

## Úvod

Střešní pláště tvoří významný konstrukční prvek při návrhu i realizaci jakéhokoliv typu budovy – objektu. Oddělují (společně s pláštěm obvodovým) vnitřní prostředí od vnějšího. Zdrojem této přednášky jsou, kromě vlastních teoretických a praktických zkušeností, systémové detaily a postupy dodavatelů – firem různých technologií a naše současná i připravovaná normativní základna

Toto vystoupení plynule navazuje na PŘÍSPĚVEK z loňského semináře na téma Hydroizolace spodních staveb 2014.

### 1. HISTORIE, NORMATIVNÍ ZÁKLADNA, LEGISLATIVA

#### a) Historie

Historie byla připomenuta i ve zmiňovaném loňském vystoupení, zejména pak vývoj teorie TVORBY HYDROIZOLAČNÍ TECHNIKA na ČVUT v šedesátých letech (její zakomponování do výukových programů VŠ) a řady konferencí na téma HYDROIZOLACE STAVEB v osmdesátých a devadesátých letech. Všechny tyto teoretické zdroje pak vedly ve tvorbu naší NORMATIVNÍ ZÁKLADNY. Paralelně s tvorbou základny teoretické, se pak mohla vyvíjet i základna praktická (první technologická pravidla a oborové normy pro provádění střešních pláštů v šedesátých a sedmdesátých letech) a též základna výrobová. Již v padesátých letech tak došlo k výrazné průmyslové prefabrikaci- výrobou velkoplošných rychle a spolehlivěji aplikovatelných asfaltových pásů, umožňujících masivní konstrukční přechod od střech šikmých – strmých právě ke střechám plochým.

Tento masivní, technologický – konstrukční zlom, pak umocnil nástup používání nových tepelně – izolačních materiálů, zejména pěnového polystyrenu ,od poloviny šedesátých let a tím další zefektivnění realizačních postupů s minimalizací mokrých procesů, se současnou optimalizací – přechodem k subtilním konstrukčním návrhům konstrukcí střešních pláštů.

#### b) Současný stav oboru norem střešních pláštů

Vychází z dosti komplexně vysvětlovaných tezí (volně ke stažení) v minulé přednášce. Pro připomenutí jsou základem stále ještě platné **normy ČSN P 730600 a 730606 a 730610 a Hydroizolace staveb obecně**, jejich kategorizace, třídění, zatížení.... z roku 2000.

Tvorba jejich náhrad (od roku 2008) byla v roce 2012 přerušena a obnovena opět až v roce 2014. Jejich významným předobrazem je nyní zatím **Směrnice č. 01, ČHIS (2013)**.

Základními normativními dokumenty jsou pak relativně nová **ČSN 733610 Klempířské konstrukce (2008)** a zejména **Navrhování střech 731901-01** z roku 2011.

Velmi často využívanými normami jsou také

- ČSN – EN 1991 – 1 - 4 – EUROKÓD 1 – Zatížení kci větrem (kotevní plány)
- ČSN 730810 – Požární bezpečnost staveb (hodnocení skladeb REI, B roof výrobků)
- ČSN 756760 – Vnitřní kanalizace
- ČSN EN 13790 – Hydroizolační pás a folie
- **nová ČSN 730605 – 1** – Hydroizolace staveb – asfaltové pásy
- ČSN 730540 – Tepelná ochrana budov(2009)
- Pravidla pro navrhování a provádění střech (09-2014,Cech klemp.,pokr.a tesařů)

Tuto normativní základnu doplňují i další přímo související legislativní předpisy a to především **Zákon č. 183/2006 Sb. – Stavební zákon - Vyhláška 499/2006 O dokumentaci staveb a Vyhláška 268/2009 O technických požadavcích na stavby.**

## **2. ZÁKLADNÍ INFORMACE O STŘECHÁCH – ČLENĚNÍ, OKRAJOVÉ PODMÍNKY NÁVRHU A REALIZACE STŘECH**

Střešní pláště se dělí dle mnoha hledisek a kritérií :

Dle zmiňované ČSN 731901 – podle sklonu existují střechy

- ploché (sklon stř. rovin  $< 5^\circ$ )
- šikmé ! ( $5 - 45^\circ$ )
- strmé ( $> 45^\circ$ )

z hlediska počtu střešních pláštů pak na

- jednoplášťové
- dvouplášťové
- několikaplášťové

z hlediska využití na

- nepochůzná
- provozní (terasy, park. přistávací plochy, vegetační ....)

z hlediska tvaru

- rovinné
- zakřivené
- kombinované

z hlediska geometrického tvaru kce krovu

- pultové
- sedlové
- mansardové
- stanové
- pilové atd.

Pro **Návrh a realizaci konkrétního střešního pláště** platí **A)obecné požadavky** (spolehlivost, trvanlivost – životnost, ochrana stavby – kci a jejich namáhání vodou), jež zatím komplexně nově upravuje pouze Směrnice č. 01/2013 ČHIS (stávající zmiňované ČSN 7306000 a 730606 jsou nepřesné a neúplné – připravují se nové).

Nad obecný rámec **Návrhu konstrukce** mají (na rozdíl od řešení hydroizolace spodní stavby) vliv i na jeho kvalitu jiné **B)okrajové podmínky !** (nepřetržitě působící, periodicky se opakující, krátkodobě působící či mimořádné) a to především :

- **vliv zeměpisné polohy** (různá klimatická odolnost navržených a použitých stavebních materiálů)  
Příklad - jinak je zatížena stavební kce v Pardubicích a jinak na Vrbatově boudě v Krkonoších.

- vliv teploty vzduchu a jejího kolísání  
a to hodnocený a) v létě  
b) v zimním období  
na návrh tepelně – tech. parametrů
- vliv slunečního záření (UV spektrum urychluje stárnutí vnějších vrstev střešního pláště)  
Pro některé krytiny již z mater. podstaty jsou odolné dlouhodobě (keramika, beton, břidlice, měď ...), jiné teprve po úpravě a vývoji (všechny povlakové krytiny, šindele asf....)
- vliv deště a jeho intenzity
- vliv sněhu a sněhové pokrývky  
(již překategorizovaný parametr výpočtového zatížení vlastní hmotnosti sněhové pokrývky)
- vliv zatížení větrem  
(a to jak tlakem, tak sáním – návrh okrajů střešních plášťů – římsy, atiky ...)
- vliv spadu a chem. exhalací  
(oxidu sirového a siřičitého, chlorovodíku – kyselá dešť, ale i sazí, prachu a popílku – vliv na povrch povlakových hydroizolací, ale i mnoha druhů skládaných krytin – totéž platí pro vlivy biologické a bakteriologické (napadení dřev. kč houbami, plísněmi, hmyzem ale i vnějších povrchů ptačím trusem, mechy...)
- vliv hluku a chvění (objekty u letišť, u drážních vedení, ale i vnitřního provozu - jeřábové dráhy...)

Dalšími kritérii ovlivňujícími návrhy střešních plášťů, jsou pak C) **požadavky na vnitřní prostředí** dle zmiňované ČSN 730540 – 01,2 (2007)

nejvýznamnější z nich jsou pak

- **nejnižší vnitřní povrchová teplota dnes podrobnější teplotní faktor**  
(se stanovuje pro kritický detail kce - tepelný most výpočtem dle metody vícerozm. teplotního pole tak, aby nedošlo k výskytu povrchové kondenzace vodní páry a následně vzniku plísní)
- **součinitel prostupu tepla** (vývoj hodnot dle ČSN 730540-1977,92,94,2002...)  
a to dnes dvě hodnoty- požadovaná – závazná (0,24)  
doporučená – nezávazná (0,16)  
pro pasivní domy hodnota (0,10 – 0,11)
- **zkondenzované množství vodních par**  
(dle normy má být střešní plášť navržen tak, aby v něm nedocházelo k uvedené kondenzaci vodní páry, tento požadavek je dosažen vhodným řazením vrstev, tak aby při vnitřním povrchu kce stř. plášťů byly navrženy vrstvy s nejvyšším dif. odporem a směrem k vnějšímu povrchu střechy se difuzní odpory každé další vrstvy mají snižovat).

Prakticky to, zejména u plochých střech - a zejména plochých střech jednoplášťových není (vzhledem k vyššímu difuznímu odporu povlakových hydroizolací) možné, a proto ČSN řeší za určených předpokladů limitovanou přípustnost určitého množství kondenzace. Je přitom nutno zajistit při opakované přeměně kondenzátu do plynného skupenství jeho odpaření se zamezením jeho periodického hromadění tzn., že musí platit roční kladná bilance vodní páry a absolutní parametry pro nové střechy pak mohou být max. 0,1 kg/m<sup>2</sup>/rok u střech, max. 0,2 kg/m<sup>2</sup>/tok u jednoplášťových střech, u rekonstrukcí pak také max. 0,5 kg/m<sup>2</sup>/rok.

Při poslední úpravě 2007 – 9 byl tento požadavek ještě upřesněn, doplněním o parametr – min.plošné hmotnosti materiálu v zoně kondenzace-5%(hodnotí se pak nižší z obou hodnot)...

**D) Požadavky na požární bezpečnost staveb tzn.a)Hodnocení pož. odolnosti st. kcí** (R-stabilita nosných kcí,E-celistvost u pož děl. kcí,I-teplota na povrchu neohř. kce pož děl kcí a časy v minutách odolnosti těchto pož. děl.stropních a střešních kcí 15,20,30,45,60...)

**b)Hodnocení šíření požáru střešním pláštěm z vnější stany kce**-přelétavý oheň ve dvou kategoriích stř. plášťů tzn. A-v požárně nebezp. prostorech nebo B-mimo požárně nebezpečné prostory .Existují pak různé typy zkoušek t1,t2,t3,t4 a výsledkem je pak hodnocení kce pro pož. specialisty...např. Broof t3...

**c)Hořlavost výrobků-reakce na oheň** , jednotné evropské hodnocení ve tzv. třídách reakce na oheň –A1,A2, B, C, D, E, F(podlahoviny jinak)

**d) Okapávání výrobků-hmot z podhledů stopů a střech** tam kde jsou na to spec. Požadavky např. shromažďovací prostory.

### 3. PLOCHÉ STŘECHY – STŘEŠNÍ PLÁŠTĚ

Rozvoj tohoto konstrukčního prvku popsany v předcházející kapitole vč. jeho příčin a důsledku vede, ruku v ruce, se zkušenostmi ze současnosti ,k prohlášení, že PLOCHÉ STŘECHY JSOU LEPŠÍ, NEŽ JEJICH POVĚST (a mohly, při splnění dosažitelných premis, by být ještě o mnoho lepší – spolehlivější a trvanlivější).

Ploché střechy je možno, jak již bylo popsáno, kategorizovat např. tedy takto na :

I. **MODERNÍ SKLADBY NOVOSTAVEB** většinou s vrstvami tepelných izolací – jsou dnes nejčastější skupina střech jednoplášťových

a) **jednoplášťové – standartní s klas. poř. vrstev**

- speciální – **kompaktní**

- **vegetační**

b) **jednoplášťové lehké** (na dřev. bednění či trapéz. plechu)

c) **jednoplášťové s obráceným pořadím vrstev**

II. další velkou skupinou jsou střechy dvouplášťové a to

a) **dvouplášťové větrané**

b) **dvouplášťové nevětrané**

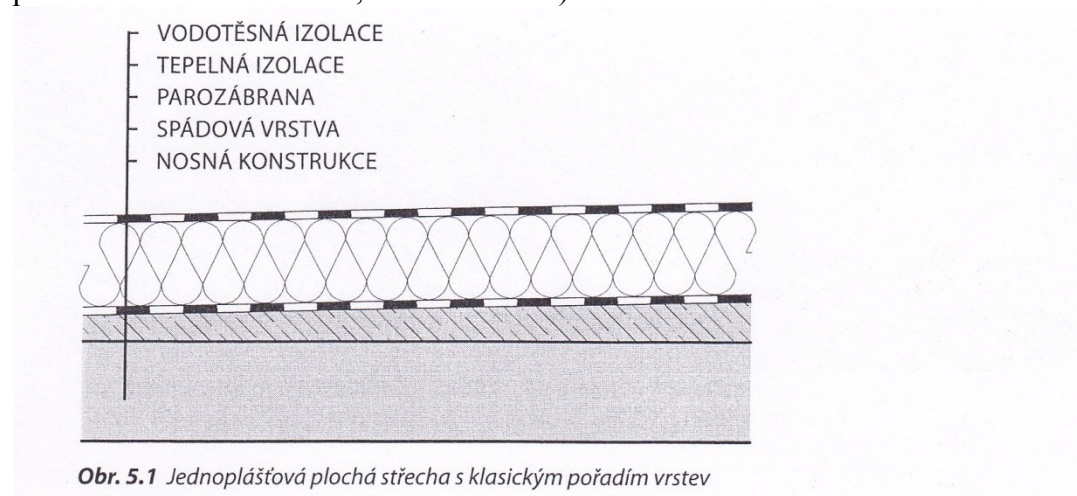
III. **SKLADBY PRO REKONSTRUKCE**

a) **PLUS střechy (DUO střechy)** – přiteplení stávající jednoplášťové

b) **upravená dvouplášťová větraná na nevětranou** (viz. dtto II.b.)

### I.a.) Jednoplášťové střechy standartní s klasickým pořadím vrstev

Dnes (vzhledem k historickému vývoji) je to stále nejčtenější skladba u bytových domů, ale především u rekonstrukcí, viz. níže – dále)



Nosná kce je nejčastěji s monolit. ž.b. kci, z ž.b. či keramických panelů.

Spádová vrstva – je – byla tvořena lehč. betonem, liaporbetonem, porobetonem, dnes u novostaveb spádovými vrstvami tepelného izolantu (EPS, min. vata). Spád býval cca 1%, úžlabí bezespádová, nyní je snaha o cca 3% a alespoň minimální vyspádování úžlabí, žlabů.

Parozábrana je dnes (bývala spíše vyjimečně) stabilní součástí skladby stř. souvrství. Její nezbytnost (zejména u byt. objektů ve vazbě na stále „vycizelovanější“ tep. technické návrhy a úpravy SOFTWARE pro výpočet BILANCE a kondenzačních procesů) potvrzuje většina

současných návrhů (empirické zkušenosti se stávajícími skladbami však zdaleka nepotvrzují její nutnost). Kromě fce parobrzd, plní i funkci pojistné hydroizolace a podhledu pro další vrstvy (lepení, odvodnění ...)

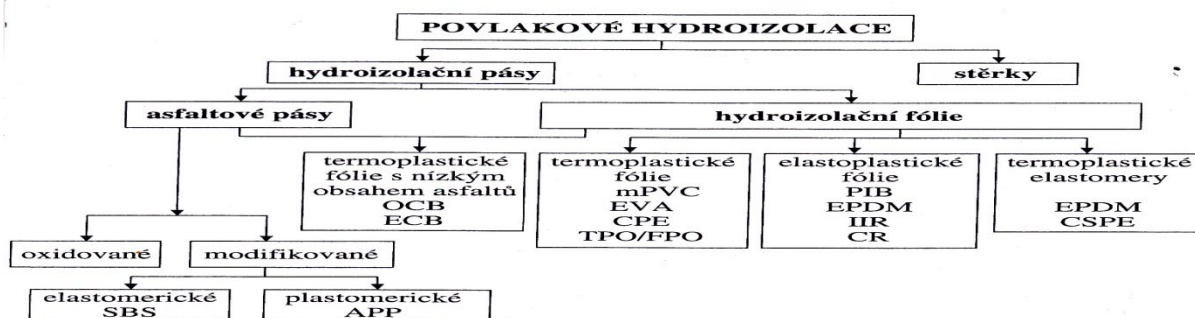
Tepelná izolace – dříve např. i plynosilikátové tvárnice (150 – 250 mm), dnes nejčastěji EPS či min. vláken (vyjímečně PIR, PU)

**MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ – VARIANTY povlaková hydroizolace** – dříve i dnes buď z asf. pásů (dříve oxidovaných, dnes modifikovaných či folie (m/PVC či jiné).

Tabulka srovnávací obou technologií (dnes bohužel „převládá při volbě jen ekonomické hledisko..“):

**Tab. 1.1** Základní porovnání obou technologií

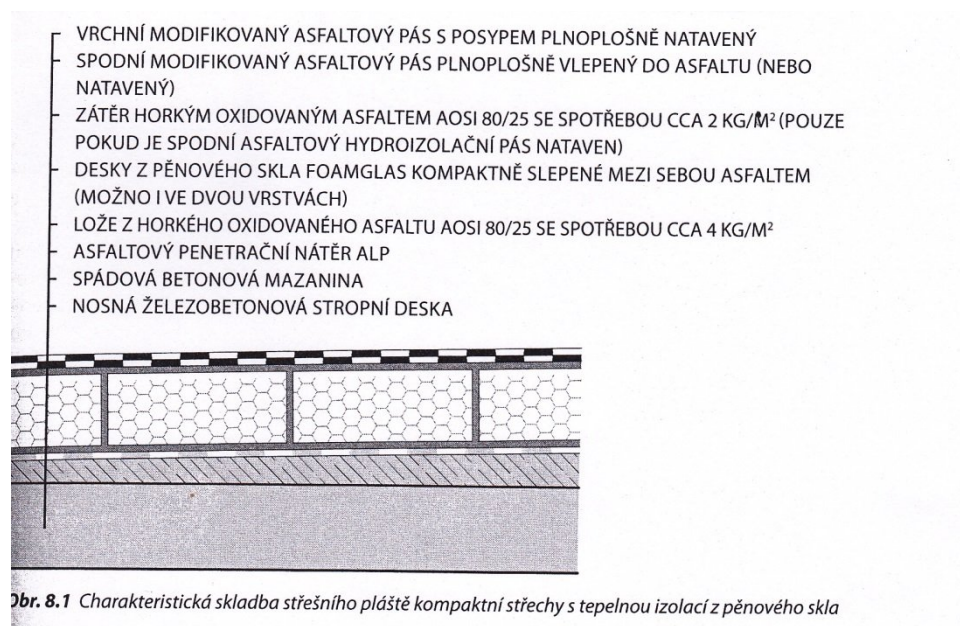
| Vlastnosti                    | Asfaltové hydroizolační pásy                                                                                                    | Hydroizolační fólie                                                                                |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pokládka                      | - v jedné vrstvě<br>- dvouvrstvá                                                                                                | - pouze v jedné vrstvě                                                                             |
| Způsob pokládky               | - natavením<br>- volná pokládka s kotvením<br>- dtto se stabilizační vrstvou<br>- samolepicí za studena<br>- nalepením lepidlem | - volná pokládka s kotvením<br>- dtto se stabilizační vrstvou<br>- samolepicí fólie<br>- nalepením |
| Tloušťka hydroizolace         | - jednovrstvá tl. cca 5 mm<br>- dvouvrstvá tl. min. 7,2 mm                                                                      | tl. 1,2 mm a více                                                                                  |
| Plošná hmotnost               | - jednovrstvá cca 6 kg/m <sup>2</sup><br>- dvouvrstvá 9 až 12 kg/m <sup>2</sup>                                                 | 1,5 kg/m <sup>2</sup> až 3 kg/m <sup>2</sup>                                                       |
| Faktor difuzního odporu       | $\mu = 15\,000$ až $60\,000$                                                                                                    | $\mu = 12\,000$ až $260\,000$                                                                      |
| Ekvivalentní difuzní tloušťka | $s_d =$ cca 130 až 510 m                                                                                                        | $s_d =$ cca 15 až 390 m                                                                            |



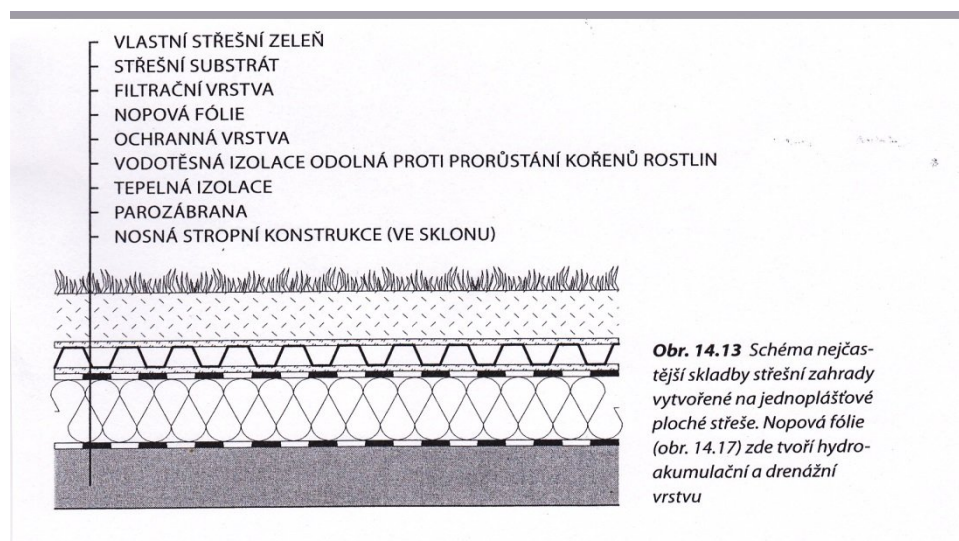
**Obr. 80** Schéma členění povlakových hydroizolací



## Jednoplášťová plochá střecha s klasickým pořadím vrstev – kompaktní



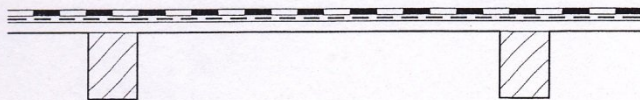
## Jednoplášťová plochá střecha s klasickým pořadím vrstev– vegetační – ext.,intenzivní



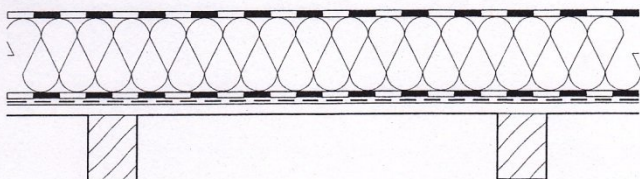


### I.b.) Jednoplášťové lehké pl. střechy (na dřev. bednění či trapéz. plechu)

Jedná se o jednoplášťové ploché střechy buď jen s vodotěsnou izolací (obr. 6.1), nebo o kompletní jednoplášťové střechy i s tepelnou izolací a parozábranou (obr. 6.2).

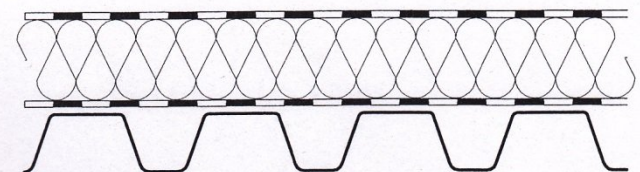


**Obr. 6.1** Lehká střecha na dřevěném bednění jen s vodotěsnou izolací



**Obr. 6.2** Lehká střecha na dřevěném bednění s kompletním souvrstvím střešního pláště (parozábrana + tepelná izolace + vodotěsná izolace)

dnes jsou čtenější na trapézovém plechu



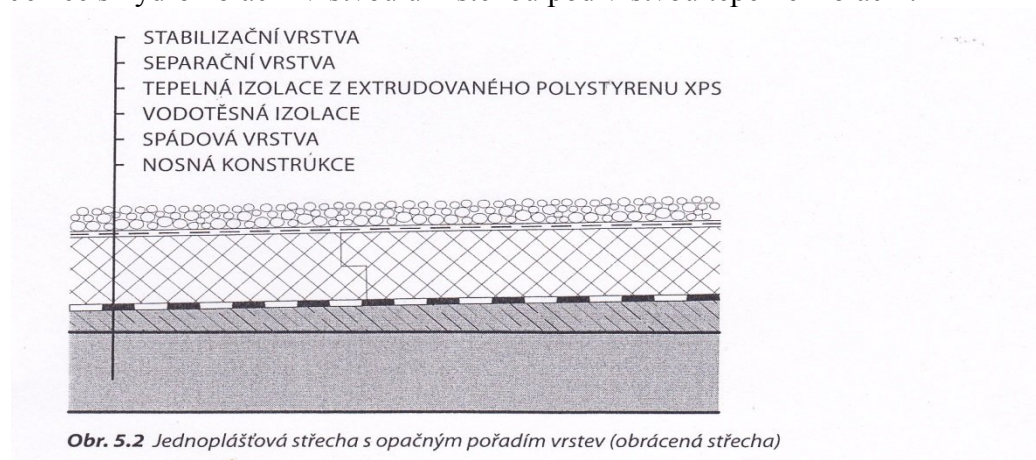
**Obr. 6.3** Střecha na trapézovém plechu



- u obou variant je důležitá precizní realizace parozábrany, lehčeji dosažitelná na podkladu s dřev. bedněním (pevný – plnoplošný) než u vlnitých trapézových plechů (PE folie nelze bezpečně slepit oboustrannými samolepicími páskami + nebezpečnější i perforace kotvním systémem ! = nové generace asf. pásů a min. pož. zatížení tl. 0,4 mm.)

### **I.c.) Jednoplášťové s obráceným pořadím vrstev.**

Je kce s hydroizolační vrstvou umístěnou pod vrstvou tepelně izolační.



Jedinou materiálovou možností z tepelných izolací jsou dílce z extrudovaného polystyrenu (XPS) se zohledněním vlivu sání větru (přetížení) a rozplavání desek (nutná vždy polodrážka). „Navíc“ je v souvrství tzv. „stabilizační“ – přítěžující vrstva (dle plánu tl. ?) z praného kačírku, dlaždic....

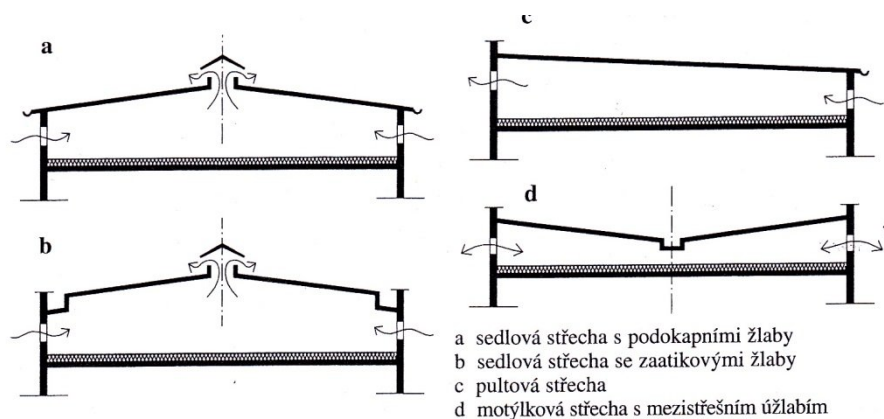
### **II.a.) Víceplášťové – dvouplášťové střechy – větrané**

Jako víceplášťové střechy se označují ploché střechy tvořené více – nejčastěji dvěma pláštěmi od sebe zpravidla oddělenými vzduchovou (-vými) vrstvou (-ami). U větraných dvouplášťů je vzd. mezeru napojena na vnější prostředí vhodně umístěnými příváděcími – nasávacími a odváděcími (výdechovými) otvory. Tím dochází k výměně vzduchu - úniku vlhkosti. Dříve se k použití takového typu uchýlovali projektanti ve větší míře a to jak u bytových staveb (ve Vč – HK i Pce velmi, velmi často), tak u objektů speciálních (bazény, zimní stadiony, sportovní haly ...)

Dnes se dvouplášťové větrané konstrukce používají řidčeji zejména pro to, že často nevýhody převažují nad konstrukčními výhodami – tzn. že

- koncepční i realizační chyby se odstraňují velmi obtížně a drazé
- doplnění tep. izolantu je velmi citlivé (z hlediska st. fyziky především dřev. kce) a technologicky komplikované (rozebrání, dofoukání ...)
- dvouplášť je ekonomicky většinou dražší (vyšší kce)
- je nutná také vyšší realizační kázeň a pečlivost a to vítězí dnes nad :
  - úsporou nákladů u jednoplášťů
  - možností účinnějšího tlumení kolísání teplot v interiéru
  - možností zabudování i stlačitelných tep. izolačních materiálů.

Pro správnou funkci dvoupl. ploché střechy je dobré si připomenout i různé a různě takto fungující tvary větraných pl. střech.



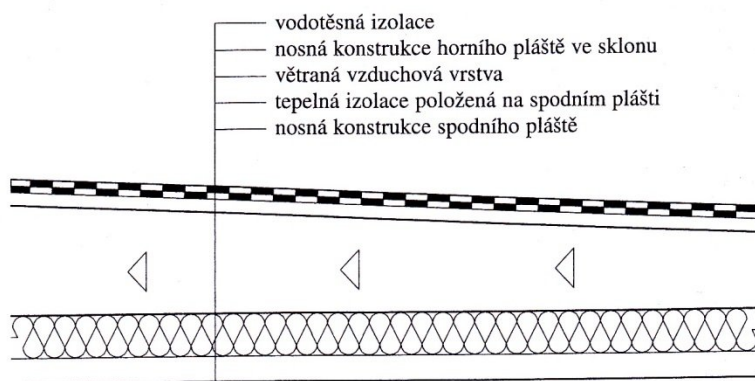
Obr. 75 Charakteristické typy větraných dvouplášťových plochých střech

**Poznámka:**

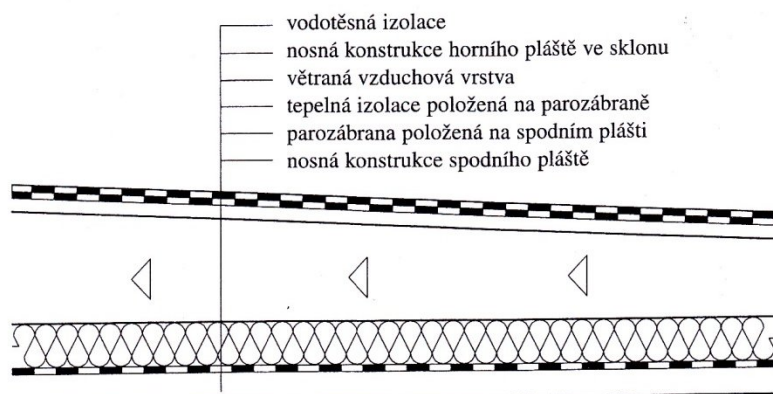
U motýlkové střechy nedochází při bezvětří k proudění vzduchu ve vzduchové mezeře. Přiváděcí i odváděcí větrací otvory jsou obvykle umístěny ve stejné výšce a horní plášť má z hlediska proudění vzduchu negativní sklon. Proto nedochází ani k proudění vzduchu vyvolanému rozdílnou teplotou vzduchu ve vzduchové vrstvě a při bezvětří tedy může dojít k nasycení vzduchové vrstvy difundující vlhkostí a následně ke kondenzaci této vlhkosti. U tohoto typu střech bývá často znemožněno proudění vzduchu pod mezistřešním žlabem.

Obvyklá skladba dvouplášťové střešní kce je tedy (od interieru) :

**11.4.1.4 Vzorové skladby větraných dvouplášťových plochých střech**



Obr. 76 Klasická větraná dvouplášťová plochá střecha bez parozábrany



Obr. 77 Klasická větraná dvouplášťová plochá střecha s parozábranou



Dolní (vnitřní) plášť – „zpravidla“ vodorovný tvořený stropní konstrukcí. Ta bývala (dnes to neplatí zcela) většinou z difúzně omezeně prostupných materiálů – monolitického žel. betonu, ž.b. panelů, keramických stropních prvků apod.



Dnes jsou, ale (ekonomika) často navrhovány daleko difúzně „citlivější“ konstrukce se SDK podhledy, celoplošnými dřev. podhledy s parametry návrhu obdobnými, jež pak připomeneme detailněji i u šikmých víceplášťových střešních konstrukcí ! Tento princip návrhu vede k řešení více problémů, s ohledem na stavební fyziku konstrukce, a jejím teoretickému pečlivějšímu návrhu, s většími návrhovými „bezpečnostními“ parametry (realizace a započtení parozábran ! i větších tloušťek tepelných izolantů).

Na uvedeném dolním střešním plášti je zpravidla realizována parozábrana. Její funkce je často nejzásadnějším materiálovým, technologickým – konstrukčním prvkem celé skladby !

Nad ní je pak položena tepelná izolace, vesměs z miner. vláken (sklo či čedič) vyjímecně EPS či sypké izolanty (perlit, LIAPOR...).

Poté následuje větraná vzduchová vrstva (obvykle nepůlená) s min. výškou 100, spíše však 250 mm (při délce vzduch. vrstvy nad 10 m se uvedené empiricky zjištěné hodnoty zvyšují na každý 1 bm o 10% (pro minim. doporučený sklon vzduch vrstvy 5°.)

Důležitým prvkem jsou i nasávací a výdechové otvory správného tvaru zakrytí, umístění a vlhkosti (viz. výše i vliv tvaru – typu střechy). Pro jejich návrh dnes již nestačí empirické zkušenosti v čase získané, ale je nutno tyto parametry vždy ověřit tepelně – technickým výpočtem !

Horní (vnější) plášť je vždy realizován ve sklonu a to jak kvůli odvodnění střechy, tak i pro podporu správné funkce odvětrání vzduchové vrstvy (viz. uvedené tvary...). Materiálově je

horní povrch nejčastěji (z ekonom. hlediska) dnes z dřev. bednění či trapézových plechů, dříve jej často tvořily ž.b. či keramické střešní panely. Dnes navrhované horní pláště jsou velmi citlivé až zcela nevhodné – plech na povrchové kondenzace vodní páry ! a v kombinaci s nesprávně navrženou či realizovanou parozábranou, pak vedou k často cyklicky defektními konstrukcím s obtížnou sanací. I proto bylo dnes často ustupováno od jejich použití u speciálních, extrémně vlhkostí zatížených konstrukcí střešních plášťů (bazény, stadiony...)

## II. b.) **Dvouplášťové střechy – nevětrané**

jsou konstrukčně – skladbou vhodné s II.a. větranými. Rozdíl je v charakteru – funkci vzduchové mezery, jež je v tomto případě nevětraná a je tak součástí tepelně izolační vrstvy. Z hlediska stavebního se pak taková střecha chová jako střecha jednoplášťová. Pokud byla historicky taková střecha úmyslně navržena a realizována, pak je její funkčnost, s ohledem na event. postupující stavební úpravy (utěsnění přirozené infiltrace – snižování vlhkosti v objektu výměnou výplní otvorů, výměnou lokálních topidel, jejich komínovému efektu za centrální) omezena a vyžaduje zásadní rekonstrukce.

Těmi ostatně nejčastěji také dnes tyto konstrukce vznikají. Jedná se tedy o jakési „přeřešení“ dvouplášťové konstrukce větrané či alespoň „přivětrávané“ (většinou motýlkového typu u bytových objektů) na konstrukci nevětranou. Většinou tep. technické parametry totiž prokáží, že funkce a parametry původních dvouplášťů dnes již nevyhovují a to jak z hlediska souč. prostupu tepla či i kondenzace vodní páry na spodním povrchu horního pláště či ve špatně větrané vzduchové vrstvě. Dalším důvodem je i revitalizace O.P. objektu s možným zakrytím větracích otvorů.



Je vhodné pak alespoň zajistit expanzní funkci původních otvorů (když již tedy nikoliv větrací) trubičkami osazenými do části otvorů původních. Nejhorším případem je zaslepení všech větracích otvorů při současném zateplení pouze O.P. bez pláště střešního.

Pro bezpečný návrh – přeměnu dvoupl. větrané na nevětranou je bezpodmínečně nutné stavebně – fyzikální posouzení. To začíná detailním stavebním průzkumem – sondami, zjištěním skutečného stavu a tloušťky, tep. izolací a detailů – atiky, úžlabí...) Následně provést tep. – technické výpočty s pozitivními hodnotami, raději i s určitými rezervami. Platí



rámcové empirické pravidlo dimenzování tloušťky i izolantu na cca 1,5 násobek tl. izolace původní.

Pak nedochází

1. ke kondenzaci na spodním povrchu horního stř. pláště
2. celoroční množství zkondenz. vodní páry je menší než připouští ČSN tzn.0,1- 0,5 kg/m<sup>2</sup>/rok a
3. bilance vod. par je kladná, tzn. odpařitelné množství větší než zkondenzované.

Pozor! to vše je nutno brát dvakrát tak vážně u kcí s dřevěnými horními střešními plášti! Zde platí rámcové – bezpečné zásady buď – přiteplit jen izolant přidáním na vnitřní části spodního líce konstrukce, nebo nepřiteplovat shora vůbec či vyjímečně s předdimenzovaným tepelným izolantem bez teoretické jakékoliv kondenzace a ještě s doplňkovým opatřením (ventil. turbíny apod.). To vše platí a je možné pouze u těžkých, difúzně méně propustných konstrukcí stropů ž.b. či keramických, u stropních kcí z lehkých SDK či dřevěných, vzhledem k velmi sporné funkci parozábrany se tyto úpravy nedoporučují !

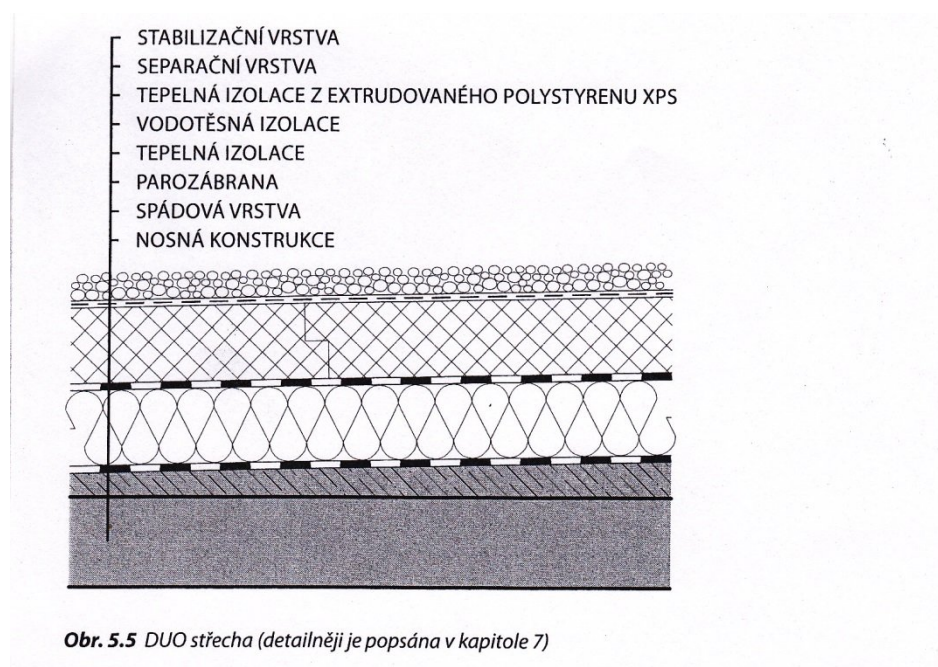
### **III. Rekonstrukce střešní jednoplášťové konstrukce s doteplením tzv. PLUS střechou (DUO střecha)**

Tak, jako u dvouplášťových střech se provádí s revitalizací O.P. i úprava rekonstrukce těchto víceplášťových konstrukcí, tak i parametry řady v kapitole I. uvedených jednoplášťových. Konstrukce nevyhovují současným standartům a vykazují řadu vad a poruch z nich plynoucích. To vede majitele k rekonstrukci nejen vlastní vodotěsné izolace, ale i ke zvýšení tepelných parametrů střechy - jejímu doteplení.

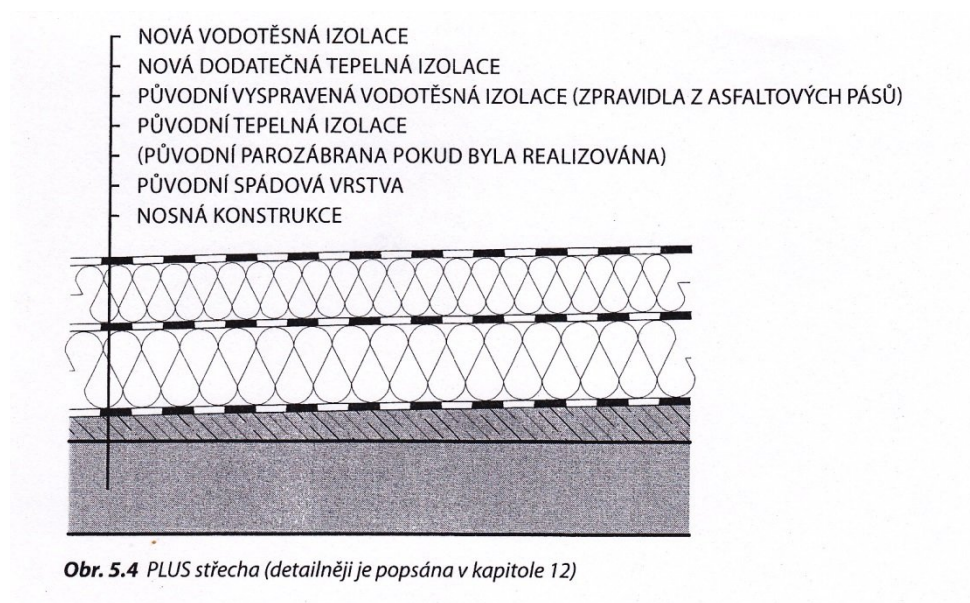
U jednoplášťových plochých střech existují v podstatě dvě varianty řešení.

#### **a) PLUS střecha nebo b) DUO střecha**

Tzv. DUO střecha je v podstatě stávající jednoplášťová konstrukce na níž se (alt. pro sanaci povlakové hydroizolace „přidá“ tepelný izolant – extrudovaný polystyren se statickým zabezpečením – přitížením navrhovaným na sání větru (kačírkem, dlaždicemi ....). Tato kce je dnes navrhována vzhledem k ekonomické i statické náročnosti velmi zřídka.



Naopak velmi čtým, je řešení tzv. PLUS střechy





Jedná se o provedení dodatečné tepelné a vodotěsné izolace na stávající, jinak většinou funkční, souvrství jednoplášťové střechy. Stávající – původní hydroizolace (vyspravená), se tak dostává do polohy parozábrany.

Přidanou tepelnou izolací (dílce EPS, kompletizované dílce EPS, tuhé minerální vláknité desky, dílce PIR, kombinace EPS + miner. vlákno atd....), se často řeší i zlepšení spádových poměrů (zvýšení spolehlivosti odvodnění plochy) použitím spádových desek izolantu ! Izolant je možno lepit (PUK, PUR), mech. kotvit či nejlépe kombinovat obě technologie alternativně i příležitostně. Často se tímto dokotvením nebo přitížením, navíc řeší i původní nedostatečná fixace části souvrství (např. skladby s dílci POLSID, KSD nedostatečně lepené do vodou ředitelných asf. suspensí SA event. pouze „volně“ položené na spádové násypy z tříděného kameniva !)

Není-li stávající střešní plášť (a nebývá to obvyklé), masívně vlhkostně znehodnocen záteky či kondenzačními prvky, pak „oprava“ DUO střechou je velmi spolehlivá a funkční bez ohledu na zmiňované materiálové provedení povlakové hydroizolace (folie, mPVC i asfalt. modifikované pásy).

Pozn. : ZÁKLADNÍ DETAILY PLOCHÉ STŘECHY (současně s DETAILY ŠIKMÝCH STŘECH) jsou uvedeny v závěrečné kapitole přednášky ...)

## 4. ŠIKMÉ – SKLONITÉ STŘEŠNÍ PLÁŠTĚ

Tradiční konstrukcí stavebních objektů jsou šikmé – sklonité střešní pláště. Právě ony tvořily do konce padesátých let absolutní většinu střech v regionech střední Evropy a ČR. Musí plnit všechny technické požadavky a odolávat shodným vlivům jako střechy ploché, navíc se přidává však i, v jejich případě, ne bezvýznamný prvek architektonického vzhledu. Mnohdy je toto vizuální řešení v jejich případě dokonce nadřazeno řešení stavebně – technickému.

Již definované obecné široké členění dle tvaru plochy na střechy rovinné, zakřivené, kombinované, je doplněno nejznámějším členěním dle geom. tvaru na střechy pultové, sedlové, mansardové, stanové – jehlanové, kuželové...- pilové v kombinaci často s tzv. valbami či polovalbami. Platí i pro střechy šikmé – sklonité.

Navíc i pro účely této přednášky uvádím ještě podrobnější konstrukční – skladebné členění na :

### I. ZÁKLADNÍ – TRADIČNÍ SKLADBY podle časové posloupnosti tak, jak technologicky postupně vznikaly :

- a) **jednoplášťové**
  - bez zateplení či
  - se zateplením
- b) **více – tříplášťové se zateplením**
- c) **dvouplášťové**

### II. MODERNÍ – SOUČASNÉ stále používané – navrhované uvedené dvouplášťové nebo nově

- a) **nadkroevní skladby**
  - vícevrstvé (dle polohy tep. izolantu)
  - jednovrstvé difúzně uzavřené či difúzně otevřené
- b) **s nosnou masivní kci** (žel. beton, keramika)

#### I.a) Jednoplášťová střecha bez zateplení a se zateplením

byla prvním původním řešením střešních konstrukcí sestávajícím se z pouze dvou základních vrstev a to nosné (krovu, latí event. bednění a hlavní hydroizolační vrstvy – krytiny, konstrukčně pak často doplněné tep. izolačním „krytem“ na stropní (konstrukci).

Snahy ekonomicky zhodnotit každý obestavěný krytý prostor vedl k vytvoření zatepleného obytného podkroví jednoplášťové střechy se zateplením.

V prvopočátku jsme obytné podkroví řešili vložením tepelné minerální izolace mezi krokve. Z vnitřní strany se celoplošně provedeno bednění z palubek, heraklitu, dřevotřískových desek s celoplošným zakrytím dehtovanou lepenkou. Z vnější strany se na izolaci někdy položila lepenka nebo folie. Krytina byla kladena na latě položená přímo na krokvích. Větrání bylo zabezpečeno netěsnostmi v krytině a jinými otvory ve střeše.



### A) Propustnost skládané krytiny

Od tohoto způsobu zateplení se brzy upustilo z důvodu profoukávání minerální izolace, deformací interiérového podhledu a zatékání do izolace a interieru i netěsnostmi ve skládané krytině.

#### Příklad

Výměna zavlhlé tepelné izolace pro třiceti letých. Vlivem vlhkosti izolace málo izolovala, v podkroví byla zima a docházelo k zavlhání podhledu. Střecha bez existence větrání nad

Obr.č. 1: Výměna minizolace po 20 letech



Zdroj: vlastní

tepelnou izolací, krytina nalitých přímo na krokvích, na bednění položena dehtovaná lepenka. Původní topení kamny bylo nahrazeno ústředním topením a následně začalo docházet k zavlhání v interiéru.

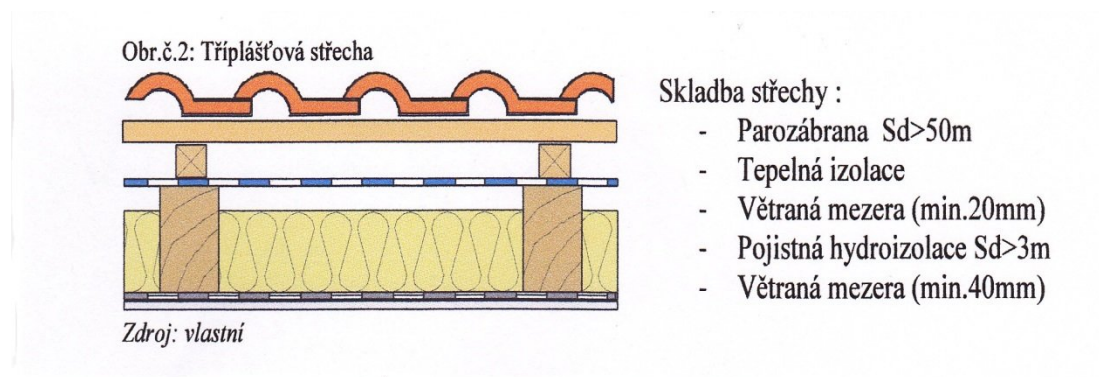
*Po roce 1990 se jednak, objevily nové materiály a technologie v provádění šikmých střech, a také výrazně stouply požadavky na tepelně izolační parametry konstrukcí (ČSN730540-1992,94..hodnoty  $R-3,0 \dots U -0,31-2$ )*

### I.b. Tříplášťová střecha

První doporučené skladby šikmé střechy se realizovaly jako tříplášťové střechy s pojistnou hydroizolací nad tepelnou izolací s větranou mezerou min. 20mm nad tepelnou izolací a min. 40mm nad pojistnou hydroizolací. Nesmělo dojít ke kontaktu pojistné hydroizolace s tepelnou izolací. Jinak dochází k propouštění vody stékající po povrchu pojistné hydroizolace. Parozábranou je umístěna pod tepelnou izolací. Nesmí mít perforaci, musí být vzduchotěsně slepena ve spojích a vyvedena na prostupující prvky (střešní okna, komíny, ventilace, atiky atd.).

Tloušťka tepelné izolace se pohybovala a odpovídala požadavkům normy platné do roku 2002. Cca 120 – 140 mm tak, aby bylo možné zachování ventilační mezery pod pojistnou hydroizolací.

Obr. č 2 Tříplášťová střecha



S odstupem času se objevovaly a opakovaly závady.

#### A. Absence větraných mezer (obr.3,4,5)

Docházelo k dotyku tepelné izolace s pojistnou hydroizolací, zmenšování větraných mezer a následně k zavlhávání minerální tepelné izolace . V tepelné izolaci docházelo k rosnému bodu a následně zatékání do interiéru.

Obr.č.3: Uzavření větrací mezery vytlačenou tepelnou izolací



Obr.č.4: Uzavření přívodu vzduchu u okapu



Obr.č. 5: Uzavření přívodu vzduchu u okapu



#### B. Parozábrana (obr.6,7,8)

Podceňovala se funkčnost parozábrany. Spleení spojů se provádělo různými páskami jež se časem rozlepovaly. Spleení spojů na měkké izolaci je velmi obtížné. Přilepení na prostupující konstrukce, stěny a hambálky nebylo technologicky dořešeno. Sponkování nepostačuje a lepicí pásky taktéž. Neslepenou parozábranou docházelo k pronikání chladného vzduchu do interiéru a vnášení vlhkosti. Toto způsobovalo deformace na podhledu.

Obr.č.6: Neslepený spoj  
v parozábraně



Obr.č.7: Deformace bednění  
vlivem neslepeného spoje  
v parozábraně



Obr.č.8: Poškození parozábrany  
táhlem vzduchotechniky



### C. Větrání u okapu a v hřebeni (obr.9, 10, 11)

Pro tříplášťovou střechu je nutné větrání nad a pod pojistnou hydroizolací. Tzn. přívod vzduchu u okapu a odvod v hřebeni. Objevovaly se různé konstrukce řešení větrání v hřebeni. Častou chybou se stalo uzavření hřebene pojistnou hydroizolací před položením krytiny a následné opomenutí prořezání a zajištění funkčnosti větrání. Srážení vzduchu na vnitřní straně pojistné hydroizolace a následné odkapy vody způsobují zavlhání tepelné izolace a zatékání.

Obr.č.9: Neodvětraný hřeben



Obr.č. 10: Ledové námrazy pod  
bedněním neodvětrané střechy



Obr.č. 11: Odkapy z pojistné  
hydroizolace neodvětranou střechou



### D. Spárové netěsnosti (obr. 12, 13, 14)

Tepelná izolace pro vkládání mezi krokve je nejvhodnější z minerální izolace ze skla nebo čediče. Velmi lehké, objemově nestálé izolace mají tendenci se sesouvat po parozábraně a prohýbat se. Aplikace tuhých pěnových plastů (polystyrén), které lépe izolují mezi krokve ve dvou vrstvách se neosvědčil z důvodu spárové netěsnosti objemovým změnám vlivem teploty

nad  $+70^{\circ}\text{C}$  pod krytinou. Vzniklé spárové netěsnosti umožňují pohyb vzduchu a prochlazování na straně interiéru. Důsledkem je zavlhání podhledů. Svoboda 1999.

Obr.č. 12: Spárová netěsnost  
v pěnovém plastu (EPS)



Zdroj: vlastní

Obr.č. 13: Spárová netěsnost



Zdroj: vlastní

Obr.č. 14: Deformace měkké  
skelné izolace



Zdroj: vlastní

### E. Vymývání a tím snižování tep.izol. parametrů konstrukce

### F. Chybná montáž (obr. 15, 16, 17)

Chybná montáž je také jeden z projevů závad střešního pláště. Nedá se předem předvídat a odhadovat.

Obr.č.15: Chybné napojení  
parozábrany u komínu



Zdroj: vlastní

Obr.č. 16: Zabudovaný tepelný  
most



Zdroj: vlastní

Obr.č. 17: Chybně zateplené  
střešní okno



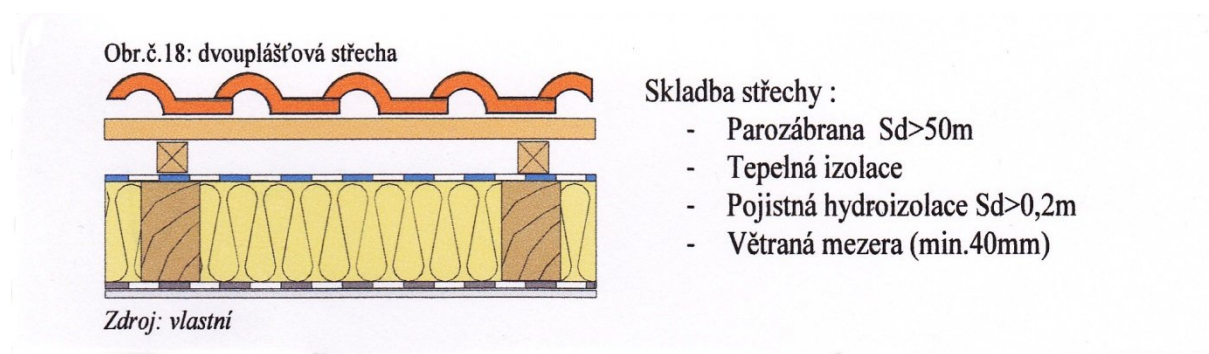
Zdroj: vlastní



Vydáním normy ČSN 73 1901/1999 (Navrhování střech) byla nahrazena zastaralá norma z roku 1975 a došlo k další významné revizi ČSN 73 0540/2002 (Tepelná ochrana budov.) Změnily se tak opět zásadně konstrukční skladby šikmých střech a požadavky na tloušťku tepelné izolace (R-4,1 ... U-0,24) a bilanci vlhkosti v konstrukci.

### I.c. Dvouplášťová střecha

Změnou ČSN 73 0540 v roce 2002 (Tepelná ochrana budov) se zvětšila tloušťka tepelné izolace a bylo proto nutné aplikovat tepelnou izolaci na celou výšku krokví. Na trhu se objevily nové typy pojistných hydroizolací difúzně otevřených, které se mohly používat pro kontakt s tepelnou izolací či bedněním. Tyto konstrukce nebyly vystaveny ochlazováním pod pojistnou hydroizolací a vykazovaly větší těsnost než střechy tříplášťové. Postupem času se tyto střechy staly **nejběžněji používaným typem**. Nebylo nutné větrat hřeben a řešit složitě přívod vzduchu u okapu.



S odstupem času se objevovaly zcela jiné závady než u střech tříplášťových.

#### A. Zavlhání pod pojistnou hydroizolací-parozábrana (obr.19, 20, 21)

Při chybně provedené parozábraně docházelo k pronikání vlhkého vzduchu do tepelné izolace, kde docházelo ke kondenzaci. Již při více jak 1% perforování z plochy parozábrany dochází ke 100% nefunkčnosti. Tato vlhkost v tomto množství nemohla projít přes „vysoce difúzně otevřené hydroizolace“ a pod ní docházelo k trvalé kondenzaci. Bylo prokázáno, že i sebelepší pojistná difúzně otevřená hydroizolace není schopna odvést zvýšenou vlhkost. Výrobce tepelných izolací zavedli deklaraci tepelné vodivosti dle EN normy měřenou při  $+10^{\circ}C$  v suchém stavu. Izolace po zabudování se dostává do rovnovážného stavu odpovídající vlhkosti a teplotě vzduchu na stavbě. Hodnota je výrazně jiná než deklarovaná. Pokud se do izolace dostane 2% vlhkosti, dochází ke zhoršení tepelné vodivosti izolace až o 50%.

Obr.č.19: Kondenzace pod pojistnou hydroizolací dvouplášťové střechy



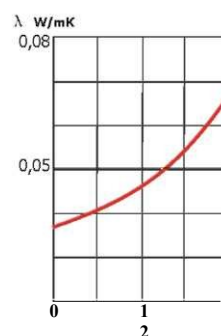
Zdroj: vlastní

Obr.č.20: Kondenzace na SDK chybnou parozábranou



Zdroj: vlastní

Obr.č.21: Vliv vlhkost na změnu lambdy



Zdroj: Rockwool Dánsko

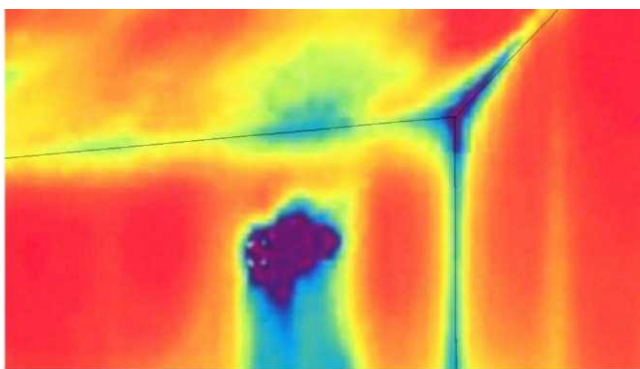
## B. Profoukávání vlivem vedení a prostupů (obr. 22, 23)

Profoukávání elektro rozvody vedenými v tepelné izolaci a nad ní. Důsledkem je proudění chladného vzduchu v rozvodech.

Obr.č.22: Profoukávání stud.vzduchu elektroinstalací



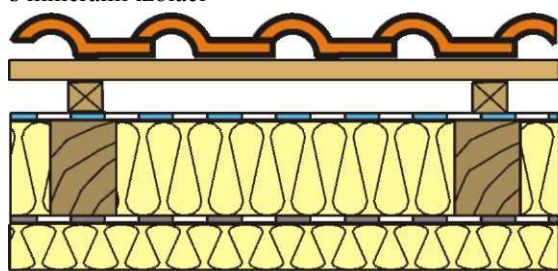
Obr.č.23: Termovize, profoukávání stud.vzduchu elektroinstalací



*Revize ČSN 730540 v roce 2007 sjednotila a zpřesnila požadavky na prostup tepla konstrukcí. Došlo k detailnějšímu sledování průběhu teplot v konstrukcích a posuzování tepelných mostů. Bylo vhodné opět zvětšit tloušťku minerálních izolací přidáním izolace pod krokve nebo nad krokve nebo volit nové typy izolací s lepšími tepelnými vlastnostmi. Začala honba za vylepšováním tepelných vlastností izolací ze skla a čediče.*

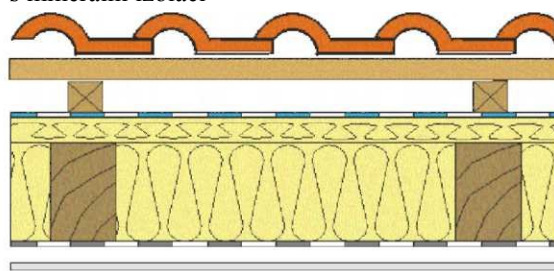
## I.c.a) Dvouplášťová střecha, doplněná o tep.izolaci pod (vyj. nad) nosnými prvky

Obr.č.24: Přidání min.izolace pod krokve s minerální izolací



Zdroj: vlastní

Obr.č.25: Přidání min.izolace nad krokve s minerální izolací

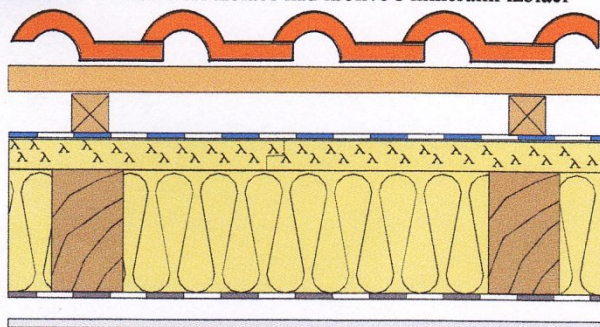


Zdroj: vlastní

Stávající tepelná izolace mezi krokvemi vykazuje velké tepelné ztráty (cca 10-20%)-tepelné mosty v místě krokví. Proto se nejužívanějším typem skladby dnes, stal tento upravený dvouplášť s tepelným izolantem mezi a pod nosnými prvky střechy. V každém případě je nutné u této skladby, provést ověřovací tepelně technický výpočet.

Další zdražování energie nás nutí více nebo lépe zateplovat. Začaly se realizovat nízkoenergetické a pasivní stavby. Jednou z cest k úsporám energie je zvětšení tloušťky minerální tepelné izolace nebo aplikace nových typů tepelných izolací z tvrdých polyuretanových pěn - PIR izolace nebo tvrdé fenolové pěny. Tyto materiály dosahují při poloviční tloušťce stejného tepelného odporu jako minerální izolace.

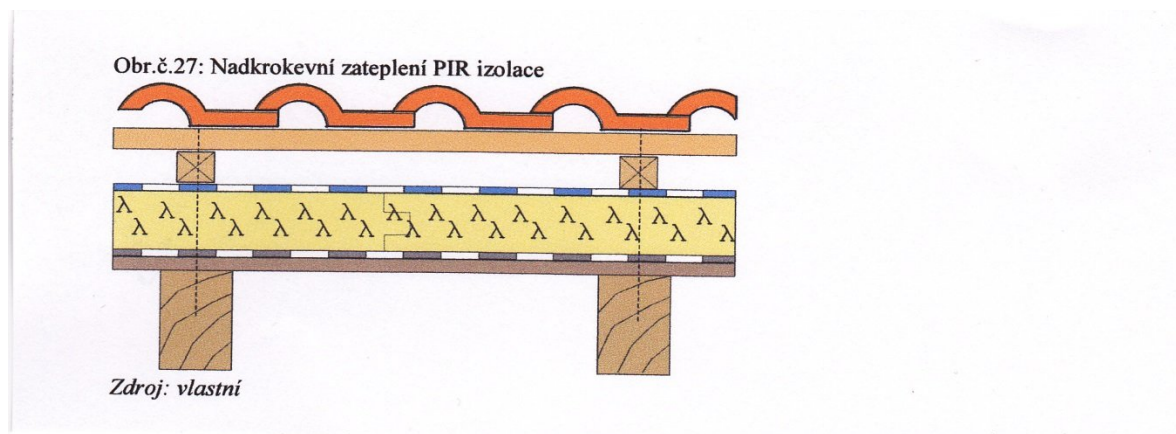
Obr.č.26: Přidání PIR izolace nad krokve s minerální izolací



Zdroj: vlastní

## II.a) Nadkrokevní skladby lehké konstrukce

Nadkrokevní zateplení rozlišujeme jako konstrukce vícevrstvé nebo jednovrstvé difúzně otevřené nebo difúzně uzavřené.

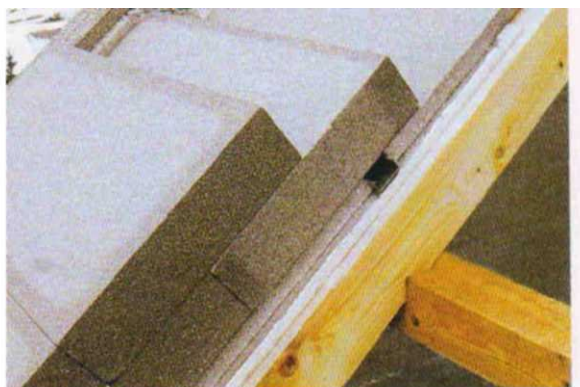


## 2a – 1. Systémy vícevrstvé (obr. č. 28, 29)

Střešní plášť má kombinaci vrstev z různých materiálů s rozdílnými tepelně izolačními vlastnostmi. Obvykle jde o nosné prvky (dřevo, kov, tuhé minerální izolace) umístěné nad krokvy s výplní z měkké minerální izolace. Tepelným mostem zde jsou zabudované kovové či dřevěné prvky v minerální izolaci a kotvení šrouby. I při tomto způsobu je tloušťka izolace poměrně vysoká. Při tomto způsobu je nutné dodržet pořadí vrstev. Směrem ven aplikujeme vrstvy difúzně otevřenější.

Obr.č.28: Nadkroevní zateplení kov.držák rockwool

Obr.č.29: Nadkroevní zateplení z pěn.plastu ve více vrstvách (EPS)



## 2a - 2. Systémy jednovrstvé - difúzně uzavřené)

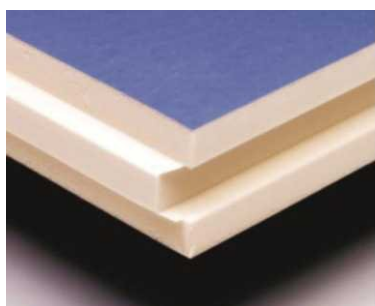
Střešní plášť tvoří jedna homogenní vrstva o stejných tepelně izolačních vlastnostech. Jde o tuhé izolační desky z PIR materiálů s oboustranný hliníkem se spoji na P+D opatřené integrovanou pojistnou hydroizolací. Velmi dobré izolační vlastnosti, malá tloušťka izolace a jednoduchá montáž jsou zárukou bezpečného a funkčního řešení. Doporučuje při viditelnosti desek spoje zevnitř přelepit AL páskou nebo na bednění položit celoplošně parozábranu.



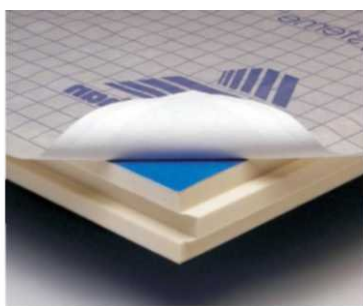
## 2a – 3. Systémy jednovrstvé - difúzně otevřené (obr.č.33,34,35)

Střešní plášť tvoří jedna homogenní vrstva o stejných tepelně izolačních vlastnostech. Jde o tuhé izolační desky z PIR materiálů nebo fenolů s oboustranným flísem se spojí na P+D opatřené integrovanou pojistnou hydroizolací. Parobrzda se používá pod PIR nebo Fenol deskami. Velmi dobré izolační vlastnosti, malá tloušťka izolace a jednoduchá montáž jsou zárukou bezpečného a funkčního řešení. Doporučená kombinace s minerální izolací mezi krokvemi.

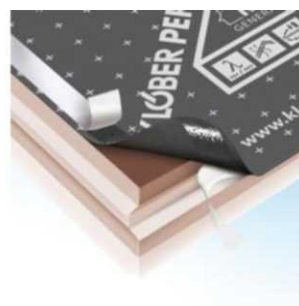
Obr.č.33: Izolační deska puren PIR, oboustranný flís



Obr.č.34: Izolační deska puren PIR, oboustranný flís+integrovaná pojistná hydroizolace



Obr.č.35: Izolační deska fenol, oboustranný flís+integrovaná pojistná hydroizolace



**II b) Masivní jednoplášťové nadkrokevní konstrukce střešních plášťů** jsou typické svými nosnými kciemi z monolitických bet. desek, prefabrikátů především s pórobetonu a keramiky opět zmonolitněným betonem. Tyto kce střeš, zvláště oblíbené v jižní Evropě, jsou velmi **odolné a výhodné – na přehřívání podstřešních prostor**, ale nejen tím.

Na prezentovaných fotografiích je několik konstrukčních řešení a to např. kce bytového domu ve Znojmě s nosnou kci z žel. betonové desky.



Obdobné konstrukční řešení je zřetelné i u bytového domu v Praze, kde je nosná konstrukce subtilnější v kombinaci ocel. svař. rámu s I profilů a trapéz. plechu a vzhledem k nutné nižší konzistenci betonové směsi bylo použito i horní bednění s OSB desek. Zde je vidět další významný kladný prvek těchto střešních plášťů a to **možnost realizace skutečné, těsné, spolehlivé parozábrany z asfaltových pásů.**



Následně byla provedena montáž dvouvrstvé tepelné izolace z PIR desek, montáž DHV (červená) kontralatí, latí a skládané krytiny.



Posledním příkladem řešení střešních pláštů tohoto typu může být objekt RD. Zde byly použity jako nosný prvek keramické nosníky, zmonolitněné betonovou směsí.



Následně byla provedena dokonalá parozábrana, atypické řešení u okapu, montáž dvouvrstvé PIR tepelné izolace, doplňkové hydroizolace tentokrát opět z asfaltového pásu, laťování a skládaná velkoformátová plechová krytina.

Z uvedených příkladů plyne již zmíněna celá řada pozitivních prvků této skladby šikmé střechy a to zejména

- masivní nosná kce je více vzduchotěsná než kce lehká a teplotně velmi stabilní
- velmi spolehlivá parozábrana

- velmi spolehlivá pojistná hydroizolace stavby
- pro skladbu platí i další výhody a principy nadkrokových systém- zmíněné v předcházejících skladbách

**MATERIÁLOVÁ ŘEŠENÍ – VARIANTY –šikmých střech**, jsou vesměs notoricky známa, proto jen zběžně

A) **Hlavní hydroizolační vrstva – krytina** bývá nejčastěji skládaná krytina.

Spolehlivost, především těsnost systému je zaručena dostatečným sklonem (viz. ČSN 731901), tvarováním skládaných krytin a volbou pojistné podstřešní folie, dnes již však názvoslovně upravené na DHV (doplňkovou hydroizolační vrstvu) s novou ! kategorizací tzv. tříd těsnosti(změna z PHI 1-3B na DHV 6-1, 1 – je nyní nejtěsnější opatření).

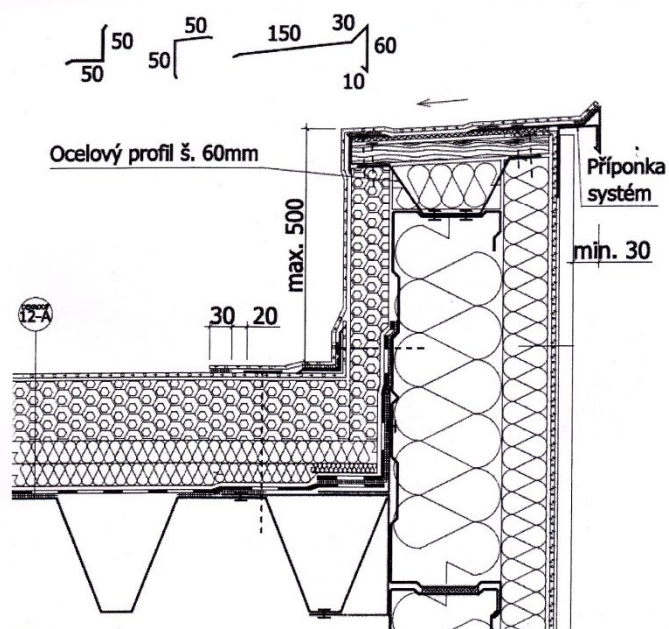
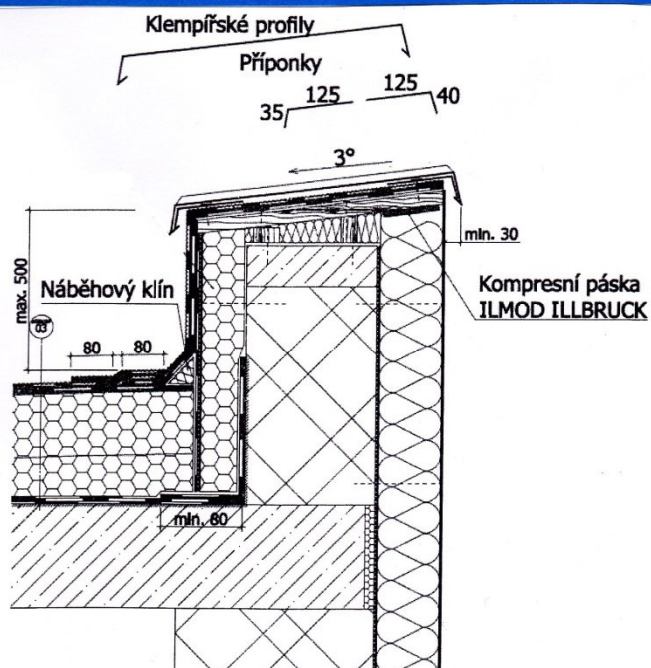
- z tašek pálených (keramická)
- z tašek betonových
- z přírodní břidlice
- z umělé břidlice (plastu)
- z vláknocementových rovinných prvků a vlnitých desek
- z plechových šablon a desek
- z trapézových plechů
- z dřevěných šindelů, z došků – slámy
- z asfaltových šindelů
- z plechové krytiny hladké na drážky či lišty atd. atd.

B) **Tepelně izolační vrstva**

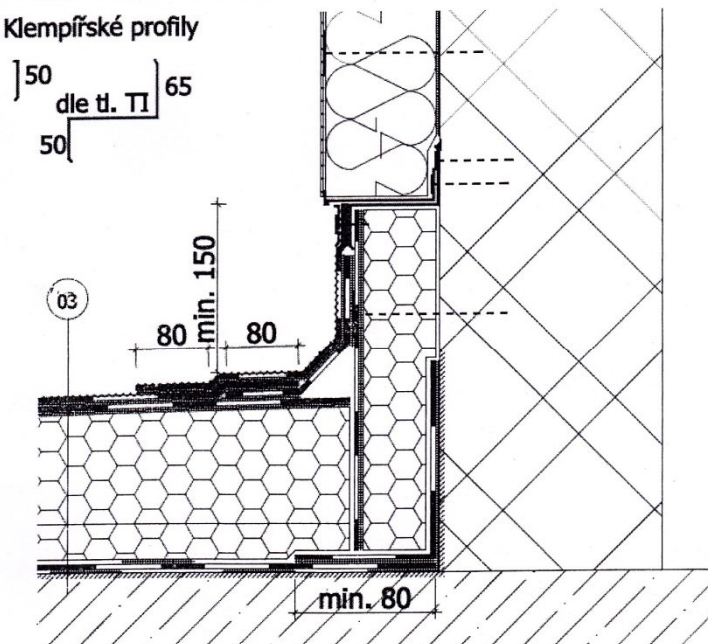
je nyní nejčtenější :

- minerální plst' jako např. skleněná vlna či kamenná – minerální vlna - limitou již zmiňovanou je lambda – dříve 0,045, dnes 0,037 – 0,044 a výjimečně 0,035
- minerální granule (zřídka do stropních či střešních kcí – LIAPOR či PERLIT.
- celulósová vata
- dřevní vlákna ekologické, ale mající své limity v nasákavosti
- ovčí vlna
- sláma
- pěnový polystyren
- pěnový polyuretan stříkaný (jeho relativně nové použití v O.P.)
- dílce PIR

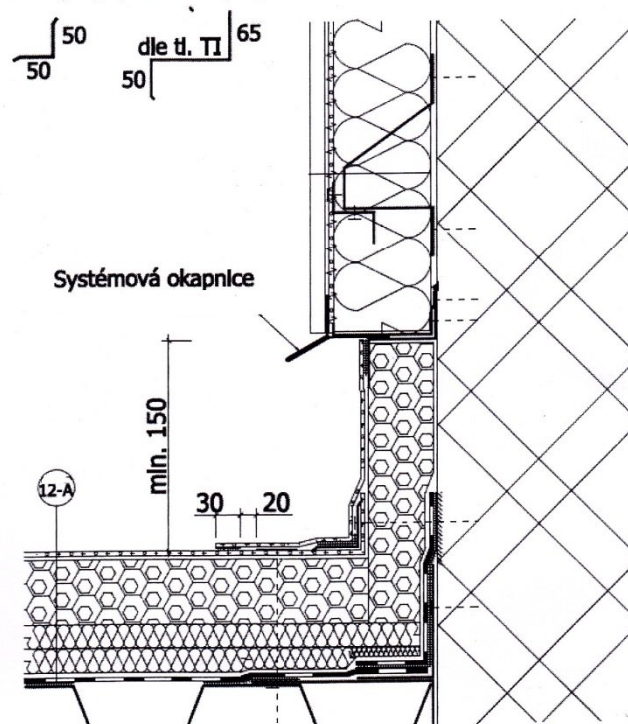




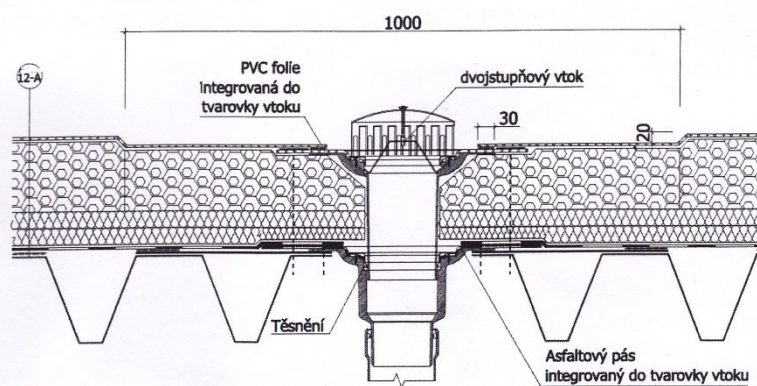
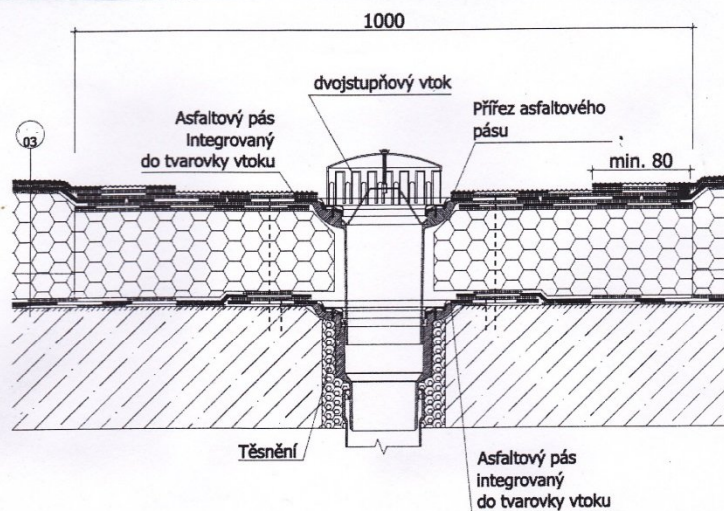
Klempířské profily

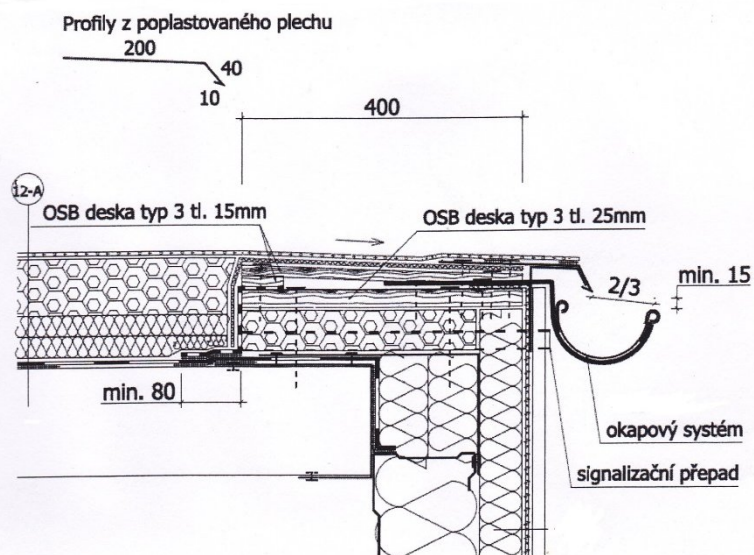
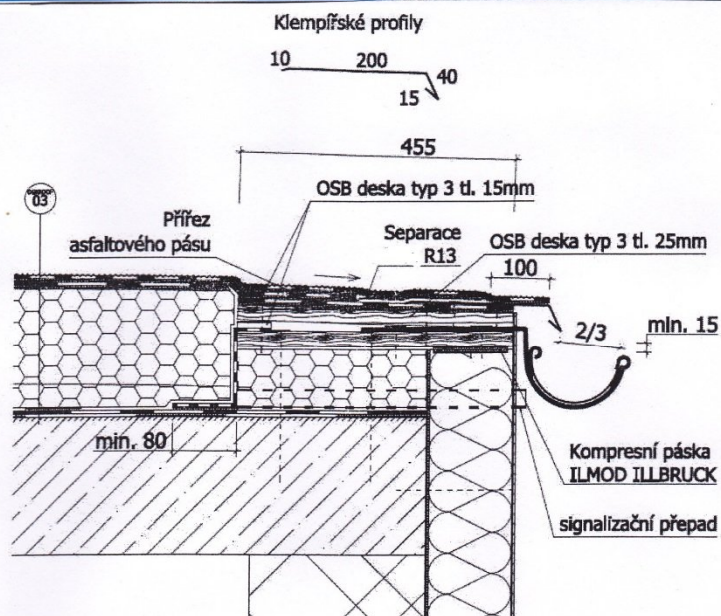


Profily z poplastovaného plechu













# BOHEMIA FR SYSTEMS

