



JEDNOPLÁŠŤOVÉ PLOCHÉ STŘECHY

- zásady návrhu
- základní skladby
- stabilizace střešních pláštů

Ing. Tomáš PETŘÍČEK

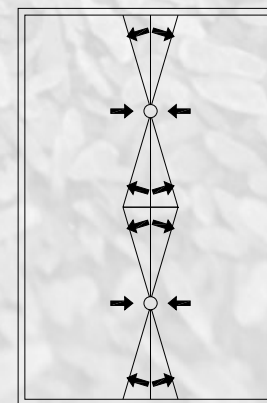
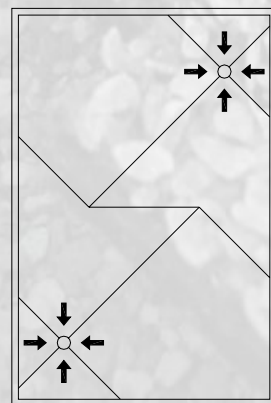
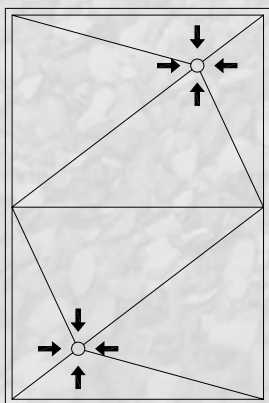
e-mail: petricek.t@fce.vutbr.cz

02/2012, Brno



ZÁKLADNÍ INFORMACE

- Plochá střecha - sklon střešní roviny obvykle $< 5^\circ$
- Jednoplášťová střecha – střecha zajišťující všechny funkce jedním střešním pláštěm.
- Větrané (historie) x nevětrané (dnes)
- Odvodnění:
 - vnější (podokapní žlab)
 - vnitřní (vtoky, mezistřešní a zaatikové žlaby ?)





ZÁKLADNÍ POŽADAVKY

- ČSN 73 1901 – Navrhování střech – Základní ustanovení (02/2011)
- Mechanická odolnost a stabilita – navrženo na hodnoty zatížení stanovené příslušnými normami.
- Ochrana chráněné konstrukce před vodou, ochrana prostředí před srážkovou vodou, ochrana a zajištění stavu vnitřního prostředí, ochrana konstrukce před vnitřním prostředím.
- Trvanlivost stanovuje investor, obvykle stejná jako nosná konstrukce stavby.
- Splnění požadavků ČSN 73 0540:
 - návrh tepelné izolace (součinitel prostupu tepla, U)
 - tepelné mosty (teplotní faktor, nejnižší povrchová teplota)
 - kondenzace vodní páry (vznik, množství, celková bilance)
 - návrh skladby a konstrukce – zajistit příznivý vlhkostní stav a režim střechy



KONDENZACE VODNÍCH PAR



KONDENZACE VODNÍCH PAR

- Vzduch je směs plynů a vodní páry.
- Množství vodní páry, které je schopen vzduch pojmout, závisí na jeho teplotě.
- **Teplý vzduch pojme více vodní páry než chladný vzduch.** Když se teplý vzduch náhle ochladí, přebytečná vodní pára zkondenzuje.
- Teplota, při které je vzduch vodní párou právě nasycen a pára se začíná srážet, se nazývá **rosný bod**.
(Výpočtové hodnoty rosného bodu jsou pro konkrétní teplotu a relativní vlhkost vzduchu uvedeny v tabulce F.2 normy ČSN 73 0540-3:2005, např. pro teplotu $t = +20^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkost vzduchu 50% je teplota rosného bodu $+9,27^{\circ}\text{C}$)
- **Při stejné relativní vlhkosti vzduchu a jeho různé teplotě je skutečné množství vody ve vzduchu významně jiné!**
(Vzduch s relativní vlhkostí 50%, teplotou 20°C : 12x více vody než při teplotě -15°C a 50% relativní vlhkosti -> odpovídající rozdíl parciální tlaků vodní páry. Parciální tlak vodní páry v obytném interiéru je 1168,5 Pa (bazény: 3209,6 Pa) a ve venkovním vzduchu 138,6 Pa)



KONDENZACE VODNÍCH PAR

- **V konstrukci**, oddělující interiér a exteriér, tedy zákonitě **dochází k difuzi vodních par** z prostoru s vyšším obsahem vodních par do prostoru s nižším obsahem vodních par.
- Pokud páry pronikající difuzí „narazí“ na materiál s vyšším difuzním odporem (velká hodnota ekvivalentní difuzní tloušťky – s_d) s teplotou pod hodnotou rosného bodu, **dochází ke kondenzaci**.
- Nahromaděná vlhkost ovlivňuje:
 - vlastnosti materiálů (snížení účinnosti tepelných izolací),
 - kondenzaci na vnitřním povrchu konstrukce,
 - poškození materiálu mrazem,
 - hmotnost konstrukce (až její úplnou destrukci).



KONDENZACE VODNÍCH PAR

- Splnění požadavků ČSN 73 0540-2:
 - **vyloučení možnosti kondenzace** u těch konstrukcí, kde by zkondenzovaná vodní páry ohrozila jejich funkci,
 - **přípustná kondenzace uvnitř skladby**, za předpokladu:
 1. zkondenzovaná pára neohrozí funkci konstrukce,
 2. kladná roční bilance vodní páry ($M_{c,a} < M_{ev,a}$)
 3. množství zkondenzované vodní páry je menší než:
 - jednoplášťové konstrukce: 0,1 kg/m²rok a 3% plošné hmotnosti materiálu, kde dochází ke kondenzaci,
 - dvouplášťové konstrukce: 0,5 kg/m²rok a 5% plošné hmotnosti materiálu, kde dochází ke kondenzaci
- Ověření výpočtem.



KONDENZACE VODNÍCH PAR

- Abychom těmto problémům předešli:
 - navrhujeme do skladeb střešních plášťů **parozábranu**,
 - její umístění volíme co nejbližší interiéru, pod tepelně izolační vrstvu,
 - maximálně omezit zabudovanou nebo zateklou vodu do skladby (betonové vrstvy neuzavírat mezi parozábranu a HI)
- Jediným objektivním měřítkem pro výběr materiálu parozábrany je schopnost bránit difuzi vodní páry, tedy hodnota **ekvivalentní difúzní tloušťky s_d [m]**

Ekvivalentní difúzní tloušťka s_d [m] se vypočítá ze vztahu:

$$s_d = \mu \cdot d$$

μ faktor difúzního odporu materiálu [-]

d tloušťka materiálu [m]



KONDENZACE VODNÍCH PAR

- Orientační hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky s_d [m] materiálů:
 - OSB desky tl. 22 mm: 5-10 m
 - SBS modifikovaný asfalt. pás 4 mm: 120 m
 - oxidovaný pás s hliník. vložkou 4 mm: 1 050 m
 - PE fólie 0,2 mm: 40 m
 - PE fólie a hliníkovou vrstvou: 130 m
- **Výsledná účinnost parotěsné vrstvy závisí na hodnotě s_d v ploše materiálu, ale zejména na řešení spojů a prostupů!!!**



PAROTĚSNÍCÍ VRSTVA

- **Výhody použití asfaltového pásu jako parozábrany:**
 - větší ekvivalentní difúzní tloušťku,
 - nehrozí výrazné poškození během průběhu další montáže,
 - vzájemné přetavení jejich spojů nám zaručuje dostatečnou nepropustnost pro vodní páry,
 - zvyšuje celkovou vzduchotěsnost střešního pláště,
 - použijeme-li pás z SBS modifikovaného asfaltu, který má „elastický charakter“, tak ani perforování kotevními prvky nijak zásadně nesnižuje výsledný difúzní odpor,
 - v průběhu výstavby může sloužit jako kvalitní provizorní hydroizolace.



Foto: Doc. Ing. Antonín Fajkoš, CSc.



Foto: Doc. Ing. Antonín Fajkoš, CSc.



SKLADBY JEDNOPLÁŠŤOVÉ PLOCHÉ STŘECHY



ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ

- **Dle tepelné izolace:**
 - nezateplené
 - zateplené

- **Dle umístění tepelně izolační vrstvy:**
 - jednoplášťová střecha, skladba klasická
 - jednoplášťová střecha, skladba obrácená (inverzní)
 - jednoplášťová střecha kombinovaná (DUO)
 - kompaktní střechy

- **Dle materiálu vodotěsnicí vrstvy:**
 - hydroizolační pásy
 - asfaltové pásy
 - hydroizolační fólie (plasty, pryže)
 - stěrky



ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ

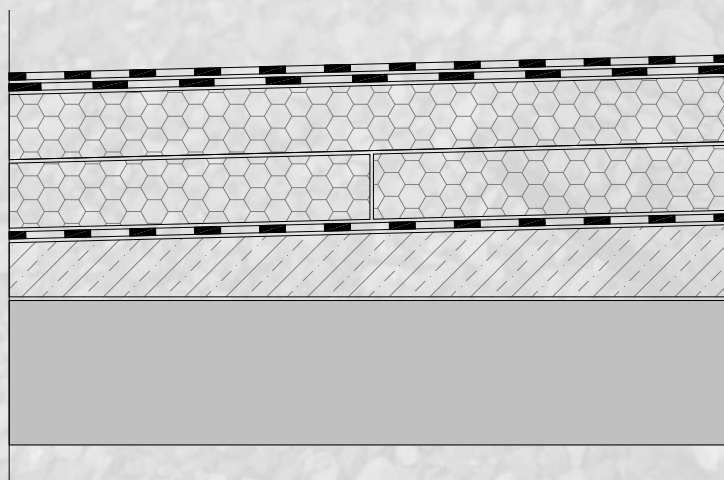
- **Dle způsobů stabilizace střešního pláště:**
 - mechanicky kotvené systémy
 - lepené systémy
 - přitížené stabilizační vrstvou

- **Dle způsobu užívání:**
 - střechy bez provozu (nepochůzná střechy)
 - střechy s provozem (pochůzná, pojízdná)
 - terasy
 - parkoviště
 - pěší a motorové komunikace
 - sportovní hřiště
 - přistávací plochy
 - vegetační



SKLADBA KLASICKÁ

- Střecha s vodotěsnicí vrstvou nad tepelně izolační vrstvou.



Skladba:

1. hydroizolační vrstva
2. tepelně izolační vrstva
3. parotěsná vrstva (může plnit funkci pojistné hydroizolace)
4. spádová vrstva
5. nosná konstrukce



SKLADBA KLASICKÁ

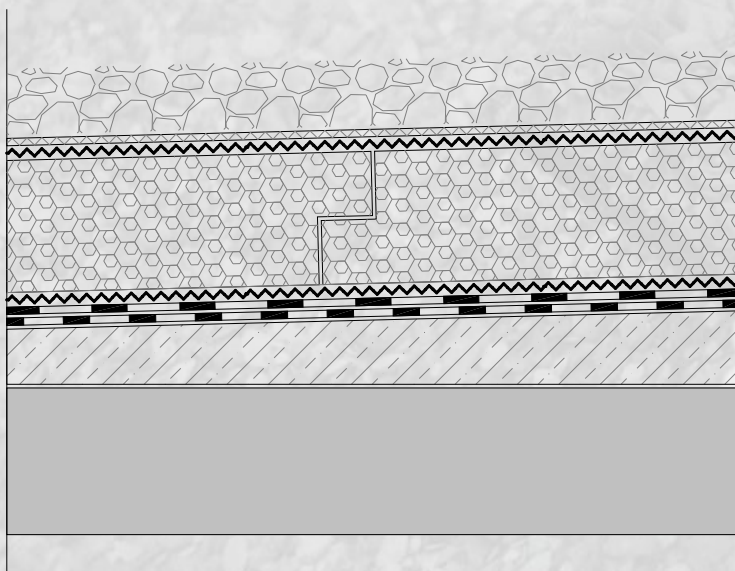
- Nejčastěji používaná skladba.
- Dostatečná dimenze parotěsné vrstvy – omezení kondenzace, dosažení kladné vlhkostní bilance.
- Samostatná spádová vrstva z betonu – umístění pod parozábranou, lze vytvořit pojistnou vodotěsnicí vrstvu.
- **Povlaková vodotěsnicí vrstva**
 - vystavena UV spektru slunečního záření
 - odolat proti vysokým teplotním rozdílům
 - krátkodobě (den – noc)
 - dlouhodobě (extrémy: léto +90°C, zima -20°C)
 - náchylná proti mechanickému poškození (při údržbě střechy, krupobití, atd.)
 - negativním vnějším vlivům (spad, popílek, atd.)





SKLADBA INVERZNÍ (STŘECHA OBRÁCENÁ)

- Střecha s opačným pořadím vrstev, s vodotěsnicí vrstvou umístěnou pod vrstvou tepelně izolační.



Skladba:

- 1.stabilizační vrstva
- 2.filtrační vrstva
- 3.drenážní vrstva
- 4.tepelně izolační vrstva
- 5.hydroizolační vrstva
- 6.spádová vrstva
- 7.nosná konstrukce



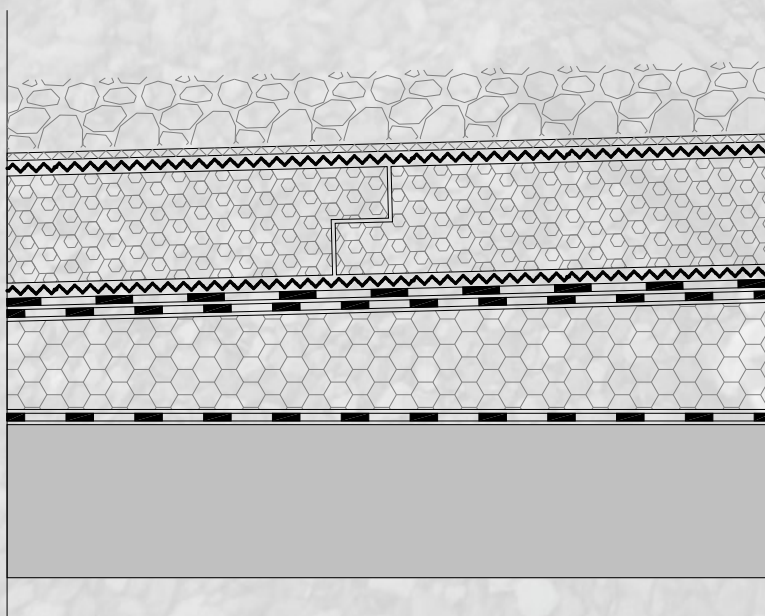
SKLADBA INVERZNÍ (STŘECHA OBRÁCENÁ)

- Je vhodné omezit množství vody zatečené mezi XPS a HI.



STŘECHA KOMBINOVANÁ (DUO STŘECHA)

- Střecha se dvěma či několika tepelně izolačními vrstvami, z nichž alespoň jedna je umístěna pod vodotěsnící vrstvou a jedna nad ní.



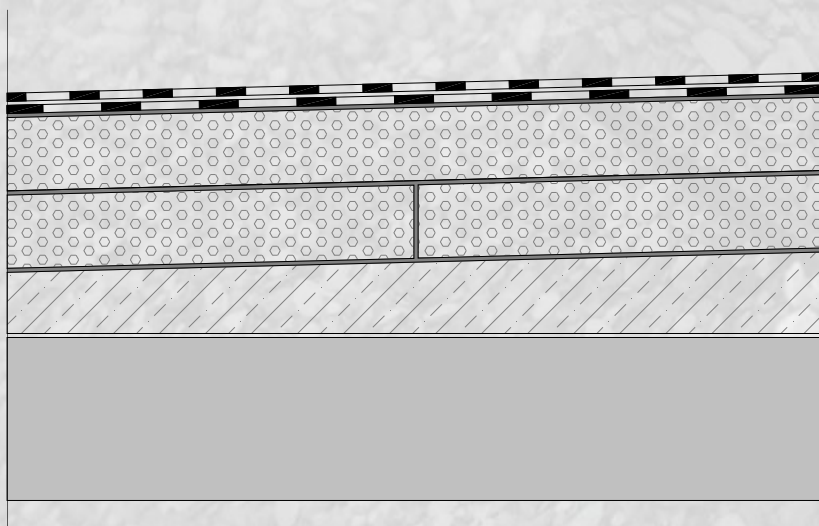
Skladba:

1. stabilizační vrstva
2. filtrační vrstva
3. drenážní vrstva
4. tepelně izolační vrstva
5. drenážní vrstva
6. hydroizolační vrstva
7. tepelně izolační a spádová vrstva
8. parotěsná vrstva
9. nosná konstrukce



KOMPAKTNÍ STŘECHA

- Specifická skladba s využitím vlastností pěnoskla.



Skladba:

1. hydroizolační vrstva – 2x plnoplošně natavený asfaltový pás
2. horký asfalt
3. pěnové sklo ve 2 vrstvách, spáry zality horkým asfaltem
4. horký asfalt
5. penetrace
6. spádová vrstva
7. nosná konstrukce



STABILIZACE STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ



STABILIZACE STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ

- Zejména proti účinkům sání větru - dynamické účinky!
- Špatná stabilizace může vést k poškození nebo až k totální havárii.
- Větrný vztlak – silový účinek až 3600 N/m^2
- Pozor na otevřené budovy – větrný vztlak se sčítá.
- **Nutno stabilizovat všechny vrstvy střešního pláště v ploše + kotvení detailů (atiky, vtoky).**





Foto: Doc. Ing. Antonín Fajkoš, CSc.



Foto: Doc. Ing. Antonín Fajkoš, CSc.



STABILIZACE STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ - lepení

- vysoké požadavky na kvalitu podkladu (rovinnost, čistota, atd., prkenné bednění - nelze)
- neperforujeme podkladní vrstvy (zejména parozábranu)
- způsoby použití:
 - povlakové hydroizolace (AP i fólie), jejichž spodní povrch je opatřen **samolepící vrstvou** (v místech, kde není možno použít otevřený plamen nebo při kladení na EPS)
 - „**snadnotavitelná úprava**“ povrchu asfaltových pásů (ožehnutí plamenem aktivuje lepicí hmotu)
 - samostatná fixační vrstva – **lepidlo, popř. studený či horký asfalt**. Dávkování je vždy prováděno dle technologického postupu výrobce ve vazbě na polohu a výšky objektu.





JEDNOPLÁŠŤOVÉ PLOCHÉ STŘECHY





STABILIZACE STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ – natavení

- **nejběžnější způsob montáže** hydroizolace z asfaltových pasů, kdy se za pomoci plamene natavují asfaltové pasy na vhodně připravený podklad (penetrovaný beton, kaširované desky tepelné izolace, původní izolace na bázi asfaltů)
- nelze provádět na hořlavé podklady, nutno chránit
- natavení:
 - **plnoplošné** – vzájemné spojení asfalt. pásů
 - **bodové** – vytvoření expanzní vrstvy (pro případ nutnosti eliminace tlaku vodních par).







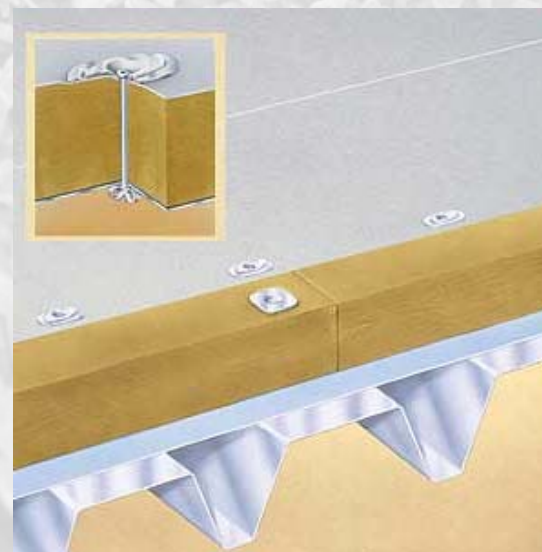
STABILIZACE – mechanické kotvení

- Stabilizace pomocí kovových či plastových **kotvících prvků** (kotevní šroub + přitlačná podložka nebo teleskop).
- Typ kotev a jejich množství závisí na konstrukci, do které se provádí kotvení a na vztlaku od sání větru (určuje výška a poloha objektu).
- Výhodou tohoto systému je, že lze přesně navrhnout a následně zkontrolovat kvalitu výsledného zakotvení střešního pláště.
- Lze provést na podklad z trapézových plechů, dřevěné i OSB bednění, betonových konstrukcí, tenkostěnné panely, atd.
- Izolace se nejčastěji **kotví v přesazích**, popř. v ploše, podél okrajů střechy a **kolem všech detailů**. Následně je kotvení překryto přesahem sousedního pásu a zavařeno.
- Kotvící systémy od kvalitních dodavatelů - EJOT, SFS intec
- **Korozivzdornost kotvících prvků!**



STABILIZACE – mechanické kotvení

- Stabilizace pomocí kovových či plastových **kotvicích prvků** (kotevní šroub + přitlačná podložka nebo teleskop).
- Typ kotev a jejich množství závisí na konstrukci, do které se provádí kotvení a na vztlaku od sání větru (určuje výška a poloha objektu).
- Lze provést na podklad vytvořený z:
 - dřevěné i OSB bednění,
 - trapézových plechů,
 - betonových konstrukcí,
 - tenkostěnné panely, atd.





STABILIZACE – mechanické kotvení

- Výhodou tohoto systému je, že lze přesně navrhnout a následně zkontrolovat kvalitu výsledného zakotvení střešního pláště.
- Izolace se **kotví v přesazích**, popř. v ploše, podél okrajů střechy a **kolem všech detailů**. Následně je kotvení překryto přesahem sousedního pásu a zavařeno.
- **Korozivzdornost kotvících prvků!**
- Kotvicí systémy od předních světových výrobců - EJOT, SFSintec





STABILIZACE – mechanické kotvení



správné umístění
kotevních prvků



nepřípustné umístění
kotevních prvků

















STABILIZACE STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ – přitížení

- Výhodný způsob pro střechy provozní - **terasy, vegetační střechy atd.**
- Vlastní hydroizolační vrstva nemusí být kotvena k podkladu. Stabilizační vrstva závisí na účelu střechy, zpravidla bývá tvořena dlažbou, násypem zeminy, praným kamenivem.
- Nutné drenážní a filtrační vrstvy – riziko růstu nechtěné zeleně.
- Problematické řešení sanací.
- Statické řešení.



