1 .....	23
2.3.2 Jednoplášťová plochá střecha novostavby s hydroizolační vrstvou z PVC fólie č. 2.....	24
2.3.3 Jednoplášťová plochá střecha bytového domu s hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů č. 3 .....	25
2.3.4 Jednoplášťová plochá střecha administrativní budovy s hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů č. 4 .....	26
2.3.5 Jednoplášťová plochá střecha školní jídelny s hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů č. 5 .....	27

<b>3</b>	<b>Návrh správného provedení.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>Detail spojení hydroizolační vrstvy.....</b>	<b>28</b>
3.1.1	Geometrie spoje z asfaltového pásu.....	28
3.1.2	Geometrie spoje z PVC fólií .....	29
<b>3.2</b>	<b>Detail atiky .....</b>	<b>30</b>
3.2.1	Jednoplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy.....	31
3.2.2	Jednoplášťová plochá střecha s PVC fólií .....	32
3.2.3	Dvouplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy .....	33
<b>3.3</b>	<b>Detail vtoku .....</b>	<b>34</b>
3.3.1	Jednoplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy.....	34
3.3.2	Jednoplášťová plochá střecha s PVC fólií .....	35
<b>3.4</b>	<b>Detail napojení na stěnu.....</b>	<b>35</b>
3.4.1	Jednoplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy.....	36
3.4.2	Jednoplášťová plochá střecha s PVC fólií .....	37
3.4.3	Jednoplášťová plochá střecha s asfaltovým pásem a PVC fólií.....	38
<b>3.5</b>	<b>Detail prostupu .....</b>	<b>39</b>
3.5.1	Jednoplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy.....	39
3.5.2	Jednoplášťová plochá střecha s PVC fólií .....	40
<b>3.6</b>	<b>Detail světlíku.....</b>	<b>41</b>
3.6.1	Jednoplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy.....	41
3.6.2	Jednoplášťová plochá střecha s PVC fólií .....	42
3.6.3	Dvouplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy .....	43
<b>3.7</b>	<b>Detail okapu .....</b>	<b>44</b>
3.7.1	Dvouplášťová plochá střecha .....	44
<b>4</b>	<b>Projekt ploché střechy .....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>Technologický postup ploché střechy.....</b>	<b>47</b>
<b>5.1</b>	<b>Základní identifikační údaje .....</b>	<b>47</b>
<b>5.2</b>	<b>Vstupní materiály a výrobky .....</b>	<b>47</b>
<b>5.3</b>	<b>Pracovní podmínky .....</b>	<b>50</b>
<b>5.4</b>	<b>Jakost provedení.....</b>	<b>54</b>
<b>5.5</b>	<b>Bezpečnost a ochrana zdraví při práci a požární ochrana .....</b>	<b>55</b>
<b>5.6</b>	<b>Vliv na životní prostředí .....</b>	<b>56</b>
	<b>Metodika návrhu střech včetně detailů.....</b>	<b>58</b>
	<b>Závěr .....</b>	<b>59</b>
	<b>Literatura .....</b>	<b>60</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>62</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>64</b>
	<b>Přílohy.....</b>	<b>1</b>



## Úvod

Střešní konstrukce patří mezi obalové konstrukce objektu, chrání podstřešní prostory před povětrnostními vlivy a zajišťuje požadované mikroklima. Skládá se z nosné konstrukce, která přenáší tíhu celé střešní konstrukce a střešního pláště, který zajišťuje obalovou funkci zastřešení. Střešní pláště jsou jedny z nejchoulostivějších stavebních konstrukcí, u kterých způsobuje špatné řešení poruchy, které znepříjemňují využívání podstřešních prostorů. Střechy se dle ČSN 73 1901 – Navrhování střech, dělí na střechy ploché, šikmé a strmé. Tato práce se bude zabývat pouze problematikou týkající se plochých střech. Plochou střechou se označuje střecha s žádným nebo minimálním sklonem střešní nástavby tj. sklon  $\leq 5^\circ$ .

Ploché střechy musí po celou dobu životnosti odolávat řadě nejrůznějších vlivů. Aby střecha fungovala a nevznikaly žádné poruchy, musí být srážková voda bezpečně a spolehlivě odváděna mimo objekt. Zatékání do objektu, defekty hydroizolace, tepelně-technické problémy se řadí mezi nejobvyklejší vady, což vede k častým vlhkostním poruchám a následné ztrátě funkce střešního pláště. Z tohoto důvodu je nezbytné celý střešní systém správně naprojektovat s ohledem na stavební materiály a následně bez jakýchkoliv vad zrealizovat. Zejména je nutné klást velké nároky na pracovníky - izolatéry, kteří střešní plášť realizují a v neposlední řadě také na stavební dozor. Technickým rozvojem přichází na trh spousta nových materiálů. Daný materiál, který musí být systémový, by měl být do konstrukce zabudován tak, aby plnil správnou funkci a navazoval na související konstrukce.

### Cíl práce

Cílem této práce je poukázat na často opakující se chyby realizace střešního pláště. Názorně ukázat, jak by měla vypadat projektová část střechy s detaily rizikových míst z hlediska hydroizolace a v technologickém postupu popsat správný postup realizace. Rizikovými místy jsou myšleny převážně střešní vtok, atika, napojení hydroizolace na stěnu, střešní výlez, prostupy konstrukcí, spoje hydroizolace, které při nesprávném zpracování mohou mít za následek především degradaci střešního pláště.

Současná problematika hydroizolací je pravidelně popisována ve čtvrtletním časopisu DEKTIME. Časopis obsahuje odborné články Atelieru DEK, které jsou určeny pro projektanty a architekty.

# 1 Ploché střechy

## 1.1 Historický vývoj plochých střech

První ploché střechy se začaly objevovat již ve starověku v krajinách s mírným klimatickým podnebím zejména v Severovýchodní Africe, Malé a Střední Asii, v oblasti Egejského moře a v oblasti Dalekého východu. V této době byla vytvářena díla z materiálů běžně dostupných pro člověka např. kamenné desky, dřevo, hlína. Například v tomto období byly postaveny a zastřešeny právě plochou střechou Visuté zahrady Semiramis v Babyloně, které jsou uznávány jako jeden ze sedmi divů světa. Také v Evropě mají tyto střechy svou dlouhou tradici. Do 7. století před naším letopočtem byly v Řecku chrámy kryté plochými střechami z kulatiny, na které byla vrstva udusané hlíny. V ostatních evropských zemích se používaly výhradně šikmé střechy a to z klimatických důvodů. Období renezanace přineslo používání atiky, což mělo za následek optické zvýšení budov a částečné zakrytí střechy z ulice. Období baroka používání plochých střech ignorovalo. Začátkem 19. století ohlásil dr. Faxe vynález dehtové lepenky. Tento vynález velice ovlivnil rozvoj plochých střech hlavně v Německu. V letech 1920 až 1930 nastává veliká diskuze o vhodnosti plochých střech. Nakonec přední odborníci přesvědčili veřejnost o vhodnosti těchto střech a od této doby se stala plochá střecha trvalým architektonickým prvkem. Mezi první průkopníky plochých střech v moderní architektuře patří slavný architekt Le Corbusier, který v pěti bodech koncipuje využívání plochých střech jako teras. Po roce 1960 se u nás začíná rozvíjet stavění plochých střech na bytových domech a budovách občanské výstavby. Do této doby se u nás tyto typy budov zastřešovaly zejména střechami šikmými. Ploché střechy se začaly používat jen jednoplášťové, kde na nosnou konstrukci byla spádová a tepelněizolační vrstva ze škváry či keramzitu, poté následovala vrstva ze škvárobetonu, cementového potěru a nakonec povlaková krytina z dehtových lepenek a později z asfaltových pásů. Ve druhé polovině 60. let 20. století přichází na trh pěnový polystyren. Použití pěnového polystyrenu ve skladbě ploché střechy se docílí konstantních tepelněizolačních vlastností. 70. léta 20. století se vyznačují uplatňováním principu plochých střech s opačným pořadím vrstev, kde významnou roli hrají nenasákové tepelněizolační materiály, např. extrudovaný polystyren. Začínají se používat dvouplášťové střešní konstrukce. Za posledních 30 let

s příchodem spousty nových stavebních materiálů prošlo toto odvětví velkým technickým vývojem. [1]

## 1.2 Jednoplášťové ploché střechy

Plochá střecha, jednoplášťová, dvouplášťová i provozní, je střecha o sklonu vnějšího povrchu kdy  $\alpha \leq 5^\circ$  (ČSN 73 1901). V následujícím textu bude věnována pozornost jak jednoplášťovým, tak i dvouplášťovým střechám.

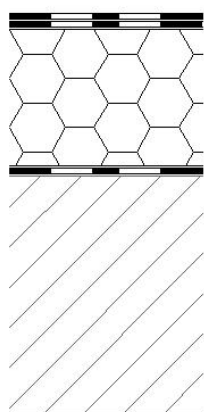
Střešní konstrukce oddělující vnitřní prostředí jedním střešním pláštěm. Jedná se o základní a v posledních desetiletí nejrozšířenější druh plochých střech. Jednoplášťové střechy jsou oblíbeny díky menší finanční náročnosti, rychlosti výstavby, vysoké variabilitě skladeb a povrchových úprav. Při návrhu je klíčové dbát na stavební fyziku, zejména je nutné věnovat pozornost množství zkondenzované vody v konstrukci a součiniteli prostupu tepla. Při realizaci je velice důležitá přísná technologická kázeň. [2]

### 1.2.1 Rozdělení jednoplášťových plochých střech

- Podle způsobu větrání
- Podle umístění hydroizolační vrstvy
- Podle umístění tepelné izolace [3]

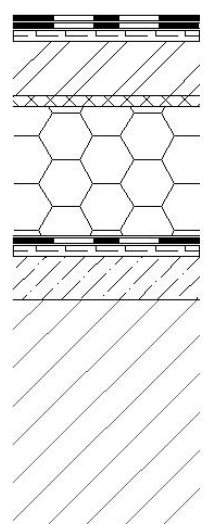
### 1.2.2 Skladby

Rozlišujeme skladby s tepelnou izolací a bez tepelné izolace. Tato práce se zabývá jen zateplenými skladbami. Skladby jednoplášťových plochých střech s tepelnou izolací se rozdělují na střechy s klasickým pořadím vrstev a obráceným pořadím vrstev. Při návrhu je nutné dbát na správnou volbu materiálu jednotlivých vrstev, což má zásadní vliv na funkci střechy. Každá skladba obsahuje hydroizolační vrstvu, vrstvu tepelné izolace, spádovou vrstvu, která může být řešena spádovými klíny z polystyrenu, či monolitickým betonem ve spádu. V dnešní době se projektanti snaží ze skladby odstranit mokrý proces, který betonem ve skladbě vzniká. Mokrý proces prodlužuje dobu výstavby. Jednoplášťová skladba taktéž obsahuje parotěsnou vrstvu. Některé skladby obsahují i separační vrstvu, expanzní vrstvu, aj. Základní typy skladeb jsou zobrazeny níže (*Obr. 1 - 3*). [4]



Klasické pořadí vrstev  
 hydroizolační vrstva  
 tepelná izolace se spádovými klíny  
 parotěsná vrstva  
 nosná konstrukce

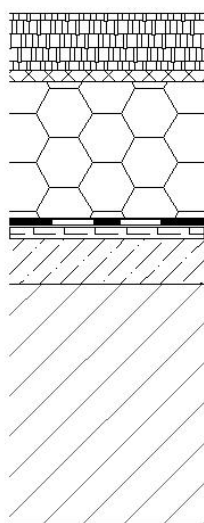
*Obr. 1: Skladba klasického pořadí vrstvy (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)*



Klasické pořadí vrstev  
 ochranná vrstva (zde případ bez ochranné vrstvy)  
 hydroizolační vrstva  
 expanzní vrstva  
 podkladní beton  
 separační vrstva  
 tepelná izolace  
 parotěsná vrstva  
 expanzní vrstva  
 spádová vrstva  
 nosná konstrukce

;

*Obr. 2: Skladba klasického pořadí vrstev (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)*



Obrácené pořadí vrstev  
 ochranná vrstva  
 separační vrstva  
 tepelná izolace  
 hydroizolační vrstva  
 expanzní vrstva  
 spádová vrstva  
 nosná konstrukce

*Obr. 3: Skladba obráceného pořadí vrstev (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)*

### 1.3 Dvouplášťové ploché střechy

Dvouplášťová střešní konstrukce se skládá z horního pláště, vzduchové mezery a dolního pláště. Základem správného návrhu je vytvoření jednoduchého konstrukčního řešení, kde je nutné si stanovit, jak se bude střešní plášť větrat. Konstrukční řešení není v této práci řešeno. V dnešní době se tyto typy střech navrhuji sporadicky. [5]

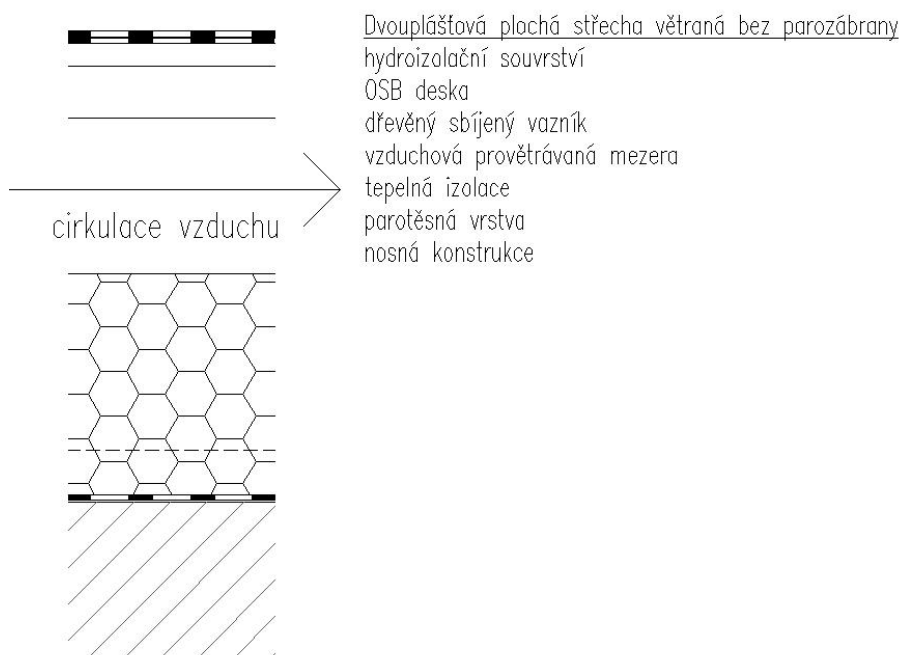
#### 1.3.1 Rozdělení dvouplášťové ploché střechy

Podle způsobu větrání

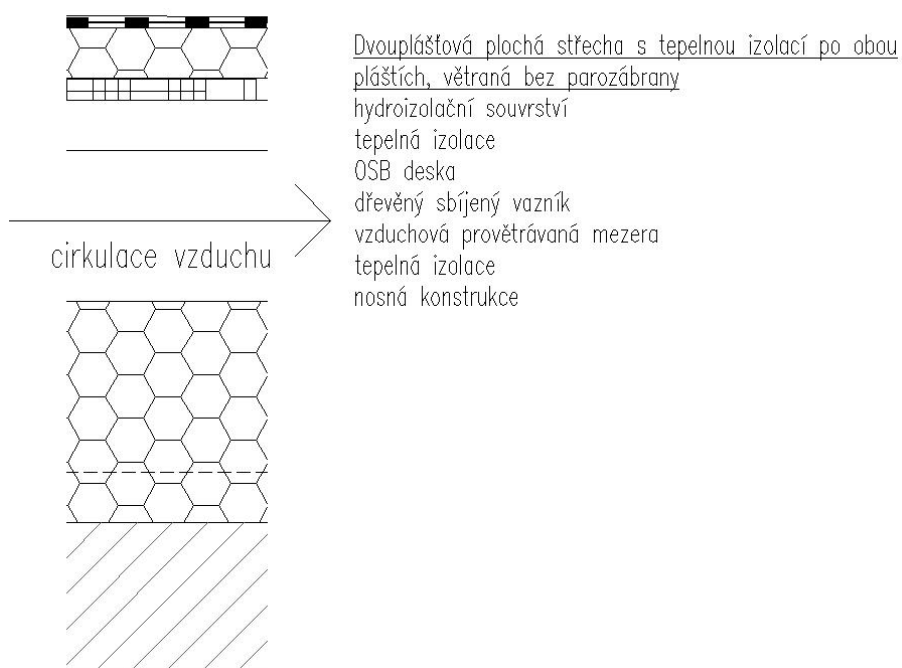
- větrané
- nevětrané

Rozšířenější jsou dvouplášťové střechy větrané. Nevětrané se navrhuji velice ojediněle. Typické skladby jsou zobrazeny níže. Skladba viz *Obr. 4*, může být řešena s parotěsnou vrstvou nebo bez parotěsné vrstvy. Skladba bez parotěsné vrstvy musí být vždy provětrávaná, aby mohl být kondenzát ve skladbě odveden mimo střechu větracími mezerami. Další skladba (*Obr. 5*) se vyznačuje zateplením obou plášťů. V dnešní době existuje řada dalších skladeb. [1]

### 1.3.2 Skladby



Obr. 4: Skladba dvouplášťové střechy, větraná s parozábranou (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)



Obr. 5: Skladba dvouplášťové střechy s tepelnou izolací po obou pláštích, větraná bez parozábrany (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

### 1.4 Provozní střechy

Provozní střechy umožňují využití jako pochůzná či pojízdná terasy, bazény, letní zahrady atd. Skladba bývá většinou jednovrstevná s klasickým uspořádáním

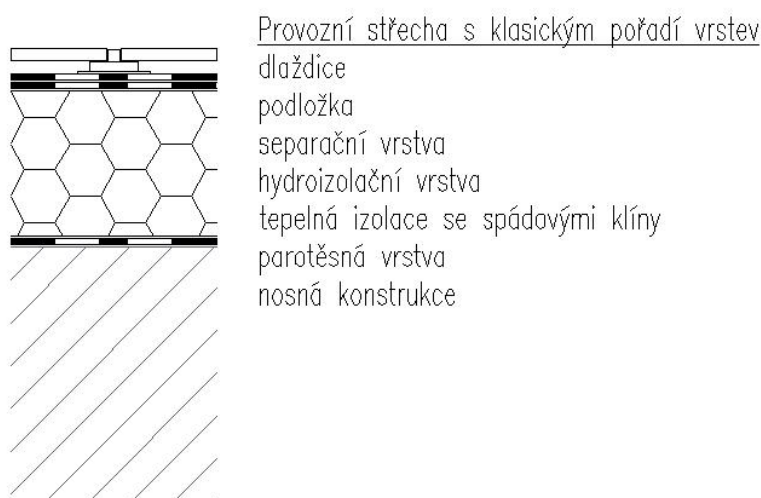
vrstev či s obráceným pořadím vrstev. Jen ve výjimečných případech se navrhuje střecha dvouplášťová jako provozní. Před samotným záměrem je nutné myslet na to, že provozní střechy jsou finančně nákladné a je zde ještě větší požadavek na kvalitu provedení než u výše popsaných střech.

#### 1.4.1 Rozdělení provozních plochých střech

- Pojížděné střechy
- Pochůzné střechy
- Střešní zahrady

Existuje nespočet skladeb provozních plochých střech. Níže je uvedena skladba (Obr. 6) s klasickým pořadím vrstev, která je vhodná např. na terasy. Tato část však není cílem bakalářské práce. [1]

#### 1.4.2 Skladby



Obr. 6: Provozní střecha s klasickým pořadím vrstev (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

#### 1.5 Základní požadavky na ploché střechy

Statické požadavky, akustická kritéria, kritéria na osvětlení a požadavky na požární bezpečnost nejsou v této práci řešeny. Při návrhu ploché střechy je však nezbytně nutné tyto požadavky a kritéria dodržet.

### 1.5.1 Požadavky na odvodnění

Jedním ze základních požadavků na plochou střechu je návrh odvodnění. Je nutné dodržovat následující kritéria:

- Každá střecha musí mít minimálně 2 střešní vtoky.
- Průměr vtoku by měl být větší než 100 mm (menší vtoky se ucpávají).
- Vtok by měl být opatřen ochranným košem proti splaveninám.
- Vzdálenost vtoku od atiky a od dalšího vtoku by neměla překročit 15 m.
- Vtoky musí být navrženy a umístěny tak, aby nenarušovali dispoziční řešení všech podlaží pod střešní konstrukcí.
- Oblast kolem vpusti musí být zapuštěna pod sousedící plochu.
- Skladby, v nichž se nachází parotěsná vrstva, musí být odvodněny dvoustupňovým vtokem pro odvodnění parotěsné vrstvy.

Při návrhu odvodnění střechy je doporučeno, aby se na střeše netvořily kaluže. Kaluže se obvykle tvoří při spádu menším než 3%. Voda v kombinaci s UV zářením může mít negativní vliv na povlakovou krytinu, což může vést k rozmnožování mikroorganismů a následně k degradaci povlakové krytiny. Kaluže za nerovnostmi tvořenými spoji hydroizolační vrstvy se považují za přípustné. Voda, která se zde zdržuje, by se měla během pár hodin při slunném počasí vypařit. Aby nedošlo k zadržování vody u prostupů typu komory vzduchotechniky, doporučuje se používat rozháněcí klíny. Kaluže způsobené špatně vyrovnaným podkladem, nesprávným kladením prvků nebo nesprávným řešením odvodnění jsou nepřipustné. [6]

### 1.5.2 Tepelně technické požadavky

Nezbytné pro návrh ploché střechy je posouzení z hlediska tepelné ochrany budov dle ČSN 73 0540-2. Ploché střechy jsou komplikované právě z hlediska tepelně technického chování, proto je nezbytné dodržovat všechny body výše uvedené normy. Zanedbání tohoto faktu může mít za následek degradaci střešního pláště. Problematické pro tyto střechy je zejména zimní období, kdy je možný výskyt úniků tepla z konstrukce. Tepelný tok v zimě je orientován z interiéru do exteriéru, v létě je to přesně naopak. Problémy s úniky tepla lze většinou vyřešit relativně snadno, a to zvětšením tloušťky tepelné izolace. Větším problémem je možné označit kondenzaci



vodní páry v konstrukci. Množství vodní páry, které v zimě difunduje ve střeše směrem z interiéru do exteriéru, kondenzuje v místě s nízkou teplotou a malou propustností. Takové místo je například styk hydroizolace a tepelné izolace. Posouzení šíření vodní páry v konstrukci je nezbytné provést u každého návrhu střechy a dle toho usoudit, zda bude střecha plnit bezvadně svou funkci.

Základem je určit správné okrajové podmínky pro danou konstrukci. Tím je myšlen zejména teplotní rozdíl mezi interiérem a exteriérem. Bez těchto údajů není možné určit součinitel prostupu tepla ani množství kondenzace v konstrukci. [1]

## **2 Závady na plochých střechách**

### **2.1 Zkoušky těsnosti hydroizolace**

Během provádění a po dokončení hydroizolačního souvrství je třeba kontrolovat, zda nedochází k poškození hydroizolace dalšími stavebními procesy, jako je například nevhodné skladování stavebních materiálů, vjezd či pojezd stavební mechanizace, používání nevhodných ochranných pomůcek (nevhodná obuv). Způsob kontroly a její rozsah závisí pouze na dohodě mezi objednatelem a dodavatelem hydroizolace. Provedení zkoušek těsnosti je velice důležité v případech, kde bude později část hydroizolační vrstvy zakryta konstrukcemi. Pro odhalení závad těsnosti hydroizolační vrstvy se používají zejména zkoušky těsnosti.

#### **2.1.1 Vizualní kontrola**

Vizuální prohlídka hydroizolací je základním typem kontroly. Každá kontrola těsnosti zpravidla začíná právě vizuální kontrolou. K jejímu uskutečnění není zapotřebí žádné speciální vybavení, ale jen patřičné zkušenosti kontrolující osoby.

U kontroly asfaltových pásů se dbá na to, zda nedošlo k pochybení při natavování, tím je myšleno obnažení nosné vložky pásu či vznik puchýřů a bublin. Dále se kontroluje spoj pásů mezi sebou a spojení s podkladem. V případě jakýchkoliv pochybností (např. dunění), je nezbytně nutné provést na daném místě destruktivním způsobem sondu a vyhodnotit danou situaci.

V případě fóliových hydroizolací se posuzuje celistvost plochy a vnější kvalita spojů po celé jejich délce. V místě spoje se dbá zejména na tvar a homogenitu svaru, přítomnost rýh a způsob zaválečkování. [7]

#### **2.1.2 Jiskrová zkouška**

Tato zkouška se používá zejména u fóliových hydroizolací. Při zkoušce se používá poroskop s elektrodou o napětí mezi 30 kV až 40 kV. Elektroda se táhne rychlostí zhruba 10 m/min nad povlakovou hydroizolací. Porucha hydroizolace se pozná přeskakováním jiskry mezi elektrodou a podkladem, což je indikováno opticky i akusticky. Spolehlivost zkoušky závisí na vodivosti zkoušeného materiálu. V případě, že je vrstva pod hydroizolací suchá (tím má malou vodivost), tak nelze tuto

zkoušku použít. Výsledkem zkoušky je určení vlhkosti ve skladbě střechy, nikoliv odhalení netěsností v hydroizolaci. [7]

### 2.1.3 Zkouška spojů jehlou (špachtlí)

Pro ověření spojitosti a mechanické pevnosti spoje se u fóliových hydroizolací provádí zkouška jehlou (*Obr. 7*). Její princip spočívá v tažení kovového hrotu jehly po spoji při současném mírném tlačení na jehlu. Zkouška slouží k ověření pevnosti a spojitosti spoje. Zkoušku je možno provést až po vychladnutí spoje (cca 15 minut po svaření).

Spoje asfaltových pásů se kontrolují tažením špachtle (*Obr. 8*) po spoji s vyvíjením mírného tlaku na špachtli proti spoji. Je nutné, aby teplota asfaltového pásu během zkoušky byla v rozmezí 10 °C – 20 °C. [8]



*Obr. 7: Zkouška jehlou (foto autor)*



*Obr. 8: Zkouška špachtlí (foto autor)*

### 2.1.4 Podtlaková zkouška zvonem

Vakuová zkouška zvonem patří mezi objektivní namátkové kontroly. Zkouška se provádí přikládáním speciálního průhledného zvonu o určitém tvaru na předem určený spoj hydroizolace. Základem této zkoušky je vakuové čerpadlo s manometrem, ke kterému je připojen trubicí zvon (*Obr. 9*). Čerpadlo během zkoušky vytvoří podtlak 0,02 MPa, tato hodnota by měla zůstat alespoň 10 sekund neměnná. Na povrch hydroizolace se nanese mýdlový roztok tzv. indikační kapalina. Pokud je spoj netěsný, vzniknou v místě bublinky. Pokud se bublinky netvoří, je možné spoj označit za těsný. Metoda se nehodí na rozsáhlé plochy kvůli své velké pracnosti. [7]



Obr. 9: Zvon (foto autor)

### 2.1.5 Tlaková zkouška těsnosti spojů

Tlaková zkouška je vhodná pro střešní pláště s foliovou hydroizolací. Spoje pro zkoušení musí být dvojitě a prováděné svářecím automatem. V místě detailů, kde není možné provést spoje svářecím automatem, musí být alespoň přeplátované. Měření lze uskutečnit minimálně po hodině provedení svaru. Pro tuto zkoušku se používá kompresor (zdroj stlačeného vzduchu), regulační ventil, zakončení s napichovací dutou jehlou a manometr. Zkoušený úsek se na obou koncích uzavře buď svarem, nebo stavěcími kleštěmi. Poté se pomocí zařízení natlakuje zkušební kanálek vzduchem. Tlak by měl být přímo závislý na teplotě materiálu. Měření by nemělo probíhat při teplotě vyšší než 60 °C. Po natlakování je stanovena zkušební doba na 10 minut, během které se sleduje stálost tlaku. Spoj je považován za těsný, pokud zkušební tlak po zkušební době nepoklesl více než o 10 %. Tato odchylka je tolerována na základě vlivu vnějšího prostředí. [7]

### 2.1.6 Dýmová zkouška

Ke zkoušce se používá zařízení SOLOTEST (Obr. 10), které tlakem vhání dým pod hydroizolaci. Zařízení se skládá z kompresoru, spojovacích hadic a rozebíratelné manžety, která se napojuje na hydroizolaci. Zkouškou je možné určit netěsnost o minimální velikosti 10 mm jen u jednovrstvých asfaltových pásů či hydroizolačních fólií. Systém je možné použít u hydroizolace mechanicky kotvené, nebo volně položené. Podmínkou pro provedení zkoušky je těsný spodní plášť zkoumané skladby, tj. například parozábrana či stropní konstrukce. Při zkoušce se plocha rozdělí na menší sektory o rozměrech 100 - 200 m<sup>2</sup>. Do středu sektoru se na hydroizolaci napojí

rozebíratelná manžeta, která se dále napojí propojovacími hadicemi na kompresor. Po zapnutí kompresoru se začne vhnět bílý dým pod hydroizolaci. Tento proces trvá přibližně 15 - 25 minut. Netěsnost se projeví vizuálně unikáním bílého dýmu z netěsného místa hydroizolace. [7]



Obr. 10: Zařízení SOLOTEST vytvářející dým (foto autor)

### 2.1.7 Zátopová zkouška

Zátopová zkouška se řadí mezi nejnáročnější zkoušky hydroizolace a je vhodná jen pro nové střešní pláště s nenasákavou střešní skladbou. Zkouška spočívá v řízeném zatopení hydroizolace a následné kontroly průniku vody do skladby střechy. Výsledkem zkoušky je ověření těsnosti hydroizolační konstrukce včetně detailů, spojů a plochy. Zátopová zkouška odhalí v konstrukci netěsnosti, ale nedokáže je přesně lokalizovat. K přesnému lokalizování netěsností slouží metody, které jsou popsány výše. Její provedení sebou nese velké riziko poškození střešního pláště i podstřešních prostorů. Zkoušku nelze použít, pokud se ve střešní skladbě vyskytuje tepelná izolace z minerálních vláken. Dále hrozí přetížení nosné konstrukce (v přípravné fázi zkoušky je nutná účast statika, protože je nutné si uvědomit, že 1 cm vody vyvolá zatížení  $0,1 \text{ kN/m}^2$ ) a porušení těsnosti odpadního potrubí při vypouštění vody ze střechy. Použití této zkoušky by mělo být krajním řešením, jak ověřit těsnost spojů.

V případě výskového členění střechy je nutné zátopovou zkoušku dělat po sektorech. Střecha se dělí na sektory pomocí dřevěných trámek, na které se napojí hydroizolace. Zkoušku není doporučeno dělat za deště a silného větru.

Postup zkoušky:

- 1) Očištění povrchu hydroizolace.

- 2) Zaslepení všech vtoků přířezem z hydroizolace.
- 3) V případě absence pojistného přepadu se jako přepad osadí provizorní trubka do jednoho z vtoků pro regulaci hladiny například při dešti, nebo silném větru.
- 4) Rozebrání skladby střešní konstrukce v oblasti vtoků a následné zřízení kontrolní šachty. Kolem rozebraného místa se vytvoří ohrazení ze dřevěných trámků, na které se napojí přířez z hydroizolace.
- 5) Napouštění zátopové vody. Je vhodné vytvořit souvislou hladinu o výšce cca 10 cm nad nejvyšším místem konstrukce.
- 6) Během zkoušky se monitoruje stav vody v kontrolní šachtě. Tento stav trvá 1 - 3 dny. Pro lepší identifikaci proniklé vody do kontrolní šachty se doporučuje vodu smíchat s potravinářským barvivem. Pokud je střecha členitá, doporučuje se používat různé barvy pro každou část.
- 7) Pokud během zkoušky nedojde k žádnému průsaku vody do kontrolní šachty, tak lze zkoušenou část střechy prohlásit za vodotěsnou a je možné začít s postupným vypouštěním zátopové vody odpadním potrubím.
- 8) Vypracování protokolu o průběhu zkoušky s vyhodnocením těsnosti střešního pláště. [8]

## **2.2 Zkoušení střešních pláštů na základě diagnostických metod**

Převážná část závad je způsobena opracováním konstrukčních detailů povlakové hydroizolace, čemuž se věnovala celá předešlá kapitola. K určení místa poruchy v ploše se využívají hlavně diagnostické metody, které jsou převážně nedestruktivní. Liší se stupněm přesnosti.

### **2.2.1 Impedanční defektoskopie**

Je metoda, která je založená na měření elektrické impedance ve spodních vrstvách střešního pláště pod hydroizolační vrstvou. K měření se využívají impedanční vlhkoměry. Principem je vytvoření střídavého elektrického pole mezi elektrodami na spodním líci přístroje a následný přenos nízkofrekvenčního signálu. Hloubka proniknutí signálu závisí na objemové hmotnosti materiálů. V případě pěnového polystyrenu to je cca 100 mm, u betonu to může být cca 20 mm. Metodu lze využívat celoročně, podmínkou je teplota vzduchu vyšší než 3 °C a relativně suchý povrch

měřené konstrukce. V případě menší teploty dochází ke změnám skupenství a výsledky měření jsou pak neobjektivní. Touto metodou lze určit pravděpodobný zdroj zatékání do stavební konstrukce, ale i podíl zatékání z detailů povlakové hydroizolace. Výstupem této metody je vlhkostní mapa, která udává pohled na celou konstrukci. Je doporučeno metodu doplnit sondami s následným vyhodnocením vlhkosti ve skladbě střešního pláště. [9]

### **2.2.2 Termografická defektoskopie**

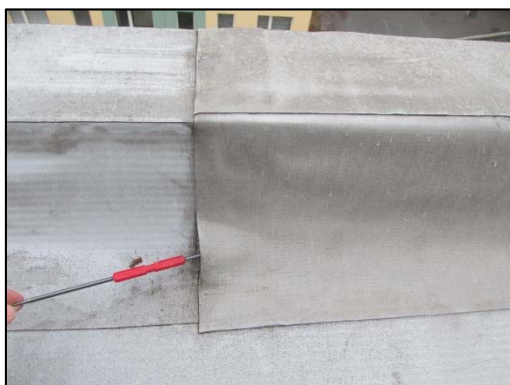
Termodiagnostika se řadí mezi nedestruktivní zkoušky. Stanovují se povrchové teploty předmětů, konstrukcích apod. Při termodiagnostických zkouškách se měří intenzita infračerveného světla, které měřené subjekty vyzařují. Zkouška se provádí termografickou kamerou a jejím výsledkem je termogram, což je digitální obraz teplotního pole. Měření je možné provádět zejména v zimě a je nutné dbát na to, aby na střeše nebyla sněhová pokrývka či stabilizační vrstva střešního pláště. Očekává se, že vnitřní prostor je vytápěný na pokojovou teplotu. Měření probíhá před východem slunce, aby nedocházelo ke změnám teploty povrchu. Základním předpokladem je teplotní rozdíl mezi vzduchem interiéru a exteriéru. Teplotní rozdíl by měl být alespoň 20 °C. Měření probíhá přímo na střeše, kde se střešní plášť snímá termografickou kamerou a zároveň se označují místa, která na displeji kamery vykazují nestejnorožnost. Plocha, která vyazuje „teplá místa“ může obsahovat vlhkost. Dalším důvodem „teplých míst“ může být špatné provedení tepelné izolace, což má za následek vznik tepelných mostů. Tato metoda se několik posledních let setkává s určitým úspěchem. [10]

## 2.3 Příklady poruch na ploché střeše

Vlhkostní poruchy či poruchy hydroizolačního souvrství tvoří přibližně 75 % všech závad na ploché střeše. Pro správnou funkci plochých střech musí být dodrženy 3 základní zásady – navrhování, materiály, provedení. [11]

### 2.3.1 Jednoplášťová plochá střecha bytového domu s hydroizolační vrstvou z PVC fólie č. 1

Byla provedena namátková kontrola těsnosti spojů hydroizolační PVC fólie pomocí zkušební jehly a zkontrolování provedení detailů střechy. Netěsnosti spojů se nacházely poblíž atiky střechy (*Obr. 11, Obr. 12*). Další problém byl v provedení opracování prostupu a to v napojení fólie na odvětrání vzduchotechniky. Zde chyběla stahovací objímka (*Obr. 13*). Kolem komory vzduchotechniky se lokálně tvořily kaluže. To bylo zřejmé z map, které se na střeše vyskytovaly v době pořízení fotografie (*Obr. 14*).



*Obr. 11: Netěsný spoj hydroizolační fólie (foto autor)*



*Obr. 12: Netěsný spoj hydroizolační fólie (foto autor)*



*Obr. 13: Netěsnost v opracování prostupu (foto autor)*

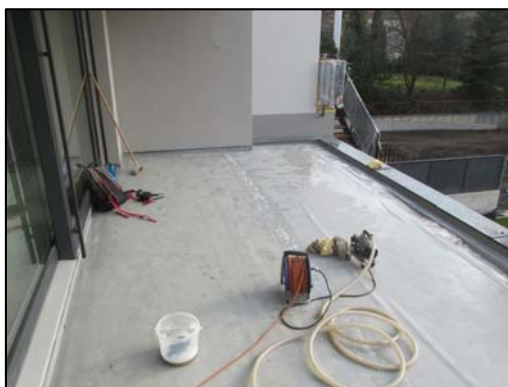


*Obr. 14: Mapy po kalužích kolem komor vzduchotechniky (foto autor)*



### 2.3.2 Jednoplášťová plochá střecha novostavby s hydroizolační vrstvou z PVC fólie č. 2

Na řešené střeše (Obr. 15) byla provedena zkouška těsnosti spojů hydroizolačního souvrství. Na místě byla použita podtlaková zkouška zvonem. Průběh zkoušky je popsán v kapitole 2.1.4. Na střeše bylo zjištěno i nevhodné opracování sloupu (Obr. 16) a zakončení u stěny (Obr. 17). Na místě bylo zjištěna řada netěsností. Ihned po zkoušce bylo netěsné místo zapraveno přířezem z PVC fólie (Obr. 18).



Obr. 15: Pohled na řešenou část střechy (foto autor)



Obr. 16: Nesystematicky řešené opracování sloupu (foto autor)



Obr. 17: Vadné zakončení u stěny (foto autor)



Obr. 18: Závěrečné zapravení přířezem z PVC fólie (foto autor)

### 2.3.3 Jednoplášťová plochá střecha bytového domu s hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů č. 3

Bylo provedeno namátkové zkontrolování těsnosti spojů hydroizolačního souvrství z asfaltových pásů špachtlí. Zkouška ukázala řadu opakujících se netěsností na řešené střechě jak v ploše, tak i v detailech. Jednalo se zejména o nedokonalé a plnoplošné navaření pásu k podkladu (Obr. 19). Další vadou bylo nedokonalé provedení detailů poblíž vzduchotechniky (Obr. 20).



Obr. 19: Netěsný spoj asfaltových pásů (foto autor)



Obr. 20: Nesvařený spoj asfaltových pásů (foto autor)

Na svislé části střechy došlo k odtržení asfaltových pásů od podkladu. Podle stavu asfaltových pásů bylo zjištěno nedokonalé navaření jednotlivých vrstev asfaltových pásů (Obr. 21, Obr. 22).



Obr. 21: Održení asfaltového podkladu od povrchu (foto autor)



Obr. 22: Održení asfaltového podkladu od povrchu (foto autor)

### 2.3.4 Jednoplášťová plochá střecha administrativní budovy s hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů č. 4

Bylo provedeno namátkové zkontrolování těsnosti spojů hydroizolačního souvrství vizuální zkouškou. Zkouška ukázala řadu opakujících se netěsností a vad provedení. Po celém obvodu napojení na stěnu bylo zjištěno netěsné ukončení hydroizolace (Obr. 23). V minulosti byla pravděpodobně snaha lokálně spoj dvou pásů na svislé stěně přeplátovat přířezem asfaltového pásu. Důsledkem špatně provedeného zakončení na stěně je degradace obkladu (Obr. 25). Dále byla zjištěna lokální netěsnost spoje asfaltových pásů. Při stlačení spoje dvou pásů vytékala z tohoto spoje srážková voda (Obr. 24). Dalším problémem bylo zakončení hydroizolační vrstvy na komoře vzduchotechniky (Obr. 26).



Obr. 23: Napojení asfaltového pásu na stěnu (foto autor)



Obr. 24: Vadné spojení asfaltových pásů (foto autor)



Obr. 25: Napojení asfaltového pásu na stěnu, degradace keramického obkladu (foto autor)



Obr. 26: Napojení asfaltového pásu na komoru vzduchotechniky (foto autor)



### 2.3.5 Jednoplášťová plochá střecha školní jídelny s hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů č. 5

Průzkum střechy byl zahájen vizuální zkouškou. Na celé střeše se vykytovaly 4 střešní vtoky. Dva vtoky, které měly odvodňovat zhruba polovinu střechy, byly nefunkční. První vtok byl zanesen nečistotami, které se ke vtoku naplavily (*Obr. 27*). Druhý vtok v době průzkumu byl též zanesen z důvodu absence ochranného koše (*Obr. 28*).



*Obr. 27: Zanesený vtok (foto autor)*



*Obr. 28: Vyčištěný vtok bez ochranného koše (foto autor)*

### 3 Návrh správného provedení

V kapitole 2.3 bylo na fotografiích poukázáno na často opakující se chyby. Těmto chybám se lze poměrně snadno vyvarovat. Základem úspěchu je vypracovat správně projektovou dokumentaci. Součástí projektové dokumentace pro provedení stavby by měly být stavební detaily s materiálovým řešením. [12]

Níže vypracované detaily nejsou realizační dokumentací. V detailech chybí specifikace materiálů. Detaily na stupni provedení stavby jsou uvedeny v příloze č. 4, která je součástí projektu řešeného v kapitole 4.

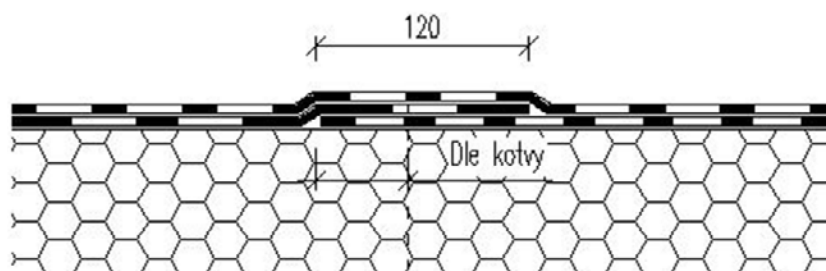
V rámci zpracování detailů jsou zpracovány různé typy střech s různým typem povlakové krytiny a k nim vázané detaily. V případě, že je zpracovaná jednoplášťová střecha s hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů a PVC fólií, tak už je dvouplášťová střecha nakreslena jen s jedním typem hydroizolačního souvrství. Např. atika viz *Obr. 31* je jednoplášťová s hydroizolačním souvrstvím s asfaltovými pásy. Atika viz *Obr. 32* je též jednoplášťová s hydroizolačním souvrstvím z PVC fólií. *Obr. 33* znázorňuje detail atiky u dvouplášťové střechy. Pokud by byla tato střecha řešena s PVC fólií, tak lze vycházet z detailů hydroizolace jednoplášťové střechy s touto fólií (*Obr. 32*).

#### 3.1 Detail spojení hydroizolační vrstvy

##### 3.1.1 Geometrie spoje z asfaltového pásu

Zásady:

- Překrytí pásů musí být minimálně 8 cm v podélném spoji a 10 - 12 cm v příčném spoji (*Obr. 29*).
- Podélný spoj je vymezen přesahovým pruhem bez posypu.
- V případě překrytí pásů do tvaru T je doporučeno roh spodního pásu šikmo v šířce spoje zaříznout.

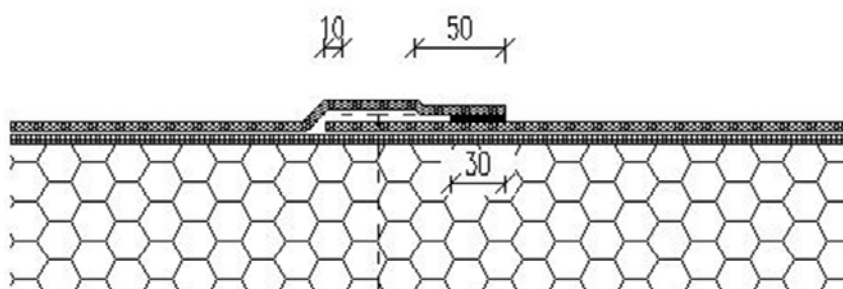


Obr. 29: Geometrie spoje z asfaltového pásu (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

### 3.1.2 Geometrie spoje z PVC fólií

Zásady:

- Šířka svaru musí být minimálně 30 mm.
- Přeložení fólie by mělo být minimálně 50 mm, v případě kotvy v místě spoje je nutné uvažovat 50 mm od kotvy ke konci svaru, šířku kotvy a vzdálenost zalomení od kotvy tj. 10 mm.
- Spoj musí být naprosto těsný, během svařování je nutné kontrolování těsnosti jehlou. [13]



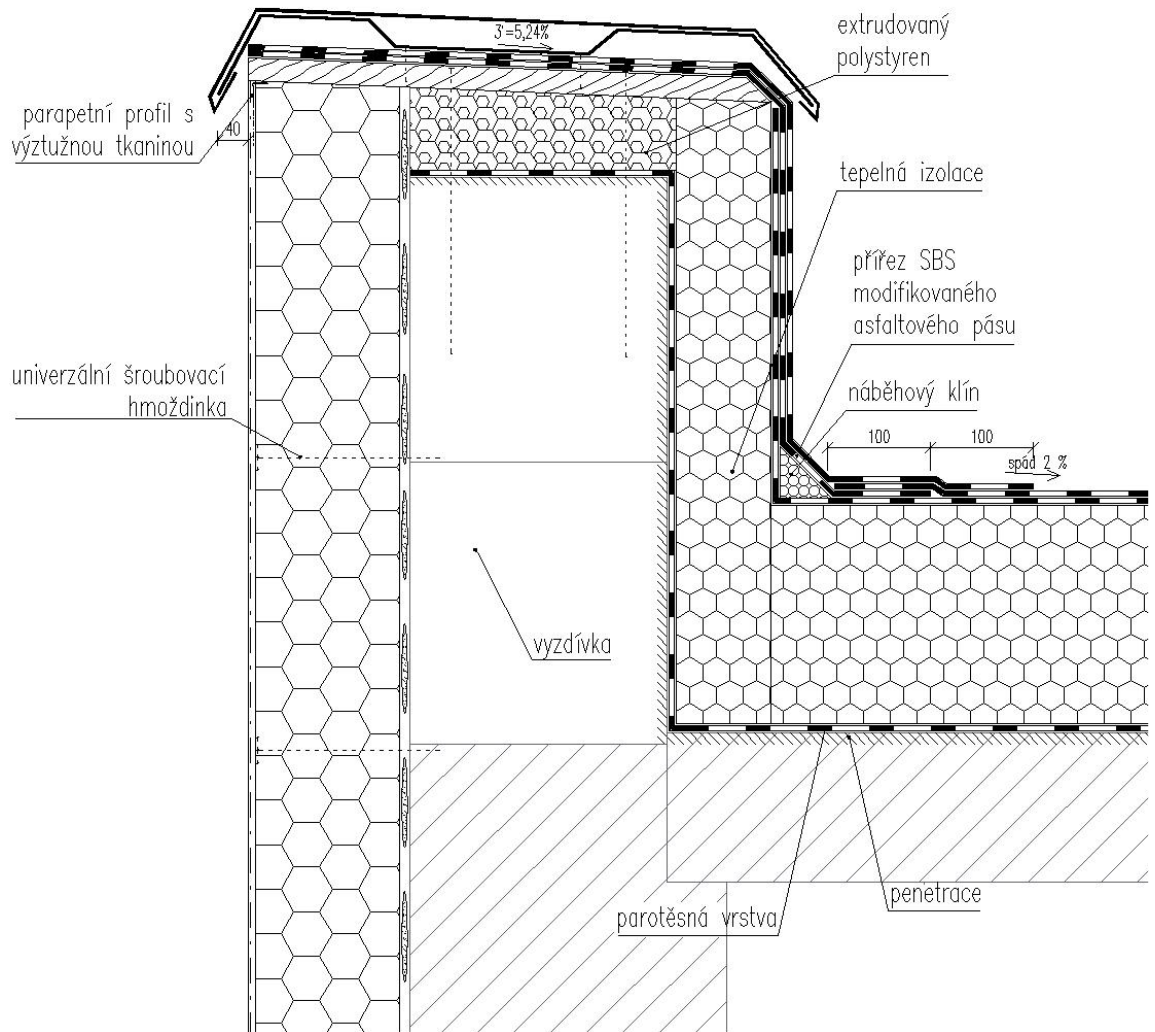
Obr. 30: Geometrie spoje z PVC fólií (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

### 3.2 Detail atiky

Zásady:

- Hydroizolační vrstva by měla být vytažena až k vnější straně atiky.
- Koruna atiky by měla být u asfaltových pásů vždy oplechována, u PVC fólií může být oplechována, nebo kryta fólií ukončenou liště z poplastovaného plechu.
- Spád koruny atiky musí být nejméně 3° směrem do plochy střechy.
- Přesah oplechování nebo přesah lišty z poplastovaného plechu koruny atiky na vnější stranu musí být nejméně 30 mm.
- Parotěsná vrstva by měla být vyvedena minimálně až po vnitřní okraj koruny atiky.
- V případě, že parotěsná vrstva plní zároveň funkci pojistné hydroizolační vrstvy, tak musí být vyvedena do výšky nejméně 80 mm.
- Při použití asfaltových pásů musí být přechod mezi vodorovnou hydroizolační částí a svislou částí atiky zajištěn náběhovým klínem z tepelné izolace, avšak za použití PVC fólií musí být použita koutová lišta z poplastovaného plechu.
- Je nutné koutovou lištu kvalitně stabilizovat a přikotvit. Kotvení se provádí zejména do svislé části atiky.
- V případě, že atika je nižší než 500 mm není nutné PVC fólii kotvit, asfaltový pás je nutné celoplošně natavit k podkladu.
- U atik s větší výškou je nutné po každých 500 mm kotvit PVC fólii k poplastovaným lištám. Asfaltové pásy je opět nutné natavovat celoplošně k podkladu. [13]

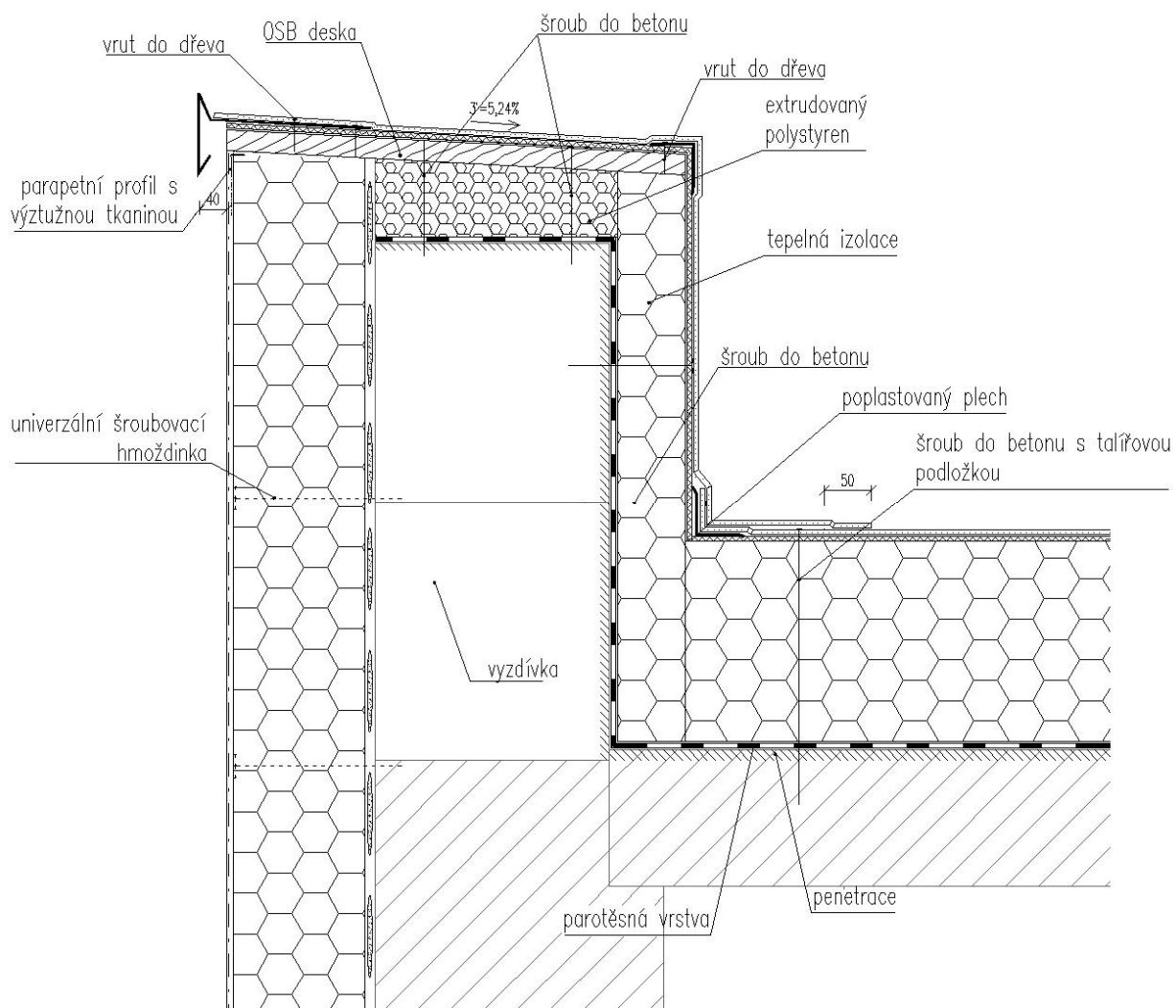
### 3.2.1 Jednoplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy



Obr. 31: Detail atiky jednoplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

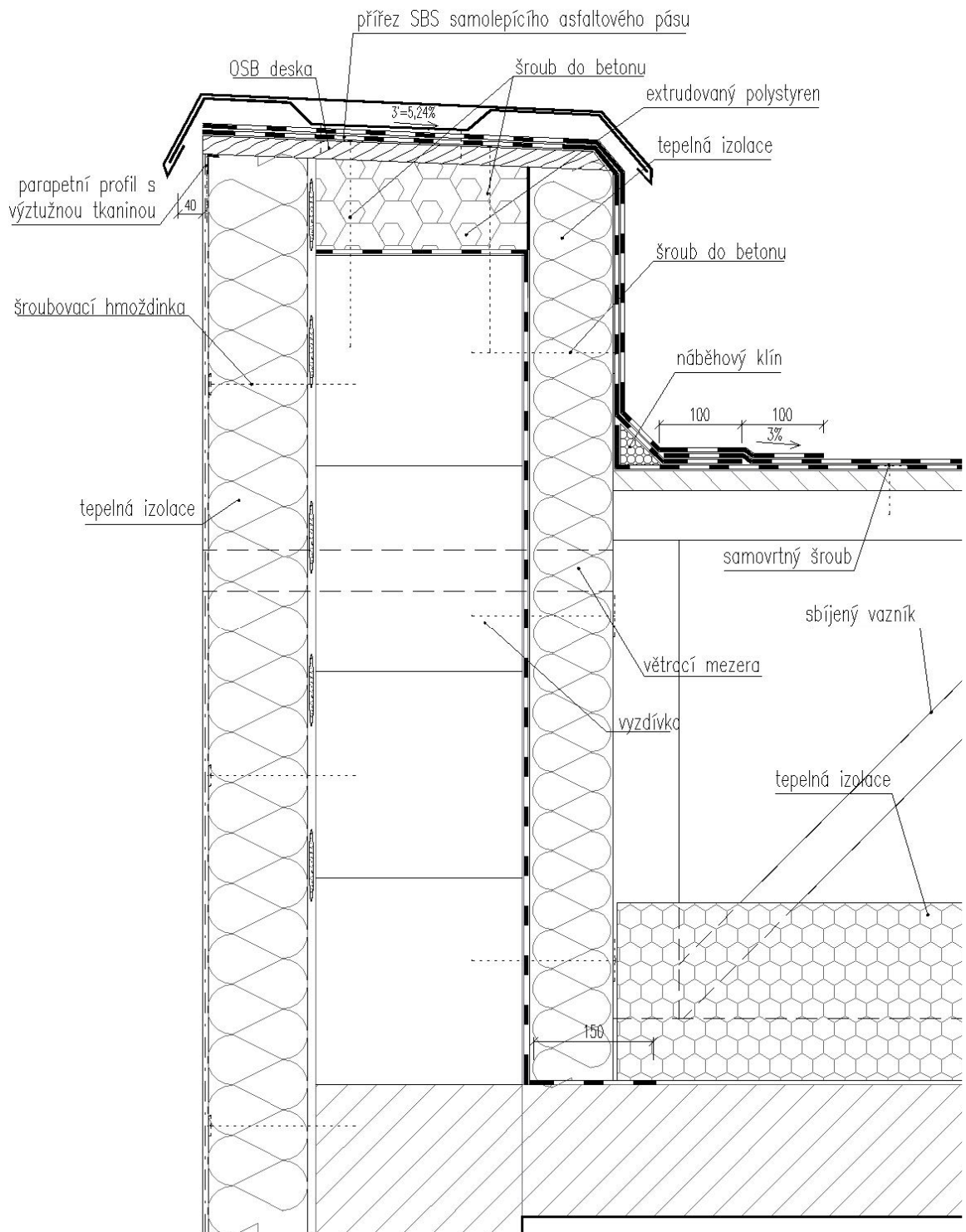


### 3.2.2 Jednoplášťová plochá střecha s PVC fólií



Obr. 32: Detail atiky jednoplášťové ploché střechy s PVC fólií (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

### 3.2.3 Dvouplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy



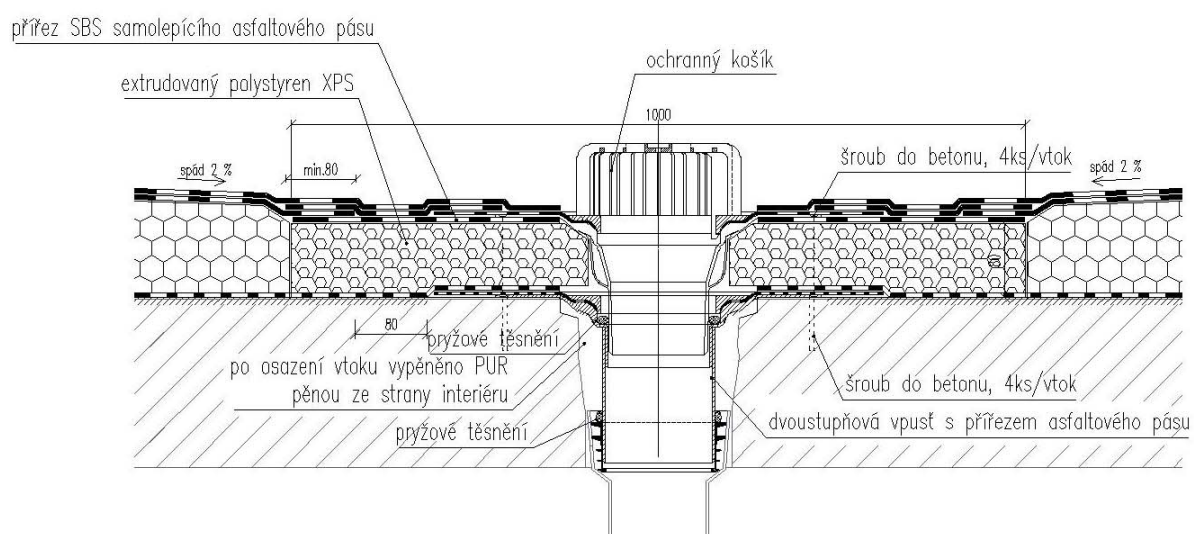
Obr. 33: Detail atiky dvouplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

### 3.3 Detail vtoku

Zásady:

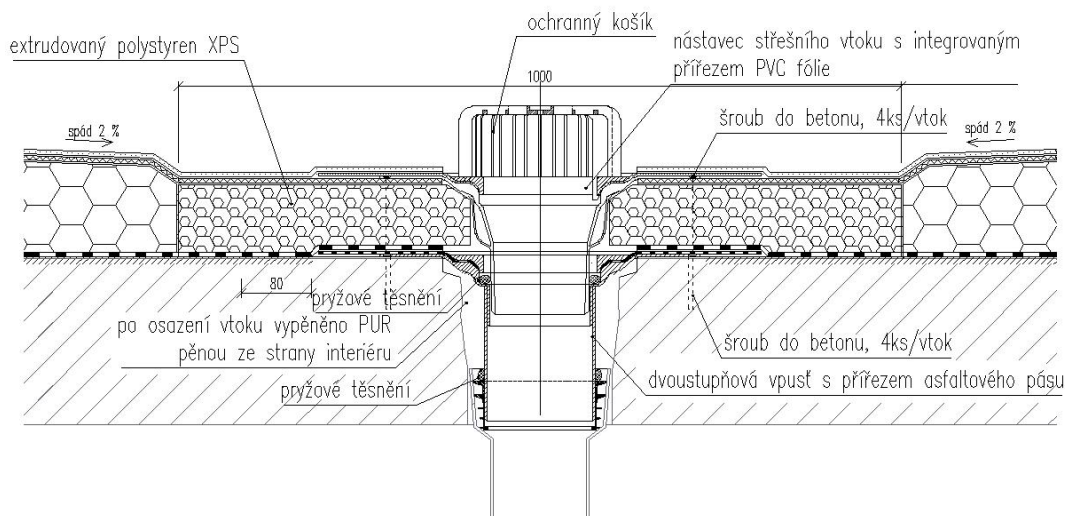
- Vnitřní vtok musí být v nejnižším položeném místě řešené střechy.
- Místo vtoku by mělo být řešeno snížením tloušťky izolace v bezprostředním okolí vtoku (přibližně se jedná o rozměr 1 m x 1 m – vychází se z rozměru tepelné izolace)
- Vtok musí být uložen na pevném a rovném podkladu, např. extrudovaný polystyren.
- Těleso vtoku musí být pevně přichycen k podkladu. Přichycení závisí na druhu tělesa vtoku.
- Vzdálenost vtoku od stěn a dalších konstrukcí musí být dostatečná pro osazení tělesa vtoku. Je nutné brát v úvahu budoucí údržbové práce. Vtok by měl být dobře přístupný.
- Vtok musí být chráněn ochranným košíkem proti nečistotám.
- Každá střecha musí obsahovat nejméně dva střešní vtoky. [13]

#### 3.3.1 Jednoplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy



Obr. 34: Detail vtoku jednoplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

### 3.3.2 Jednoplášťová plochá střecha s PVC fólií



Obr. 35: Detail vtoku jednoplášťové ploché střechy s PVC fólií (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

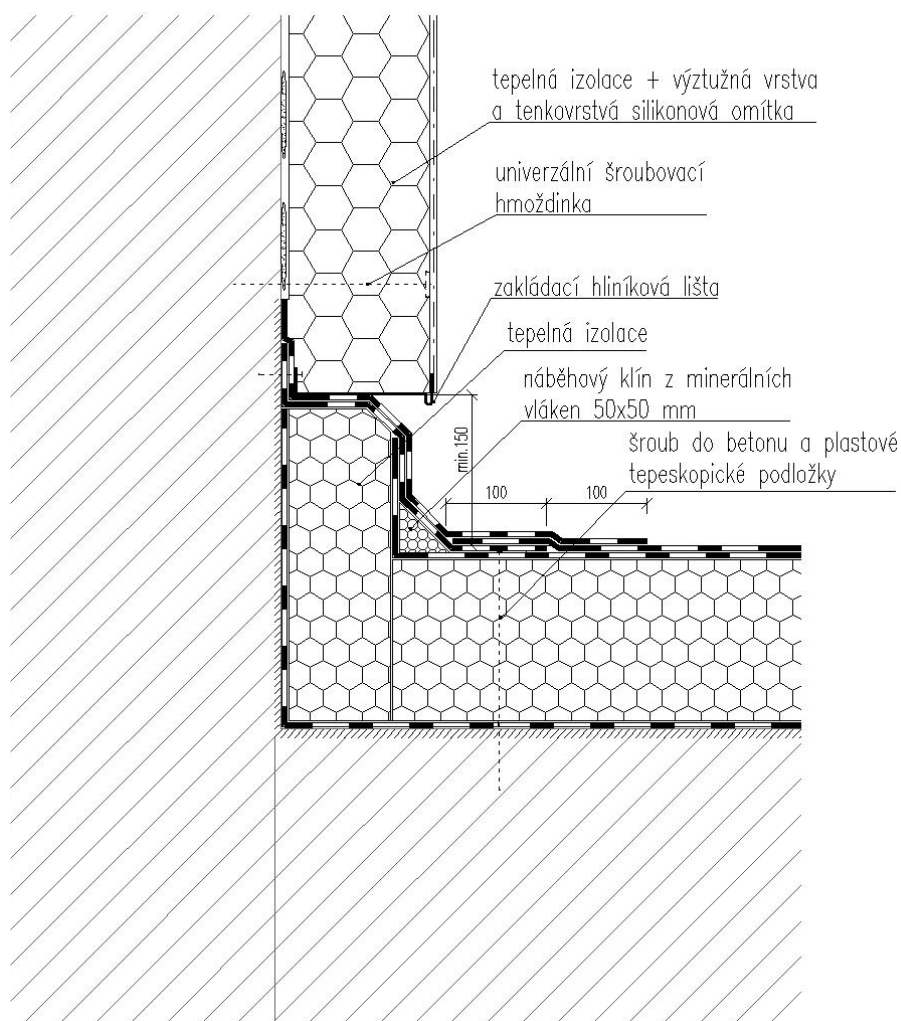
### 3.4 Detail napojení na stěnu

Zásady:

- Spoje oplechování se provádí dle ČSN 73 3610 - Navrhování klempířským konstrukcí.
- Parotěsná vrstva musí být vyvedena nejméně do úrovně hranice svislé tepelné izolace na stěně.
- V případě, že parotěsná vrstva plní zároveň funkci pojistné hydroizolační vrstvy, tak musí být vyvedena do výšky nejméně 80 mm.
- Při použití asfaltových pásů musí být přechod mezi vodorovnou hydroizolační částí a svislou částí atiky zajištěn náběhovým klínem z tepelné izolace, avšak za použití PVC fólií by měla být použita koutová lišta z poplastovaného plechu.
- PVC fólie z vodorovné plochy je nutné zvednout na stěnu do výšky nejméně 50 mm, avšak doporučeno je 150 mm. Fólie se přitlačí koutovou lištou do kotvenou ve stěně. Další možnost je napojení PVC fólie z vodorovné plochy na plochu předem připravenou.
- Stěna přilehlá ke střeše musí být do výšky min. 150 mm opatřena povrchovou úpravou proti stékající a odstříkující vodě.

- V případě, že není povrchová úprava odolná proti výše zmíněným vlivům, tak musí být hydroizolační vrstva vytažena minimálně 150 mm nad povrch hydroizolační plochy.
- Ukončení hydroizolační vrstvy se provádí u asfaltových pásů pomocí přítlačné lišty s následným přetmelením lišty. U fólií se ukončení provede pomocí poplastované lišty na níž je fólie navařena. [13]

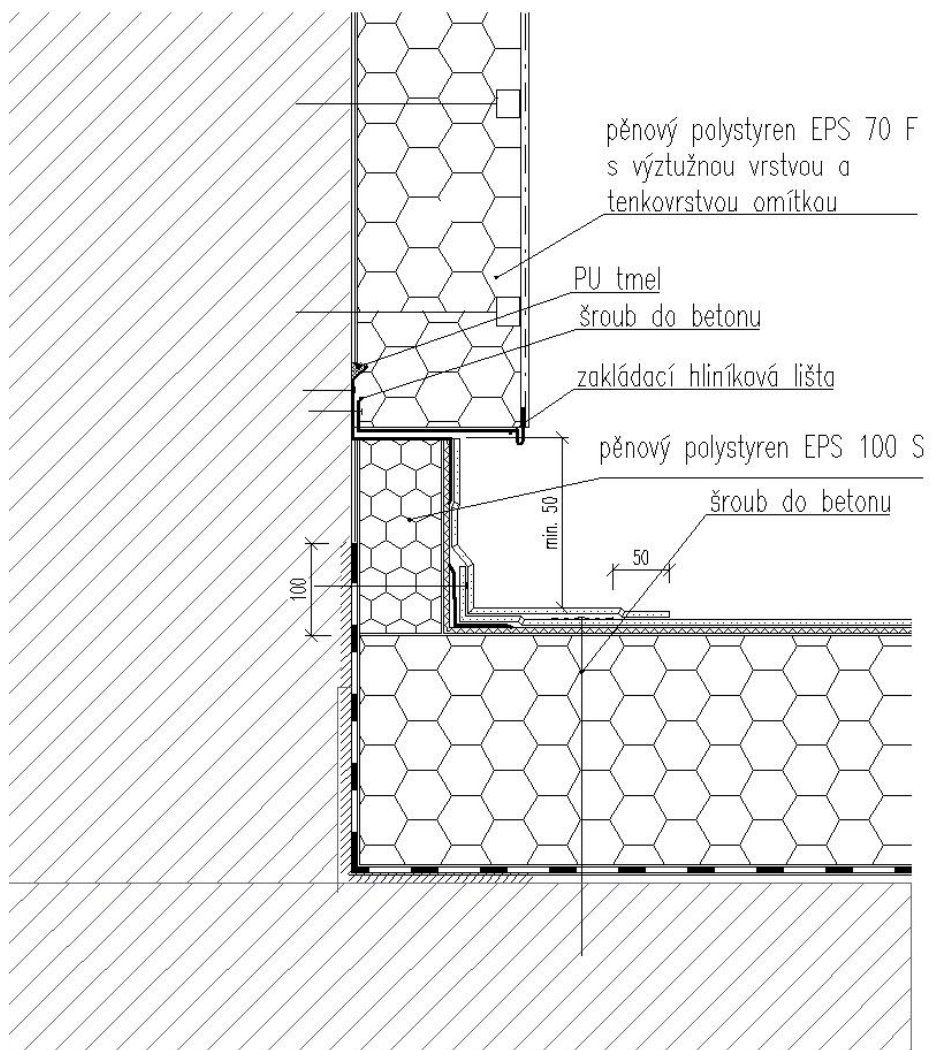
### 3.4.1 Jednoplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy



Obr. 36: Detail napojení na zateplenou zeď jednoplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

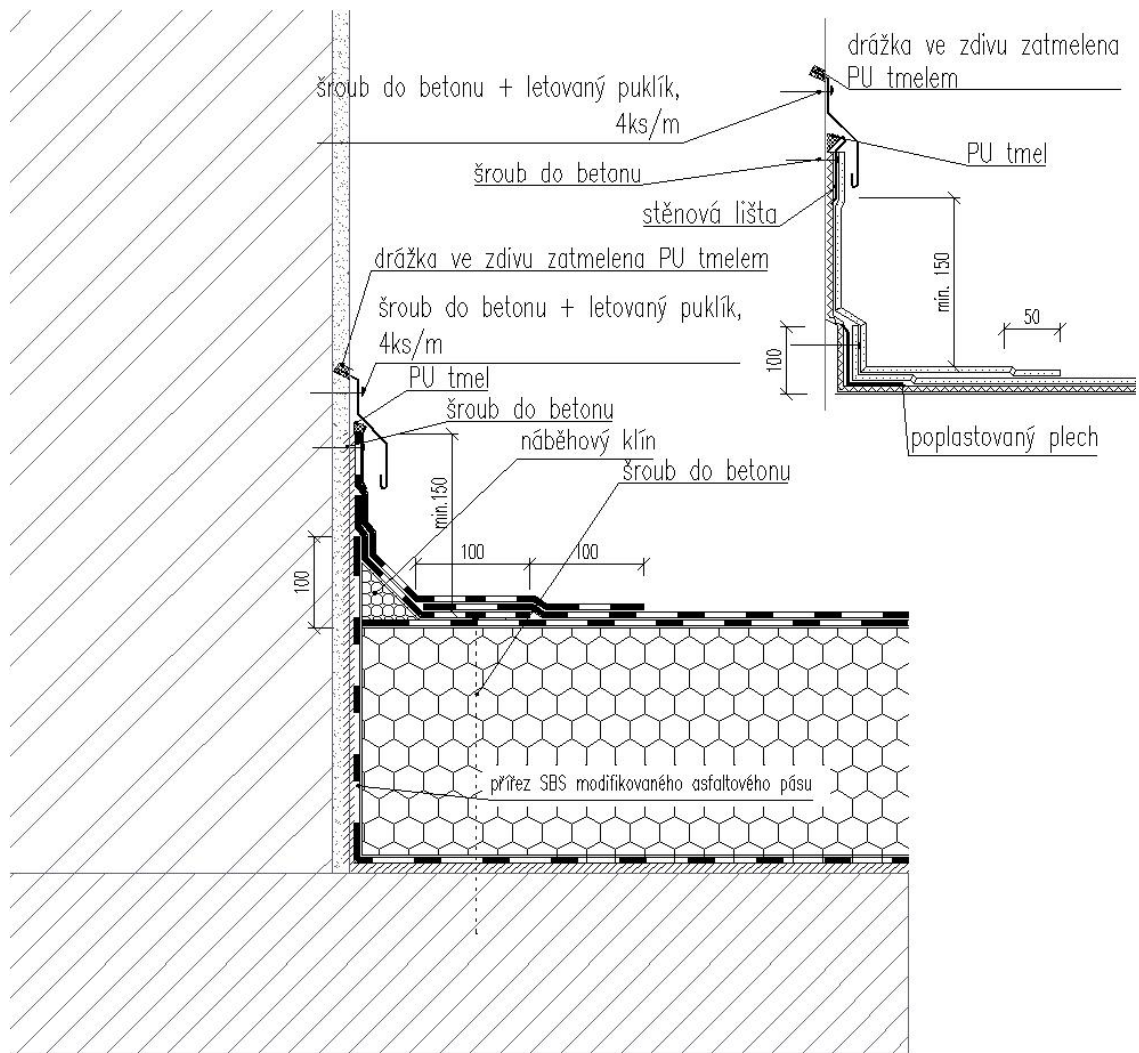


### 3.4.2 Jednoplášťová plochá střecha s PVC fólií



Obr. 37: Detail napojení na zateplenou zeď jednoplášťové ploché střechy s PVC fólií (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

### 3.4.3 Jednoplášťová plochá střecha s asfaltovým pásem a PVC fólií



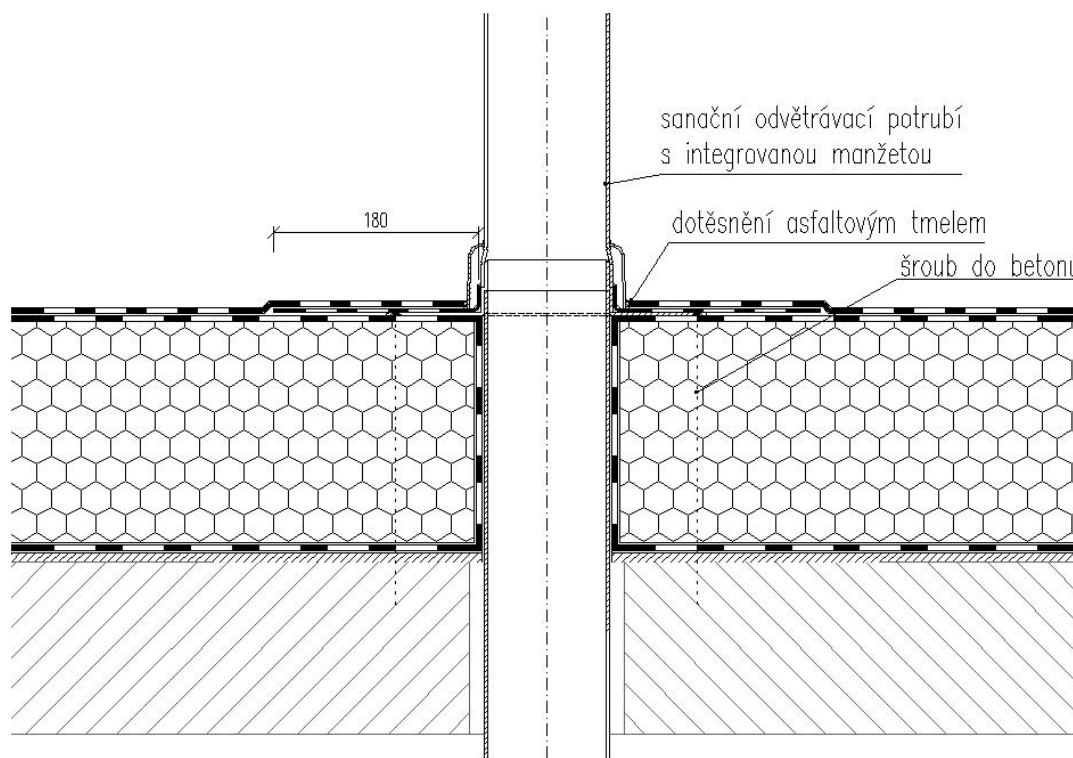
Obr. 38: Detail napojení na nezateplenou zeď jednoplášťové ploché střechy s PVC fólií a asfaltovými pásy (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

### 3.5 Detail prostupu

Zásady:

- Varianta s asfaltovými pásy je na obrázku 38 řešena pomocí speciální tvarovky s integrovanou manžetou.
- Druhá varianta s PVC fólií je na obrázku 39 řešena pomocí objímky, kdy se fólie vytáhne minimálně 150 mm nad plochu hydroizolační vrstvy.
- V případě objímky je nutné objímku správně přitáhnout a konce PVC fólií zatmelit polyuretanovým (PU) tmelem.
- V případě asfaltových pásů se doporučuje vždy používat speciální tvarovky. U PVC fólií jsou možné obě varianty. [13]

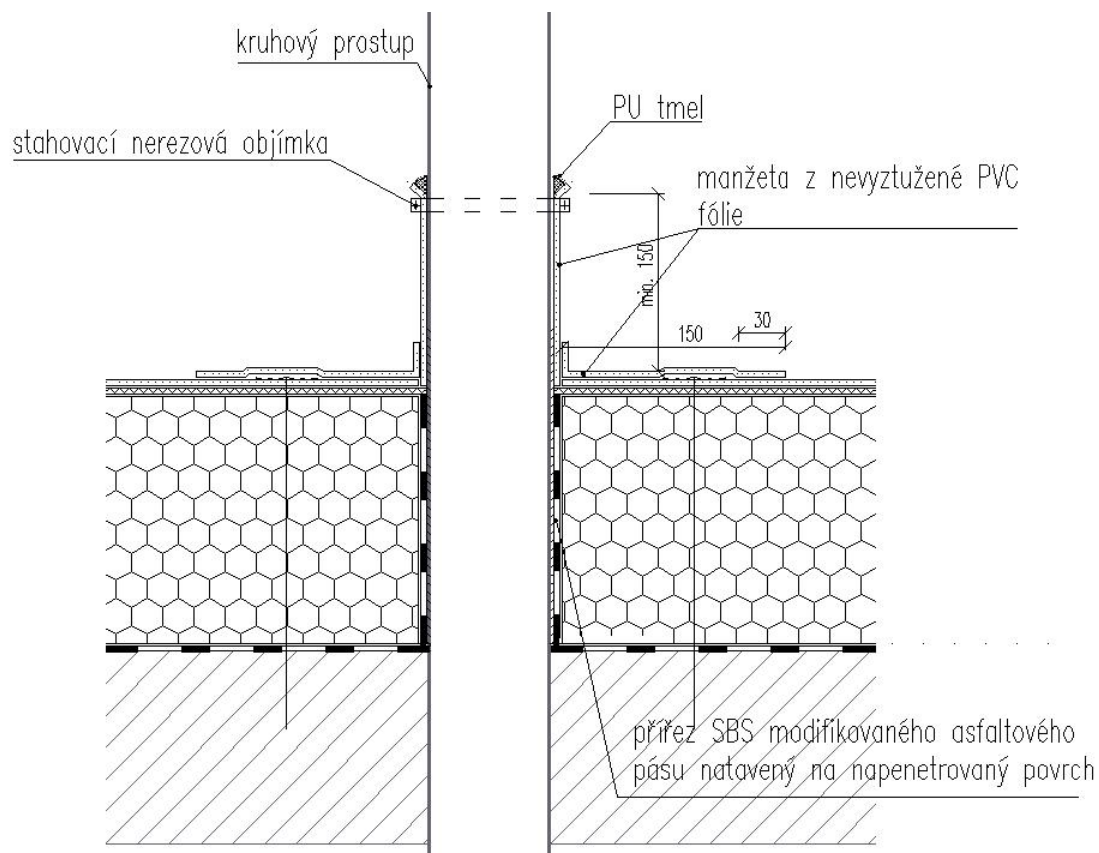
#### 3.5.1 Jednoplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy



Obr. 39: Detail prostupu jednoplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)



### 3.5.2 Jednoplášťová plochá střecha s PVC fólií



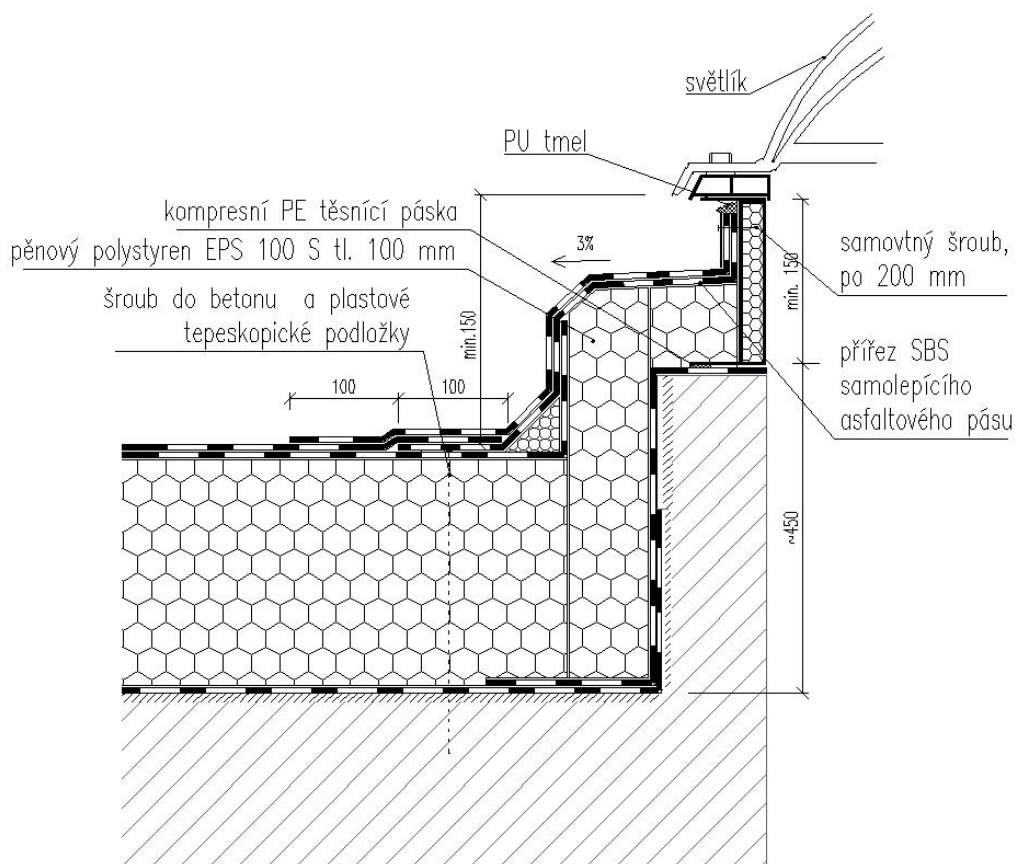
Obr. 40: Detail prostupu jednoplášťové ploché střechy s PVC fólií (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

### 3.6 Detail světlíku

Zásady:

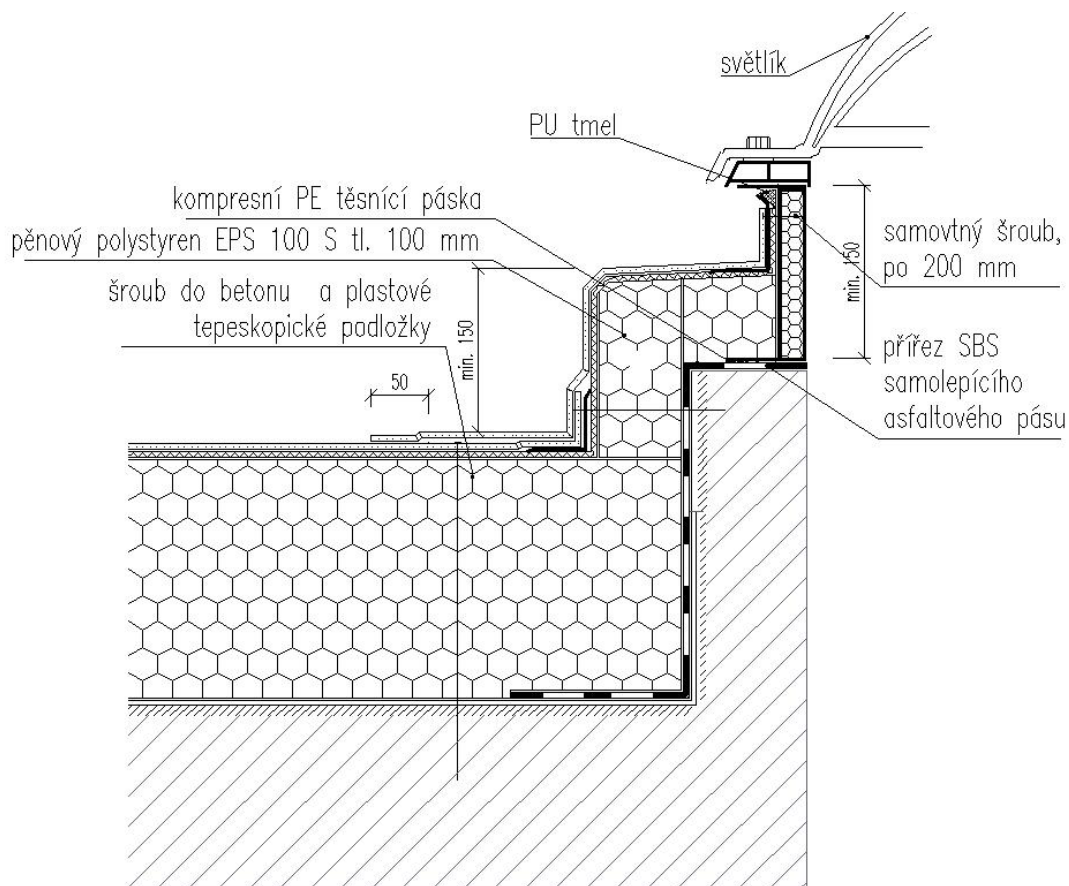
- Hlavní zásady jsou zde podobné jako u řešení atiky.
- Je nutné používat osvědčený světlík či střešní výlez.
- Styk světlíku je nutné zatmelit PU tmelem.

#### 3.6.1 Jednoplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy



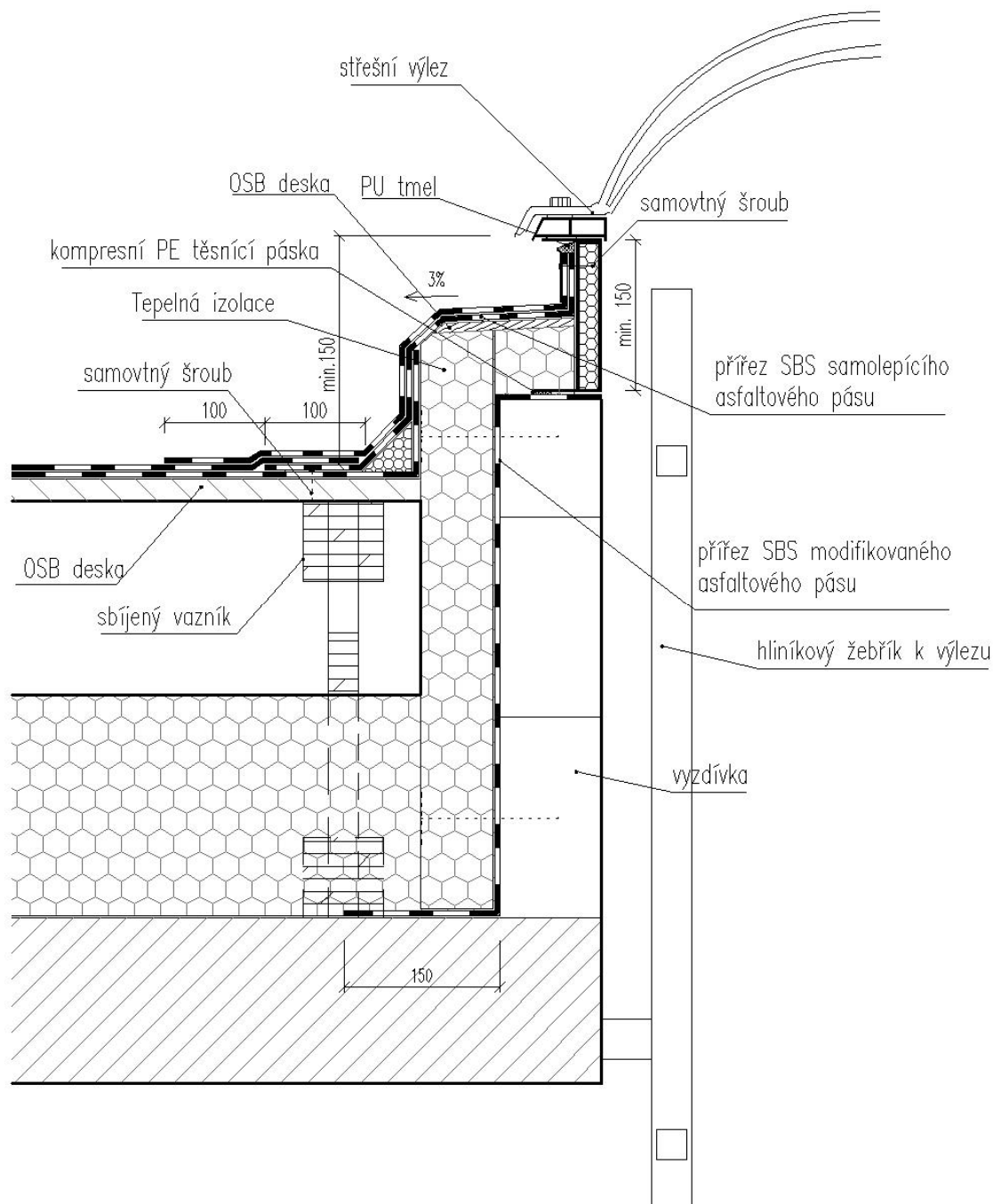
Obr. 41: Detail světlíku jednoplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

### 3.6.2 Jednoplášťová plochá střecha s PVC fólií



Obr. 42: Detail světlíku jednoplášťové ploché střechy s PVC fólií (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

### 3.6.3 Dvouplášťová plochá střecha s asfaltovými pásy



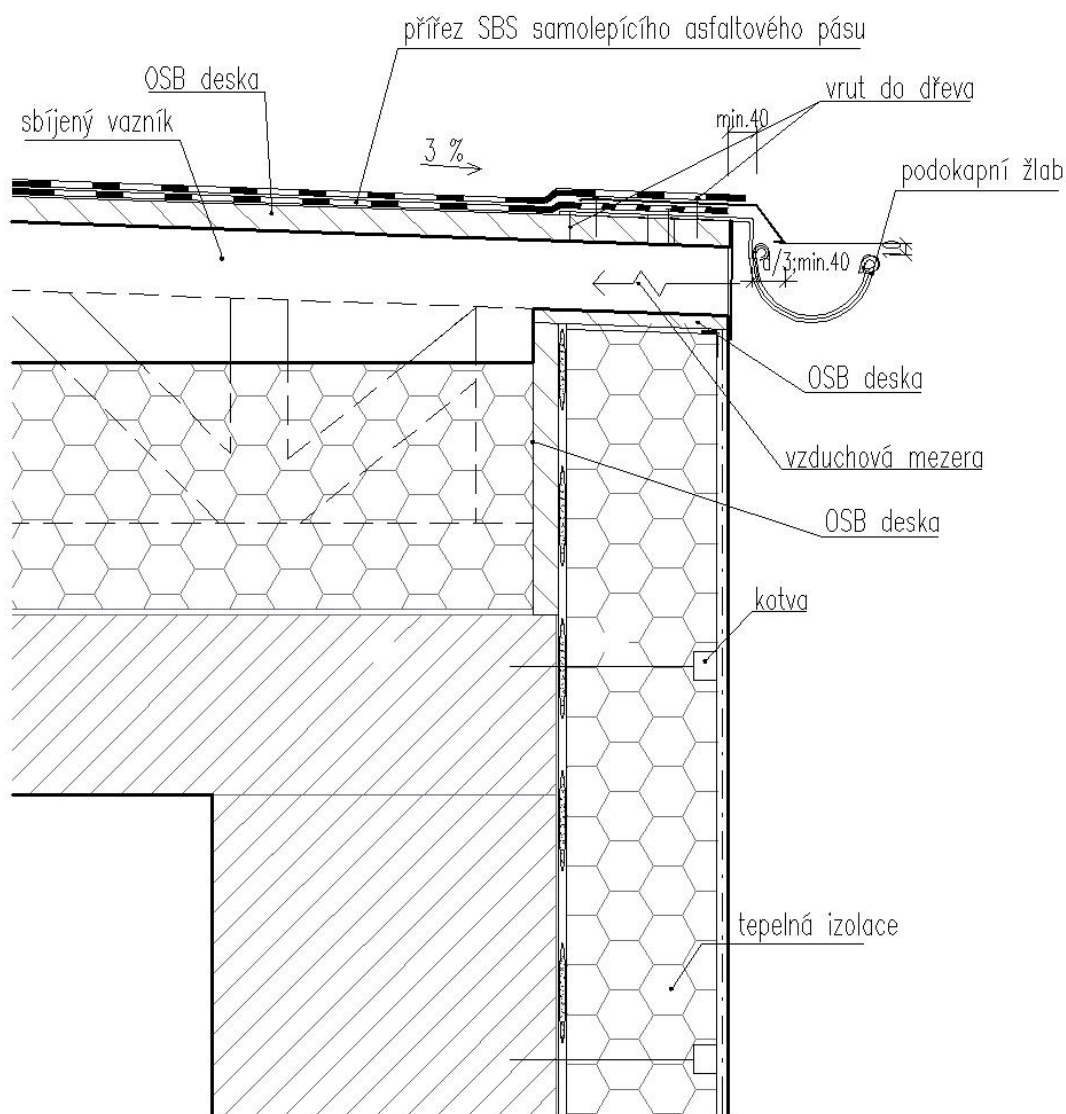
Obr. 43: Detail výlezu dvouplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

### 3.7 Detail okapu

Zásady:

- Hydroizolační vrstva musí být ukončena na okraji plochy okapního plechu.
- Okapní plech je nutné uložit na pevný a rovný povrch, např. OSB desky.
- Vnější okraj žlabu musí být uložen níže než vnitřní okraj žlabu a to nejméně o 10 mm. [13] [14]

#### 3.7.1 Dvouplášťová plochá střecha



Obr. 44: Detail okapu dvouplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy (zdroj autor, podle předlohy několika autorů)

## 4 Projekt ploché střechy

Projekt střechy je řešen na fiktivní stavbu, která byla řešena autorem této práce v rámci předmětu Projekt 1. Identifikační údaje stavby jsou sepsány v technologickém postupu v kapitole 5.1. Tento projekt neobsahuje technické zprávy. Celý projekt se nachází v příloze a obsahuje:

### Výpočet zatížení střechy

Celý výpočet je řešen dle ČSN EN 1991-1-4. Výstupní hodnoty jsou součástí výpočtu.

### Posouzení v programu DEKSOFT – Tepelná technika 1D

Navržená skladba střešního pláště byla posouzena v programu Tepelná technika 1D. Střešní skladba je řešena jako jednoplášťová. S touto skutečností bylo počítáno v uvedeném programu.

### Půdorys střechy

Výkres půdorysu střechy obsahuje znázornění odvodnění střešní konstrukce, prostupy, znázornění spádů. Výkres obsahuje veškeré popisky pro realizaci. Ve výkresu jsou vyznačené detaily všech rizikových míst z hlediska hydroizolace, které jsou řešeny na zvláštních výkresech.

### Kladeční plán spádových klínů

Kladeční plán obsahuje znázornění pokládky jednotlivých desek spádových klínů. Minimální spád je 3 %, tento sklon je bezpečný pro netvoření kaluží.

### Kotevní plán

Výpočet zatížení větrem je řešen dle ČSN EN 1991-1-4. Na základě vypočtených hodnot sání větu je navržen počet kotev. Ten je znázorněn ve výkresu v legendě.

### Detaily

Součástí projektu jsou detaily míst, kde je zvýšené riziko poruchy či zvýšená možnost zatečení vody do konstrukce. Tyto místa jsou: atika, vtok, střešní výlez, vstup odvětrání kanalizace.

## Navržená skladba střechy

*Tab. 1: Skladba střechy*

<b>Vrstva (od interiéru)</b>	<b>Tloušťka [mm]</b>
Železobetonová deska	250
Asfaltová penetrační emulze	-
SBS modifikovaný asfaltový pás	Min. 3
Pěnový polystyren EPS 100 S	120 - 360
Samolepící SBS modifikovaný asfaltový pás	Min. 3
SBS modifikovaný asfaltový pás s břidličným posypem	Min. 4,4

## **5 Technologický postup ploché střechy**

### **5.1 Základní identifikační údaje**

#### Identifikační údaje stavby

Jedná se o novostavbu samostatně stojícího podsklepeného čtyřpodlažního bytového domu s jednoplášťovou plochou střechou. Objekt se nachází ve městě Duchcov v ulici Alejní. Základy tvoří bílá vana. Nosné konstrukce jsou vyzděné z keramických cihel tl. 300 mm. Stropy jsou z monolitického železobetonu. Obvodový plášť je zateplen expandovaným polystyrenem tl. 140 mm, suterén je zateplen extrudovaným polystyrenem tl. 120 mm.

Půdorysné rozměry budovy jsou 16,580 m x 20,820 m. Šířka atiky je 460 mm a výška je 400 mm. Zateplení koruny atiky je z extrudovaného polystyrenu o tloušťce 80 mm. Zateplení vnitřní stěny atiky je z expandovaného polystyrenu o tloušťce 100 mm. Odvodnění střechy je řešeno dvěma střešními vtoky. Na střeše se nachází 4x kanalizační odvětrání, 2x sloupek vzduchotechniky. Výlez na střechu je řešen střešním výlezem s kolmou podstavou o rozměrech 1000 x 1000 mm. Na střeše se dále nachází ocelový podstavec s držákem antény.

Tato stavba není reálně postavená, byla autorem práce projektována během studia v předmětu Projekt 1. Rozdílné je pouze zastřešení stavby, kdy byl objekt v Projektu 1 zastřešen sedlovou střechou. Nyní je to střecha plochá.

#### Vymezení předmětu řešení – stručná charakteristika technologie

Zastřešení je řešeno jednoplášťovou plochou střechou s hydroizolačním souvrstvím z asfaltového pásu. Parotěsnou ochranu tvoří modifikovaný asfaltový pás s hliníkovou folií. Zateplení střechy je navrženo spádovými klíny s proměnnou tloušťkou.

### **5.2 Vstupní materiály a výrobky**

#### Tabulky vlastností materiálů



Tab. 2: Požadované technické parametry parotěsné vrstvy

Popis parotěsné ochrany	Tloušťka [mm]	Vložka	Faktor difúzního odporu $\mu$ [-]	Protažení při maximální tahové síle podélně/příčně [%]	Ohyb na trnu [°C]	Odolnost proti stékání [°C]
SBS modifikovaný asfaltový pás	Min. 3	hliníkové fólie kaširovaná skleněnými vlákny min. 60 g/m <sup>2</sup>	370000	4/4	-15	70

Tab. 3: Požadované technické parametry tepelné izolace

Popis tepelné izolace	Tloušťka [mm]	Součinitel tepelné vodivosti [W/m.K]	Faktor difúzního odporu $\mu$ [-]	Pevnost v tlaku při 10% stlačení [kPa]	Reakce na oheň (dle ČSN EN 13 501-1)	Mezní teplotní použití [°C]
Pěnový polystyren EPS 100 S	Min. 80	0,037	30-70	100	E	80
Extrudovaný polystyren	Min. 80	0,038	150-50	300	E	75

Tab. 4: Požadované technické parametry hydroizolačního souvrství

Popis hydroizolace	Tloušťka [mm]	Nosná vložka	Maximální tahová síla podélně/příčně [N/50mm]	Protažení při maximální tahové síle podélně/příčně [%]	Ohyb na trnu [°C]	Odolnost proti stékání [°C]
SBS modifikovaný asfaltový pás s břidličným posypem	Min. 4,4	polyesterová rohož se skleněnými vlákny min. 175 g/m <sup>2</sup>	950/850	38/40	-25	100
Samolepící SBS modifikovaný asfaltový pás	Min. 3	skleněná tkanina min. 200 g/m <sup>2</sup>	1000/1100	4/4	-20	90

Tab. 5: Požadované technické parametry doplňkového materiálu

Popis materiálu	Tloušťka [mm]	Délka [mm]	Šířka [mm]
Vrut do dřeva Ø 3 mm	-	30	-

Šroub do betonu Ø 4,8 mm	-	35	-
Šroub do betonu Ø 6,3 mm	-	200	--
Šroub do betonu Ø 6,3 mm	-	Proměnná délka dle tloušťky Spádových klínů	-
Teleskop Střešní	-	Proměnná délka dle tloušťky Spádových klínů	-
Plech na atiku	2	75960	700
OSB deska tř. 3	22	2500	1250

### Zásady manipulace, dopravy a skladování materiálů

#### Doprava a manipulace:

Všechny uvedené materiály se přepravují v původních obalech. Desky tepelné izolace se přepravují dopravních prostředcích, které vylučují navlhnutí nebo jakékoliv další znehodnocení materiálů. Asfaltové pásy se převáží na stojato. Na stavenišťe bude materiál dopraven zaplachtovaným nákladním vozem. Dopravu materiálu na střechu bude zajišťovat věžový jeřáb, který je součástí stavenišťe.

#### Skladování

Při skladování materiálu je nutné dbát na podmínky uvedené v technických listech od výrobce.

#### Nutné zásady:

- Při skladování desek tepelné izolace rovnat balíky do maximální výšky 1,5 m, tj. 3 balíky.
- Desky tepelné izolace nesmí být dlouho vystavovány slunečnímu záření.
- Asfaltové pásy je nutné skladovat na stojato a dbát na to aby nebyly vystavovány dlouhodobému působení povětrnostních vlivů a UV záření.

#### Metody kontroly kvality (při převzetí na stavbě)

- Všechny dovezený materiál musí být v uzavřených a neporušených obalech.
- Kontrola stavu materiálů – př. zda materiál není poškozen.
- Kontrola přepravy materiálu – př. zda hydroizolační vrstva byla dopravena nastojato.
- Veškerý materiál musí být při převzetí zkontrolován, zda se vážně jedná o navržený materiál dle projektové dokumentace.
- Kontrola objednaného množství materiálů.
- Jakkoliv poškozený materiál se nesmí do střechy zabudovat.

### 5.3 Pracovní podmínky

#### Připravenost pracoviště, pracovní fronta a vybavenost zařízení staveniště

Před zahájením realizace střešního pláště je nutné, aby byly dokončené činnosti hrubé stavby. Tím je myšlena zejména stropní konstrukce posledního nadzemního podlaží a nabetonávka atiky. Vzduchotechnika a zdravotně technická instalace musí být již nainstalována. Povrch musí být zbaven všech nečistot a ostrých hran. Zařízení staveniště pro střechu je řešeno ve fázi hrubé stavby, kdy staveniště obsahuje:

Stavební buňka	2x
Sociální zařízení	2x
WC	5x
Buňka stavbyvedoucího	1x
Zamykatelný sklad	2x
Buňka hlídače	2x
Staveništní rozvaděč	4x
Zpevněné plochy panely	180 m <sup>2</sup>
Zpevněné plochy štěrkem	250 m <sup>2</sup>
Oplocení staveniště	170 m
Věžový jeřáb Liebherr H-KRANE 32H	1x
Staveništní osvětlení	

Mimo jiné je staveniště napojeno na vodovodní řád. Tato provizorní staveništní přípojka zásobuje staveniště vodou po celou dobu výstavby. Na pozemku již byl zrealizován staveništní sloupek s napojením na elektrické vedení. Z tohoto sloupku jsou napojeny staveništní rozvaděče, které zásobují energií cílová odběrová místa.

#### Struktura pracovní čety

Odborný pracovník - izolatér	2x
Pomocný pracovník - izolatér	1x
Odborný pracovník - klempíř	2x

Odborný pracovník musí mít minimálně středoškolské vzdělání s výučním listem z oboru zedník s minimálně 3 letou praxí. Pomocný pracovník musí mít minimálně základní vzdělání. Odpovědnost za odvedenou práci přebírá vedoucí čety, kterým je jeden z odborných pracovníků.

#### Bezprostřední podmínky pro práci

Pro realizaci izolačních prací s asfaltovými pásy se vyžaduje teplota vzduchu i podkladu nejméně + 5 °C, zároveň se vyžaduje suchý podklad a nesmí pršet. Tato podmínky platí zároveň i pro pokládku tepelné izolace

Asfaltový pás je možné zpracovávat i za nižších teplot. Teplota + 5 °C je určena s ohledem na mezní podmínky pro kvalitně odvedenou práci izolačních. Teplotu lze případně zvýšit provizorními přístřešky. V období s nízkou teplotou je nutné počítat s větší spotřebou plynu do hořáku, což způsobí zvýšení pracnosti a následně zpomalení procesu.

#### Stroje a přístroje

Součástí zařízení staveniště je jeřáb Liebherr H-KRANE 32H, kterým bude materiál přepravován ze staveništních skladů na střechu.

#### Pracovní pomůcky

Každý pracovník bude mít své vlastní ochranné pomůcky:

Propan - butanová bomba	2x
Regulační ventil s pojistkou	2x
Hadice plynová 10 m s koncovkami	2x

Hořák na detaily	2x
Hořák na plochy	2x
Přítlačný váleček na samolepící pásy	2x
Přítlačný váleček na přesahy	2x
Šroubovák plochý	3x
Šroubovák křížový	5x
Pilka na polystyren	2x
Hoblík na polystyren	2x
Náhradní brusný papír	3x
Srovnávací lat'	1x
Příklepová vrtačka	2x
Vrtáky průměr 6 mm a 8 mm	4x
Sada bitů	2x
Vysokotlaký čistič	1x
Štětka/váleček	2x
Rozbalovač rolí asfaltových pásů	2x
Špachtle	3x
Izolačský nůž	3x

Montážní postup: [17]

#### Příprava podkladu

Podklad musí být pevný, soudržný a zbaven veškerých nečistot včetně ostrých hran. Rovinnost podkladu je přijatelná, je-li odchylka menší nebo rovna 5 mm/2 m. Vlhkost nosné konstrukce by měla být menší než 6 %.

Povrch se omyje tlakovou vodou. Poté je možné povrch napenetrovat. Směs nádoby je třeba před nanesením důkladně zamíchat. Následně se emulze nanáší rovnoměrně štětkou nebo válečkem. Zpracování je možné za teploty vyšší než + 5 °C. Po zaschnutí je možné nanášet další vrstvy skladby.

### Klad parotěsné vrstvy

Asfaltové pásy se kladou pouze jedním směrem. Je nutné dbát na provázání vazeb jednotlivých pásů. Styk bočního a čelního spoje musí mít tvar T. Je nepřípustné, aby spoj tvořil tvar X. Pásy parotěsné vrstvy se natavují celoplošně. K natavování se využívá tzv. rozbalovač rolí, to je zahnutá trubka s rukojetí. Izolátér roli táhne za sebou. Díky této pomůcce se docílí, že izolátér dobře vidí na tavící se asfalt a následně nešlape po již hotové části. Role se přitlačuje k povrchu jen svou vlastní vahou. Při použití této metody musí být izolátér velice obezřetný při provádění prací poblíž okraje střechy, jelikož tato metoda vyžaduje, aby pracovník couval. Natavování se provádí ručním hořákem. Je nepřípustné pro natavování používat tzv. kombajn. Nahřátí pásu musí být intenzivní a co nejkratší. Při teplotě vyšší než 190 °C se začíná pás deformovat. Při opracování detailů př. na svislou stěnu, je nutné dbát na dostatečné vytažení parotěsné vrstvy na svislou část. Doporučená hodnota je 400 mm.

Překrytí pásů musí být minimálně 8 cm v podélném spoji a 10 cm v příčném spoji. Podélný spoj je vymezen přesahovým pruhem. Spoj parotěsné vrstvy je možné posléze zašpachtlovat. V případě překrytí pásů do tvaru T je doporučeno roh spodního pásu šikmo v šířce spoje zaříznout

### Pokládka tepelné izolace

Před položením tepelné izolace se musí nejdříve zateplit atika. Svislá část atiky se zateplí polystyrenem o tl. 100 mm. Koruna atiky extrudovaným polystyrenem o tl. 80 mm. Desky se kladou bez mezer. Je nutné svislou izolaci kotvit k podkladu. Doporučený počet kotev je 5 ks/m<sup>2</sup>. Tepelná izolace se pokládá na dokonalý povrch parotěsné vrstvy. Tepelnou izolaci tvoří spádové klíny a u střešního vtoku extrudovaný polystyren. Pokládka tepelné izolace se provádí dle výkresu spádových klínů, viz příloha č. 3. Desky se kladou na sraz bez mezer.

### Klad samolepících asfaltových pásů

Samolepící asfaltový pás se lepí celoplošně na desky tepelné izolace. Tepelná izolace musí být před nalepením asfaltového pásu zkontrolována, musí být celistvá, bez známek poškození, povrch musí být očištěný. Dále nesmí být tepelná izolace vlhká. Nalepení předchází strhnutí ochranné fólie ze spodní strany asfaltového pásu. Na svislých plochách je doporučeno mechanicky kotvit asfaltový pás ke konstrukci. Minimální počet kotev se doporučuje 3 ks/m<sup>2</sup>.

Překrytí pásů musí být minimálně 8 cm v podélném spoji a 10 cm v příčném spoji. V čelním spoji se pásy svařují. Zpracování detailů asfaltových pásů jsou zpracované v kapitole 3.1.

### Kotvení

Kotvení střešního pláště probíhá po nalepení samolepícího asfaltového pásu. Poté následuje natavení vrchního pásu. Dolní pás je možné kotvit v ploše nebo ve spojích. V případě kotvení ve spojích je nutné dbát na minimální vzdálenost okraje přítlačného talířku, ta by měla být minimálně 10 mm. Při kotvení v ploše je nutno přes kotvu natavit záplatu o rozměrech 200 x 200 mm.

### Klad vrchního asfaltových pásů

Technologie kladení vrchního asfaltového pásu je obdobná jako u pásu parotěsné vrstvy. Je zde ale několik rozdílů. Horní pás musí být posunut vůči samolepícímu pásu tak, aby spoje nebyly nad sebou. Posunutí vůči sobě je o polovinu šířky. V případě detailů (atika, napojení na stěnu, prostupující konstrukce) je asfaltový pás zdvojen pro lepší funkci hydroizolační vrstvy.

Překrytí pásů musí být minimálně 8 cm v podélném spoji a 10 - 12 cm v příčném spoji. Podélný spoj je vymezen přesahovým pruhem bez posypu. V případě překrytí pásů do tvaru T je doporučeno roh spodního pásu šikmo v šířce spoje zaříznout.

Znamením správného svaření je vytvoření pásu z vyteklého asfaltu v celé délce spoje.

## **5.4 Jakost provedení**

### Metody kontroly jakosti výsledného provedení, možnosti oprav vad a nedodělků

Po každé etapě je nutné zkontrolovat stav reálného provedení. U parotěsné vrstvy se kontroluje stabilita a spojení pásů vizuálně a zkouškou spojů špachtlí. U desek spádových klínů se kontroluje shodnost s projektovou dokumentací, tj. rozložení spádových klínů dle kladečského plánu, spád, provedení pokládky desek. Je nutné, aby desky byly položeny na sraz bez mezer. Samolepící pás se kontroluje vizuálně a zkouškou spojů špachtlí. Finální hydroizolační vrstvu je možné kontrolovat vizuálně, kvalitu spojů špachtlí, jiskrovou zkouškou, zátopovou zkouškou, dýmovou zkouškou,

podtlakovou zkouškou či tlakovou zkouškou těsnosti spojů. Tyto zkoušky jsou podrobně popsány v kapitole 2.1.

#### Závazné kvalitativní parametry, referenční hranice

Spád střešního pláště musí být větší než 3 %. V případě menšího sklonu se tvoří kaluže. Dále se kontroluje počet kotev, který je dán kotevním výkresem. Nejmenší počet kotev na rohu je 9 ks/m<sup>2</sup>, na okraji 6 ks/m<sup>2</sup> a ve středu 3 ks/m<sup>2</sup>. Spára mezi tepelnou izolací a navazující konstrukcí může být široká maximálně 5 mm. Mezera do této hodnoty nesnižuje tepelně – technické vlastnosti. Krytí koruny atiky musí mít minimální sklon 5 %.

### **5.5 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci a požární ochrana**

#### Bezpečnost a ochrana zdraví při práci (BOZP)

Z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví při práci musí být dodrženy následující zákon a nařízení vlády.

Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci). Od 1. 5. 2016 novelizován nařízením vlády č. 88/2016.

Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích (+ přílohy).

Každý projekt by měl obsahovat minimální zásady bezpečného pracoviště ve vztahu k platné legislativě.

#### Požární ochrana (PO)

Z hlediska požární ochrany musí být dodrženy následující zákony, vyhlášky a české technické normy.

Zákon č. 133/1985 Sb. České národní rady o požární ochraně, novelizován zákonem č. 237/2000 Sb.



Vyhláška č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb, novelizován vyhláškou č. 268/2011 Sb.

Vyhláška č. 246/2001 Sb. o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), změněn novelou vyhlášky č. 221/2014 Sb.

Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb, novelizován vyhláškou č. 62/2013 Sb.

ČSN 73 0802 – požární bezpečnost staveb

#### Vymezení odpovědnosti za dodržení těchto podmínek

Hlavní stavbyvedoucí odpovídá za zajištění BOZP a PO po celém staveništi. Dále je zodpovědný za vyšetření všech pracovních úrazů, které se přihodí během prací na staveništi.

Vedoucí čtyř odpovídá za zajištění BOZP a PO při prováděné činnosti. V případě zjištění porušení BOZP a PO je hlavní stavbyvedoucí povinen upozornit tohoto pracovníka, pro sjednání nápravy.

Všichni pracovníci jsou povinni se řídit pokyny svých nadřízených, zejména pak hlavního stavbyvedoucího a koordinátora BOZP a PO.

## **5.6 Vliv na životní prostředí**

### Možnost poškození životního prostředí, návrh ochrany

Realizace střešního pláště nebude mít vliv na ráz krajiny v okolí dotčeném stavbou. V bezprostředním okolí se nenachází žádné významné krajinné prvky. Stavba nebude mít v době výstavby ani v době užívání zásadní vliv na žádnou složku životního prostředí.

V případě zastřihávání keřových porostů nebo stromů musí zhotovitel pověřit k provádění specializovanou zahradnickou firmu a během realizace střešního pláště je nutné dané porosty chránit. Ochrana se musí řídit dle ČSN 83 9061 - Technologie vegetačních úprav v krajině - Ochrana stromů, porostů a vegetačních ploch při stavebních pracích.

Likvidace odpadů musí být v souladu s níže zmíněnými zákony

185/2001 Sb. - Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů

381/2001 Sb. - Katalog odpadů

## **Metodika návrhu střech včetně detailů**

### Pro případ novostavby

- Seznámení se s daným objektem. Získání podkladů od objednatele.
- Stanovení materiálového řešení.
- Vytvoření projektové dokumentace s detaily dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb.
- Při vytváření projektové dokumentace je nezbytně nutné dbát na konstrukční zásady popsané v kapitole 3.
- Předání projektové dokumentace objednateli.
- Realizace střešního pláště dle technologického postupu (viz kapitola 5).

### Pro případ opravy

- Seznámení se s daným objektem (doba výstavby, doba velkých oprav, atd.). Získání podkladů od objednatele.
- Odborný průzkum na postižené střeše. Průzkum se zahajuje vizuální zkouškou či zkouškami těsnosti napřed dohodnutými s objednatelem.
- V případě stanovení vlhkosti ve skladbě se provádí kopaná sonda (15 x 15 mm). Následuje odběr vzorků a zazáplatování místa po sondě.
- Během průzkumu pravidelné pořizování fotodokumentace.
- Zaměření střechy, zaměření vtoků od atiky či od stěn.
- Stanovení materiálového řešení.
- Návrh oprav potřebných k bezproblémovému fungování střechy.
- Vytvoření projektové dokumentace s detaily dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb.
- Při vytváření projektové dokumentace je nezbytně nutné dbát na konstrukční zásady popsané v kapitole 3.
- Předání projektové dokumentace objednateli
- Realizace střešního pláště dle technologického postupu (viz kapitola 5).

## **Závěr**

### Pedagogický přínos

Tato práce je vhodná jako pomůcka či doplnění výukových materiálů pro studenty fakulty stavební předmětu technologie staveb.

### Přínos pro praxi

Nezávadný střešní plášť z hlediska hydroizolace je ovlivněn třemi faktory. A to projektem, materiálovým řešením a realizací. V případě pochybení jednoho z těchto faktorů je riziko, že střešní plášť nebude plnit svou funkci. V této práci byly tyto tři faktory jednotlivě rozebrány a popsány.

Na fotografiích pořízené autorem při provádění průzkumu střech jsou zachyceny vady, které se u většiny střech opakují stále dokola. Je nutné se těmto vadám vyvarovat a snažit se jím předcházet. Je tedy zapotřebí volit osvědčené a kvalifikované projekční a realizační firmy a používat systémové a osvědčené materiály.

### Přínos pro vědu

Na základě zpracování bakalářské práce bylo vyhodnoceno, že by z hlediska výzkumu bylo vhodné zjistit vlastnosti spojů staré vs. nové hydroizolace.

## Literatura

- [1] HANZALOVÁ, Lenka a Šárka ŠILAROVÁ. *Ploché střechy*. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2005. Technická knižnice autorizovaného inženýra a technika. ISBN 8086769712.
- [2] NOVOTNÝ, Marek a Ivan MISAR. *Ploché střechy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. Stavitel. ISBN 8071695300.
- [3] HANZALOVÁ, Lenka a Šárka ŠILAROVÁ. *Konstrukce pozemních staveb 40: zastřešení*. Vyd. 2. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 9788001044698.
- [4] CHALOUPKA, Karel a Zbyněk SVOBODA. *Ploché střechy: praktický průvodce*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. Stavitel. ISBN 9788024729169.
- [5] NESTLE, Hans. *Moderní stavitelství pro školu i praxi*. Vyd. 1. Praha: Europa-Sobotáles, 2005. ISBN 8086706117.
- [6] BRYCHTA, Jaroslav. *VÝSKYT KALUŽÍ NA POVLAKOVÝCH KRYTINÁCH PLOCHÝCH STŘECH*, ČESKÁ HYDROIZOLAČNÍ SPOLEČNOST, 2013.
- [7] PEŠTA, Jan, David TESAŘ a Viktor ZWIENER. *Diagnostika staveb: hydroizolace, termografie, blower door test, akustika*. 2. vyd. Praha: DEK, 2014. ISBN 9788087215159.
- [8] ODEHNAL, Lubomír. Zkoušky těsnosti povlakové hydroizolace na plochých střechách. Dektime. 2007. č. Speciál semináře 2007
- [9] MISAR, Ivan. Stavebně-technický průzkum vad a poruch střešních pláštů [online]. 2011  
  
[cit. 2016-05-09]. Dostupný na WWW: <http://stavba.tzb-info.cz/strechy/7676-stavebne-technicky-pruzkum-vad-a-poruch-stresnich-plastu>
- [10] ZVĚŘINA, Aleš. Možnosti nedestruktivní diagnostiky ETICS. In Sborník příspěvků konference Expert Forensic Science Brno 2015. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Údolní 244/53, 602 00 Brno. 2015. ISBN 9788021451001

- [11] NOVOTNÝ, Marek, Ivan MISAR a Stanislav ŠUTLIAK. *Hydroizolace plochých střech: poruchy střešních pláštěů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 9788024750026.
- [12] HOLZAPFEL, Walter. *Poruchy střech: [jak je rozeznat, jak jim předcházet, jak je odstraňovat]*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2008. ISBN 9788080760670.
- [13] BOHUSLÁVEK, Petr. *KUTNAR - Ploché střechy*. Praha: DEK, 2010. Skladby a detaily. ISBN 9788087215067.
- [14] OLÁH, Jozef. *Konštrukcie plochých striech*. 1. vyd. Bratislava: Jaga, 1997. Artech. ISBN 8096767631.
- [15] ŠMÍD, Jan. DEKPROJEKT: Odborné posudky a koncepční řešení poruch a havárií z let 2015-2006
- [16] Firemní podklady společnosti DEKPROJEKT s.r.o.
- [17] Kolektiv autorů. *Stavebniny DEK – asfaltové pásy – Montážní návod*. Praha: DEK, 2016

## Seznam obrázků

Obr. 1: Skladba klasického pořadí vrstvy .....	11
Obr. 2: Skladba klasického pořadí vrstev .....	11
Obr. 3: Skladba obráceného pořadí vrstev .....	11
Obr. 4: Skladba dvouplášťové střechy, větraná s parozábranou .....	13
Obr. 5: Skladba dvouplášťové střechy s tepelnou izolací po obou pláštích, větraná bez parozábrany .....	13
Obr. 6: Provozní střecha s klasickým pořadím vrstev.....	14
Obr. 7: Zkouška jehlou.....	18
Obr. 8: Zkouška špachtlí .....	18
Obr. 9: Zvon .....	19
Obr. 10: Zařízení SOLOTEST vytvářející dým.....	20
Obr. 11: Netěsný spoj hydroizolační fólie .....	23
Obr. 12: Netěsný spoj hydroizolační fólie .....	23
Obr. 13: Netěsnost v opravování prostupu.....	23
Obr. 14: Mapy po kalužích kolem komor vzduchotechniky.....	23
Obr. 15: Pohled na řešenou část střechy .....	24
Obr. 16: Nesystematicky řešené opravování sloupu .....	24
Obr. 17: Vadné zakončení u stěny .....	24
Obr. 18: Závěrečné zapravení přířezem z PVC fólie .....	24
Obr. 19: Netěsný spoj asfaltových pásů.....	25
Obr. 20 : Nesvařený spoj asfaltových pásů.....	25
Obr. 21: Odtržení asfaltového podkladu od povrchu .....	25
Obr. 22: Odtržení asfaltového podkladu od povrchu .....	25
Obr. 23: Napojení asfaltového pásu na stěnu.....	26
Obr. 24: Vadné spojení asfaltových pásů.....	26
Obr. 25: Napojení asfaltového pásu na stěnu, degradace keramického obkladu.....	26
Obr. 26: Napojení asfaltového pásu na komoru vzduchotechniky .....	26
Obr. 27: Zanesený vtok	27
Obr. 28: Vyčištěný vtok bez ochranného koše.....	27
Obr. 29: Geometrie spoje z asfaltového pásu.....	29
Obr. 30: Geometrie spoje z PVC fólií.....	29
Obr. 31: Detail atiky jednoplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy.....	31

Obr. 32: Detail atiky jednoplášťové ploché střechy s PVC fólií.....	32
Obr. 33: Detail atiky dvouplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy.....	33
Obr. 34: Detail vtoku jednoplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy.....	34
Obr. 35: Detail vtoku jednoplášťové ploché střechy s PVC fólií .....	35
Obr. 36: Detail napojení na zateplenou zeď jednoplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy .....	36
Obr. 37:Detail napojení na zateplenou zeď jednoplášťové ploché střechy s PVC fólií .....	37
Obr. 38: Detail napojení na nezateplenou zeď jednoplášťové ploché střechy s PVC fólií a asfaltovými pásy .....	38
Obr. 39: Detail prostupu jednoplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy .....	39
Obr. 40: Detail prostupu jednoplášťové ploché střechy s PVC fólií.....	40
Obr. 41: Detail světlíku jednoplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy .....	41
Obr. 42: Detail světlíku jednoplášťové ploché střechy s PVC fólií.....	42
Obr. 43: Detail výlezu dvouplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy .....	43
Obr. 44: Detail okapu dvouplášťové ploché střechy s asfaltovými pásy .....	44



## Seznam tabulek

Tab. 1: Skladba střechy .....	46
Tab. 2: Požadované technické parametry parotěsné vrstvy .....	48
Tab. 3: Požadované technické parametry tepelné izolace.....	48
Tab. 4: Požadované technické parametry hydroizolačního souvrství.....	48
Tab. 5: Požadované technické parametry doplňkového materiálu.....	48

## Přílohy

### Příloha č. 1 – Výpočet kotvení

#### Výpočet zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

##### Objekt

výška objektu	h	12,5	m
délka objektu	b	20,62	m
šířka objektu	d	16,58	m

##### Charakteristika terénu

Město		Duchcov	
nadmořská výška objektu		225	m.n.m.
kategorie terénu		3	kat.
rychlost větru	$v_b$	27,5	$m \cdot s^{-1}$
hustota vzduchu	$\rho$	1,25	$kg \cdot m^{-3}$
součinitel pro získání návrhových hodnot	$\gamma_f$	1,5	-
hodnota odečtena z grafu	$ce(z)$	1,8	-

##### Tlak větru na povrchy

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

$$w_d = w_e \cdot \gamma_f$$

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$$

$$q_b = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 27,5^2$$

$$q_b = 0,47 \text{ kPa}$$

$$q_p(z_e) = q_b \cdot ce(z)$$

$$q_p(z_e) = 0,4726 \cdot 1,8$$

$$q_p(z_e) = 0,8508 \text{ kPa}$$

$$e = \min(b; 2h)$$

$$e = \min(20,62; 2 \cdot 12,5)$$

$$e = \min(20,62; 25)$$

$$e = 20,6 \text{ m}$$

$$e/4 = 5,16 \text{ m}$$

$$e/10 = 2,06 \text{ m}$$

$$e/2 = 10,3 \text{ m}$$

Součinitelé vnějšího tlaku na ploché střechy

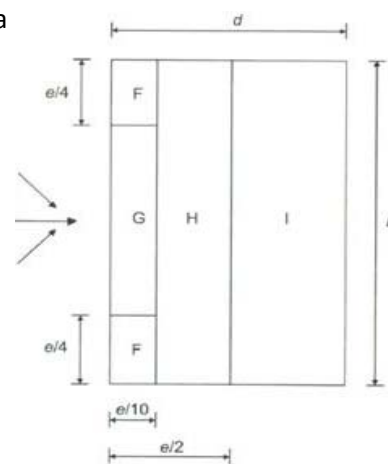
			$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$	
F	$c_{pe,1}$	-2,20	$w_e = 0,8508 \cdot c_{pe} = 0,8508 \cdot (-2,2) =$	-1,87172 kPa
G	$c_{pe,1}$	-1,80	$w_e = 0,8508 \cdot c_{pe} = 0,8508 \cdot (-1,8) =$	-1,53141 kPa
H	$c_{pe,1}$	-1,20	$w_e = 0,8508 \cdot c_{pe} = 0,8508 \cdot (-1,2) =$	-1,02094 kPa
I	$c_{pe,1}$	-0,20	$w_e = 0,8508 \cdot c_{pe} = 0,8508 \cdot (-0,2) =$	-0,17016 kPa

$$w_d = w_e \cdot \gamma_f = -2,81 \text{ kPa}$$

$$w_d = w_e \cdot \gamma_f = -2,3 \text{ kPa}$$

$$w_d = w_e \cdot \gamma_f = -1,53 \text{ kPa}$$

$$w_d = w_e \cdot \gamma_f = -0,26 \text{ kPa}$$



## Příloha č. 2 – Tepelně technické posouzení

### TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCE - Dle českých technických norem

#### ZÁKLADNÍ ÚDAJE

##### *Identifikační údaje o budově*

Název budovy:	Bytový dům
Ulice:	Alejní
PSČ:	419 01
Město:	Duchcov

##### *Stručný popis budovy*

Bytový dům o 1. PP a 3. NP zastřešen plochou střechou
---

##### *Identifikační údaje o zpracovateli*




Název zpracovatele:	Jan Šmíd
Ulice:	Smetanova 223
PSČ:	471 54
Město zpracovatele:	Cvikov

Datum zpracování:	16.4.2016
-------------------	-----------

##### *Informace o použitém výpočetním nástroji*

Výpočetní nástroj:	Tepelná technika 1D - Software pro stavební fyziku firmy DEK a.s.
Verze:	3.1.1
Bližší informace na:	<a href="http://www.stavebni-fyzika.cz">www.stavebni-fyzika.cz</a>

<b>STR-1: Plochá střecha</b>													
Vnitřní konstrukce:										NE			
Charakter konstrukce:										Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:										NE			
Konstrukce ve styku se zemínou:										NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:										výpočtem			
<b>Skladba konstrukce od interiéru:</b>													
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu						
-	-	d	$\lambda$	$\lambda_{ekv}$	c	$\rho$	$\mu$						
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[-]						
1	Omítka vápenocementová	0,0200	0,990	-	790	2 000	19,0						
2	Železobeton (2400)	0,2500	1,580	-	1 020	2 400	29,0						
3	SBS modifikovaný asfaltový pás s hliníkovou vrstvou	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	300 000,0						
4	EPS 100 S	0,2260	0,038	-	1 450	25	60,0						
5	Samolepící SBS modifikovaný asfaltový pás	0,0030	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0						
6	SBS modifikovaný asfaltový pás s břidličným posypem	0,0045	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0						
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						$R_{si}$	0,25	0,10	m <sup>2</sup> .K/W				
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						$R_{se}$	0,04	0,04	m <sup>2</sup> .K/W				
<b>Okrajové podmínky:</b>													
Návrhová vnitřní teplota										$\theta_i$	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:										$\theta_{ai}$	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:										$\varphi_i$	50	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:										$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:										$\theta_e$	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:										$\varphi_e$	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):										h	205	m.n.m.	
<b>Okrajové podmínky (průměrné měsíční):</b>													
Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-1,7	0,1	4,2	9,3	14,3	17,5	19,0	18,6	14,5	9,5	4,1	0,1
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	80	79	77	73	70	69	69	73	77	79	80
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
$\varphi_{i,m}$	[%]	45	47	50	56	63	69	73	71	64	56	50	47

Pozn.: $n$ ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$ ... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\phi_{e,m}$ ... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$ ... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\phi_{i,m}$ ... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.				
<b>Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:</b>				
Korekce součinitele prostupu tepla:	$\Delta U$	0,002	W/(m <sup>2</sup> .K)	
Odpor při přestupu tepla:	$R_T$	6,242	m <sup>2</sup> .K/W	
<b>Součinitel prostupu tepla:</b>	<b>U</b>	<b>0,16</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>.K)</b>	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	$U_N$	0,24	W/(m <sup>2</sup> .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	$U_{rec}$	0,16	W/(m <sup>2</sup> .K)	
<b>Hodnocení:</b>	Konstrukce STR-1: Plochá střecha splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
<b>Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN 73 0540-4:</b>				
Podmínky na rozhraních mezi materiály:				
Rozhraní	Teplota	Částečný tlak vodní páry	Nasycený částečný tlak vodní páry	Rel.vlhkost vzduchu
-	[°C]	[Pa]	[Pa]	[-]
i - 1	19,2	1 334	2 227	60%
1 - 2	19,1	1 333	2 212	60%
2 - 3	18,2	1 327	2 095	63%
3 - 4	18,1	185	2 081	9%
4 - 5	-14,6	171	171	100%
5 - 6	-14,7	158	170	93%
6 - e	-14,8	138	168	82%
Kondenzační zóny:				
Číslo zóny	Od	Do	Mn. zkond. vodní páry	
[-]	[m]	[m]	[kg/(m <sup>2</sup> .s)]	
1	0,500	0,500	1.56e-10	
Požadované maximální roční množství zkondenzované vodní páry:	$M_{c,N}$	0,100	kg/(m <sup>2</sup> .a)	
Roční množství zkondenzované vodní páry:	$M_c$	0,000	kg/(m <sup>2</sup> .a)	
Roční množství vypařitelné vodní páry:	$M_{ev}$	0,008	kg/(m <sup>2</sup> .a)	
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:	aktivní			
<b>Hodnocení:</b>	Konstrukce vyhovuje požadavkům na kondenzaci vodní páry			
Pozn.: Výpočet byl proveden bez vlivu sluneční radiace a zabudované vlhkosti.				
<b>Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:</b>				
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:	aktivní			
<b>Hodnocení:</b>	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.			

**Poznámka ke konstrukci:**

Použit výpočet ekvivalentní tloušťky zkosených vrstev (spádové klíny). Výpočet dle ČSN EN ISO 6946 pro běžné tvary a pro spády nepřevyšující 5 %

**Protokol pomocných výpočtů**

<b>STR-1: Plochá střecha</b>			
<b>Pomocné výpočty pro materiálové vrstvy</b>			
<b>Vrstva č.4 EPS 100 S</b>			
<b>Ekvivalentní tloušťka zkosených vrstev dle ČSN EN ISO 6946</b>			
Typ zkosené vrstvy	Obdélníková plocha		
Tloušťka rovnoměrně tlusté části	$d_0$	0,12	m
Maximální tloušťka zkosené vrstvy	$d_2$	0,26	m
Tepelná vodivost zkosené vrstvy	$\lambda_u$	0,038	W/(m.K)
Ekvivalentní tloušťka	$d_{ekv}$	0,12	m

**Příloha č. 3 – Spádové klíny**

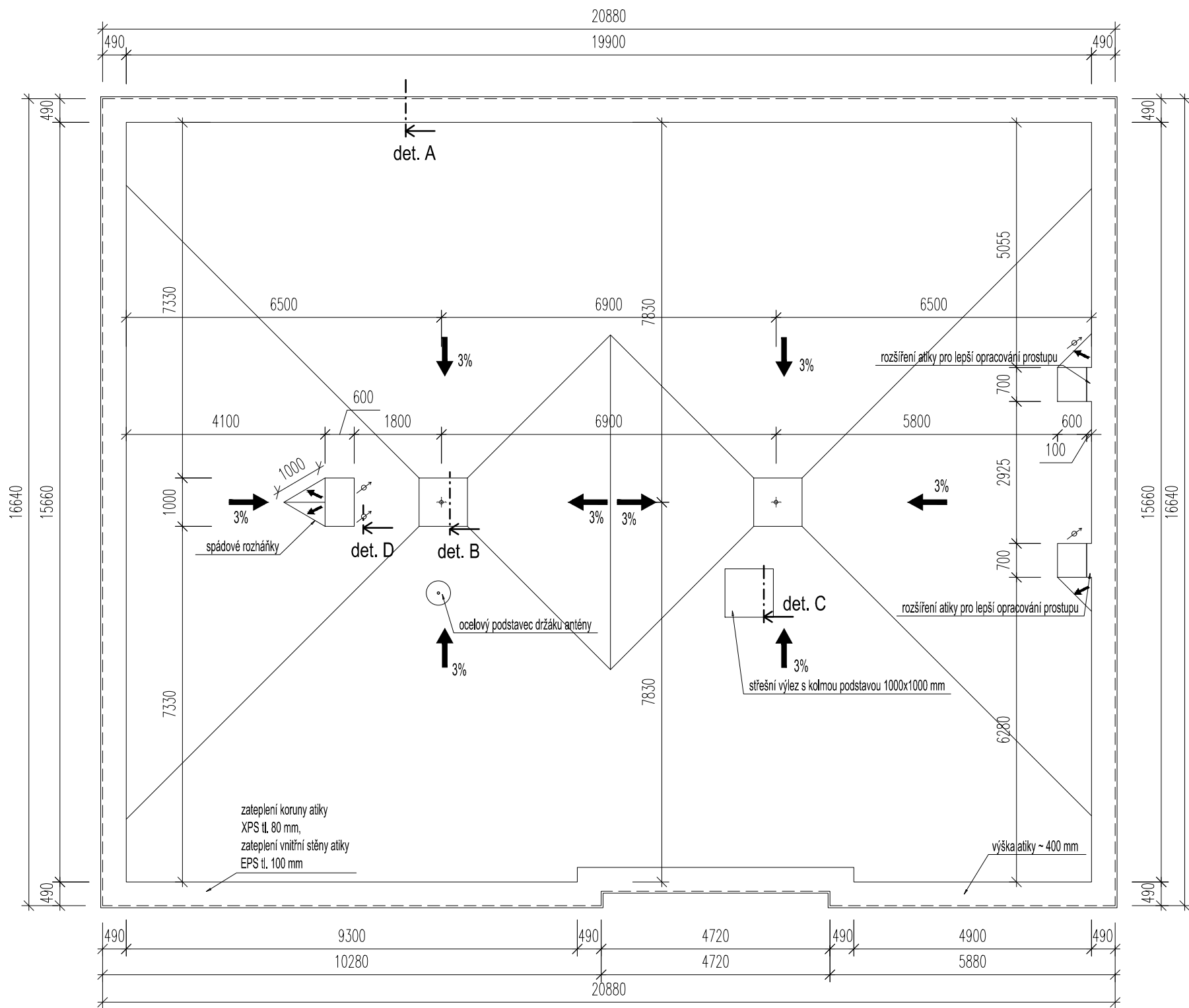
<b>Spádovaná konstrukce</b>	<b>Název</b>	<b>Délka [mm]</b>	<b>Šířka [mm]</b>	<b>Označení ve výkrese</b>	<b>Výška nahoře [mm]</b>	<b>Výška dole [mm]</b>	<b>Počet</b>	<b>Objem [mm<sup>3</sup>]</b>
Střecha	EPS 100 S Stabil. (spádový)	1000	1000	1	150	120	8	1,08
Střecha	EPS 100 S Stabil. (spádový)	1000	1000	2	180	150	32	5,28
Střecha	EPS 100 S Stabil. (spádový)	1000	1000	3	210	180	48	9,36
Střecha	EPS 100 S Stabil. (spádový)	1000	1000	4	240	210	46	10,35
Střecha	EPS 100 S Stabil. (spádový)	1000	1000	5	270	240	54	13,77
Střecha	EPS 100 S Stabil. (spádový)	1000	1000	6	300	270	63	17,96
Střecha	EPS 100 S Stabil. (spádový)	1000	1000	7	330	300	40	12,60
Střecha	EPS 100 S Stabil. (spádový)	1000	350	8	360	330	35	4,23
Střecha	rovná deska 120 mm XPS 300 kPa	1000	1000	A	120	120	2	0,24

#### **Příloha č. 4 – Výkresová část projektu**

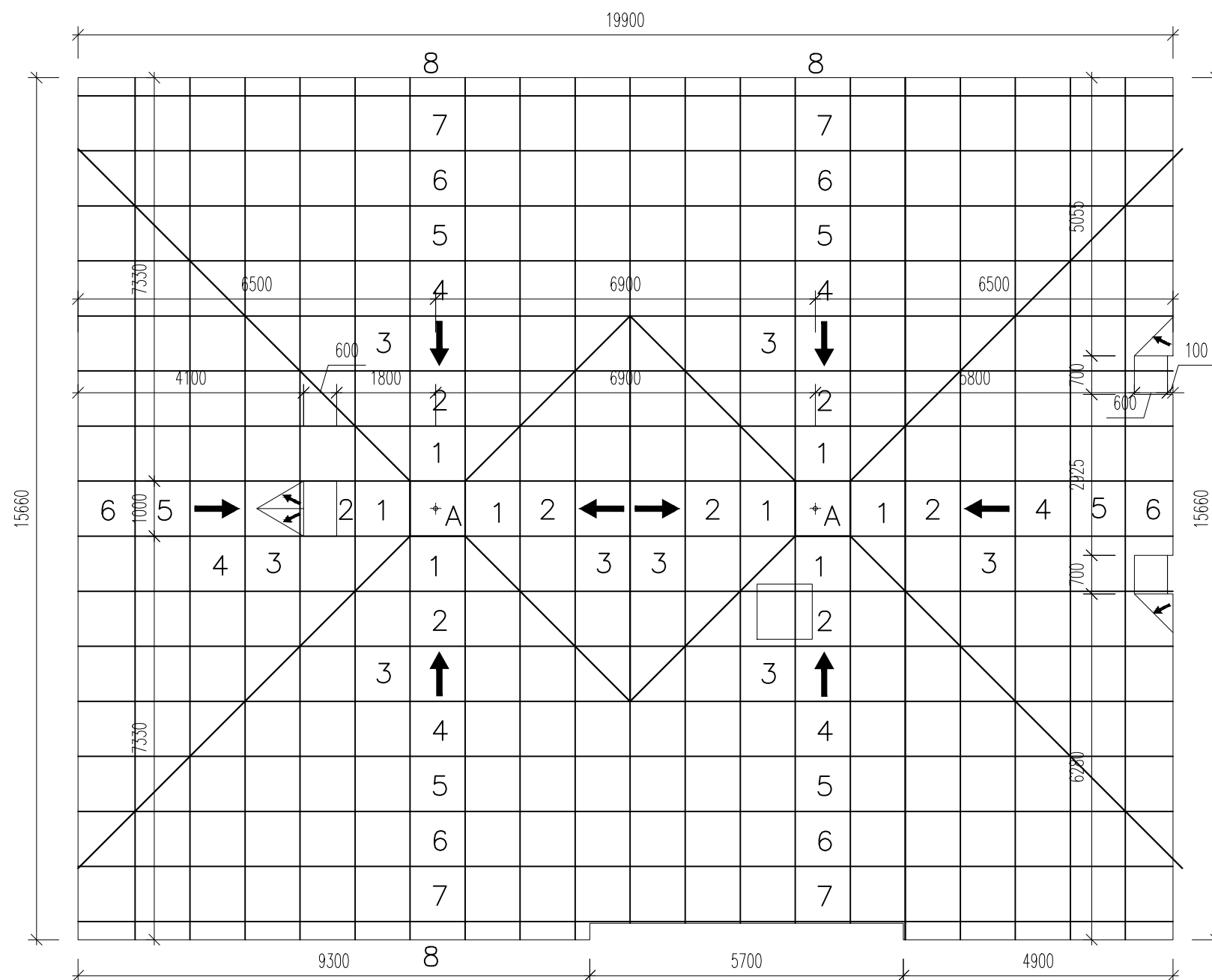
##### Obsah projektu:

01	Půdorys střechy	1:100
02	Spádové klíny	1:100
03	Kotevní plán střechy	1:100
04	Detail A – Atika	1:5
05	Detail B – Vtok	1:5
06	Detail C – Střešní výlez	1:5
07	Detail D – Prostup	1:5



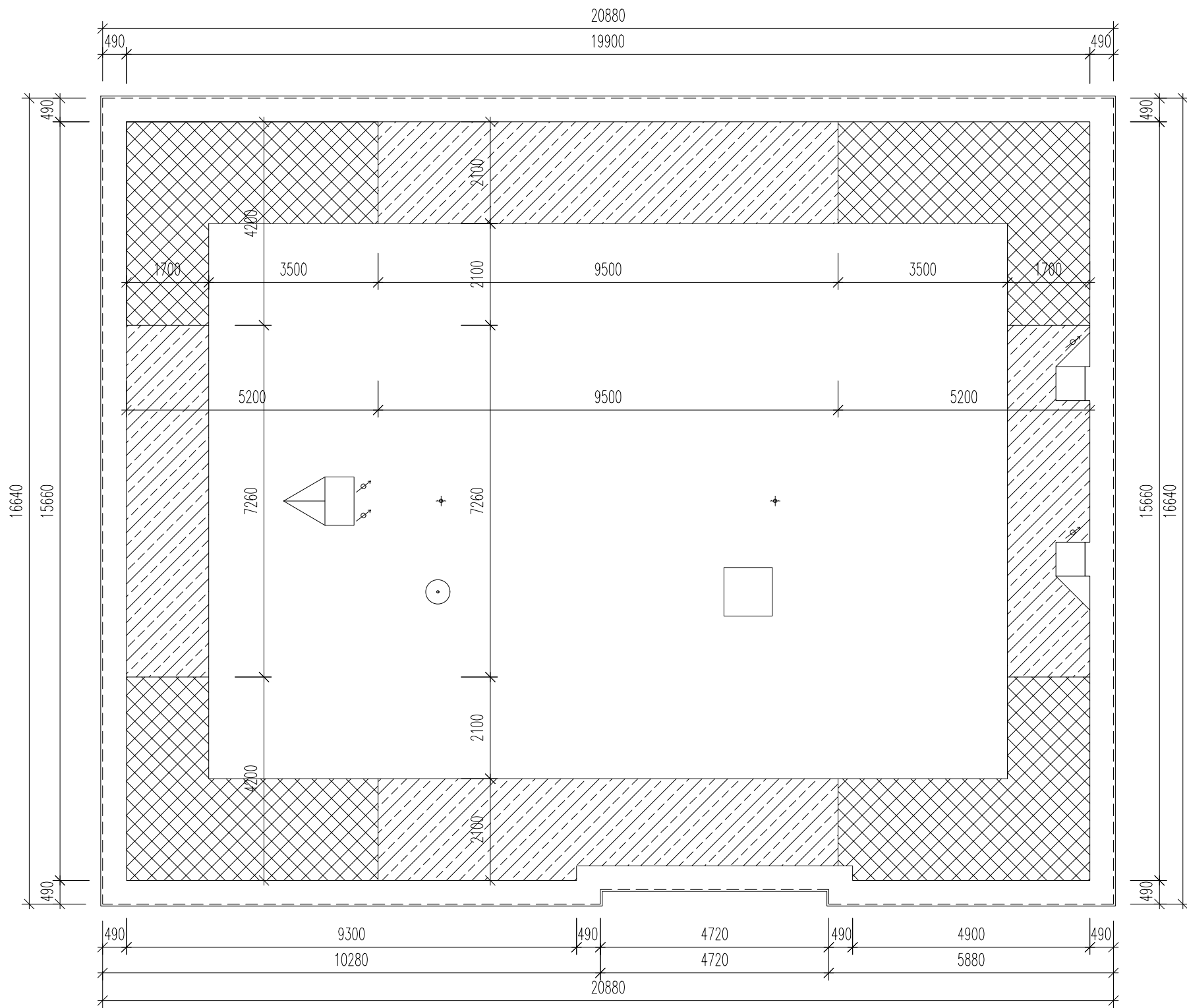


Zpracoval: <b>Jan Šmíd</b>	Školní rok: <b>2015/2016</b>	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 	
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>			
Název úlohy: <b>Projekt střechy</b>		Datum:	<b>17.4.2016</b>
		Meřítko:	<b>1:100</b>
		Číslo výkresu:	<b>1</b>
Název výkresu: <b>Půdorys střechy</b>			


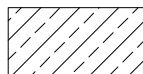



- 1) Kladení vrstev tepelné izolace na vazbu.
- 2) Spád 3,0 %.  
– průměrná tloušťka tepelné izolace 250mm.
- 3) Před objednáním tepelné izolace nutno změřit skutečný stav zrealizované nosné konstrukce střechy.
- 4) V případě, že výsledný sklon hydroizolační vrstvy je menší než 3 %, pak v dle ČSN 73 1901 je riziko vzniku kaluží na povrchu střechy
- 5) Rovné desky tepelné izolace je nutné zbrousit do spádu ke střešním vtokům.

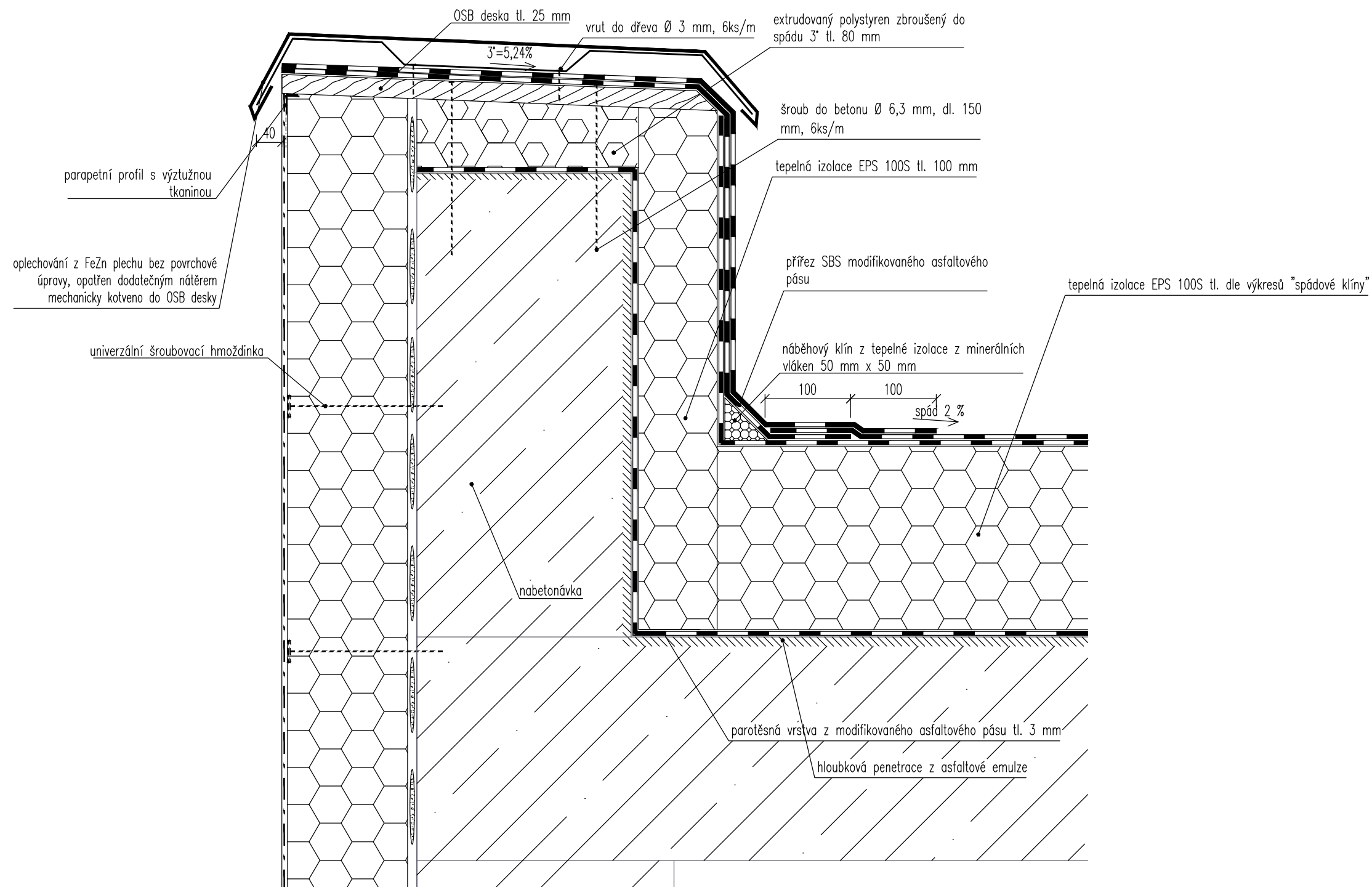
Zpracoval: <b>Jan Šmíd</b>	Školní rok: <b>2015/2016</b>	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 	
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>			
Název úlohy: <b>Projekt střechy</b>		Datum:	<b>17.4.2016</b>
		Meřítko:	<b>1:100</b>
		Číslo výkresu:	<b>2</b>
Název výkresu: <b>Spádové klíny</b>			



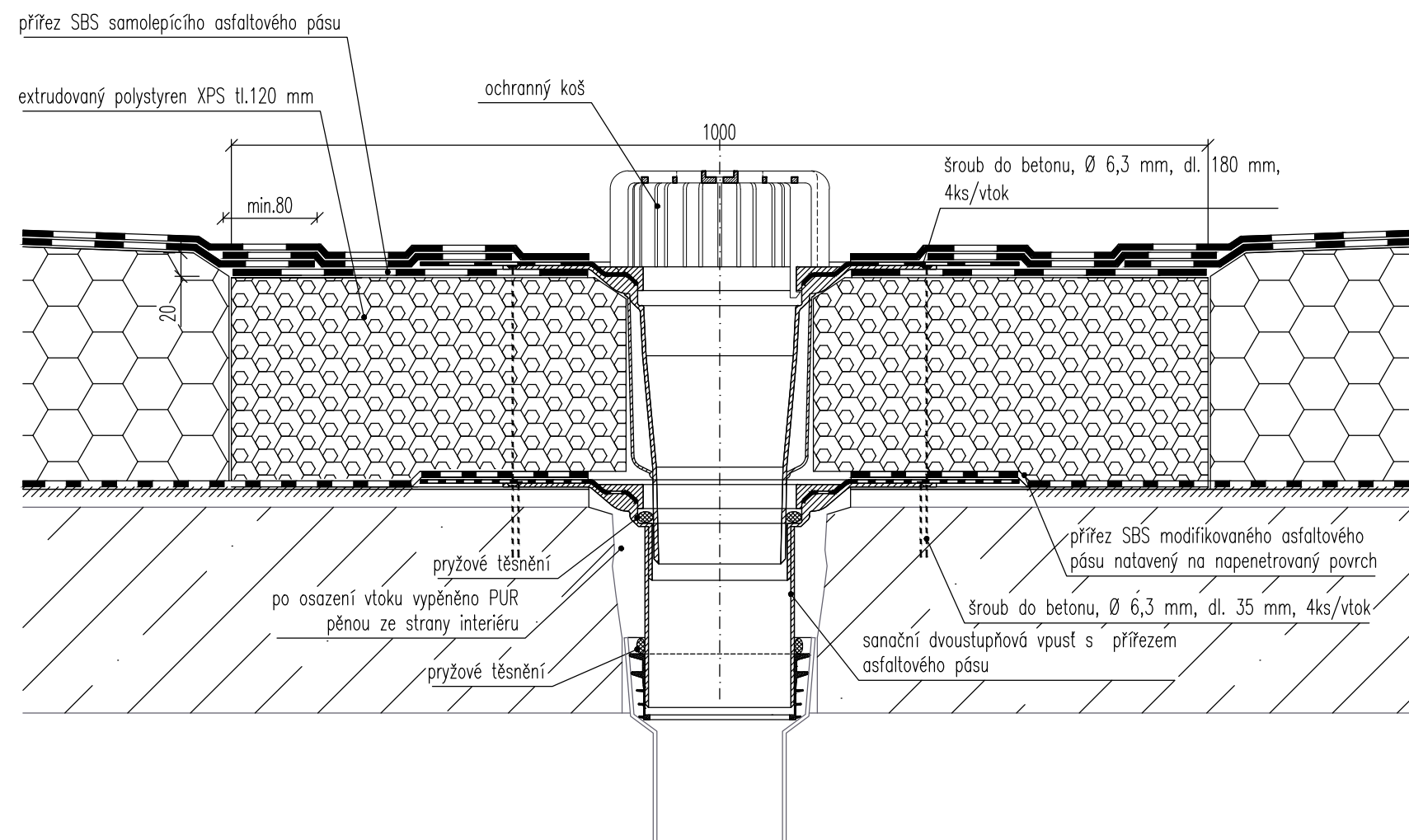
**Legenda**


- 
**oblast ROH:**
  - návrhová hodnota zatížení větrem 2,81 kPa
  - stabilizace pomocí šroubů do betonu 6,3x... mm a plastových tepeskopických podložek proměnné délky dle tl. spádových klínů
  - návrhová únosnost kotevního prvku 0,4 kN
  - návrh 8 kotev/m<sup>2</sup>
  
- 
**oblast OKRAJ:**
  - návrhová hodnota zatížení větrem 2,29 kPa
  - stabilizace pomocí šroubů do betonu 6,3x... mm a plastových tepeskopických podložek proměnné délky dle tl. spádových klínů
  - návrhová únosnost kotevního prvku 0,4 kN
  - návrh 7 kotev/m<sup>2</sup>
  
- 
**oblast PLOCHA:**
  - návrhová hodnota zatížení větrem 1,53 kPa
  - stabilizace pomocí šroubů do betonu 6,3x... mm a plastových tepeskopických podložek proměnné délky dle tl. spádových klínů
  - návrhová únosnost kotevního prvku 0,4 kN
  - návrh 5 kotev/m<sup>2</sup>

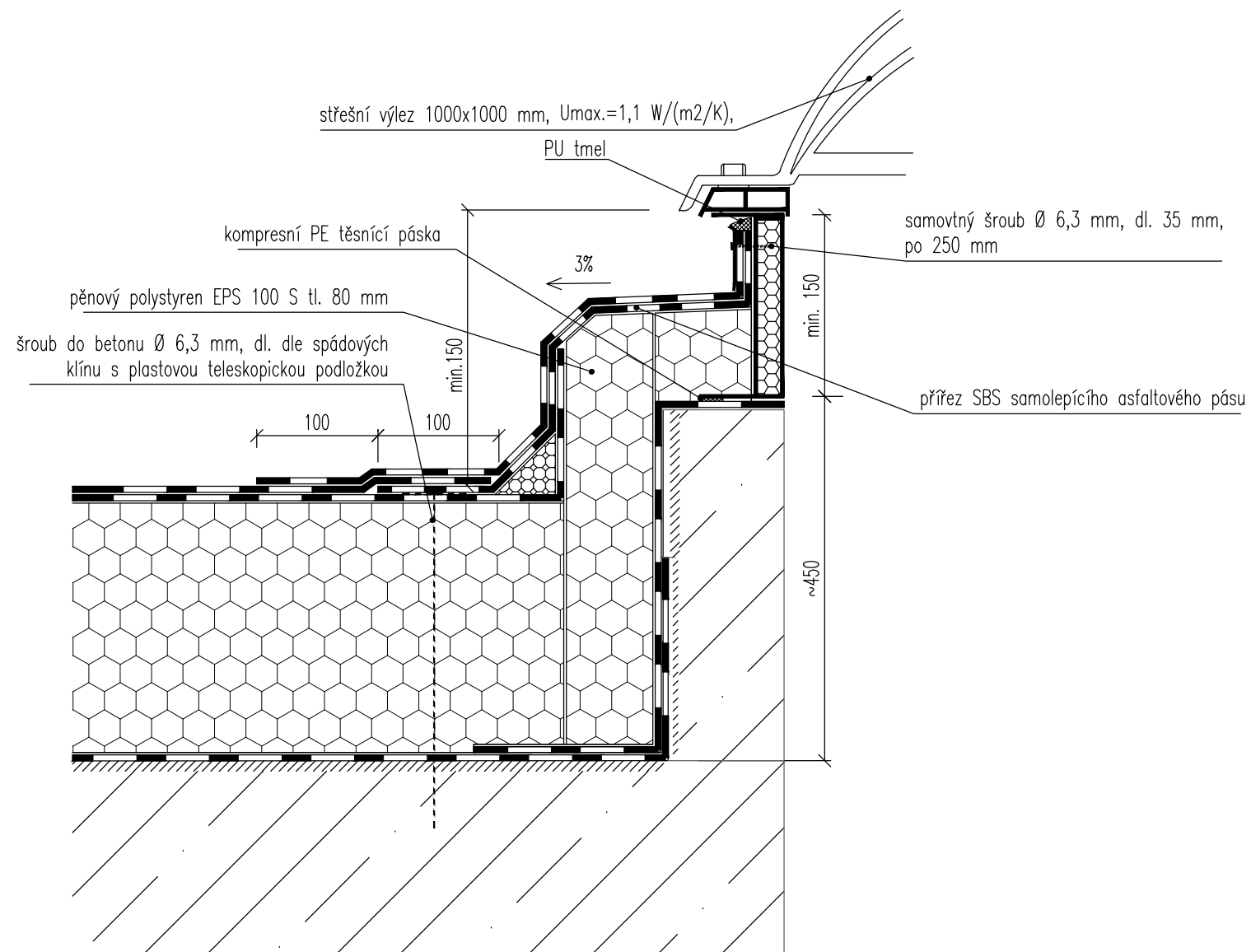
Zpracoval: <b>Jan Šmíd</b>	Školní rok: <b>2015/2016</b>	<b>Fakulta stavební</b> 	
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>			
Název úlohy: <b>Projekt střechy</b>		Datum:	<b>17.4.2016</b>
		Meřítko:	<b>1:100</b>
		Číslo výkresu:	<b>3</b>
Název výkresu: <b>Kotevní plán</b>			



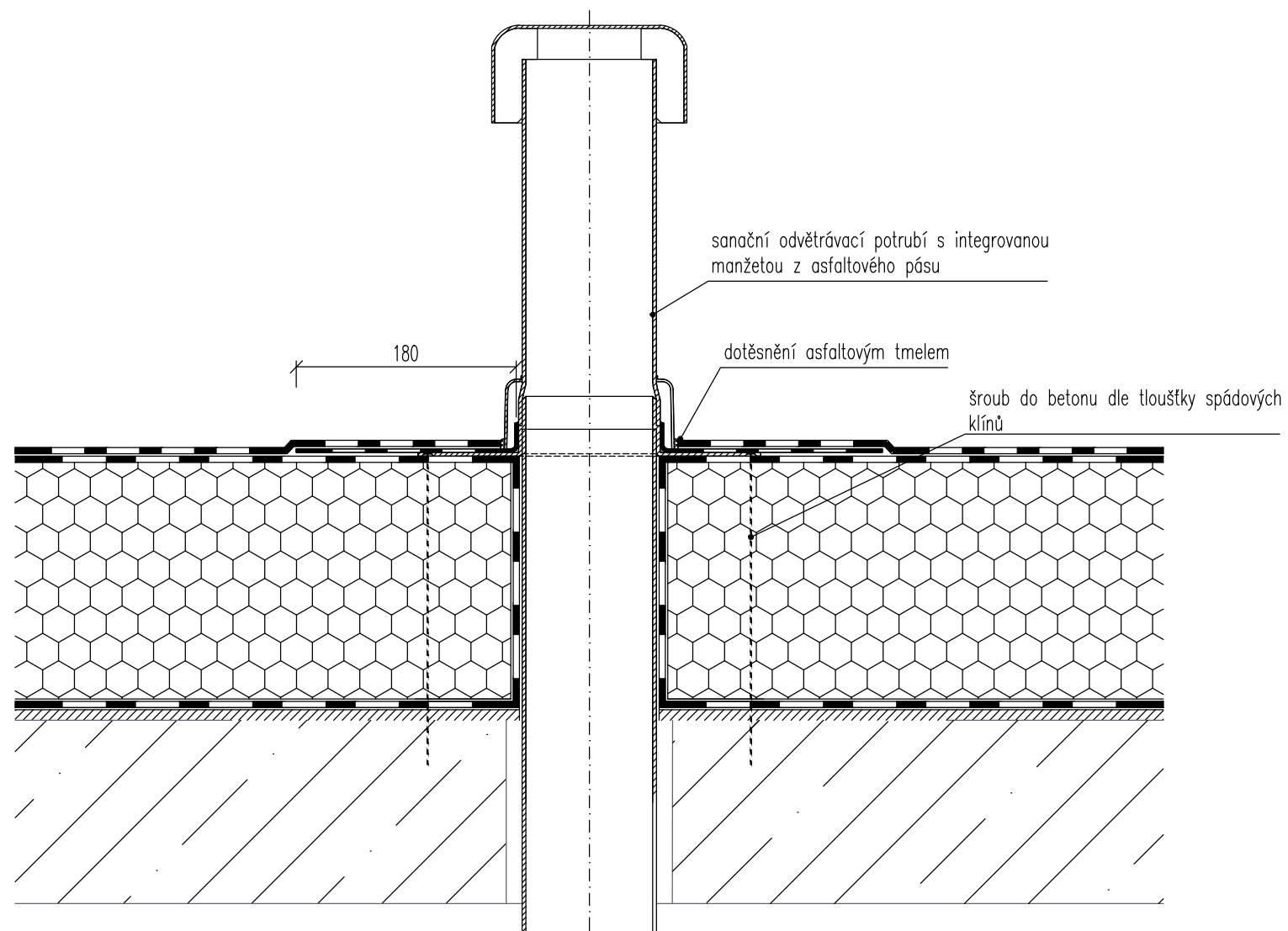
Zpracoval: <b>Jan Šmíd</b>	Školní rok: 2015/2016	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 	
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>			
Název úlohy: <b>Projekt střechy</b>		Datum:	<b>5.5.2016</b>
		Meřítko:	<b>1:5</b>
		Číslo výkresu:	<b>4</b>
Název výkresu: <b>Detail A – Atika</b>			



Zpracoval: Jan Šmíd	Školní rok: 2015/2016	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 	
Předmět: Bakalářská práce		Datum:	5.5.2016
Název úlohy: Projekt střechy		Meřítko:	1:5
		Číslo výkresu:	5
Název výkresu: Detail B – Vtok			



Zpracoval: <b>Jan Šmíd</b>	Školní rok: 2015/2016	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 	
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>			
Název úlohy: <b>Projekt střechy</b>		Datum:	5.5.2016
		Meřítko:	1:5
		Číslo výkresu:	6
Název výkresu: <b>Detail C – Střešní výlez</b>			



Zpracoval: <b>Jan Šmíd</b>	Školní rok: 2015/2016	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 	
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Datum:	<b>5.5.2016</b>
Název úlohy: <b>Projekt střechy</b>		Meřítko:	<b>1:5</b>
		Číslo výkresu:	<b>7</b>
Název výkresu: <b>Detail D – Prostup</b>			