

Obsah

Úvod	3
1 Charakteristika navrhovaného objektu	4
2 Jednoplášťová plochá střecha	4
2.1 Definice a obecná charakteristika	4
2.2 Základní charakteristiky návrhu	5
2.3 Základní požadavky dle ČSN 73 0540-2	5
3 Skladby jednoplášťových plochých střech	5
3.1 Jednoplášťová střecha s klasickým pořadím vrstev	5
3.2 Jednoplášťová střecha s opačným pořadím vrstev (obrácená střecha)	8
3.3 DUO střecha	10
3.4 Kompaktní střecha	11
4 Porovnání uvedených skladeb střešních konstrukcí	12
4.1 Shrnutí poznatků o uvedených skladbách střešních konstrukcí	12
4.2 Výběr optimální skladby pro navrhovaný objekt	13
5 Závěr	16
6 Studijní prameny	17
6.1 Literatura	17
6.2 Internet	17

Úvod

Seminární práce Konstrukční systémy jednoplášťových plochých střech jako součást bakalářské práce, která spočívala v návrhu rodinného domu s projekční kanceláří. Obsah práce zahrnuje vymezení základních pojmů a požadavků na jednoplášťové ploché střechy, uvedení základních skladeb plochých střech s pojednáním o jednotlivých vrstvách dané skladby, shrnutí některých výhod a nevýhod jednotlivých skladeb a výběr optimálních skladeb střechy pro navrhovaný objekt.

1 Charakteristika navrhovaného objektu

Navrhovaný objekt je dvoupodlažní rodinný dům. 1S je tvořeno projekční kanceláří, chodbou s čekárnou, šatnou a WC. 1NP a 2NP tvoří obytnou část. Pro zastřešení byla zvolena varianta jednoplášťové ploché střechy. Odvodnění střechy bude realizováno pomocí okapních žlabů a svodů. Stavební objekt se nachází v městském obvodu Krásné Pole, na západním okraji města Ostrava, Moravskoslezský kraj. Tato oblast spadá do II. kategorie sněhové oblasti, což znamená druhou nejmenší hodnotu pro charakteristické zatížení sněhem $s_k=1,0$ kPa. V mapě větrových oblastí je řazena do III. oblasti, což pro základní tlak větru činí $w_0=0,45$ kN.m⁻². Nadmořská výška Krásného Pole je průměrně 334 m. n. m.

2 Jednoplášťová plochá střecha

2.1 Definice a obecná charakteristika

Ploché střechy jsou definovány v normě ČSN 73 1901:2011 „Navrhování střech – Základní ustanovení“ jako střechy se sklonem vnějšího povrchu $\alpha \leq 5^\circ$.

Jednoplášťové ploché střechy jsou nejrozšířenějším druhem plochých střech. Jejich provedení může být, zejména v závislosti na druhu použité tepelné izolace, realizováno jako:

- klasické pořadí vrstev,
- opačné pořadí vrstev,
- kompaktní skladba vrstev,
- DUO střecha,

Výhodou jednoplášťových plochých střech je zejména jejich menší investiční náročnost a vysoká variabilita povrchových úprav – od nepochůzných typů přes pochůzné, pojížděné až po zelené střechy. Dalšími přednostmi jsou jednoduchá a rychlá realizace, jednodušší možnost oprav, možnost dodatečně aplikovat vrstvu s tepelnou izolací a menší tloušťka souvrství.

Mezi nevýhody jednoplášťových plochých střech patří přísné dodržování technologických postupů při realizaci a nutnost správného tepelně technického návrhu skladby střešní konstrukce.

2.2 Základní charakteristiky návrhu

Z hlediska návrhu vhodné skladby jednoplášťové ploché střechy je důležité vzít v potaz vlhkostní režim střechy. Vlhkostní poměry ve střešním plášti ovlivňují výsledné funkční vlastnosti střešní konstrukce. Příčinami zvýšené vlhkosti ve skladbě střešního pláště jsou kondenzace prostupujících vodních par ve skladbě souvrství, porušení hydroizolační vrstvy střešního pláště, popřípadě zabudovaná technologická vlhkost. Při průchodu vodních par střešním pláštěm může dojít ke kondenzaci vodní páry.

Kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce je negativní jev, který může výrazně zhoršit tepelně izolační vlastnosti střechy, popřípadě ohrozit i její funkci. Výhodné je umístění vrstev s vysokým difúzním odporem u vnitřního líce konstrukce a umístění tepelně izolačních vrstev při vnějším líci střešního pláště.

Návrh vhodného druhu jednoplášťové ploché střechy však kromě zvoleného materiálového provedení tepelné izolace významně ovlivňuje i materiálové provedení její nosné konstrukce. Například obrácenou střechu nelze realizovat na nosné konstrukci s malou tepelnou akumulací jako má například dřevěné bednění nebo trapézový plech.

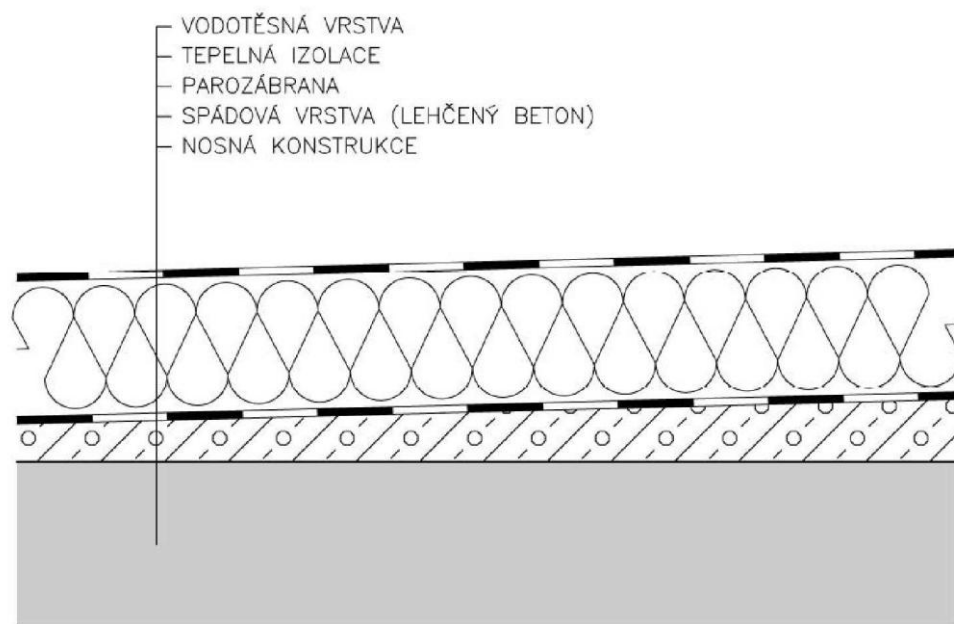
2.3 Základní požadavky dle ČSN 73 0540-2

Stanovení tepelně technických vlastností navrhované střechy a jejich porovnání s normovými požadavky. Doložení posouzení na splnění základních tepelně technických požadavků. Stanovení tepelně vlhkostního chování skladby. Mezi základní tepelně technické požadavky patří požadavky na šíření tepla konstrukcí a požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí.

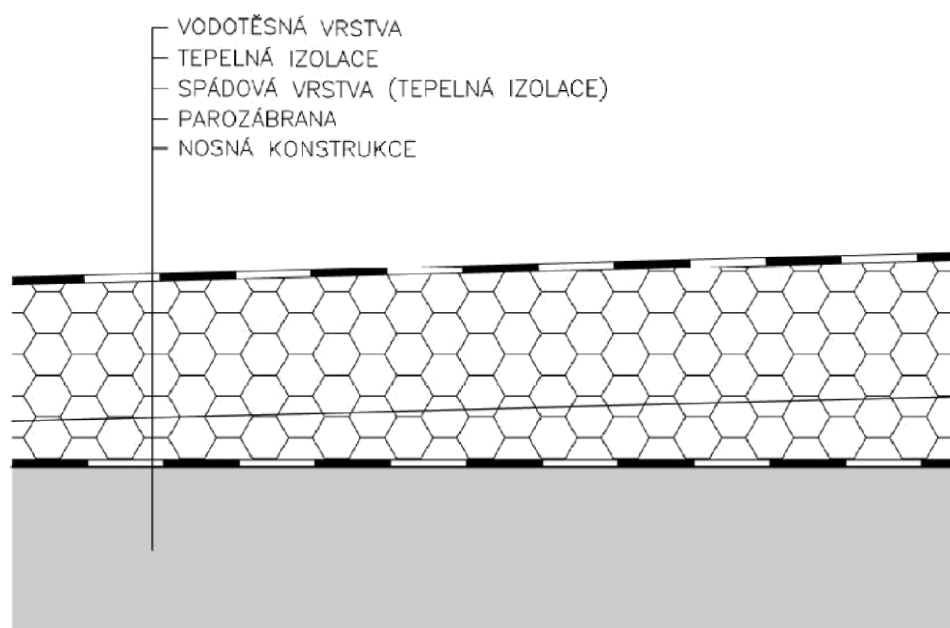
3 Skladby jednoplášťových plochých střech

3.1 Jednoplášťová střecha s klasickým pořadím vrstev

Skladba jednoplášťové střechy je normou ČSN 73 1901:1999 definována jako konstrukce oddělující vnitřní prostředí od vnějšího jedním střešním pláštěm. Jednoplášťová plochá střešní konstrukce s klasickým pořadím vrstev je nejpoužívanější druh zastřešení objektu z kategorií plochých střech.



Obr. 3.1.1. Schéma jednoplášťové ploché střechy s klasickým pořadím vrstev



Obr. 3.1.2 Schéma jednoplášťové ploché střechy s klasickým pořadím vrstev

Nosná konstrukce je nejčastěji provedena z monolitického železobetonu nebo z keramických prvků. Nosná konstrukce střechy může být vodorovná nebo provedená ve sklonu (v tomto případě může být vynechána spádová vrstva).

Spádová vrstva je tvořena dvěma způsoby. Mokřým procesem výstavby je použití klasické technologie z lehčeného betonu, liaporbetonu, polystyrenbetonu atp. Druhou možností vytvoření spádové vrstvy je provedení této vrstvy pomocí spádových desek z tepelné izolace tj. pěnového polystyrenu, minerální vlny, polyuretanu či pěnového skla. V tomto případě se spádová vrstva pokládá přímo na vhodnou parozábranu.

Parozábrana (parotěsnicí vrstva) snižuje parciální tlak vodních par a omezuje podmínky kondenzace vodní páry ve skladbě střešního pláště. Umísťuje se při vnitřním líci střešní skladby pod tepelnou izolaci. Nutností je parotěsné napojení této vrstvy na všechny prostupující a ukončující konstrukce a prvky. Provádí se z vhodných asfaltových pásů nebo hydroizolačních fólií. Asfaltové pásy mohou tvořit i provizorní krytinu. Jejich aplikace probíhá pomocí lepicí technologie.

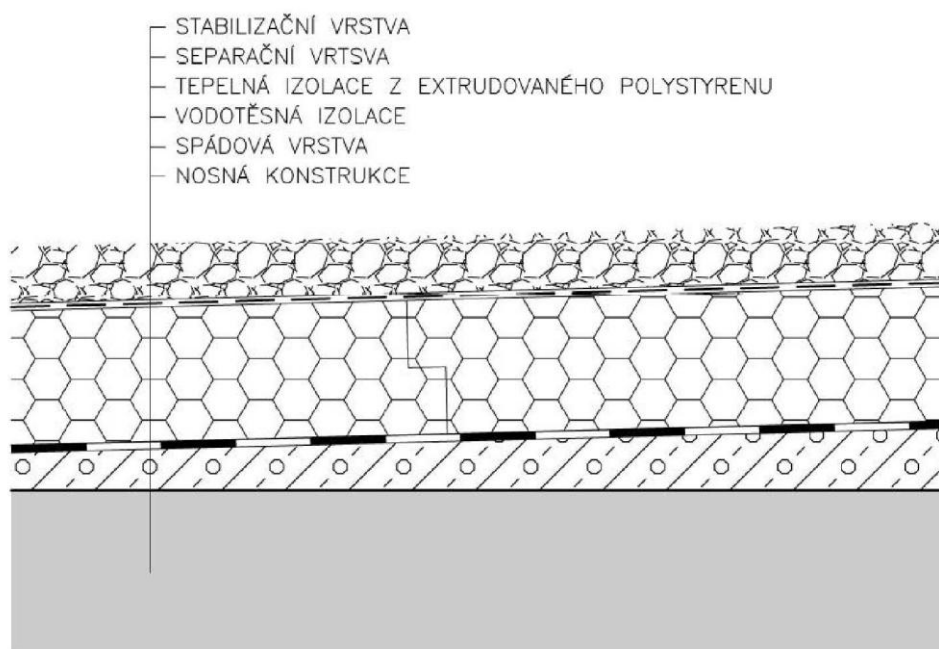
Tepelná izolace jednoplášťových plochých střech s klasickým pořadím vrstev je nejčastěji tvořena pěnovým polystyrenem nebo minerální vlnou, méně často pěnovým polyuretanem PIR, výjimečně pěnovým sklem. Výběr tepelné izolace je ovlivněn faktory, kterými jsou technické požadavky a cena. Hlavními technickými požadavky na tepelnou izolaci jsou požadavky na pevnost v tlaku. Mezi další technické požadavky můžeme zařadit požární ochranu nebo požadavky na dlouhodobou spolehlivost.

Vodotěsná izolace (hydroizolace) je tvořena z asfaltových pásů nebo z vhodné hydroizolační folie. Povlaková vodotěsná izolace může být nalepena nebo natavena na podklad, volně položena s přitížením nebo volně položena a mechanicky přikotvena použitím upevňovacích prvků. Způsob aplikace se odvíjí od zvoleného druhu izolace. Existuje řada výrobků,

nabízející různé druhy izolací s rozdílným postupem při jejich aplikaci. Například samolepící asfaltové pásy určené k pokládce na tepelnou izolaci z pěnového polystyrenu nebo pěnového polyuretanu PIR. Dále jsou k dispozici jednovrstvé asfaltové pásy mechanicky kotvené k podkladu, některé hydroizolační folie jsou určené k volné pokládce s přitížením, jiné k volné pokládce s mechanickým kotvením. Stejně jako u parozábrany je nutné napojení hydroizolace na veškeré střešní prostupy, okraje i atiky, kdy minimální vytažení svislé izolace na prostupující konstrukci je 150mm.

3.2 Jednoplášťová střecha s opačným pořadím vrstev (obrácená střecha)

Jednoplášťová střecha s opačným pořadím vrstev je normou ČSN 73 1901:1999 definována jako střecha s hydroizolační vrstvou umístěnou pod vrstvou tepelně izolační. Uspořádání vrstev obrácené střechy optimálně řeší tradiční vlhkostní problém skladeb jednoplášťových plochých střech proti klasickému pořadí vrstev. Splňuje základní vlhkostní pravidlo pro vlhkostně bezpečné skladby všech obalových konstrukcí, které požaduje, aby difuzní odpor jednotlivých vrstev ve směru teplotního spádu klesal. Klasická jednoplášťová střecha se tomuto pravidlu vymyká umístěním hydroizolace na straně exteriéru. Provedení obrácené střechy je však vázáno na použití kvalitní tepelné izolace s velmi malou nasákavostí, proto je jedinou materiálovou variantou, jak vytvořit dlouhodobě spolehlivou střechu, extrudovaný polystyren.



Obr. 3.2 Schéma jednoplášťové ploché střechy s obráceným pořadím vrstev

Nosná konstrukce střechy musí splňovat požadavky oproti klasickým plochým střechám musí mít větší únosnost a s ohledem na možné protékání chladné vody až k hydroizolaci také dostačující tepelně technické vlastnosti. Je doporučováno, aby měla nosná konstrukce včetně spádové vrstvy plošnou hmotnost minimálně $220\text{--}250\text{ kg/m}^2$, neboť hmotnější nosná konstrukce má větší tepelnou akumulaci a výrazně tak snižuje riziko prochlazování. Dále se doporučuje, aby byl tepelný odpor R nosné konstrukce spolu se spádovou vrstvou

minimálně $0,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Jako nosná konstrukce pro obrácenou střechu tak odpadá dřevěné bednění nebo trapézový plech.

Spádová vrstva bývá vytvořena stejně jako u klasické skladby z lehkých betonů. Vzhledem k tomu, že desky z XPS nesmí být dlouhodobě ponořeny do vody, protože by hrozilo jejich nasáknutí vodou difuzí a zhoršení jejich tepelně technických vlastností, je doporučován sklon spádové vrstvy min. 1,75%, lépe min. 2%. I samotná norma ČSN 73 1901:1999 stanovuje minimální sklon $1^\circ = 1,75\%$. V případě střech s velmi malým sklonem je větší riziko vzniku prohlubní, ve kterých může stát voda. Tohoto jevu se potřebujeme při návrhu vyvarovat. U tohoto typu střechy nelze vytvářet spád jen pomocí klínů z XPS stejným způsobem jako tomu je u klasické ploché střechy.

Vodotěsná izolace (hydroizolace) je u obrácených střech tvořena povlakovou izolací z asfaltových pásů nebo hydroizolační folie. V případě asfaltových pásů se používá dvouvrstvá vodotěsná izolace s vrchní vrstvou z modifikovaného asfaltového pásu.

V případě použití hydroizolační folie by její tloušťka měla být min. 1,5mm. Dále by hydroizolace měla být odolná proti prorůstání kořenů rostlin. Zejména u obrácených střech se stabilizačním násypem je reálné riziko uchycení náletové zeleně. U obrácené střechy také platí obecné zásady pro hydroizolace uvedené u klasické skladby střechy.

Tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu jsou nutností pro obrácené střechy. Používají se zásadně výrobky určené přímo pro ploché střechy. Jedná se o desky s polodrážkou a s hladkým povrchem. Obvyklý rozměr desek je 1250×600 nebo 1200×600 mm. Pokud se dvouvrstvému návrhu nelze vyhnout, je nutné dodržet doporučené zásady pro dvouvrstvý návrh. Dvouvrstvá skladba teplené izolace přináší několik nevýhod. Je to například až o 5% horší výsledný tepelný odpor, nebo možnost vytváření vodní vrstvy mezi deskami XPS, což má za následek výrazné omezení difuze vlhkosti skrz tepelnou izolaci do vnějšího prostředí. Následně pak dochází k vyššímu nasáknutí spodních desek XPS difundující vodní párou a tím i ke snížení jejich tepelně izolačních vlastností. Desky z XPS se pokládají na povlakovou vodotěsnou izolaci volně na vazbu. V případě dvouvrstvé skladby se desky vůči sobě posunou o polovinu šířky, tak aby došlo k vzájemnému posunutí spár.

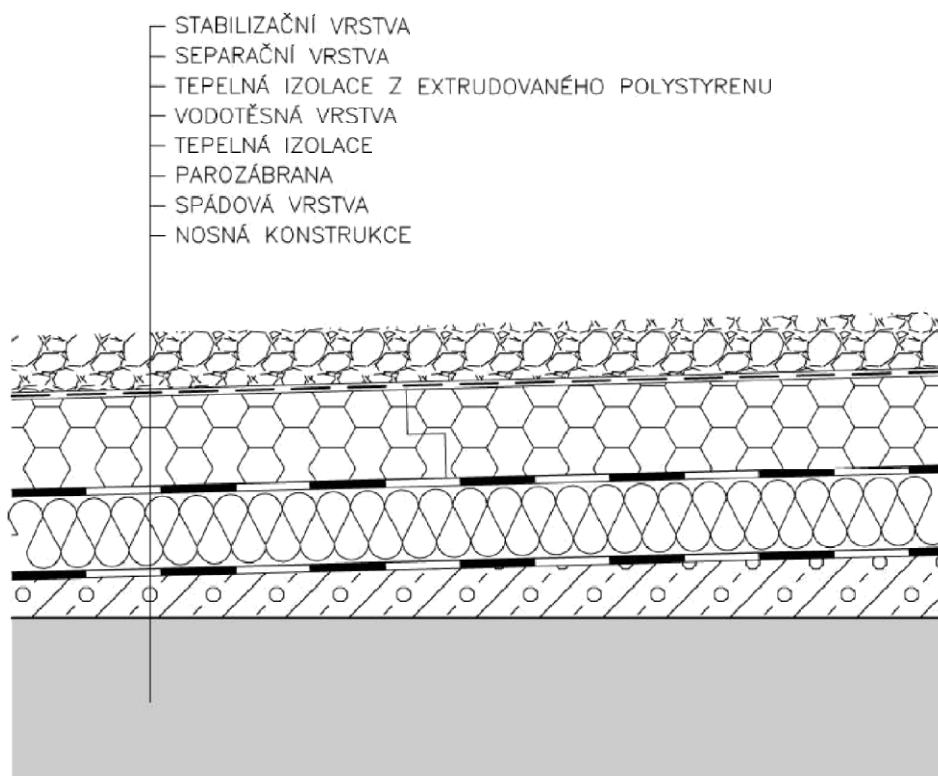
Separační vrstva se pokládá přímo na desky z XPS. Odděluje tepelnou izolaci z XPS od stabilizační vrstvy, od provozního souvrství tvořícího například terasu nebo střešní zahradu. Tato vrstva má několik technických úkolů: odděluje volně položené desky z XPS od ostatních vrstev a umožňuje v případě potřeby jejich snadné rozebrání, chrání XPS proti UV záření a minimalizuje zanášení jemných částic mezi spáry desek. Jako separační vrstvy se používají geotextilie, nejčastěji z polypropylenu či polyesteru. V neposlední řadě dokáže také, při použití speciálních systémových separačních folií, výrazně omezit množství protečené vody mezi deskami z XPS.

Stabilizační vrstva je nutnou podmínkou pro bezpečné přetížení volně položené tepelné izolace z XPS, případně volně položené separační vrstvy. Zajišťuje stabilitu vytvořeného střešního pláště vůči sání větru a proti rozplavání desek z XPS při přívalovém dešti. U klasické obrácené střechy se jako stabilizační vrstva používá zásyp z praného drceného kameniva nebo kačírek z oblázků zrnitosti 16/32 mm o tloušťce min. 50 mm. V případě střech s provozním souvrstvím (terasy, střešní zahrady, parkoviště) postačuje hmotnost tohoto souvrství.

3.3 DUO střecha

DUO střecha je kombinací skladby jednoplášťové střechy s klasickým pořadím vrstev a obrácené střechy. Kromě realizací nových střech s požadavkem na minimalizaci prochlazování nosné konstrukce střešního pláště podchlazenou dešťovou vodou nebo na vyšší zatížitelnost tepelné izolace klasických jednoplášťových střech se dá použít i u rekonstrukcí stávajících plochých střech, zejména pokud je požadováno jejich zateplení dodatečnou tepelnou izolací. DUO střechy se navrhují zejména je-li:

- Požadavek na vytvoření obrácené střechy na nosné konstrukci s malou tepelnou akumulací tepla.
- Požadavek na vytvoření provozního souvrství, které vyvoluje takové tlakové zatížení, že na něj nevyhoví tepelná izolace z nejpevnějších druhů pěnového polystyrenu.
- Požadavek na zvýšení tepelně izolačních vlastností stávající ploché střechy s klasickým pořadím vrstev, kdy lze na stávající povlakovou hydroizolaci položit vrstvu desek z XPS včetně přetížení a vytvořit tak DUO střechu.

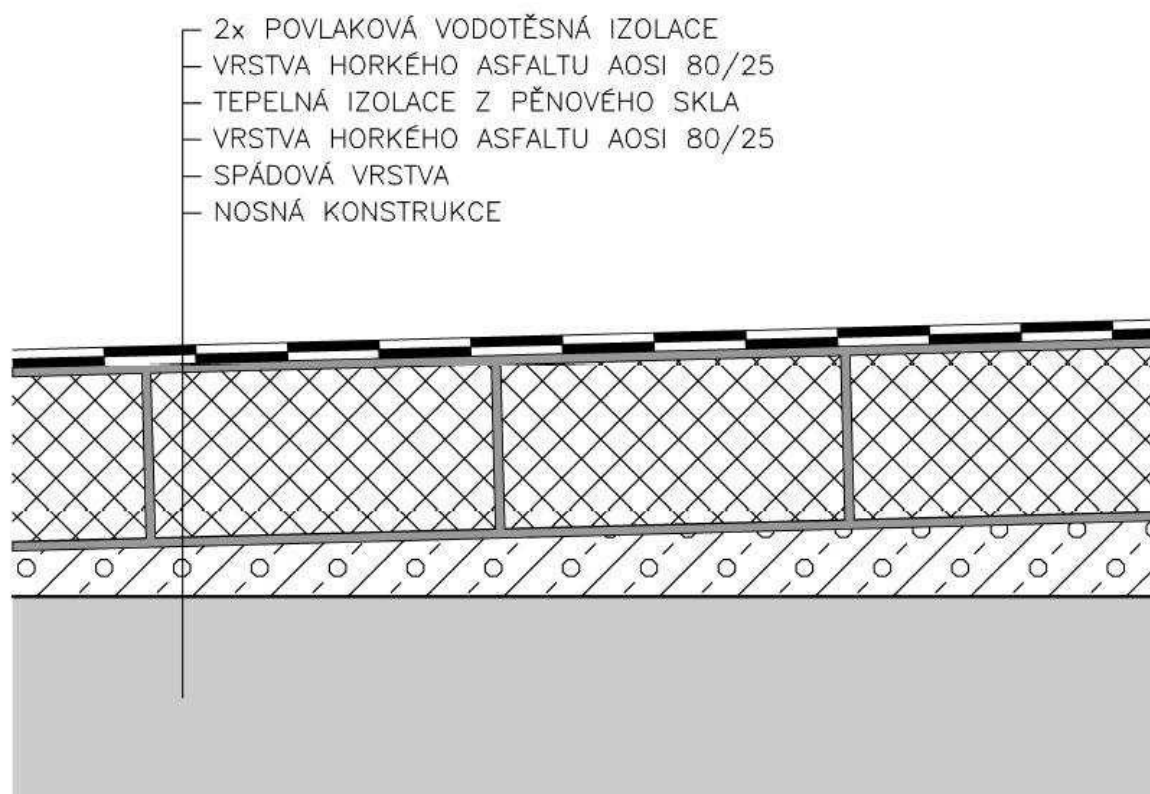


Obr. 3.3 Schéma DUO střechy

Při navrhování nových DUO střech platí téměř stejná pravidla pro jednotlivé vrstvy střešní konstrukce jako pro obrácené střechy (*kapitola 3.2*).

3.4 Kompaktní střecha

Jednoplášťová plochá střecha s kompaktní skladbou vrstev je definována jako nevětraná jednoplášťová plochá střecha, ve které jsou jednotlivé vrstvy tepelné a vodotěsné izolace vzájemně celoplošně slepeny mezi sebou a s podkladem v jeden kompaktní celek, bez vzniku dutin. Základní podmínkou pro vznik kompaktní skladby střechy je možnost kompletně spojitěho obalení jednotlivých desek vhodné tepelné izolace vodotěsnou asfaltovou krycí hmotou ve vazbě na plnoplošné vlepení nebo natavení vodotěsné izolace, případně i parozábrany. V případě poškození vodotěsné izolace pak nemůže voda nekontrolovatelně zatékat do souvrství střešního pláště, protože všechny vrstvy kompaktní střechy jsou vzájemně slepeny asfaltem, a jsou tedy navzájem vodotěsně odděleny. Vzhledem k tomu, že je v případě použití vodotěsné izolace z asfaltových pásů tloušťka vodotěsné vrstvy zpravidla až 10 mm tlustá, je riziko mechanického poškození v celé tloušťce hydroizolace málo pravděpodobné.



Obr. 3.4 Schéma kompaktní střechy s tepelnou izolací z pěnového skla

Pěnové sklo svými vlastnostmi plně nahrazuje parozábranu (viz výše).

Kompaktní skladba s tepelnou izolací z pěnového skla je díky vysoké pevnosti a nestlačitelnosti tohoto materiálu ideálním podkladem pro provozní střechy. Další předností je snadná lokalizace a oprava poruchy při poškození hydroizolační vrstvy. Nevýhodou kompaktní střechy s tepelnou izolací z pěnového skla je výrazně vyšší cena tohoto materiálu oproti ostatním tepelným izolacím.

4 Porovnání uvedených skladeb střešních konstrukcí

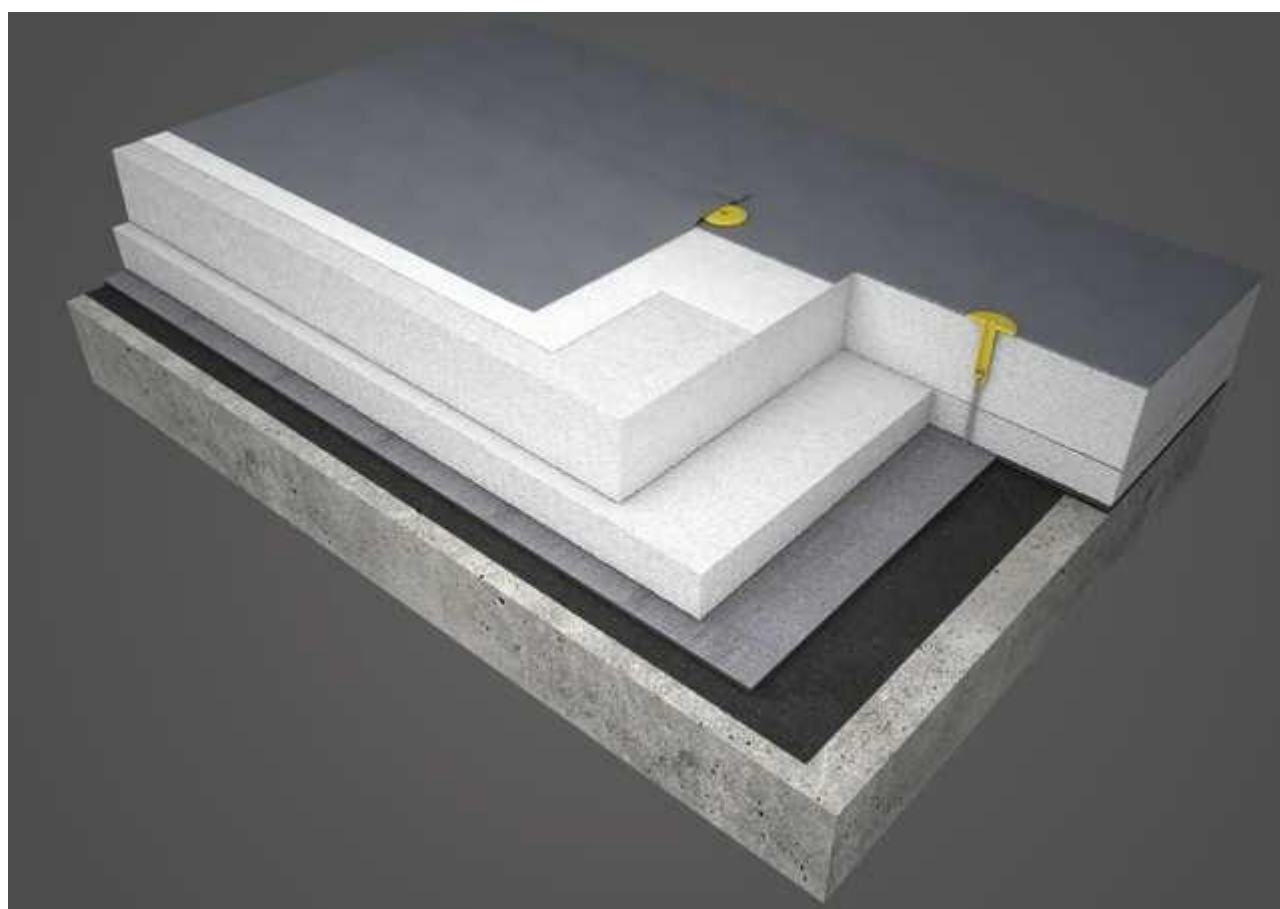
4.1 Shrnutí poznatků o uvedených skladbách střešních konstrukcí

Z výše uvedených poznatků o jednotlivých skladbách střešních konstrukcí vyplývají základní pravidla pro jejich správné konstrukční, materiálové a technologické řešení. Byla zde zmíněna podstata funkce ploché střechy jako celku, správné uspořádání jednotlivých vrstev v konstrukci, případně některé negativní vlivy. V případě posuzování skladby střešních konstrukcí nelze jednoznačně určit, které řešení je zcela to nejlepší. Kromě teoretické roviny, kde uvažujeme pouze dané fyzikální vlastnosti jednotlivých materiálů použitých pro zvolenou střešní skladbu, musíme brát v úvahu další faktory, kterými jsou například finanční

a technická náročnost daného řešení, životnost, spolehlivost nebo složitost oprav při případných poruchách. Významným faktorem je pak také výsledné provedení navržené skladby střešní konstrukce.

4.2 Výběr optimální skladby pro navrhovaný objekt

Pro navrhovaný objekt bylo v průběhu jeho návrhu vybráno zastřešení pomocí jednoplášťové mechanicky kotvené ploché střechy bez provozu, s hlavní vodotěsnicí vrstvou z fólie z měkčeného PVC, spádová vrstva je vytvořena tepelnou izolací – Dekroof 01



Obr. 4.2. Dekroof 01

Specifikace:

- DEKPLAN 76
- FILTEK 300
- Rovné desky EPS 100 S Stabil
- Spádové klíny EPS 100 S Stabil.
- GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL
- DEKPRIMER

Dvouplášťová plochá střešní konstrukce byla z možných variant také vyřazena již při návrhu a to pro její vyšší investiční náročnost a větší tloušťku střešního pláště. Z výše uvedených typů skladeb jednoplášťových střešních konstrukcí byla vyřazena kompaktní skladba s tepelnou izolací z pěnového skla z následujících důvodů:

- Vysoké pořizovací náklady pěnového skla.
- Pěnové sklo své hlavní přednosti (vysoká pevnost v tlaku) uplatní spíše u provozních střešních souvrství, což není případ navrhovaného objektu.

Tento typ střechy je sice mimořádně spolehlivý s dlouhou životností, lehkou lokalizací případných závad a jejich oprav nicméně plné využití jeho kladných vlastností by na navrhovaném objektu nenašlo uplatnění.

Ve výběru vhodné skladby střešní konstrukce byla vyřazena DUO střecha. Pro zbylé zde prezentované skladby jednoplášťových plochých střech je sestavena následující tabulka shrnující jejich základní výhody/nevýhody:

Typ skladby jednoplášťové ploché střechy

Výhody	Klasická	Obrácená
	Nejrozšířenější druh ploché střechy.	Jednodušší skladba střešního pláště (bez parozábrany, volná pokládka XPS).
	Možnost výběru druhu tepelné izolace na rozdíl od obrácené střechy, která je často levnější než XPS.	Jednodušší pokládka jednotlivých vrstev střešního pláště.
	Menší hmotnost střechy. Nosná konstrukce střechy může mít i menší únosnost.	Pokládka XPS i dalších vrstev je zpravidla nezávislá na povětrnostních vlivech.
	Možnost vytvořit spádovou vrstvu z tepelné izolace.	Vodotěsná izolace je chráněna proti mechanickému poškození.
		Vodotěsná izolace není vystavována značnému tepelnému namáhání léto/zima.
		Dlouhá životnost střešního pláště

Jednodušší přístupnost k jednotlivým vrstvám v případě oprav.

Nevýhody

Z hlediska tepelné techniky popírá správné pořadí vrstev pro správný vlhkostní režim ploché střechy.

Hydroizolace není chráněna před vnějším prostředím.

Snazší poškození hydroizolace. Hydroizolace je vystavována vysokým teplotním výkyvům léto/zima.

Stabilizační vrstva znamená další zatížení střešní konstrukce.

Nutnost vyšší únosnosti nosné střešní konstrukce.

Případný vliv proudící chladné vody pod tepelnou izolaci.

Riziko uchycení náletové zeleně ve stabilizačním násypu.

XPS je dražší než EPS.

Výsledná skladba jednoplášťové ploché střechy pro navrhovaný objekt byla zvolena z následujících důvodů:

- Nosná konstrukce střechy je dostatečně únosná.
- Vysoká životnost při správném provedení.
- Jednoduchá detekce a oprava případných závad.
- Jednoduchá skladba střešního pláště.
- V případě potřeby možnost snadné aplikace další tepelné izolace střechy.

5 Závěr

Seminární práce se zabývá základními skladbami jednoplášťových plochých střech. Všechny typy skladeb jsou zde definovány obecně s obecnými poznatky o jednotlivých vrstvách.

Pro navrhovaný objekt dvoupodlažního rodinného domu byla vybrána jednoplášťová mechanicky kotvená plochá střecha bez provozu, s hlavní vodotěsnicí vrstvou z fólie z měkčeného PVC se spádovou vrstvou tvořenou tepelnou izolací – Dekroof 01.

Při návrhu skladby je nutné vyhledávat konkrétní vlastnosti, možnosti použití a aplikaci jednotlivých výrobků přímo u jejich výrobce či dodavatele. Případně je dobré konzultovat použití zvoleného typu výrobku přímo s výrobcem samotným. Případné škody vycházející ze špatně odvedené práce na stavbě nebývají malé. Z tohoto důvodu je důsledné kontrolování kvality práce odváděné na stavbě nutností stejně tak, jako je provedení tepelně technického výpočtu při návrhu.

6 Studijní prameny

6.1 Literatura

ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Český normalizační institut, 2011

ČSN 73 1901 *Navrhování střech – Základní ustanovení*. Český normalizační institut, 2011

6.2 Internet

www.tzb-info.cz

www.foamglas.cz

www.building.dow.com

www.rockwool.cz

www.dektrade.cz

V Brně dne: 22.5.2014

Vypracoval: Michael Guzdek

Podpis.....