ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Výměna střešního pláště ve variantách

Jan Holeček

2016

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.

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

V Praze …… **……**

Jan Holeček

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Václavu Pospíchalovi, Ph.D. za odborné vedení, ochotu a věcné připomínky, které mi poskytl při zpracování této bakalářské práce. Rovněž bych rád poděkoval své rodině za podporu během studia.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

studijní program: Stavební inženýrství

studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

akademický rok: 2015/16

Jméno a příjmení studenta: Jan Holeček

Zadávající katedra: K122 - Katedra technologie staveb

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.

Název bakalářské práce: Výměna střešního pláště ve variantách

Název bakalářské práce v anglickém jazyce: Replacement of roof cladding in more options

Rámcový obsah bakalářské práce: Popis stávajícího stavu, bourání. Koncepční návrh variant nového střešního pláště včetně souvisejících konstrukcí (klempířské, blesk.) Porovnání z hlediska nákladů (ceny), životnosti, nákladů na údržbu, technologie provádění a ostatních vhodných hledisek. Výběr nejvhodnější varianty.

Datum zadání bakalářské práce: 15.2.2016 Termín odevzdání: **20.5.2016**
(vyplňte poslední den výuky příslušného semestru)

Pokud student neodevzdal bakalářskou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání bakalářské práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat bakalářskou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu bakalářskou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č. 111/1998. (SZŘ ČVUT čl. 21, odst. 4)

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

[redacted]
vedoucí bakalářské práce

[redacted]
vedoucí katedry

Zadání bakalářské práce převzal dne: 15.2.2016

[redacted]
student

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x student, 1x studijní odd. (zašle katedra)

Nejpozději do konce 2. týdne výuky v semestru odešle katedra 1 kopii zadání BP na studijní oddělení a provede zápis údajů týkajících se BP do databáze KOS.
BP zadává katedra nejpozději 1. týden semestru, v němž má student BP zapsanou.
(Směrnice děkana pro realizaci studijních programů a SZZ na FSv ČVUT čl. 5, odst. 7)

Anotace

Cílem bakalářské práce je navrhnout nejvhodnější variantu výměny střešního pláště panelového domu nacházejícího se na adrese Bernolákova 1166/5, Praha 4 – Krč, 142 00. Teoretická část bakalářská práce je zaměřena na používané typy střech v období 70. a 80. let na panelových objektech, možnosti jejich oprav a dnešní varianty střech. V další části práce je řešena problematika střechy daného objektu. Problematika byla řešena pomocí obecných výhod a nevýhod daných skladeb střešního pláště a jejich následnou kalkulací. Kalkulace jsou zaměřeny na všeobecné náklady za materiál a náklady na údržbu. Výhody a nevýhody jsou zaměřené na problematiku provádění daných technologií a životností materiálů v navrhovaných skladbách. Závěr práce je věnován srovnání variant z hlediska nákladů (ceny), životnosti a náročnosti realizace jednotlivých variant výměny střešního pláště. Výsledky tak umožňují snadný a efektivní výběr.

Klíčová slova:
jednoplášťový střešní plášť, dvouplášťový střešní plášť, bourací práce, cena

Annotation

The aim of the bachelor thesis is to proposed the best option exchanges of the roof cladding on panel house located at Bernolákova 1166/5, Prague 4 - Krc, 142 00th. The theoretical part of the thesis is focused on the types of roofs used during the 70s and 80s to the prefab buildings, the possibility of theirs repairs and current variations of roofs. The second part of the thesis solveing issues of the roof on the building. The issue was solved by using the general advantages and disadvantages of the structures and their subsequent calculations. Calculations are focused on the general costs for materials and maintenance costs. Advantages and disadvantages are focused on problems of the technologies and the life spawn of the proposed materials on the proposed structures. The conclusion of work is devoted to the comparison of options and terms of costs (prices), durability and performance of the implementation of the various options for exchange of roof deck. Results of this work will allow easy and effective choice.

Keywords:
single-shell roof, double-shell roof, demolition work, price

OBSAH

ÚVOD **8**

1. OBECNÉ ŘEŠENÍ STŘECH PANELOVÝCH DOMŮ **9**

1.1. Typy střech v 70. a 80. letech na panelových objektech 9

1.1.1. Jednoplášťové střechy 9

1.1.2. Dvouplášťové střechy 10

1.1.3. Možnosti oprav používaných střech 11

1.2. Dnešní varianty střech 12

1.2.1. Řešení skladby jednoplášťových střech 12

1.2.2. Řešení a požadavky na dvouplášťových střechách 14

2. KONCEPČNÍ NÁVRHY VARIANT NOVÉHO STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ. **15**

2.1. Současný stav řešené budovy 15

2.1.1. Popis skladby stávajícího střešního pláště 16

2.1.2. Řešení vstupu na střechu, prostupů a odvodnění 18

2.1.3. Problémy a poruchy 20

2.2. Základní úpravy střešní krytiny 21

2.3. Bourací práce 24

2.3.1. Návrh postupu 24

2.3.2. Podmínky bezpečnosti práce 26

2.3.3. Ukládání odpadu a ochrana životního prostředí 27

2.4. Návrhy nové skladby 29

2.5. Varianta jednoplášťové ploché střechy 30

2.5.1. Možnosti materiálového řešení vrstev skladby 30

2.5.2. Konkrétní návrh skladby 33

2.6. Varianta dvouplášťové větrané ploché střechy 38

2.6.1. Návrh skladby 38

2.7. Návrh souvisejících konstrukcí 41

2.8. Srovnání variant 43

ZÁVĚR **44**

SEZNAM LITERATURY **45**

PŘÍLOHY **50**

Úvod

V České republice se nachází přibližně 200 000 panelových bytových domů. Na panelovém domě v ulici Bernolákova je řešena problematika výstavby těchto budov postavených v období let 1970 - 1980. Práce se zabývá jedním z hlavních problematik, výměnou střešního pláště. Tyto střechy byly v minulosti řešeny především jako ploché jednoplášťové střechy. V začátcích výstavby však přinášely mnoho problémů, byly často opravovány a nahrazovány novými technologiemi. Taková řešení v současné době nesplňují jisté zásadní technické požadavky.

Cílem práce je zanalyzovat problémy způsobené stávající konstrukcí střešního pláště a najít nejvhodnější variantu řešení stavební úpravy dané střechy na řešeném objektu. Pro výběr byly posouzeny návrhy na jejich cenu, komplikovanost technologie provedení, životnost, údržbu a další významná hlediska.

Vzhledem k tomu, že dnešní stavební firmy u těchto úprav provádějí nejčastěji variantu nového střešního pláště, a to zejména jednoplášťové souvrství, bude snahou této práce ověřit, zdali je tato varianta nejvhodnějším řešením.

Podkladem pro bakalářskou práci byla mimo doporučené literatury obhlídka objektu v daném místě a konzultovaní této problematiky s majiteli bytového družstva řešeného panelového domu.

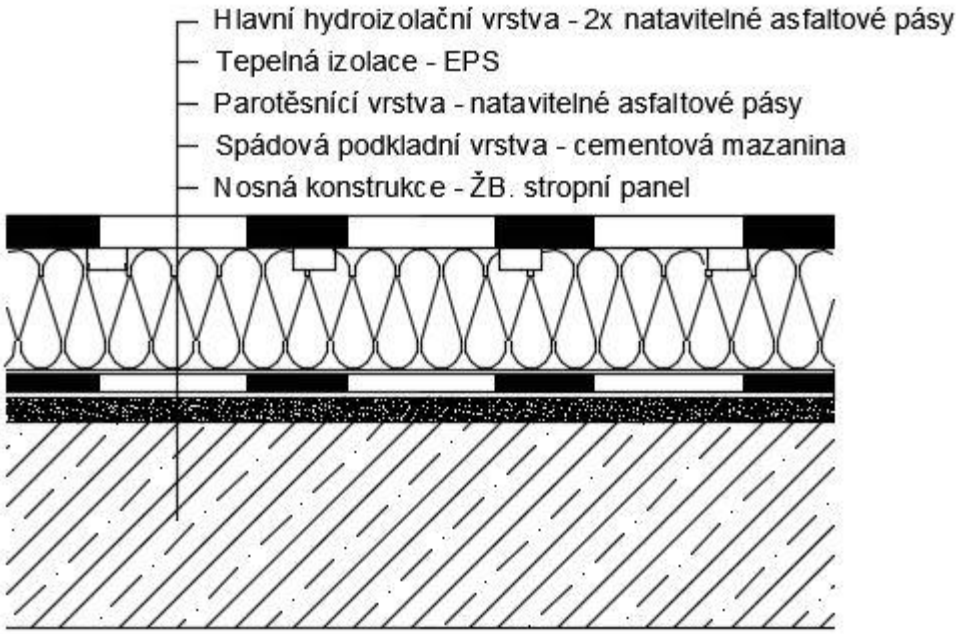
1. Obecné řešení střech panelových domů

1.1. Typy střech v 70. a 80. letech na panelových objektech

Základní používané typy střech na panelových domech realizovaných v období 70. a 80. let jsou střechy jednoplášťové a dvouplášťové. Převážná část bytových objektů použila při výstavbě jednoplášťové střechy. [1]

1.1.1. Jednoplášťové střechy

Střechy používané na panelových domech v 70. a 80. letech byly převážně jednoplášťové větrané. Tato skladba se vyznačuje systémem větracích kanálků. Kanálky byly vedené v horní hraně tepelně izolační vrstvy, kde dochází ke kondenzaci vodních par a jsou napojeny na vnější ovzduší. Na velkoplošných střechách se v místě křížení těchto kanálků vyskytovaly větrací komínky. Už na začátku 70. let se na střechách objevovaly tepelné izolace z extrudovaného polystyrenu. Na těchto skladbách se postupem času začaly vyskytovat parotěsné vrstvy. Parotěsné vrstvy byly řešené především z asfaltových pásů. Spádová vrstva byla obvykle umístěna na nosné konstrukci stropu a byla tvořena z cementových mazanin. Hydroizolační vrstva byla tvořena převážně z dvou vrstev asfaltových natavitelných pásů. [1]



Obr. 1: Schéma skladby jednoplášťové větrané střechy

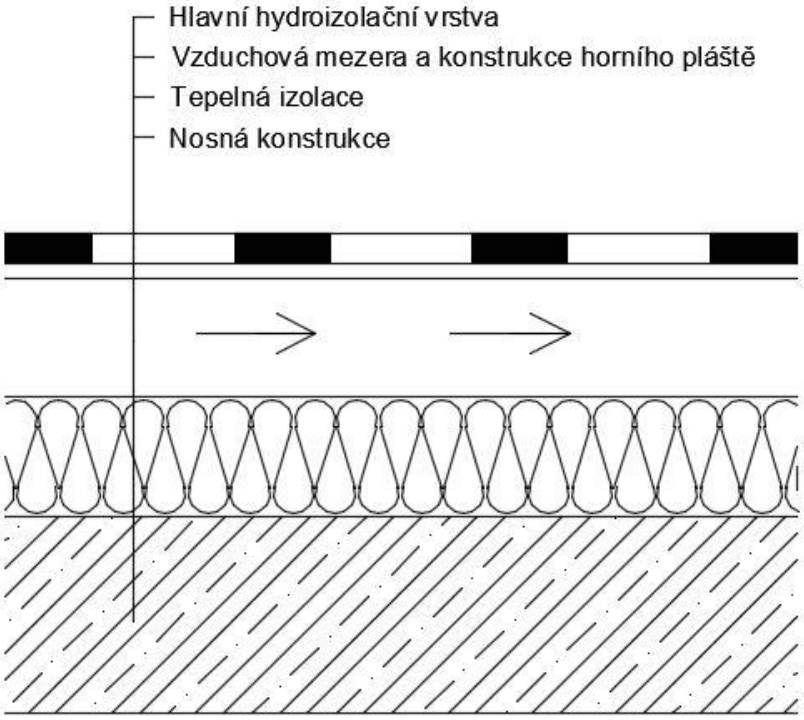
Jednoplášťové typy střech měly hned několik problémů. Postupem času se ukázalo, že navržené systémy kanálků nefungují, neboť v nich nedocházelo k dostatečnému proudění vzduchu. Jejich napojení na vnější ovzduší komínky, zvyšovalo počet prostupů hydroizolační vrstvou, a tím bylo zvýšeno riziko vzniku poruchy hydroizolační vrstvy a následného zatékaní. Další vady vznikaly použitím pěnového polystyrenu. Polystyren byl tehdy chemicky nestálý, tímto vlivem docházelo k objemovým změnám. Vznikáním tvarových změn jednotlivých desek byly namáhány hydroizolační vrstvy. To mělo za příčinu vznik trhlin a následné zatékaní. [1,13]

1.1.2. Dvouplášťové střechy

Dalším typem střech používaných v tomto období byly střechy dvouplášťové větrané. Jejich výhodou oproti jednoplášťovým skladbám je jejich větraná mezera. Při správném navržení mezery nedochází ke kondenzaci vodní páry ve střešním plášti. Tato funkce zároveň zlepšuje tepelně technické vlastnosti skladby, avšak výpočty pro tyto vlastnosti střechy jsou u dvouplášťových střech značně náročné. V 70. letech se střechy navrhovaly přibližně stejně jako dnešní. Rozdíl byl především v nosné konstrukci horního pláště. Zprvu se používaly železobetonové prefabrikáty klínových tvarů, keramické panely s podporami, zděné stěny či sloupky, později také dřevěné konstrukce. Na konstrukci byla zbudována hydroizolační vrstva, která byla realizována jako povlaková krytina z asfaltových pásů nebo také jako plechová krytina. V dolním plášti se vyskytovala pouze tepelná izolace uložená na stropní konstrukci. [6,11,13]

Další výhodou tohoto typu je, že díky větrané mezeře se dá do střechy dostat kontrolním vstupem a přesvědčit se, že je horní plášť neporušen. V případě poruchy zajistit porušené místo a provést náležitou opravu. Záleží však na velikosti dané mezery. Pokud jsou otvory pro větrání nezajištěny proti vniknutí drobného ptactva a drobných zvířat, dochází zde ke znečištění či poškození izolace výkaly. Následně je nutno zřídit úklid nebo případné opravy větrané mezery. Mezi další nevýhody patří konstrukční výška ve srovnání s jednoplášťovými střechami, kdy je její realizace nákladnější. Faktem zůstává, že při navrhovaní větraných dvouplášťových konstrukcí

musíme brát v úvahu okolní podmínky dané lokality např. směr větru, aby byla zajištěna správná funkce odvětrávání. [6,7,8]



Obr. 2: Schéma skladby dvouplášťové větrané střechy

1.1.3. Možnosti oprav používaných střech

Nejčastějším problémem vyskytujícím se na jednoplášťových a dvouplášťových střechách je porucha střešních krytin. V případě plechových krytin se jejich oprava provádí novým nátěrem nebo kompletní výměnou. U povlakových krytin se nejčastěji používá varianta, kdy jsou střechy zachovány a jejich původní skladby se následně využijí pro realizaci kombinovaných střech. Při velkých a značných poruchách dochází k výměnám krytin. [10]

U větraných dvouplášťových konstrukcí střech, mimo výměny střešního pláště, se provádějí přeměny na nevětrané. Tato úprava se realizuje v případech, kdy v dolním plášti je navržena nedostačující tloušťka tepelné izolace. Také při dodatečném zateplení celé budovy a dochází-li ke kondenzaci vodní páry ve vzduchové mezeře. Přeměna na nevětranou střechu se realizuje tak, že konstrukce horního pláště je dostatečně zateplena a větraná vzduchová mezera se uzavře. Mezera musí být

vzduchotěsná a nesmí mít žádné otevřené spáry. Tato varianta se nesmí navrhovat na konstrukcích střech, jejichž podklad pro horní plášť tvoří dřevěné bednění. [5,6,7,8,]

V případech rozsáhlého poškození stávajícího střešního pláště se stávající souvrství odstraňuje, a jsou tak realizovány návrhy nových střešních skladeb. [5,6,7,8,]

1.2. Dnešní varianty střech

1.2.1. Řešení skladby jednoplášťových střech

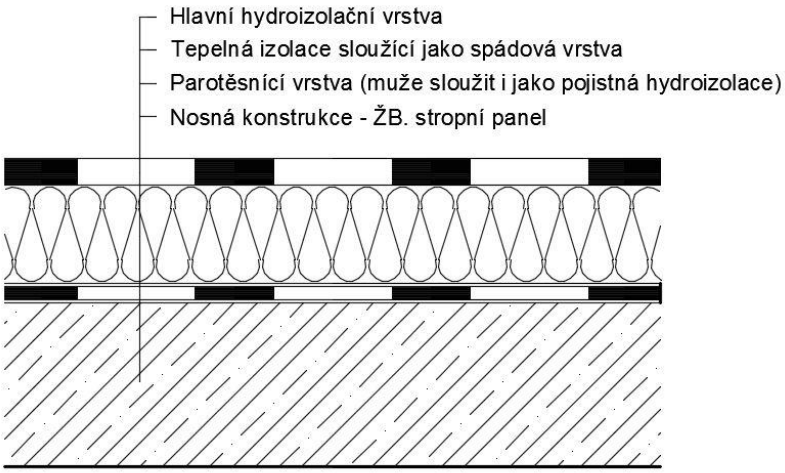
Jednoplášťové střechy jsou takové střechy, které oddělují chráněné vnitřní prostředí jedním střešním pláštěm. Nejčastějším typem těchto střech jsou střechy s klasickým pořadím vrstev. Tyto varianty se provádějí buď s parotěsnou vrstvou, nebo bez ní. Střechy s parotěsnou vrstvou se navrhují v místech, kde je relativní vlhkost vzduchu φ_{ai} větší jak 60 % a teplota vnitřního vzduchu t_i je větší jak 20 °C. V případě jednoplášťových plochých střech bez parotěsné vrstvy mohou v souvrství střechy vznikat poruchy tepelně vlhkostního chování, a tak návrhy těchto skladeb mohou být v určitých případech značně riskantní a dnes se nepoužívají. Naopak střechy s vhodným návrhem parotěsné vrstvy mohou dosáhnout snížení anebo úplného vyloučení kondenzace vodní páry. Další vrstvou skladeb jsou spádové vrstvy. Ty jsou řešeny z lehčených betonů, prostých betonů nebo různých násypů. V dnešní době se však tyto spádové vrstvy realizují pomocí spádových desek tvořených z tepelné izolace. Tím se urychluje realizace a v případě betonů dochází k odstranění mokrého procesu, který prodlužuje dobu výstavby. Použitím spádových desek se také odlehčí celému souvrství střešního pláště. Poslední a hlavní vrstvou skladeb je hydroizolační vrstva, která současně tvoří střešní krytinu. [5,6,7,8,]

Dalším typem jednoplášťových střech jsou střechy s opačným pořadím vrstev. Střechy s obráceným pořadím vrstev se liší tím, že jejich tepelně izolační vrstvy se navrhují nad hydroizolační vrstvu. Takto umístěná tepelně izolační vrstva při správné tloušťce může mít za výsledek úplné vyloučení kondenzace vodní páry uvnitř střešního pláště. Brání tak hydroizolační vrstvu proti mechanickému poškození. Z tohoto důvodu se

u střech nemusí navrhovat parotěsnící vrstva. Pro zajištění stability tepelně izolačních desek vůči sání větru a uvolnění těchto desek při přetížení přívalovým deštěm se na tepelné izolace navrhují další vrstvy. Tyto finální vrstvy mohou být provedeny buďto z kačírku nebo provozním souvrstvím. Jednou z hlavních nevýhod střech tohoto typu je zatékání srážkové vody mezi vrstvy tepelné izolace, a to zejména v období jarních a podzimních měsíců. Studená voda způsobí ochlazení hydroizolační vrstvy, což může mít za příčinu kondenzaci vodní páry pod touto izolací uvnitř střešního pláště. Druhou nevýhodou je nasycení tepelné izolace vodou. Proto se tepelné izolace v střeše navrhují z extrudovaného polystyrenu. K odstranění problémů se většinou navrhuje dvouúrovňové odvodnění, zvýšení tloušťky tepelné izolace, anebo rozdělení tepelně izolační vrstvy. Tímto rozdělením vzniká další typ jednoplášťové střechy, a tím je kombinovaná střecha (systém DUO a PLUS). [5,6,7,8,]

Kombinované střechy spojují výše uvedené varianty. Kombinace těchto variant spojuje jejich výhody. V střechách je rozdělena tepelná izolace tak, že cca 40 % obsahu je umístěno pod hydroizolační vrstvou a asi 60 % nad hydroizolační vrstvou. [5,6,7,8,]

Varianty jednoplášťových střech je také možno provést jako větrané, avšak větrané jednoplášťové střechy se v minulosti ukázaly jako poruchové, proto se dnes prakticky nenavrhují. Dalším typem jsou pak střechy dvouplášťové. [5,6,7,8,]



Obr. 3: Obecná skladba jednoplášťové ploché střechy s parotěsnou vrstvou a tepelnou izolací

1.2.2. Řešení a požadavky na dvouplášťových střechách

Dvouplášťové střechy jsou navrhovány především jako větrané. Skládají se ze tří částí, a to z horního pláště, vzduchové mezery a skladby dolního pláště. Horní plášť má hydroizolační funkci a jeho nosná konstrukce vytváří spád celé střechy. V dnešní době firmy dávají přednost při návrhu střešní krytiny asfaltovým pásům nebo hydroizolační fólii. Materiály používané pro nosnou konstrukci spádové vrstvy jsou například železobetonové panely, lehké ocelové konstrukce, dřevěné konstrukce a další. Návrh spádů, a tím tvar horního pláště, má vliv jak na odvodnění, tak na funkci větrání vzduchové mezery. Při návrzích se tedy musí brát ohledy na požadavky větracích mezer. [5,6]

Vzduchová větrací mezera má být navržena tak, aby byla průběžná a bez překážek. Minimální tloušťka vzduchové mezery se stanovuje pomocí závislosti na délce a sklonu vzduchové vrstvy a na účinnosti větracího systému. Tato tloušťka se ale pokud možno navrhuje co největší. Proudění vzduchu v této mezeře zajišťují větrací otvory. Ty musí být umístěny tak, aby vzduchová mezera byla větrána rovnoměrně. Zároveň musí být tyto otvory zajištěny proti vnikání ptáků a jiných drobných živočichů. Nesmějí dovolit vnikání atmosférických srážek a musí umožňovat odvádění případného vzniklého kondenzátu. [3,5,6]

Dolní plášť konstrukce dvouplášťové střechy se používá jako prostor pro umístění tepelné izolace a parotěsných vrstev. Dále existují i dvouplášťové střechy nevětrané, ale ty se nenavrhují. Setkáváme se s nimi pouze při stavebních úpravách větraných dvouplášťových střech. [5,6,7,8,]

2. Koncepční návrhy variant nového střešního pláště

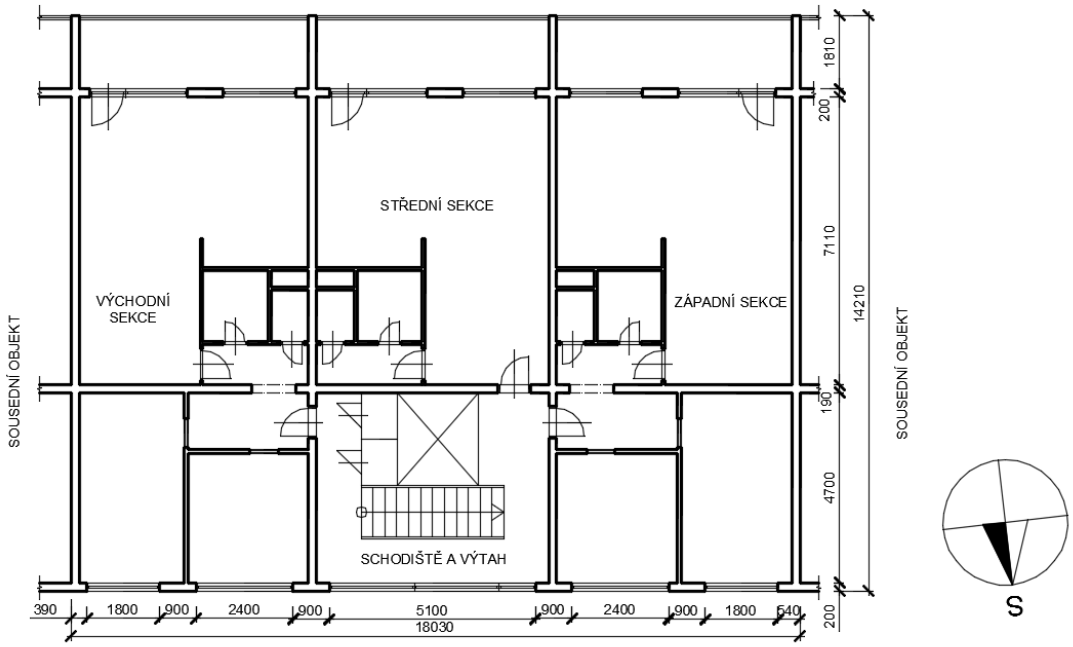
2.1. Současný stav řešené budovy

Budova, jejíchž konstrukcí střešního pláště se tato práce zabývá, se nachází v ulici Bernolákova na Praze 4. Jedná se o panelový bytový dům, který byl postaven mezi lety 1964 - 1971 v rámci výstavby sídliště Krč.

Obr. 4: Pohled na budovu

Budova je rozdělena na pět samostatných objektů. Každý objekt má na starosti bytové družstvo nebo společenství vlastníků jednotek. Adresa řešeného objektu je Bernolákova 1166/5, Praha 4 – Krč, 142 00. Budova má jedenáct nadzemních podlaží a jedno podzemní podlaží, které slouží jako technické. Celková výška budovy včetně střešní nástavby od upraveného terénu činí 37,14 m. Objekt je půdorysně řešen jako obdélník a jeho rozměry jsou 18,03 m a 14,21 m. V přízemí je na severní straně objektu hlavní vchod a na jižní straně se nachází vedlejší vchod. V tomto podlaží, na místo středové sekce bytu, je řešena místnost pro ukládání jízdních kol a kočárků. Tato místnost slouží též jako zázemí pro úklid. Nadcházející typická podlaží jsou rozdělena na tři bytové sekce a to východní, západní a středovou. V osmém nadzemním podlaží se místo západní sekce nachází chodba

spojující sousedící západní objekty a nachází se zde úložné kóje pro středové sekce.



Obr. 5: Schéma typického podlaží

V současné době se budova připravuje na rozsáhlou stavební úpravu, a to zejména na zateplení severní fasády, výměnu výtahu a střešního pláště, kterým se tato práce zabývá.

2.1.1. Popis skladby stávajícího střešního pláště

Současná střecha bytového domu, která je spojena s jednotlivými objekty tvořící celek, by se mohla popsat jako dvouplášťová nevětraná nepochozí střecha. Tato střecha leží na stropních železobetonových panelech. Na panelech je provedena původní skladba jednoplášťové střechy. Tato skladba odpovídá složením jednoplášťové větrané střeše a skládá se z parotěsné vrstvy, tepelné izolace a původní krytinu tvoří asfaltové pásy. Z důvodu poruch těchto skladeb byla v letech 1979 provedena první stavební úprava střechy. Na původní skladbě byla zbudována dřevěná konstrukce nesoucí horní plášť. Na střeše tak vznikla nevětraná vzduchová mezera. Horní plášť je sestaven ze stavebního řeziva tvořícího bednění, na kterém je připevněna falcovaná plechová krytina.

Obr. 6: Pohled na stávající střešní krytinu

Obr. 7: Pohled na vzduchovou mezeru a řešení nosné konstrukce horního pláště

Obr. 8: Detail provedení dřevěného bednění

2.1.2. Řešení vstupu na střechu, prostupů a odvodnění

Vstup na střechu je řešen pomocí schodiště, které je vyvedeno z jedenáctého nadzemního podlaží do střešní nástavby, kde je umístěna strojovna výtahu a místnost zařízení bývalé televizní antény. Střešní nástavba je zde zastřešena pomocí původní skladby jednoplášťové střechy a je na ní provedena dřevěná spádová konstrukce, která je oplechována. Nástavba je spojena dvěma železobetonovými panely, které jsou spojeny s přilehlými nástavbami okolních objektů.

Obr. 9: Pohled na střešní nástavbu

Prostupů se na střeše nachází celkem deset. Z toho jsou zde tři ventilační turbíny, které jsou vyústěním vzduchotechniky. Dále tři ventilační hlavice vnitřní kanalizace bytů, dva odvětrávací výstupy vzduchové mezery dvouplášťové střechy, jeden odvětrávací komínek původní jednoplášťové větrané skladby a jeden revizní vstup do vzduchové mezery. Na střešní nástavbě je potom řešeno jedno odvětrání výtahové šachty a hromosvod.

Obr. 10: Pohled na prostupy

Odvodnění střechy tvoří vpusť, která je umístěná v rohu výtahové strojovny, vlevo od vstupu na střechu. Okolo vpusti se nachází čtvercový žlab o hraně délky 580 mm. Uprostřed tohoto žlabu je vedena dešťová odpadní kanalizace. Ta je tvořena ve skladbě střechy z PVC trubek DN 150 viz Obr. 9, které nahradilo původní nedostačující plechové potrubí při další stavební úpravě v roce 2008. Ve zbytku budovy je odpadní dešťová kanalizace řešena původním azbestocementovým potrubím. Střecha je k vpusti spádována z jižní strany pod sklonem 8,75 %, z východu 3 %, ze západu 5,90 % a ze severu 4,39 %. Vpusť je svedena do vnitřního dešťového odpadního potrubí, které je vedeno byty ve středové sekci.

Obr. 11: Střešní vpusť

2.1.3. Problémy a poruchy

Hlavním problémem střechy je její prodloužení větracího potrubí odpadní kanalizace. To při provedení vzduchové mezery a horního pláště bylo prodlouženo z azbestocementového potrubí potrubím plechovým. Takové plechové potrubí bylo nedostačující vůči vlivům větracího potrubí. Důsledkem bylo, že použitý plech degradoval a zcela se rozpadl. Výpary z potrubí se dostaly do vzduchové mezery a začalo docházet k jejich kondenzaci. Tento problém majitelé vyřešili tak, že nechali v místech vývodů větracího potrubí zřídit odvětrávací komínky vzduchové mezery a chybějící

plechové trubky vyměnily za nové PVC potrubí. Problém však nebyl plně odstraněn kvůli vzájemnému propojení střešního pláště s okolními objekty. Majitelé sousedních objektů obdobný problém neřešili a výpary z okolních objektů tak narušují skladbu střechy řešeného objektu. Tento stav ohrožuje dřevěnou konstrukci navlhnutím a následnou degradací.

Vznikem větracích komínků vzduchové mezery zde dochází k vniknutí drobného ptactva. To má za důsledek znečištění původní asfaltové krytiny ptačími výtrusy.

Dalším významným problémem horního pláště střechy je jeho nosná dřevěná konstrukce. Její nosné sloupky a ztužující prvky pomocí ocelových táhel jsou v určitých místech skladby připevněny ke stropní konstrukci a procházejí tak původní skladbou jednoplášťové střechy. V těchto místech dochází k přerušení tepelné izolace a vznikají zde tepelné mosty. Také je narušena původní krytina z asfaltových pásů, která neplní činnost ochrany zatékaní do tepelné izolace. U tepelné izolace lze předpokládat, že její vlastnosti nesplňují normové hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540 - 2. [2,15]

Střecha nemá výrazný problém v odvodnění, ale jelikož je střešní krytina řešena jako falcovaná plechová, jsou klempířské spoje pomocí jednoduchých stojatých drážek překážkou odtoku vody v rozích. Problém nastává i na jižní straně u výtahové strojovny. V těchto místech jsou spoje pouze ohnuty, ale i tak se zde voda zdržuje déle než v ostatních částech střechy. Na některých místech střešní krytiny je nátěr poškozen nebo zcela chybí. Krytina tak nesplňuje požadované vlastnosti.

Z těchto několika důvodů se stávající majitelé rozhodli pro nové možnosti řešení střešního pláště, který je jedním z bodů budoucích prací v nadcházející plánované stavební úpravě.

2.2. Základní úpravy střešní krytiny

Prvním řešením úpravy současné střešní krytiny je nalakování klempířských prvků a falcované plechové krytiny. Před novým nátěrem by byla nutná úprava povrchu krytiny pro prodloužení životnosti nátěru. Současný nátěr by byl pokud možno odstraněn nebo seškrábán pomocí

špachtlí, drátěných kartáčů a popřípadě smirkovým papírem na kov. Při práci se musí dbát na detaily a spoje plechové krytiny, kam by se mohla dostat voda. Na upravený povrch se provede nový nátěr. Nejdříve v první vrstvě s přidáním ředidel, aby se barva dostala do všech prohlubní a spojů a jako druhý se provede neředěný nátěr. Na dnešním trhu se již vyskytují barvy, které nevyžadují antikorozní nátěry. [10]

Tab. 1: Krycí list rozpočtu úpravy střešní krytiny novými nátěry

KRYCI LIST ROZPOCTU

Název stavby	**Úprava horního pláště**	JKSO	-
Název objektu	**Bytový dům**	EČO	-
		Místo	Bernolíkova 1166/5
		IČ	DIČ
Objednatel	-	-	-
Projektant	-	-	-
Zhotovitel	-	-	-
Zpracoval	Jan Holeček	-	-
	Rozpočet číslo	Dne	
	1	15.04.2016	

Měrné a účelové jednotky

Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.
0	0,00	0	0,00	0	0,00

Rozpočtové náklady v CZK

A	Základní rozp. náklady			B	Doplňkové náklady		C	Náklady na umístění stavby		
1	**HSV**	Dodávky	0,00	8	Práce přesčas	0,00	13	Zařízení staveniště		0,00
2		Montáž	0,00	9	Bez pevné podl.	0,00	14	Projektové práce		0,00
3	**PSV**	Dodávky	9 178,46	10	Kulturní památka	0,00	15	Územní vlivy		0,00
4		Montáž	44 778,37	11		0,00	16	Provozní vlivy		0,00
5	**"M"**	Dodávky	0,00				17	Jiné VRN		0,00
6		Montáž	0,00				18	VRN z rozpočtu		0,00
7	**ZRN (ř. 1-6)**		53 956,83	12	**DN (ř. 8-11)**		19	**VRN (ř. 13-18)**		0,00
20	HZS		0,00	21	Kompl. činnost	0,00	22	Ostatní náklady		0,00

	Projektant, Zhotovitel, Objednatel	**D**	**Celkem bez DPH**	**53 956,83**

DPH	%	Základ daně	DPH celkem
snížená	15,0	0,00	0,00
základní	21,0	53 956,83	11 330,93
Cena s DPH			**65 287,76**

E	Přípočty a odpočty	
	Dodá zadavatel	0,00
	Klouzavá doložka	0,00
	Zvýhodnění	0,00

Z Tab. 1 vyplývá, že předpokládána cena opravy bude 53 957 Kč bez DPH. Lze uvést, že tato varianta opravy je levná, avšak neřeší další problémy střechy způsobené výpary ze sousedních objektů. Také neřeší problém tepelně technických vlastností střechy. U takového řešení nastává otázka životnosti daných nátěrů. Dnešní nátěrové hmoty mají předpokládanou životnost 10 - 15 let při použití na nový povrch. V případě řešeného bytového domu je životnost nátěrů pouze 5 let vzhledem ke stáří materiálu. Po uplynutí této doby se bude muset použít stejný postup. Budeme-li brát v úvahu životnost pouze 5 let, cena za tuto údržbu v časovém úseku 25 let, v rozmezí oprav na 1/4 plochy střechy (problematické úseky), bude stát 67 447 Kč. Toto řešení není dostačující a lze ho aplikovat pouze na problémy týkající se plechové střešní krytiny.

Pro řešení problému s okolními objekty je v další variantě návrhu zahrnuto zbudování nových atik na východní a západní straně střechy, kde objekty spolu sousedí. Návrh také spočívá v přidání tepelné izolace, a tím možné zvýšení tepelně technických vlastností. Pro zbudování atik bude muset být v místech jejich zřízení demontován stávající horní plášť. Jelikož v mezistřeší není dostatek místa pro požadované práce. Museli bychom tedy demontovat na východní a západní straně přibližně pruh délky jednoho metru. Při pokládaní přídavné izolace, a to zřejmě z minerální vaty, která by byla vhodná pro zarovnání spádu střechy původní krytiny, lze si jen těžko představit pracovní podmínky v těchto stísněných prostorech. Proto by u tohoto návrhu musela být demontována celá stávající skladba horního pláště. Po provedení navrhovaných úprav by zřejmě nedošlo k znovu zabudování horního pláště a byl by nahrazen novým. Zabudování horního pláště nepřipadá v úvahu. Nenavrhoval by se nový horní plášť, ale provedlo by se nové souvrství střechy. Toto vede k využití původní střešní krytiny a návrhu systému kombinovaného střešního pláště. Jelikož je původní střešní souvrství v několika místech narušeno současnou nosnou konstrukcí horního pláště – sloupky a ocelovými táhly, musela by se na tato místa nahradit novým materiálem. Tento postup by nebyl efektivní z hlediska soudržnosti při kombinování starších a novějších materiálů díky jejich rozdílným vlastnostem. Místa prostupů by např. neměla stejné tepelné

vlastnosti. Kvůli zastaralým použitým materiálům je nejvhodnějším řešením navržení nového střešního pláště. Před provedením nového střešního pláště je nutné provést bourací práce.

2.3. Bourací práce

2.3.1. Návrh postupu

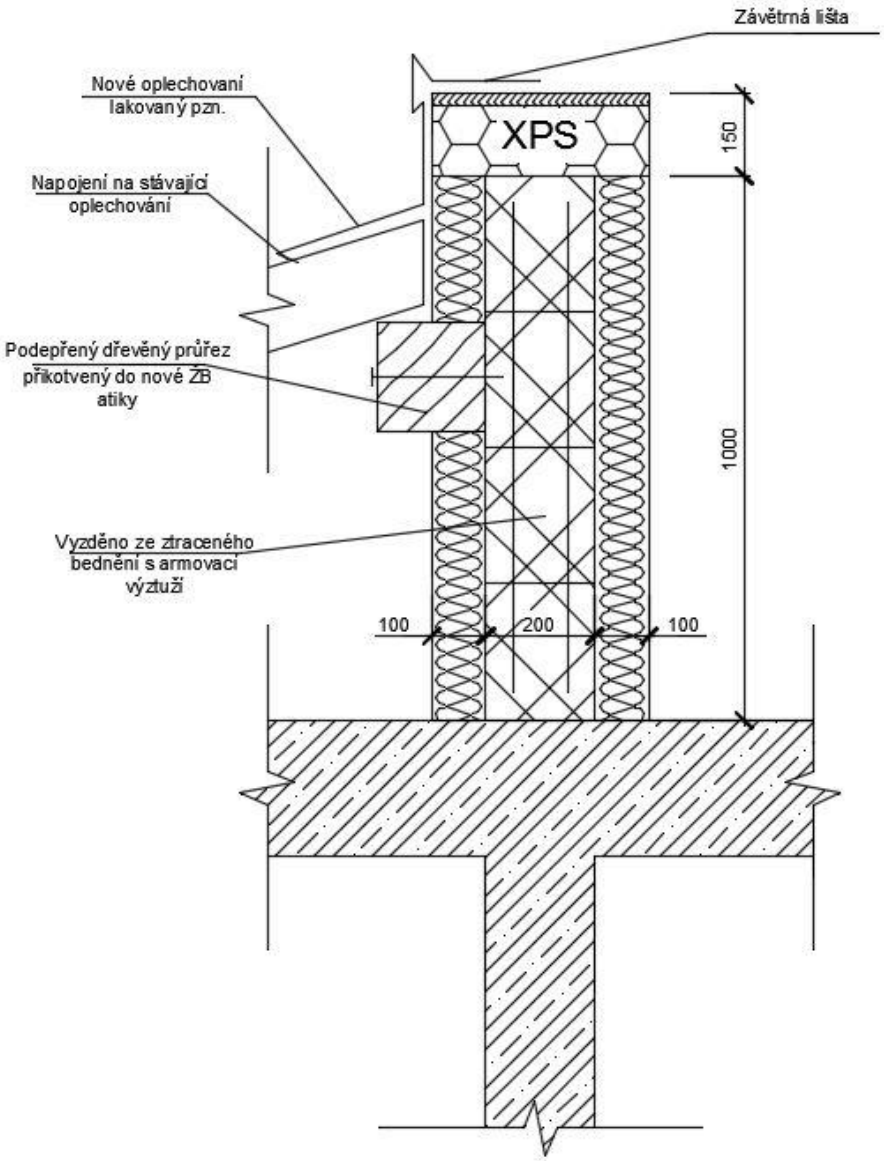
Nejdříve budou ze střechy demontovány veškeré související konstrukce a instalace. První demontáží bude hromosvod. Ten bude demontován po celé ploše střechy. Hromosvod bude na krajích sousedních budov demontován tak, aby bylo možné demontovat další skladby střešního pláště. Demontáž nesmí narušit hromosvod okolních objektů. Také bude odstraněn kabel původního televizního vysílače, který je v současné době nefunkční.

Zbytek souvisejících konstrukcí, které tvoří především větrací hlavice vnitřní kanalizace a ventilační turbíny budou ponechány a vyměněny až ve finálních úpravách. Dále bude demontován dešťový svod. Ten bude nejprve odpojen od stávající kanalizace. Vnitřní vpusti budou vysekány až ke svislému stoupajícímu potrubí dešťových svodů, které bude také vyměněno. Pro demontáž stávajících svodů dešťové vody vedoucí jednotlivými byty, budou muset být v rámci stavebních prací demontovány stávající vestavěné skříně v bytech středové sekce.

Při demontování dešťového svodu bude současně probíhat demontáž oplechování střešní krytiny. Tato demontáž bude probíhat tak, že se krytina bude po jednotlivých úsecích odřezávat úhlovou bruskou anebo ruční kotoučovou pilou. Poté bude demontována nosná dřevěná konstrukce horního pláště, kde bude nejprve demontováno dřevěné podbití a pak konstrukce. Na západním a východním kraji střechy bude nově zbudována vyzděná atika ze ztraceného bednění tloušťky 200 mm do výšky 1000 mm. Součástí bednění bude armovací výztuž 2 x R8 vložena do každého bednícího dílce a vodorovná armovací výztuž 2 x R8 vložena do každé spáry. Nově vyzděná atika bude po stranách zateplena minerální vatou tloušťky 100 mm, na vrchní stranu bude osazena OSB deska tloušťky 20 mm

a tepelná izolace XPS tloušťky 130 mm. Do těchto atik budou opřeny nosné konstrukce horního pláště střechy sousedních objektů.

Poslední skladbu střechy, která tvoří souvrství původního pláště skládající se z materiálů natavených asfaltových pásů a tepelné izolace z expandovaného polystyrenu bude nutno odstranit z důvodů jejich staří a porušení. Asfaltové pásy tvořící původní krytinu budou demontovány mechanicky, strhnutím z tepelné izolace. Ta bude následně odstraněna, a parotěsná izolace z asfaltových pásu, ležící pod ní, bude strhána. Zbytky, které nebude možno odstranit se pomocí natavujících přístrojů a strojů roztaví a srovnají s rovinou stropních panelů.



Obr. 12: Schéma nové atiky na západní a východní straně a uložení konstrukce pláště sousedního objektu

2.3.2. Podmínky bezpečnosti práce

Pro zajištění bezpečnosti práce zaměstnanců bylo čerpáno ze Zákona 309/2006 4 Sb. a Nařízení vlády 362/2005 Sb. Jelikož se jedná o práce ve výškách, ochranu proti pádu zajišťuje zaměstnavatel přednostně pomocí prostředků kolektivní ochrany, kterými jsou zejména technické konstrukce např. ochranná zábradlí a ohrazení, poklopy, záchytná lešení, ohrazení nebo sítě a dočasné stavební konstrukce v podobě lešení nebo pracovní plošiny. Taková opatření bezpečnosti práce lze využít při stavebních úpravách např. zateplení severní fasády řešeného objektu, které probíhají současně s pracemi výměny střešního pláště. U této stavební úpravy bude na severní části zřízeno lešení se stavebním výtahem. Lešení bude ukončeno ve výšce severní atiky s ochranným zábradlím, které je vysoké 1,1 m. Na jižní straně budou zaměstnanci používat osobní záchytné systémy tak, že "*Pád bude bezpečně zachycen a zachyceného zaměstnance lze neprodleně a bezpečně vyprostit, popřípadě dopravit do bezpečného místa; k zachycení pádu musí dojít v dostatečné výšce nad překážkou (terénem, podlahou, konstrukcí apod.), aby se vyloučilo zranění zaměstnance"*. [18]. Místa kotvení záchytného systému budou určeny v odpovídajícím technologickém postupu konzultovaného s koordinátorem dané stavby. [18,19]

Při demontáži střešního pláště budou záchytné systémy sloužit i proti propadnutí, jelikož půdorysná vzdálenost mezi nosnými prvky je větší než 0,25 m. Po demontáži nosných prvků a vybouraní střešní vpusti, nebude nutné šachtu ohradit podle předpisu č. 362/2005 Sb. Tato šachta nepotřebuje ochranu proti propadnutí, protože její půdorysné rozměry nepřesahují 0,25 m. [18]

V okolním prostředí řešené budovy bude ohrožený prostor. V ohroženém prostoru je riziko pádu osob nebo předmětů. Okolní prostředí, tedy ohrožený prostor, bude zajištěn proti vstupu cizích osob. Prostor bude po celou dobu ohrožení pod dozorem určeného zaměstnance. Ohrožený prostor bude 3,7 m vzhledem k výšce budovy. [18]

Po celou dobu demontáže a výstavby budou muset pracovníci nosit osobní ochranné pomůcky, helmu, ochranný oděv, ochranné rukavice a pracovní obuv. Po dobu pracovní činnosti bude na stavbu dohlížet zvolený koordinátor bezpečnosti a ochrany zdraví. [19]

2.3.3. Ukládání odpadu a ochrana životního prostředí

Největší problém při ochraně životního prostředí a ukládání odpadu na řešeném objektu nastává při likvidaci azbestocementových trubek sloužících jako svodné dešťové potrubí. Práce s azbestem jsou významně zdraví nebezpečné. Podle zákona č. 309/2006 Sb. je práce s azbestem zakázaná. Pokud jde o jejich odstraňování, tento zákaz neplatí. Podle tohoto zákona budou muset být v místech likvidace zřízena kontrolovaná pásma. Kontrolovaná pásma, práce v pásmech a likvidaci nebezpečného materiálu provede specializovaná firma zabývající se likvidací tohoto materiálu. [17,19]

Všechny ostatní vzniklé sutě a odpady budou sbírány do příslušných nádob, pytlů nebo budou pomocí stavebního kolečka přesunuty stavebním výtahem umístěným na lešení na severní straně řešeného objektu. Následně budou roztříděny do příslušných odpadních kontejnerů umístěných na pozemku zařízení staveniště. Tyto odpady budou zlikvidovány v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech. Likvidace bude probíhat na místech k tomu určených. Dle hierarchie odpadů je povinnost odpady třídit a přednostně předávat oprávněným osobám k využití. Oprávněná osoba je podle zákona o odpadech vlastník koncového zařízení ke sběru a výkupu odpadů, recyklaci nebo odstranění odpadů a vlastní vždy povolení od příslušného krajského úřadu k provozu tohoto zařízení. Není to osoba vlastnící živnostenský list na nakládání s odpady. Na skládce budou odstraňovány pouze odpady, které nelze jinak využít. Odpady k recyklaci budou předány externí firmě s oprávněním k nakládáním s odpady, popřípadě bude zajištěn odvoz do zařízení k využívání nebo odstranění odpadů. [17]

Tab. 2: Předpokládaná produkce odpadů při demontáži stávajícího střešního pláště

Kód druhu odpadu	*Název druhu odpadu*	*Kategorie odpadu*	*Předpokládaný způsob nakládání*
17	**STAVEBNÍ A DEMOLIČNÍ ODPADY**		
17 01	**Beton, cihly, tašky a keramika**		
17 01 01	Beton	Ostatní	Předaní k recyklaci
17 02	**Dřevo, sklo, plasty**		
17 02 01	Dřevo	Ostatní	Materiálové využití
17 02 02	Sklo	Ostatní	Předaní k recyklaci
17 02 03	Plasty	Ostatní	Předaní k recyklaci
17 03	**Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu**		
17 03 01	Asfaltové směsi obsahující dehet	Ostatní	Předaní k recyklaci
17 04	**Kovy**		
17 004 05	Železo a ocel	Ostatní	Předaní k recyklaci
17 06	**Izolační materiály a stavební materiály s obsahem azbestu**		
17 06 05	Stavební materiály obsahující azbest	Nebezpečný	Předáno specializované firmě

Další významný problém ochrany životního prostředí se týká ohrožených životních druhů. Při úpravě střešních plášťů je nutno zajistit ochranu rorýse obecného, netopýrů a zařídit určitá opatření. Od vrchního okraje atiky, a to v délce 6 m, bude stavba povolena mimo období hnízdění rorýsů. Stavba nesmí být provedena v období od 20.4. do 10.8. daného roku. Rušené větrací komínky vzduchové mezery a větrací otvory původní skladby jednoplášťové střechy budou nahrazeny 2 čtyřkomorovými budkami, kdy každá bude umístěna na jinou stranu domu do prostoru rušených větracích otvorů. Opatření na ochranu netopýrů budou realizována tak, že minimálně 7 dní před definitivním uzavřením úkrytu budou instalovány přes všechny větrací otvory jednosměrné uzávěry, které umožní všem netopýrům, kteří mohou obývat střešní prostor, aby svůj úkryt bezpečně opustili. Znemožní jim se tak do něj vrátit. Po 7 dnech budou otvory natrvalo zneprůchodněny. Instalovat jednosměrnou uzávěru je možné pouze v období mimo zimní spánek netopýrů (15.10. – 31.3.) a období jejich letních kolonií, jakožto samozřejmě i mimo období hnízdění rorýsů, které se s letním hnízděním netopýrů překrývá (20.4. – 10.8.). To znamená v souhrnu pouze

v období 1.4. – 20.4., v souladu s Nařízením č. 18/2009 Sb. o ochraně hnízdních populací rorýse obecného při rekonstrukcích budov. [20]

Řešený objekt tedy nebude mít při demontáži nepříznivý vliv na životní prostředí. Území řešeného objektu nezasahuje do žádného zvláště chráněného území ve smyslu § 14, odst. 2 zák. ČNR č. 114/92 Sb., o ochraně přírody a krajiny v platném znění. Žádné významné krajinné prvky zde nebyly zjištěny. Demontáž střešního pláště bude probíhat v zastavěném území obce. V těsně navazujícím okolí se nenacházejí významné krajinné prvky vyjmenované zákonem č. 144/92 sb. (VKP - lesy, vodní toky, rybníky, údolní nivy a rašeliniště). Vlastní zájmové území a jeho blízké okolí se jich tedy nedotýká. Péči o životní prostředí bude nutno zajistit dodržováním a respektováním veškerých požadavků, předpisů, nařízení a norem ČSN vztahujících se k zajištění zdravého životního a pracovního prostředí. Během demontáže se nepředpokládá, že by mělo dojít k extrémním vlivům havarijních situací nebo extrémním přírodním živlům. [16]

Pro okolí kanalizačního potrubí platí základní odstupové vzdálenosti inženýrských sítí. Objekt nevytváří nová ochranná pásma. [16]

2.4. Návrhy nové skladby

Pro řešení nových střech budeme používat variantu jednoplášťové střechy s klasickým pořadím vrstev. Z důvodu, že řešený objekt je užíván jako obytná budova, a tedy její relativní vlhkost vzduchu φ_{ai} je větší jak 60 % a teplota vnitřního vzduchu t_i dosahuje hodnot okolo 24 °C, bude navržena parotěsná vrstva. Nevzniknou tak tepelně technické problémy. Tyto základní vrstvy budou navrženy v pořadí od nosné konstrukce stropní desky. Jako první bude položena parotěsná vrstva, dále tepelná izolace, která slouží jako spádová vrstva a nakonec bude použita hlavní hydroizolační vrstva. [5,6,7,8]

Jako další skladba bude navržena dvouplášťová větraná střecha. Tím bude ověřeno, zdali se tyto skladby vyplatí i nadále provádět. Pro náš návrh bude použita nosná konstrukce ze stavebního řeziva, a to z důvodu lehkosti materiálu a její cenové dostupnosti. Pro lepší srovnání cen budou použity stejné materiály jako při návrhu jednoplášťové střechy. Minimální výška vzduchové mezery bude pro náš případ stanovena pomocí přílohy E ČSN 73

– 1901, ta určuje minimální výšku pro střechy do sklonu 5 stupňů, která činí 250 mm. Tato výška umožňuje odvod vodní páry difundující do střešní konstrukce i odvedení vody technologické a srážkové zabudované do konstrukce při realizaci, při délce vzduchové vrstvy do 10 m. Pro délku přesahující 10 m se na každý metr zvyšující tuto délku připočítá 10 % z minimální tloušťky. To při naší střeše a její délce mezi atikami činící 11,78 m. Minimální tloušťka tak vychází 294,5 mm. Tato tloušťka je pro lepší provedení mezery zaokrouhlena na 300 mm. U dolního pláště skladby budou použity stejné materiály a požadavky na tepelně technické vlastnosti tepelné izolace, a též budou navrženy s parotěsnou vrstvou. [3,5,6,7,8]

2.5. Varianta jednoplášťové ploché střechy

2.5.1. Možnosti materiálového řešení vrstev skladby

První vrstvou ležící na nosné konstrukci stropu, kterou tvoří železobetonový stropní panel, leží vrstva parotěsná. Pro parotěsné vrstvy se používají materiály s vysokým faktorem difúzního odporu. Mezi tyto materiály patří zejména asfaltové pásy s hliníkovou vložkou, kovové fólie, fólie z plastů a pěnové sklo. Nevhodné jsou asfaltové pásy s nasákavou vložkou. Základním kritériem pro návrh parotěsné vrstvy je hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky s_d [m]. Pro naši skladbu bude uvažována parotěsná vrstva s difúzní tloušťkou s_d v rozmezí podle kategorie II. Slanina uvádí, že bylo posouzeno 30 skladeb plochých jednoplášťových střešních konstrukcí s klasickým pořadím vrstev tak, aby byla zachována materiálová rozmanitost výrobků používaných pro jednotlivé vrstvy střešního pláště i jejich způsob stabilizace vůči sání větru. Posouzení bylo provedeno pro různé vnější a vnitřní okrajové podmínky vyskytující se na území České Republiky. Na základě těchto posouzení byly rozděleny výrobky s parotěsnící vrstvou do čtyř kategorií. [9,14]

I. kategorie	0,5	<	s_d	≤	100 m
II. kategorie	100	<	s_d	≤	600 m
III. kategorie	600	<	s_d	≤	1500 m
IV. kategorie			s_d	>	1500 m

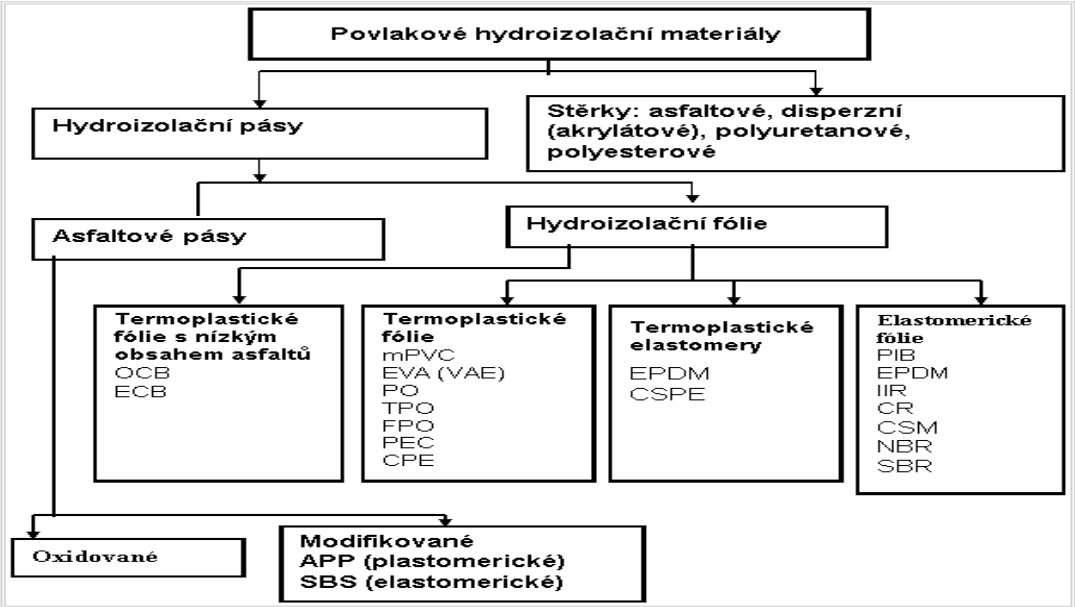
Obr. 13: Kategorie rozdělení podle hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky [14]

Kategorie II. se navrhují pro občanské a bytové objekty při běžných klimatických poměrech. Musí se však brát v potaz, že spádová vrstva, kterou tvoří tepelná izolace, bude nejpravděpodobněji mechanicky kotvená do nosné konstrukce, a tedy bude v místech spojů navrhována parotěsná vrstva perforovaná. Vzhledem k tomuto řešení kotvení bude použit asfaltový pás před foliemi z důvodu, že asfaltové pásy mívají vyšší hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky s_d [m]. [14]

Další vrstvou je výše uvedená tepelně izolační vrstva. Materiály použitelné pro tuto vrstvu se dělí do tří hlavních skupin. První skupinou jsou materiály na bázi pěnových plastů. Patří sem pěnový (expandovaný) polystyrén - PPS (EPS), vytlačovaný (extrudovaný) polystyrén – XPS a pěnový polyuretan (PUR). Pro tepelnou izolaci střech jsou používány pěnové polystyreny s objemovou hmotností minimálně 20 kg/m^3. Druhou skupinu tvoří materiály na bázi anorganických vláken, jako jsou např. minerální, skleněné nebo keramické plstě apod. Třetí a poslední skupinu tvoří desky z pěnového skla. Vrstvy tepelné izolace budou navrženy zejména z hlediska doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m^2·K)] dle normy ČSN 73 0540 - 2. Pro střechy ploché a šikmé se sklonem do 45 stupňů včetně, je tato doporučená hodnota $U_{rec,20}$ = 0,16 W/(m^2·K). Návrhy na doporučené hodnoty jsou provedeny na základě plánované revize normy ČSN 73 0540 - 2 a zpřísnění požadavků na požadované hodnoty. Je snaha najít takový materiál, který má nejlepší tepelné vlastnosti a je zároveň cenově dostupný. [2,7,15]

Poslední, a zároveň nejdůležitější vrstvou, z hlediska materiálových možností, je hlavní hydroizolační vrstva. Na konkrétní skladbu jednoplášťové ploché střechy bude použita povlaková hydroizolační krytina. Ta bude rozdělena na asfaltové pásy, hydroizolační fólie nebo stěrky (tzv. tekuté folie). Těchto materiálů, a jejich různých druhů, se na trhu vyskytuje veliké množství viz. Tab. 3. [5,6,7,8]

Tab. 3: Schéma rozdělení povlakových izolací



Převzato z webu [12]

Jednou z nevýhod stěrkových hydroizolací je velká pracnost (nanášení v několika vrstvách), při postupném a několikanásobném nanášení těchto vrstev často dochází k nerovnoměrným celkovým tloušťkám stěrkových hydroizolací. Dále vysokým nárokům na podklad (čistý, bez prachu, odmaštěný a většinou i suchý), povětrnostním podmínkám při aplikaci, a jsou zde i vysoké nároky na provedení (přesnost, důslednost), které závisejí na lidském faktoru a výrazně ovlivňují výslednou kvalitu. Tyto stěrky jsou vyloučeny z hlediska požadavků na technologickou kázeň a jejich nevhodnost pro použití na střešní konstrukce. Porovnání vlastností asfaltových pásů a hydroizolačních fólií je uvedeno v Tab. 4. [7,8,9]

Tab. 4: Porovnání vlastností asfaltových pásů a polymerních fólií

Vlastnosti	Asfaltové pásy	Hydroizolační fólie
Pokládka:	– 2 vrstvy – 1 vrstva	pouze 1 vrstva, event. u provozních střech 2 vrstvy
Způsob pokládky:	– natavením – volná pokládka s kotvením – volná pokládka se stabilizační vrstvou – samolepicí za studena – nalepení lepidlem	- volná pokládka s kotvením - volná pokládka se stabilizační vrstvou – samolepicí fólie – nalepením lepidlem
Podmínky pokládky:	– oxidované pásy do + 5 °C – modifikované pásy do – 5 °C	do – 10 °C
Tloušťka hydroizolace:	– jednovrstvá – tl. min. 5 mm – dvouvrstvá – tl. min. 2x4 mm	1,2 – 2,0 mm, výjimečně více
Plošná hmotnost:	– jednovrstvá cca 6 kg.m^{-2} – dvouvrstvá cca 12 kg.m^{-2}	cca 1,5 – 3,0 kg.m^{-2}
Tažnost:	2 %– 60 % podle druhu nosné vložky	20 % – 500% podle druhu fólie
Odolnost proti teplotám:	– 35 °C – +130 °C	– 40 °C – + 130 °C
Odolnost proti UV záření:	odolné jsou jen pásy APP, ne SBS	odolné
Požární zatížení:	výrazně větší než u fólií	
Faktor difúzního odporu:	μ = 15 000 ÷ 60 000	μ = 12 000 ÷ 260 000
Ekvivalentní difúzní tloušťka:	r_d = cca 75 ÷ 480 m	r_d = cca 15 ÷ 520 m
Dodavatel pokládky:	každá stavební firma	jen odborně vyškolená firma pro
Lokalizace poruch:	snadnější	obtížnější
Oprava krytiny:	jakýkoliv asf. pás (ne však kombinace APP	stejný typ fólie + odborná firma
Odolnost proti mechanickému poškození:	větší	menší

Převzato z webu [12]

Z výše uvedené tabulky lze vyvodit, že hydroizolační folie, co se týče požadovaných vlastností, jsou pro použití vhodnější.

2.5.2. Konkrétní návrh skladby

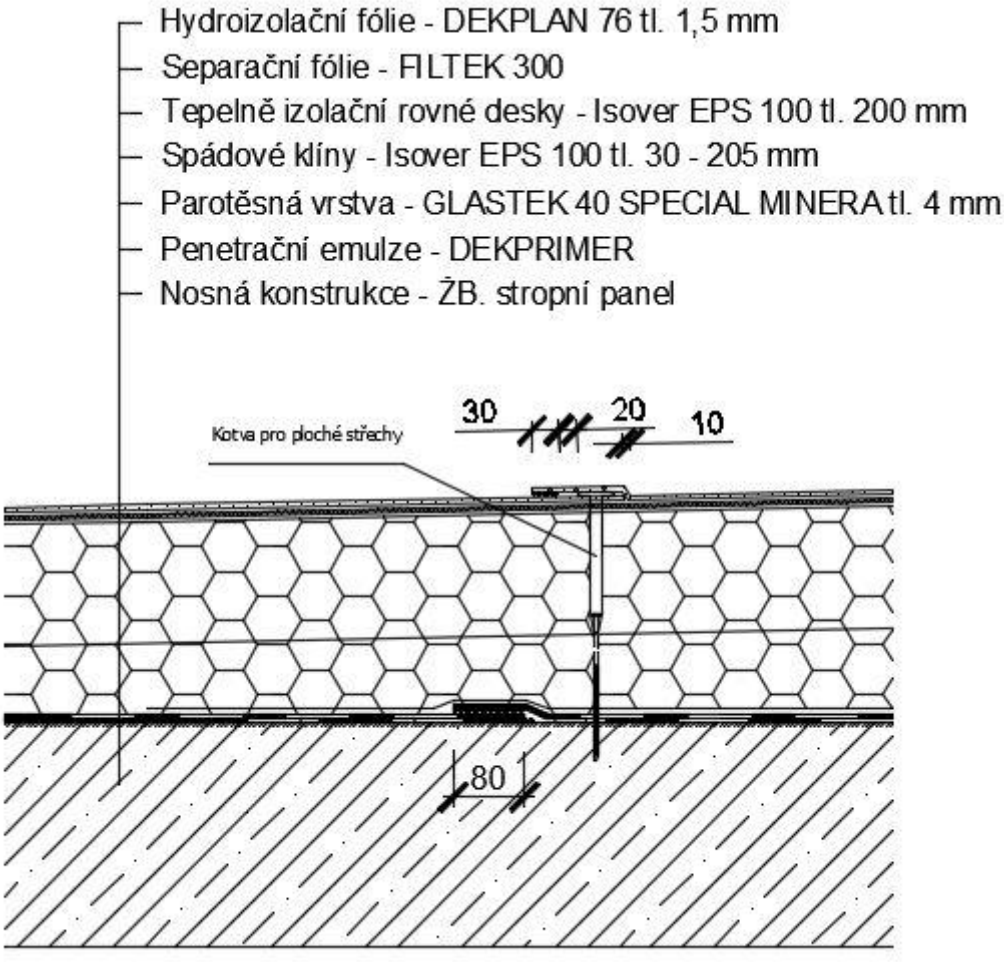
Pro konkrétní návrh jednoplášťové ploché nepochozí střechy byla použita technologie od firmy DEK a.s. Tato technologie byla vybrána díky splnění vybraných požadavků na materiály skladby učené v předešlé kapitole.

Navrhovaná skladba, viz Obr. 14, má celkově sedm vrstev včetně nosné konstrukce. Nosnou konstrukcí tvoří již zmiňovaný železobetonový stropní panel tloušťky 200 mm. Na této nosné konstrukci je provedena penetrace pomocí asfaltové penetrační emulse DEKPRIMER. „*Za studena zpracovatelná asfaltová emulse bez obsahu rozpouštědel.*“ [Příloha 9] Slouží tak jako penetrační nátěr na beton. „*Zvyšuje přilnavost k podkladu pro*

izolace spodních staveb a k podkladům pro vrstvené izolační systémy plochých střech.“ [Příloha 9] Po penetračním nátěru je použita parotěsná vrstva. Ta je řešena pomocí SBS modifikovaného asfaltu GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL o tloušťce 4 mm. *„Nosná vložka tohoto pásu je skleněná tkanina plošné hmotnosti 200 g/m^2. Tento druh vložky dává pásu vysokou pevnost. Pás je na horním povrchu opatřen jemným separačním posypem a na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií.*“ [Příloha 10] GLASTEK 40 SPECIAL slouží také jako pojistná hydroizolace plochých střech. V pořadí čtvrtou vrstvu tvoří spádové klíny a spolu s pátou vrstvou tepelné izolace jsou řešeny jako desky ze stabilizovaného extrudovaného polystyrenu EPS 100 od firmy Isover. „*Izolační desky EPS Isover jsou vyrobeny pomocí nejnovějších technologií bez obsahu CFC a HCFC (známé jako freony). Moderní technologie zajišťuje stálou kvalitu a minimální energetickou náročnost výroby, což deskám zajišťuje výborný poměr cena/výkon. Veškeré desky EPS Isover se vyrábějí v samozhášivém provedení se zvýšenou požární bezpečností*.“ [Příloha 11] Nejmenší tloušťka tepelně izolační vrstvy spolu se spádovými klíny je 230 mm z důvodu dosažení doporučených hodnot součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$. Šestá separační a ochranná vrstva je řešena pomocí netkané geotextilie FILTEK 300 zpevněné vpichováním. „*Geotextilie FILTEK 300 zamezuje styku nesnášenlivých materiálů*.“ [Příloha 12]. Poslední vrstvou je hydroizolační fólie DEKPLAN 76. DEKPLAN 76 je vyrobena z měkčeného PVC a její tloušťka je 1,5 mm. „*Tato fólie má nejširší rozsah použití střešních skladeb do požárně nebezpečného prostoru. V autorizované zkušebně s ní bylo provedeno nejvíce zkoušek na trhu z hlediska hlediska chování při vnějším působení požáru, které jsou klasifikovány jako B kovány jako B_{ROOF}(t3).*“ [Příloha 13]

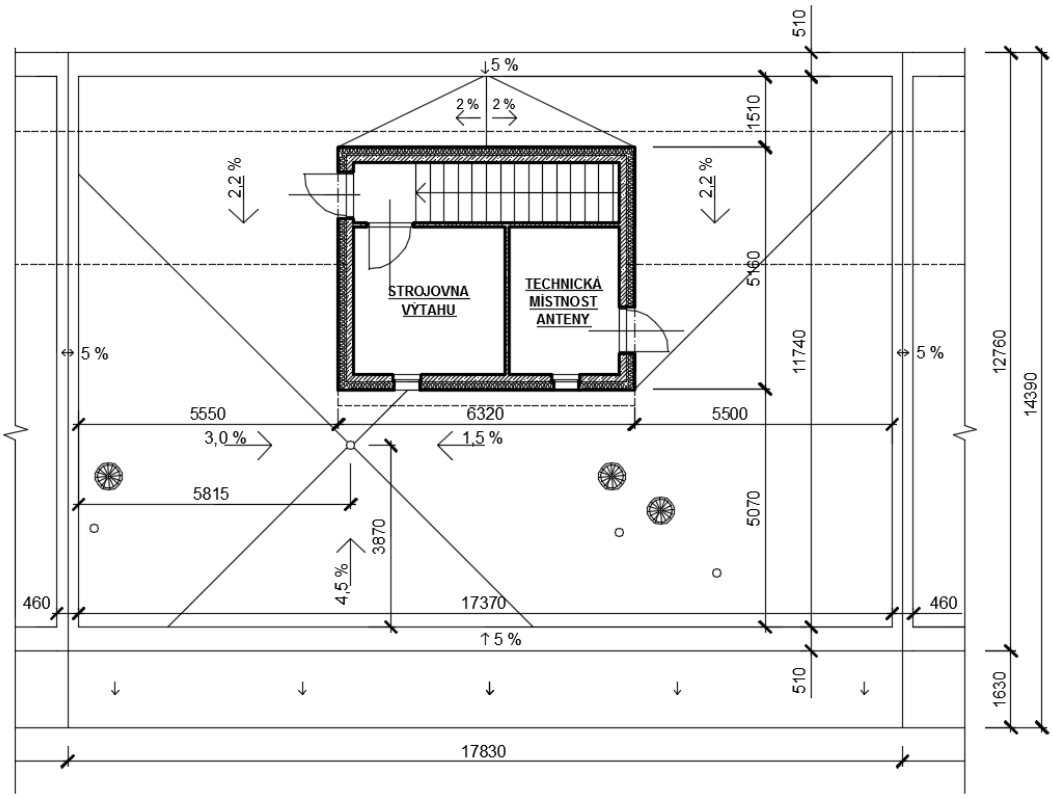
Stabilizace střechy je řešena pomocí mechanického kotvení. To je řešeno pomocí natloukacích hmoždinek 50 x 255 mm až 50 x 375 mm pro kotvení tepelných izolací a hydroizolace. Nejprve se předvrtá otvor přes tepelnou a hydroizolační vrstvu. Průměr otvoru u betonových podkladů činí 10 mm. Do otvoru se vloží FDD hmoždinka tak, aby talíř pevně doléhal na hydroizolační folii. K aktivaci kotvy dojde po zašroubování rozpěrného vrutu. Délka hmoždinek závisí na tloušťce vrstvy tepelné izolace, a jejich rozmístění

bude specifikováno kotevním plánem na základě statického výpočtu. Při kotvení budou také realizovány tahové zkoušky na vybraných vzorcích vzhledem k možnosti ukotvení v dutině stropního panelu. Pro účely výpočtu ceny bude odhadováno 6 hmoždinek na metr čtverečný.



Obr. 14: Návrh skladby jednoplášťové nepochozí ploché střechy

Střecha bude spádována do jedné střešní vpusti. Ze severu pod sklonem 2,2 %, z jihu 4,5 %, z východu 1,5 % a ze západu 3,5 %. Celková tloušťka skladby se pohybuje v rozmezí od 235,5 mm u vpusti a 410,5 mm v rozích střechy u atiky. Vstupní místnost na střechu a strojovna výtahu bude řešena stejnou skladbou. Bude tak spádována pod skonem 2 % směrem ke střešní vpusti viz. Obr. 15.



Obr. 15: Schéma řešení spádu střechy s rozměry v mm

Navržená skladba dosahuje hodnot součinitele prostupu tepla U = 0,154 W/(m^2·K) a splňuje tedy požadovanou hodnotu viz. Příloha 4. Životnost navržené skladby střešního pláště s použitou krytinou z hydroizolační fólie DEKPLAN 76 má odhadovanou životnost 20 až 30 let. Údržba této krytiny odpadá, neboť se po dobu životnosti neprovádí žádné opravné práce v podobě nátěrů, apod. Problémy fólií vznikají především jejich nesprávným provedením. Hlavním ukazatelem bude cena takto navrženého pláště.

Tab. 5: Krycí list rozpočtu navrhované jednoplášťové střechy

KRYCI LIST ROZPOCTU

Název stavby	**Jednoplášťová střecha**	JKSO	-
Název objektu	**Bytový dům**	EČO	-
		Místo	Bernolákova 1166/5
		IČ	DIČ
Objednatel	-	-	-
Projektant	-	-	-
Zhotovitel	-	-	-
Zpracoval	Jan Holeček	-	-
	Rozpočet číslo	Dne	
	2	25.04.2016	

Měrné a účelové jednotky

Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.
0	0,00	0	0,00	0	0,00

Rozpočtové náklady v CZK

A	Základní rozp. náklady			B	Doplňkové náklady		C	Náklady na umístění stavby		
1	**HSV**	Dodávky	17 968,17	8	Práce přesčas	0,00	13	Zařízení staveniště		0,00
2		Montáž	27 039,50	9	Bez pevné podl.	0,00	14	Projektové práce		0,00
3	**PSV**	Dodávky	474 318,21	10	Kulturní památka	0,00	15	Územní vlivy		0,00
4		Montáž	144 276,60	11		0,00	16	Provozní vlivy		0,00
5	**"M"**	Dodávky	0,00				17	Jiné VRN		0,00
6		Montáž	1 674,76				18	VRN z rozpočtu		0,00
7	**ZRN (ř. 1-6)**		665 277,24	12	**DN (ř. 8-11)**		19	**VRN (ř. 13-18)**		0,00
20	HZS		0,00	21	Kompl. činnost	0,00	22	Ostatní náklady		0,00
	Projektant, Zhotovitel, Objednatel						**D**	**Celkem bez DPH**		**665 277,24**

DPH	%	Základ daně	DPH celkem
snížená	15,0	0,00	0,00
základní	21,0	665 277,24	139 708,22
Cena s DPH			**804 985,46**

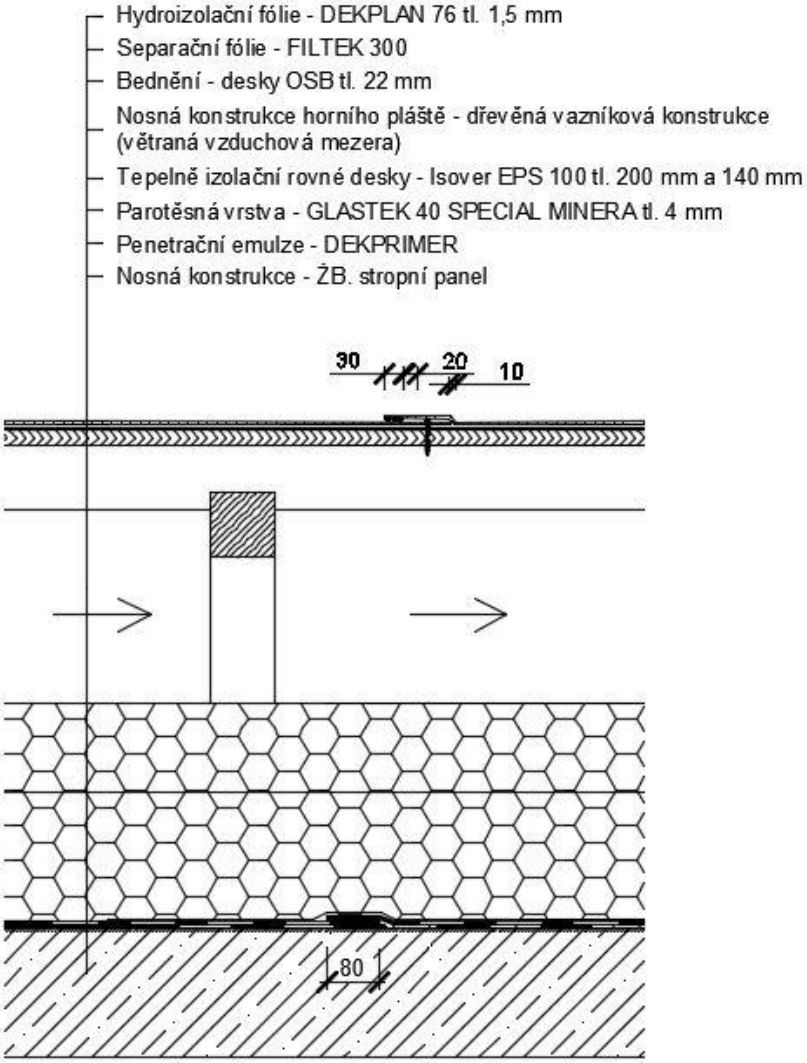
E	Přípočty a odpočty	
	Dodá zadavatel	0,00
	Klouzavá doložka	0,00
	Zvýhodnění	0,00

V Tab. 5 je uveden rozpočet navrhované jednoplášťové střechy. Takto navržené řešení odpovídá ceně 665 278 Kč bez DPH. Ta je sice řádově dražší než běžná cena opravy stávajícího střešního pláště, ale řeší námi zjištěné problémy. Co se týče náročnosti stavby střechy je poměrně rychlá a snadná. Není zde nutná obava z nežádoucí dešťových přeháněk. Největší problém však poskytuje hydroizolační folie. Celková doba výstavby včetně demontáže je odhadnuta na 20 pracovních dnů viz. Příloha 1.

2.6. Varianta dvouplášťové větrané ploché střechy

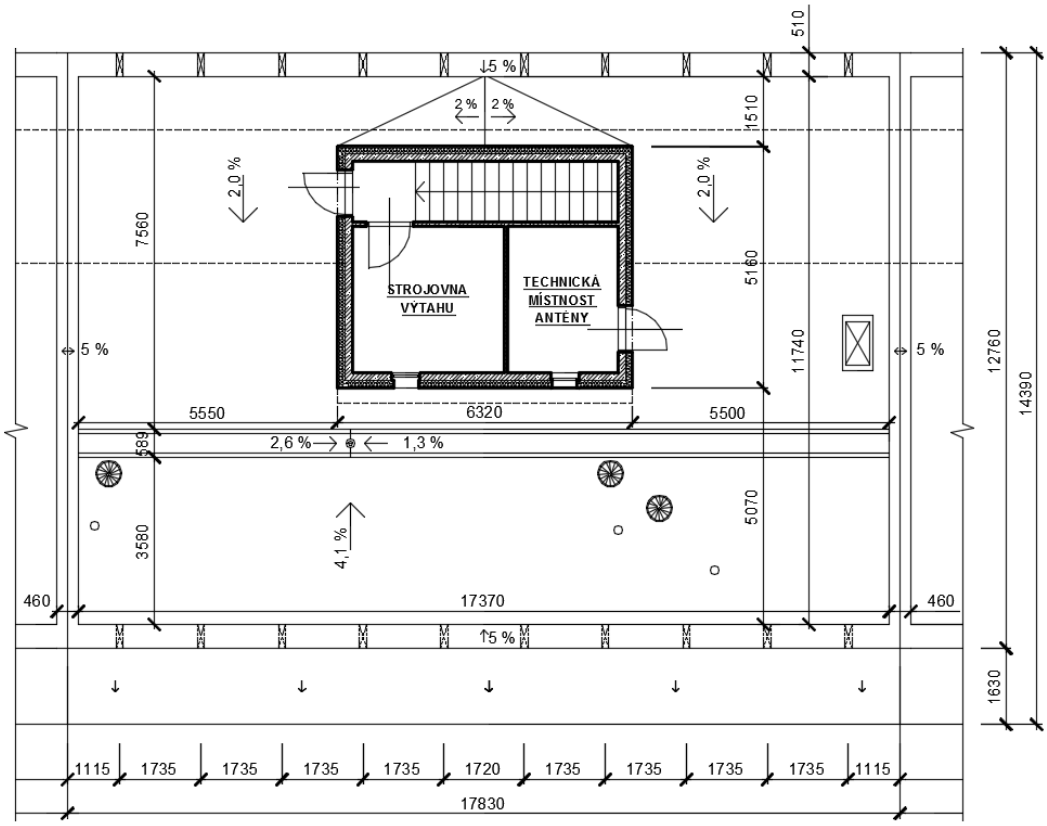
2.6.1. Návrh skladby

Navržená skladba dvouplášťové větrané střechy se skládá z několika vrstev. Na konstrukci stopního železobetonového panelu o tloušťce 200 mm je použita asfaltová penetrační emulse DEKPRIMER. Na ní následuje první vrstva, a to parotěsná vrstva z SBS modifikovaného asfaltu GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL o tloušťce 4 mm. Tepelná izolace z pěnového polystyrenu EPS 100 je od firmy Isover o tloušťce 340 mm. Následuje nosná konstrukce horního pláště ze stavebního řeziva a na ní OSB desky tloušťky 22 mm tvořící bednění pro střešní krytinu. Separační vrstvu mezi bedněním a střešní krytinou tvoří geotextilie FILTEK 300. Poslední vrstvu, a tedy střešní krytinu, tvoří hydroizolační fólie DEKPLAN 76 o tloušťce 1,5 mm.



Obr. 16: Návrh skladby dvouplášťové nepochozí ploché střechy

Odvodnění střechy je řešeno pomocí mezistřešního žlabu. Žlab je proveden z titanzinkového plechu o tloušťce 0,7 mm. Střecha je ke žlabu spádována z jižní strany pod sklonem 4,1 % a 2,0 % ze severní. Střešní krytina z hydroizolační fólie je stabilizována pomocí mechanického kotvení řešeného tak, že je připevněno vruty s podložkami do bednění z OSB desek. Samotná nosná konstrukce je kotvená do obvodu atiky, a také do stropních železobetonových desek s ohledem na pozici jejich odhadované výztuže. Tepelná izolace spodního pláště je zajištěna přilepením k parotěsné izolaci a mezi sebou polyuretanovými lepidly.



Obr. 17: Schéma řešení odvodnění dvouplášťové střechy s rozměry v mm

Jelikož je posouzení tepelně technických vlastností dvouplášťové střechy velice náročné, a pro jejich ověření se používají specializované programy, je uvažováno, že odvětraní vzduchové mezery je dostatečné a konstrukce horního pláště splňuje požadavky normy ČSN 73 0540-2. Tedy posouzení se provedlo pouze na spodním plášti. Ten dosahuje hodnot součinitele prostupu tepla U = 0,157 W/(m^2·K) viz. Příloha 5. Použitím stejných materiálu je životnost střechy stejná jako u návrhu jednoplášťové střechy, co se týče střešní krytiny. Dalším prvkem této střechy je její

titanzinkový žlab. Titanziknek dosahuje životnosti okolo 80 - 100 let, a není tak nutné započítávat jeho údržbu. Střecha je tedy bezúdržbová jako v případě jednoplášťové střechy. [6]

Tab. 6: Krycí list rozpočtu navrhované dvouplášťové střechy

KRYCI LIST ROZPOCTU

Název stavby	**Dvouplášťová střecha**	JKSO	-
Název objektu	**Bytový dům**	EČO	-
		Místo	Bernolákova 1166/5
		IČ	DIČ
Objednatel	-	-	-
Projektant	-	-	-
Zhotovitel	-	-	-
Zpracoval	Jan Holeček	-	-
	Rozpočet číslo	Dne	
	3	27.04.2016	

Měrné a účelové jednotky

Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.
0	0,00	0	0,00	0	0,00

Rozpočtové náklady v CZK

A	Základní rozp. náklady			B	Doplňkové náklady		C	Náklady na umístění stavby		
1	**HSV**	Dodávky	26 134,83	8	Práce přesčas	0,00	13	Zařízení staveniště		0,00
2		Montáž	33 130,02	9	Bez pevné podl.	0,00	14	Projektové práce		0,00
3	**PSV**	Dodávky	525 144,13	10	Kulturní památka	0,00	15	Územní vlivy		0,00
4		Montáž	220 386,29	11		0,00	16	Provozní vlivy		0,00
5	**"M"**	Dodávky	0,00				17	Jiné VRN		0,00
6		Montáž	3 474,38				18	VRN z rozpočtu		0,00
7	**ZRN (ř. 1-6)**		808 269,65	12	**DN (ř. 8-11)**		19	**VRN (ř. 13-18)**		0,00
20	HZS		0,00	21	Kompl. činnost	0,00	22	Ostatní náklady		0,00

Projektant, Zhotovitel, Objednatel

D	Celkem bez DPH		**808 269,65**
DPH	**%**	**Základ daně**	**DPH celkem**
snížená	15,0	0,00	0,00
základní	21,0	808 269,65	169 736,63
Cena s DPH			**978 006,28**

E	Přípočty a odpočty	
	Dodá zadavatel	0,00
	Klouzavá doložka	0,00
	Zvýhodnění	0,00

Podle zhotoveného rozpočtu je cena tohoto návrhu 808 267 Kč bez DPH. Varianta dvouplášťové střechy je tak dražší variantou. Proti použití tohoto návrhu také hraje realizace střechy. Ta je v počátcích montáže vrstev

stejná, ale jakmile se dostaneme do fáze montovaní nosné konstrukce vrchního pláště, celý proces se prodlouží. U realizace střech je čas jedním z klíčových faktorů. Pokud práce budou probíhat dlouhou dobu, zvyšuje se pravděpodobnost, že se během výstavby objeví dešťové přeháňky. Zatékání do spodního pláště může vyvolat zvýšené riziko porušení střechy po dobu její životnosti. Při tomto ohledu by se museli při montáži provádět různá opatření pro ochranu spodního pláště, což by navýšilo cenu realizace. Tento problém lze u dvouplášťových střech odstranit pomocí správného návrhu vzduchové mezery. Při správném návrhu lze předpokládat, že vzniklé kondenzace zabudované v době realizace do souvrství spodního pláště se časem odpaří. Dalším problémem je provedení větracích otvorů. Provrtávání železobetonových panelů není dobrou volbou. Problém nastává, narazí-li se na výztuž. Jejím odstraněním lze narušit stabilitu celého panelu. Při tomto návrhu je tedy riziková i výstavba, která trvá přibližně 32 dnů viz. Příloha 2. To je o 12 dnů déle než výstavba střechy jednoplášťové.

2.7. Návrh souvisejících konstrukcí

U všech návrhů řešení nového střešního pláště budou související konstrukce vyměněny. Rozdíl bude pouze v délkách potrubí, jak dešťového svodu, tak i větracího potrubí kanalizace a vzduchotechniky, které bude u jednoplášťové konstrukce zkráceno, a u dvouplášťové varianty prodlouženo. U dešťového svodu budou použity nové dvouplášťové svody o DN max. 150 mm a celkové délce cca 35,27 m s čistícím kusem v 1. podzemním podlaží. Navrženou světlost potrubí lze ověřit pomocí vzorců pro návrh kanalizačního a dešťového potrubí dle normy ČSN 75 6760. [4]

Tab. 7: Návrh jmenovité světlosti dešťového potrubí

Dimenzování dešťového odpadního potrubí:		
Potrubí D1 - vnitřní dešťové odpadní potrubí		
Počet střešních vtoků	1,00	ks
A… Plocha střechy	227,51	m^2
C... Součinitel odtoku dešťových vod	1,00	střechy s nepropustnou horní vrstvou
i… Intenzita deště	0,03	l/s. m^2
Q_r = i.C.A		
Qr… Výpočtový průtok dešťových odpadních vod	6,83	[l/s]
Q_{RWP}… Hydraulická kapacita vnitřního dešťového odpadního potrubí pro DN 150	25,00	[l/s]
25,00 l/s > 6,83 l/s		
Jmenovitá světlost **DN 150 vyhovuje**		

Svod bude opatřen návlekovou izolací a v místech stropu bude provedeno požární dotěsnění manžetou. Okolo tohoto svodu bude vytvořeno nové SDK opláštění 300 x 300 mm s ocelovými profily o požadované požární odolnosti. Vpusť, v případě jednoplášťového návrhu, bude instalována sestavou GULLYDEK. Řešený žlab u návrhu dvoupláště je sveden ve spádu 2,6 % ze západní časti a 1,3 % z východní do vpusti napojením svodného potrubí. U návrhu dvouplášťové varianty bude také proveden kontrolní vstup do mezistřeší.

Větrací hlavice vzduchotechniky a kanalizace budou podle jejich stavu ponechány, popřípadě vyměněny za nové. Vyměněna bude pouze hlavice na střeše nástavby a bude zde osazena nová hlavice včetně redukce.

Nový hromosvod z pozinkovaného drátu o průměru 8 mm bude napojen na hromosvody ostatních objektů. Jeho umístění na střeše bude odpovídat co nejvíce stávajícímu řešení. Montáž hromosvodu bude provedena specializovanou firmou a po provedení zateplení severní fasády se zajistí jeho revize.

Oplechování atiky bude provedeno pouze na napojení sousedních objektů. Na atikách bude připevněna pouze závětrná lišta a povrch atiky bude pokryt hydroizolační fólií, která bude navařena na závětrné lišty. Na střeše nástavby v místě vrcholu spádu střechy bude umístěna tato lišta a na spodní hraně spádu se bude nacházet okapnice.

2.8. Srovnání variant

Pro porovnání výsledků jsou hlavními hledisky cena, tepelně technické vlastnosti a řešení nalezených problémů na střeše budovy. Při srovnání zjištěných vlastností, lze odvodit, že jednoplášťová střecha je vhodnější variantou v porovnání s ostatními návrhy viz. Příloha 3.

Mezi výhody jednoplášťové střechy patří nižší cena a rychlejší výstavba. Tepelně technické vlastnosti jsou si podobné. Procentuální vhodnost řešení nižší o 11 % u dvouplášťové střechy vzniká realizací vzduchové mezery. Už při návrhu se setkáváme s mnoha problémy. Návrh stěžuje vyřešení větrací mezery, a při výskytu chyb se odstraňují většinou za cenu odstranění horního pláště, což je finančně a realizačně náročné. Dále se při návrhu této mezery musí počítat s její konstrukční výškou. Ta v našem případě hraničí s výškou atiky, která s ní skoro splývá, a při dalším návrhu by bylo nutno výšku atiky navýšit. Toto navýšení by nejen zvýšilo cenu, ale také by narušilo architektonický výraz budovy tím, že by střecha vyčnívala oproti sousedním objektům. Naopak u jednoplášťové varianty výška atiky napomáhá pocitově bezpečnějšímu pohybu při revizích střechy.

Při provádění stavebních úprav střešního pláště na řešeném bytovém domě se doporučuje navrhnout jednoplášťovou plochou střechu.

Závěr

Závěrem lze uvést, že při použití návrhů na opravu nalezených chyb na střeše daného bytového domu, není vhodným řešením využití částečných oprav. Opravy jsou sice finančně nenáročné, ale jejich životnost je poměrně malá a neřeší většinu hlavních problémů.

Cílem práce bylo zjistit, zda pro tyto stavební úpravy je konstrukce jednoplášťové střechy opravdu nejlepším řešením. Toto ověření bylo přijato za nejvhodnější variantu. Při návrhu dvouplášťové střechy lze počítat s různými komplikacemi, a to zejména při řešení větrané vzduchové mezery. Dvouplášťové střechy jsou cenově náročnější. Tento nárůst ceny však vyplývá z jejich lepších technických vlastností. Při správném návrhu řešení funkčnosti střechy lze předpokládat, že dvouplášťová střecha bude při vniknutí srážek do souvrství eliminovat vznik vodních par odvětráváním. U jednoplášťové střechy mohou vlivy deštivého počasí vyvolat komplikace. Dvouplášťová střecha je však pro navrhovaný subjekt nevhodnou variantou z hlediska nároků kladených na rychlost a ekonomicky přijatelnou realizaci stavby.

Jednoplášťové střechy jsou vhodnější variantou a zároveň zárukou jednoduchosti, rychlosti a cenové dostupnosti. V práci byla navržena pouze jednoplášťová střecha s klasickým pořadím vrstev, ale na trhu se objevují i další varianty této střechy jako jsou např. zelené střechy, střechy s obráceným pořadím vrstev a kombinované střechy, mezi které patří systémy DUO a PLUS. Jejich použití však pro řešenou konstrukci nebylo vhodné. Pro lepší posouzení variant jednoplášťových střech by bylo nejlepším řešením práci rozšířit o další poznatky na nových stavbách.

Dle oficiálního zadání práce jsem splnil všechny body, které byly zadány.

Seznam literatury

[1] BARTÁK, Kamil. Rekonstrukce v panelovém domě IV: Střešní nástavby, zateplení. Praha: Grada Publishing, 1998. ISBN 80-7169-525-4.

[2] ČSN 73 0540 - 2. Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a statní zkušebnictví, 2012. 56s. Třídící znak 730540.

[3] ČSN 73 1901. Navrhování střech – Základní ustanovení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a statní zkušebnictví, 2013. 57 s. Třídící znak 731901.

[4] ČSN 75 6760. Vnitřní kanalizace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a statní zkušebnictví, 2015. 52 s. Třídící znak 756760.

[5] HANZALOVÁ, L., ŠILAROVÁ, Š. a kolektiv. Ploché střechy - navrhování a sanace. Praha: Public History, 2001. 397s. ISBN 80-86445-08-9.

[6] HANZALOVÁ, Lenka a Šárka ŠILAROVÁ. Ploché střechy. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2005. ISBN 80-86769-71-2.

[7] CHALOUPKA, Karel a Zbyněk SVOBODA. Ploché střechy: praktický průvodce. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2916-9.

[8] NOVOTNÝ, Marek a Ivan MISAR. Ploché střechy. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-7169-530-0.

[9] NOVOTNÝ, Marek, Ivan MISAR a Stanislav ŠUTLIAK. Hydroizolace plochých střech: poruchy střešních plášťů. Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-80-247-5002-6.

[10] OLÁH, Jozef. Poruchy strešných plášťov a ich optimálne opravy: vznik porúch, analýza porúch, odstránenie porúch, realizačné firmy, dodávatelia. Bratislava: Eurostav, 2006. ISBN 80-89228-02-X.

Seznam internetových zdrojů

[11] 3. VRSTVY STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ [online]. [cit. 2016-25-04]. Dostupné z http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/3.html#3-1-2

[12] 5. PLOCHÉ STŘECHY [online]. [cit. 2016-18-04]. Dostupné z http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/5.html

[13] HANZALOVÁ, Lenka. Ploché střechy – 2. část. Historický vývoj. Http://www.stavebnictvi3000.cz [online]. 2005 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/ploche-strechy-2-dil-historicky-vyvoj/

[14] SLANINA, Petr. Parotěsná vrstva – terminologie, rozdělení, navrhování [online]. 2004 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: http://www.slanina.cz/publikace/files/03_slanina_parotesna_vrstva_terminologie_rozdeleni_navrhovani.pdf

[15] Vnitřní výpočtové teploty dle ČSN EN 12831 a doporučené relativní vlhkosti vzduchu dle ČSN 06 0210. Http://www.tzb-info.cz [online]. [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: http://vetrani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/28-vnitrni-vypoctove-teploty-dle-csn-en-12831-a-doporucene-relativni-vlhkosti-vzduchu-dle-csn-06-0210

Seznam právních předpisů

[16] ČESKO. Zákon č. 114/1992 ze dne 19. února 1992, o ochraně přírody a krajiny. In: Sbírka zákonů České republiky. 1992, částka 28, s. 666-692. Dostupný také z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=2551. ISSN 1211-1244.

[17] ČESKO. Zákon č. 185 ze dne 15. května 2001, o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: Sbírka zákonů České republiky. 2001, částka 71, s. 4074-4113. Dostupný také z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3649. ISSN 1211-1244.

[18] ČESKO. Nařízení vlády č. 362 ze dne 17. srpna 2005 o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky. In: Sbírka zákonů České republiky. 2005, částka 125. s. 6174-6182. Dostupný také z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=4723. ISSN 1211-1244.

[19] ČESKO. Zákon č. 309 ze dne 23. května 2006, 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). In: Sbírka zákonů České republiky. 2006, částka 96, s. 3789-3797. Dostupný také z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=4942. ISSN 1211-1244.

[20] Nařízení č. 18/2009 Sb., o ochraně hnízdní populace rorýse obecného při rekonstrukcích budov. 2009. Rada hlavního města Prahy.

Seznam tabulek

Tab. 1: Krycí list rozpočtu úpravy střešní krytiny novými nátěry
Tab. 2: Předpokládaná produkce odpadů při demontáži stávajícího střešního pláště
Tab. 3: Schéma rozdělení povlakových izolací
Tab. 4: Porovnání vlastností asfaltových pásů a polymerních fólií
Tab. 5: Krycí list rozpočtu navrhované jednoplášťové střechy
Tab. 6: Krycí list rozpočtu navrhované dvouplášťové střechy
Tab. 7: Návrh jmenovité světlosti dešťového potrubí

Seznam obrázků

Obr. 1: Schéma skladby jednoplášťové větrané střechy

Obr. 2: Schéma skladby dvouplášťové větrané střechy

Obr. 3: Obecná skladba jednoplášťové ploché střechy s parotěsnou vrstvou a tepelnou izolací

Obr. 4: Pohled na budovu

Obr. 5: Schéma typického podlaží

Obr. 6: Pohled na stávající střešní krytinu

Obr. 7: Pohled na vzduchovou mezeru a řešení nosné konstrukce horního pláště

Obr. 8: Detail provedení dřevěného bednění

Obr. 9: Pohled na střešní nástavbu

Obr. 10: Pohled na prostupy

Obr. 11: Střešní vpusť

Obr. 12: Schéma nové atiky na západní a východní straně a uložení konstrukce pláště sousedního objektu

Obr. 13: Kategorie rozdělení podle hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky

Obr. 14: Návrh skladby jednoplášťové nepochozí ploché střechy

Obr. 15: Schéma řešení spádu střechy s rozměry v mm

Obr. 16: Návrh skladby dvouplášťové nepochozí ploché střechy

Obr. 17: Schéma řešení odvodnění dvouplášťové střechy s rozměry v mm

Seznam použitých zkratek

φ_{ai} relativní vlhkost vzduchu

t_i teplota vnitřního vzduchu

PVC Polyvinylchlorid

DN Diameter Nominal - Jmenovitý průměr

OSB Oriented strand board - deska z orientovaných, rozprostřených velkoplošných třísek

XPS extrudovaný polystyren

VKP významné krajinné prvky

PPS pěnový polystyrén

PUR	pěnový polyuretan
SBS	Styrén-butadien-styrén
PE	Polyethylen
CFC	Chlorofluorocarbons
HCFC	Hydrogenchlorofluorocarbons
FDD	talířová hmoždinka
DPH	daň z přidané hodnoty

Přílohy

Příloha 1: Technologický normál jednoplášťové střechy

TECHNOLOGICKÁ ETAPA	POŘADOVÉ ČÍSLO	NÁZEV POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ	NORMA ČASU	CELKEM PRACNOST	SMĚNOST	ČÍSLO ČETY	POČET	ČASOVÝ FOND	TECHNOLOGICKÉ PŘESTÁVKY		DOBA TRVÁNÍ	DOBA TRVÁNÍ UPRAVENO	DOBA SLOUČENO
											DNY	NA PROCES			
1 - Demontáž stávajícího střešního souvrství	1	Demontáž střešní krytiny z plechů včetně oplechovaní atiky	m^2	267,63	0,23	61,82	1	1	4	32	-	-	1,93	2	2
	2	Demontáž bednění a nosné konstrukce horního pláště	m^2	252,02	0,34	84,43	1	1	4	32	-	-	2,64	3	3
	3	Odstranění povlakové krytiny původní střechy	m^2	252,02	0,05	11,59	1	2	4	32	-	-	0,36	1	1
	4	Odstranění stávající tepelné izolace	m^2	252,02	0,07	17,64	1	3	4	32	-	-	0,55	1	
	5	Odstranění původní parotěsné izolace	m^2	252,02	0,05	11,59	1	2	4	32	-	-	0,36	1	1
	6	Demontáž střešní vpusti	ks	1,00	0,51	0,51	1	3	4	32	-	-	0,02	1	1
2 - Montáž stávajícího střešního souvrství	8	Zdění nových atik	m^3	4,80	0,73	3,48	1	4	4	32	-	-	0,11	1	1
	9	Podepření sousedních objektů BD	m	24,00	0,7	16,75	1	5	4	32	-	-	0,52	1	
	10	Úprava povrchu penetrační emulzí	m^2	252,02	0,02	6,05	1	6	4	32	-	-	0,19	1	1
	11	Provedení parotěsné izolace	m^2	252,02	0,22	55,95	1	6	4	32	-	-	1,75	2	2
	12	Montáž tepelné izolace atiky přibitím desek	m^2	78,06	0,14	11,01	1	7	4	32	-	-	0,34	1	2
	13	Montáž tepelné izolace střechy včetně spádových desek	m^2	244,09	0,14	34,42	1	7	4	32	-	-	1,08	2	
	14	Montáž spádu atiky z desek izolace tepelné - XPS	m^2	9,44	0,12	1,14	1	7	4	32	-	-	0,04	1	
	15	Obložení spádu atiky OSB deskami	m^2	25,13	0,26	6,43	1	8	4	32	-	-	0,20	1	3
	16	Montáž oplechování atik závětrnou lištou a koutovými lištami	m	188,16	0,33	62,47	1	8	4	32	-	-	1,95	2	
	17	Provedení separační vrstvy geotextilií	m^2	244,09	0,06	14,65	1	6	4	32			0,46	1	1
	18	Provedení povlakové krytiny	m^2	301,22	0,07	21,69	1	6	4	32	-	-	0,68	1	1
	19	Oplechovaní atiky s napojením sousedních objektů	m	25,52	0,78	19,78	1	1	4	32	-	-	0,62	1	1
	20	Montáž střešní vpusti	ks	1,00	0,47	0,47	1	1	4	32	-	-	0,01	1	
CELKOVÁ DOBA TRVANÍ														25	20

Příloha 2: Technologický normál dvouplášťové střechy

TECHNOLOGICKÁ ETAPA	POŘADOVÉ ČÍSLO	NÁZEV POPIS	MĚRNÁ JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ	NORMA ČASU	CELKEM PRACNOST	SMĚNOST	ČÍSLO ČETY	POČET	ČASOVÝ FOND	TECHNOLOGICKÉ PŘESTÁVKY		DOBA TRVÁNÍ	DOBA TRVÁNÍ UPRAVENO	DOBA SLOUČENO
											DNY	NA PROCES			
1 - Demontáž stávajícího střešního souvrství	1	Demontáž střešní krytiny z plechů včetně oplechovaní atiky	m^2	267,63	0,23	61,82	1	1	4	32	-	-	1,93	2	2
	2	Demontáž bednění a nosné konstrukce horního pláště	m^2	252,02	0,34	84,43	1	1	4	32	-	-	2,64	3	3
	3	Odstranění povlakové krytiny původní střechy	m^2	252,02	0,05	11,59	1	2	4	32	-	-	0,36	1	1
	4	Odstranění stávající tepelné izolace	m^2	252,02	0,07	17,64	1	3	4	32	-	-	0,55	1	1
	5	Odstranění původní parotěsné izolace	m^2	252,02	0,05	11,59	1	2	4	32	-	-	0,36	1	1
	6	Demontáž střešní vpusti	ks	1,00	0,51	0,51	1	3	4	32	-	-	0,02	1	1
2 - Montáž stávajícího střešního souvrství	8	Zdění nových atik	m^3	4,80	0,73	3,48	1	4	4	32	-	-	0,11	1	1
	9	Podepření sousedních objektů BD	m	24,00	0,70	16,75	1	5	4	32	-	-	0,52	1	
	10	Vybourání otvorů ve zdech z ŽB prefabrikátů	ks	20,00	4,05	80,96	1	5	4	32	-	-	2,53	3	3
	11	Montáž nosné konstrukce horního pláště	m	254,96	0,60	153,46	1	5	4	32	-	-	4,80	5	5
	12	Úprava povrchu penetrační emulzí	m^2	252,02	0,02	6,05	1	6	4	32	-	-	0,19	1	1
	13	Provedení parotěsné izolace	m^2	252,02	0,22	55,95	1	1	4	32	-	-	1,75	2	2
	14	Montáž tepelné izolace atiky přibitím desek	m^2	78,06	0,14	11,01	1	7	4	32	-	-	0,34	1	2
	15	Montáž tepelné izolace střechy lepením	m^2	173,00	0,14	24,22	1	7	4	32	-	-	0,76	1	
	16	Montáž tepelné izolace střešní nástavby	m^2	71,09	0,14	9,95	1	7	4	32	-	-	0,31	1	
	17	Montáž spádu atiky z desek izolace tepelné - XPS	m^2	25,85	0,12	3,13	1	7	4	32	-	-	0,10	1	
	18	Obložení spádu atiky OSB deskami	m^2	25,13	0,26	6,43	1	1	4	32	-	-	0,20	1	3
	19	Montáž oplechování atik závětrnou lištou a koutovými lištami	m	188,16	0,33	62,47	1	1	4	32	-	-	1,95	2	
	20	Provedení bednění horního pláště	m^2	173,00	0,31	53,63	1	1	4	32	-	-	1,68	2	2
	21	Provedení separační vrstvy geotextilií	m^2	244,09	0,06	14,65	1	6	4	32	-	-	0,46	1	1
	22	Provedení povlakové krytiny	m^2	301,22	0,07	21,69	1	1	4	32	-	-	0,68	1	1
	23	Oplechovaní atiky s napojením sousedních objektů	m	25,52	0,78	19,78	1	1	4	32	-	-	0,62	1	2
	24	Montáž mezistřešního žlabu	m	17,43	1,25	21,77	1	1	4	32	-	-	0,68	1	
CELKOVÁ DOBA TRVANÍ														35	32

Příloha 3: Porovnání vlastností navrhnutých variant

Hlediska	Váha	Varianty								
		Úprava střešní krytiny novým nátěrem			Jednoplášťová střecha			Dvouplášťová střecha		
	%	Vlastnosti hledisek	Body	%	Vlastnosti hledisek	Body	%	Vlastnosti hledisek	Body	%
Cena	30	53 957 Kč	3	30	665 278 Kč	2	20	808 267 Kč	1	10
Cena za údržbu[1)]	15	67 447 Kč	1	5	-	3	15	-	3	15
Doba realizace	5	4 dny	3	5	20 dnů	2	3	32 dnů	1	2
Součinitele prostupu tepla[2)]	25	-	0	0	U = 0,154 W/(m^2.K)	3	25	U = 0,157 W/(m^2.K)	3	25
Řeší stávající problémy[3)]	25	Ne	0	0	Ano	3	25	Ano	3	25
Procentuální vhodnost řešení	100%	40%			88%			77%		

Systém bodovaní : Nejlepší výsledek - 3 body, Nejhorší výsledek - 0 bod

1) Cena za údržbu se uvažuje v rozmezí životnosti 25 let (předpokládaná životnost variant jednoplášťové a dvouplášťové střechy, proto se cena údržby u těchto variant neuvažuje) a rozmezí oprav jako 1/4 plochy střechy. Rozmezí doby oprav nátěru je 5 let (nejnepříznivější doba životnosti nátěrů) po uvažovanou dobu životnosti střech. Bodovaní: 1 bod - nejhorší výsledek údržby, 2 body - nejlepší výsledek, 3 body - bez údržby $U_{N,20}$

2) 3 body - překročení požadované hodnoty $U_{rec,20}$ = 0,16 W/(m^2.K), 2 body - zlepšení technických požadavků, 1 bod - dodržení požadované hodnoty , 0 - bodů nezlepšení tepelně technických vlastností

3) Vyřešení stávajících problémů - 3 body, Nevyřešení stávajících problémů - 0 bodů

Příloha 4: Posouzení návrhu jednoplášťové střechy z hlediska šíření tepla a vodní páry

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

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

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Jednoplášťová nepochozí střecha**
Zpracovatel : Jan Holeček
Zakázka : 1
Datum : 2.5.2016

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

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

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Železobeton 3	0,2000	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
2	GLASTEK 40 S.M	0,0040	0,2100*	1470,0	1400,0	30000,0	0.0000
3	Isover EPS 100	0,2300	0,0370*	1270,0	21,0	50,0	0.0000
4	DEKPLAN 76	0,0015	0,1600	960,0	1400,0	20000,0	0.0000

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

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Železobeton 3	---
2	GLASTEK 40 S.M.	vliv bodových kotev dle EN ISO 6946
3	Isover EPS 100S	vliv bodových kotev dle EN ISO 6946
4	DEKPLAN 76	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	21.0	43.6	1083.7	-4.0	81.0	353.9
2	28	21.0	46.3	1150.8	-2.1	80.5	412.8
3	31	21.0	48.7	1210.5	1.6	79.2	542.8
4	30	21.0	53.5	1329.8	6.4	77.1	740.8
5	31	21.0	60.8	1511.2	11.5	73.9	1002.3
6	30	21.0	66.4	1650.4	14.7	71.2	1190.3
7	31	21.0	68.8	1710.1	16.0	69.9	1270.3

8	31	21.0	67.9	1687.7	15.5	70.4	1239.1
9	30	21.0	61.3	1523.7	11.8	73.7	1019.6
10	31	21.0	54.2	1347.2	7.0	76.8	769.0
11	30	21.0	48.9	1215.4	1.8	79.2	550.6
12	31	21.0	46.3	1150.8	-2.1	80.5	412.8

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

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

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

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.360 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.154 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 8.9E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 386.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 9.5 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.72 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.962**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	11.5	0.619	8.2	0.486	20.1	0.962	46.2
2	12.4	0.627	9.0	0.482	20.1	0.962	48.8
3	13.2	0.596	9.8	0.422	20.3	0.962	50.9
4	14.6	0.562	11.2	0.329	20.5	0.962	55.3
5	16.6	0.538	13.1	0.173	20.6	0.962	62.2
6	18.0	0.524	14.5	------	20.8	0.962	67.4
7	18.6	0.514	15.1	------	20.8	0.962	69.6
8	18.4	0.520	14.8	------	20.8	0.962	68.8
9	16.7	0.537	13.3	0.160	20.7	0.962	62.6
10	14.8	0.558	11.4	0.314	20.5	0.962	56.0
11	13.2	0.595	9.9	0.420	20.3	0.962	51.1
12	12.4	0.627	9.0	0.482	20.1	0.962	48.8

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

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

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

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**e**
theta [C]:	20.5	19.9	19.8	-12.7	-12.8
p [Pa]:	1367	1321	463	381	166
p,sat [Pa]:	2407	2319	2305	203	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry

na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.4340	0.4340	1.446E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0054 kg/(m2.rok)**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0622 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Akt.kond./vypař. Mc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
12	0.4340	0.4340	1.97E-0010	0.0005
1	0.4340	0.4340	3.27E-0010	0.0014
2	0.4340	0.4340	1.97E-0010	0.0019
3	0.4340	0.4340	-2.48E-0010	0.0012
4	---	---	-9.92E-0010	0.0000
5	---	---	---	---
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---
11	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0019 kg/m2**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je minimálně: **0.0019 kg/m2**

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,a).

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

STOP, Teplo 2014 EDU

Příloha 5: Posouzení návrhu dvouplášťové střechy z hlediska šíření tepla a vodní páry

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

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

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Dolní plášť nepochozí dvouplášťové větrané střechy**
Zpracovatel : Jan Holeček
Zakázka :
Datum : 8.5.2016

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

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

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Beton hutný 3	0,2000	1,3600	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
2	GLASTEK 40 S.M	0,0040	0,2110*	1529,3	1354,4	30000,0	0.0000
3	Isover EPS 100	0,3400	0,0560*	1407,5	85,2	50,0	0.0000

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

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Beton hutný 3	---
2	GLASTEK 40 S.M.	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946
3	Isover EPS 100S	vliv běžných tep. mostů dle EN ISO 6946

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	21.0	53.9	1339.7	-4.4	81.2	342.9
2	28	21.0	56.0	1391.9	-2.9	80.8	387.4
3	31	21.0	57.5	1429.2	1.0	79.5	521.8
4	30	21.0	59.3	1473.9	5.7	77.5	709.4
5	31	21.0	63.4	1575.9	10.7	74.5	958.1
6	30	21.0	67.2	1670.3	13.9	72.0	1142.9
7	31	21.0	69.2	1720.0	15.5	70.4	1239.1
8	31	21.0	68.5	1702.6	15.0	70.9	1208.4
9	30	21.0	64.1	1593.3	11.3	74.1	991.8

10	31	21.0	59.7	1483.9	6.3	77.1	735.7
11	30	21.0	57.5	1429.2	0.9	79.5	518.1
12	31	21.0	56.5	1404.4	-2.6	80.7	396.8

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

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

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

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.237 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.157 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 7.5E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 914.4
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 16.6 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.70 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.962**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.7	0.753	11.3	0.619	20.0	0.962	57.2
2	15.3	0.762	11.9	0.619	20.1	0.962	59.3
3	15.7	0.737	12.3	0.565	20.2	0.962	60.3
4	16.2	0.687	12.8	0.462	20.4	0.962	61.5
5	17.3	0.638	13.8	0.300	20.6	0.962	65.0
6	18.2	0.605	14.7	0.111	20.7	0.962	68.3
7	18.7	0.575	15.1	------	20.8	0.962	70.1
8	18.5	0.583	15.0	------	20.8	0.962	69.5
9	17.4	0.633	14.0	0.274	20.6	0.962	65.6
10	16.3	0.682	12.9	0.447	20.4	0.962	61.8
11	15.7	0.738	12.3	0.567	20.2	0.962	60.3
12	15.5	0.765	12.0	0.620	20.1	0.962	59.7

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

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

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

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**e**
theta [C]:	20.5	19.7	19.6	-12.8
p [Pa]:	1367	1328	310	166
p,sat [Pa]:	2405	2291	2277	202

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

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

Množství difundující vodní páry Gd : 1.696E-0009 kg/(m2.s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

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

STOP, Teplo 2014 EDU

Příloha 6: Rozpočet úpravy horního pláště

Příloha 7: Rozpočet jednoplášťové střechy

Příloha 8: Rozpočet dvouplášťové střechy

Příloha 9: Technický list - DEKPRIMER

Příloha 10: Technický list - GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL

Příloha 11: Technický list - Isover EPS 100

Příloha 12: Technický list - FILTEK

Příloha 13: Technický list - DEKPLAN