

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA

V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

KATEDRA ZPRACOVÁNÍ DŘEVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



**Současné střešní konstrukce rodinných domů
z hlediska prostupu tepla**

Petr Horejš

vedoucí: Ing. Martin Sviták

©2012 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra zpracování dřeva

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Horejš Petr

Dřevařství

Název práce

Současné střešní konstrukce rodinných domů z hlediska prostupu tepla.

Anglický název

The current roof structures of family houses in terms of heat transfer.

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je vyhledat informace o současných skladbách střešních konstrukcí a porovnat je z hlediska prostupu tepla a popsat vlastnosti současných používaných materiálů.

Metodika

- 1) Úvod
- 2) Cíl práce
- 3) Metodika
- 4) Fyzikální vlastnosti
- 5) Přehled a skladba konstrukčních střešních systémů
- 6) Charakteristika používaných materiálů ve střešních konstrukcích
- 7) Výpočet prostupu tepla pro vybrané skladby ve střešní konstrukci
- 8) Porovnání výsledků
- 9) Celkový závěr a doporučení

Harmonogram zpracování

Datum zadání práce: květen 2011

Datum odevzdání práce: duben 2012

Rozsah textové části

35 - 45 stran

Klíčová slova

střecha, tepelný odpor, skladba, konstrukce

Doporučené zdroje informací

JELÍNEK, Lubomír. Tesařské konstrukce . [s.l.] : Informační centrum ČKAIT , 2008. 236 s.

JOCHEN, Jochen; EBERHARD, Schunck. Atlas střech Šikmé střechy. [s.l.] : Jaga, 2004. 449 s.

KUKLÍK, Petr; STUDNIČKA, Jiří. Dřevěné a kovové konstrukce . [s.l.] : INFORMATORIUM , 2009, 192s.

Kolektiv autorů. Dřevostavby. [s.l.] : ERA vydavatelství, 2004. 128 s.

SMOLA, Josef. Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů, 1 vydání. Praha: Grada Publishing, 2011. 352 s.

TYWONIAK, Jan. Nízkoenergetické domy, 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2005. 193 s.

Vedoucí práce

Sviták Martin, Ing.

Termín odevzdání

duben 2012




doc. Ing. Štefan Barčík, CSc.
Vedoucí katedry


prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.
Děkan fakulty

V Praze dne 7.12.2011

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Martina Svitáka a uvedl v seznamu literatury všechny použité literární a odborné zdroje.

V Praze, dne:

vlastnoruční podpis autora

Poděkování

Děkuji Ing. Martinu Svitákovi za odborné rady a připomínky při vypracování bakalářské práce.

Zvláštní poděkování patří моým rodičům a dalším blízkým, kteří mne při studiu na VŠ podporovali

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá současnými střešními konstrukcemi z hlediska prostupu tepla. Všechny typy konstrukcí, s určenou skladbou podle různého výrobce, jsou posuzovány pro teplotní oblast a nadmořskou výšku města Sušice, tedy 465 m n. m.

Práce je rozdělena do pěti částí. První část rozebírá základní fyzikální pochody a normové požadavky v konstrukci střechy. Druhá část specifikuje běžně se vyskytující střešní konstrukce rodinných domů. Uvádí jednotlivé střešní skladby z hlediska sklonu konstrukce a umístění tepelněizolační vrstvy v konstrukci. Třetí část pojednává o současných materiálech, které se dnes běžně používají ve střešních konstrukcích. Čtvrtá část se zabývá celkovým výpočtem tepelněizolačních vlastností jednotlivých skladeb ve střešních konstrukcích šikmých střech, které jsou u nás nejvíce rozšířeny. Konečná, pátá část shrnuje vyhodnocení jednotlivých výsledků z hlediska tepelněizolačních vlastností a katalogové ceny skladeb.

V příloze je uvedena výkresová část vybraných střešních skladeb.

Klíčová slova: střecha, tepelný odpor, skladba, konstrukce.

Abstract

This undergraduate dissertation concerns with common roof construction from the point of view of thermal conductivity. All types of structures, according to the various manufacturers, be compared in the same temperature zone and altitude of the town of Susice (465 m above sea level).

The thesis comprises five parts. The first part deals with basic physical processes and required standards. Part two concerns with common roof structures used in construction of family houses. Individual roof structures are compared based on the angle of inclination of the roof and location of the thermal insulation. The third part looks at materials commonly used in the roof construction. The fourth part of the thesis contains calculations of thermal insulation properties of different types of 'inclined' roofs which are most commonly used in the Czech Republic. Finally the fifth part summarises the calculation results for thermal conductivity versus the market price.

The drawings showing various roof structures are located in the Appendix.

Key words: roof, thermal resistance, roof structure, roof construction

Osnova

1. Úvod	9
2. Cíl zadání	10
3. Metodika	11
4. Fyzikální vlastnosti	12
4.1. Součinitel prostupu tepla a tepelný odpor	12
4.2. Požadavky součinitele prostupu tepla	15
4.3. Návrhová teplota pro venkovní vzduch v zimním období	15
4.4. Difúze vodní páry	18
4.5. Kondenzace vodní páry ve střešní konstrukci	20
4.6. Bilance zkondenzované vodní páry uvnitř střešní konstrukce	21
5. Přehled a skladba konstrukčních střešních systémů	23
5.1. Konstrukce střechy podle sklonu střešní roviny	23
5.2. Dřevěné konstrukce zastřešení	23
5.2.1. Dřevěné příhradové vazníky	24
5.2.2. Krovny	26
5.3. Terminologie vrstev střešního pláště plochých, šikmých a strmých střech	28
5.4. Ploché střechy	28
5.4.1. Konstrukční varianty podle skladby střešního pláště	28
5.5. Šikmé a strmé střechy	31
5.5.1. Rozdělení podle tvaru střešní plochy	31
5.5.2. Konstrukční varianty podle skladby střešního pláště	33
6. Charakteristika používaných materiálů ve střešní konstrukci	39
6.1. Materiály nosné vrstvy	39
6.2. Materiály hydroizolační vrstvy	40
6.3. Materiály pojistné hydroizolační vrstvy	40
6.4. Materiály tepelněizolační vrstvy	41
6.5. Materiály parotěsnící vrstvy	43
7. Výpočet tepelného odporu, součinitele prostupu tepla pro vybrané skladby ve střešní konstrukci	44
7.1. Dvouplášťové střešní skladby podle firmy Isover a. s.	45
7.2. Dvouplášťové střešní skladby podle firmy Rockwool a. s.	48

7.3. Dvouplášťová střešní skladba podle firmy Ursa s. r. o.	51
7.4. Dvouplášťová střešní skladba podle firmy Bramac s. r. o.	53
7.5. Dvouplášťová střešní skladba podle autora práce.....	54
8. Porovnání výsledků jednotlivých skladeb ve střešní konstrukci.....	57
9. Celkový závěr a doporučení pro potencionálního zájemce.....	62
10. Seznam použité literatury	64

1. Úvod

Ve vyspělých zemích, kam patříme i my, provozování budov výrazně zatěžuje životní prostředí. Zvyšují se nároky na energetické zdroje, čerpání přírodních surovin a znečišťování životního prostředí. I to je jeden z důvodů, proč ceny energií neustále rostou.

Jedním z neaktuálnějších témat současného stavitelství je konstrukce rodinných domů, které jsou energeticky co nejméně náročné. Výstavba takového energeticky efektivního domu zajistí svému uživateli komfortní a zdravé bydlení bez teplotních výkyvů v zimě a v létě. Důležitou roli hraje také to, že náklady na provozování takového domu jsou výrazně nižší. Energeticky efektivní dům je dnes vnímán i jako prostředek ke zhodnocování investic.

Jeden ze způsobů, jak zvýšit energetickou efektivnost rodinného domu, je snížení jeho tepelných ztrát. Nemalé ztráty tepla budov způsobuje prostup tepla střechou. Navíc v České republice se po roce 1980 začalo více využívat k bydlení podkrovních prostor. Bylo to dáno tíživou bytovou situací a zároveň nastupujícím módním trendem. Díky tomu vznikl požadavek na zateplování podkrovních prostor.

Tepelná izolace se dříve vkládala jen mezi krokve. To se časem projevilo jako nedostatečné a po několika letech vývoje legislativy v ČR to nesplňovalo ani základní požadavky norem. Z toho důvodu se izolace začala dávat i pod krokve, což však snižuje obývaný prostor. Nově se tedy uplatňují i nadkroevní systémy izolace.

Střešní skladba bývá někdy špatně zvolena. Tím dochází ve střešní konstrukci k výskytu tepelných mostů, v horším případě i ke kondenzaci vody.

Obecně platí, že dnes je velmi náročné zorientovat se v široké nabídce různých střešních izolačních skladeb, které se liší nejen cenou, ale i kvalitou, svými vlastnostmi, způsobem a rychlostí aplikace. K této orientaci by měla tato bakalářská práce alespoň trochu přispět.

2. Cíl zadání

Hlavním cílem práce je popsat jednotlivé fyzikální a normové požadavky v tepelněizolované střešní konstrukci. Vyhledat a seskupit informace o současných střešních skladbách, exponovaných na rodinné domy. Porovnat jednotlivé skladby od jmenovitých výrobců v šikmých střešních konstrukcích a to zejména z hlediska tepelněizolačních vlastností pomocí software Teplo (aplikační program tepelné techniky), katalogové ceny a jiných příslušných hodnot.

3. Metodika

Bakalářská práce bude zpracována podle následujících bodů:

- 1) Sběr údajů a dat z odborné literatury, skript, příslušných reklamních propagací, internetu; osobní poznámky z veletrhů.
- 2) Popsání z fyzikálního hlediska, zejména co se týče prostupu tepla, tepelného odporu a kondenzace vodní páry.
- 3) Rozbor obvyklých střešních konstrukcí a skladeb pro ploché, šikmé a strmé střechy z hlediska provádění a umístění jednotlivých střešních vrstev.
- 4) Specifikace současných zateplovacích materiálů a ostatních prvků v konstrukci z hlediska izolačních vlastností, umístění a jiných příslušných hodnot.
- 5) Výpočet součinitele prostupu tepla, tepelného odporu a příslušných hodnot pro vybrané typy skladeb ve střešní šikmé konstrukci.
- 6) Souhrn a porovnání výsledků jednotlivých skladeb v konstrukci.
- 7) Celkový závěr a doporučení pro potenciálního zájemce.

4. Fyzikální vlastnosti

Tepelně technické vlastnosti posuzujeme u konstrukcí, které jsou součástí ochlazované obálky budovy. Jsou tedy ve styku s venkovním prostředím. Při tepelně technických výpočtech se vychází z fyzikálních vlastností materiálů, které tvoří dané konstrukce. Jedná se zejména o tepelnou vodivost, měrnou tepelnou kapacitu, objemovou hmotnost a vlhkost. Při používání zjištěných hodnot by měl být brán zřetel na to, za jakých okolností byly hodnoty zjištěny a do jakých podmínek bude materiál exponován.^[1]

4.1. Součinitel prostupu tepla a tepelný odpor

Součinitel prostupu tepla a tepelný odpor jsou dvě základní veličiny pro posuzování tepelně izolačních vlastností stavebních konstrukcí. Tepelný odpor R stanovuje tepelně izolační vlastnosti konstrukce. Součinitel prostupu tepla U určuje celkovou výměnu tepla mezi prostory, oddělenými od sebe určitou stavební konstrukcí.^[1,2]

Vztahy pro jednovrstvou konstrukci:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{R_T} \quad [\text{W/m}^2 \cdot \text{K}] \quad (1)$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K/W}] \quad (2)$$

U – součinitel prostupu tepla $[\text{W/m}^2 \cdot \text{K}]$

R_{si} – tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $[\text{m}^2 \cdot \text{K/W}]$

R – tepelný odpor konstrukce $[\text{m}^2 \cdot \text{K/W}]$

R_{se} – tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně $[\text{m}^2 \cdot \text{K/W}]$

R_{si} a R_{se} – smluvní hodnoty dle EN ISO 6946 (**obr. 2**)

R_T – odpor při prostupu tepla $[\text{m}^2 \cdot \text{K/W}]$

Odpory R_{si} , R , R_{se} lze pomocí elektrické analogie nahradit odporem při prostupu tepla R_T podle vztahu 2.^[2]

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K/W}] \quad (3)$$

d – tloušťka vrstvy $[\text{m}]$

λ – součinitel tepelné vodivosti $[\text{W/m} \cdot \text{K}]$

Součinitel tepelné vodivosti λ charakterizuje schopnost materiálu vést teplo. Je hodně závislý na vlhkosti materiálu. Voda je výrazně vodivější než vzduch. Se zvyšující se

vlhkostí skladby střešní konstrukce roste i součinitel tepelné vodivosti a průchod tepla je snazší. [1,2]

Vztahy pro vícevrstvou konstrukci bez tepelných mostů:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}] \quad (4)$$

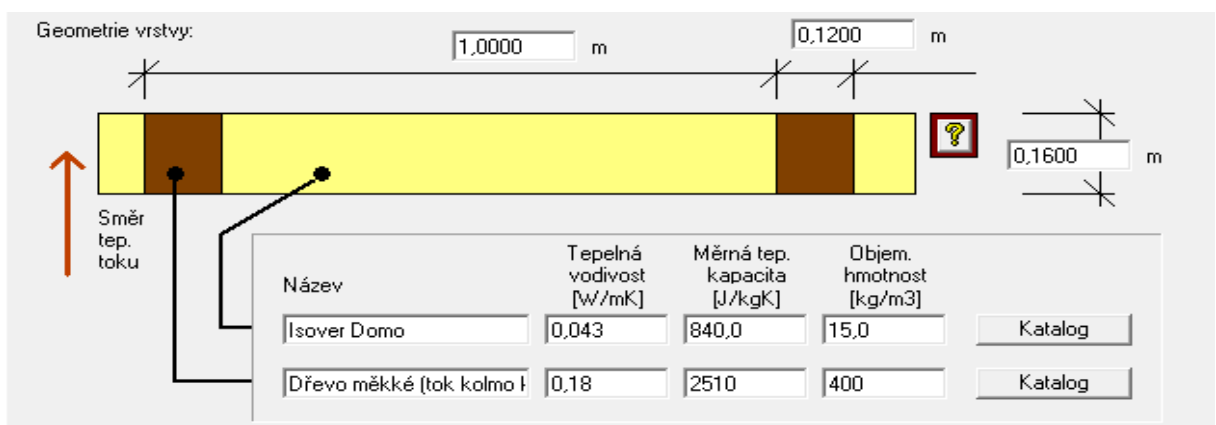
$$R_T = R_{si} + \sum_{j=i}^{j=n} R_j + R_{se} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}] \quad (5)$$

$$R = \sum_{j=i}^{j=n} R_j = \sum_{j=i}^{j=n} \frac{d_j}{\lambda_j} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}] \quad (6)^{[2]}$$

Součinitel prostupu tepla U se systematicky uspořádanými tepelnými mosty

Tepelný most je místo, ve kterém dochází ke zvýšenému tepelnému toku. Uniká jím více tepelné energie. Na straně interiéru vytváří studenější povrch, naopak na straně exteriéru vytváří povrch teplejší. [15]

Tepelné mosty se vyskytují například ve stěnách dřevostaveb a u střešních konstrukcí. Při výpočtu součinitele prostupu tepla zvolené konstrukce je důležité tepelný most zohlednit, a to zvýšením součinitele tepelné vodivosti λ příslušné vrstvy. Zvolí se charakteristický výsek konstrukce **obr. 1**. Výsek je charakterizován dvourozměrným polem, které se skládá ze dvou oblastí. První z nich obsahuje typický materiál vrstvy (**obr.1** – světlejší barva), druhá zahrnuje zmíněný systematický lineární tepelný most (**obr.1** – tmavší barva). Výsek vrstvy s tepelnými mosty se zohlední jejím zavedením do celé skladby konstrukce a součinitel prostupu tepla U se vyhodnotí pomocí vhodného software. V našem případě pomocí software Teplo (aplikační program tepelné techniky). [2]

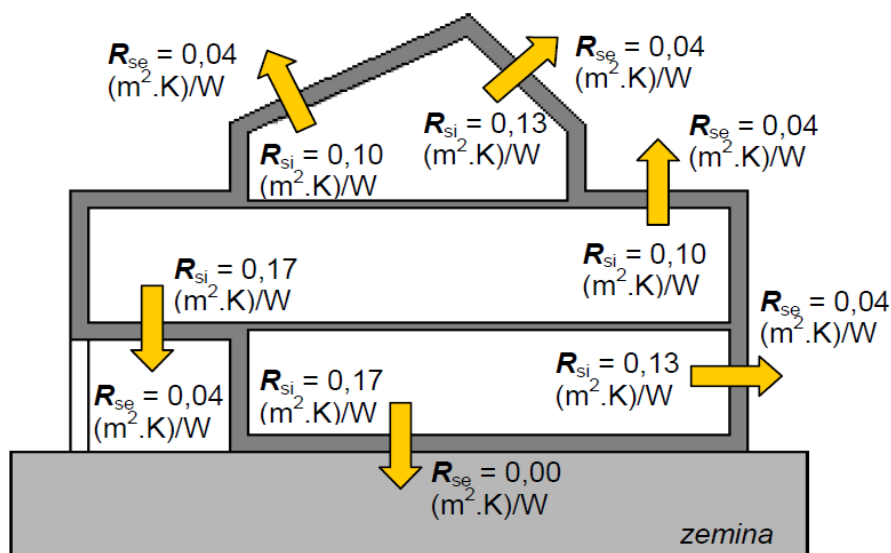


Obr. 1. Charakteristický výsek vrstvy konstrukce

Na **obr. 1** se volí rozteč tepelných mostů (např. krokve), jejich osová vzdálenost, šířka a výška průřezu. Dále se definuje materiál použitý v charakterizovaném výseku vrstvy.

Okrajové podmínky se stanovují pro celou skladbu konstrukce. Jedná se o podmínky na straně interiéru a exteriéru. Pro exteriér se stanoví návrhová teplota v zimním období Θ_e podle oblasti, ve které se nachází exponovaná konstrukce, viz **kap. 4. 3**, návrhová relativní vlhkost vnějšího vzduchu podle normy ČSN 730540-3. Pro interiéru se stanoví typ prostoru (např. obytné budovy – obývací místnosti), kde jsou podle normy ČSN 730540-3 navrženy doporučené parametry návrhové teploty vnitřního vzduchu Θ_{ai} a návrhové relativní vlhkosti vnitřního vzduchu. Pozornost by měla být také kladena na tepelné odpory konstrukce R_{si} a R_{se} při přestupu tepla. Hodnoty jsou pro běžné rovinné plochy uvedeny v ČSN EN ISO 6946 podle **obr. 2**.^[2]

Absolutní vlhkost vzduchu udává hmotnost vodní páry obsažené v jednotce objemu vlhkého vzduchu, např. g/m^3 . Relativní vlhkost vzduchu udává poměr absolutní vlhkosti, při daném stavu vzduchu (teplotě a tlaku), k maximální možné hodnotě nasyceného vzduchu za těchto podmínek. Udává se v %.^[15]



Obr. 2 Odpor na vnitřní a vnější straně konstrukce^[21]

Hodnoty tepelného odporu na vnitřní a vnější straně konstrukce (R_{si} a R_{se}) jsou podle **obr. 2** platné pro jednovrstvou konstrukci.^[21]

4.2. Požadavky součinitele prostupu tepla

Česká státní norma ČSN 730540-2 uvádí požadavky na součinitel prostupu tepla. Norma udává, že pro každou stavební konstrukci musí být splněna podmínka:

$$U \leq U_N \quad [\text{W/m}^2 \cdot \text{K}] \quad (7)$$

U – součinitel prostupu tepla konstrukce $[\text{W/m}^2 \cdot \text{K}]$

U_N – normou požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $[\text{W/m}^2 \cdot \text{K}]$

Normou požadovaná hodnota U_N závisí na způsobu stanovení. Je vypočítána ze závislosti na relativní vlhkosti vnitřního prostředí φ_i a na převažující vnitřní návrhové teplotě Θ_{im} . Pro konstrukce běžných objektů se pohybuje vnitřní návrhová teplota Θ_{im} v rozmezí od 18 °C do 22 °C. Relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ_i se pohybuje do maximální hodnoty 60 %. Pro tyto objekty se hodnota U_N stanoví podle **tab. 1**.^[2,16]

Popis konstrukce		Součinitel prostupu tepla U_N $[\text{W/m}^2 \cdot \text{K}]$		
		Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
		$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
Střecha strmá se sklonem nad 45°	lehká	0,30	0,20	0,18 až 0,12
	těžká	0,38	0,25	-
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně		0,24	0,16	0,15 až 0,10

4.3. Návrhová teplota pro venkovní vzduch v zimním období

Teplota je stanovena na základě nadmořské výšky a spolu závislá na lokalitě území. Většinou se stanovuje přímo z **tab. 2**.^[2]

Tab. 2 Teplotní oblasti v zimním období a zatížení větrem v krajině pro vybrané obce v České republice podle ČSN 73 0540-3^[16]				
Obec/Místo	Nadmořská výška h m n.m	Teplotní oblast	Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období	Zatížení větrem v krajině
1	2	3	4	5
Praha	181	1	-13	normální
Brno	227	2	-15	zvýšené
Klatovy	409	3	-17	zvýšené
Strakonice	392	3	-17	normální

Návrhovou teplotu pro venkovní vzduch v zimním období lze zjistit také za pomoci výpočtu. Stanoví se podle nadmořské výšky a teplotní oblasti platné pro zimní období. ^[16]

$$\Theta_e = \Theta_{e,100} + \Delta\Theta_e \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (8)$$

$$\Delta\Theta_e = \Delta\Theta_{e,0} \cdot \frac{\Delta h}{100} \quad [\text{K}] \quad (9)$$

$$\Delta h = h - 100 \quad [\text{m}] \quad (10)$$

Θ_e – navrhovaná teplota venkovního vzduchu platící pro zimní období $[^{\circ}\text{C}]$

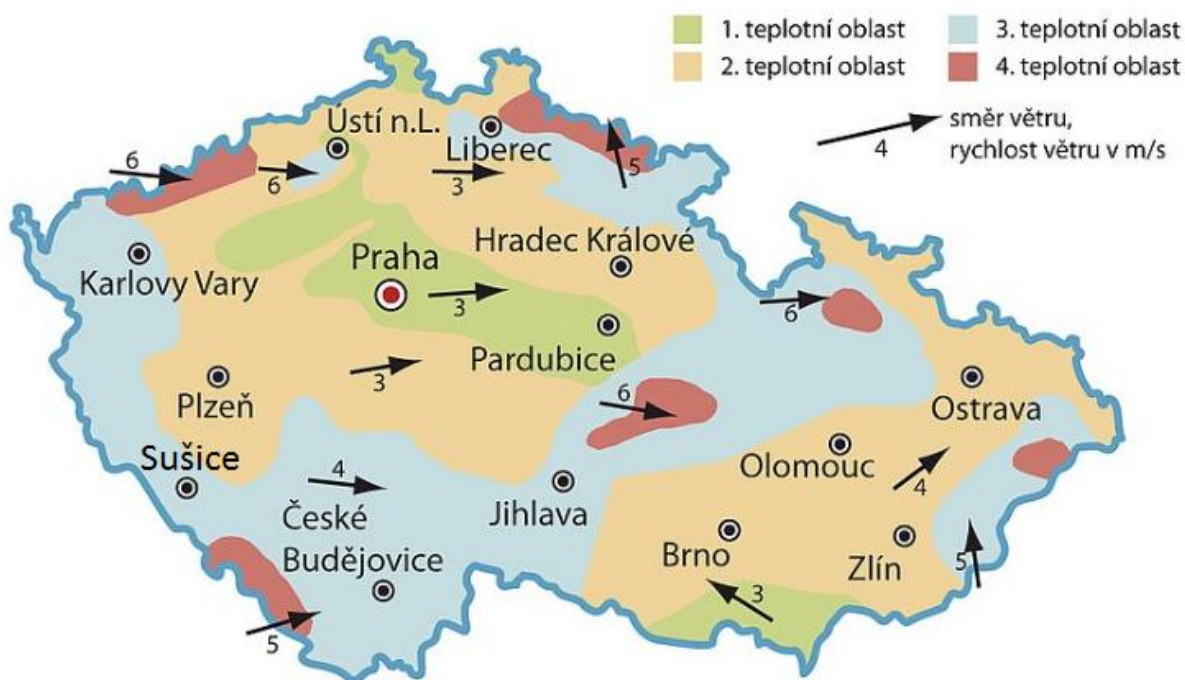
$\Theta_{e,100}$ – návrhová teplota venkovního vzduchu podle **tab.3** (pro výšku 100 m n. m.) $[^{\circ}\text{C}]$

$\Delta\Theta_e$ – výškový teplotní gradient, odvíjí se podle nadmořské výšky h a stanovuje se ze vztahu (9) $[\text{K}]$

$\Delta\Theta_{e,0}$ – základní teplotní gradient určený pro teplotní oblast, stanovuje se podle **tab.3** $[^{\circ}\text{C}]$

Δh – uvádí rozdíl nadmořské výšky konstrukce od základní nadmořské výšky 100 m n. m.

Výpočet podle vztahu (10). ^[2,16]



Obr. 3 Teplotní oblasti v České republice platné pro zimní období, rychlost a směr převládajících větrů.^[22]

Na **obr. 3** je vidět rozdělení území České republiky do čtyř teplotních oblastí. Návrhovou teplotou venkovního vzduchu Θ_e zjistíme podle vztahu 9 za pomoci **tab. 3**.

Tab. 3 Teplotní oblasti v zimním období v České republice podle ČSN 73 0540-3^[16]

Teplotní oblast	Průměrná nadmořská výška v teplotní oblasti h_m [m n. m.]	Základní navrhovaná teplota venkovního vzduchu pro 100 m n. m. $\Theta_{e,100}$ [C°]	Základní teplotní gradient nad 100 m.n.m $\Delta\Theta_{e,0}$ [K]
1	240	-12	-0,5
2	320	-14	-0.3
3	540	-16	-0.2
4	820	-18	-0,2

Například: Město Sušice, podle **obr. 3**, spadá do teplotní oblasti 3. Podle **tab. 3** na základě teplotní oblasti se stanoví základní navrhovaná teplota venkovního vzduchu $\Theta_{e,100} = -16$ °C a základní teplotní gradient $\Delta\Theta_{e,0} = -0,2$ K. Nadmořská výška uvažované parcely v Sušici je $h = 465$ m n. m.

Odvozením ze vztahů 8, 9, 10, se dostane vzorec:

$$\Theta_e = \Theta_{e,100} + \Delta\Theta_{e,0} \cdot \frac{h-100}{100} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (11)$$

Po dosazení:

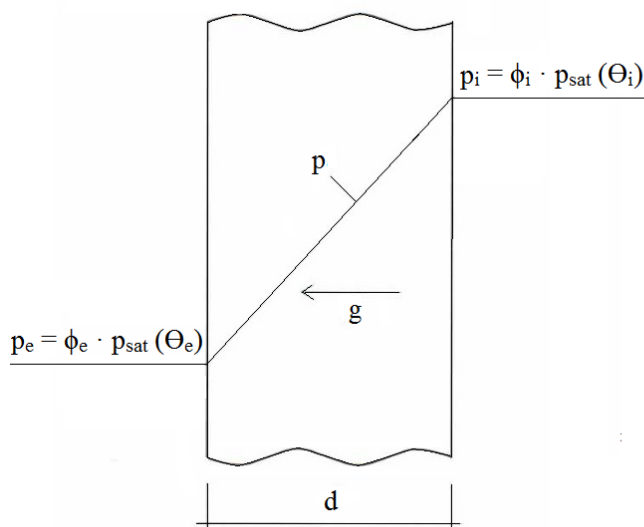
$$\Theta_e = -16 - 0,2 \cdot \frac{465-100}{100} = -16,73 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Pro uvažovanou parcelu v Sušici vyšla navrhovaná teplota vzduchu platící pro zimní období, po zaokrouhlení -17 °C.

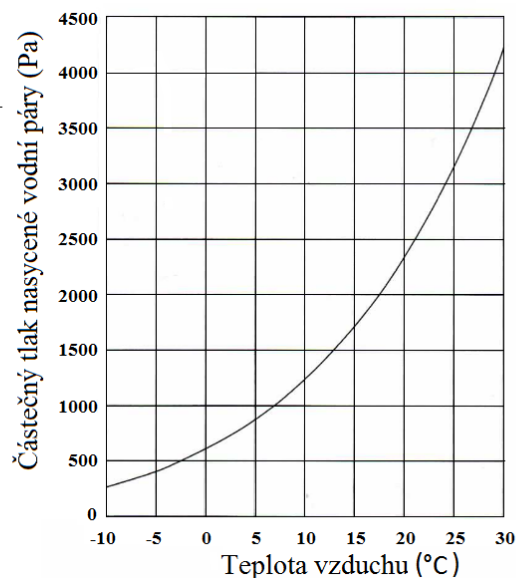
4.4. Difúze vodní páry

Slouží jako transportní mechanismus plynné fáze vodní páry. Difúze vodní páry vzniká v důsledku rozdílů tlaků. Princip znázorněn na **obr. 4**. Vlhkostní tok v konstrukci je způsoben rozdílným vzduchovým prostředím na straně interiéru a exteriéru. Vlhkost proniká z prostředí o vyšším částečném tlaku vodní páry do prostředí s nižším tlakem vodní páry přes oddělující konstrukci. ^[1]

Tlak vodní páry ve vzduchu za běžných atmosférických podmínek je dán relativní vlhkostí a teplotou. Čím větší je obsah vody ve vzduchu, tím větší je měrná vlhkost vzduchu a tím je větší hodnota tlaku vodní páry. Měrná vlhkost vzduchu udává množství vodní páry vztažené na jeden kilogram suchého vzduchu při dané teplotě. Se vzrůstající teplotou může vzduch pojmout větší množství měrné vlhkosti. ^[1]



Obr. 4 Znárodnění difúze vodní páry v důsledku rozdílů částečného tlaku vodní páry, venku a uvnitř pro jednovrstvou konstrukci^[1]



Obr. 5 Částečný tlak nasycené vodní páry v závislosti na teplotě vzduchu^[1]

p_{sat} – částečný tlak nasycené vodní páry; předpoklad je, že probíhá za atmosférického tlaku, proto se odvíjí jen od teploty vzduchu, **obr. 5** [Pa]

p – částečný tlak vodní páry [Pa]

ϕ_e – někdy značeno jako φ_e , relativní vlhkost vzduchu na straně exteriéru [%]

ϕ_i – značeno někdy jako φ_i , relativní vlhkost vzduchu na straně interiéru [%]

p_e, p_i – částečný tlak vodní páry na straně exteriéru a interiéru [Pa]

g – hustota difúzního toku vodní páry [$\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$]^[1]

Faktor difúzního odporu vodní páry μ vyjadřuje schopnost materiálu propouštět vodní páry difúzí v porovnání se stejně tlustou vrstvou vzduchu ve stejných fyzikálních podmínkách, při shodných tloušťkách vrstvy:^[1]

$$\mu = \frac{\delta_0}{\delta} \quad [-] \quad (12)$$

Součinitel difúze vodní páry za atmosférického tlaku ve vzduchu $\delta_0 = 6,76 \cdot 10^{-7} \text{ kg/m.h.Pa}$.

U difúze vodní páry se δ v materiálu určuje pomocí měřících zařízení. Hodnoty faktoru difúzního odporu:

$\mu = 1$ pro vzduch

$\mu > 1$ pro stavební materiál^[1]

Tab. 4 Hodnoty difúzního odporu (μ) u některých materiálů. ^[1]	
Materiál	Hodnota μ [-]
keramická taška	40
minerální vlna	1
konstrukční dřevo	500 až 200
sádkartonové desky	10

Ekvivalentní difúzní tloušťka vzduchové vrstvy s_d vyjadřuje ekvivalentní difúzní tloušťku vrstvy vzduchu, která by kladla stejný difúzní odpor jako tloušťka vrstvy konstrukce. Hodnota s_d udává součin tloušťky materiálu d a jeho difúzního odporu μ . Vyjádřeno vztahem: ^[1]

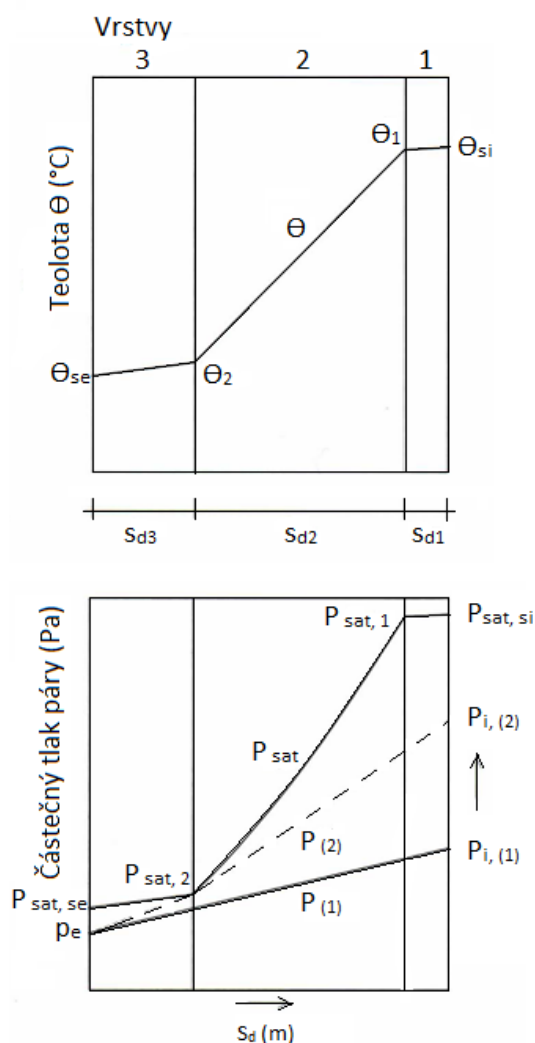
$$s_d = \mu \cdot d \quad [\text{m}] \quad (13)$$

Čím je hodnota s_d vyšší, tím je složitější, aby vodní pára materiálem pronikala. U vícevrstvých skladeb se hodnoty s_d jednotlivých vrstev sčítají do výsledného odporu. Znázorněno na **obr. 6**.

- materiály difúzní propustné $s_d \leq 0,5\text{m}$.
- materiály zamezující difúzi vodní páry $0,5 < s_d < 1500\text{m}$.
- materiály parotěsné $s_d \geq 1500\text{m}$.^[1]

4.5. Kondenzace vodní páry ve střešní konstrukci

Ke kondenzaci vodních par ve střešní konstrukci, oddělující prostory interiéru a exteriéru, může docházet jen za neizotermických podmínek. Pokud je částečný tlak páry na jedné straně vyšší než na straně druhé, je vyvolána difúze (snaha o vyrovnání tlaků). Vodní pára prostupuje z místa o vyšším tlaku do míst s nižším tlakem. Princip kondenzace vodní páry je znázorněn na **obr. 6**.^[1,5]



Vychází-li se v konstrukci v měřítku s_d **obr. 6**, pak průběh křivky tlaku nasycené vodní páry p_{sat} závisí na teplotě. Ke kondenzaci vodních par nedochází, pokud se křivka částečných tlaků p nedotkne křivky nasycení p_{sat} , platí pro případ (1). Při zvyšování tlaku páry p_i až do pozice (2), křivka rozdělení částečných tlaků p se dotkne křivky nasycení p_{sat} a v jejím dotyku se lomí jako napnuté lano. Ve zlomu se vytvoří zkondenzovaná voda. Tlak vodní páry nesmí být v žádném průběhu větší, než tlak nasycené vodní páry, jinak dojde k vytvoření kondenzátu. Tato grafická metoda je označena jako Glaserova metoda (1958), která je běžně používána a popsána v českých normách ČSN 73 0540-4, nebo ČSN EN ISO 13788. Tyto normy slouží ke stanovení bilance vlhkosti ve stavebních konstrukcích využívající difúzi vodní páry. ^[1,19]

Obr. 6 Stacionární rozdělení tlaku vodní páry a teploty vícevrstevným průřezem konstrukce v měřítku s_d ^[1]

p_{sat} – částečný tlak nasycené vodní páry [Pa]

p_i, p_e – částečný tlak vodní páry na straně interiéru a exteriéru [Pa]

s_d – ekvivalentní difúzní tloušťka vzduchové vrstvy [m]

4.6. Bilance zkondenzované vodní páry uvnitř střešní konstrukce

V současné době se výpočet roční bilance a množství zkondenzované vodní páry uvnitř střešní konstrukce provádí podle dvou metodik:

- dle ČSN 73 0540

- dle ČSN EN ISO 13 788

Oba způsoby jsou podle české technické normy uznávané a rovnocenné. V našem případě bude použit software TEPLO (aplikační program tepelné techniky). Ten nám umožní výpočet podle zde uvedených a libovolně volených právoplatných norem. Výpočet podle ČSN 73 0540 je považovaný za klasickou metodu. V současné době bývá nahrazován modernější metodou ČSN EN ISO 13 788. Ta pracuje s podrobnějšími klimatickými údaji a výstup z této metody je přesnější. ^[2,3]

Požadavek na nulovou kondenzaci vlhkosti uvnitř střešní konstrukce.

U střešní konstrukce, u níž by uvnitř zkondenzovaná vodní pára ohrozila požadovanou funkci, nesmí docházet ke kondenzaci vodní páry ve střešní skladbě. Z toho plyne:

$$M_{c,a} = 0 \quad [\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}] \quad (14)$$

$M_{c,a}$ – udává roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci $[\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}]^{[2,3]}$

Požadavek na omezený výskyt zkondenzovaného množství vodní páry.

Platí pouze tehdy, pokud množství zkondenzované vodní páry neohrozí požadovanou funkci konstrukce. Musí platit podmínka:

$$M_{c,a} \leq M_{ev,a} \quad [\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}] \quad (15)$$

$M_{ev,a}$ – udává roční množství vypařitelné vodní páry $[\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}]$

Pro jednovrstvou konstrukci nesmí ročně zkondenzované množství páry přesáhnout limit:

$$M_{c,a} \leq 0,1 \quad [\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}] \quad (16)$$

Pro ostatní konstrukce platí:

$$M_{c,a} \leq 0,5 \quad [\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}] \quad (17)$$

$M_{c,a}$ - udává roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci $[\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}]^{[2,16]}$

5. Přehled a skladba konstrukčních střešních systémů

Střešní konstrukce tvoří ochrannou část nad posledním podlažím rodinného domu. Tvoří nedílnou součást obvodové konstrukce, která odděluje vnější a vnitřní prostředí. Střešní konstrukce udává významný architektonický prvek objektu, který je ovlivňován zejména jejím tvarem a barevným provedením.

Tepelně vlhkostní požadavky na konstrukce, se kladou zejména na zajištění příznivého tepelněvlhkostního mikroklimatu v interiéru objektu. Splnění požadavků závisí především na parametrech vnitřního a vnějšího prostředí (relativní vlhkost a teplota vzduchu, lokalita objektu – umístění). Zvolený typ střešní skladby a vhodné izolace musí odolávat extrémním parametrům a zároveň respektovat tzv. funkčně ekonomické řešení.^[6]

5.1. Konstrukce střechy podle sklonu střešní roviny

Sklon střechy vnějšího povrchu je měřen od vodorovné roviny objektu. Dělení podle sklonu udává dnes norma ČSN 731901/1998 Navrhování střech – základní ustanovení:

- a) ploché střechy – sklon vnější roviny povrchu $\alpha \leq 5^\circ$
- b) šikmé střechy – sklon vnější roviny povrchu $5^\circ < \alpha \leq 45^\circ$
- c) strmé střechy – sklon vnější roviny povrchu $45^\circ < \alpha < 90^\circ$

Ve starší literatuře, dle dříve platné normy ČSN 731901/1975 Navrhování střech, byla šikmá střecha se sklonem vnější roviny povrchu v rozmezí $10^\circ < \alpha \leq 45^\circ$.^[4,5]

5.2. Dřevěné konstrukce zastřešení

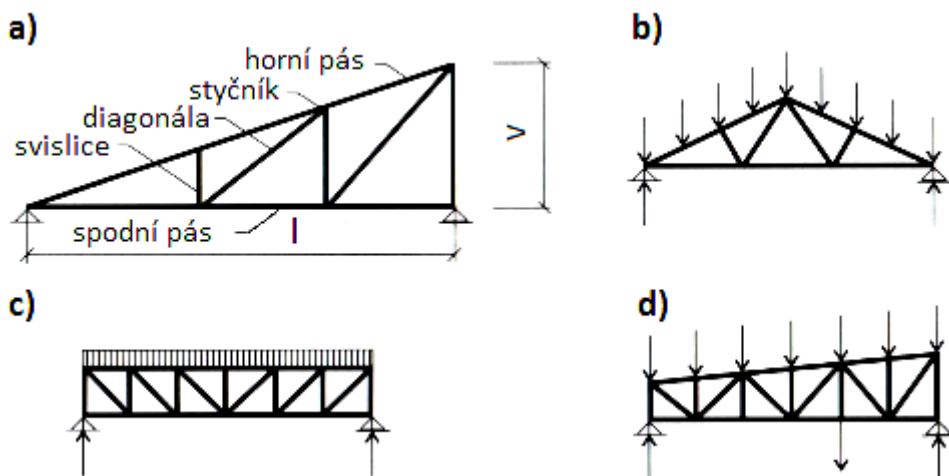
Na zastřešení rodinných domů se nejčastěji používají rovinné dřevěné konstrukce. Jsou schopny přenášet zatížení působící v jejich rovině, zatížení působící kolmo na jejich rovinu přenáší do základů zavětrování konstrukce. Nejvýznamnější zástupci konstrukce střech rodinných domů v současné době tvoří příhradové vazníky a specifickou formu zastřešení v naší zemi tvoří krovy.^[11, 12]

5.2.1. Dřevěné příhradové vazníky

Příhradové vazníky se používají pro překlenutí rozpětí od šesti do několika desítek metrů. Používají se jako nosné prvky stropů a střech. Podle typu spoje a provedení se jedná především o:

- 1) příhradové vazníky sbíjené
- 2) příhradové vazníky s kovovými deskami s prolisovanými trny
- 3) příhradové vazníky s ocelovými kolíky
- 4) příhradové vazníky s kovovými diagonálami

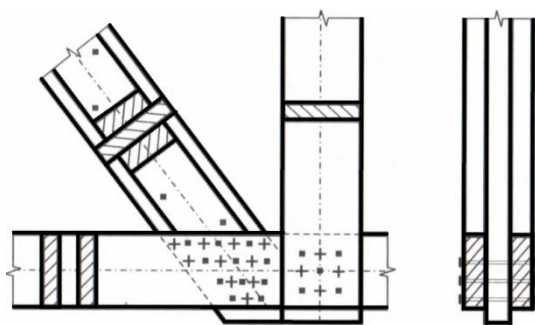
Úkolem vazníků je přenášet zatížení působící v jejich rovině. Jednotlivé pruty jsou vzájemně spojeny ve styčnicích tj. pásy, diagonály a svislice. Vazníky mohou mít tvar trojúhelníkový, sedlový, lichoběžníkový a přímopásový, znázorněno na **obr. 7**. Jen výjimečně se vyskytují ve tvaru jiném, např. horní pás může být ve tvaru oblouku.^[11]



Obr. 7. Vazníky podle tvaru a) trojúhelníkový b) sedlový c) přímopásový d) lichoběžníkový^[11]

1) příhradové vazníky sbíjené

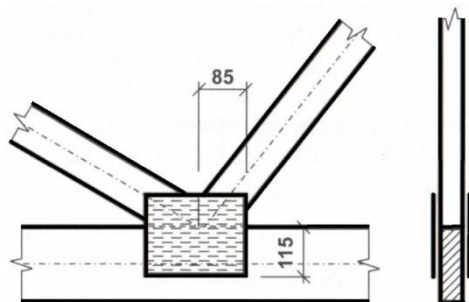
Jednotlivé pruty sbíjeného příhradového vazníku se vyrábějí z neholbovaných prken nebo fošen o tloušťce 24 - 25mm. Pro připojení mezipásových prutů musí být zhotoven minimálně dvoudílný profil. Délka hřebíků se stanovuje podle tloušťky použitého dřeva, za účelem dosažení vícestránného spojení. To znamená, že hřebík prochází minimálně přes dvě stykové plochy.^[11, 12]



Obr. 8 Styčník sbíjeného příhradového vazníku^[11]

2) příhradové vazníky s kovovými deskami s prolisovanými trny

Příhradové vazníky s deskami z prolisovaných trnů jsou v současnosti v České republice hojně využívané. Mezi jejich největší výhodu patří jednoduchost výroby. Nevýhodou je horší vzhled a malá požární odolnost. Vzhledem k oboustrannému spojování deskami (zalisováním) musí být spojována dřeva o stejné tloušťce. Podniky vyrábějící tyto vazníky

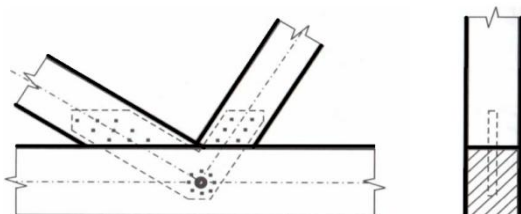


používají počítačové programy na návrh celé konstrukce. Pomocí nich se stanoví požadovaná dimenze průřezu prutů, velikost styčnickové desky s prolisovanými trny a její požadované umístění. Znázorněno na **obr.9.**
[11]

Obr. 9 Styčník příhradového vazníku s deskami s prolisovanými trny^[11]

3) příhradové vazníky s ocelovými kolíky

Tyto vazníky mají ve styčniku na konci prutů vyhotoveny zářezy pro vložení předvrtaného plechu. Spoje prutů se provádí pomocí ocelových kolíků o průměru 8 - 24 mm. Styčnickové spoje s ocelovými kolíky, **obr. 10**, se musí posoudit na otláčení dřeva a ohyb kolíku podle ČSN 73 1701 Navrhovanie drevených stavebných konštrukcí; na otláčení kolíku v otvoru ocelového plechu a na usmýknutí kolíku podle ČSN 73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí. Při montáži se ocelový plech vystředí pomocí

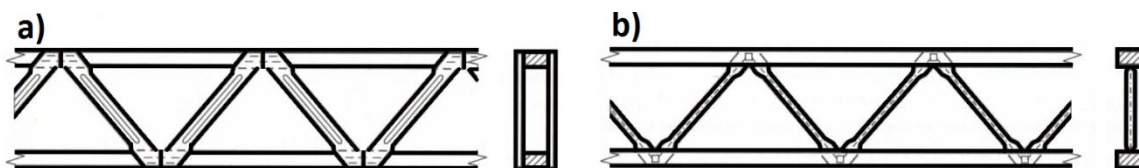


vystředovacího kolíku a nosné kolíky jsou do spoje vháněny kladivem. Uvedený způsob je velmi estetický.^[12]

Obr. 10. Styčník příhradového vazníku spojovaného ocelovými kolíky^[11]

5) příhradové vazníky s kovovými diagonálami

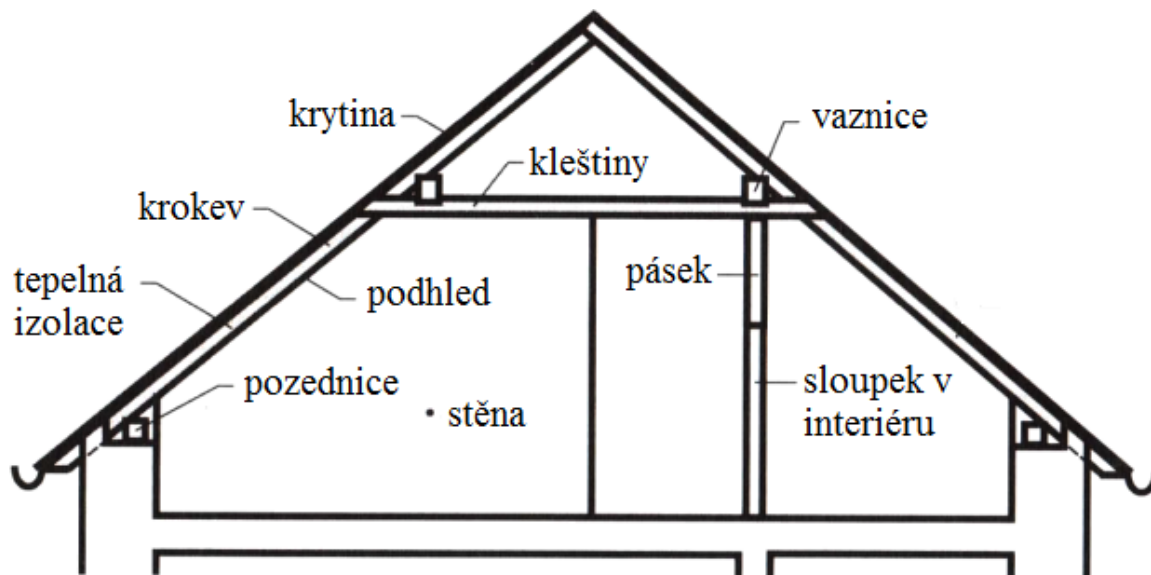
Kovové diagonály se vyrábějí buď z prolisovaného plechu, nebo trubek. Pro zjednodušení výroby se vazníky vyrábí vždy jako přímopásové viz. **obr 7 c**. Diagonály z prolisovaného plechu jsou po dvojici zalisované do pásů, které tvoří dřevěné hranoly stejné šířky **obr. 11 a**. Trubkové diagonály mají zploštělé konce, které jsou připevněny k pásům pomocí kolíků **obr 11 b**. Využití nachází u stropů a střech, kde mohou být použity jako vaznice nebo krokve na rozpětí 5 - 12 m.^[11]



Obr. 11 a) diagonály vazníku z plechu b) diagonály vazníku z trubek^[11]

5.2.2. Krov

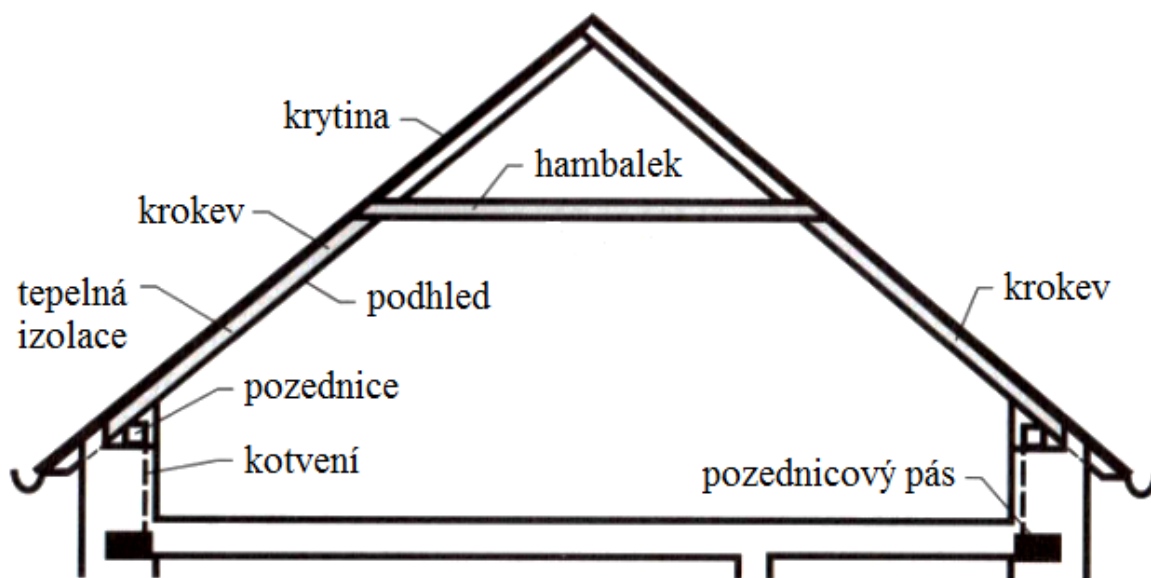
Krov je střešní konstrukce, která přenáší zatížení od střešního pláště. Ten se sestává obvykle z krytiny uložené na laťování nebo bednění a izolačních vrstev s podhledem. Základní prvky novodobého krovu jsou zobrazeny na **obr 12**.^[12]



Obr. 12 Novodobý krov s vaznicemi na stojaté stolici^[11]

Novodobý krov se liší od starších soustav tím, že je značně zjednodušen. Je to z důvodu ušetření materiálu a lepší prostorové využitelnosti podkroví. Sloupky nejsou již ve spodní části uloženy do vazního trámu, ale musí být umístěny pod nosnou zdi nebo na

zdvojeném stropním nosníku. Jejich funkcí je přejímání zatížení od vaznic. Vaznice přenášejí zatížení od krokví a liší se od pozednic tím, že se umísťují nastojato v poměru příčného rozměru 7:5. Zvyšuje se tím jejich únosnost. Pozednice se ukládá širší plochou na obvodovou zeď, do které musí být pozednice řádně ukotvena. Kleštiny se umísťují vždy pod vaznice. Zvyšuje se tím stabilita a tuhost krovu. Pásek vyztužuje stabilitu střešní konstrukce v podélném směru a umísťuje se pod úhlem 45°, do vaznice a sloupku je zpravidla čepován. Krokev přenáší zatížení od střešního pláště do pozednic a vaznic. Novodobý hambalkový krov je znázorněn na **obr. 13**. Od dřívějšího hambalkového krovu se liší tím, že hambalek není tvořen hranolkem, který byl mezi krokeve začepován. Hambalek je v dnešní době tvořen kleštinami, které jsou zpravidla zdvojené.



Obr. 13 Novodobý hambalkový krov

Nevýhodou této konstrukce je, že veškerá tíha je přenášena do obvodových zdí, u kterých dochází při špatném statickém navržení k porušení. To se projevuje výskytem prasklin a v nejhorším případě destrukcí obvodových zdí. Tato konstrukce je vhodná pro lehčí krytiny a menší rozpon.

Pro dostatečné umístění všech tepelněizolačních vrstev (pokud se nejedná o nadkrokevní systém izolace) by výška krokeve měla být alespoň 160 cm. Šířka krokví by neměla být menší než 60 mm, aby docházelo k dostatečnému nastavení latí. Způsoby umístění tepelněizolačních vrstev uvedeny v **kap. 5.5.2.** ^[11]

5.3. Terminologie vrstev střešního pláště plochých, šikmých a strmých střech

Skladbou střechy se rozumí nosná střešní konstrukce, na které je umístěn střešní plášť. **Střešní plášť** je tvořen všemi vrstvami střešní skladby, které obklopují nosnou střešní konstrukci. Patří sem například vrstva tepelněizolační, parotěsnicí, hydroizolační atd. **Nosná střešní konstrukce** je v této práci uváděna vždy dřevěná. Musí odolávat zatížení střešního pláště a nahodilým zatížením způsobeným sněhem a větrem. ^[7, 20]

Tepelněizolační vrstva brání objekt před nežádoucím únikem tepla, popř. chrání stavební konstrukci před nepříznivým působením teploty ze strany exteriéru. **Parotěsnicí vrstva** zabraňuje šíření vlhkosti ze strany interiéru do střešní skladby, kde by v důsledku poklesu teploty mohlo dojít ke kondenzaci vodní páry. **Hydroizolační vrstva** má charakter vodotěsné povlakové krytiny. Vyskytuje se v podobě střešní krytiny, asfaltového pásu, folie, stěrky. Pod hydroizolační vrstvu se umísťuje **pojistná hydroizolační vrstva**. Slouží jako doplňkové opatření před průnikem vlhkosti. ^[7, 20]

5.4. Ploché střechy

V našich zemích se ploché střechy začaly objevovat již kolem 15. a 16. století. Teprve ve dvacátých a třicátých letech 20. století však začíná jejich mírný funkční a realizační rozvoj. Čtyřicátá a padesátá léta přinášejí stagnaci ve stavebnictví a s tím je pozastavena i realizace všech typů střech. Šedesátá léta jsou charakteristická příchodem nových materiálů. Rozvoj plochých střech znovu pokračuje. Počátkem sedmdesátých let se u nás začíná uplatňovat systém skladby opačných vrstev. Po roce 1990 vstupuje do našeho stavebnictví široká škála nových materiálů, které umožňují nespočet stávajících i dosud neobjevených konstrukčních řešení. ^[7]

5.4.1. Konstrukční varianty podle skladby střešního pláště

1) Jednoplášťové střechy

- s hydroizolační vrstvou na vrchním líci (tradiční pořadí vrstev)
 - větraná (skladba obsahuje systém větracích kanálků)
 - nevětraná (skladba neobsahuje systém větracích kanálků)
- s tepelně izolační vrstvou nad hydroizolační vrstvou (opačné pořadí vrstev) ^[4,8]

2) Dvouplášťové střechy

- větrané (mezi horním a dolním pláštěm je vzduchová vrstva napojená na vnější prostředí)
- nevětrané (mezi horním a dolním pláštěm je vzduchová vrstva, která není napojena na vnější prostředí, tento typ by se neměl navrhovat)

3) Několikplášťové střechy

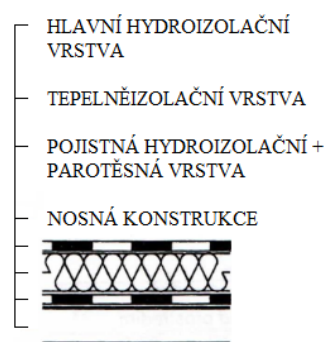
- minimálně dvě a více vzduchových vrstev ve střešní skladbě mezi venkovním a vnitřním prostředím [4,8]

Jednoplášťové ploché střechy patří mezi nejrozšířenější typ plochých střech. Mezi jejich hlavní výhody patří zejména jednodušší a rychlejší realizace, nižší pořizovací cena a menší tloušťka střešního pláště. [5]

1) Jednoplášťové střechy

a) Jednoplášťové střechy s hydroizolační vrstvou (krytinou) na vrchním líci:

Jednoplášťová střecha s tradičním pořadím vrstev, chrání tepelněizolační vrstvu proti vlivům vnějšího prostředí. Z hlediska kondenzace vodních par je však nepříznivá. To omezuje jejich použití, které je vhodné nad střešním podprostorem s menší vlhkostí vzduchu. Nevětrané jednoplášťové střechy se zpravidla konstruují pod prostorami, kde relativní vlhkost vzduchu φ_i [%] nepřesahuje trvale 60 % a teplota vnitřního prostředí je přibližně 20 °C. Větrané jednoplášťové střechy, díky systému větracích kanálků, je možné navrhnout pod střešní podprostory s vyšší relativní vlhkostí. Zpravidla pod prostorami, kde relativní vlhkost vzduchu φ_i [%] nepřesahuje trvale 75 % a teplota vnitřního prostředí je přibližně 20°C. [4,5]



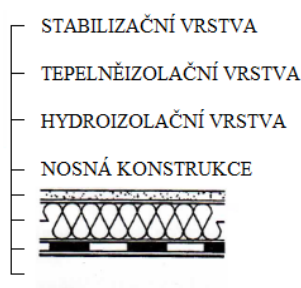
Vybraná ukázka

Konstruuje se zpravidla nad střešním podprostorem, kde $\Theta_i > 20$ °C, $\varphi_i > 60$ %, také pod prostorami se zvýšenou hydroizolační bezpečností. [5]

Obr. 14 Jednoplášťová střecha s tepelně izolační a parotěsnou vrstvou [5]

b) Jednoplášťové střechy s tepelně izolační vrstvou nad hydroizolační vrstvou (krytinou): Použitý materiál pro tepelně izolační vrstvu musí být nenasákavý, objemově stálý a pevný. V současné době se používá nejčastěji vytlačovaný (extrudovaný) polystyrén – XPS, který může být vystaven přímému působení srážkové vody. Nasákavost XPS je téměř nulová. Tím nedochází k poklesu tepelně izolačních vlastností. Výhodou systému je ochrana hydroizolační vrstvy proti účinkům vnějšího prostředí a zlepšení tepelně vlhkostního režimu střechy. Nevýhodou je použití kvalitních a zpravidla drahých materiálů pro tepelně izolační vrstvu.^[4,5]

Vybraná ukázka



Konstruuje se zpravidla nad střešním podprostorem, kde $\Theta_i \leq 24 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i \leq 60 \%$ a tam, kde je vyžadována účinná ochrana hydroizolační vrstvy.^[5]

Obr. 15 Jednoplášťová střecha s opačným pořadím vrstev^[5]

2) Dvouplášťové střechy

Větrané dvouplášťové střechy je vhodné podle normy ČSN 73 0540-2 navrhovat nad střešním podprostorem, kde je relativní vlhkost interiéru $\varphi_i > 80 \%$. To znamená, že by měly být realizovány zejména nad plaveckými bazény, vodojemy, zemědělskými a průmyslovými stavbami s vysokou relativní vlhkostí interiéru φ_i [%].^[7]

3) Několikplášťové střechy

Patří sem tříplášťové a víceplášťové střechy. Navrhují a realizují se velmi zřídka a to:

- Když je nutná potřeba minimalizace prohřívání podstřešních prostorů interiéru v létě. Vzduchovou mezerou proudí vzduch nasávaný z venkovního prostředí. Ten je vyvolaný zejména díky tlaku větru na návětrné straně střechy, nebo je dán rozdílem teplot vzduchu ve vzduchové mezeře u přiváděcích a odváděcích větracích otvorů. Přiváděcí větrací otvor je zpravidla níže než odváděcí.
- Když je třeba zvýšit hydroizolační bezpečnost.^[7,8]

Novodobým trendem je osazovat ploché střechy zelení. To vyžaduje střešní konstrukci, která snese větší zatížení, než konstrukce dřevěná. Proto se jimi práce nezabývá.

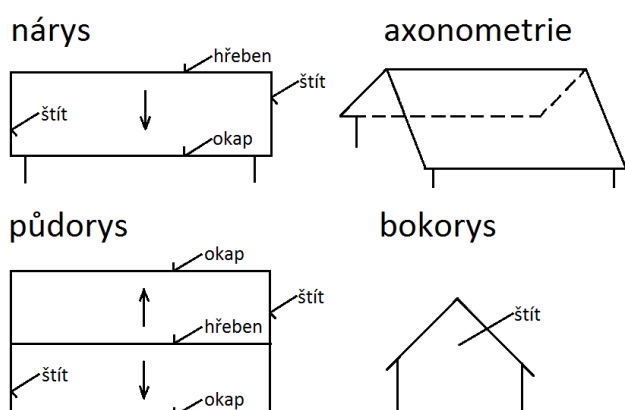
5.5. Šikmé a strmé střechy

Střešní podprostor šikmých a strmých střech se dříve používal na skladování nejrůznějších předmětů. Na venkově sloužil často jako úložný prostor pro sena. To plnilo funkci tepelněizolační vrstvy. Mezi úrovní sena a střešní krytinou na latích, popřípadě bednění, byl volný vzduchový prostor. Funkčně tak vznikla předchůdkyně dvouplášťové střechy. Začátkem 80. let se začal podkrovní prostor obývat.

5.5.1. Rozdělení podle tvaru střešní plochy

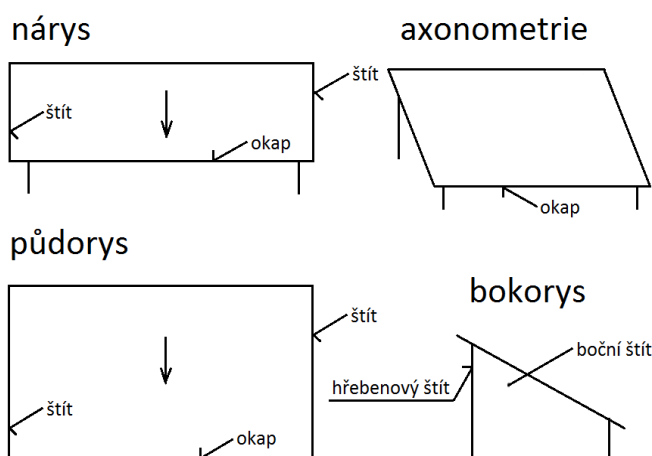
Šikmé a strmé střechy rozdělujeme do čtyř základních skupin. Podle vnějšího tvaru povrchu:

- s rovinnými střešními plochami
 - sedlová střecha (**Obr. 16**)
 - pultová střecha (**Obr. 17**)
 - valbová střecha (**Obr. 18**)
 - polovalbová střecha (**Obr. 19**)
 - stanová střecha (**Obr. 20**)
- se zakřivenými střešními plochami rozvinutelnými
 - válcová střecha (valená, oblouková)
 - střecha ze segmentů a oblouků
- se zakřivenými střešními plochami nerozvinutelnými
 - rotační střecha, konoidová atd.
- kombinace rovinných a zakřivených střešních ploch^[9,10]



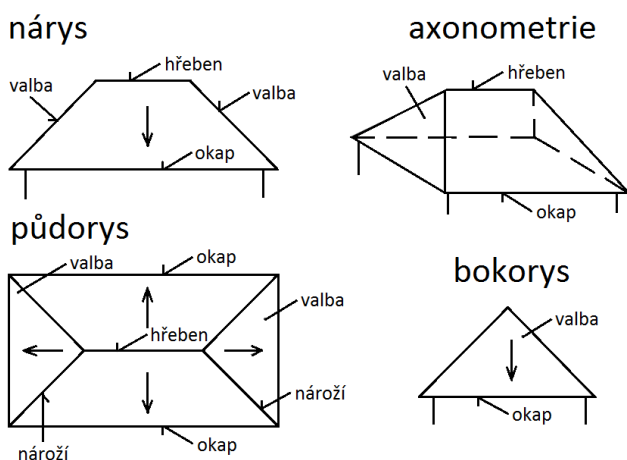
Obr. 16 Sedlová střecha^[9]

Nejčastěji a běžně se vyskytující tvar střešní konstrukce. Voda je odváděna dvěma skloněnými plochami stýkajícími se v hřebeni. Střecha je ohraničena dvěma vertikálně stojícími štítovými stěnami, ve tvaru trojúhelníku.^[10]



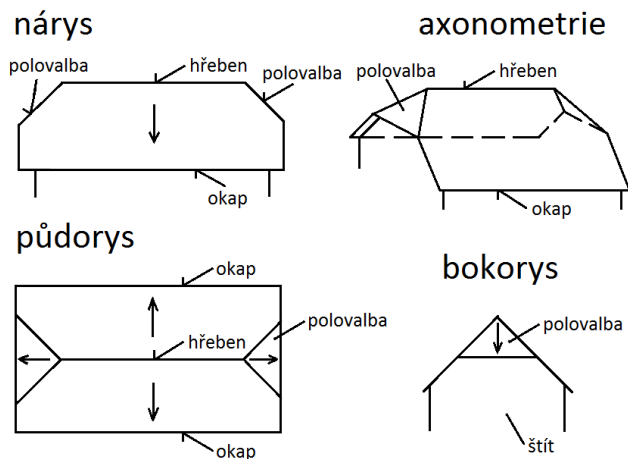
Obr. 17 Pultová střecha^[9]

Jedná se v podstatě o poloviční sedlovou střešní konstrukci. Odvod vody je zajištěn jednou skloněnou plochou, která v hřebeni přiléhá ke svislé stěně. Boční úzké strany střechy jsou ohraničeny dvěma vertikálně stojícími štítovými stěnami ve tvaru pravoúhlého trojúhelníku.^[10]



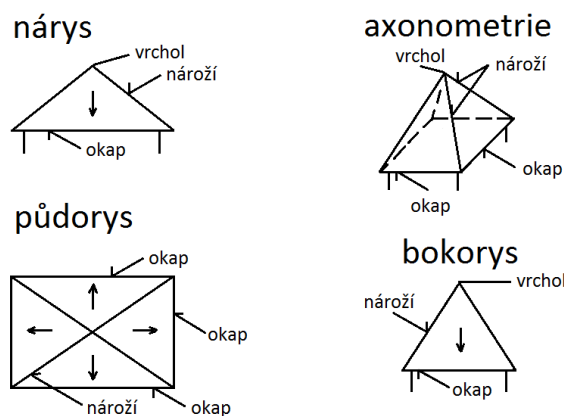
Obr. 18 Valbová střecha^[9]

Střešní konstrukce je tvořena čtyřmi skloněnými plochami, které zajišťují odvod vody. Užší strany budovy tvoří dvě trojúhelníkové střešní plochy (valby). Ty se stýkají v hřebeni a nároží se dvěma hlavními plochami, které mají lichoběžníkový tvar.^[10]



Obr. 19 Polovalbová střecha^[9]

Ve srovnání s normální valbovou střechou má tento typ na rozdíl od valbové střechy zkrácené nároží. Okap polovalby je umístěn ve větší vertikální výšce ve směru od země, než je tomu u střechy valbové. Užší strany budovy tvoří zpravidla dvě štítové stěny, lichoběžníkovitého tvaru.^[10]



Obr. 20 Stanová střecha^[9]

Jde vlastně o valbovou střechu, u níž se stýkají všechna nároží v jednom bodě (vrcholu). Tím se ztrácí vrcholový hřeben a zanikají štítové zdi.^[10]

5.5.2. Konstrukční varianty podle skladby střešního pláště

Přehled vybraných charakteristických skladeb střešního pláště šikmých či strmých střech bude posuzován v **kap. 7**. Tam by měly následující výpočty prokázat, že nadkroevní skladby izolace dosahují lepších tepelněizolačních vlastností. Je to dáno především eliminací tepelných mostů. Nadkroevní izolace je zpravidla z dražších a kvalitnějších materiálů a její velký rozvoj se teprve očekává.

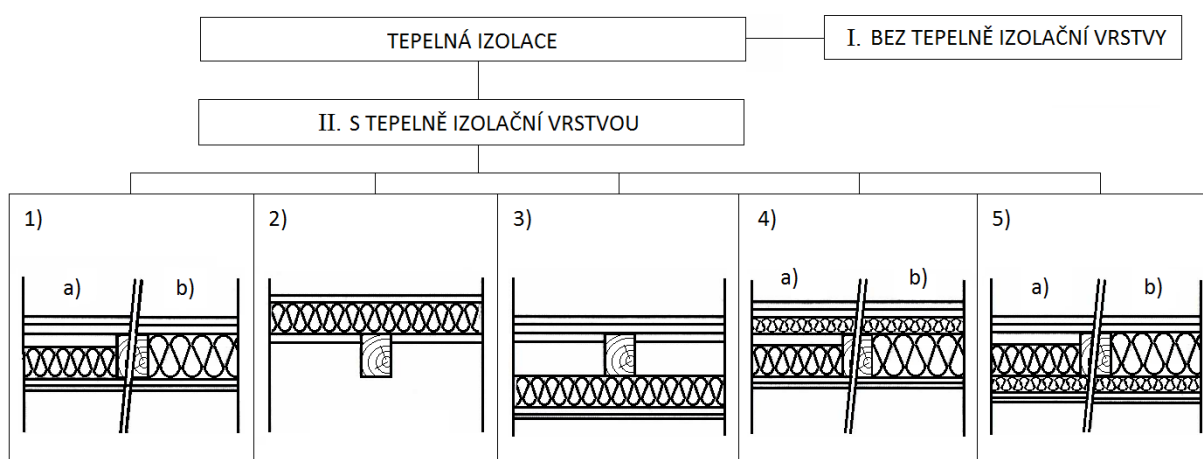
Skladby střešního pláště a tepelněizolační vrstva, podle ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov (část 1-4) a ČSN 73 0544 Tepelně technické vlastnosti stavebních

konstrukcí a budov, slouží pro zajištění příznivé tepelné pohody v zimním a letním období. Nejdůležitější vrstvou, pro zajištění příznivé hodnoty tepelného odporu střešního pláště je tepelněizolační vrstva. Ta je dána součinitelem tepelné vodivosti λ [W/mK] a tloušťkou d [m] izolačního materiálu. Povrchová teplota na interiérovém povrchu vytápěné místnosti, musí být bezpečně nad teplotou rosného bodu.^[9]

Umístění tepelněizolačních vrstev podle **tab. 6** nemá rozhodující vliv na součinitel prostupu tepla skladby střechy. Je to dáno tím, že záleží především na zvoleném druhu izolace, které se dnes liší poměrně vysokým rozdílem tepelné vodivosti ale i cenou. V dnešní době se vyhledává především funkčně ekonomické řešení.

Tab. 5 Konstrukční varianta dle typu střešního pláště^[7]		
jednoplášťová	dvouplášťová	několikaplášťová
Interiér oddělen od exteriéru jedním pláštěm.	Interiér oddělen od exteriéru dvěma střešními plášti. To znamená, že mezi horním a dolním pláštěm je vzduchová vrstva.	Interiér oddělen od exteriéru dvěma a více střešními plášti, mezi kterými je vzduchová vrstva.

Tab. 6 Tepelněizolační vrstvy ve vztahu k nosné konstrukci střechy.^[7]



Umístění tepelněizolační vrstvy podle tab. 6:

- I. bez tepelně izolační vrstvy
- II. s tepelněizolační vrstvou
 - a) tepelněizolační vrstva není po celé výšce krokve
 - b) tepelněizolační vrstva je po celé výšce krokve
 - 1) s tepelněizolační vrstvou mezi prvky nosné konstrukce
 - 2) s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí
 - 3) s tepelněizolační vrstvou pod nosnou konstrukcí
 - 4) s tepelněizolační vrstvou mezi a nad nosnou konstrukcí
 - 5) s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí^[15]

Větraná vzduchová vrstva se navrhuje v místech předpokládané kondenzace vodní páry, podle umístění vzduchové vrstvy ve skladbě:

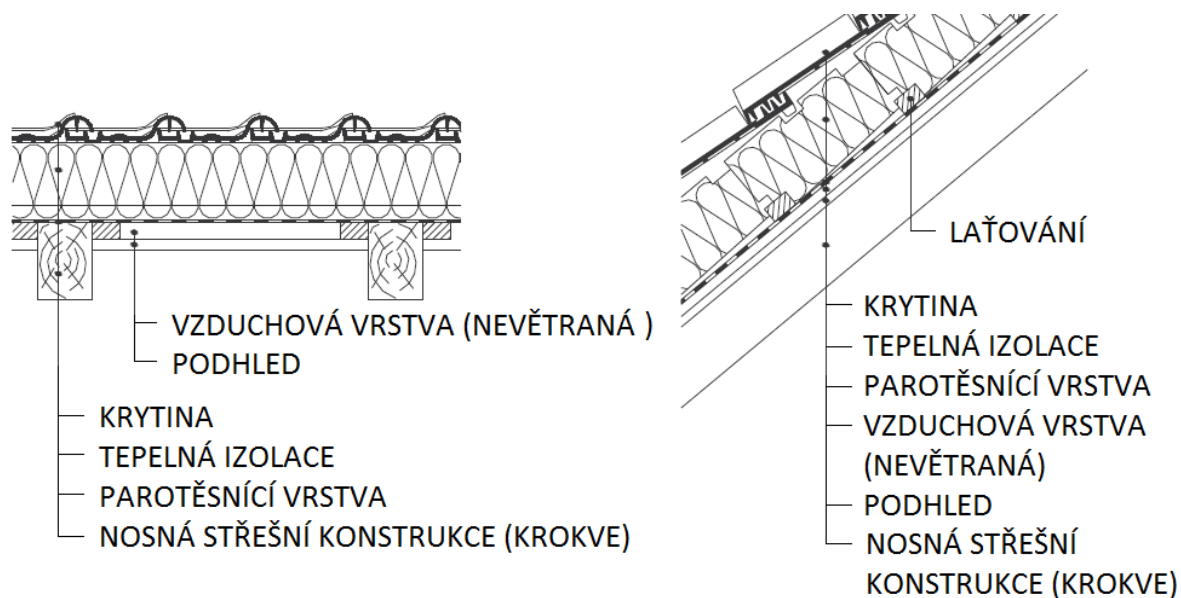
- Mezi pojistnou hydroizolací a skládanou krytinou
 - odvádí nahromaděné teplo způsobené slunečním zářením, a tím zlepšuje tepelnou pohodu v podstřešních prostorech
 - odvádí pronikající vlhkost ze strany interiéru
 - odvádí proniknutou vlhkost střešní krytinou
 - zamezuje kondenzaci vodních par na spodním líci krytiny
- Mezi tepelnou izolací a pojistnou hydroizolací
 - odvádí difundující nebo zkondenzovanou vlhkost z tepelné izolace^[9]

1) Jednoplášťové střechy

Střešní konstrukce odděluje vnitřní prostředí od vnějšího prostředím jedním střešním pláštěm. Jednoplášťová střešní skladba se vyskytuje jen velmi zřídka. Tvrzená izolace je tvořena z tvarovaných desek, které mají drážky pro ukotvení na střešní latě. Jednotlivé desky se navzájem spojují překrytím do drážek. Tyto střešní skladby dosahují obvykle horších tepelněizolačních vlastností.^[9]

Na **obr. 21** je uveden příklad jednoplášťové střechy s tvarovanou tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí. Na horním líci tepelněizolačních tvarovaných desek je skládaná tašková krytina uložena do drážek. Spodní líc, díky svému profilování, je uložen do latí, které jsou připevněny ke krokvím. Pod tepelněizolační vrstvou se nachází

parotěsnicí zábrana a nevětraná vzduchová vrstva. Výhodou systému je minimalizace tepelných mostů. Nevýhodou je, že zatížení od vlivu vnějších činitelů jako je sníh a vítr, je přenášeno přímo do tuhé tepelněizolační desky. Ta bývá zhotovena často z extrudovaného (vytlačovaného) polystyrenu - XPS. ^[3,9]



Obr. 21 Jednoplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad krokviemi^[3]

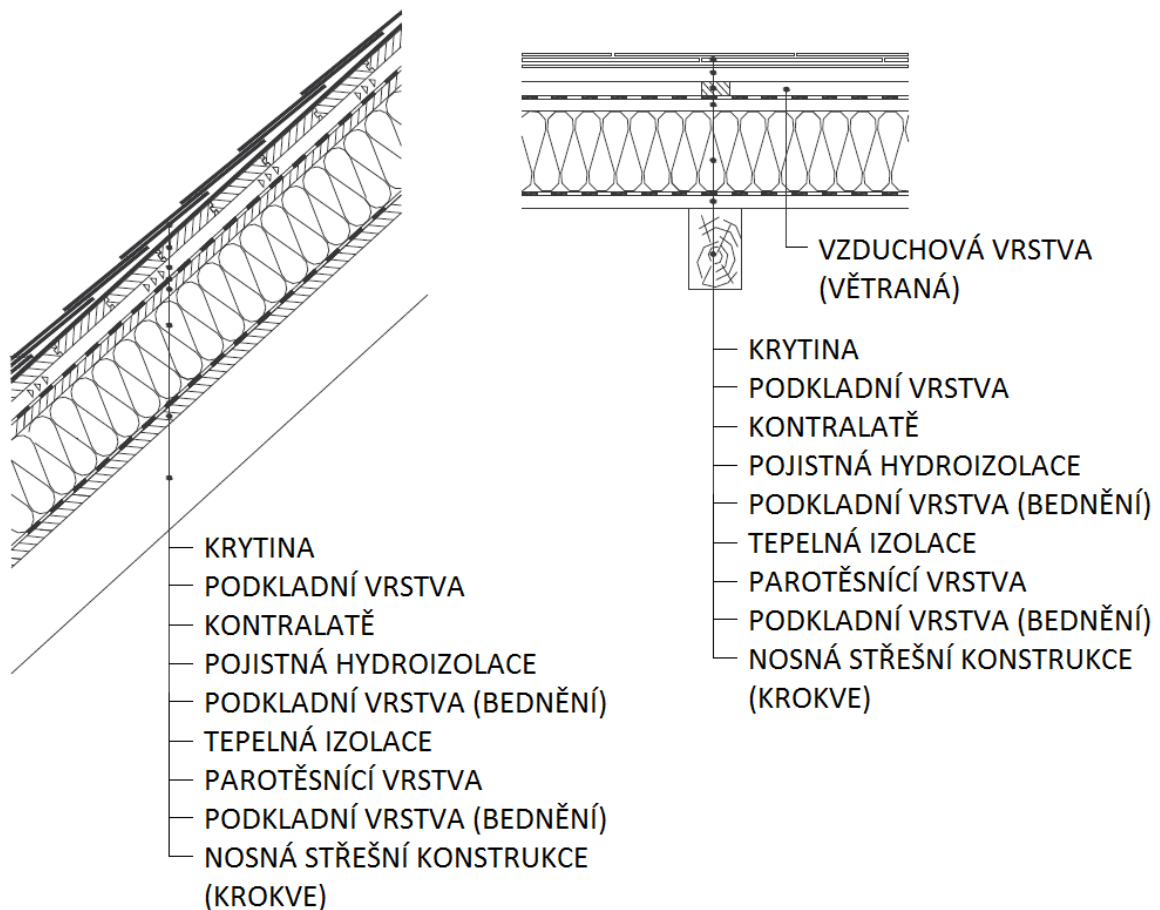
2) Dvouplášťové střechy

Střešní konstrukce odděluje vnitřní prostředí od vnějšího prostředí dvěma střešními pláštěmi, (horní plášť - dolní plášť nebo také vnější plášť - vnitřní plášť), mezi nimiž je vzduchová mezera, znázorněno na **obr. 22**.

- větraná dvouplášťová střecha, vzduchová vrstva je napojena na vnější prostředí
- nevětraná dvouplášťová střecha, vzduchová vrstva není napojena na vnější prostředí^[3,9]

Na **obr. 22** je uvedena skladba dvouplášťové šikmé nebo strmé střechy s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí (krokviemi). Hlavní hydroizolační vrstvu tvoří střešní skládaná krytina uložená na bednění, pod kterým je větraná vzduchová vrstva vytvořená distanční kontralatí kolmo k okapu. Tepelná izolace se provádí z pravidla z tuhých desek. Na bednění je umístěna pojistná hydroizolační vrstva. Pod tepelnou izolaci je parotěsnicí zábrana, která má vysoký difúzní odpor a je umístěna na podkladní vrstvě (podhledu).

Výhodou tohoto systému je eliminace tepelných mostů v konstrukci. Nadkroevní izolace se z hlediska montáže snadněji a rychleji umísťují. To je dáno snazším přístupem k montáži izolace. Za nevýhodu je považována nedostatečná ochrana izolace před deštěm při výstavbě.

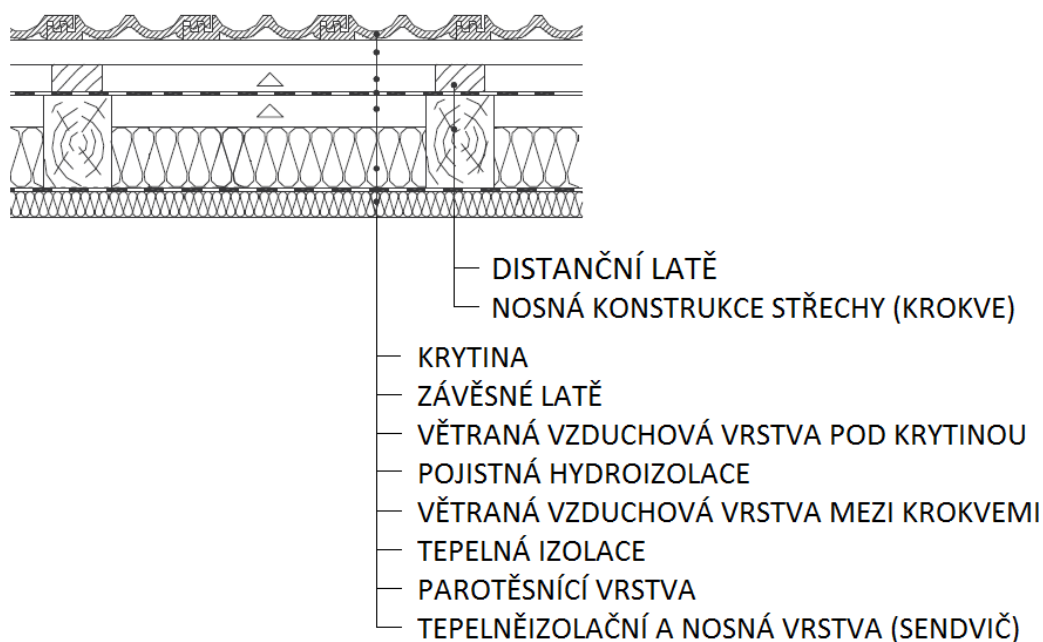


Obr. 22 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí^[3]

3) Několikplášťové střechy

jsou vytvořeny několika plášti, oddělenými od sebe vzduchovými vrstvami. Specifičtější označení se volí podle dalších charakteristik, např. střecha tříplášťová s větranou dolní, horní či oběma vzduchovými vrstvami.^[9]

Na **obr. 23** je uvedena skladba tříplášťové šikmé, nebo strmé střechy s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí, která nevyplňuje prostor mezi krokvemi po celou jejich výšku



Obr. 23 Tříplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí^[3]

Šikmé a strmé několikaplášťové střechy nejsou příliš rozšířené při budování podkrovních prostor. Řešení a realizace je poměrně náročná. Vyznačují se vysokou hydroizolační bezpečností a při odborné realizaci splňují náročné požadavky stavební fyziky.^[10]

6. Charakteristika používaných materiálů ve střešní konstrukci

Vhodný výběr materiálů pro skladbu střešního pláště závisí zejména na okrajových podmínkách budoucího objektu. V každé skladbě střešního pláště se vyskytuje vrstva s nosnou konstrukcí. Při výběru vhodných materiálů jednotlivých vrstev střešního pláště je nutné analyzovat uvažované střešní skladby z hlediska funkčně ekonomického pojetí. Na základě analýzy se vyhodnotí výběr optimálního řešení.

Dělení materiálů podle jednotlivých vrstev střešního pláště, ve kterých se usazují. Jedná se především o následující vrstvy:

- nosná vrstva
- hydroizolační vrstva
 - skládaná hydroizolační vrstva
 - podkladní hydroizolační vrstva
- pojistná hydroizolační vrstva
- tepelněizolační vrstva
- parotěsnicí vrstva ^[3]

6.1. Materiály nosné vrstvy

U rodinných domů se nejvíce používá nosná konstrukce střechy tvořená z dřevěných komponentů. Dřevo má totiž vhodné mechanicko-fyzikální vlastnosti, to znamená zejména malou hmotnost a pevnost v tahu. Nosnou vrstvu tvoří zejména tyto prvky:

- podkladová vrstva (bednění) z prken a fošen, které jsou nejčastěji smrkové ^[3]

V současné době při výstavbě rodinných domů čím dál méně běžná. Je vytlačována deskovými materiály na bázi dřeva. Důvodem je snadnější a rychlejší montáž. Pořizovací cena těchto materiálů je vyšší.
- podkladová vrstva (bednění) z desek vyrobených na bázi dřeva
Zejména se jedná o desky:
 - vícevrstvé desky z masivního dřeva (Biodesky)
 - vrstvená lepená překližka (PD)
 - desky Oriented strand board (OSB) ^[3]
- latě
Slouží jako závěsná a distanční nosná vrstva. ^[3]

6.2. Materiály hydroizolační vrstvy

Chrání podstřešní prostory před vodou dešťovou. Podle souvislosti povrchové vrstvy je dělíme na povlakové a skládané.^[3]

Povlakové

Jedná se především o asfaltové pásy zpravidla s nenasákavou nosnou složkou (skleněnou, polyesterovou, polypropylenovou nebo kombinace). Jsou oboustranně opatřeny asfaltovou vrstvou.^[3] Povlaková izolace se využívá především jako hydroizolační vrstva u plochých střechech.

Skládané

Krytina je tvořena z plošných, rovinných nebo tvarovaných dílců, které jsou nejčastěji spojeny pomocí drážek a přesahů. Jedná se zejména o krytiny z pálených či betonových tašek, přírodní břidlice, vlákno-cementové, rovinné a vlnité prvky, trapézové plechy, dřevěné šindele, asfaltové šindele.^[3]

6.3. Materiály pojistné hydroizolační vrstvy

Pojistná hydroizolační vrstva v konstrukci střešních plášťů brání a zároveň tvoří bezpečnostní funkci, před pronikáním vody a prachu způsobeným netěsností krytiny. Umisťuje se přímo pod krytinu. Vzduchová vrstva mezi krytinou a pojistnou hydroizolační vrstvou musí být dostatečně provětrávána. V případě uzavřené vzduchové vrstvy se hydroizolační vrstva navrhuje s co nejmenším difúzním odporem, aby difundující pára mohla volněji pronikat do uzavřené vzduchové vrstvy. Tím se zamezuje kondenzaci vodní páry na spodním líci pojistné hydroizolační vrstvy. Za difúzně otevřenou pojistnou hydroizolační vrstvou se považuje vrstva s ekvivalentní difúzní tloušťkou $r_d \leq 0,3\text{m}$.^[7]

- Pásy na bázi asfaltů
 - asfaltové střešní pásy typu A, R, S
- Pásy na bázi plastů
 - z měkčeného polyvinylchloridu (mPVC)
 - z polyizobutylenu (PIB)
 - z na bázi kaučuku
- Pojistné desky
 - dřevovláknité
 - dřevotřískové

- dřevocementové
- Pojistné folie
 - rouna impregnovaná speciálním asfaltem
 - impregnované lepenky
 - folie nebo rouna z polyetylénu, polyesteru, polyakrylu, polyuretanu

Folie jsou obvykle zesíleny nosnou vložkou, která obsahuje zejména plast a skelná vlákna. ^[3]

Pro šikmé a strmé konstrukce se nejčastěji používají pojistné folie. V těchto konstrukcích nemusí být jejich přesahy přelepeny a jsou jen samovolně překryty. Pojistná fólie je kladena vždy od okapu k hřebeni střechy.

6.4. Materiály tepelněizolační vrstvy

Tepelněizolační vlastnosti materiálu uvádí zejména součinitel tepelné vodivosti λ [W/m·K]. Pokud se tato hodnota u materiálu blíží k nule, zvětšuje se účinnost tepelné izolace proti průniku tepla. Další důležitou vlastností je difúzní odpor. Udává propustnost materiálu pro vodní páru. Čím je jeho hodnota vyšší, tím je materiál méně propustný. Dále se jedná především o pevnost, objemovou hmotnost, hořlavost, zpracovatelnost, toxicitu a cenu. Tyto vlastnosti určují vhodnost použití izolace do uvažovaného prostředí. Při výpočtech se zpravidla vychází z hodnot, které udává výrobce a deklaruje na základě certifikace výrobku. ^[14]

Tepelněizolační materiály se vyznačují porézní nebo vláknitou strukturou. Na našem trhu se vyskytují a používají především tyto materiály: ^[15]

- **Pěnové sklo** - je minerál, který se vyrábí zahřátím mletých skelných střepů a uhlovodíkového prášku. Tím se vytváří porézní materiál podobný sklu. Vyznačuje se nehořlavostí, nenasákavostí, parotěsností, křehkostí a vysokou cenou. Součinitel tepelné vodivosti λ se pohybuje 0,040 - 0,050 W/m·K. ^[3,14]
- **Pěnové plasty** - se vyznačují malou hmotností. Mohou být hořlavé i samozhášecí, nasákavé i nenasákavé

- Extrudovaný polystyren (XPS) - se používá zejména u střech plochých s opačným pořadím vrstev. Díky uzavřeným pórům je jeho nasákavost rovna téměř nule. Vyznačuje se dobrou pevností. Mezi nevýhody patří, že se musí chránit před účinky slunečního záření. Součinitel tepelné vodivosti λ se pohybuje mezi 0,030 - 0,035 W/m·K. ^[3,14]
- Pěnový polystyren (PUR) – ve stavebnictví se používá téměř výhradně tvrdá polyuretanová pěna. Aplikuje se buď strojně, pomocí nástřiku na místě, nebo se dodává ve formě desek či tvarovek. Součinitel tepelné vodivosti λ se pohybuje mezi 0,018 - 0,035 W/m·K ^[3,14]
- **Vláknité hmoty** - Získávají se tavením hornin, skla a strusky.
 - Jedná se o minerální a skelnou vatu, která snáší vysoké teploty. Vyrábí se z ní desky měkké, tuhé a polotuhé. Objemová hmotnost se pohybuje od 60 do 400 kg m⁻³, Součinitel tepelné vodivosti λ se pohybuje mezi 0,035 – 0,076 W/m·K. U nás patří mezi nejčastější zástupce těchto materiálů produkty od firem Isover, Knauf, Rockwool. ^[3,14]
- **Organické hmoty** - V poslední době jsou prosazovány zejména pro svou šetrnost k životnímu prostředí při jejich výrobě a likvidaci.
 - Ceuloza - Ceulozové tepelněizolační materiály se vyrábějí z recyklovaného novinového papíru. Hmota je impregnována retardéry hoření a přípravky proti biologickému napadení. Jedná se o poměrně levný materiál. Za jeho největší nevýhodu je považována velká nasákavost. Proto se může používat jen pro suchá prostředí. Součinitel tepelné vodivosti λ se pohybuje mezi 0,037 – 0,080 W/m·K. U nás vystupuje nejčastěji pod obchodním názvem Climatizér plus.
 - Izolace z dřevitých vláken konopí a lnu – lze považovat za čistě ekologický materiál, neboť při jejich výrobě je použito minimum chemikálií. Stejně jako u ostatních přírodních materiálů platí, že desky nasávají a uvnitř distribuují vlhkost. Tato vlastnost se nazývá sorpční schopnost. Masivnější rozšíření těchto materiálů se teprve očekává v nejbližších letech. ^[3,14]

Největší účinnosti tepelněizolační vrstvy je dosahováno, pokud je souvislá, nenasákavá a bez výskytu tepelných mostů. ^[3]

6.5. Materiály parotěsnící vrstvy

Materiál parotěsnící vrstvy je tvořen z materiálů s vysokým difúzním odporem.

Fólie jsou vyráběny především z materiálu:

- na bázi asfaltových pásů
- kovových fólií
 - z hliníku
- plastových fólií
 - z polystyrenu
 - z polyethylenu
 - z polyamidu
 - z polypropylenu
- Kombinací

Parotěsnící vrstva se zpravidla umísťuje co nejbližší k interiéru. Zabraňuje pronikání vodních par z interiéru do vnitřku konstrukce. Propustnost je charakterizovaná difúzním odporem viz. **kap. 4. 4.** ^[3,14]

7. Výpočet tepelného odporu, součinitele prostupu tepla pro vybrané skladby ve střešní konstrukci

V následující kapitole se porovná 7 dvouplášťových střešních skladeb exponovaných do šikmé střešní plochy. Tyto varianty jsou zdokumentovány v projektové příloze. Šest skladeb bylo vybráno na základě propagace určitého výrobce tepelných izolací a jedna je navržena autorem práce. Při výběru byly zohledněny dva typy skladeb. V prvním typu skladby je tepelněizolační vrstva nad nosnou konstrukcí, druhý typ obsahuje tepelněizolační vrstvy mezi a pod nosnou konstrukcí. V autorem navržené skladbě je pro porovnání tepelněizolační vrstva umístěna pouze mezi prvky nosné konstrukce (krokveři). Tento návrh má poukázat na fakt, že na dnešní poměry je tato skladba nevyhovující.

Všechny střešní skladby obsahují pro jednoduchost střešní krytinu Bramac typ Alpská klassic v základní barvě. Z důvodu velké cenové variability střešních krytin se tím zobektivní porovnání střešních skladeb z hlediska celkové katalogové ceny za jeden m² skladby. Cena tepelných izolací, střešní krytiny a podhledové vrstvy, je získána z oficiálních stránek výrobců, ostatní materiál odpovídá běžným cenám stavebnin pro rok 2012. V ceně skladby nebude zahrnuta nosná konstrukce střechy a spojovací doplňkový materiál (vruty, hřebíky, sponky, lepicí pásky atd.). U skladeb nadkrokevního systému budou v ceně skladby započteny hlavní kotvící prvky nadkrokevní izolace. Je to z důvodu nezanedbatelné role ve struktuře ceny skladby.

U každé skladby jsou pro porovnání vlivu tepelných mostů provedeny dva výpočty. První výpočet součinitele prostupu tepla a tepelného odporu zohlední lineární tepelné mosty. To znamená, že je uvažován hlavní spojovací materiál (bodové lineární mosty), jako jsou třeba konstrukční upevňovací vruty izolace nekrokevního systému. Ostatní spojovací materiál, jako jsou hřebíky, sponky atd., nebudou ve výpočtu uvažovány. Lineární tepelné mosty, vzniklé např. nosnou konstrukcí (krokveři), jsou při výpočtech zohledněny prostřednictvím snížení součinitele tepelné vodivosti λ příslušné vrstvy ze skladby konstrukce viz **kap. 4. 1.**

U druhého výpočtu součinitele prostupu tepla a tepelného odporu nejsou pro porovnání vlivu tepelných mostů na konstrukci tepelné mosty ve výpočtu zohledněny.

7.1. Dvouplášťové střešní skladby podle firmy Isover a. s.

Skladby od firmy Isover a. s. jsou zdokumentovány v projektové příloze č. 1 a 2. Skladby jsou exponované do konstrukce krovu. Osová vzdálenost krokví je 1000 mm a průřez krokve činí 200 x 120 mm. ^[22]

Výrobce udává, že každá kontralat' musí obsahovat 4 dvouzávité konstrukční vruty pro dostatečné upevnění nadkroevní izolace. To činí v průměru 3 konstrukční vruty na 1 m². Pro výšku izolace 320 mm se použijí podle výrobce dvouzávité konstrukční vruty Twin UD 7 x 520. ^[22]

Tab. 7 Skladba č. 1: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s. ^[22]				
Materiál vrstvy		Tloušťka vrstvy (mm)	Cena bez DPH	
1)	Bramac alpská klassic	-	378 Kč/m ²	
2)	Latě (40 x 60)	40	14 Kč/bm	45 Kč/m ²⁽¹⁾
3)	Kontralatě (40 x 60)	40	14 Kč/bm	13 Kč/m ²⁽¹⁾
4)	Tyvek Soft	-	45 Kč/m ²	
5)	Isover Orsik (160 mm)	320	211 Kč/m ²	
	⁽²⁾ Isover Orsik (160 mm)		211 Kč/m ²	
	Isover Tramp (320 mm)		235 Kč/bm	352 Kč/m ²⁽¹⁾
	Twin UD 7 x 520 mm		160 Kč/ks	480 Kč/m ²⁽¹⁾
6)	Isover Vario KM	-	60 Kč/m ²	
7)	OSB	22	205 Kč/m ²	
Cena 1 m ² skladby bez nosné konstrukce			2000 Kč/m²	
Součinitel prostupu tepla podle výrobce			0,130 W/m²·K	
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo			0,123 W/m²·K	
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo			7,97 m²·K/W	
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo			0,115 W/m²·K⁽³⁾	

Pokračování Tab. 7 Skladba č. 1: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s.	
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo	8,59 m²·K/W⁽³⁾
⁽¹⁾ Průměrná cena vrstvy 1m ² vypočtená ze 100 m ² vrstvy ⁽²⁾ Vrstva obsahuje lineární tepelné mosty (konstrukční trámky a vruty) ⁽³⁾ Výpočet neuvažuje lineární tepelné mosty	

Charakteristika vrstev skladby č. 1:

- vnější (horní) střešní plášť
 - 1) Bramac alpská classic – betonová střešní krytina
 - 2) latě – nosná vrstva krytiny
 - 3) kontralatě – podkladní vrstva latí, vytváří větranou vzduchovou mezeru
- vnitřní (dolní) střešní plášť
 - 4) Tyvek Soft - pojistná hydroizolace, kontaktní difúzně otevřená fólie $s_d \leq 0,025$ m, možnost kladení přímo na izolaci
 - 5) Isover Orsik – vláknitá izolační hmota z minerálních vláken, součinitel tepelné vodivosti materiálu $\lambda = 0,038$ W/m·K
Isover Tramp – konstrukční trámky určené k systému nadkrokevní izolace, součinitel tepelné vodivosti materiálu 0,044 W/m·K.
Twin UD 7 x 520 – konstrukční ocelové dvou-závitové vruty
 - 6) Isover Vario KM – parotěsnicí folie s proměnnou ekvivalentní difúzní tloušťkou $s_d = 0,3 - 5$ m
 - 7) OSB – Oriented strand board (OSB) je deska, vzniklá slepením a slisováním tří vrstev velkoplošných třísek. Pro použití ve střešní konstrukci se používají desky lepené vlhkovzdornými lepidly. Desky jsou vzájemně spojovány na pero a drážku.

Tab. 8 Skladba č. 2: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s.^[22]			
Materiál vrstvy		Tloušťka vrstvy (mm)	Cena bez DPH
1)	Bramac alpská classic	-	378 Kč/m ²
2)	Latě (40 x 60)	40	14 Kč/bm 45 Kč/m ²⁽¹⁾
3)	Kontralatě (40 x 60)	40	14 Kč/bm 13 Kč/m ²⁽¹⁾
4)	Tyvek Soft	-	45 Kč/m ²
5)	OSB (bednění)	22	205 Kč/m ²
6)	Isover Orsik ⁽²⁾	200	264 Kč/m ²
7)	Isover Domo	160	176 Kč/m ²
8)	Cd profil	30	13 Kč/bm 33 Kč/m ²⁽¹⁾
9)	Isover Vario KM	-	60 Kč/m ²
10)	2x sádrokarton	30	130 Kč/m ²
Cena 1 m ² skladby bez nosné konstrukce			1349 Kč/m²
Součinitel prostupu tepla podle výrobce			0,120 W/m²·K
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo			0,115 W/m²·K
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo			8,58 m²·K/W
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo			0,101 W/m²·K⁽³⁾
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo			9,77 m²·K/W⁽³⁾
⁽¹⁾ Průměrná cena vrstvy 1m ² vypočtená ze 100 m ² vrstvy			
⁽²⁾ Vrstva obsahuje lineární tepelné mosty (krokve)			
⁽³⁾ Výpočet neuvažuje lineární tepelné mosty			

Charakteristika vrstev skladby č. 2:

- vnější (horní) střešní plášť
 - 1) Bramac alpská classic – betonová střešní krytina
 - 2) latě – nosná vrstva krytiny
 - 3) kontralatě – podkladní vrstva latí, vytváří větranou vzduchovou mezeru
- vnitřní (dolní) střešní plášť
 - 4) Tyvek Soft – pojistná hydroizolace, kontaktní difúzně otevřená fólie $s_d \leq 0,025$ m, možnost kladení přímo na izolaci

- 5) OSB – Oriented strand board (OSB) je deska, vzniklá slepením a slisováním tří vrstev velkoplošných třísek. Pro použití ve střešní konstrukci se používají desky lepené vlhkuvzdorným lepidly. Desky jsou vzájemně spojovány na pero a drážku.
- 6) Isover Orsik – vláknitá izolační hmota z minerálních vláken, součinitel tepelné vodivosti materiálu $\lambda = 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- 7) Isover Domo – vláknitá izolační hmota ze skelných vláken, součinitel tepelné vodivosti materiálu $\lambda = 0,039 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- 8) Cd profil – pozinkovaný ocelový tenký plech ve tvaru U, slouží jako závěsná konstrukce podhledu
- 9) Isover Vario KM – parotěsnicí folie s proměnnou ekvivalentní difúzní tloušťkou $s_d = 0,3 - 5\text{m}$
- 10) sádkartón – deska je tvořena sádrovým vnitřkem který je oboustranně opláštěn papírem, oblíbený a hojně využívaný materiál podhledu

7.2. Dvouplášťové střešní skladby podle firmy Rockwool a. s.

Skladby od firmy Rockwool a. s. jsou zdokumentovány v projektové příloze č. 3 a 4. Skladby jsou exponované do konstrukce krovu. Osová vzdálenost krokví je 1000 mm a průřez krokve činní 160 x 120 mm.^[23]

Výrobce udává, že každá přídatná krokev, při obvyklé rozteči krokví do 1,2 m a sklonu střešní roviny 30° - 60°, musí být kotvena kovovým držákem v maximální vzdálenosti 1m po ose přídatné krokeve. Což činní v průměru 1 nadkrokovní držák na 1 m².^[23]

Tab. 9 Skladba č. 3: Dvouplášťová střeška s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a. s., systém TOPROCK^[23]				
Materiál vrstvy		Tloušťka vrstvy (mm)	Cena bez DPH	
1)	Bramac alpská klassic	-	378 Kč/m ²	
2)	Latě (40 x 60)	40	14 Kč/bm	45 Kč/m ² ⁽¹⁾
3)	Kontralatě (40 x 60)	40	14 Kč/bm	13 Kč/m ² ⁽¹⁾
4)	Tyvek Soft ⁽³⁾	-	45 Kč/m ²	

Pokračování Tab. 9 Skladba č. 3: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a. s., systém TOPROCK^[23]				
Materiál vrstvy		Tloušťka vrstvy (mm)	Cena bez DPH	
5) (2)	Rockwool Airrock LD (80 mm) přídavné krokve (80 x 60) nad-krokevní držák	80	112 Kč/m ²	
			5500 Kč/m ³	38 Kč/m ² ⁽¹⁾
			180 Kč/ks	180 Kč/m ² ⁽¹⁾
6)	Rockwool Airrock LD	160	224 Kč/m ²	
7)	Hydrobit V 60 S 35 ⁽⁴⁾	-	49 Kč/m ²	
8)	OSB	22	205 Kč/m ²	
Cena 1 m ² skladby bez nosné konstrukce			1289 Kč/m²	
Součinitel prostupu tepla podle výrobce			0,159 W/m²·K	
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo			0,153 W/m²·K	
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo			6,41 m²·K/W	
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo			0,143 W/m²·K⁽⁵⁾	
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo			6,85 m²·K/W⁽⁵⁾	
⁽¹⁾ Průměrná cena vrstvy 1m ² vypočtená ze 100 m ² vrstvy				
⁽²⁾ Vrstva obsahuje lineární tepelné mosty (krokve)				
⁽³⁾ Firma udává jen: pojistná hydroizolace s _d < 0,03 m, čemuž odpovídá materiál vrstvy				
⁽⁴⁾ Firma udává jen: asfaltový pás s _d > 100 m, čemuž odpovídá materiál vrstvy				
⁽⁵⁾ Výpočet neuvažuje lineární tepelné mosty				

Charakteristika vrstev skladby č. 3:

- vnější (horní) střešní plášť
 - 1) Bramac alpská classic – betonová střešní krytina
 - 2) latě – nosná vrstva krytiny
 - 3) kontralatě – podkladní vrstva latí, vytváří větranou vzduchovou mezeru
- vnitřní (dolní) střešní plášť
 - 4) Tyvek Soft – pojistná hydroizolace, kontaktní difúzně otevřená fólie s_d ≤ 0,025 m, možnost kladení přímo na izolaci.

- 5) Rockwool Airrock LD – minerální vlna pojená organickou pryskyřicí, součinitel prostupu tepla materiálu $\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
přídavné krokve – dřevěná vrstva složí jako podklad pro nosnou a podkladní vrstvu střešního pláště
nadkroevní držák – kotvící ocelový držák přídavné krokve
- 6) Rockwool Airrock LD – minerální vlna pojená organickou pryskyřicí, součinitel prostupu tepla materiálu $\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- 7) Hydrobit V 60 S 35 – asfaltový pás $s_d > 100$, pochozí pojistná hydroizolace
- 8) OSB – Oriented strand board (OSB) je deska, vzniklá slepením a slisováním tří vrstev velkoplošných třísek. Pro použití ve střešní konstrukci se používají desky lepené vlhku-vzdorným lepidlem. Desky jsou vzájemně spojovány na pero a drážku.

Tab. 10 Skladba č. 4: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a. s. ^[23]				
Materiál vrstvy		Tloušťka vrstvy (mm)	Cena bez DPH	
1)	Bramac alpská classic	-	378 Kč/m ²	
2)	Latě (40 x 60)	40	14 Kč/bm	45 Kč/m ²⁽¹⁾
3)	Kontralatě (40 x 60)	40	14 Kč/bm	13 Kč/m ²⁽¹⁾
4)	Tyvek Soft	-	45 Kč/m ²	
5)	Rockwool Airrock LD ⁽²⁾	160	224 Kč/m ²	
6)	Rockwool Airrock LD	60	84 Kč/m ²	
(2)	Dřevěný rošt (60x40)		14 Kč/bm	24 Kč/m ²⁽¹⁾
7)	Cd profil	30	13 Kč/bm	33 Kč/m ²⁽¹⁾
8)	Isover Vario KM	-	45 Kč/m ²	
9)	Sádrokarton	15	65 Kč/m ²	
Cena 1 m ² skladby bez nosné konstrukce			820 Kč/m²	
Součinitel prostupu tepla podle výrobce			0,216 W/m²·K	
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo			0,211 W/m²·K	
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo			4,61 m²·K/W	
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo			0,156 W/m²·K⁽³⁾	

Pokračování Tab. 10 Skladba č. 4: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a. s.	
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo	6,28 m²·K/W⁽³⁾
⁽¹⁾ Průměrná cena vrstvy 1m ² vypočtená ze 100 m ² vrstvy ⁽²⁾ Vrstva obsahuje lineární tepelné mosty ⁽³⁾ Výpočet neuvažuje lineární tepelné mosty	

Charakteristika vrstev skladby č. 4:

- vnější (horní) střešní plášť
 - 1) Bramac alpská classic – betonová střešní krytina
 - 2) latě – nosná vrstva krytiny
 - 3) kontralatě – podkladní vrstva latí, vytváří větranou vzduchovou mezeru
- vnitřní (dolní) střešní plášť
 - 4) Tyvek Soft – pojistná hydroizolace, kontaktní difúzně otevřená fólie $s_d \leq 0,025$ m, možnost kladení přímo na izolaci.
 - 5) Rockwool Rockmin – minerální vlna pojená organickou pryskyřicí, součinitel prostupu tepla materiálu $\lambda = 0,039$ W/m·K
 - 6) Rockwool Airrock LD – minerální vlna pojená organickou pryskyřicí, součinitel prostupu tepla materiálu $\lambda = 0,036$ W/m·K
dřevěný rošt – slouží ke vkládání izolačních desek Rockwool Airrock LD
 - 7) Cd profil – pozinkovaný ocelový tenký plech ve tvaru U, slouží jako závěsná konstrukce podhledu
 - 8) Isover Vario KM – parotěsnicí folie s proměnnou ekvivalentní difúzní tloušťkou $s_d = 0,3 - 5$ m
 - 9) sádrokarton – deska je tvořena sádrovým vnitřkem, který je oboustranně opláštěn papírem, oblíbený a hojně využívaný materiál podhled

7.3. Dvouplášťová střešní skladba podle firmy Ursa s. r. o.

Skladba od firmy Ursa s. r. o. je zdokumentována v projektové příloze č. 5. Skladba je exponovaná do konstrukce krovu. Osová vzdálenost krokví je 900 mm a průřez krokve činí 160 x 100 mm.^[24]

Tab. 11 Skladba č. 5: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Ursa s. r. o.^[24]				
Materiál vrstvy		Tloušťka vrstvy (mm)	Cena bez DPH	
1)	Bramac alpská classic	-	378 Kč/m ²	
2)	Latě (40 x 60)	40	14 Kč/bm	45 Kč/m ²⁽¹⁾
3)	Kontralatě (40 x 60)	40	14 Kč/bm	13 Kč/m ²⁽¹⁾
4)	URSA SECO 3000	-	67 Kč/m ²	
5)	URSA SF 35 ⁽²⁾	160	279 Kč/m ²	
6)	URSA SF 35	120	209 Kč/m ²	
7)	Cd profil	30	13 Kč/bm	33 Kč/m ²⁽¹⁾
8)	URSA SECO 500	-	50 Kč/m ²	
9)	Sádrokarton	15	65 Kč/m ²	
Cena 1 m ² skladby bez nosné konstrukce			1139 Kč/m²	
Součinitel prostupu tepla podle výrobce			0,14 W/m²·K	
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo			0,140 W/m²·K	
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo			7,00 m²·K/W	
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo			0,12 W/m²·K⁽³⁾	
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo			8,17 m²·K/W⁽³⁾	
⁽¹⁾ Průměrná cena vrstvy 1m ² vypočtená ze 100 m ² vrstvy				
⁽²⁾ Vrstva obsahuje lineární tepelné mosty (krokve)				
⁽³⁾ Výpočet neuvažuje lineární tepelné mosty				

Charakteristika vrstev skladby č. 5:

- vnější (horní) střešní plášť
 - 1) Bramac alpská classic – betonová střešní krytina
 - 2) latě – nosná vrstva krytiny
 - 3) kontralatě – podkladní vrstva latí, vytváří větranou vzduchovou mezeru
- vnitřní (dolní) střešní plášť
 - 4) URSA SECO 3000 – pojistná hydroizolace, kontaktní třívrstvá polypropylénová fólie difúzně otevřená $s_d < 0,2$ m, možnost kladení přímo na izolaci
 - 5) URSA SF 35 – vláknitá izolační hmota ze skelných vláken, součinitel tepelné vodivosti materiálu $\lambda = 0,035$ W/m·K

- 6) URSA SF 35 – vláknitá izolační hmota ze skelných vláken, součinitel tepelné vodivosti materiálu $\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- 7) Cd profil – pozinkovaný ocelový tenký plech ve tvaru U, slouží jako závěsná konstrukce podhledu
- 8) URSA SECO 500 – parotěsnící folie s ekvivalentní difúzní tloušťkou $s_d > 100 \text{ m}$
- 9) sádkarton – deska je tvořena sádrovým vnitřkem, který je oboustranně opláštěný papírem, oblíbený a hojně využívaný materiál podhledu

7.4. Dvouplášťová střešní skladba podle firmy Bramac s. r. o.

Skladba od firmy Bramac je zdokumentována v projektové příloze č. 6. Skladba je exponovaná do konstrukce krovu. Osová vzdálenost krokví je 900 mm a průřez krokve činí 160 x 100 mm.^[25]

Výrobce udává podle výšky tepelněizolační vrstvy a bednění délku vrutů 300 mm. Podle sklonu je pak volen rozestup konstrukčních dvou-závitových vrutů na kontralatí. Počet vrutů se pohybuje u šikmých střech okolo 4 dvouzávitových konstrukčních vrutů na 1 m^2 .^[25]

Tab. 12 Skladba č. 6: Dvouplášťová střeška s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Bramac s. r. o., systém Therm top^[25]				
Materiál vrstvy		Tloušťka vrstvy (mm)	Cena bez DPH	
1)	Bramac alpská classic	-	378 Kč/m ²	
2)	Latě (40 x 60)	40	14 Kč/bm	45 Kč/m ² ⁽¹⁾
3)	Kontralatě (40 x 60)	40	14 Kč/bm	13 Kč/m ² ⁽¹⁾
4)	Bramac Therm top	140	820 Kč/m ²	
(2)	UD - 7 x 300		40 Kč/ks	160 Kč/m ² ⁽¹⁾
5)	Bramac Membran 100	-	56 Kč/m ²	
6)	OSB	22	205 Kč/m ²	
Cena 1 m ² skladby bez nosné konstrukce			1677 Kč/m²	
Součinitel prostupu tepla podle výrobce			0,16 W/m²·K	
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo.			0,163 W/m²·K	

Pokračování Tab. 12 Skladba č. 6: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Bramac s. r. o., systém Therm top	
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo.	6 m²·K/W
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo.	0,15 W/m²·K⁽³⁾
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo.	6,53 m²·K/W⁽³⁾
⁽¹⁾ Průměrná cena vrstvy 1m ² vypočtená ze 100 m ² vrstvy. ⁽²⁾ Vrstva obsahuje lineární bodové tepelné mosty (konstrukční vruty). ⁽³⁾ Výpočet neuvažuje lineární tepelné mosty.	

Charakteristika vrstev skladby č. 6:

- vnější (horní) střešní plášť
 - 1) Bramac alpská classic – betonová střešní krytina
 - 2) latě – nosná vrstva krytiny
 - 3) kontralatě – podkladní vrstva latí, vytváří větranou vzduchovou mezeru
- vnitřní (dolní) střešní plášť
 - 4) Bramac Therm top – tvrzená polyisokyanátová pěna (PIR), která je oboustraně osazena hliníkovou fólií, horní plocha je opatřena pojistnou hydroizolací z polypropylenu se svislým a vodorovným přesahem pro dostatečné napojení hydroizolační vrstvy
UD - 7 x 300 – konstrukční ocelové dvou-závitové vruty
 - 5) Bramac Membran 100 – parotěsnicí folie s ekvivalentní difúzní tloušťkou $s_d > 100 \text{ m}$
 - 6) OSB – Oriented strand board (OSB) je deska, vzniklá slepením a slisováním tří vrstev velkoplošných třísek. Pro použití ve střešní konstrukci se používají desky lepené vlhku-vzdorným lepidlem. Desky jsou vzájemně spojovány na pero a drážku

7.5. Dvouplášťová střešní skladba podle autora práce

Skladba od autora práce je zdokumentována v projektové příloze č. 7.

V autorem navržené skladbě je pro porovnání tepelněizolační vrstva umístěna pouze mezi prvky nosné konstrukce (krokvemi). Tento návrh má poukázat na fakt, že na dnešní poměry je tato skladba absolutně nevyhovující.

Skladba bude založena na provedení podle firmy Ursa s. r. o., skladba č. 5. Tepelněizolační vrstva pod nosnou konstrukcí bude ale vynechána.

Tab. 13 Skladba č. 7: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi nosnou konstrukcí podle autora práce				
Materiál vrstvy		Tloušťka vrstvy (mm)	Cena bez DPH	
1)	Bramac alpská classic	-	378 Kč/m ²	
2)	Latě (40 x 60)	40	14 Kč/bm	45 Kč/m ² ⁽¹⁾
3)	Kontralatě (40 x 60)	40	14 Kč/bm	13 Kč/m ² ⁽¹⁾
4)	URSA SECO 3000	-	67 Kč/m ²	
5)	URSA SF 35 ⁽²⁾	160	279 Kč/m ²	
7)	Cd profil	30	13 Kč/bm	33 Kč/m ² ⁽¹⁾
8)	URSA SECO 500	-	50 Kč/m ²	
9)	Sádrokarton	15	65 Kč/m ²	
Cena 1 m ² skladby bez nosné konstrukce			794 Kč/m²	
Součinitel prostupu tepla podle výrobce			-	
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo.			0,301 W/m²·K	
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo			3,19 m²·K/W	
Součinitel prostupu tepla vypočtený pomocí software Teplo			0,205 W/m²·K⁽³⁾	
Tepelný odpor konstrukce vypočtený pomocí software Teplo			4,74 m²·K/W⁽³⁾	
⁽¹⁾ Průměrná cena vrstvy 1m ² vypočtená ze 100 m ² vrstvy				
⁽²⁾ Vrstva obsahuje lineární tepelné mosty (krokve)				
⁽³⁾ Výpočet neuvažuje lineární tepelné mosty				

Charakteristika vrstev skladby č. 7:

- vnější (horní) střešní plášť
 - 1) Bramac alpská classic – betonová střešní krytina
 - 2) latě – nosná vrstva krytiny
 - 3) kontralatě – podkladní vrstva latí, vytváří větranou vzduchovou mezeru
- vnitřní (dolní) střešní plášť
 - 4) URSA SECO 3000 – pojistná hydroizolace, kontaktní třívrstvá polypropylénová fólie difúzně otevřená $s_d < 0,2$ m, možnost kladení přímo na izolaci

- 5) URSA SF 35 – vláknitá izolační hmota ze sklených vláken, součinitel tepelné vodivosti materiálu $\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- 6) Cd profil – pozinkovaný ocelový tenký plech ve tvaru U, slouží jako závěsná konstrukce podhledu
- 7) URSA SECO 500 – parotěsnicí folie s ekvivalentní difúzní tloušťkou $s_d > 100 \text{ m}$
- 8) sádrokarton – deska je tvořena sádrovým vnitřkem který je oboustranně opláštěn papírem, oblíbený a hojně využívaný materiál podhledu

8. Porovnání výsledků jednotlivých skladeb ve střešní konstrukci

V následující **tab. 14** jsou shrnuty jednotlivé výsledky porovnávaných skladeb podle **kap. 7**. Vypočtený součinitel prostupu tepla je ve všech případech srovnatelný s hodnotou, kterou udává výrobce. Pro výstižnější posouzení je cena skladby za 1 m² přepočtena na běžnou plochu skladby střechy rodinného domu, která se běžně pohybuje okolo 150 m². Všechny skladby jsou zdokumentovány v projektové příloze.

Tab. 14 Výsledky skladeb					
skladba č.	cena skladby bez nosné konstrukce		součinitel prostupu tepla (U)		
			udávaný výrobcem	vypočtený	
				s tepelnými mosty	bez tepelných mostů
Kč/m ²	Kč /150 m ²	W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K	
1	2 000	300 000	0,130	0,123	0,115
2	1 349	202 350	0,120	0,115	0,101
3	1 289	193 350	0,159	0,153	0,143
4	820	123 000	0,216	0,211	0,156
5	1 139	170 850	0,140	0,140	0,120
6	1 677	251 550	0,160	0,163	0,150
7	794	119 100	-	0,301	0,205

Výpočet tepelných ztrát a náklady na elektrickou energii za jednu topnou sezonu budou vztaženy na oblast Klatovy. Topná sezona je pro tuto oblast určena podle **tab. 17**. Veškeré výpočty za náklady na elektrickou energii jsou uvažovány pro plochu konstrukce 150m² s průměrnou vnitřní teplotou 20 °C. Vychází se z běžné ceny elektrické energie 4,5 Kč/kWh, uvedeno v **tab. 16**.

Procentuální vyjádření výsledků součinitele prostupu tepla U udává graf **č. 1 a 2**.

Tepelné ztráty způsobené prostupem konstrukce jsou uvažovány zjednodušeným výpočtem:

$$Q_p = \frac{U \cdot A \cdot \Delta T \cdot t}{10^9} \quad [\text{GJ/rok}] \quad (18)$$

U – vypočtený součinitel prostupu tepla [W/m²·K]

A – plocha konstrukce [m²]

ΔT – udává rozdíl mezi uvažovanou průměrnou vnitřní teplotou 20 °C a průměrnou venkovní teplotou 4,69 °C v otopném období, kterou udává **tab. 16** [K]

t – uvažovaný počet dnů topného období odvozený z **tab. 16** [s]

Tab. 15 Porovnání výsledků jednotlivých skladeb					
skladba č.	o kolik je hodnota nižší než udává výrobce	ztráta způsobená ve skladbě tepelnými mosty	tepelné ztráty	náklady za elektrickou energii	doba návratnosti investice vztažená na skladbu č. 7
	-	-	GJ/rok	Kč/rok	roky
1	5,7 %	6,5 %	6,7	8 329	24,9
2	4,3 %	12,2 %	6,2	7 787	16,1
3	3,9 %	6,5 %	8,3	10 360	19,3
4	2,4 %	26,1 %	11,4	14 288	20,2
5	0,0 %	14,3 %	7,6	9 480	15,7
6	-1,8 %	8,0 %	8,8	11 038	26,9
7	-	31,9 %	16,3	20 382	

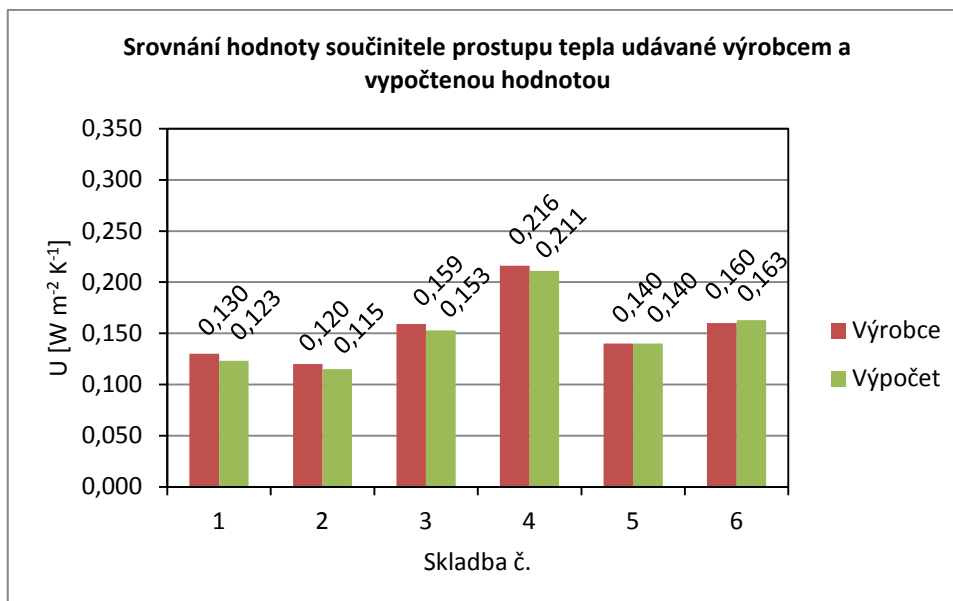
Doba návratnosti je vztažena k nejhoršímu typu skladby č. 7. Zjistíme ji, když pořizovací cenu skladby za 150 m² vydělíme rozdílem nákladů za elektrickou energii za jeden rok vzhledem k nejhorší skladbě.

Tab. 16 Vstupní hodnoty k výpočtu jednotlivých skladeb					
Energie			ΔT (průměr)	Plocha střechy	Vnitřní průměrná teplota
Kč/kWh	GJ/kWh	Kč/GJ	K	m ²	K
4,5	0,0036	1250	15,31	150	293,15

Běžná cena elektrické energie se uvažuje 4,5 Kč/kWh a je přepočtena na Kč/GJ. Rozdíl vnitřní průměrné teploty a venkovní udává ΔT .

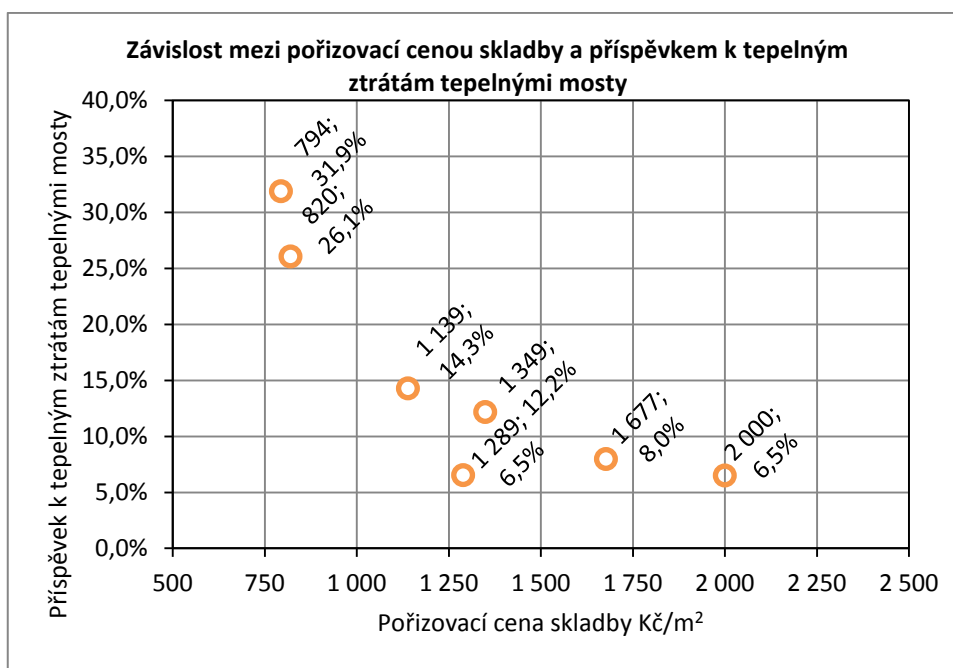
Tab. 17 Průměrné venkovní teploty v otopném období ^[22]									
Venk. teploty	Topná sezóna – průměrné venkovní teploty (Klatovy)								
	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen
°C	12,9	7,7	2,6	-0,8	-2,1	-0,9	3,1	7,3	12,4
K	286,05	280,85	275,75	272,35	271,05	272,25	276,25	280,45	285,55
Průměr venkovní teploty za topnou sezónu									
°C	4,69								
K	277,84								
topná sezóna je 273 dní									

Z **tab. 17** jsou uvedeny průměrné venkovní teploty v otopném období pro město Klatovy. Průměrná venkovní teplota v topné sezoně činí 4,69 °C a topná sezona je 273 dní.



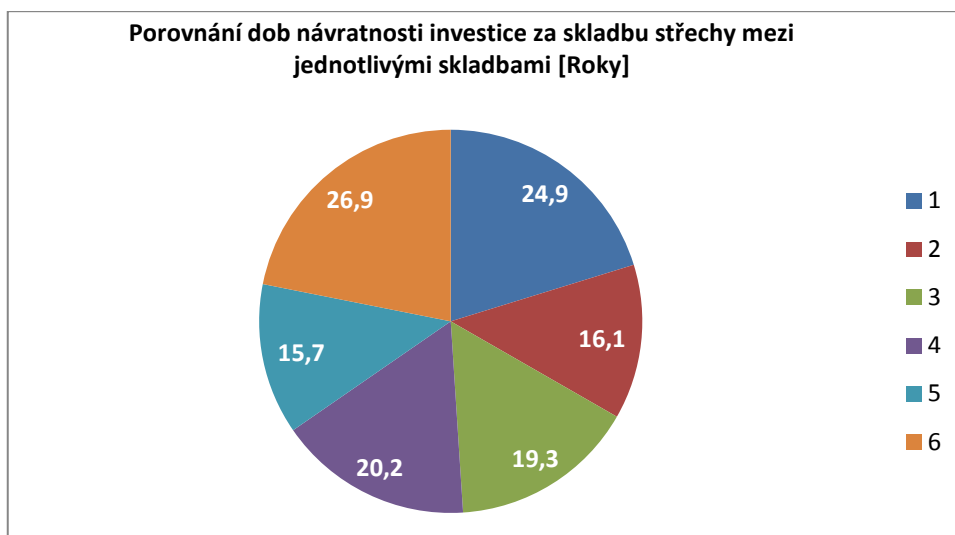
Graf č. 1 Srovnání hodnoty součinitele prostupu tepla udávané výrobcem a vypočtenou hodnotou

Podle **graf. 1** hodnoty součinitele prostupu tepla udávané výrobcem jsou u všech skladeb srovnatelné s vypočtenými hodnotami a neliší se o více než 6%.



Graf č. 2 Závislost mezi pořizovací cenou skladby a příspěvkem k tepelným ztrátám tepelnými mosty

Na **grafu č. 2** je vidět zřejmý vliv pořizovací ceny skladby materiálu na příspěvek k tepelným ztrátám, které jsou způsobeny tepelnými mosty. Čím dražší skladba, tím zpravidla menší únik tepla. Z grafu také vyplývá, že izolace umístěna nad nosnou konstrukcí je zpravidla dražší a tvoří menší tepelné ztráty, způsobené vlivem tepelných mostů. Jedná se o skladby **č. 1, 6 a 3** kde je příspěvek k tepelným ztrátám menší než 8 %.



Graf č. 3 Porovnání dob návratnosti investice za skladbu střechy mezi jednotlivými skladbami

Graf č. 3 ukazuje vyhodnocení doby návratnosti za skladbu střechy, vztažené k nejlevnější variantě. Nejkratší dobu návratnosti mají skladby 2 a 5 (cca 16 let). V době návratnosti se neuvažuje trvalý růst cen energií.

9. Celkový závěr a doporučení pro potenciálního zájemce

První část bakalářské práce popisuje základní fyzikální pochody v tepelněizolované střešní konstrukci, vztažené na normové požadavky. Charakterizuje součinitel prostupu tepla a tepelný odpor jako dvě základní veličiny, za pomoci kterých se posuzují tepelněizolační vlastnosti skladby střechy. Uvádí normované požadované hodnoty na součinitel prostupu tepla pro střešní konstrukci. Určuje návrhovou teplotu venkovního vzduchu v zimním období, která se odvíjí od teplotní oblasti v České republice. Charakterizuje kondenzaci vodní páry ve střešní konstrukci a udává požadavky na výskyt zkondenzované vodní páry ve střešní konstrukci.

Druhá část dělí jednotlivé střešní konstrukce podle sklonu střešní roviny. Uvádí nejběžněji používané dřevěné konstrukce zastřešení. Zabývá se skladbami střešního pláště a to zejména šikmých a strmých střech. Popisuje jejich nejběžnější tvary zastřešení a způsoby umístění tepelné izolace. Skladby plochých střech jsou uvedeny stručně, protože se s nimi při výpočtech v závěru nepočítá.

Třetí část popisuje jednotlivé materiály, které se běžně vyskytují ve střešní konstrukci a to z hlediska jejich umístění a funkce.

Čtvrtá část porovnává sedm dvouplášťových střešních skladeb z hlediska prostupu tepla. Šest z nich bylo vybráno od jmenovaných výrobců. Sedmá skladba byla navržena autorem práce a její vlastnosti z hlediska prostupu tepla byly voleny jako nejméně vyhovující. To proto, aby se s ní ostatní skladby daly porovnat. Všechny typy skladeb byly zpracovány a jsou uvedeny v projektové příloze. V této části byly vypočteny hodnoty součinitele prostupu tepla za pomoci software Teplo (aplikační program tepelné techniky). Výpočty byly prováděny jak pro skladbu střešní konstrukce s výskytem tepelných mostů, tak pro skladbu střešní konstrukce bez výskytu tepelných mostů. Pro každou skladbu byla vypočítána cena za 1m^2 plochy skladby.

Pátá část porovnává a graficky zpracovává výsledky jednotlivých skladeb ve střešní konstrukci. Vypočítané hodnoty součinitele prostupu tepla jsou porovnány s výsledky, které udávají jednotliví výrobci. Tyto výsledky se téměř shodují a neliší se o více než o

6%. Bylo prokázáno, že nejlepší tepelněizolační vlastnosti má skladba č. 2 a 1. Zároveň se také potvrdilo, že tyto skladby patří cenově k těm dražším. Z grafu č. 2 vyplývá, že systémy nadkrokevní izolace jsou zpravidla dražší, ale zároveň méně přispívají k tepelným ztrátám, způsobenými tepelnými mosty. Jedná se o skladby č. 1, 3 a 6. U každé skladby byly vyhodnoceny náklady na protopenou elektrickou energii pro uvažovanou plochu střešní konstrukce 150 m² vztaženou na oblast Klatovy za jeden rok. Nejmenší náklady jsou prokázány u skladby č. 2. Z těchto údajů byla vypočítána doba návratnosti investice za skladbu střechy vztaženou na cíleně volenou nejhorší skladbu č. 7. Nejdelší dobu návratnosti má skladba č. 6 s 26,9 roky a skladba č. 1 s 24,9 roky. Naproti tomu nejlepší výsledky má skladba č. 5 s 15,7 roky a skladba č. 2 s 16,1 roky.

Na základě uvedených výsledků těchto skladeb bych potencionálnímu zájemci jednoznačně doporučil skladbu č. 2. Jedná se o dvouplášťovou střechu s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí navrženou firmou Isover a. s. Je to proto, že má nejmenší součinitel prostupu tepla ze všech skladeb a zároveň jednu z nejkratších dob návratnosti. Také její cena je příznivá. Patří sice mezi dražší skladby, ale v porovnání s ostatními cenami skladeb se nachází zhruba uprostřed.

Zároveň se také potvrdilo u skladby č. 7, že v dnešní době je nevyhovující umisťovat izolaci pouze mezi krokve. Tato skladba neodpovídá ani požadované hodnotě součinitele prostupu tepla, který je u nás vyžadován podle normy. Ostatní skladby požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla splňují.

Celá problematika je samozřejmě ve skutečnosti daleko složitější, než bylo popsáno. Obecně platí, že čím je střešní plocha více členitá, tím dochází k horšímu napojování izolačních vrstev a tím se navyšují úniky tepla do venkovního prostředí. Potencionální zájemce o střešní skladbu, nebo o dodatečné zateplení střešní konstrukce, by měl vždy zvažovat více možností konstrukčního řešení, které mu budou nabízeny určitými firmami. Ty by měl pak konzultovat s odborně zaměřenou, nezávislou osobou.

10. Seznam použité literatury

- [1] SCHUNCK, Eberhard. *Atlas střech: šikmé střechy*. 4. vyd. (nové zpracování). Bratislava: Jaga group, 2003. ISBN 80-889-0558-3.
- [2] KULHÁNEK, František. *Stavební fyzika II: stavební tepelná technika*. Vyd. 4., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 149 s. ISBN 978-80-01-04239-7.
- [3] MATĚJKA, Libor. *Pozemní stavitelství III: šikmé a strmé střechy*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007, 324 s. ISBN 978-80-7204-540-2.
- [4] BILL, Zdeněk. *Zastřešení budov*. 1. vyd. Praha: Český svaz stavebních inženýrů, 1998, 190 s. ISBN 80-902-4608-7.
- [5] SOLAŘ, Jaroslav. *Pozemní stavitelství IV*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2005, 140 s. ISBN 80-248-0858-7.
- [6] ŽAŽA, Petr. *KUTNAR - Šikmé střechy*. Vyd. 6. Praha: DEKTRADE, 2007, 91 s. Skladby a detaily. ISBN 978-80-903629-5-6.
- [7] HANZALOVÁ, Lenka a Šárka ŠILAROVÁ. *Konstrukce pozemních staveb 40: zastřešení*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002, 244, 1511. ISBN 80-010-2604-3.
- [8] OLÁH, Jozef. *Konstrukcie plochých striech*. 1. vyd. Bratislava: Jaga, 1997, 168 s. ISBN 80-967-6763-1.
- [9] VLČEK, Milan a Antonín FAJKOŠ. *Střešní konstrukce od A do Z: komplexní přehled problematiky střešních konstrukcí - navrhování, posuzování a montáž tradičních, ale i moderních materiálů a technologií*. Praha: Verlag Dashöfer, c2001-c2004. ISBN 80-862-2928-9.
- [10] OLÁH, Jozef. *Šikmé střechy: konstrukce, skladby, detaily, rekonstrukce*. 1. vyd. Bratislava: Jaga group, 2002, 207 s. ISBN 80-889-0577-X.
- [11] JELÍNEK, Lubomír. *Tesařské konstrukce*. 1. vyd. Praha: Informační centrum České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, 2003, 190 s. ISBN 80-863-6498-4.
- [12] KUKLÍK, Petr. *Dřevěné konstrukce*. 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2005, 171 s. ISBN 80-867-6972-0.
- [13] NOVÁK, Jiří. *Vzduchotěsnost obvodových plášťů budov*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 203 s. ISBN 978-80-247-1953-5
- [14] ŠUBRT, Roman. *Tepelné izolace domů a bytů*. 2., rozš. vyd. Praha: Grada, 1998, 86 s. Profi. ISBN 80-716-9851-2.

[15] ŠUBRT, Roman. *Tepelné izolace v otázkách a odpovědích*. 2., dopl. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2008, 159 s. Stavitelství. ISBN 978-80-7300-234-3.

Normy:

[16] ČSN 73 0540 – (1-4). Tepelná ochrana budov 2011.

[17] ČSN EN ISO 13788 (730544). Tepelně vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků – Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce – Výpočtové metody 2002.

[18] ČSN 73 1901 (731901). Navrhování střech – Základní ustanovení 2011.

Internetové zdroje:

[19] Ing. Petr Slanina, Ph. D. [2012–03–25]. Dostupné z: <http://www.wufi.cz>

[20] Ing. Petr Slanina, Ph. D. [2012–03–25]. Dostupné z: <http://www.slanina.cz>

[21] Topinfo s. r. o. [2012–03–25]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz>

[22] Divize Isover, Saint-Gobain Construction Products CZ a. s. [2012–03–25]. Dostupné z: <http://www.isover.cz>

[23] Rockwool a. s. [2012–03–28]. Dostupné z: <http://www.rockwool.cz>

[24] Ursa cz s. r. o. [2012–03–28]. Dostupné z: <http://www.ursa.cz>

[25] Bramac střešní systémy spol. s. r.o. [2012–03–30]. Dostupné z: <http://www.Bramac.cz>

Seznam obrázků:

Obr. 1 Charakteristický výsek vrstvy konstrukce

Obr. 2 Odpor na vnitřní a vnější straně konstrukce

Obr. 3 Teplotní oblasti v České republice platné pro zimní období, rychlost a směr převládajících větrů.

Obr. 4 Znárodnění difúze vodní páry v důsledku rozdílů částečného tlaku vodní páry, venku a uvnitř pro jednovrstvou konstrukci

Obr. 5 Částečný tlak nasycené vodní páry v závislosti na teplotě vzduchu^[1]

Obr. 6 Stacionární rozdělení tlaku vodní páry a teploty vícevrstevným průřezem konstrukce v měřítku s_d

Obr. 7 Vazníky podle tvaru

Obr. 8 Styčník sbíjeného příhradového vazníku

- Obr. 9** Styčnick příhradového vazníku s deskami s prolisovanými trny
- Obr. 10** Styčnick příhradového vazníku spojovaného ocelovými kolíky
- Obr. 11** diagonály vazníku
- Obr. 12** Novodobý krov s vaznicemi na stojaté stolici
- Obr. 13** Novodobý hambalkový krov
- Obr. 14** Jednoplášťová střecha s tepelně izolační a parotěsnou vrstvou
- Obr. 15** Jednoplášťová střecha s opačným pořadím vrstev
- Obr. 16** sedlová střecha
- Obr. 17** pultová střecha
- Obr. 18** valbová střecha
- Obr. 19** polovalbová střecha
- Obr. 20** stanová střecha
- Obr. 21** Jednoplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad krokvelemi
- Obr. 23** Tříplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí

Seznam tabulek:

- Tab. 1** Požadovaný součinitel prostupu tepla U_N podle ČSN 730540-2
- Tab. 2** Teplotní oblasti v zimním období a zatížení větrem v krajině pro vybrané obce v České republice podle ČSN 73 0540-3
- Tab. 3** Teplotní oblasti v zimním období v České republice podle ČSN 73 0540-3
- Tab. 4** Hodnoty difúzního odporu (μ) u některých materiálů.
- Tab. 5** Konstrukční varianta dle typu střešního pláště
- Tab. 6** Tepelněizolační vrstvy ve vztahu k nosné konstrukci střechy.
- Tab. 7** Skladba č. 1: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s.
- Tab. 8** Skladba č. 2: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s.
- Tab. 9** Skladba č. 3: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a. s., systém TOPROCK
- Tab. 10** Skladba č. 4: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a. s.

Tab. 11 Skladba č. 5: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Ursa s. r. o.

Tab. 12 Skladba č. 6: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Bramac s. r. o., systém Therm top

Tab. 13 Skladba č. 7: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi nosnou konstrukcí podle autora práce

Tab. 13 Skladba č. 7: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi nosnou konstrukcí podle autora práce

Tab. 14 Výsledky skladeb

Tab. 15 Porovnání výsledků jednotlivých skladeb

Tab. 16 Vstupní hodnoty k výpočtu jednotlivých skladeb

Tab. 17 Průměrné venkovní teploty v otopném období

Seznam grafů

Graf č. 1 Srovnání hodnoty součinitele prostupu tepla udávané výrobcem a vypočtenou hodnotou

Graf č. 2 Závislost mezi pořizovací cenou skladby a příspěvkem k tepelným ztrátám tepelnými mosty

Graf č. 3 Porovnání dob návratnosti investice za skladbu střechy mezi jednotlivými skladbami

PŘÍLOHY

Příloha 1 Skladba č. 1: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 1: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s.

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	OSB desky	0,022	0,130	50,0
2	Isover Vario KM	0,0001	0,350	100000,0
3	Isover Orsik	0,320	0,041	1,0
4	Isover Vario	0,0001	0,350	100000,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,988$

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

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

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

Požadavek: $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,000 kg/m².rok (materiál: Isover Vario).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,000 kg/m².rok

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

Roční množství z kondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,2776 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,3922 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

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

$M_{c,a} > M_{ev,a}$... 3. POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

Příloha 2 Skladba č. 2: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 2: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s.

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,030	0,220	9,0
2	Isover Vario	0,0001	0,350	100000,0
3	Uzavřená vzduch. dutina tl. 30	0,030	0,291	0,2
4	Isover Domo	0,160	0,055	1,0
5	Isover Orsik	0,200	0,038	1,0
6	OSB desky	0,022	0,130	50,0
7	Tyvek Soft	0,0002	0,350	111,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,989$

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

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

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

Požadavek: $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

U < U_{,N} ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,300 kg/m².rok (materiál: Isover Orsik).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,300 kg/m².rok

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

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,1062 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 1,4475 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

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

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

Příloha 3 Skladba č. 3: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a.s., systém TOPROCK

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č.3 : Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a.s., systém TOPROCK

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	OSB desky	0,022	0,130	50,0
2	Hydrobit V 60 S 35	0,0035	0,210	14480,0
3	Rockwool Airrock LD	0,160	0,036	2,0
4	Rockwool Airrock LD	0,080	0,045	2,0
5	Tyvek Soft	0,0002	0,350	111,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,985$

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

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

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

Požadavek: $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,5 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 4 Skladba č. 4: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a. s.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 4: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a. s.

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádkartón	0,015	0,220	9,0
2	Isover Vario	0,0001	0,350	100000,0
3	Uzavřená vzduch. dutina tl. 30	0,030	0,309	0,2
4	Rockwool Airrock LD	0,060	0,044	2,0
5	Rockwool Airrock LD	0,160	0,052	2,0
6	Tyvek Soft	0,0002	0,350	111,0

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

Požadavek: $f, R_{si, N} = f, R_{si, cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$

Vypočtená průměrná hodnota: $f, R_{si, m} = 0,979$

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

Průměrná hodnota $f, R_{si, m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

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

Požadavek: $U, N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U, N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 5 Skladba č. 5: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Ursa s. r. o.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 5: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Ursa s. r. o.

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,015	0,220	9,0
2	Ursa SECO 500	0,0005	0,350	200000,0
3	Uzavřená vzduch. dutina tl. 30	0,030	0,309	0,2
4	Ursa SF 35	0,160	0,047	1,0
5	Ursa SF 35	0,120	0,035	1,0
6	Ursa SECO 3000	0,0005	0,350	40,0

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

Požadavek: $f, R_{si, N} = f, R_{si, cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$
Vypočtená průměrná hodnota: $f, R_{si, m} = 0,986$

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

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

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

Požadavek: $U, N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U, N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

Požadavky: 1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 6 Skladba č. 6 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Bramac s. r. o., systém Therm top

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 6 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Bramac s. r. o., systém Therm top

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	OSB desky	0,022	0,130	50,0
2	Bramac Membran 100	0,0002	204,000	700000,0
3	Bramac Therm TOP	0,140	0,024	120,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,984$

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

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

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

Požadavek: $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 7 Skladba č. 7 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi nosnou konstrukcí podle autora práce

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 7 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi nosnou konstrukcí podle autora práce

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH _i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,015	0,220	9,0
2	Ursa SECO 500	0,0005	0,350	200000,0
3	Uzavřená vzduch. dutina tl. 30	0,030	0,309	0,2
4	Ursa SF 35	0,160	0,053	1,0
5	Ursa SECO 3000	0,0005	0,350	40,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,970$

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

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

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

Požadavek: $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U > U_N$... **POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

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

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 8 Skladba č. 1: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s. (bez tepelných mostů)

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 1: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s. (bez tepelných mostů)

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	OSB desky	0,022	0,130	50,0
2	Isover Vario	0,0001	0,350	100000,0
3	Isover Orsik	0,320	0,038	1,0
4	Tyvek Soft	0,0002	0,350	111,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,989$

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

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

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

Požadavek: $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 9 Skladba č. 2: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s. (bez tepelných mostů)

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 2: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s. (bez tepelných mostů)

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,030	0,220	9,0
2	Isover Vario	0,0001	0,350	100000,0
3	Uzavřená vzduch. dutina tl. 30	0,030	0,310	0,2
4	Isover Domo	0,160	0,039	1,0
5	Isover Orsik	0,200	0,038	1,0
6	OSB desky	0,022	0,130	50,0
7	Tyvek Soft	0,0002	0,350	111,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,990$

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

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

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

Požadavek: $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,300 kg/m².rok (materiál: Isover Orsik).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,300 kg/m².rok

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

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,1100 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 1,4372 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

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

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

Příloha 10 Skladba č. 3: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a.s., systém TOPROCK (bez tepelných mostů)

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 3: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a.s., systém TOPROCK (bez tepelných mostů)

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	OSB desky	0,022	0,130	50,0
2	Hydrobit V 60 S 35	0,0035	0,210	14480,0
3	Rockwool Airrock LD	0,160	0,036	2,0
4	Rockwool Airrock LD	0,080	0,036	2,0
5	Tyvek Soft	0,0002	0,350	111,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,986$

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

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

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

Požadavek: $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 11 Skladba č. 4: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a. s. (bez tepelných mostů)

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 4: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a. s. (bez tepelných mostů)

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,015	0,220	9,0
2	Isover Vario	0,0001	0,350	100000,0
3	Uzavřená vzduch. dutina tl. 30	0,030	0,309	0,2
4	Rockwool Airrock LD	0,060	0,036	2,0
5	Rockwool Airrock LD	0,160	0,036	2,0
6	Tyvek Soft	0,0002	0,350	111,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,984$

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

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

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

Požadavek: $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 12 Skladba č. 5: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Ursa s. r. o. (bez tepelných mostů)

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 5: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Ursa s. r. o. (bez tepelných mostů)

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádkartón	0,015	0,220	9,0
2	Ursa SECO 500	0,0005	0,350	200000,0
3	Uzavřená vzduch. dutina tl. 30	0,030	0,309	0,2
4	Ursa SF 35	0,120	0,035	1,0
5	Ursa SF 35	0,160	0,035	1,0
6	Ursa SECO 3000	0,0005	0,350	40,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,988$

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

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

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

Požadavek: $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 13 Skladba č. 6 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Bramac s. r. o., systém Therm top (bez tepelných mostů)

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 6 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Bramac s. r. o., systém Therm top (bez tepelných mostů)

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	OSB desky	0,022	0,130	50,0
2	Bramac Membran 100	0,0002	204,000	700000,0
3	Bramac Therm Top	0,140	0,022	120,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,985$

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

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

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

Požadavek: $U_{i,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{i,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

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

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Příloha 14 Skladba č. 7 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi nosnou konstrukcí podle autora práce (bez tepelných mostů)

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Skladba č. 7 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi nosnou konstrukcí podle autora práce (bez tepelných mostů)

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-17,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,015	0,220	9,0
2	Ursa SECO 500	0,0005	0,350	200000,0
3	Uzavřená vzduch. dutina tl. 30	0,030	0,309	0,2
4	Ursa SF 35	0,160	0,035	1,0
5	Ursa SECO 3000	0,0005	0,350	40,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,803 + 0,015 = 0,818$
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,980$

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

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

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

Požadavek: $U_{N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{N}$... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

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

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

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 kg/m².rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Seznam příloh:

Příloha 1 Skladba č. 1: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s.

Příloha 2 Skladba č. 2: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s.

Příloha 3 Skladba č. 3: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a.s., systém TOPROCK

Příloha 4 Skladba č. 4: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a. s.

Příloha 5 Skladba č. 5: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Ursa s. r. o.

Příloha 6 Skladba č. 6 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Bramac s. r. o., systém Therm top

Příloha 7 Skladba č. 7 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi nosnou konstrukcí podle autora práce

Příloha 8 Skladba č. 1: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s. (bez tepelných mostů)

Příloha 9 Skladba č. 2: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Isover a. s. (bez tepelných mostů)

Příloha 10 Skladba č. 3: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a.s., systém TOPROCK (bez tepelných mostů)

Příloha 11 Skladba č. 4: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Rockwool a. s. (bez tepelných mostů)

Příloha 12 Skladba č. 5: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí podle firmy Ursa s. r. o. (bez tepelných mostů)

Příloha 13 Skladba č. 6 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí podle firmy Bramac s. r. o., systém Therm top (bez tepelných mostů)

Příloha 14 Skladba č. 7 Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi nosnou konstrukcí podle autora práce (bez tepelných mostů)

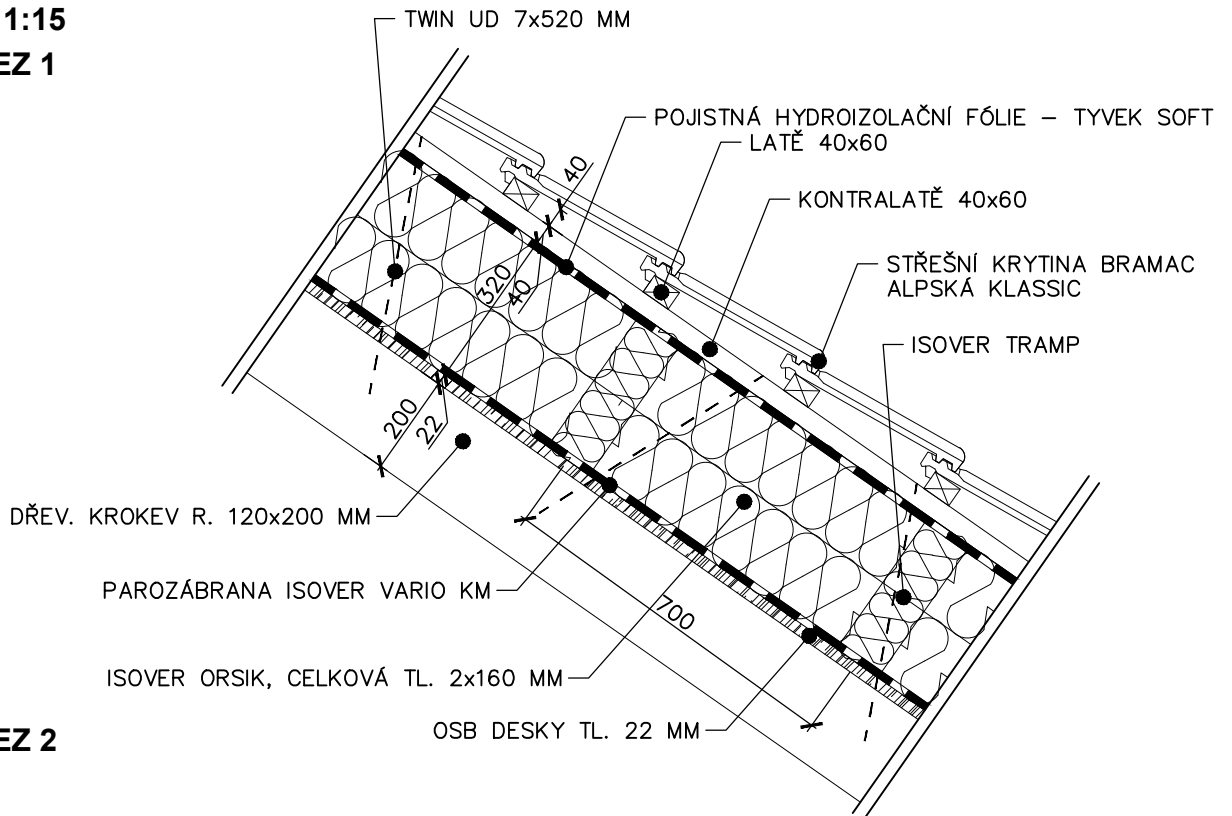
PROJEKTOVÉ PŘÍLOHY

PROJEKTOVÁ PŘÍLOHA Č. 1

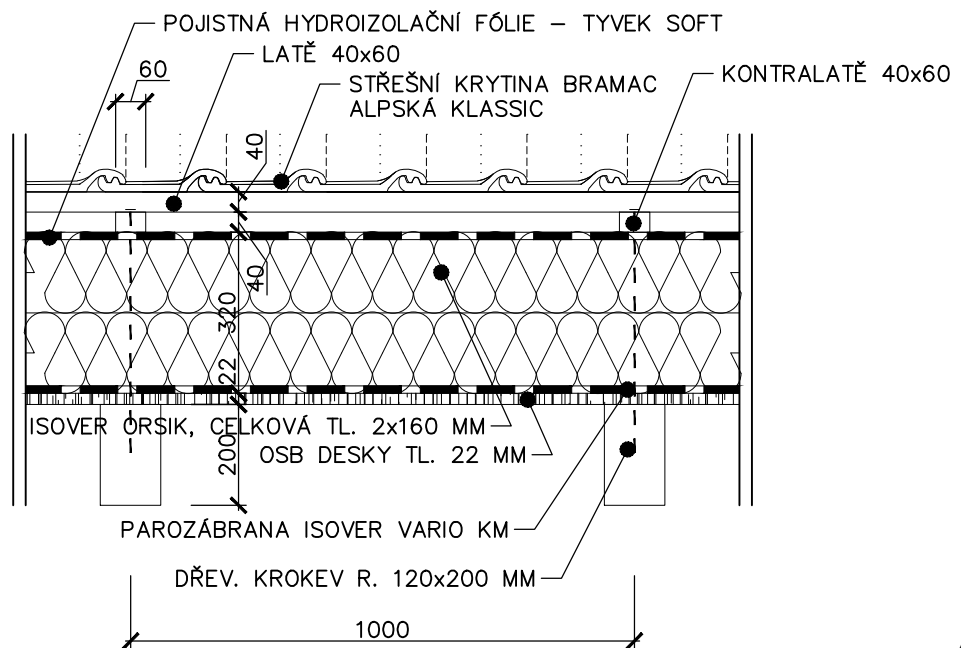
1. skladba: Dvoupříšt'ová střeška s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí

M 1:15

ŘEZ 1



ŘEZ 2

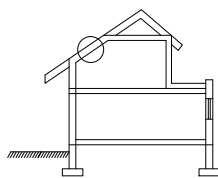


POZNÁMKY:

SOUČINITEĽ PROSTUPU TEPLA PODLE VÝROBCE 0,130 W/m².K

DEKLAROVÁNO SPOLEČNOSTÍ ISOVER a. s.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ
KATEDRA ZPRACOVÁNÍ DŘEVA



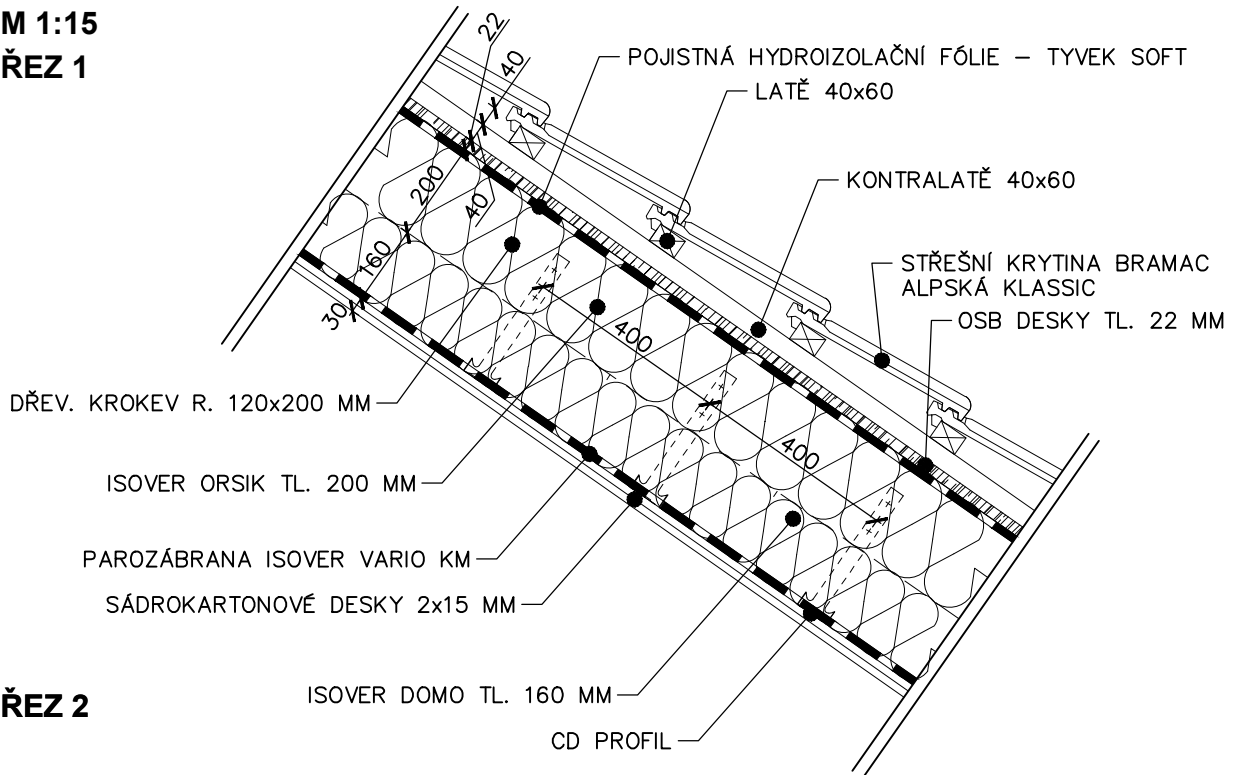
KRESLIL:	PETR HOREJŠ	DATUM:
OBLAST:	KLATOVSKO	2012
STAVBA:	RODINNÝ DŮM	
PROFESE:	STAVEBNĚ - TECHNICKÁ STUDIE	
NÁZEV:	1. skladba: Dvoupříšt'ová střeška s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí	ČÍSLO
FORMÁT:	A4	01
MĚŘÍTKO:	1:15	

PROJEKTOVÁ PŘÍLOHA Č. 2

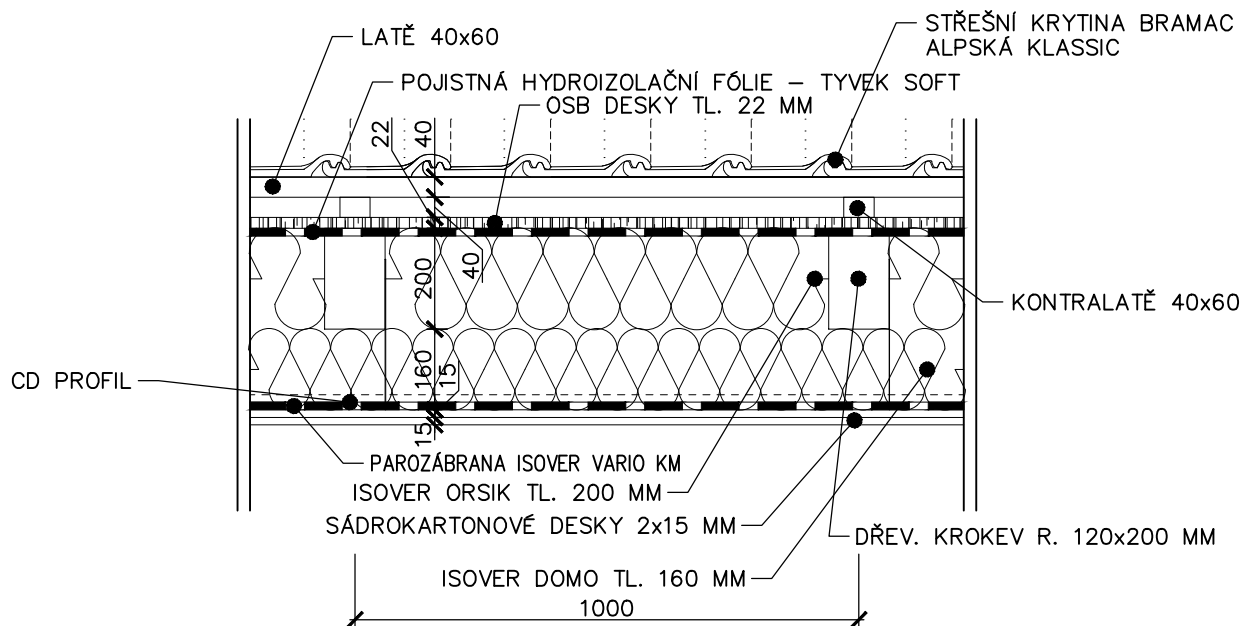
2. skladba: Dvoupřílašťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí

M 1:15

ŘEZ 1



ŘEZ 2



POZNÁMKY:

SOUČINITEĽ PROSTUPU TEPLA PODLE VÝROBCE 0,120 W/m².K

DEKLAROVÁNO SPOLEČNOSTÍ ISOVER a. s.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ
KATEDRA ZPRACOVÁNÍ DŘEVA

	KRESLIL:	PETR HOREJŠ	DATUM:
	OBLAST:	KLATOVSKO	2012
	STAVBA:	RODINNÝ DŮM	
	PROFESE:	STAVEBNĚ - TECHNICKÁ STUDIE	
	NÁZEV:	2. skladba: Dvoupřílašťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí	ČÍSLO
	FORMÁT:	A4	02
MĚŘÍTKO:	1:15		

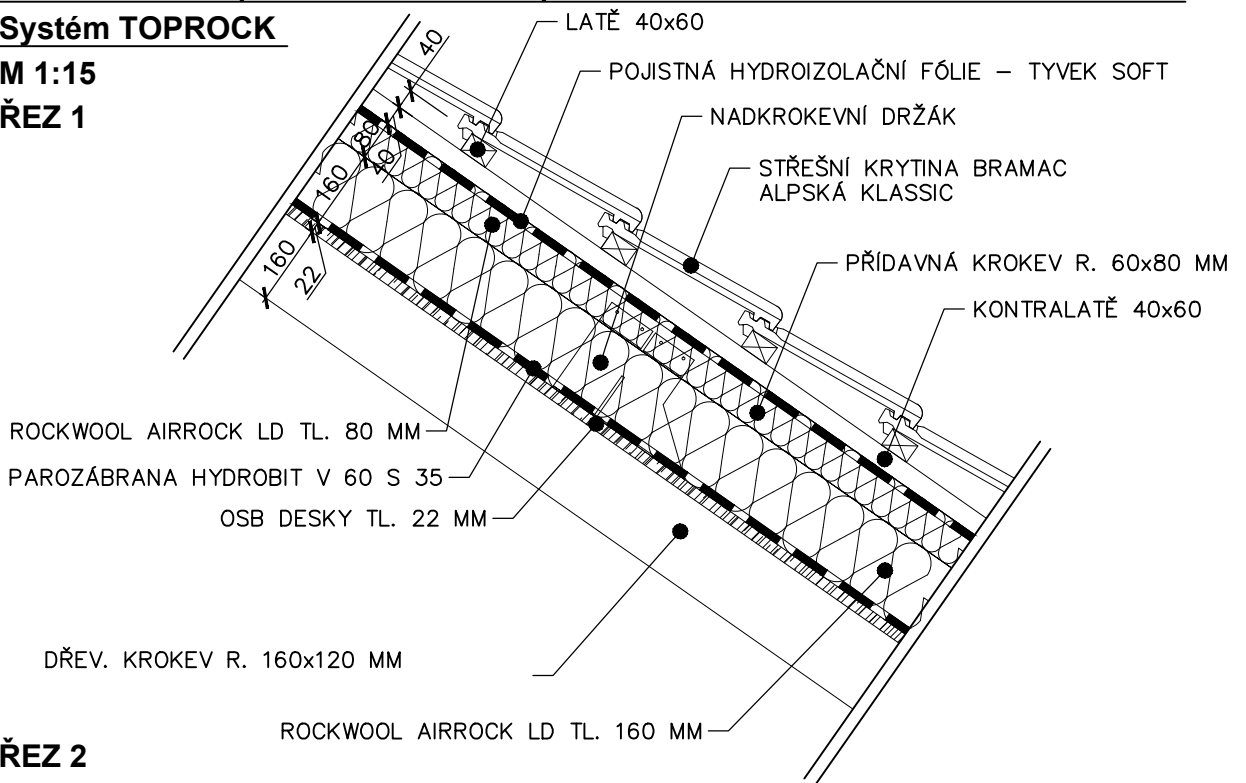
PROJEKTOVÁ PŘÍLOHA Č. 3

3. skladba: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí

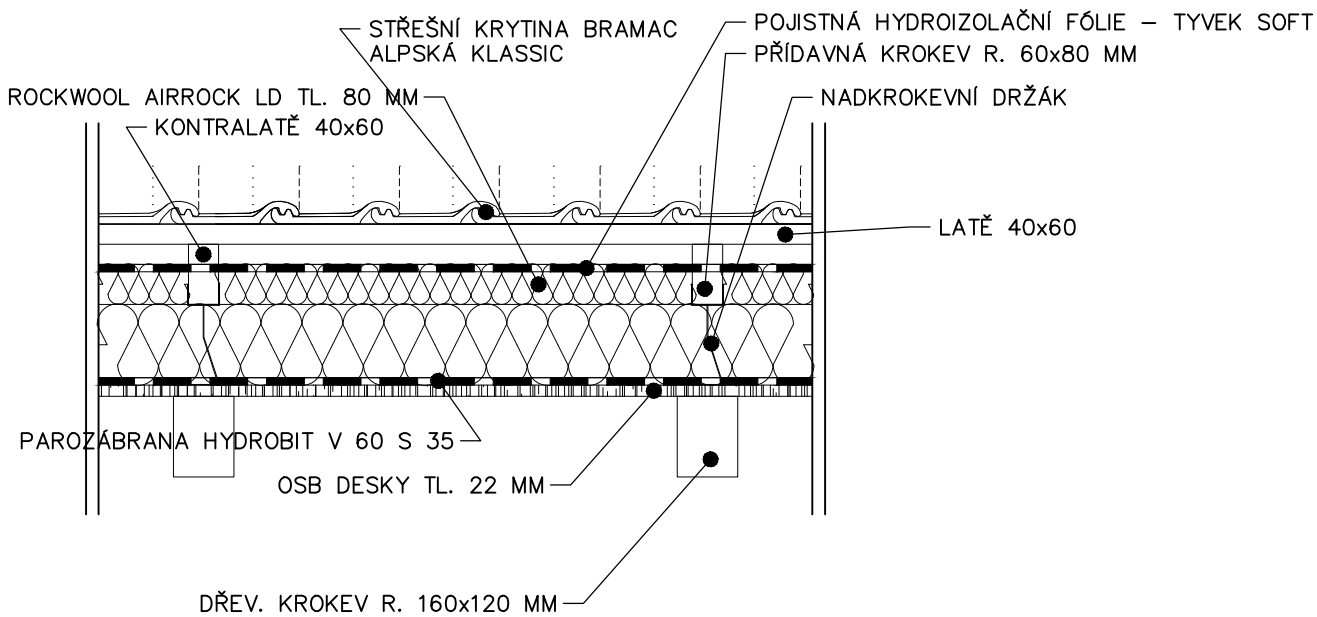
Systém TOPROCK

M 1:15

ŘEZ 1



ŘEZ 2



POZNÁMKY:

SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA PODLE VÝROBCE 0,159 W/m².K

DEKLAROVÁNO SPOLEČNOSTÍ ROCKWOOL a. s.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ
KATEDRA ZPRACOVÁNÍ DŘEVA

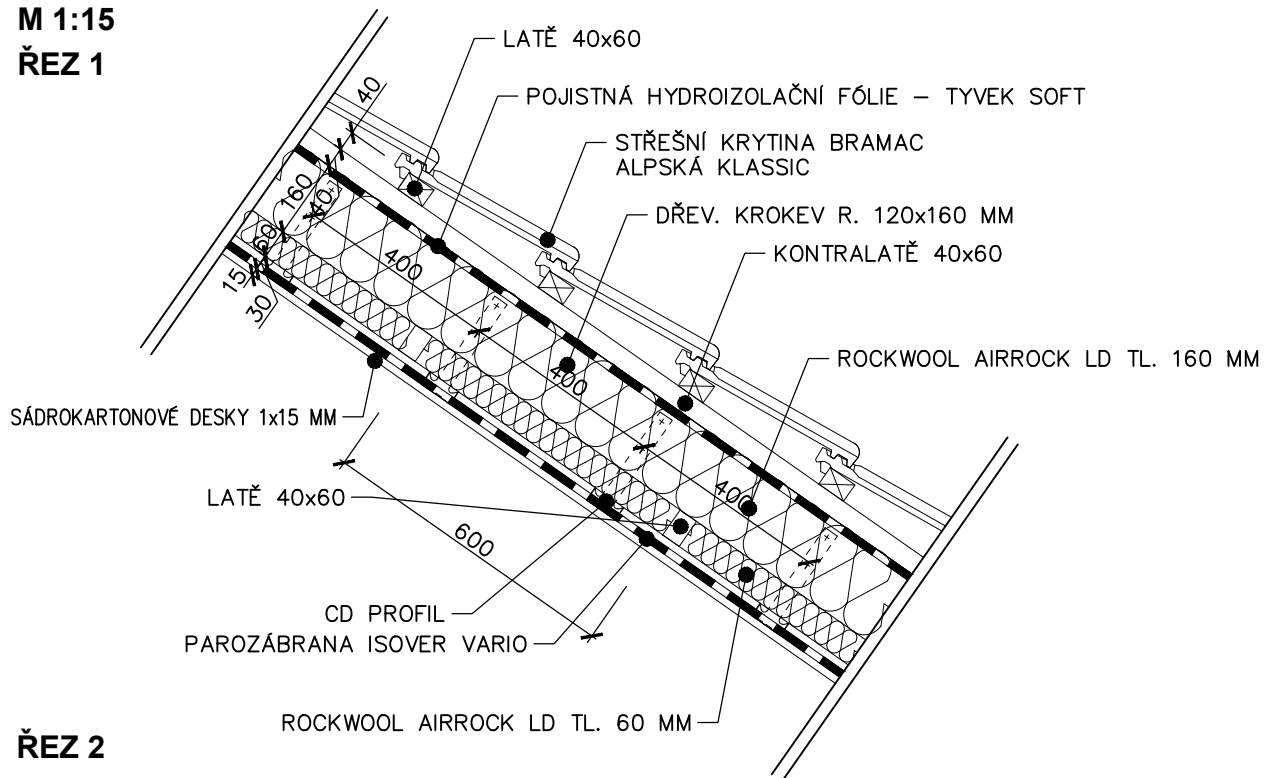
	KRESLIL:	PETR HOREJŠ	DATUM:
	OBLAST:	KLATOVSKO	2012
	STAVBA:	RODINNÝ DŮM	
	PROFESE:	STAVEBNĚ - TECHNICKÁ STUDIE	
	NÁZEV:	3. skladba: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí Systém TOPROCK	ČÍSLO
	FORMÁT:	A4	03
MĚŘÍTKO:	1:15		

PROJEKTOVÁ PŘÍLOHA Č. 4

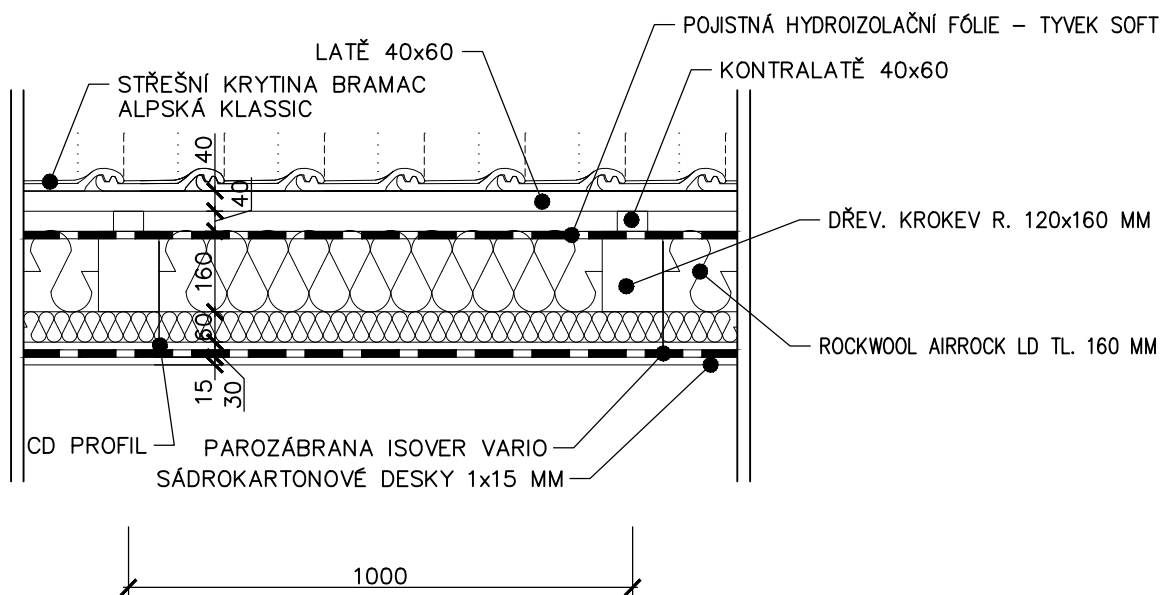
4. skladba: Dvoupříšťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí

M 1:15

ŘEZ 1



ŘEZ 2



POZNÁMKY:

SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA PODLE VÝROBCE 0,216 W/m².K

DEKLAROVÁNO SPOLEČNOSTÍ ROCKWOOL a. s.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ
KATEDRA ZPRACOVÁNÍ DŘEVA

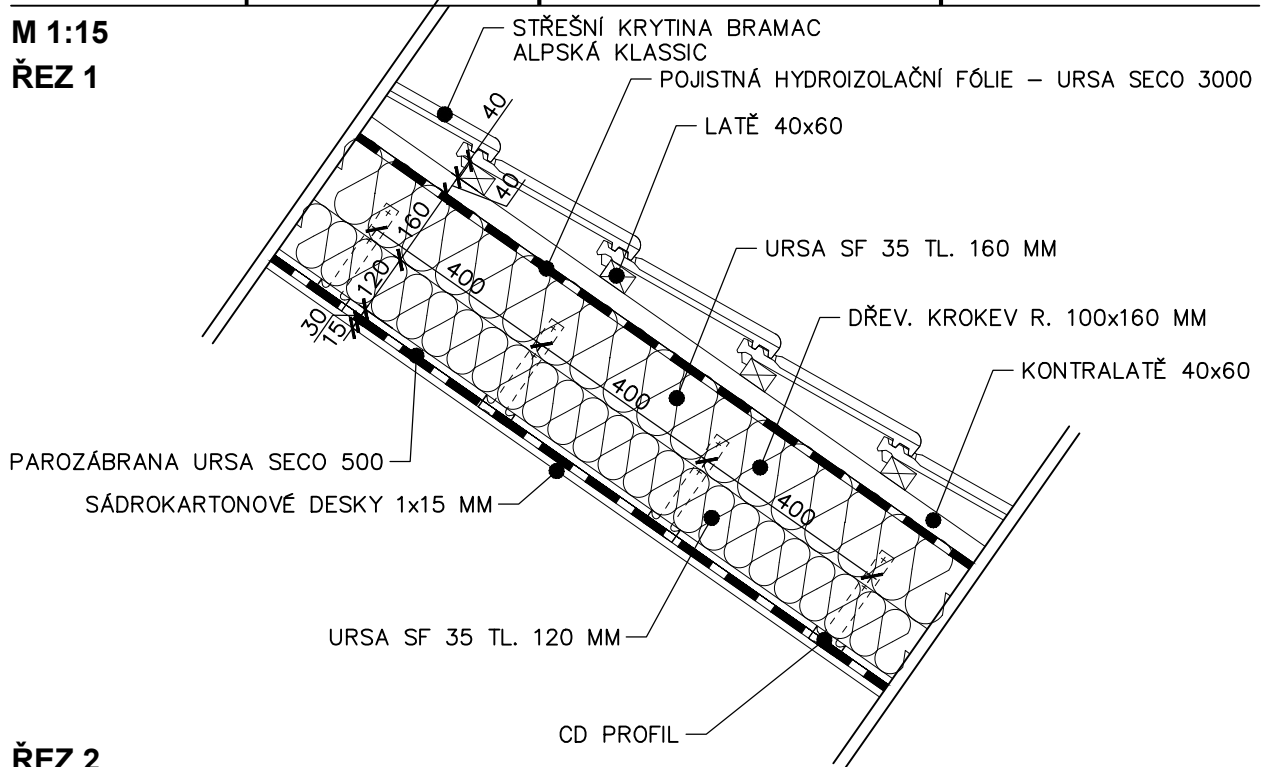
	KRESLIL:	PETR HOREJŠ	DATUM:
	OBLAST:	KLATOVSKO	2012
	STAVBA:	RODINNÝ DŮM	
	PROFESE:	STAVEBNĚ - TECHNICKÁ STUDIE	
	NÁZEV:	4. skladba: Dvoupříšťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí	ČÍSLO
	FORMÁT:	A4	04
MĚŘÍTKO:	1:15		

PROJEKTOVÁ PŘÍLOHA Č. 5

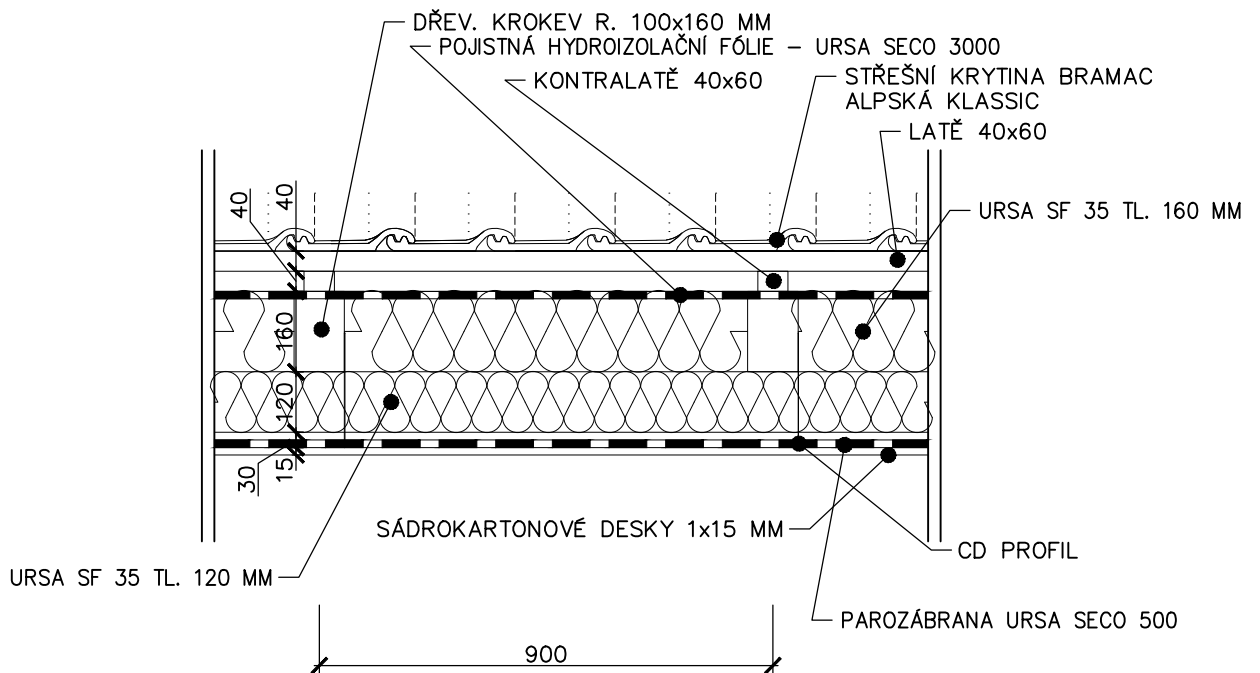
5. skladba: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí

M 1:15

ŘEZ 1



ŘEZ 2



POZNÁMKY:

SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA PODLE VÝROBCE 0,140 W/m².K

DEKLAROVÁNO SPOLEČNOSTÍ URSA s. r. o.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ
KATEDRA ZPRACOVÁNÍ DŘEVA

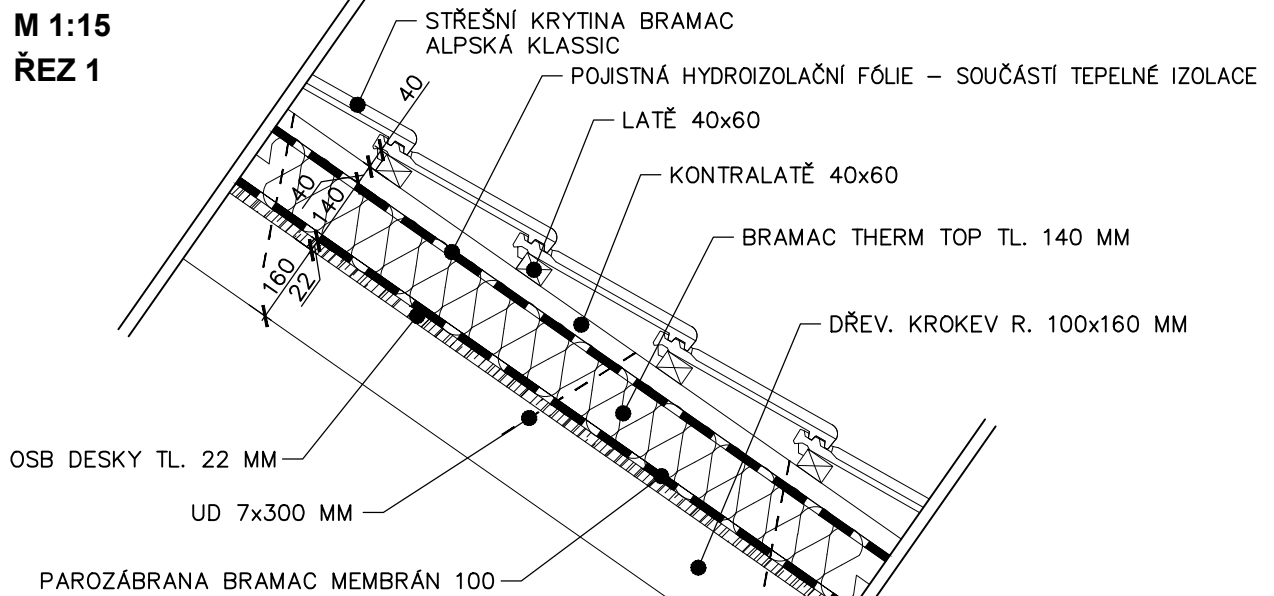
	KRESLIL:	PETR HOREJŠ	DATUM:
	OBLAST:	KLATOVSKO	2012
	STAVBA:	RODINNÝ DŮM	
	PROFESE:	STAVEBNĚ - TECHNICKÁ STUDIE	
	NÁZEV:	5. skladba: Dvouplášťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi a pod nosnou konstrukcí	ČÍSLO
	FORMÁT:	A4	05
MĚŘÍTKO:	1:15		

PROJEKTOVÁ PŘÍLOHA Č. 6

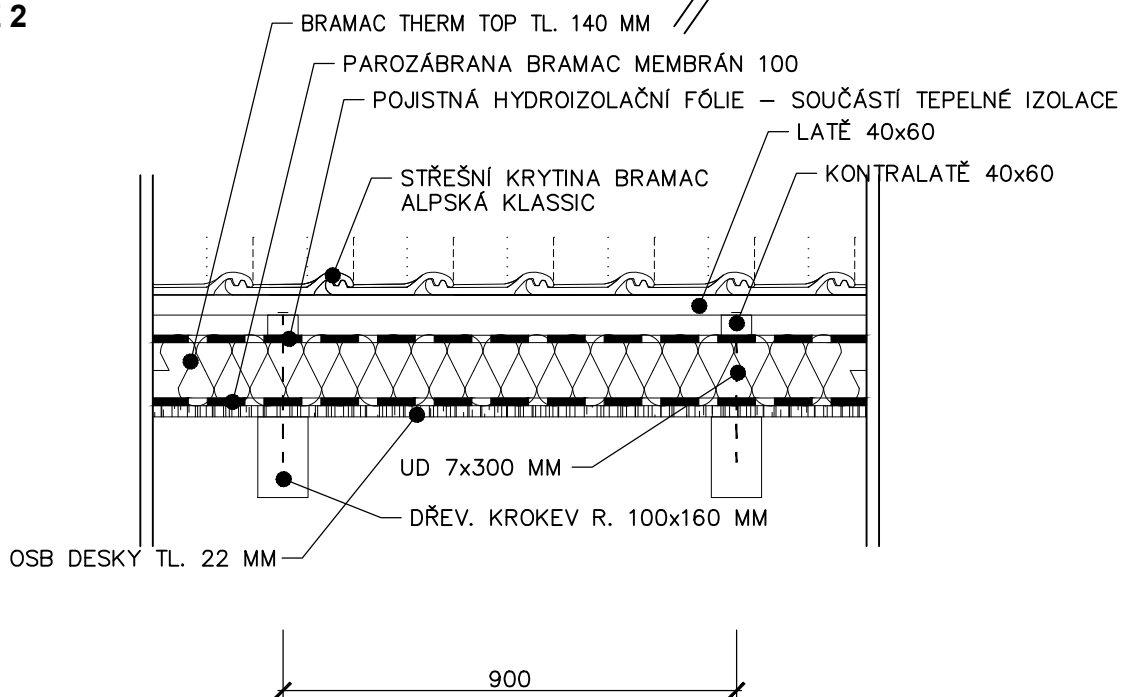
6. skladba: Dvoupříšt'ová střeška s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí

M 1:15

ŘEZ 1



ŘEZ 2



POZNÁMKY:

SOUČINITEĽ PROSTUPU TEPLA PODLE VÝROBCE 0,160 W/m².K

DEKLAROVÁNO SPOLEČNOSTÍ BRAMAC s. r. o.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ
KATEDRA ZPRACOVÁNÍ DŘEVA

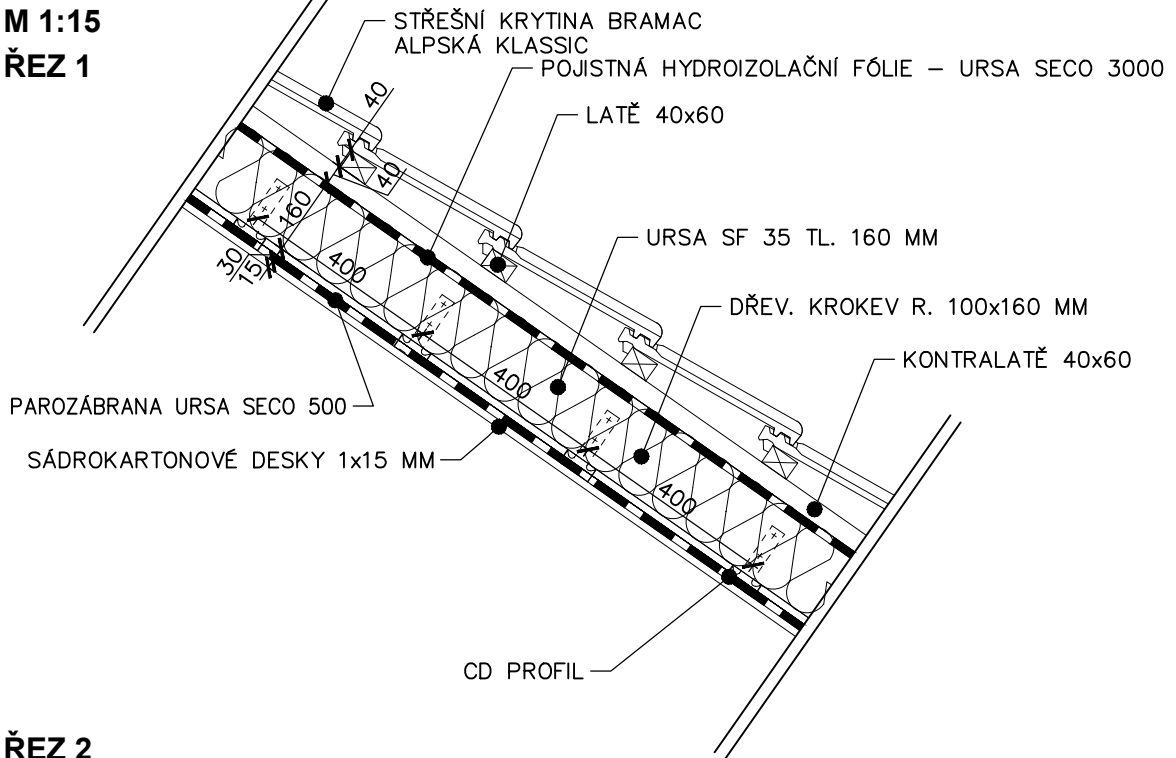
	KRESLIL:	PETR HOREJŠ	DATUM:
	OBLAST:	KLATOVSKO	2012
	STAVBA:	RODINNÝ DŮM	
	PROFESE:	STAVEBNĚ - TECHNICKÁ STUDIE	
	NÁZEV:	6. skladba: Dvoupříšt'ová střeška s tepelněizolační vrstvou nad nosnou konstrukcí	ČÍSLO
	FORMÁT:	A4	06
MĚŘITKO:	1:15		

PROJEKTOVÁ PŘÍLOHA Č. 7

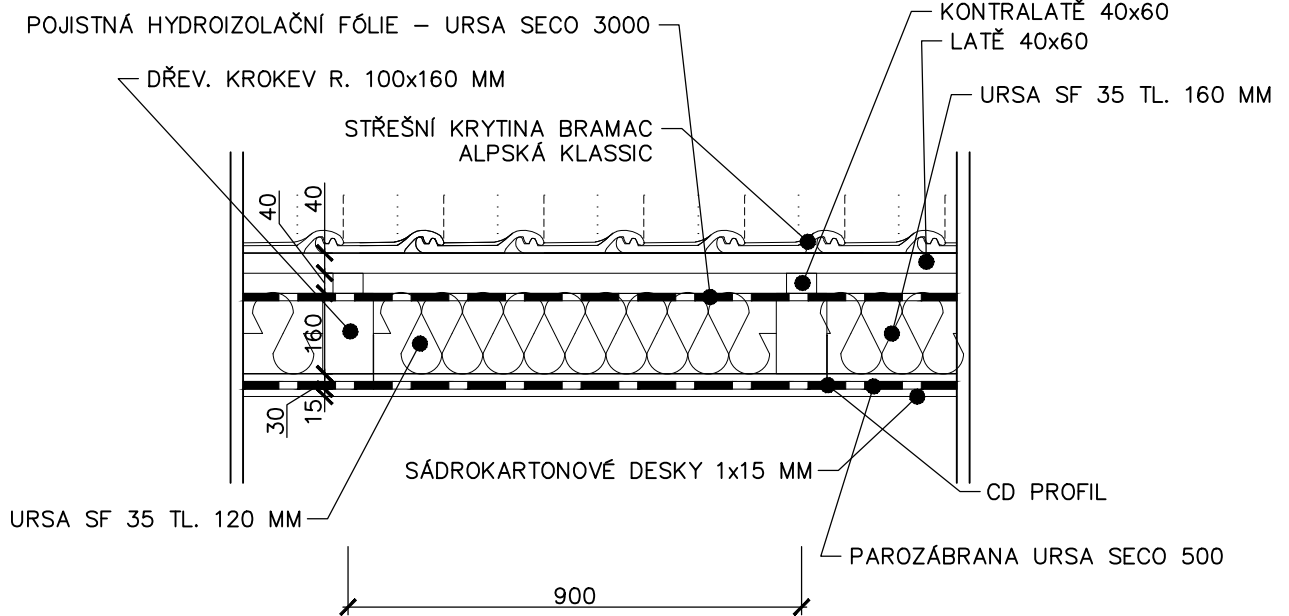
7. skladba: Dvoupříšťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi nosnou konstrukcí

M 1:15

ŘEZ 1



ŘEZ 2

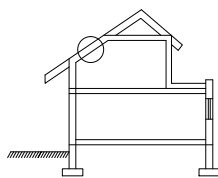


POZNÁMKY:

SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA PODLE PROGRAMU TEPLA (APLIKAČNÍ PROGRAM TEPELNÉ TECHNIKY) 0,301 W/m².K

NÁVRH PODLE AUTORA PRÁCE

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ
KATEDRA ZPRACOVÁNÍ DŘEVA**



KRESLIL:	PETR HOREJŠ	DATUM:
OBLAST:	KLATOVSKO	2012
STAVBA:	RODINNÝ DŮM	
PROFESE:	STAVEBNĚ - TECHNICKÁ STUDIE	
NÁZEV:	7. skladba: Dvoupříšťová střecha s tepelněizolační vrstvou mezi nosnou konstrukcí	ČÍSLO
FORMÁT:	A4	07
MĚŘITKO:	1:15	