



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**Fakulta stavební  
Katedra konstrukcí pozemních staveb**

**PROHLUBUJÍCÍ ČÁST**

**Řešení střešního pláště**

Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Anna Lounková, CSc.

**Zuzana Bubáková**

---

**Praha 2016**

# Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	- 10 -
Úvod.....	- 5 -
1 Střechy obecně .....	- 6 -
1.1 Vlivy .....	- 6 -
2 Šikmé střechy .....	- 7 -
2.1 Vrstvy střešního pláště .....	- 7 -
2.1.1 Krytina .....	- 7 -
2.1.2 Pojistná hydroizolace .....	- 7 -
2.1.3 Tepelná izolace .....	- 8 -
2.1.4 Vzduchotěsná vrstva .....	- 8 -
2.2 Konstrukce pláště .....	- 8 -
2.2.1 Větrání pláště .....	- 8 -
3 Ploché střechy .....	- 9 -
3.1 Vrstvy střešního pláště .....	- 9 -
3.1.1 Hydroizolace .....	- 9 -
3.1.2 Tepelná izolace .....	- 9 -
3.1.3 Spádová vrstva.....	- 10 -
3.1.4 Expanzní vrstva.....	- 10 -
3.1.5 Parotěsná vrstva .....	- 10 -
3.1.6 Ochranná vrstva .....	- 10 -
3.1.7 Dilatační a separační vrstva .....	- 11 -
3.2 Konstrukce plochých střech .....	- 11 -
3.2.1 Jednoplášťové .....	- 11 -
3.2.2 Provozní střechy .....	- 12 -
3.2.3 Víceplášťové střechy .....	- 12 -
4 Průvodní informace o vlastním návrhu variant střešní konstrukce .....	- 14 -
4.1 Prvotní myšlenky návrhu.....	- 14 -
4.2 Faktory ovlivňující volbu nosné konstrukce .....	- 15 -
4.2.1 Střecha s přesahy .....	- 15 -
4.2.2 Konstrukční systém střechy .....	- 15 -

4.2.3	Rozpon nosné konstrukce .....	- 16 -
4.3	Podpůrná konstrukce střechy .....	- 16 -
4.3.1	Část I .....	- 16 -
4.3.2	Část II .....	- 17 -
4.4	Základní charakteristika střechy .....	- 17 -
4.5	Zatížení .....	- 17 -
4.6	Odvodnění střechy .....	- 17 -
5	Vlastní návrh jednotlivých variant .....	- 18 -
5.1	Varianta A .....	- 18 -
5.1.1	Materiál .....	- 18 -
5.1.2	Návrh vazníků .....	- 18 -
5.1.3	Klempířské prvky .....	- 20 -
5.1.4	Prostupy .....	- 20 -
5.2	Varianta B .....	- 20 -
5.2.1	Materiál .....	- 21 -
5.2.2	Návrh vazníků .....	- 21 -
5.2.3	Klempířské prvky .....	- 22 -
5.3	Varianta C .....	- 22 -
5.3.1	Materiál .....	- 22 -
5.3.2	Návrh panelů Spiroll .....	- 23 -
5.3.3	Klempířské prvky .....	- 23 -
5.3.4	Prostupy .....	- 24 -
6	Další střešní konstrukce objektu – pochozí terasa .....	- 25 -
6.1.1	Materiál nosné konstrukce .....	- 25 -
6.1.2	Návrh stropů Livetherm .....	- 25 -
7	Navržené skladby střechy .....	- 26 -
7.1	Skladba S1 .....	- 26 -
7.2	Skladba S2 .....	- 27 -
7.3	Skladba S3 .....	- 28 -
8	Závěr .....	- 29 -
	Seznam použité literatury .....	- 31 -
	Seznam příložených výkresů .....	- 33 -
	Seznam obrázků .....	- 34 -

## Seznam použitých zkratk a symbolů

%	procento
°	stupeň
atp.	a tak podobně
č.	číslo
m	metr
g/m <sup>3</sup>	gram na metr krychlový
m n.m.	metry nad mořem
mm	milimetr
mPVC	měkčený polyvinilchlorid
MSP	mezní stav použitelnosti
NP	nadzemní podlaží
PVC	polyvinilchlorid
SBS	styren-butadien-styren
tzv.	tak zvaný
UV	ultrafialový

## Úvod

V této části práce se podrobněji zabývám problematikou střech a vlastními variantami návrhů zastřešení menšího dvoupodlažního objektu nacházejícího se v Pelhřimově. Ve druhé kapitole se zmiňuji o střeších obecně a rozebírám jejich charakteristiky. Také ve zkratce popisuji hlavní vrstvy skladeb střešních plášťů. Následující kapitola popisuje mnou řešený stavební objekt a informuje o faktorech, které ovlivnily návrh celé budovy. Dále představuji jednotlivé variantní návrhy střešní konstrukce. Varianty se liší v návrhu nosné konstrukce střechy. Charakterizují proto materiál nosné konstrukce, uložení na nosné obvodové stěny a případně ztužující prvky. Rovněž popisuji pochozí střechu tvořící terasu. V poslední části se zabývám návrhem skladeb střešních souvrství a popisuji jednotlivé materiály každé vrstvy. Závěrem hodnotím mnou navržené střešní konstrukce.

# 1 Střechy obecně

Střecha patří mezi nejdůležitější součást každého objektu, jelikož zajišťuje kvalitu vnitřního prostředí z hlediska tepelně technického, vlhkostního i akustického.

Skládá se z nosné konstrukce a střešního pláště. Nosná konstrukce přenáší veškerou tíhu skladby pláště i tíhu vlastní a zároveň i veškeré zatížení působící na střechu. Střešní plášť sestává z několika vrstev, mezi nejdůležitější se řadí hydroizolační a tepelně izolační.

Návrh střechy je vždy ovlivněn několika faktory. Je velmi důležité tyto faktory brát v úvahu, protože mají přímý vliv na bezchybnou funkci střešní konstrukce. Tyto činitele jsou zohledněny a pomáhají tak v návrhu dospět k nejefektivnějšímu řešení zahrnujícímu volbu materiálů, typu střešního souvrství, sklonu střechy apod. [11].

## 1.1 Vlivy

Velmi důležitá je bezesporu sama zeměpisná poloha stavebního objektu. Ta totiž určuje hned několik podstatných vlivů, mezi které patří například teplota vnějšího vzduchu určující požadavky na tepelně izolační vlastnosti střechy a rovněž na vlhkostní podmínky uvnitř střešní skladby. S tím též souvisí relativní vlhkost vnějšího vzduchu. Lokalita dále stanovuje klimatické vlivy, mezi které patří například sněhová oblast a větrná oblast ovlivňující zatížení působící na konstrukci.

Konstrukce je dále namáhána chemickými vlivy způsobenými vnitřním agresivním prostředím nacházejícím se na příklad v technologických provozech, či vnějším, které vzniká například na střechách pojízdných, a to únikem pohonných hmot. Některé materiály jsou vůči sobě též agresivní, tudíž takové prostředí pak vzniká kontaktem těchto materiálů.

Střecha může být také napadena různými mikroby způsobujícími degradaci materiálů. Nákazou mohou být houby, plísně, bakterie, mechy atp. [11, 12].

## 2 Šikmé střechy

Výhodou šikmých střech je možnost využití podkrovního prostoru. Tento prostor je ovlivněn řadou okolností. Důležitý je tvar střešní konstrukce. Neoptimálnějším je tzv. mansardová střecha, nejčastěji používanou je však střecha sedlová, vcelku dobrou volbou z hlediska využitelnosti prostoru se zdá být i polo–valbová. Méně přijatelnou je pak varianta valbové či stanové střechy, jelikož obě tyto řešení značně omezují vnitřní prostor.

Mezi šikmé střechy řadíme takové, u kterých sklon střešní plochy náleží intervalu od  $5^\circ$  do  $45^\circ$  včetně. Úhel sklonu stanovuje nejen velikost využitelné plochy, kde minimální světlá výška podkroví je 900 mm, optimálně však 1300 mm, ale i volbu střešní krytiny. Velmi podstatný je i samotný krov. Realizace krovu s hambálky či kleštinami vysoko jistě uvolňuje více prostoru oproti krovu se stojatými stolicemi v plných vazbách [11].

### 2.1 Vrstvy střešního pláště

#### 2.1.1 Krytina

Střešní krytina je na trhu nabízena ve velkém množství tvarů a materiálových variant. Použit se může skládaná střešní krytina tvořena dílci spojovanými prostřednictvím drážek a přesahů. Ty musí zajistit těsnost proti zatékání vody i vnášení prachu. Občas jsou ještě použity krytiny na bázi přírodních materiálů. Mezi takové patří na příklad doškové či šindelové krytiny. Hojně jsou aplikovány keramické krytiny, které se dají na střechu osadit pro bezpečné sklony víceméně od  $30^\circ$ . V současnosti lze spatřit ve vysoké míře i betonové tašky či plechové tabule [11].

#### 2.1.2 Pojistná hydroizolace

Ukládá se pod skládanou krytinu, kde zajišťuje zamezení dalšího prostupu vody, která pronikla skrze netěsnosti spojů střešní krytiny. Pokud prostor nacházející se pod pojistnou hydroizolací není dobře provětrán, navrhujeme hydroizolaci s minimálním difúzním odporem [11].

### **2.1.3 Tepelná izolace**

Mezi, pod či nad krokvy se umísťuje tepelná izolace chránící objekt před přehříváním v letním období a úniky tepla v zimním období [11].

### **2.1.4 Vzduchotěsná vrstva**

Pod tepelnou izolaci z pravidla přijde vzduchotěsná vrstva zvaná parozábrana. Jedná se o hydroizolační materiál s vysokým difúzním odporem [11].

## **2.2 Konstrukce pláště**

Dle skladby střešního pláště dělíme střechy na jednoplášťovou, dvouplášťovou obsahující vzduchovou mezeru mezi horním a dolním pláštěm a více plášťovou s několika vzduchovými mezerami oddělených pláští. Dále máme střechy s parotěsnou vrstvou a bez parotěsné vrstvy [11].

### **2.2.1 Větrání pláště**

K větrání pláště dochází díky rozdílu tlaku vzduchu způsobeného důsledkem namáhání větru a nebo výměnu vzduchu vyvolává rozdíl teplot. Vzduch vniká a uniká z větraného prostoru prostřednictvím větracích otvorů na protilehlých stranách konstrukce.

Nutnost větrání je důležitá pro odvod vlhkosti pronikající střešním souvrstvím do objektu a nebo naopak odvod vlhkosti prostupující z interiéru vytvořené například vařením. Tím se zamezí vznik kondenzátu uvnitř pláště [11].



## **3 Ploché střechy**

Do této kategorie spadají veškeré střechy se sklonem vnějšího povrchu do 5° včetně [11, 12].

### **3.1 Vrstvy střešního pláště**

#### **3.1.1 Hydroizolace**

Hydroizolační funkci, tedy ochranu proti vodě, zastává hydroizolace. Obvykle jde o hydroizolaci povlakovou, která je schopna vytvořit souvislý povrch a to i v místech prostupů.

První variantou jsou asfaltové pásy oxidované či modifikované. Důležitou součástí je nosná vložka ovlivňující pevnost či difúzní propustnost pásu. Zpravidla se jedná o skelnou rohož, polyesterovou rohož nebo kovovou nosnou vložku. Pásy mohou být na povrchu opatřeny posypem, poté se dají použít jako vrchní hydroizolační pás. Spojují se pomocí plamene.

Druhou možností jsou hydroizolační fólie aplikované v jedné vrstvě. Fólie jsou odolné vůči UV záření, téměř dokonale nenasákavé a disponují nízkým difúzním odporem. Svařování spojů obvykle probíhá horkým vzduchem. Nejčtenějším typem jsou vysokotažné recyklovatelné termoplastické fólie, mezi které řadíme polyolefin, modifikovaný polyetylenchlorid, etylen–vinyl–acetát a hojně užívané měkčené PVC. mPVC obsahuje změkčovadla, která mohou migrovat do svého okolí. Pokud je tedy fólie z mPVC v kontaktu s EPS nebo asfaltem, je nutné ji separovat například skelnou textilií [11].

#### **3.1.2 Tepelná izolace**

Navrhuje se pro zajištění požadovaných tepelně technických vlastností vnitřního prostoru. Velmi často se používá expandovaný polystyren, což je pěnový materiál vznikající expanzí granulátu párou. Lepí se k podkladu polyuretanovými lepidly či asfaltem.

Dalším druhem je extrudovaný polystyren, který se liší svou homogenní strukturou s uzavřenými póry. Jeho aplikace je nezbytná ve střeších s obráceným pořadím vrstev. Třetí značně uplatňovanou tepelnou izolací je pěnový polyuretan. Jedná se o tvrdou pěnu s uzavřenými buňkami. Může se používat ve formě desek či stříkáním a vypěňováním.

Možné je rovněž užití pěnového skla. Tento materiál vzniká rozemletím odtaveného skla a smícháním moučky s prachovým uhlíkem. Je velice vhodný pro provozní střechy. Vždy se lepí asfaltem k podkladní vrstvě [11].

### **3.1.3 Spádová vrstva**

Pokud nosná konstrukce netvoří spád střechy, je nutné spád zajistit tzv. spádovou vrstvou. Bývá navržena z materiálu o nízkém součiniteli prostupu tepla, čímž pomáhá tepelné izolaci se splněním tepelně izolačních vlastností střechy. Většinou jde o lehký beton či beton s lehkým kamenivem. Jelikož se jedná o monolitickou vrstvu vytvořenou mokrým procesem, zhoršuje se vlhkostní profil konstrukce [11].

### **3.1.4 Expanzní vrstva**

Má za úkol uvést do rovnováhy tlak vodní páry, konkrétně snížit přetlak vznikající rázným výparem vlhkosti z osluněné střechy. Umisťuje se pod hydroizolaci v momentě, kdy by hydroizolace byla umístěna na monolitické betonové konstrukci [11].

### **3.1.5 Parotěsná vrstva**

Tlumí difúzi i přenos vodní páry a tak omezuje kondenzaci ve střešním souvrství. Obvykle se vkládá přímo pod tepelnou izolaci [11].

### **3.1.6 Ochranná vrstva**

Prodlužuje životnost krytiny tím, že ji chrání před účinky UV záření, mikroorganismů, oxidací ozónem, zvýšenými venkovními teplotami atd. Za těmito účely se užívají různé nátěry, nástřiky nebo násypy z kameniva [11].

### 3.1.7 Dilatační a separační vrstva

Dilatační vrstvou je umožněno pohybům jednotlivých vrstev, které jsou navozeny např. teplotními nebo vlhkostními změnami. Na druhou stranu separační vrstva odděluje vrstvy z důvodů chemických, výrobních, ale i mechanických. Každá dilatační vrstva plní zároveň i úlohu separační [11].

## 3.2 Konstrukce plochých střech

### 3.2.1 Jednoplášťové

Patří mezi nepoužívanější typ, jelikož nabízí vysokou škálu povrchových úprav, jsou jednoduše a především rychle realizovatelné a celková tloušťka konstrukce je poměrně malá. Pro zabránění vzniku vysoké vlhkosti v konstrukci je důležitá řádná kázeň při provádění střechy, také je nutné zamezení porušení hydroizolace. Důležitý je i důkladný rozbor skladby s tepelně–technickým posouzením vyhovujícím daným normám.

#### **S klasickým pořadím vrstev:**

Existuje jednoplášťová střecha s klasickým pořadím vrstev, kde se používá od exteriéru tradičně hydroizolace, tepelná izolace, parotěsná vrstva a spádová vrstva.

#### **S opačným pořadím vrstev:**

Dále je možno použít střechu s obráceným pořadím vrstev, kde se vyskytuje ve skladbě pouze jedna hydroizolace pod tepelnou izolací. Od exteriéru se tedy umísťuje ochranná vrstva, tepelná izolace, hydroizolace a spádová vrstva.

#### **Duo střecha:**

Tzv. duo střecha je východiskem při rekonstrukcích střech. Na vrchní vrstvu hydroizolace se umístí další tepelná izolace z XPS, která přebírá hlavní tepelně izolační funkci a původní tepelná izolace se stává pouze doplňkovou. Jako finální povrch se pak volí například zásyp kamenivem, jedná se tedy o jakousi kombinaci se střechou s opačným pořadím vrstev.

#### **Střecha plus:**

Tato střecha se rovněž projektuje při rekonstrukcích. Původní horní hydroizolační vrstva zastane parotěsnou funkci, na ní se položí nová tepelná izolace a finální krytina. Účelem je funkčnost jako u střechy s klasickým pořadím vrstev a parozábranou [11, 12].

### 3.2.2 Provozní střechy

Tyto konstrukce jsou využívány pro provoz. Jsou to střechy pochůzné a pojízdné, dále sem řadíme střešní zahrady neboli zelené střechy, bazény, atp. Jsou hojně navrhovány pro možnost využití dalšího prostoru, tudíž zároveň pro úsporu pozemku. Také napomáhají ke zlepšení tepelně vlhkostních a akustických vlastností střechy. Jsou však finančně velmi nákladné, náročné na realizaci, jsou těžší než klasické střechy a obtížnější na údržbu.

Většinou jde o jednoplášťové střechy s klasickým nebo obráceným pořadím vrstev. Tepelná izolace musí vykazovat dostatečnou pevnost v tlaku. Za tímto účelem je často navržena XPS izolace.

#### **Pochůzné střechy:**

Tato střecha je zatížena nepřetržitým užíváním osob, proto se navrhuje v místě teras nebo na střechách podzemních objektů. Pochůznou vrstvu tvoří dlaždice vsazené do maltového lože, do podsypu, betonové mazaniny, nebo na podložkách.

#### **Pojízdné střechy:**

Tento typ střechy je trvale užíván pro pojezd automobilů. Skladba je namáhána zatížením vozidel a také působením akceleračních a brzdících sil. Materiály skladby tedy musí odolávat tlaku a také smykovým silám. Proto se za tepelnou vrstvu užívá XPS a nebo pěnové sklo. Je nutná dilatace provozní vrstvy od zbylých střešních vrstev.

#### **Střešní zahrady:**

Jinak řečeno zelené střechy jsou dnes velmi rozšířené pro svou estetiku, dají se používat jako pochozí střechy. Rozdělujeme je dále na střechy s extenzivní a intenzivní zelení. Rozdíl je v tom, že extenzivní zeleň je vysoce odolná a nenáročná, řadíme sem nízké rostliny typu mechy a trávy. Intenzivní zeleň zahrnuje i různé keře a stromy. Vrstvy střechy jsou rozšířeny o vegetační substrát, hydroakumulační vrstvu sloužící k akumulaci vody nutnou pro přežití rostlin. Dále je nutné zeminu filtrovat přes vrstvu filtrační kvůli zamezení zanášení střešního pláště [11, 12].

### 3.2.3 Víceplášťové střechy

Jsou to střechy mající dva pláště od sebe oddělené větranou vzduchovou mezerou. Takovou střechu navrhujeme tam, kde je vysoká vlhkost v interiéru, zpravidla nad 80 %. Vlhkost prostupující z interiéru je odváděna proudícím vzduchem ven větracími

otvory. Důležité je zabránit kondenzaci vodní páry uvnitř vzduchové mezery na jejích horním povrchu. Proto je nutné tepelně izolovat horní plášť střechy tak, aby se zvýšil celkový tepelný odpor konstrukce a tím i teplota tohoto povrchu nad hodnotu rosného bodu.

Minimální výška větrané vzduchové mezery činí 100 mm, lepší je však tuto hodnotu zvýšit na 300 mm. Přiváděcí a odváděcí otvory vzduchu jsou umístěny na protilehlých stranách, ne však ve větší vzdálenosti než 10–15 m [11, 12].

## **4 Průvodní informace o vlastním návrhu variant střešní konstrukce**

V konstrukčním návrhu řeším objekt umístěný na stavební parcele číslo 2983/203, která se nachází na území města Pelhřimov a to konkrétně na okraji města v části zvané Pražské předměstí.

Jelikož Pelhřimov leží na Vysočině, nachází se oficiálně 494 m n. m. Mnou řešený stavební objekt se díky tomu řadí do sněhové oblasti III. Oproti tomu větrná oblast na tomto místě spadá pouze do větrné kategorie II. Z hlediska návrhu střešní konstrukce tak bylo rozhodujícím zatížením právě zatížení sněhem.

Projekt střechy byl od začátku koncipován typově jako plochá střecha se sklonem maximálně do 5°. Okraje nejsou zakončeny atikou, pouze ukončovací lištou. Atika nebyla zvolena z prostého důvodu. Objekt leží v blízkosti beachvolejbalových hřišť a proto je zde zvýšené riziko vlétnutí míče na střechu. Atika by bránila volnému sklouznutí míče ze střechy dolů, čímž by byl zpomalen celkový chod hry. Střecha přesahuje nosnou konstrukci na všech stranách, přičemž nejdelší přesah je na západní a východní straně.

Střechu budu v dalším textu dělit vždy na část I a část II a to z důvodu rozdílné vzdálenosti podpor nosné konstrukce zastřešení. Část I se nachází nad kavárnou, část II se nachází nad zbytkem budovy [3, 4].

### **4.1 Prvotní myšlenky návrhu**

Při předběžném návrhu jsem chtěla zastřešení provést ze stejného materiálu, ze kterého je tvořen strop nad 1.NP, tedy ze stropních trámů a stropních betonových vložek společnosti Livetherm. Kvůli velkému rozponu však tato konstrukce zvolena být nemohla, stejně tak jako na příklad filigránové panely, které se na takové rozpony rovněž nevyrábějí. Dřevěná trámová konstrukce z rostlého dřeva by rovněž vhodná nebyla především z důvodu vznikajícího velikého průhybu od zatížení.

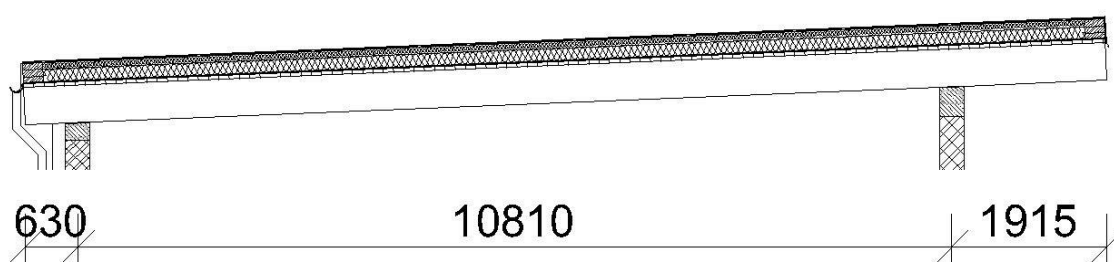
Také jsem si pohrávala s návrhem dřevěného příhradového pultového vazníku. Avšak mnou požadovaný výsledný nízký sklon by v tomto případě zabránil řádnému spojení diagonál s horními i spodními pásy vazníku. Spoje těchto částí v nejnižším místě konstrukce by byly obtížné na výrobu.

## 4.2 Faktory ovlivňující volbu nosné konstrukce

### 4.2.1 Střecha s přesahy

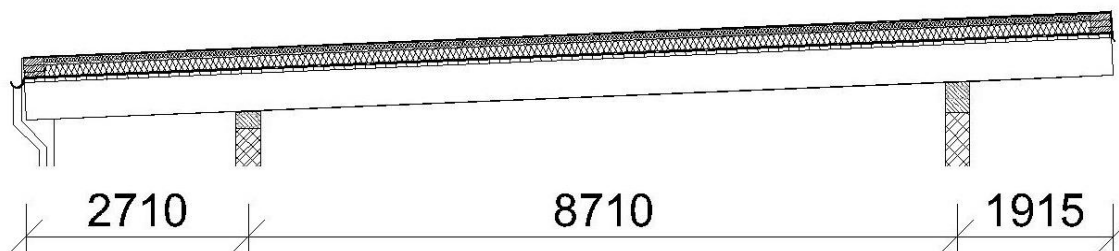
Vytvoření přesahů střechy ovlivnilo samotný návrh. Bylo nutné zvolit takový materiál, který by byl schopen splnit podmínky únosnosti i použitelnosti při přenosu zatížení nad převislými konci. Možností bylo samozřejmě na okrajích střechu podepřít přidavnými sloupy, ale pro zachování čistého vjemu budovy byla snaha se takovému řešení vyhnout.

V části I jsou přesahy dlouhé 0,630 m na jedné a 1,915 m na druhé straně.



obr.1 – Část střechy I

V části střechy II se vykonzolovaný okraj zvětšil z původních 0,630 m na 2,710 m.



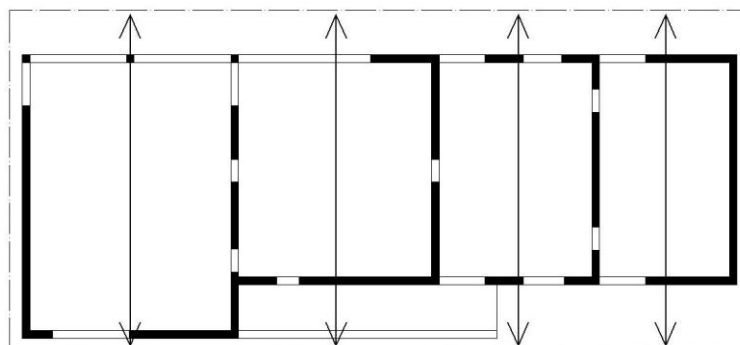
obr.2 – Část střechy II

Tento úsek střechy zastřešuje pochozí terasu u zadního vstupu do 2.NP. Přesah na opačné straně zůstal zachován o délce 1,915 m a tvoří rovněž zastřešení pochozí terasy a jakési betonové tribuny vytvořené podél západní stěny objektu.

### 4.2.2 Konstrukční systém střechy

Pro vytvoření dlouhého přesahu střechy nad západní a východní stěnou budovy bylo nutné navrhnout k tomuto účelu uzpůsobený konstrukční systém. Nosná konstrukce je tedy ve všech variantách vždy pnuta ve směru východ – západ.

Pnutí ve směru kolmém není možné, jelikož bych kvůli vytvoření přesahů střechy musela přidávat podpůrné konstrukce po obvodu střechy, což nebylo mým záměrem.



obr.3 – Konstruktivní systém střechy

### 4.2.3 Rozpon nosné konstrukce

Důležitou roli ve výběru konkrétního typu materiálu hrál rozpon nosné konstrukce tvořící podpůrnou konstrukci střechy. Svislá nosná konstrukce je navržena ze zdících betonových tvárnic Livetherm tloušťky 300 mm. V I. části střechy činí délka rozponu konstrukce 10,810 m. V části střechy II nad zbylými místnostmi 2.NP je rozpon nosných stěn kratší, konkrétně jen 8,710 m. Rozhodující vliv měl tedy návrh nad I. částí objektu.

## 4.3 Podpůrná konstrukce střechy

### 4.3.1 Část I

Střešní konstrukce je tvořena jednosměrně pnutým konstrukčním systémem. Nosné prvky jsou na východní straně objektu uloženy na železobetonový věnec, který plní ztužující funkci všech obvodových stěn. Protilehlá část je uložena na dřevěném trámu smrkového rostlého dřeva pevnostní třídy C24 o rozměrech 300/300 mm a celkové délce 8,2 m s kloubovými podporami na obou krajích a jednou v prostřed, jedná se tedy o nosník o dvou stejných polích délky 4,1 m. Tento prvek je podepřen celkem dvěma dřevěnými sloupy průřezu 300/300 mm a jedním s průřezem 200/200 mm o výšce 3,220 m.



### **4.3.2 Část II**

Uložení v části II je v celém rozsahu vždy provedeno na dvou protilehlých místech do železobetonového ztužujícího věnce obvodových stěn.

## **4.4 Základní charakteristika střechy**

Jedná se o střechu plochou bez provozu se sklonem 2,36°. Výběr střešní krytiny byl značně omezený především spádem střechy. Prakticky jedinou možností finálního povrchu tak bylo použití hydroizolační vrstvy, ať z modifikovaného asfaltového pásu a nebo měkčeného PVC, jelikož i plechové krytiny se ve většině případů osazují nejméně od 3° sklonu střechy a navíc s podmínkou druhotného zajištění spár mezi jednotlivými dílci krytiny proti průniku vody.

Veškeré návrhy skladeb byly posouzeny programem Teplo 2014 na možnost kondenzace vodní páry uvnitř souvrství a z hlediska prostupu tepla. Viz dokumentace D.1.1 část a) Technická zpráva – příloha č. 2.

## **4.5 Zatížení**

Střecha je zatížena stálým zatížením, které bylo spočítáno z objemových a plošných hmotností materiálů střešního pláště a nosné konstrukce střechy.

Dále je přítomno proměnné zatížení skládající se z užitného zatížení určeného normou ČSN EN 1991-1-1 a to konkrétně pro kategorii H, tedy střechy bez provozu. Mezi proměnné zatížení řadím i zatížení sněhem pro sněhovou oblast III. Výpočet zatížení viz D.1.2 část c) Statické posouzení.

## **4.6 Odvodnění střechy**

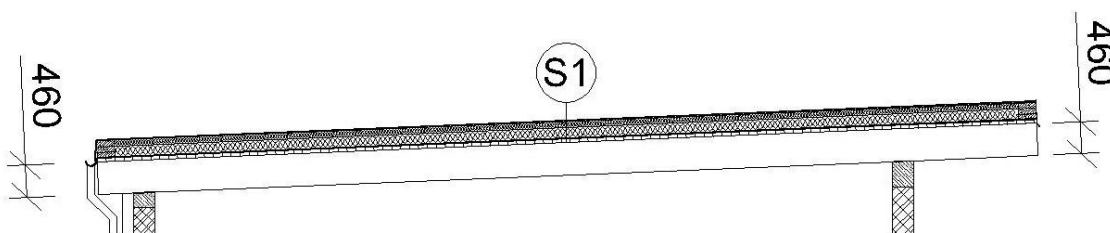
Ve všech variantách je odvodnění střechy zajištěno sklonem střechy 2,36°. Spádování vždy vytváří sama nosná konstrukce ať už svým uložením a nebo svým tvarem. Voda je odváděna okapovým žlabem uchyceným pod okrajem střechy okapovými háky. Žlab odvádí vodu do dvou dešťových svodů o jmenovitém průměru DN 100. Výpočet dimenze svodného dešťového potrubí viz D.1.4 část a) Technická zpráva.

## 5 Vlastní návrh jednotlivých variant

### 5.1 Varianta A

Prvním řešením je konstrukce sestavená z dřevěných vazníků z lepeného lamelového dřeva s konstantním průřezem. Toto řešení se řadí k celkem tradičnímu řešení zastřešení konstrukcí. Dřevo jako konstrukční prvek je používáno již od nepaměti, ve verzi lepeného lamelového dřeva je jeho použitelnost a vhodnost dokonce posunuta za hranice, o kterých se dříve nedalo vůbec uvažovat. Spektrum použití se tak rozšířilo i na velko-rozponové konstrukce, což nabízí úplně nový rozměr navrhování dřevěných konstrukcí a svými vlastnostmi se dokonale hodí pro velký rozpon mnou řešeného objektu.

Výkres sestavy střešních prvků viz přiložený výkres č. 1.



obr.4 – Vazník z lepeného lamelového dřeva s konstantním průřezem

#### 5.1.1 Materiál

Zvolila jsem lepené lamelové dřevo o třídě pevnosti GL24h. Toto dřevo se vyrábí vzájemným plošným lepením lamel z masivního dřeva pomocí melaminových lepidel. Lamely musí být předem řádně vysušeny a to na hodnotu vlhkosti 10–12 % s maximální odchylkou 2 %. Díky vysušení je sníženo riziko napadení dřevokazným hmyzem a plísněmi. Po délce jsou lamely nastavované pomocí zubovitého spoje [1].

#### 5.1.2 Návrh vazníků

Vnitřní síly a podporové reakce jsem získala výpočtem v programu Scia Engineer. Viz D.1.2 část c) Statický návrh – příloha č. 3, 4.

Posouzení vazníků jsem provedla jak pro mezní stav únosnosti, tak pro mezní stav použitelnosti. O konečném průřezu rozhodoval MSP. Posuzovala jsem jak vazníky v části I pro rozpon 10,810 m, tak pro část II se vzdáleností podpor 8,710 m. Viz. D.1.2 část c) Statický návrh.

Na dané zatížení působící na konstrukci vyhověl vazník s konstantním průřezem o velikosti 220/460 mm. Vazník je celkem 13,366 mm dlouhý. Celou konstrukci střechy tvoří 30 vazníků o stejných průřezových parametrech. Vazníky jsou ukládány v osových vzdálenostech 960 mm na protilehlé obvodové stěny. Uložení je provedeno ve spádu  $2,36^\circ$  na železobetonový ztužující věnec. Mezi vazníky a věnec musí být vložena lepenka, v tomto případně byla zvolena asfaltová, pro zamezení vztlínání vlhkosti z podkladu do dřeva. Zároveň je asfaltová lepenka dostatečně pružný materiál pro umožnění drobných posuvů konstrukce v důsledku objemové roztažnosti.

Kotvení do železobetonového věnce zajišťují ocelové úhelníky vždy osazené po obou stranách každého z vazníků a řádně kotveny kotevními prvky. Okrajové vazníky mají ve spodní straně vytvořenou drážku pro vložení kotevního prvku ve tvaru obráceného ocelového T, které je následně kotveno do železobetonového věnce. Viz příložený výkres č. 4.

Ztužení konstrukce je provedeno dřevěnými fošnami tvořícími ztužující dřevěný rám. Tento rám je vložen do volného prostoru vzniklého mezi horním okrajem obvodových stěn a vazníky. Sestává ze dvou podélných prvků umístěných v horní a dolní části průřezu vazníku a na ne kolmých příčných prvků stejného průřezu. Svislé fošny jsou celkem tři, dvě jsou umístěny po stranách vazníků a jedna vprostřed mezi vazníky. Dřevěný rošt je kotven ocelovými úhelníky do železobetonového věnce a vruty spojen s vazníky. Jednotlivé segmenty rámu jsou mezi sebou spojeny šroubovými spoji. Viz D.1.1 část b) Výkresová část – výkres č. 12. Rošt bude vyplněn minerální izolací a z vnitřní strany přetažen parotěsnicí fólií.

V části objektu, kde se nachází kavárna, budou vazníky ponechány jako pohledové. V ostatních částech budovy, kde se nachází pracovna, šatny a hygienické zázemí, budou vazníky zakryty sádkartonovým podhledem. Z vnější strany se vazníky nechají opět pohledové bez zakrytí dalším bedněním.

### 5.1.3 Klempířské prvky

Okraje střechy jsou zakončeny ukončovacím profilem z titanzinku, který je kotven do dřevěných hranolů. Lišta se nachází na třech stranách střechy. Viz příložený výkres č. 6. Na nejnižším okraji je osazena titanzinková okapnička, která je kotvena k podkladnímu dřevěnému hranolu. Okapnička svádí vodu ze střechy do okapového žlabu. Uchytení je provedeno do okapových háků, které jsou kotveny do dřevěné konstrukce. Viz příložený výkres č. 5.

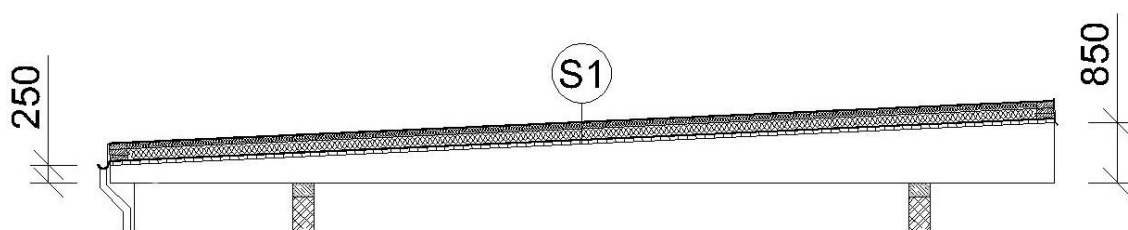
### 5.1.4 Prostupy

Prostupy jsou řešeny jednoduše skrze skladbu střešního pláště. Prostupy jsou ucpány tepelnou izolací pro snížení tepelných mostů. Jedná se celkem o 11 prostupů střešním souvrstvím. Ani jeden z prostupů neprochází přímo nosnou konstrukcí střechy, tedy vazníky. Kvůli potrubí bylo pouze nutno proříznout dřevěný záklop z prken. Prostup konstrukcí – viz příložený výkres č. 7.

## 5.2 Varianta B

Při návrhu varianty A s dřevěnými vazníky konstantního průřezu mi přišlo zajímavé porovnání s vazníky stejného materiálu, avšak pultového tvaru. Proto jsem jako druhou možnost řešila návrh pultových dřevěných vazníků. Výhodou tohoto řešení je spád vytvořený samotnou nosnou konstrukcí, oproti nutnosti ukládání vazníku ve spádu tak, jako ve variantě A.

Výkres sestavy střešní konstrukce – viz příložený výkres č. 2.



obr.5 – Vazník z lepeného lamelového dřeva – pultový tvar

### 5.2.1 Materiál

Opět jsem zvolila lepené lamelové dřevo třídy pevnosti GL24h.

### 5.2.2 Návrh vazníků

Mnou navržený pultový vazník jsem posoudila na MSÚ i MSP. Opět, jako ve variantě A, byl rozhodující mezní stav použitelnosti. Rovněž jsem posuzovala jak vazníky uložené v části I, tak vazníky uložené v části II. Viz dokumentace D.1.2 část c) Statické posouzení.

Pro dané zatížení od vlastní tíhy střešního pláště a zatížení proměnného vyhověl vazník s počátečním průřezem 200/250 mm a konečným průřezem 200/850 mm. Je tedy vidět, že ačkoli ve výsledku je v průměru výška vazníku větší o 90 mm oproti vazníkům varianty A, na druhou stranu šířka vazníku mohla být zúžena o 20 mm ve srovnání s první variantou. Vazník svým tvarem sám o sobě představuje spád střechy o velikosti 2,57°. Jeho délka činí přesně 13,355 m. Střešní plášť je podpírán celkem dvaceti pultovými vazníky stejných rozměrů, což je přesně o deset vazníků méně, než-li v případě varianty s vazníky konstantního průřezu. Díky zvýšené únosnosti dané zvyšujícím se průřezem jsem je mohla rozmístit ve větších osových vzdálenostech, konkrétně 1,460m od sebe. Uložení je opět provedeno přes lepenku na protilehlé obvodové zdivo, konkrétně na železobetonový věnec..

Kotvení je taktéž stejné, tedy ocelovými úhelníky do železobetonového věnce. Okrajové vazníky jsou rovněž na spodní hraně opatřeny drážkou pro vložení ocelového obráceného T pro kotvení k nosným obvodovým stěnám.

Ztužení konstrukce je provedeno pomocí dřevěného roštu z fošen, který je principiálně stejný, jako ve variantě A, avšak jeho celková výška musí být vyšší, jelikož i průřez vazníku je vyšší. Na protilehlé straně vazníků, kde je průřez pouhých 200/250 mm, jsou mezi vazníky pro ztužení vloženy samostatné fošny v podélném směru bez příčníků a taktéž jsou kotveny přes ocelové úhelníky k vazníkům. Dřevěný rám na obou koncích vazníků musí být z vnitřní strany opatřen parotěsnicí vrstvou.

Vazníky budou rovněž z venku budovy i v určitých částech vnitřních prostor ponechány jako pohledové. Ovšem při takovém řešení jsou při pohledu na objekt z čelní strany vidět vazníky velkého průřezu 200/850 mm. Z tohoto důvodu lze zvenčí vazníky pobít na příklad dřevěnými prkny o tloušťce 18 mm, čistě z estetického hlediska.

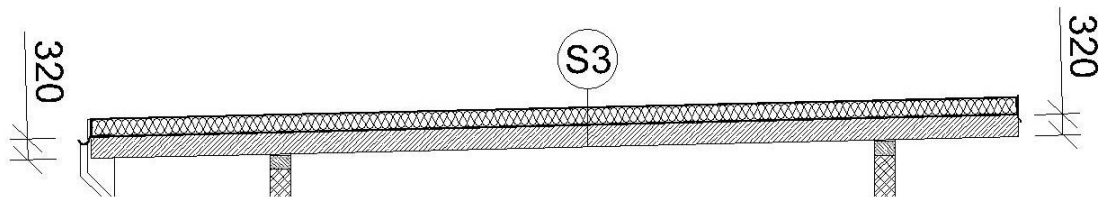
### 5.2.3 Klempířské prvky

Okraje střechy jsou zakončeny stejně, jako ve variantě A, tedy boční hrany a hřeben pomocí ukončovací lišty a spodní okraj okapničkou s okapovým žlabem. Ten je uchycen opět do okapových háků. Plocha střechy zůstala v tomto návrhu stejná, tudíž i dimenze střešního dešťového svodu je neměnná, jedná se o 2 svody jmenovitého průměru DN 100 mm.

## 5.3 Varianta C

Při přemýšlení, jaký materiál by mohl tvořit nosnou konstrukci umožňující zastřešení větších rozpětí, jsem došla k závěru použít stropní předpjaté železobetonové dutinové panely Spiroll.

Výkres stropní sestavy – viz příložený výkres č. 3.



obr.6 – Předpjaté železobetonové panely Spiroll

### 5.3.1 Materiál

Beton se řadí mezi novodobější typ materiálů. Jakožto kompozitní materiál zaznamenal neskutečné pokroky především v průběhu posledního století. Ačkoli první použití hmoty na bázi cementu je datováno od starověku, rozmach betonových konstrukcí je znám zejména v posledních desítkách let, a to díky zlepšeným technologiím výroby, dosažení lepších hodnot tlakových pevností či modulů pružnosti a také právě díky objevení možnosti vložení předpětí do konstrukce.

Konkrétně v návrhu C použité předpjaté panely Spiroll jsou železobetonové panely vyrábějící se v různých tloušťkách od 160 mm do 400 mm. Jedná se o deskové betonové prvky s výztužnými lany a kruhovými dutinami. Jejich výroba probíhá na dlouhých drahách takzvanou bezbočnicovou technologií. Délka panelu je závislá na

požadavku projektanta a délce výrobní dráhy. Délka tak může dosáhnout maximálně 16 m. Šířka panelů je standardně 1200 mm, ale dá se dle technických listů snížit řezáním na užší dílce.

Výhodou těchto panelů je rychlá montáž, minimalizace mokrého procesu oproti monolitickým konstrukcím a především velmi vysoká únosnost i při malých tloušťkách prvků. Rovněž se sem řadí i použití na veliké rozpory [18].

### **5.3.2 Návrh panelů Spiroll**

Nejprve jsem provedla předběžný návrh tloušťky konstrukce dle požadavků na minimální a maximální rozpon nosné konstrukce. Pro rozpon na necelých 11 m postačuje panel o výšce 320 mm. Šířka panelů je pro všechny typy stejná a činí 1190 mm.

Dle statických tabulek únosnosti od výrobce, viz D.1.2 část c) Statický výpočet – příloha č. 7, 8, jsem zvolila panel typu PPD 320/335, který vyhověl dle posuzovaného maximálního ohybového momentu a posouvající síly. Viz D.1.2 část c) Statický výpočet.

Pro dané podmínky vyhovující typ je dlouhý přesně 13,5 m, proto bude nutné ho seříznout na požadovanou délku 13,335 m. Dle technických podkladů výrobce to však není žádný problém. Panely se pokládají vedle sebe na železobetonový ztužující věnec do maltového lože pevnosti malty MC 30 tloušťky 10 mm. Do spár vzniklých mezi jednotlivými panely se vloží zálivková výztuž a poté se prostor vyplní betonovou zálivkou pevnostní třídy C20/25 – Dmax 8 mm – S2.

Prostupy skrze panely lze řešit zhotovením vývrtů o maximálním průměru 400 mm, v tomto případě postačí i průměr 200 mm, jelikož maximální jmenovitý průměr větracího kanalizačního potrubí vyvedeného nad úroveň střešní krytiny je DN 100 [18].

### **5.3.3 Klempířské prvky**

Zakončení skladby střešního souvrství je provedeno ukončovacím profilem kotveným přímo do panelu. Profil je tvaru U, a tvoří podklad pro kotvení zakončovací lišty osazené z horní strany střešního pláště. Viz příložený výkres č. 9. Tato lišta je upevněna ze tří stran střechy, na nejnižším okraji střechy je nahrazena titantzinkovou okapničkou kotvenou rovněž do ukončovacího profilu tvaru U. Na tomto okraji jsou rovněž

přípevněny okapové háky, do nichž je vložen okapový žlab. Viz příložený výkres č. 8. Dešťová voda je svedena do dvou svodů umístěných v rozích objektu.

### **5.3.4 Prostupy**

Prostupy panely se řeší prořezem kruhovým diamantovým vrtákem. Maximální dvětlost otvoru je 200 mm přičemž musí být dodržena minimální vzdálenost prostupu od okraje panelu. Ve střeše varianty C je navrženo celkem 10 prostupů větracího potrubí kanalizace a 1 prostup odvětrávacího potrubí protiradonového opatření. Prostup střechou – viz příložený výkres č. 10.



## **6 Další střešní konstrukce objektu – pochozí terasa**

Kromě hlavní konstrukce zastřešení jsou součástí objektu i dvě pochozí střechy. Jedna z nich je využívána jako venkovní terasa náležící kavárně, druhá umožňuje vstup do 2.NP z opačné strany objektu, než se nachází vstup hlavní. Obě terasy jsou spádovány 2 % směrem od objektu.

### **6.1.1 Materiál nosné konstrukce**

Jelikož obě terasy zároveň tvoří i strop prvního nadzemního podlaží, jejich nosná konstrukce je totožná s konstrukcí stropů objektu. Jedná se tedy o stropní trámce a stropní vložky Livetherm tvořící dohromady systém Livetherm strop 200 [20].

### **6.1.2 Návrh stropů Livetherm**

Rozpon nosných stěn, na kterých jsou stropní trámce uloženy, je v těchto částech objektu výrazně menší. Proto bylo možné použít nižší typ trámců ST 160 a tím i celkově výrazně snížit výšku nosné konstrukce z původních 300 mm, což je výška nosné konstrukce stropů v celém zbytku objektu, na konečných 200 mm. Zároveň byl tento krok vhodný z hlediska vyrovnání výškového rozdílu podlah vně a uvnitř objektu. Skladba vnitřní podlahy má výšku pouze 145 mm, kdežto venkovní úprava terasy v nejvyšším místě 435 mm. Stěny jsou v místě uložení trámců sníženy o jednu betonovou tvárnici skladebné výšky 200 mm. Zásadou tohoto řešení byl rozdíl úrovní podlah prakticky vyrovnán s rozdílem 10 mm snížení venkovní terasy kvůli zamezení průniku vody do objektu.

Strop Livetherm 200 vyhovuje požadavkům udávaným výrobcem. Posouzení jsem provedla dle maximálního ohybového momentu a posouvající síly, dále jsem posuzovala zatížení skutečně působící na daný prvek se zatížením maximálním možným působícím na konstrukci rovněž udávaným výrobcem. Výpočet viz dokumentace D.1.2 část c) Statický výpočet, statické tabulky výrobce viz D.1.2 část c) Statický výpočet – příloha č. 2 [20].

## 7 Navržené skladby střechy

Návrhy skladeb i se schémata viz D.1.1 část a) Technická zpráva – příloha č. 1.

### 7.1 Skladba S1

Skladba použita u varianty návrhu A a B. Vzhledem k tomu, že nosná konstrukce střechy je z hořlavého materiálu, je ve skladbě použita tepelná izolace nehořlavého materiálu, izolace z minerálních vláken.

#### **Finální povrch**

#### **Dekplan 76**

Jedná se o hydroizolační fólii z měkčeného PVC používanou na střechách jako jednovrstvou hydroizolaci. Tato fólie se musí mechanicky kotvit. Výrobce zaručuje odolnost vůči UV záření a též i odolnost vůči povětrnostnímu stárnutí [4].

#### **Separace**

#### **Filtek V**

Separace je tvořena netkanou skelnou tkaninou. Odděluje pěnový polystyren od hydroizolace z mPVC, aby zabránila migraci změkčovadel obsažených v hydroizolaci [7].

#### **Tepelná izolace**

#### **Isover S**

Materiálem této izolace je minerální plst' Isover, jejíž hlavní složkou je tavenina směsi hornin. Desky vyrobené z toho materiálu jsou hydrofobizovány. Tyto desky se používají do jednoplášťových plochých střech vždy jako horní vrstva tepelné izolace [16].

#### **Tepelná izolace**

#### **Isover R**

Materiál je shodný s materiálem tepelné izolace Isover S. Používají se do jednoplášťových plochých střech vždy jako spodní vrstva tepelné izolace [15].

#### **Pojistná hydroizolace**

#### **Glastek 30 Sticker Plus**

Pás je vyroben z modifikovaného asfaltu v kombinaci s nosnou vložkou ze skelné tkaniny o plošné hmotnosti 200 g/m<sup>3</sup>. Díky této tkanině má pás vysokou pevnost. Horní povrch pásu je opatřen minerálním jemnozrnným posypem. Pás se celoplošně lepí na podkladní vrstvu [8].

#### **Dřevěné bednění**

#### **smrkové fošny 150/50 mm**

Bednění ze smrkového dřeva o jakosti S10 dle ČSN 73 2824-1 a pevnosti C24 dle ČSN EN 338.

## 7.2 Skladba S2

Skladba střechy pochozí použita u střešních teras.

### **Finální povrch**

### **dlažba teracco**

Navržena je dlažba o tloušťce 30 mm z materiálu zvaného teracco. Jedná se o směs cementu, kamenné drti a přídatných barviv s imitací kamene. Povrch je zušlechtěn broušením, kartáčováním atp. [19]

### **Podložky**

Gumové podložky, na které se osazují dlaždice.

### **Hydroizolace**

### **Elastek 40 Special Dekor**

Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou polyesterovou rohoží vyztuženou skelnými vlákny. Používá se jako vrchní pás hydroizolačního souvrství střech. Je celoplošně nataven k podkladu [6].

### **Hydroizolace**

### **Glastek 30 Sticker Ultra**

Samolepicí pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou skelnou tkaninou o plošné hmotnosti 200 g/m<sup>3</sup>. Horní strana pásu je pokryta spalitelnou PE folií. Použití nalezne při realizaci plochých střech jako spodní pás hydroizolace.

Pás se celoplošně lepí k podkladu [9].

### **Tepelná izolace**

### **Isover EPS 200S**

Jedná se o pěnový polystyren dodávaný ve formě bílých desek v samozhášivém provedení o tloušťce 220 mm. Používají se tam, kde jsou zvýšené požadavky na zatížení, tedy i do střešních teras [14].

### **Hydroizolace**

### **Glastek AL 40 Mineral**

Materiálem je SBS modifikovaná asfaltový pás s nosnou AL folií kaširovanou skleněnými vlákny o plošné hmotnosti 60 g/m<sup>2</sup>. Horní povrch pásu je opatřen posypem a dolní strana pásu separační PE folií. Tento pás je určený k použití na střechy pro parotěsnicí funkci [10].

### **Spádová vrstva**

### **keramzitbeton**

Beton s nižší objemovou hmotností zajištěnou díky lehčenému kamenivu. Je dobrým zvukovým i tepelným izolantem. Pro střechy je používán jako spádová monolitická vrstva [17].

### 7.3 Skladba S3

Skladba použita u varianty návrhu C. Vzhledem k tomu, že nosná konstrukce střechy je z nehořlavého materiálu, mohla jsem použít tepelnou izolaci z materiálu EPS, což je hořlavý materiál.

#### **Hydroizolace**

**Elastek 40 Special Dekor**

Viz kapitola 7.2

#### **Hydroizolace**

**Glastek 30 Sticker Ultra**

Viz kapitola 7.2

#### **Tepelná izolace**

**Isover EPS 100**

Izolace z pěnového polystyrenu vyrobená speciální technologií bez obsahu freonů. Používá se pro ploché střechy a další konstrukce s běžnými požadavky na tlakové zatížení [13].

#### **Hydroizolace**

**Glastek AL 40 Mineral**

Viz kapitola 7.2

#### **Penetrace**

**Dekprimer**

Asfaltová emulze zvyšující přilnavost izolace k podkladu neobsahující žádná rozpouštědla. Nanáší se na suchý a čistý podklad [5].

## 8 Závěr

Ráda bych shrnula výhody a nevýhody navržených variant pro jednodušší vyhodnocení nejlepšího zvoleného řešení:

Předpjaté panely, ačkoli jejich použití je vhodné pro velké rozpony, jsou v tomto objektu spíše řešením méně přijatelným v porovnání s variantami s dřevěnými vazníky. Z hlediska materiálového se sice panely svým způsobem hodí k nosné svislé konstrukci z betonových tvárnic i stropní konstrukci z trámů a betonových vložek, avšak z venčí jsou zakryty fasádní omítkou či sádkartonovým podhledem, tudíž toto spojení není prvním pohledem znát. Samotná montáž je vcelku nenáročná, avšak zavádí do stavby mokrého procesu. Také je nutné řešit prořezy pro prostupy konstrukcí, které je nutné konzultovat s odborníkem na statiku stejně tak jako by bylo vhodné takto řešit únosnost panelů v místech dlouhých konzol. Konstrukce by možná musela být podpořena sloupky po obvodě střechy, což nebylo požadavkem.

Při porovnání varianty A s variantou B dostaneme drobnější rozdíly, které v závěru ovlivňují výběr nejvhodnějšího řešení. Pracovala jsem celkem se dvěma typy vazníků stejného materiálu. Dle statického posouzení jsem navrhla variantu A s konstantním průřezem 220/460 mm, která značně uspoří spotřebu materiálu oproti variantě B s proměnným průřezem šíře 200 mm a průměrné výšky 550 mm. Musíme brát ale v úvahu to, že je zapotřebí celkem třiceti kusů vazníků typu A, kdežto vazníků typu B pouhých dvacet kusů. Tudíž v konečném výsledku z hlediska množství použitého materiálu je vhodnější varianta B. Znamená to i vyšší náklady na dovoz materiálu na stavbu pro variantu A. Pultový tvar vazníku navíc vymezuje sklon střechy a není tedy nutné realizovat železobetonový věnec s horní plochou ve spádu pro uložení vazníků, jako ve variantě A. Pultový vazník varianty B však potřebuje značné ztužení na straně výšky průřezu 850 mm kvůli zabránění překlopení. Vazník s konstantním průřezem nemá na ztužení tak náročné požadavky. Z estetického hlediska jsou tyto vazníky typu A rovněž vhodnější, jelikož při pohledu na západní stranu objektu jsou viditelné pouze průřezy 220/460 mm, které jsou rozhodně pohlednější, než-li průřezy 200/850 mm, které jsou skutečně velmi vysoké.

Závěrem se po zvážení výhod a nevýhod jednotlivých řešení přikláním k prvnímu návrhu, tedy variantě A. Pokud by však bylo dbáno více na celkové náklady než na celkový vzhled budovy, bylo by vhodnější použít pultové vazníky.

Díky návrhu střešní konstrukce jsem si mohla procvičit práci v programu Scia Engineer 15.1 a rovněž v programu Teplo 2014. Také mi bylo umožněno pracovat s literaturou zabývající se problematikou střech a klempířských prvků. Osvojila jsem si návrh plochých střech bez atiky, se kterým jsem se doposud při řešení školních úloh nesečkala. Veškeré nově nabyté poznatky jsou pro mě velikým přínosem.

## Seznam použité literatury

- [1] *BSH* / *dekwood.cz* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://http://dekwood.cz/produkty/kvh-duo/trio-bsh/bsh-60>
- [2] ČSN EN 1991-1-3. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem.*
- [3] ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: obecná zatížení – Zatížení větrem*
- [4] *DEKPLAN* / *Stavebniny DEK - Vše pro Váš dům* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/podpora/dekplan>
- [5] *DEKPRIMER* / *Stavebniny DEK - Vše pro Váš dům* [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/podpora/dekprimer>
- [6] *ELASTEK 40 SPECIAL DEKOR* / *Stavebniny DEK - Vše pro Váš dům* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/podpora/elastek-40-special-dekor>
- [7] *FILTEK V 120g/m2 sklovláknitá separační textilie, š.2,0m, 200m2/role* | *Stavebniny DEK - Vše pro Váš dům* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/produkty/detail/2615301110-filtek-v-120g-m2-s-2-0m-200m2-role>
- [8] *GLASTEK 30 STICKER PLUS* / *Stavebniny DEK - Vše pro Váš dům* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/podpora/glastek-30-sticker-plus>
- [9] *GLASTEK 30 STICKER ULTRA* / *Stavebniny DEK - Vše pro Váš dům* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/podpora/glastek-30-sticker-ultra>
- [10] *GLASTEK AL 40 MINERAL* / *Stavebniny DEK - Vše pro Váš dům* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/podpora/glastek-al-40-mineral>
- [11] HANZALOVÁ, Lenka a Šárka ŠILAROVÁ. *Konstrukce pozemních staveb 40: zastřešení.* Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02604-3.
- [12] HANZALOVÁ, Lenka, Šárka ŠILAROVÁ a kolektiv. *Ploché střechy.* Praha: Informační centrum ČKAIT, s. r. o., 2005. ISBN 80-86769-71-2.
- [13] *Isover EPS 100* / *ISOVER* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/isover-eps-100>

- [14] *Isover EPS 200S / ISOVER* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/isover-eps-200s>
- [15] *Isover R / ISOVER* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/isover-r>
- [16] *Isover S / ISOVER* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/isover-s>
- [17] *Lehčené keramzitbetony pro stavební rekonstrukce | MERIT spol s r. o.* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.merit-slatinany.cz/lehcene-keramzitbetony-pro->
- [18] *Předpjaté stropní panely SPIROLL | Prefa Brno* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.prefa.cz/produkty/pozemni-stavby/stropni-dilce/predpjate-stropni-panely-spiroll>
- [19] *Teraco – Wikipedie* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Teraco>
- [20] *Výrobky - stropní konstrukce - skládané | Livetherm* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://livetherm.cz/cz/vyrobky/stropni-konstrukce-skladane>



## **Seznam příložených výkresů**

Výkres č. 01 – Výkres skladby střechy/pohled na střechu – varianta A

Výkres č. 02 – Výkres skladby střechy/pohled na střechu – varianta B

Výkres č. 03 – Výkres skladby střechy/pohled na střechu – varianta C

Výkres č. 04 – Detail 1 – Uložení okrajového vazníku – varianta A

Výkres č. 05 – Detail 2 – Ukončení střechy u okapu – varianta A

Výkres č. 06 – Detail 3 – Ukončení střechy – varianta A

Výkres č. 07 – Detail 4 – Prostup střechou – varianta A

Výkres č. 08 – Detail 5 – Ukončení u okapu – varianta C

Výkres č. 09 – Detail 6 – Ukončení střechy . varianta C

Výkres č. 10 – Detail 7 – Prostup střechou – varianta C

## Seznam obrázků

obr.1 – Část střechy I.....	- 15 -
obr.2 – Část střechy II.....	- 15 -
obr.3 – Konstrukční systém střechy.....	- 16 -
obr.4 – Vazník z lepeného lamelového dřeva s konstantním průřezem .....	- 18 -
obr.5 – Vazník z lepeného lamelového dřeva – pultový tvar .....	- 20 -
obr.6 – Předpjaté železobetonové panely Spiroll.....	- 22 -