



JEDNOPLÁŠŤOVÉ PLOCHÉ STŘECHY

- vrstvy jednoplášťových střech
- základní materiály pro hydroizolační vrstvu
- běžné tepelně izolační materiály

Ing. Tomáš PETŘÍČEK

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

02/2012, Brno



ZÁKLADNÍ VRSTVY

- **Nosná konstrukce střechy**

- **Vodotěsnící vrstva, konstrukce**
 - zabraňuje pronikání atmosférické, provozní nebo technologické vody do střechy nebo prostředí pod ní (podrobněji v ČSN 73 0600 Hydroizolace staveb – Základní ustanovení)

 - skládaná vodotěsnící vrstva (dle ČSN 73 0607) – propustná pouze pro vodu v kapalném skupenství volně stékající po jejím povrchu
 - povlaková vodotěsnící vrstva, dle ČSN 73 0606

 - hlavní vodotěsnící vrstva – vystavená přímo vnějšímu prostředí (je krytinou), musí odolávat všem vlivům a provozu
 - pojistná vodotěsnící konstrukce – hydroizolační povlaky, musí být vyspádována a odvodněna
 - doplňková vodotěsnící vrstva – odvádí vodu pronikající skládanou vodotěsnící vrstvou
 - provizorní vodotěsnící vrstva – odvádí vodu pouze po určité časové období, např. během výstavby



ZÁKLADNÍ VRSTVY

- **Parotěsnící vrstva**
 - materiál s vysokým difuzním odporem, který lze homogenně spojovat. Spoje musí být funkční po dobu životnosti, vrstva má ležet na podkladu, u nesouvislých podkladů podložené spoje. Je-li užita silikátová spádová vrstva, parotěsnící vrstva se umísťuje na ni.
- **Tepelněizolační vrstva, termoizolační vrstva**
 - vrstva podílející se významně na dosažení požadovaného teplotního stavu vnitřního prostředí, brání zejména nežádoucím únikům tepla vedením. Materiály s omezenou schopností přijímat vodu a vlhkost. Nutná minimalizace mezer mezi jednotlivými deskami (polodrážka, více vrstev s prostrádanými spárami). Vrstva musí být chráněna před pronikáním vzduchu proudícího ve VVV.
- **Spádová vrstva**
 - vrstva vytvářející potřebný sklon následujících vrstev střešního pláště. Nejčastěji z nasytů, betonů, dílců z plastu nebo minerálních vláken (může zároveň plnit funkci tepelně izolační vrstvy nebo s ní spolupůsobit. Lze nahradit sklonem nosné konstrukce.
- **Stabilizační vrstva, spojovací vrstva, expanzní vrstva, ochranná vrstva, dilatační a separační vrstva, atd.**



VODOTĚSNÍCÍ VRSTVA



VODOTĚSNÍCÍ VRSTVA PLOCHÝCH STŘECH

- Spojitý vodotěsný povlak napojený na všechny přiléhající a prostupující konstrukce.
- Různé možnosti umístění v rámci skladby => různé namáhání (mechanické, teplotní, fyzikální).
- Povlakovou hydroizolační vrstvu se doporučuje navrhovat ve sklonu nejméně 1° (1,75%) směrem k odvodňovacím prvkům.
- Základní rozdělení povlakových hydroizolací:
 - **asfaltové pásy**
 - **fólie**
 - **stěrky** (tekuté fólie)



ASFALT

- první zmínky použití – Inkové, Egypt, Mezopotámie
- přírodní asfalt (těžba, Mrtvé moře)
- průmyslově vyráběný:
 - zbytek po frakční destilaci ropy
 - surový asfalt – nízký bod tání, odolnost proti mrazu
 - **zlepšení vlastností surového asfaltu pomocí:**
 - oxidace - > oxidované asfalty
 - přidání modifikátoru:
 - SBS (styren-butadien-styren)
 - APP (ataktické polypropyleny)
 - přidání plniv (vápencová, čedičová moučka, drcená břidlice)









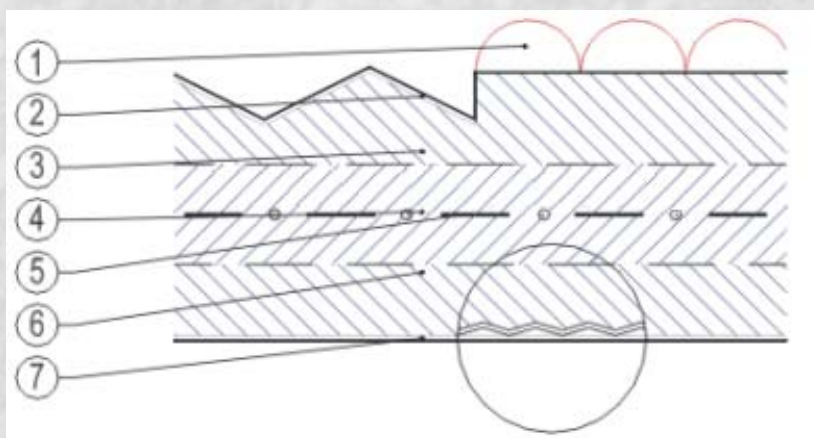
ASFALTOVÉ PÁSY

- **Aplikace:**
 - historie: 3x asfalt. pás do horkého asfaltu
 - jeden nebo dva asfalt. pásy typu „S“, natavené nebo lepené
 - je-li počet asfaltových pásů vyšší než jeden, hovoříme o hydroizolačním souvrství
- Z hlediska funkčnosti jsou nejdůležitější:
 - **druh použitého asfaltu,**
 - **výztužná vložka.**



ASFALTOVÉ PÁSY

- Velké množství AP, různé vlastnosti a použití.
- Základní **složení asfaltového pásu**:

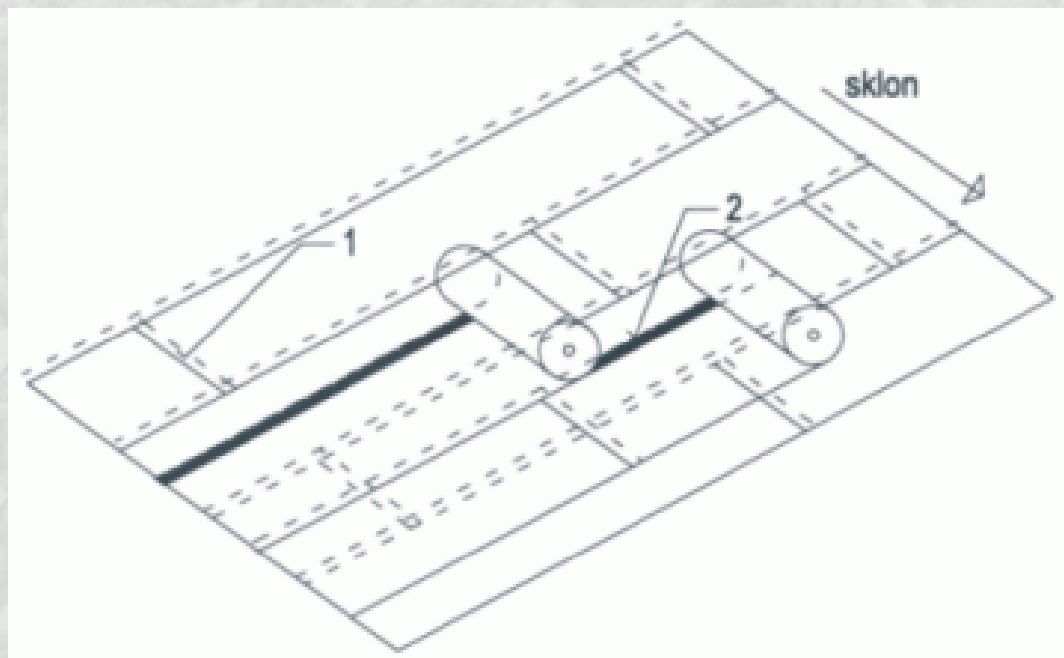


1. horní úprava povrchu
2. úprava povrchu okrajů pásu
3. vrchní vrstva asfaltové hmoty
4. penetrace vložky
5. výztužná vložka
6. spodní vrstva asfaltové hmoty
7. spodní úprava povrchu

- Z hlediska tloušťky dělíme asfaltové pásy:
 - pásy typu A,
 - pásy typu R,
 - pásy typu S.



APLIKACE ASFALTOVÝCH PÁSŮ





ASFALTOVÉ PÁSY

- **Asfaltové pásy typu „A“**
 - papírové lepenky impregnované asfaltem
 - tloušťka do 1 mm
 - pro hydroizolační vrstvu plochých střech jsou zcela nevhodné
- **Asfaltové pásy typu „R“**
 - tloušťka krycích asfaltových vrstev do 1 mm
 - celková tloušťka nepřesahuje 2,5 mm
 - pro vytvoření hydroizolační vrstvy plochých střech nepoužíváme
- **Asfaltové pásy typu „S“**
 - tloušťka asfaltových krycích vrstev nad 1 mm
 - celková tloušťka 3,5 mm do 5,2 mm
 - vhodné (s nenasákavou vložku) pro hydroizolace plochých střech



ASFALTOVÉ HMOTY

▪ **Asfalt – modifikace APP**

- 60. léta 20. stol.
- 17-35% modifikátoru
- odolnost vůči vyšším teplotám
- odolnost proti UV spektru slunečního záření
- problém: „zolejování spojů“ (emulze asfalt. hmoty)
- použití: HI vrstva mostních konstrukcí

▪ **Asfalt – modifikace SBS**

- 60. – 70- léta 20. stol.
- 8-22% modifikátoru
- elastický charakter asfalt. hmoty
- nízká odolnost proti UV spektru slunečního záření
- nejčastěji používané pro HI vrstvy



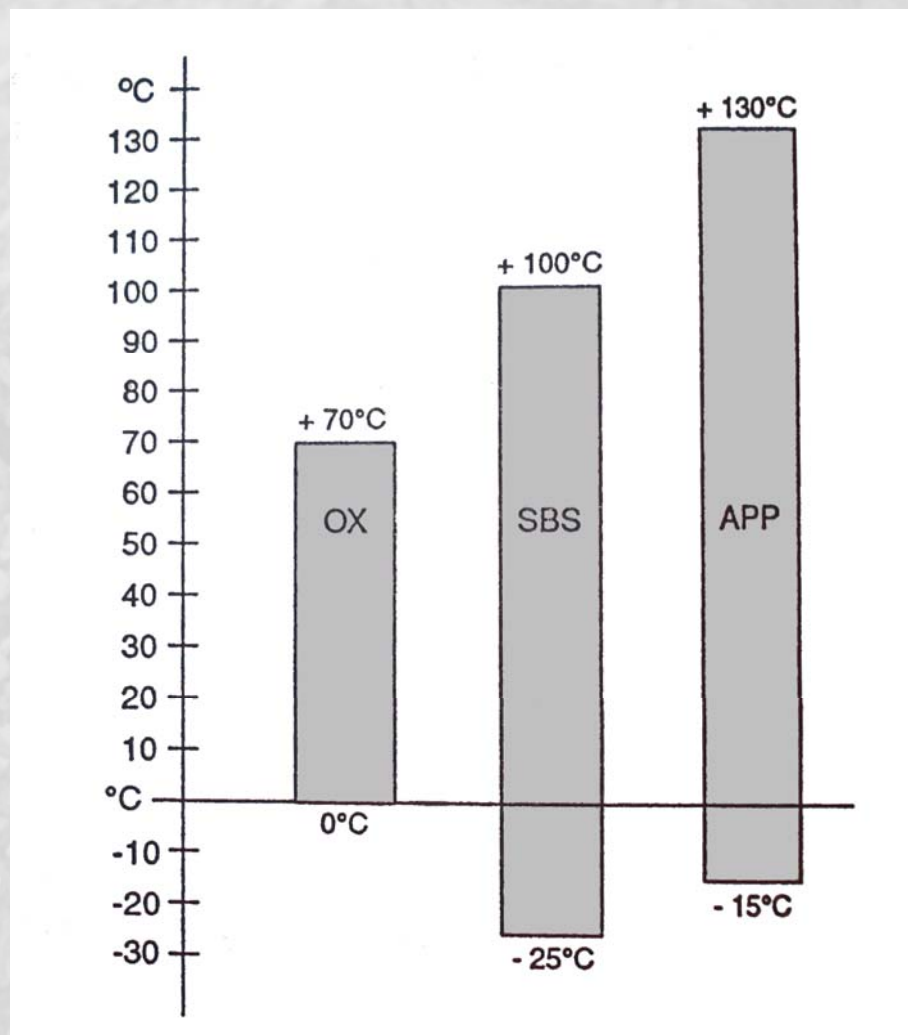
ASFALTOVÉ HMOTY

- oxidované asfalty – nejlevnější; modifikace srovnatelně drahé
- vzájemná kombinace je možná, ne vždy vhodná (zvláště APP)
- orientační porovnání vlastností:

Druh asfaltu	Ohebnost za studena (°C)	Bod měknutí (°C)
Oxidovaný	0 ÷ 5	85 ÷ 90
Modifikovaný APP	-5 ÷ -15	135 ÷ 150
Modifikovaný SBS	-15 ÷ -35	110 ÷ 125
Modifikovaný SBS-SIS-SEBS	-45	125



ASFALTOVÉ HMOTY





NOSNÉ VLOŽKY ASFALTOVÝCH PÁSŮ

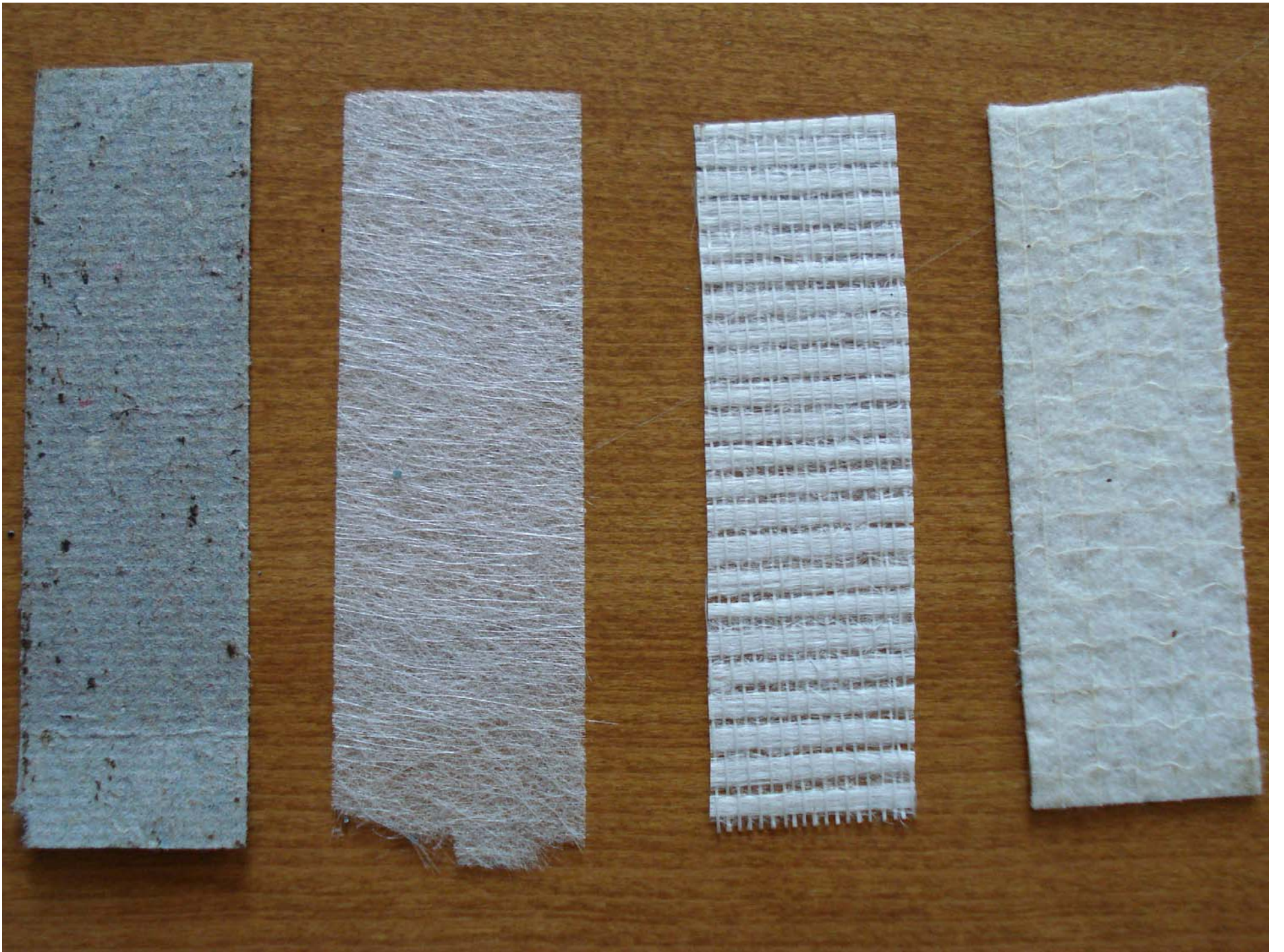
- **ovlivňují:** prostorovou stabilitu při výrobě i pokládce, difuzní propustnost, pevnost a průtažnost, způsob natavování, možnost mechanického kotvení, protipožární vlastnosti, ...
- **nasákavé** (hadrová lepenka) – do vodotěsnící vrstvy nepoužíváme!
- **nenasákavé:**
 - sklotkanina – vysoká pevnost, malá průtažnost,
 - skelné rouna – malá pevnost,
 - polyesterová rouna – velká pevnost i průtažnost,
 - vložky spřažené – mechanické kotvení,
 - kovové nosné vložky (Al) – parozábrany.
- bezvložkové AP - detaily



NOSNÉ VLOŽKY ASFALTOVÝCH PÁSŮ

- Orientační mechanické vlastnosti nejčastěji používaných nosných vložek:

nosná vložka	průtažnost [%]	maximální tahová síla [N/5cm]
skelné rouno	2,0	200 - 400
skelná tkanina	3,0	1.000 a více
PES rohož	40-60	800 – 1.000
spřažená	do 50	až 1.600





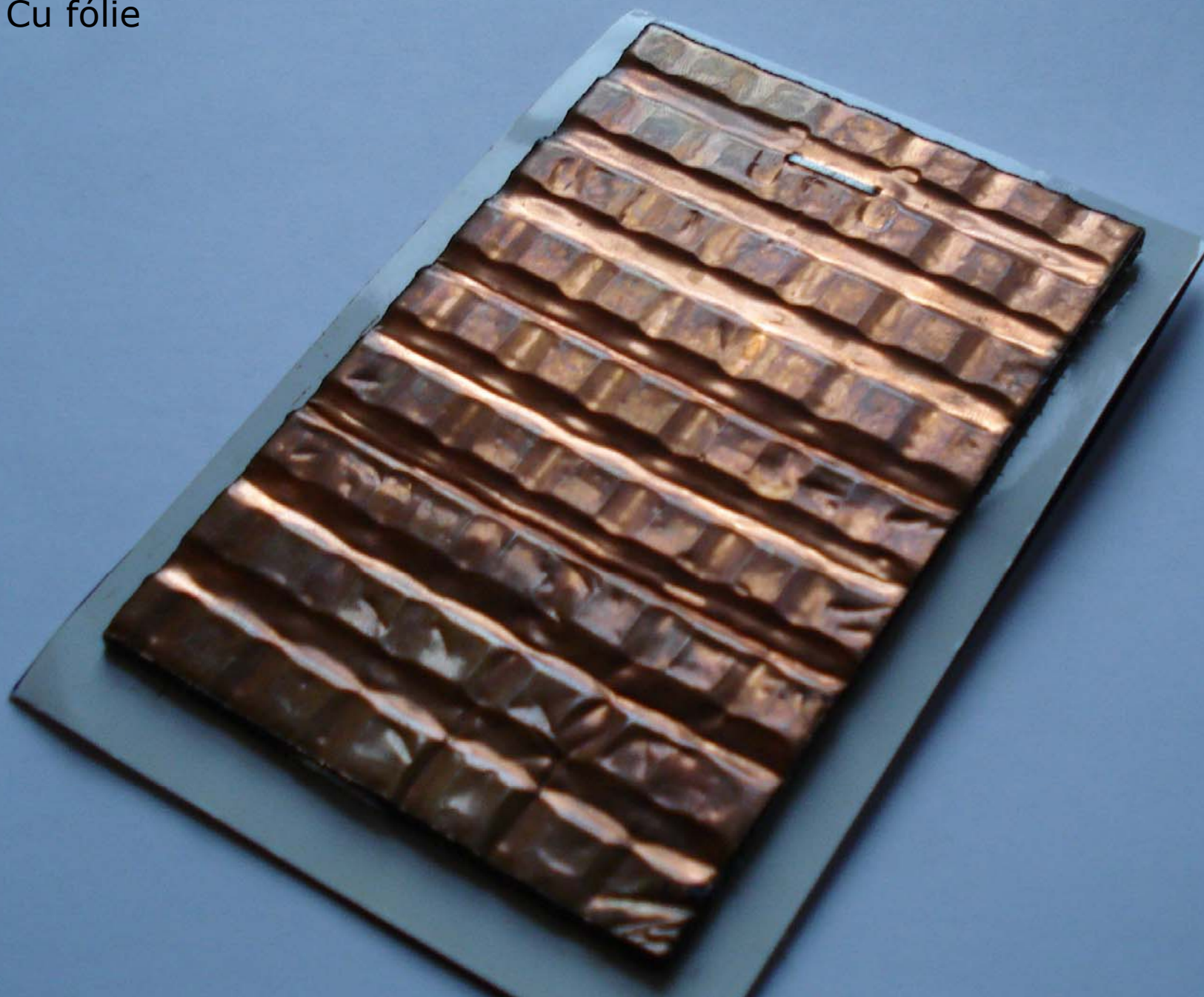
POVRCHOVÉ ÚPRAVY ASFALTOVÝCH PÁSŮ

- **Základní**
 - zabraňuje slepení pásu v roli (PE nebo PP fólie, jemnozrnný posyp, jemné PES rouno)
- **Speciální úpravy horního povrchu**
 - hrubozrnný posyp
 - kovová fólie (Al, Cu, Pb)
- **Speciální úpravy dolního povrchu**
 - snadnotavitelné pruhy
 - samolepící úprava
 - úprava pro vytvoření expanzní vrstvy (profilace, smyčková rohož)
 - profilace pro snadnější natavení

speciální úprava horního povrchu
– hrubozrnný posyp



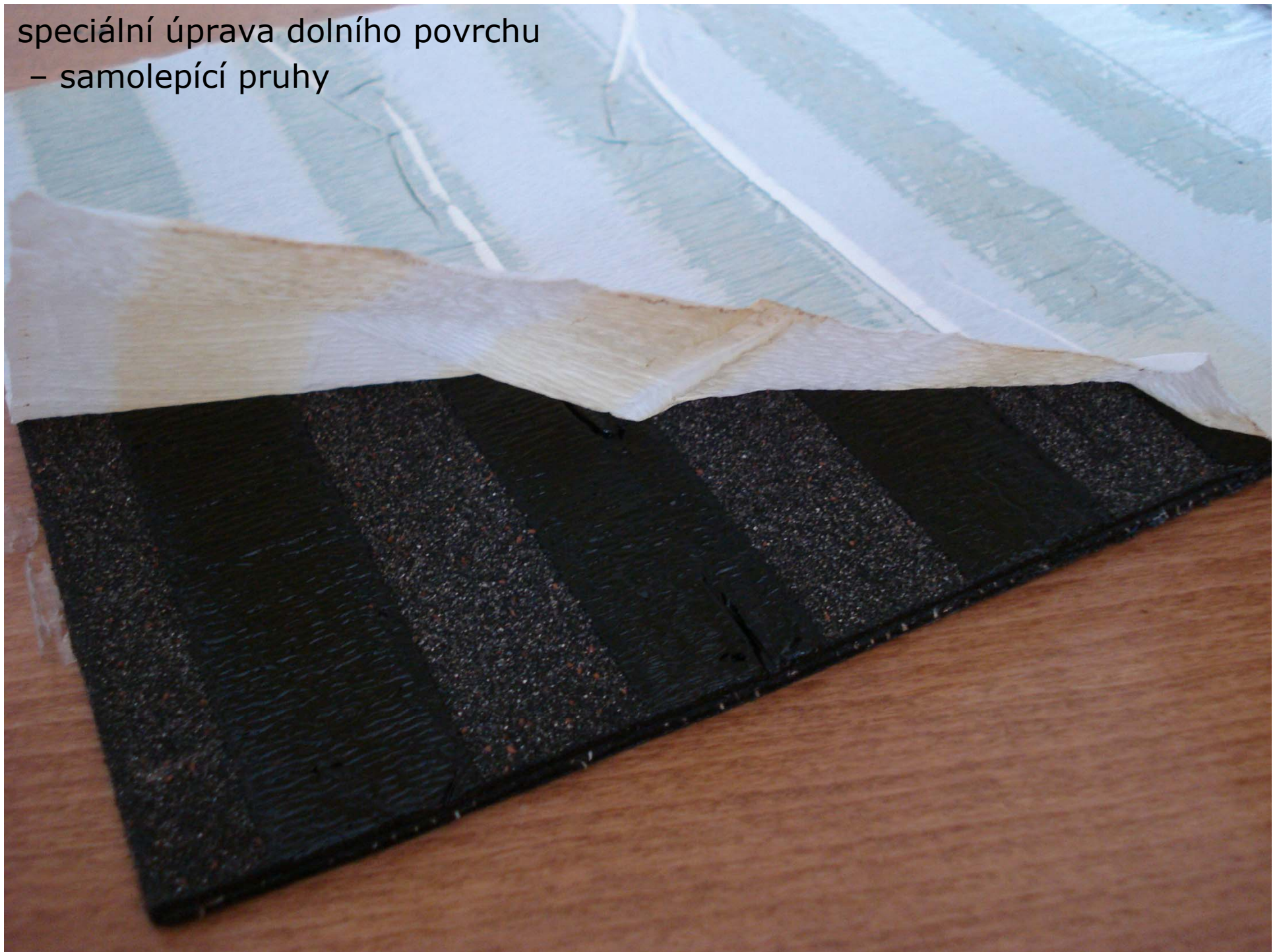
speciální úprava horního povrchu
– Cu fólie



speciální úprava dolního povrchu
– snadnotavitelné pruhy



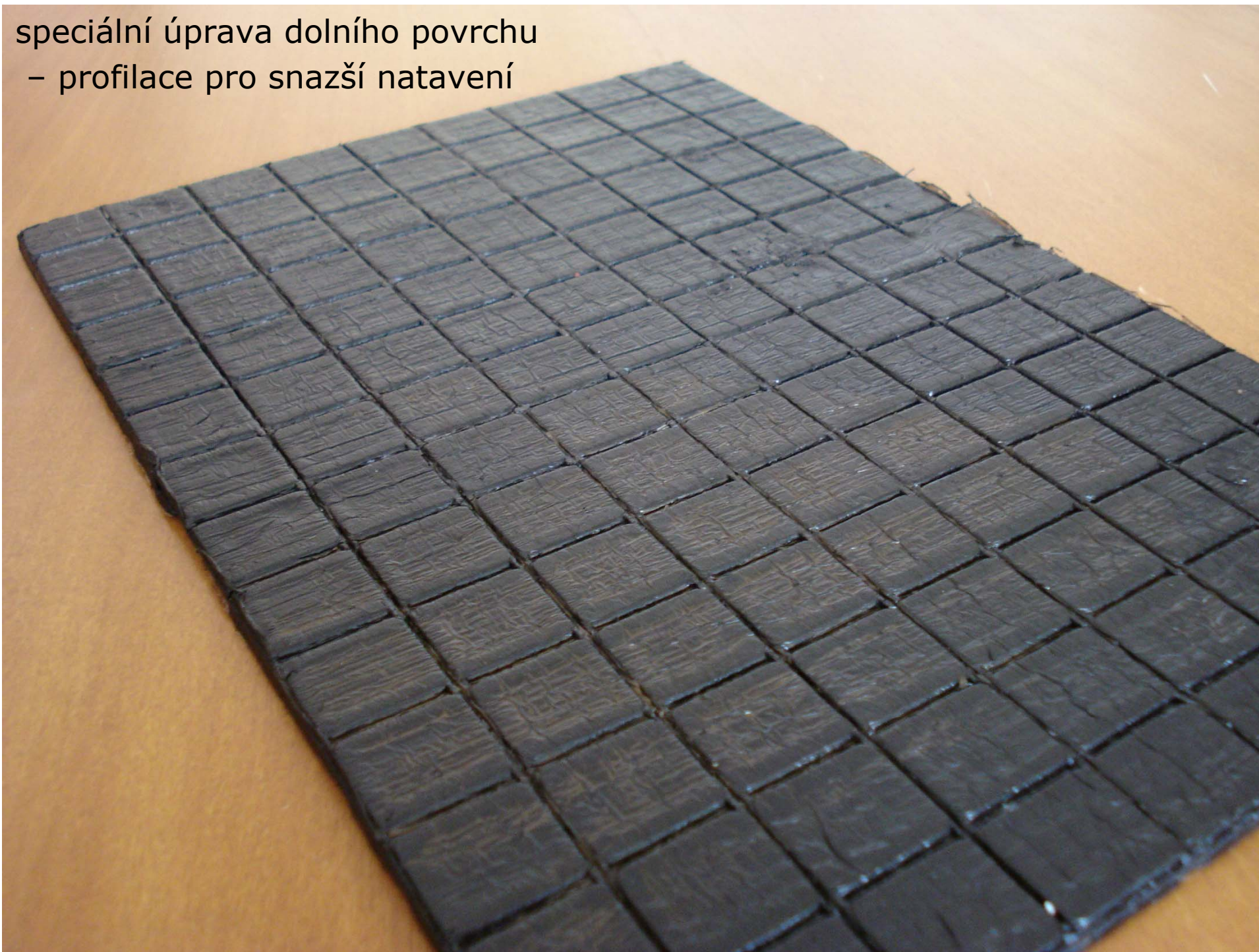
speciální úprava dolního povrchu
– samolepící pruhy

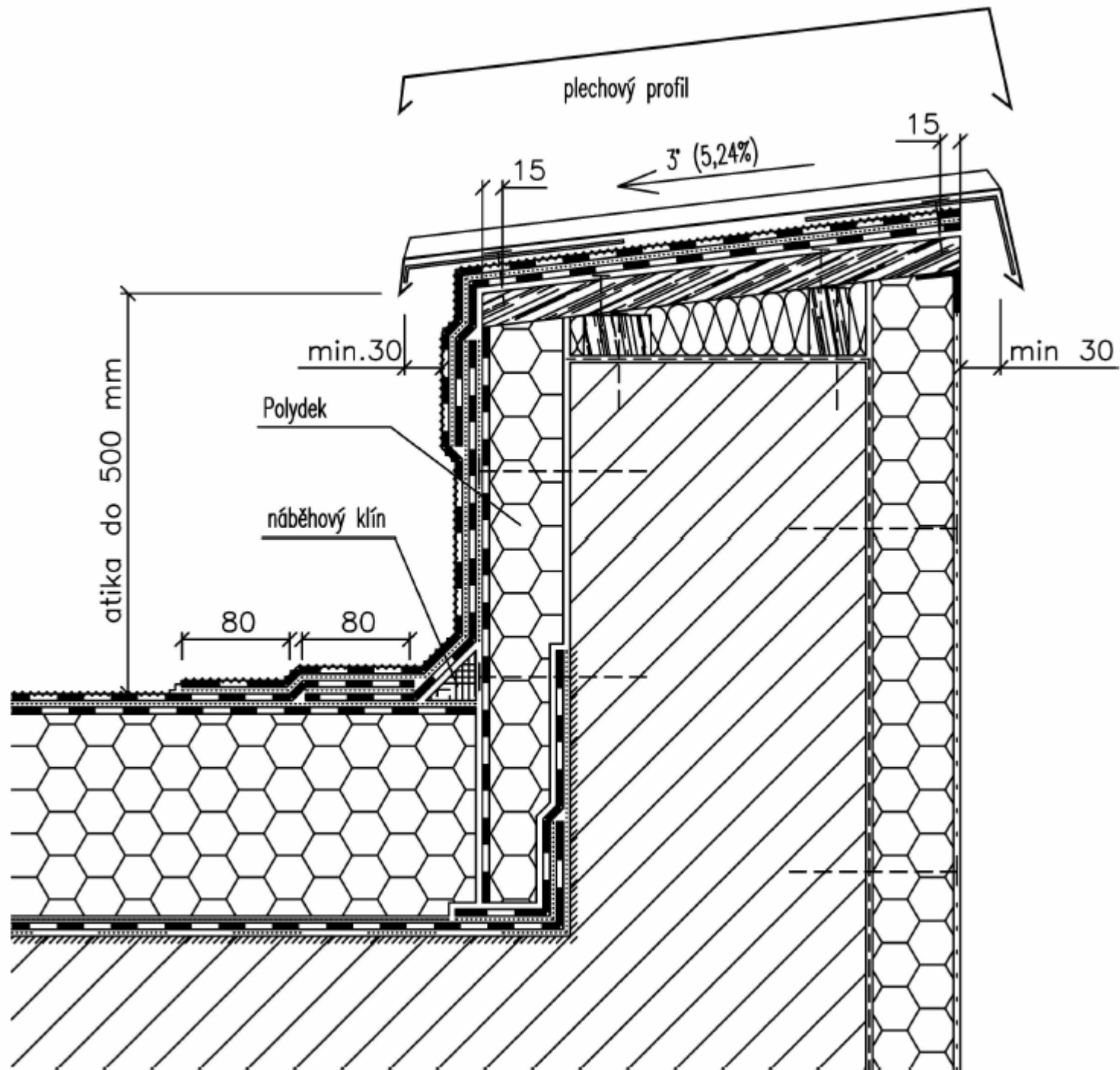


speciální úprava dolního povrchu
– hluboká profilace – expanzní vrstva



speciální úprava dolního povrchu
– profilace pro snazší natavení



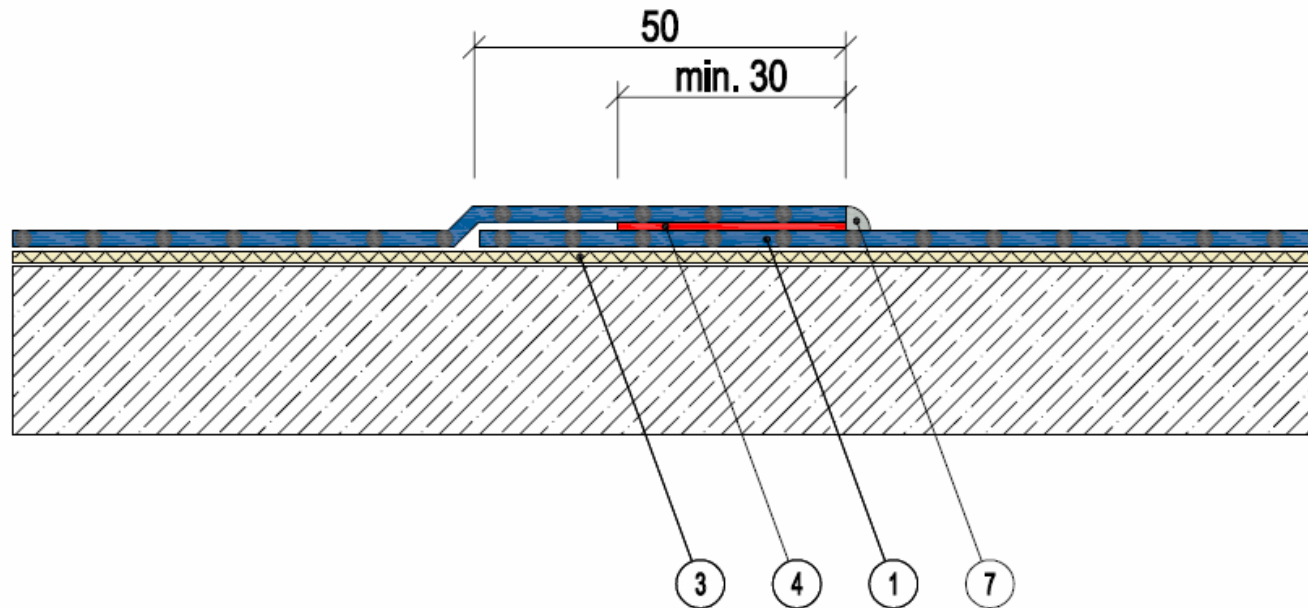




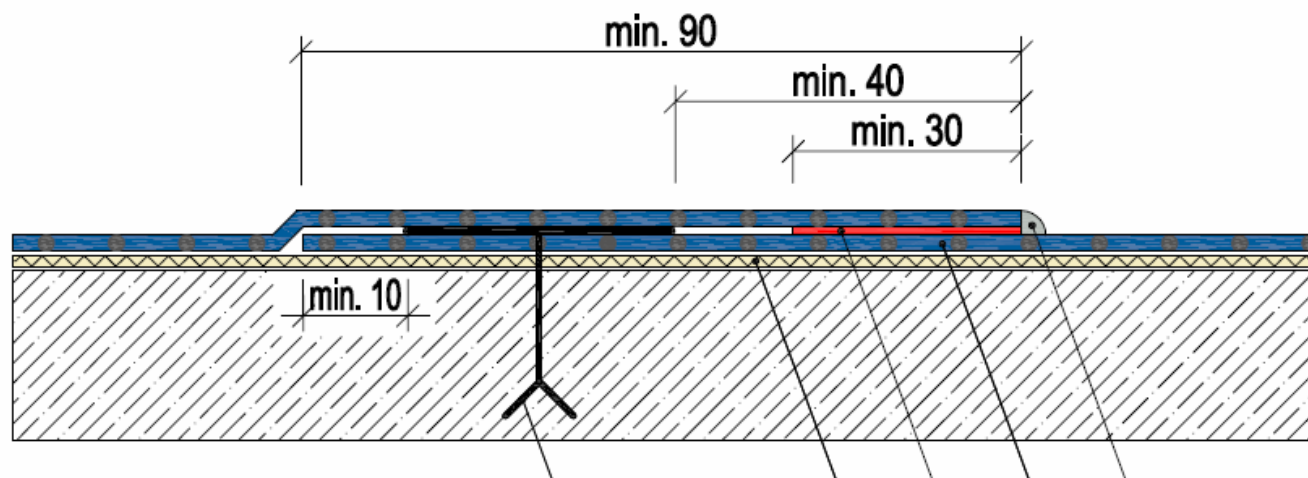
HYDROIZOLAČNÍ FÓLIE

- menší tradice a zkušenost
- tl. většinou 1,2 – 2,3 mm -> náchylné k poškození
- většinou jako jednovrstvé
- odolnost proti UV spektru již v materiálu
- horkovzdušné svařování
- chemická nesnášenlivost s některými materiály
- obecně lze rozdělit na:
 - **termoplasty** (mPVC, PO, POCB, ECB, VAE, PIB)
 - **elastomery** (EPDM, kaučuky)
 - **termoplastické elastomery** (EPM, CSPE)

Obr. 1a: Spoj fólie FATRAFOL v přesahu pásů nekotvených k podkladu



Obr. 1b: Spoj fólie FATRAFOL v přesahu pásů kotvených k podkladu

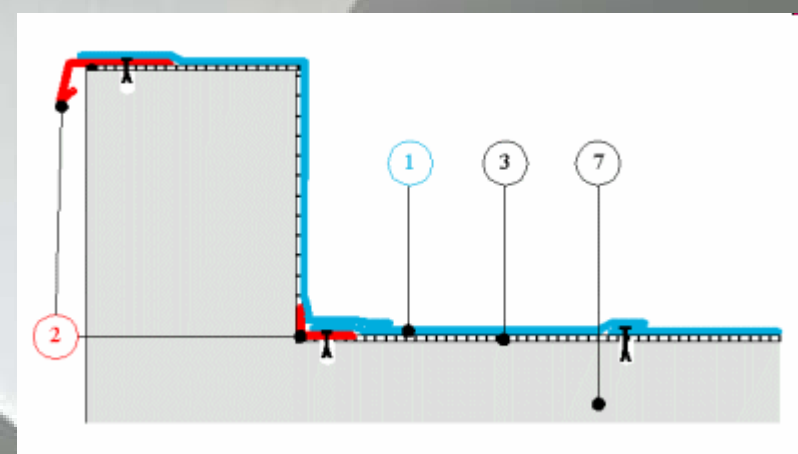
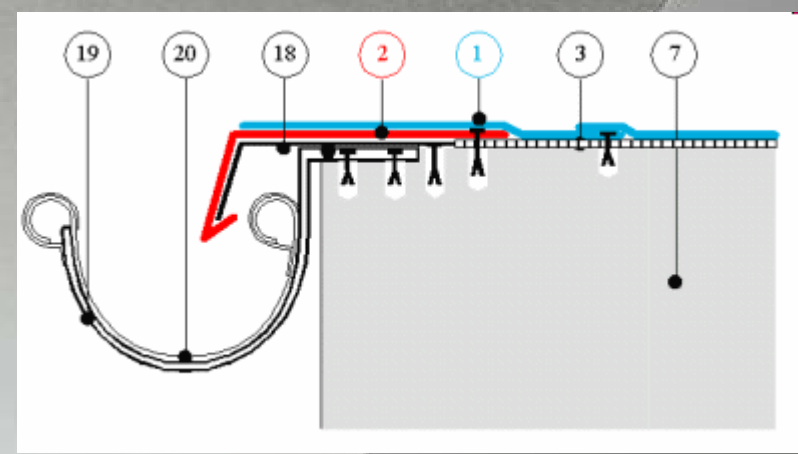
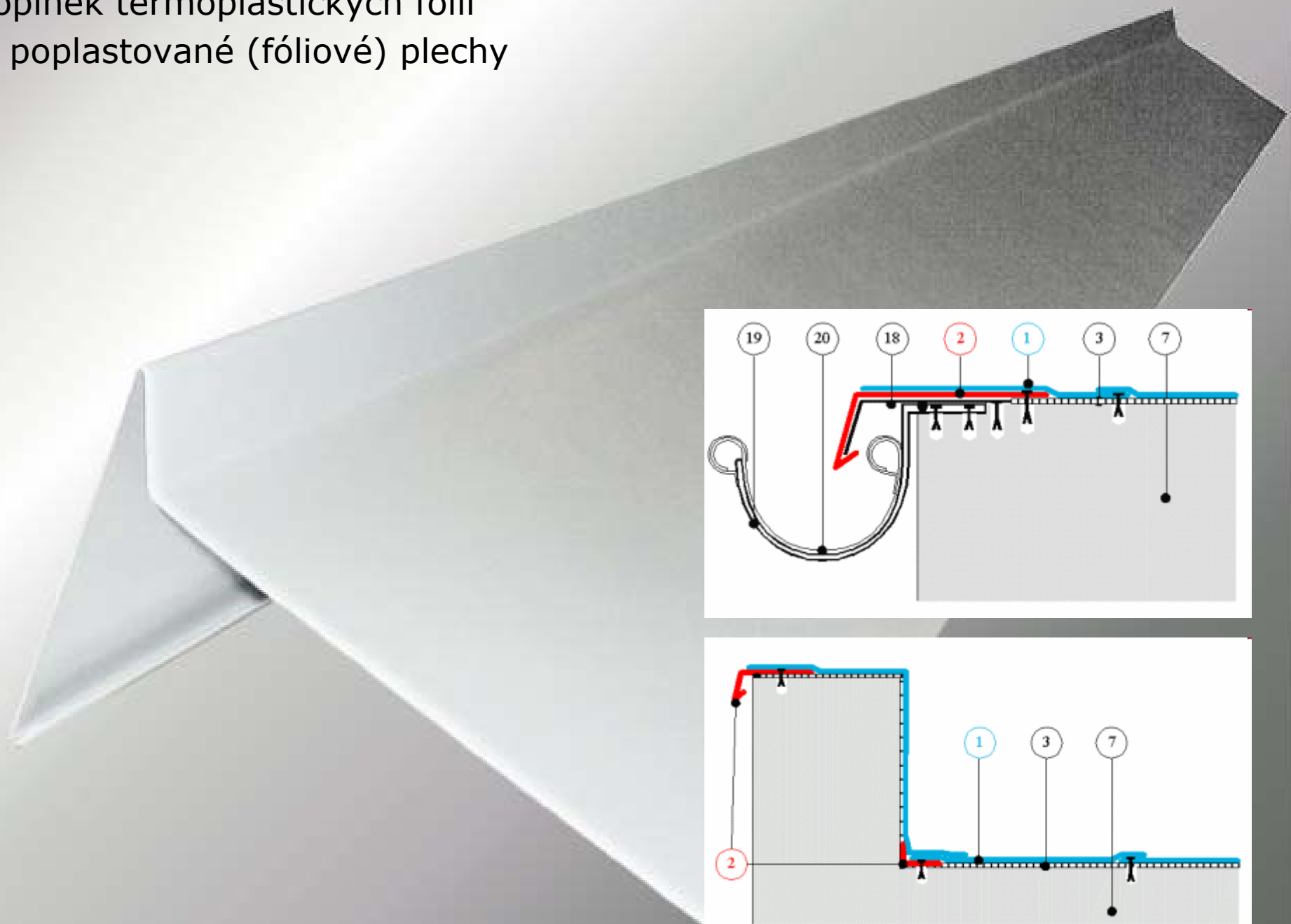




TERMOPLASTICKÉ FÓLIE

- povrch lze aktivovat horkým vzduchem a následně spojit = horkovzdušné svařování
- nevratné (plastické) deformace – protažení
- existence fóliových plechů a tvarovek
- nejpoužívanější: mPVC, VAE, PO, POCB, ...
 - mPVC fólie – nesnášenlivost s polystyreny -> separace
 - spolu s VAE difuzně nejpropustnější
 - VAE, PO, POCB – kompatibilní s asfalty i polystyreny

doplňk termoplastických fólií
- poplastované (fóliové) plechy

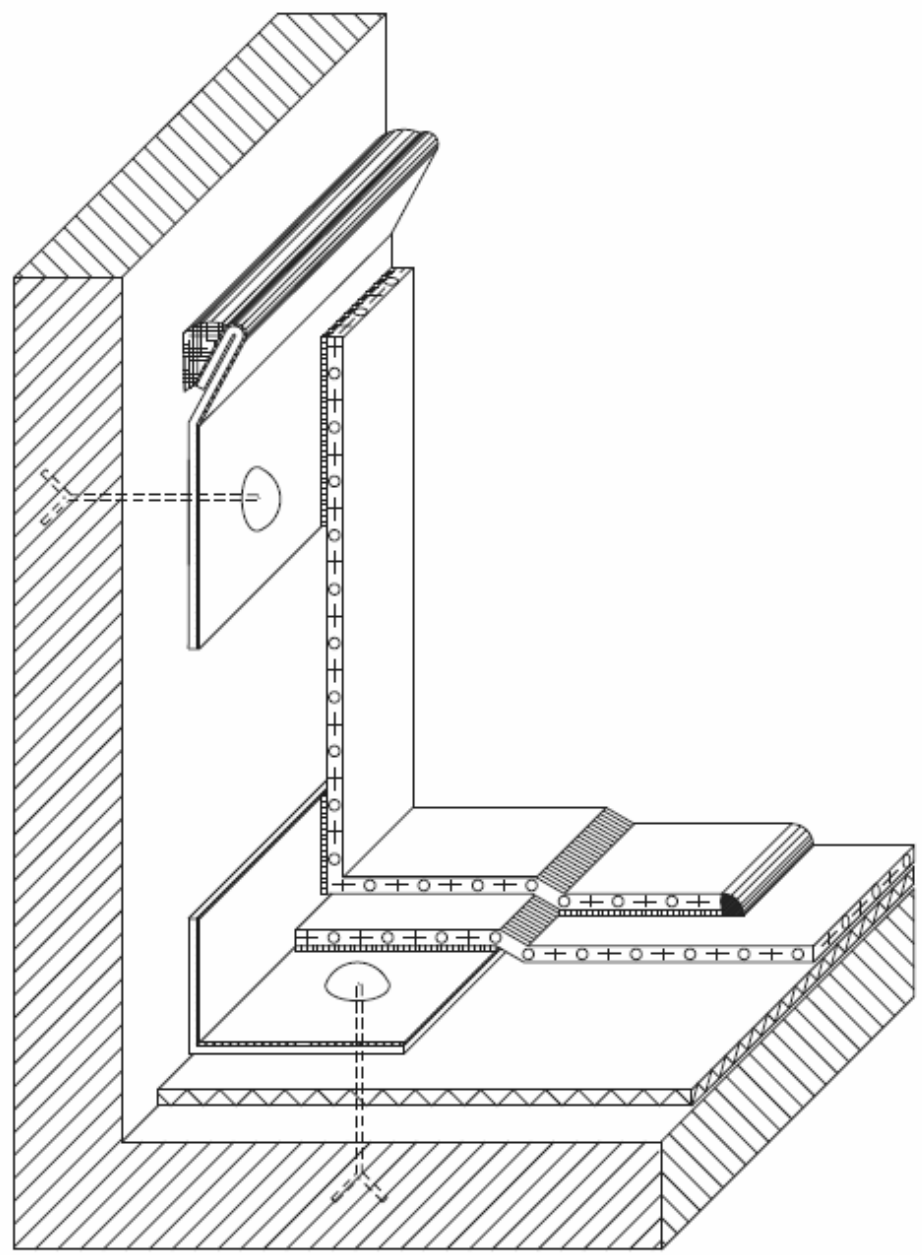
















ELASTOMERICKÉ FÓLIE

- nelze spojovat horkým vzduchem – lepení, vulkanizace
- elastické (vratné) deformace až 400%
- nepřítomnost fóliových plechů
- kompatibilita s asfalty i polystyreny

STĚRKOVÉ HYDROIZOLACE

- asfaltové,
- akrylátové,
- polyuretanové,
- polymethylmethakrylát (PMMA),
- polyesterové pryskyřice.



TEPELNÉ IZOLACE



TEPELNÉ IZOLACE

- **střechy bez zateplení:**
 - absence tepelně izolační vrstvy
 - HI přímo na stropní konstrukci, popř. spádové vrstvě
 - nutná přítomnost expanzní vrstvy
- **tepelná izolace** - rozhodující vlastnosti: tepelná vodivost, nasákavost, faktor difuzního odporu, objemová hmotnost, pevnost v tlaku, tvarová a objemová stálost, hořlavost, ...
 - **pro jednoplášťové ploché střechy:**
 - pěnové polymery:
 - expandovaný pěnový polystyrén (EPS),
 - extrudovaný pěnový polystyrén (XPS),
 - pěnový polyuretan (PU),
 - tuhé desky z minerálních vláken,
 - pěnové sklo.



EXPANDOVANÝ (pěnový) POLYSTYREN - EPS

- 98% objemu tvoří vzduch
- tepelná vodivost: $\lambda = 0,034 - 0,037 \text{ W/m}^2\text{K}$
- objemová hmotnost: $18 - 28 \text{ kg/m}^3$
- faktoru difuzního odporu: $30 - 100$
- dlouhodobá teplotní odolnost: $80 \text{ }^\circ\text{C}$
- pevnostní třídy EPS 100, 150, 200
- pevnost při 10% deformaci: $100 - 200 \text{ kPa}$
- není odolný vůči rozpouštědlům, mPVC fóliím
- výroba ve formě spádových klínů nebo kompletizovaných dílců (nakaširovaný asfaltový pás)
- neobsahuje CFC a HCFC plynné uhlovodíky (freony)
- snadná zpracovatelnost, příznivá cena
- Tvoří-li vrstva EPS podklad pro vodotěsnicí vrstvu, měl by mít pevnost alespoň 100 kPa (EPS 100 S), lépe však 150 kPa (EPS 150 S).









EXPANDOVANÝ POLYSTYREN - grafitový

- polystyren s přidanými stopovým množstvím grafitu – zvýšená odrazivost tepla
- tepelná vodivost: $\lambda = 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ostatní vlastnosti srovnatelné s klasickým EPS
- pro zateplení lze použít menší tloušťky materiálů -> řešení detailů, systémových tepelných mostů
- vyšší cena
- nutné chránit před přímým slunečním zářením – tmavá barva, vyšší zahřívání, objemové změny





EXPANDOVANÝ POLYSTYREN - Perimetr

- tepelná vodivost λ : 0,034 – 0,035 W/m²K
- objemová hmotnost: 28 – 35 kg/m³
- faktoru difuzního odporu: 40 – 100
- dlouhodobá teplotní odolnost: 80 °C
- pevnostní třídy EPS Perimetr 200, pevnost při 10% deformaci: 200 kPa
- vlivem uzavřené struktury má nižší nasákavost
- není odolný vůči rozpouštědlům, mPVC fóliím
- není přípustné řezání desek!
- snadná zpracovatelnost, vyšší cena



JEDNOPLÁŠŤOVÉ PLOCHÉ STŘECHY





EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN - XPS

- jiný způsob výroby, uzavřená struktura
- minimálně nenasákavý pro kapalnou vodu
- tepelná vodivost: $\lambda = 0,030 - 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$
- objemová hmotnost: 28 – 35 (45) kg/m^3
- faktoru difuzního odporu: 100 – 220
- dlouhodobá teplotní odolnost: 75 °C
- pevnost při 10% deformaci: 150 – 500 (700) kPa
- není odolný vůči rozpouštědlům, mPVC fóliím
- výroba i jako desky s vrstvou plastbetonu
- primárně určen pro obrácené střechy a izolaci pod úrovní terénu
- vyšší pevnost – použití v provozních střechách, detaily







PĚNOVÝ POLYURETAN – PUR/PIR

- dva způsoby výroby:
 - desky pěněné v továrně
 - hmota realizovaná na stavbě - rizikové
- tepelná vodivost: $\lambda = 0,023 - 0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$
- objemová hmotnost: $28 - 100 \text{ kg/m}^3$
- faktoru difuzního odporu: $30 - 1470$
- dlouhodobá teplotní odolnost: $90 \text{ }^\circ\text{C}$
- pevnost při 10% deformaci: $170 - 1000 \text{ kPa}$
- odolný vůči rozpouštědlům, mPVC fóliím
- vyšší cena
- nejlepší tepelně technický izolační materiál
- v minulosti minimální použití, v současnosti rozmach (ploché i šikmé střechy, kompletizované panely pro střechy i fasády)



JEDNOPLÁŠŤOVÉ PLOCHÉ STŘECHY





TUHÉ DESKY Z MINERÁLNÍ PLSTI - MW

- struktura - roztavená vlákna vhodných hornin:
 - čedič
 - sklářský písek
- tepelná vodivost: $\lambda = 0,039 - 0,041 \text{ W/m}^2\text{K}$
- objemová hmotnost: $175 - 200 \text{ kg/m}^3$
- faktoru difuzního odporu: 1
- dlouhodobá teplotní odolnost: $200 \text{ }^\circ\text{C}$
- pevnost při 10% deformaci: $60 - 70 \text{ kPa}$
- reakce na oheň: A1
- odolný vůči rozpouštědlům, mPVC fóliím
- problém s nasákavostí, vyšší cena, malá pevnost, obtížné lepení
- něhořlavost, akustika
- vyráběn i ve formě spádových klínů, kaširovaných dílců





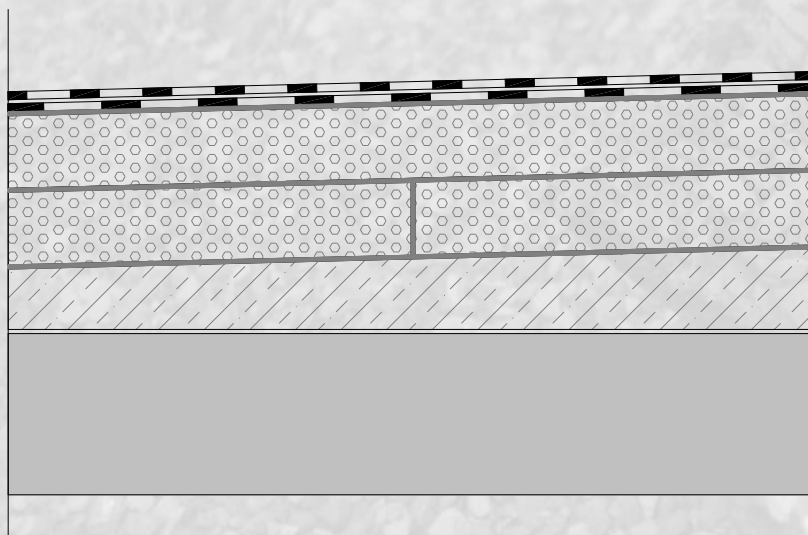


PĚNOSKLO

- struktura – pěnovitá skelná hmota
- tepelná vodivost: $\lambda = 0,038 - 0,050 \text{ W/m}^2\text{K}$
- objemová hmotnost: $100 - 165 \text{ kg/m}^3$
- faktoru difuzního odporu: ∞
- dlouhodobá teplotní odolnost: $430 \text{ }^\circ\text{C}$
- pevnost při 10% deformaci: $400 - 900 (1600) \text{ kPa}$
- absolutně nepropustné pro vodní páru, nehořlavé
- vyráběn i ve formě spádových klínů, tepelných izolací soklů zdiva
- **skladba kompaktní střechy**
 - absolutně nepropustné pro vodní páru, ideální nad provozy s vysokou vlhkostí (bazény, papírny, atd.)
 - vše plnoplošně spojeno bez vzduchových dutin



PĚNOSKLO – KOMPAKTNÍ STŘECHA



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







