

Stanislav Tóth, Richard Baláž

# Šikmé a strmé strechy





# Šikmé a strmé strechy

**Stanislav Tóth, Richard Baláž**

Leges

*Vzor citace:*

TÓTH, S., BALÁŽ, R. *Šikmé a strmé strechy*. Praha: Leges, 2023. 124 s.

KATALOGIZACE V KNIZE – NÁRODNÍ KNIHOVNA ČR

Tóth, Stanislav

Šikmé a strmé strechy / Stanislav Tóth, Richard Baláž. – Vydání první. – Praha : Leges, 2023. – 1 online zdroj. – (Teoretik)

Obsahuje bibliografii

ISBN 978-80-7502-594-4 (online ; pdf)

\* 692.42 \* 624.01/.07 \* 69.059.38 \* (048.8)

– šikmé střechy

– strmé střechy

– stavební konstrukce

– střešní nástavby

– monografie

692 – Konstrukční prvky a části staveb [19]

VEGA 1/0626/22

Návrh a hodnotenie stavebných konštrukcií a vnútorného prostredia budov pre náročné podmienky (Design and evaluation of building structures and the indoor environment of buildings for demanding conditions) finančne podporený Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR a SAV.

Vydalo Nakladatelství Leges, s. r. o., Lublaňská 4/61, Praha 2, v roce 2023 jako svou 795. publikaci.

Vydání první

Edice Teoretik

Návrh obálky Michaela Vydrová

Redakce Mgr. Mária Pavláková

Sazba Gradis

Tisk Tiskárna PROTISK, s. r. o., České Budějovice

[www.knihyleges.cz](http://www.knihyleges.cz)

© Stanislav Tóth, Richard Baláž, 2023

ISBN 978-80-7502-594-4

# OBSAH

Úvod .....	7
<b>1 Terminológia a klasifikácia šikmých strešných konštrukcií .....</b>	<b>9</b>
1.1 Historický vývoj strešných konštrukcií .....	9
1.2 Terminológia šikmých strešných konštrukcií .....	14
1.3 Klasifikácia šikmých strešných konštrukcií a geometria tvaru podkrovia .....	18
1.4 Materiálové zabezpečenie šikmých strešných konštrukcií .....	24
1.5 Čiastkový záver .....	26
<b>2 Architektonické konštrukčné a ekonomické požiadavky na šikmé strešné konštrukcie .....</b>	<b>27</b>
2.1 Architektonické požiadavky .....	27
2.1.1 Exteriérové architektonické požiadavky na tvar, objem a druh zastrešenia .....	27
2.1.2 Výber vhodného objektu pre osadenie nadstavby .....	28
2.2 Konštrukčné požiadavky .....	30
2.3 Ekonomické požiadavky .....	33
2.4 Čiastkový záver .....	34
<b>3 Analýza súčasného stavu poznatkov z oblasti navrhovania a hodnotenia podkrovných priestorov obytných a občianskych budov .....</b>	<b>36</b>
3.1 Štruktúra šikmého strešného plášťa .....	36
3.1.1 Skladby šikmého strešného plášťa .....	36
3.1.2 Vrstvy šikmého strešného plášťa .....	39
3.1.3 Druhy zatepleného šikmého strešného plášťa .....	52
3.2 Krytiny a doplnkové konštrukcie šikmých striech .....	54
3.2.1 Zásady pri navrhovaní krytiny .....	54
3.2.2 Rozdelenie strešných krytín .....	55
3.2.3 Doplnkové klampiarske konštrukcie .....	56
3.3 Konštrukcie okien šikmých striech .....	59
3.4 Prehľad o konštrukčných riešeniach a súčasnom stave poznatkov šikmých a strmých striech u nás a v zahraničí .....	61

---

3.4.1 Zásady riešenia jednoplášťových striech .....	61
3.4.2 Zásady riešenia dvojplášťových striech .....	63
3.4.3 Zásady riešenia trojplášťových striech .....	65
3.5 Alternatívne riešenia zostáv strešného plášťa obytných podkroví .....	68
3.5.1 Zostava jednoplášťovej strechy .....	68
3.5.2 Zostavy dvojplášťových striech .....	70
3.5.3 Zostavy trojplášťových striech .....	86
3.6 Vegetačné šikmé strechy .....	100
3.6.1 Funkcie vegetačných šikmých striech .....	100
3.6.2 Rozdelenie vegetačných šikmých striech .....	102
3.6.3 Zloženie vrstiev vegetačných šikmých striech .....	103
3.6.4 Skladby vegetačných šikmých striech .....	105
3.7 Čiastkový záver .....	115
<b>Zoznam použitej literatúry .....</b>	<b>117</b>

# ÚVOD

**Strecha (strešná konštrukcia)** je stavebná konštrukcia nad chráneným alebo vnútorným prostredím v nadzemnej časti objektu, vystavená priamemu pôsobeniu vonkajších vplyvov, a spolu s ostatnými obalovými konštrukciami sa podieľa na tvorbe požadovaného stavu prostredia v objekte [69]. Je jednou z najdôležitejších, technicky najnáročnejších a najexponovanejších častí objektu. Vzhľadom na to, že predchádzajúce obdobie aj napriek dlhodobým tradíciám našej architektúry a klimatickým podmienkam Slovenska nám zanechalo veľké množstvo plochých striech, ktoré sú v prevažnej miere problematické, nezastávame názor, že ploché strechy sú len problematické či už z fyzikálneho alebo konštrukčného hľadiska, alebo že sú prekonané. Takýto názor by bol predčasný a neopodstatnený. V monografii uvádzame jednu z možných alternatív sanácie nevyhovujúcich plochých striech formou strešnej nadstavby nad panelovými obytnými domami a rekonštrukciu formou vstavby existujúcich šikmých a strmých striech. Obytné i občianske domy sú vhodnými objektmi na realizáciu nadstavby alebo rekonštrukcie, pretože okrem problémov s nevyhovujúcimi, často zatekajúcimi strechami sa vyriešia nielen problémy zatekania, ale nadstavba veľkou mierou prispeje k architektonickému dotvoreniu nevýrazných objektov a zároveň nadstavby prispejú i k zatepleniu týchto objektov. Výhodou nadstavieb, ale i rekonštrukcií pôjdových priestorov je, že sa pri nich nezväčšuje zastavaná plocha, ktorej je nedostatok a pri dnešných cenových reláciách sú to nezanedbateľné náklady, ale pri nadstavbách i rekonštrukciách využijeme existujúce konštrukcie a inžinierske siete. Ďalšou výhodou šikmých a strmých striech je rýchle odvádzanie atmosférickej vlhkosti a flexibilita tvaru konštrukcie, ktorá umožňuje v týchto strechách vytvárať priestory rovnocenné s ostatnými priestormi v objekte. Pri konštrukčnom riešení nadstavieb formou šikmých a strmých striech sa využívajú krovové konštrukcie, takže túto činnosť jednoducho nazývame navrhovanie podkroví.

Z ekonomického hľadiska čisté stavebné náklady prepočítané na štvorcový meter obytnej plochy, ktorá sa touto nadstavbou s obytným podkrovím vytvorí, zodpovedajú nákladom na novostavbu. Pri rekonštrukciách existujúcich šikmých a strmých striech sú tieto náklady nižšie v závislosti od kvality pôvodnej konštrukcie. Úsporou nákladov na stavebný pozemok, inžinierske siete a na zriaďovacie náklady stavby sú nadstavby hospodárnejšie ako novostavby.

Z hľadiska hmotnosti stavebných konštrukcií a flexibility usporiadania je pre realizáciu rekonštrukcií a nadstavieb s obytným podkrovím mimoriadne výhodná a ekologicky priaznivá technológia drevených nadstavieb. Pri realizácii tejto technológie používame ľahké konštrukčné prvky, pri ktorých na dopravu a montáž využívame malú mechanizáciu. Toto riešenie je výhodné i zo statického hľadiska, lebo nedochádza k nadmernému zaťaženiu stavebného objektu počas realizácie, ale i samostatnou nadstavbou. Komplexný návrh obytného podkrovia musí akceptovať vplyvy vonkajšieho a vnútorného prostredia. Preto je mimoriadne dôležité zosúladiť výber materiálov na vhodnú skladbu obalových konštrukcií tak, aby konštrukcie spoľahlivo chránili vnútorné prostredie pred nadmernými ziskami, prípadne stratami tepla, a vyhovovali tak z hľadiska neustáleného teplotného stavu pre letné, prechodného i zimné obdobie.

Zosúladením všetkých okrajových podmienok a požiadaviek sa dopracujeme k návrhu spoľahlivej, energeticky primerane náročnej obalovej konštrukcie a k zdravému umelému životnému prostrediu vo vytvorenom obytnom podkroví.



# 1 TERMINOLÓGIA A KLASIFIKÁCIA ŠIKMÝCH STREŠNÝCH KONŠTRUKCIÍ

## 1.1 HISTORICKÝ VÝVOJ STREŠNÝCH KONŠTRUKCIÍ

Stavebníctvo je jednou z najstarších cieľavedomých činností človeka. Na základe objavu rodiny Leakeyových v Tanzánii, nálezisko Olduvaj, **doba predhistorická**, môžeme konštatovať, že počiatky stavebníctva datujeme od roku 1,75 milióna pred n. l. – starší paleolit. Ide pravdepodobne o najstaršiu stopu umelo vybudovaného útočiska s kostrovými pozostatkami človeka *Homo habilis* (schopný) [45]. Hlbšie do histórie stavebných výtvorov sa pravdepodobne nedostaneme, pretože človek pohybujúci sa za potravou si nebudoval trvalé úkryty, ale využíval prirodzené možnosti, jaskyne, skalné úkryty, koruny stromov a jednoduché prístrešky. Prvé obydlia v Európe, Nice, Francúzsko, pláž Terra Amata pred 380-tisíc rokmi ľudia stavali z kolov podopretých kamennými balvanmi a výpletom z haluzia, ktorý spolu s kožou z ulovených zvierat tvoril prvú známu strechu.

Po dlhé tisícročia – stredný a mladší paleolit – najstarším predchodcom nášho obytného domu boli primitívne chatrče postavené z konárov stromov, kostí zvierat, podopreté kamením alebo jamy vyhlbené do zeme prekryté konármi, kôrou zo stromov, zvieracou kožou prípadne trávou alebo listím. Takéto táboriská človeka *Homo sapiens* (rozumný) sa na našom území nachádzajú v Moravanoch pri Piešťanoch a Barci pri Košiciach.

Významné zmeny v spôsobe života človeka a výstavbe obydli nastali v neolite (od 9. a 8. tisícročia pred n. l.), keď základom obživy sa stáva poľnohospodárstvo doplnené chovom dobytka a nastáva prvý rozvoj remesiel. Človek zakladá osady a stavia si trvalé obydlia štvorcového alebo obdĺžnikového pôdorysu s plochou, stanovou alebo sedlovou strechou. Pri stavbe obydli obyčajne využíva materiály dostupné z okolia: kamene, hlinu, sušené hlinené tehly, neskôr pálené tehly a predovšetkým drevo ako základný stavebný materiál. V Mezopotámii, kolíske poľnohospodárskej civilizácie, to bola predovšetkým hlina nahrádzajúca nedostatok iných materiálov. Stavby mali často kamenné základy, steny z dusenej hliny a ploché alebo kopulovité strechy. V Európe sa domy stavali z drevenej guľatiny, s výpletom z prútia omazaných hlinou, sedlová strecha bola nesená pozdĺžnymi radami drevených stĺpov s krokvami a prútím, trstím alebo slamou.

Rozpadom prvotnopospolnej spoločnosti (4. tisícročie pred n. l.) **starovek** a vznikom prvých triednych spoločností dochádza k rozdeleniu stavieb na užitočné a zvláštne. Pod pojmom užitočné stavby rozumieme obytné domy, hospodárske a iné stavby nižšie spoločensky postavených ľudí stavané racionálne s obmedzenými materiálovými a výrobnými možnosťami. Zvláštnymi stavbami rozumieme stavby, ktoré slúžia výkonu moci, náboženstva, hromadeniu zásob a všetkému, čo súvisí so štátnou mocou a utlačovaním. Sú to architektonicky reprezentačné stavby s bohatými materiálovými a výrobnými možnosťami. Rozdelenie stavieb na užitočné a zvláštne formuje celé ďalšie dejiny výstavby a architektúry, počínajúc starovekom a končiac novovekom. Vývoj zvláštneho staviteľstva a architektúry v staroveku je pestrú prehliadkou stavebných konštrukcií a architektonických tvarov. Tento vývoj sa odohráva na veľkom území, predovšetkým je to oblasť Blízkeho východu, t. j. Severovýchodná Afrika, Arábia, Malá a Stredná Ázia, oblasť Egejského mora Kréta, Grécko, Etruskovia a Rimania, oblasť Ďalekého východu India a Čína i predkolumbovska Amerika. V tomto období boli vytvorené mohutné diela vychádzajúce z podmienok a materiálov, ktoré poskytovala príroda. Kopenie hmôt do tvaru mohýl, tumulov, zikkurratov či pyramíd sa celkom úspešne darilo, no omnoho obťažnejšie bolo vytvorenie prekrytia vnútorného priestoru. Pokiaľ nebola vynájdená a použitá klenba, vnútorný priestor bol zahustený stĺpmi. Až Rimanom sa skutočne podarilo vytvoriť monumentálny vnútorný priestor využívajúci racionálne klenutie s kamenným stropom a strechou. V tomto období na zastrešenie jednotlivých stavieb sa používali ploché strechy v krajinách s miernymi klimatickými podmienkami a sedlové strechy v krajinách s horšími klimatickými podmienkami a ľahkou dostupnosťou dreveného materiálu.

Architektúra a staviteľstvo (5. až 15. storočie n. l.) **stredovek** sú formované náboženskou ideológiou a feudálnou spoločensko-ekonomickou formáciou. Rozdelené sú v podstate do troch období. Je to architektúra predrománska, románska a gotická, charakteristická pre Európu, architektúra byzantská, islamu, Indie a Číny v Ázii a architektúra predkolumbovskej Ameriky. Nástupom stavebníctva antických kresťanov je architektúra rozdelená na západnú a východnú. Pre zhromažďovanie veriacich si kresťania stavali baziliky najčastejšie nad hrobom mučeníka. Boli to troj- a viacloďové budovy s voľným pohľadom do krovu alebo s plochým alebo klenbovým stropom. Rozdiel východnej architektúry oproti západnej bol predovšetkým v stavebných hmotách a konštrukcii. Ako hlavný materiál sa využíval kameň, z ktorého sa stavali múry, stĺpy, v pozdĺžnej dispozícii priečne steny a často i stropy

s miernym sklonom, ktoré zároveň slúžili i ako strecha, alebo medzi stenami vybudované valené klenby s rovnou strechou. Byzantská architektúra ako nosnú konštrukciu využíva kameň a pálené tehly malého formátu ukladané na hrubú vrstvu malty. Kupoly boli vymurované z tehál a pokryté pálenou hlinenou krytinou osadenou priamo na murivo kupoly. Islamská architektúra je charakteristická rôznorodosťou materiálov, v konštrukciách sa využívajú stĺpy so štíhlym driekom, na ktoré dosadajú rôzne tvarované klenbové oblúky. Strechy sú kupolovité a klenuté do oblúkov, často dvojplášťové, stužené priehradovinou s rozdielnym tvarom vnútorného a vonkajšieho klenutia. Predrománska architektúra (6. až 10. storočie) je charakteristická sakrálnymi stavbami tvaru latinského kríža † alebo kríža s dvomi priečnymi ramenami ‡, často doplnené kaplnkami. Sakrálne stavby veľkomoravských Slovanov tvorili tri charakteristické skupiny stavieb, kostoly s polkruhovými apsidami, kostoly s pravouhlými kňazištami a rotundy. Boli to stavby murované z kameňa s rovným alebo klenutým stropom a spádovanou strechou. Románska architektúra (11. až 13. storočie) je architektúrou západnej, južnej a strednej Európy, kde ako základný stavebný materiál sa používalo drevo, kameň a tehliarska hlinka. Pre občiansku zástavbu sa používali zrubové konštrukcie so sedlovou strechou a drevenou krytinou. Steny vidieckych stavieb jednoduchého ľudu boli drevenej nosnej konštrukcie s prúteným výpletom a jednostrannou alebo obojstrannou omietkou. Týmto spôsobom boli upravené i štítové sedlových striech s prútenou, slamenou alebo drevenou krytinou. Základným stavebným materiálom pre cirkevné stavby, stavby kniežat a bohatých kupcov je kameň či už lomový alebo tesaný. Z tesaného kameňa sa konštruovali klenby valené, krížové, viacdielne a čiastočne i ploché stropy. Základom kompozície objektu boli hlavná, priečna a vedľajšie lode. Hlavná a priečna loď sú ukončené sedlovými strechami, vedľajšie lode pultovými strechami a veže rôznymi vežovými strechami. Gotická architektúra (13. až 16. storočie) sa uplatňovala nielen na sakrálnych, ale i na civilných stavbách, stavali sa hrady, mosty, mestské opevnenia, obytné domy, radnice, tržnice, komunikácie a vodovody. Najčastejšie sa stavalo z kameňa a tehál, používalo sa i drevo, kovy, vápno, sadra a sklo. Základom gotických konštrukcií bola klenba zostrojená ako rebrová. Vložením ďalších rebier do krížovej klenby boli zostrojené klenby hviezdicové a sieťové, prepracovaním klenutia vejárové a krúžené. Tradičné stavebné hmoty drevo, prútie, hlinka, slama sa i naďalej využívali pri budovaní poľnohospodárskych a jednoduchých obytných vidieckych stavieb. Výstavba v meste tvorila plnú uličnú formáciu alebo námestie, domy mali skoro typizovaný pôdorys. Najčastejšou stavebnou hmo-

tou bolo drevo doplnené tehlovým murivom, stropy drevené záklopové, povalové alebo kazetové, strecha sedlová s dreveným krovom. Takéto stavby nazývame hrázené stavby. Najčastejšie sa v gotike stavalo tým spôsobom, že sa vybudovali nosné múry až po rímsu, vztýčil sa krov, položila krytina a potom sa prikročilo k zastropeniu klenbami. Stavali sa šikmé a strmé strechy, krovy drevené zložité so zdokonalenými tesárskymi spojmi. Na prekrytie sa už nepoužívali ťažké kamenné dosky, ale bridlice a pálené keramické krytiny.

Nástupom novej éry (15. až 19. storočie) **novovek** sa sformoval realickejší svetový názor opierajúci sa o skúsenosti a rozumové úvahy s racionálnejším hodnotením všetkého diania okolo človeka. V architektúre sa presadzuje renesancia s novým názorom na priestor a hmotu, nadväzuje na výtvarné i stavebno-konštrukčné spôsoby antického Ríma. Technika stavania sa delí do dvoch etáp, najprv sa vymuruje celá konštrukcia a potom sa prikročí k úprave povrchov. Kameň už nie je základným materiálom, používa sa na architektonické dotváranie a doplnky, najrozšírenejšie je murivo miešané, kameň, tehla a kvádre. Na zastropenie sa používajú trámové stropy v rôznych dekoratívnych úpravách a klenby najmä na veľké rozpätia. Najrozšírenejšie sú šikmé a strmé strechy, nad klenbami kupoly, krovy zložité, konštruované z hranatého dreva, krytina šindľová, bridlicová a keramická do malty. Začiatkom 17. storočia sa z renesancie vyvinul barok s dvoma súbežnými smermi: klasicizujúci a dynamický. V tejto architektúre bolo počítané nielen s pôsobením architektonickej podrobnosti, ale i s účinkom stavby na okolie a využitím perspektívy. Materiálová základňa bola obdobná ako v renesancii, strecha už rozhodujúcou mierou ovplyvňuje výraz budov. V baroku sa okrem spomínaných krovov používa i sústava ránková, hambáľková, manzardové strechy a vikiere.

**Architektúra 19. a 20. storočia** následkom rozdielnosti spoločenského vývoja sa postupne, niekedy i súbežne rozdelila na mnoho smerov, prúdov, škôl a názorových skupín, mnohokrát i protichodných. Charakteristickým obdobím 19. storočia je obdobie raného, vrcholného klasicizmu, empíru, neskorého klasicizmu a raného romantizmu, neskorého romantizmu a novorenesancie, eklektizmu ako vyvrcholenia a konca historizmu. Architektúra 20. storočia je charakteristická výškovými stavbami, ktoré výrazne dotvárajú krajinu a zdôrazňujú jej určité ovládnutie človekom [97].

V **súčasnosti** pri projektovaní a realizácii striech je taká situácia, že bez vedy a techniky nemôžeme uskutočniť ich vývoj a zdokonalenie. Výsledkom vedeckého poznania a technického napredovania, bez ktorých si ne-

môžeme predstaviť projektovanie striech, je, že v súčasnosti vieme navrhnuť i zrealizovať spoľahlivé strechy nad ľubovoľným tvarom pôdorysu objektu i pri veľkých rozponoch nosnej strešnej konštrukcie s ľubovoľným sklonom a tvarom krytiny. Do materiálovej základne stavebníctva dnes vstupuje veľké množstvo nových stavebných materiálov, ktoré umožňujú netušené konštrukcie. Použitie rôznych druhov zabudovaných materiálov pri novovybudovaných i rekonštruovaných strechách musíme posúdiť zo všetkých hľadísk vrátane ekologického hľadiska. Na zastrešenie sa používajú všetky typy striech v závislosti od konštrukčného systému nosnej strešnej konštrukcie pri využití poznatkov vedy a techniky s rešpektovaním pôsobenia klimatických faktorov.

## 1.2 TERMINOLÓGIA ŠIKMÝCH STREŠNÝCH KONŠTRUKCIÍ

Strecha (strešná konštrukcia) je stavebná konštrukcia nad chráneným alebo vnútorným prostredím v nadzemnej časti objektu, vystavená priamemu pôsobeniu vonkajších vplyvov a spolu s ostatnými obalovými konštrukciami sa podieľa na tvorbe požadovaného stavu prostredia v objekte STN [123].

Strešná konštrukcia (strecha) sa skladá z nosnej strešnej konštrukcie a jedného alebo viac strešných plášťov oddelených od seba vzduchovými vrstvami.

**Nosná strešná konštrukcia** je časť strechy prenášajúca zaťaženie od jedného alebo viac strešných plášťov, vody, snehu, vetra a pod. do ostatných nosných častí objektu (stien, pilierov, stĺpov) alebo aj priamo do základov.

**Strešný plášť** je časť strechy vytvorenej z nosnej vrstvy strešného plášťa, ku ktorej sú obvykle priradené niektoré ďalšie vrstvy v závislosti od okrajových podmienok a funkcie navrhovaného plášťa. Súhrnné vrstvy určitej strechy nazývame skladbou strechy. Okrem nosnej vrstvy strešného plášťa v skladbe strechy sa môžu vyskytovať tieto vrstvy: hydroizolačná, tepelnoizolačná, podkladná, parotesná, ochranná, pohľadová, podhľadová, separačná, spojovacia, stabilizačná, drenážna, filtračná, hydroakumulačná, vegetačná, vzduchová a pod.

**Nosná vrstva strešného plášťa** je časť strešného plášťa prenášajúca zaťaženie od vlastnej tiaže a tiaže ďalších vrstiev tvoriacich skladbu strechy (stále zaťaženie) vrátane najnepriaznivejšej nožnej kombinácie občasného zaťaženia (úžitkového, klimatického a mimoriadneho zaťaženia) do nosnej strešnej konštrukcie.

**Hydroizolačná vrstva (krytina)** – vrstva, ktorá chráni pod ňou ležiace vrstvy strešného plášťa a podstrešné priestory pred vonkajšími poveternostnými vplyvmi, najmä atmosférickou vlhkosťou. V skladbe strechy plní hlavnú alebo poistnú, provizórnu alebo pomocnú hydroizolačnú funkciu. Podľa funkcie rozlišujeme hlavnú alebo poistnú hydroizolačnú vrstvu, provizórnu alebo pomocnú hydroizolačnú vrstvu.

Ak je hydroizolačná vrstva umiestnená na vonkajšom povrchu strechy, nazýva sa krytinou.

Podľa konštrukcie krytina môže byť **skladaná**, zabezpečujúca nepriepustnosť pre vodu vlastnosťami použitého materiálu, sklonom, presahom a tvarovaním. Táto krytina nie je tesná voči vode, ktorá pôsobí hydrostatickým tlakom, a nie je tesná ani proti prachu a snehu a **povlaková** krytina, ktorá zaisťuje nepriepustnosť pre vodu hydroizolačnými vlastnosťami materiálu a hydroizolačnou spojitosťou.

**Tepelnoizolačná vrstva** – vrstva, ktorá obmedzuje nežiaduce tepelné straty (zisky) a prispieva k zaisteniu požadovaného stavu vnútorného prostredia.

**Podkladná vrstva** – vrstva tvoriaca vhodný podklad pre ďalšiu vrstvu.

**Parotesná vrstva (parozábrana)** – vrstva, ktorá obmedzuje alebo zabraňuje prenikaniu vodnej pary z vnútorného prostredia do strechy.

**Ochranná vrstva** – vrstva chrániaca hydroizolačnú vrstvu alebo aj ďalšie vrstvy strešného plášťa pred nepriaznivými vplyvmi vonkajšieho prostredia.

**Pohľadová vrstva** – vrstva, ktorá zabezpečuje požadovaný vzhľad strechy.

**Podhľadová vrstva (podhľad)** – obyčajne samostatná časť strešného plášťa (strechy) na vnútornom povrchu, ktorá sa realizuje z estetických, akustických, tepelnoizolačných, hygienických, protipožiarnych a iných dôvodov.

**Separáčna vrstva** – vrstva, ktorá oddeľuje od seba dve vrstvy z výrobných alebo iných dôvodov.

**Spojovacia vrstva** – vrstva, ktorá spája dve vrstvy strešného plášťa.

**Stabilizačná vrstva** – vrstva, ktorá zaisťuje svojou hmotnosťou polohu ďalších vrstiev strechy proti saníu vetra, vztlaku vody a pod.

**Vegetačná vrstva** – vrstva určená pre rast rastlín.

**Drenážna vrstva** – vrstva odvodňujúca súvrstvie strešného plášťa nad hydroizolačnou vrstvou.

**Filtračná vrstva** – vrstva zachytávajúca drobné častice látok vyplavovaných zo skladby strešného plášťa alebo vodou vnášaných do skladby strešného plášťa.

**Hydroakumulačná vrstva** – vrstva, ktorá zachytáva skondenzovanú vodu na vnútorných povrchoch strešného plášťa a tiež vrstva akumulujúca vodu potrebnú pre rast rastlín na strechách so zeleňou.

**Vzduchová vrstva** – súvislý vzduchový priestor medzi strešnými plášťami. Za vzduchovú vrstvu sa nepovažujú dutiny vo vrstvách.

**Vetrací systém** – súbor konštrukčných riešení, ktoré zabezpečujú vetranie strechy.

V skladbe strechy sa obyčajne vyskytujú len niektoré vrstvy. Často jedna vrstva samočinne plní funkcie viacerých vrstiev, preto tieto vlastnosti pri návrhu skladby strešného pláštia je potrebné vhodne využiť.

Názvy hlavných častí striech závisia od druhu striech, či ide o strechy šikmé alebo ploché. Jednotlivé časti šikmých striech majú svoju terminológiu odvodenú väčšinou od polohy, ktorú na streche zaujímajú, obr. 1.

**Sklon strechy** – nazývame uhol, ktorý je medzi strešnou plochou a vodorovnou rovinou.

**Hrebeň** – najvyššia vodorovná strešná hrana.

**Odkvap (odkvapová hrana)** – najspodnejšia, najnižšie položená vodorovná hrana.

**Strešný lom** – deliaca čiara medzi strešnými plochami rozličného sklonu, rovnobežná s odkvapom.

**Náročie (strešná hrana)** – prebieha šikmo od hrebeňa k odkvapovej hrane. Je to miesto styku dvoch strešných plôch skosených k sebe v určitom uhle.

**Úžľabie** – prebieha šikmo od hrebeňa k odkvapovej hrane, vytvorené je však miestom styku dvoch strešných plôch, ktoré sú v určitom uhle od seba odklonené.

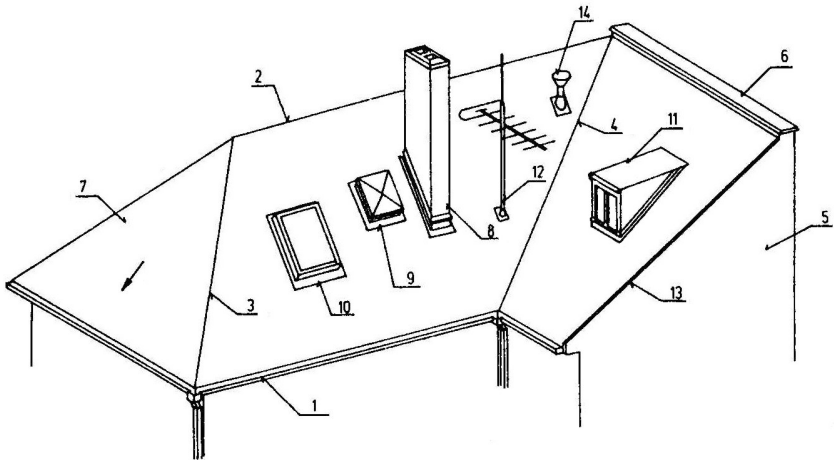
**Styčný bod** – vzniká v mieste styku troch alebo viacerých strešných plôch.

**Štítové hrany** – sú tie, ktoré ukončujú (ohraničujú) čelnú plochu štítu (štítového muriva).

**Valba (celá valba)** – v sklone strešná plocha, ktorá prebieha od hrebeňa až po najnižšiu strešnú hranu.

**Skosená valba (polovičná valba)** – v sklone strešná plocha, ktorá začína v hrebni strechy a ukončená je vodorovnou hranou ležiacou vždy vyššie než najnižšia strešná hrana.





**Obr. 1 Terminológia hlavných častí šikmej strechy [66,71]**

1 – odkvap, 2 – hrebeň pri sedlovej streche, 3 – nárožie, 4 – úžľabie, 5 – štítový múr, 6 – hrebeň pri pultovej streche, 7 – strešná rovina, 8 – komín, 9 – výlez na strechu, 10 – okno v strešnej rovine, 11 – vikier, 12 – televízna anténa, 13 – zakázaný odkvap, 14 – vetracie potrubie

## 1.3 KLASIFIKÁCIA ŠIKMÝCH STREŠNÝCH KONŠTRUKCIÍ A GEOMETRIA TVARU PODKROVIA

Strešné konštrukcie (strechy) je možné klasifikovať podľa viacerých hľadísk a kritérií.

Dôležitým ukazovateľom pre návrh strechy je rozpätie podporujúcej konštrukcie.

Podľa **veľkosti rozpätia** rozdeľujeme strechy na:

- strechy s malým rozpätím,  $l_{max} = 15,0$  m
- strechy so stredným rozpätím,  $l_{max} = 36,0$  m.

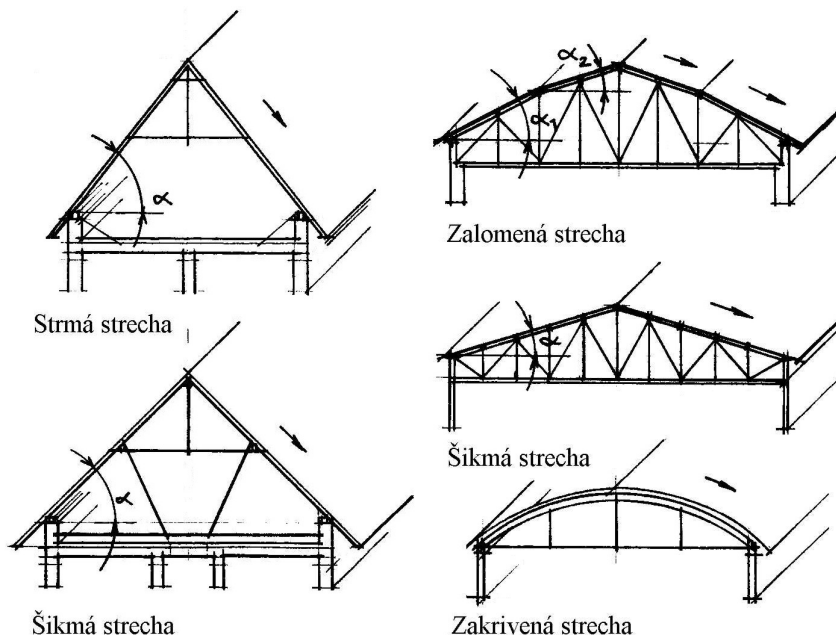
Na konštrukcie striech s malým rozpätím sa používajú krovové a väzníkové konštrukcie.

Na strechy so stredným rozpätím sa používajú väzníkové, rámové konštrukcie, niekedy krovové konštrukcie, často škrupinové konštrukcie, lomenice a pneumatické konštrukcie.

Podľa **sklonu a tvaru vonkajšieho povrchu strechy** rozlišujeme:

- šikmé strechy – so sklonom  $10^\circ < \alpha \leq 45^\circ$ ,
- strmé strechy – so sklonom  $45^\circ < \alpha < 90^\circ$ ,
- zalomené strechy – vytvorené viacerými plochami s rôznymi sklonmi,
- zakrivené strechy – vytvorené zakrivenými plochami.

Sklon strechy je určený predovšetkým druhom strešnej krytiny, nadmorskou výškou a miestnymi klimatickými podmienkami. Pre výstavbu podkrovia najpriaznivejšie sklony striech sú v rozpätí od  $35^\circ$  do  $55^\circ$  [41, 42]. V prípade, že strecha je strmšia, zvyšuje sa tým možnosť využitia strešného priestoru v dvoch úrovniach.



**Obr. 2 Klasifikácia strešných konštrukcií podľa sklonu a vonkajšieho povrchu strechy**

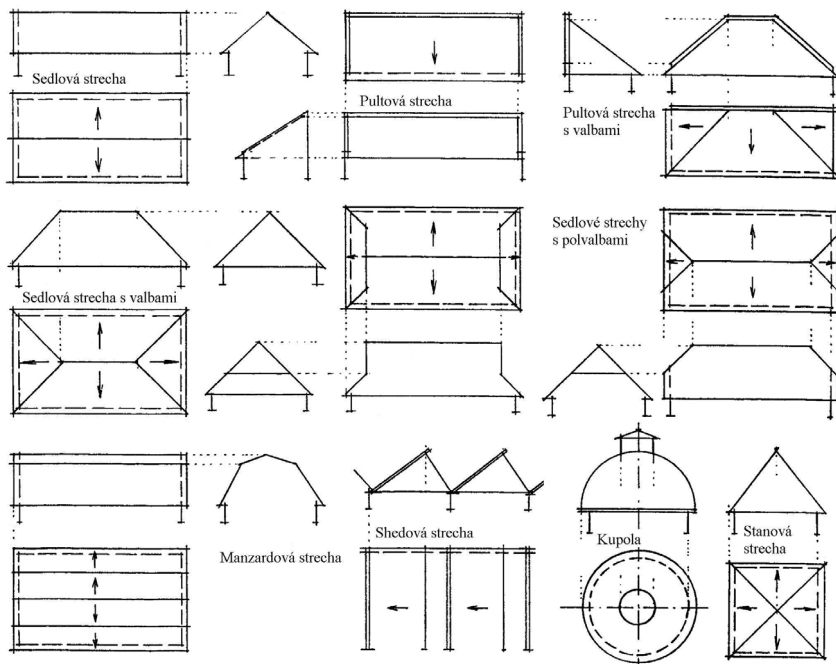
$\alpha, \alpha_1, \alpha_2$  – sklony strešných rovín

Podľa **geometrického tvaru** rozlišujeme strechy:

- pultové,
- sedlové,
- pultové s valbami,
- sedlové s valbami a polvalbami,
- manzardové,
- stanové,
- vežové,
- kupolové a iné tvary.

Geometrický tvar strechy má rozhodujúci význam pri využití podkrovia. Ak sa podkrovia bude využívať, najvhodnejšie tvary striech sú sedlové, pultové a manzardové, s valbami alebo polvalbami, alebo zakrivené strechy. Pri

týchto tvaroch striech sa dá využiť takmer celá pôdorysná plocha podkrovia.



Obr. 3 Klasifikácia strešných konštrukcií podľa geometrického tvaru [61]

Podľa **konštrukčného systému nosnej strešnej konštrukcie** rozlišujeme:

- **krovové konštrukcie (krovy)** – drevené, kovové, železobetónové, keramické alebo vytvorené kombináciou materiálov (uplatňujú sa pri šikmých a strmých strechách),
- **väzníkové a rámové konštrukcie** – drevené, kovové, betónové, ktoré môžu byť plnostenné alebo priehradové.

Na nosnú konštrukciu šikmých a strmých striech sa najčastejšie používajú **krovové konštrukcie (krovy)**. Krov je strešná konštrukcia charakteristická šikmými nosníkmi (krokvami), najčastejšie kolmými na odkvap, ktoré sú uložené na vodorovných nosníkoch (väzniciach, pomúrniciach) [60].

Podľa **typu použitého konštrukčného systému a druhu konštrukčných úprav** rozlišujeme strešné konštrukcie:

- tradičné,
- novodobé.

Tradičné krovové konštrukcie vznikali v období, keď sa dreveným materiálom nemuselo šetriť. Masívne prierezy hranolov, z ktorých sa krovky stavali, neboli plne staticky využité. Jednotlivé prierezy v zložitých tesárskych väzbách boli v spojoch oslabené. Navrhovanie veľkosti profilov sa riešilo len na základe skúseností. Tieto nedostatky sa postupným vývojom odstraňovali použitím nových výpočtových metód a výpočtovej techniky.

Novodobé krovové konštrukcie navrhujeme na základe statických výpočtov s dôrazom na spoje jednotlivých prvkov, ktoré rozhodujú o celkovej tuhosti a únosnosti krovu. Namiesto tesárskych väzieb, ktoré sa používali pri tradičných krovoch, sa v súčasnosti používajú jednoduché bodové spojenia. Statický výpočet konštrukcie krovu a spojov musí byť hospodárny.

Podľa **technológie výstavby** rozlišujeme konštrukcie:

- zhotovované priamo na stavbe,
- montované, ktorých prvky sa vyrábajú vo výrobniach a na stavbe sa montujú.

Charakteristickou konštrukciou prvej skupiny sú tradičné drevené krovové konštrukcie. Do druhej skupiny sa zaraďujú oceľové konštrukcie, drevené konštrukcie, železobetónové prefabrikované konštrukcie a keramické konštrukcie.

Charakter budúceho podkrovia závisí od obalového pláštá, ktorý môžeme vytvoriť buď zo steny (zvislej konštrukcie), alebo zo šikmej, prípadne strmej strechy (šikmej alebo strmej konštrukcie) a zo stropu (horizontálnej konštrukcie). Obalový plášť vytvorený z jednotlivých konštrukcií určuje tvar priečného rezu podkrovia.

**Geometriu tvaru obytného podkrovia** vytvoríme:

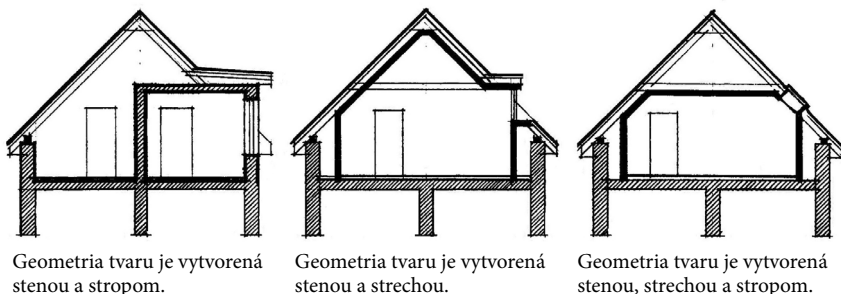
- strechou,
- stenou a stropom,
- stenou a strechou,
- stenou, strechou a stropom.

Podkrovie vytvorené stenou a stropom má časti obalového pláštá podkrovných priestorov navzájom kolmé. Toto alternatívne riešenie môžeme uplatniť len na časti pôdorysu objektu alebo pri vysokých nadmurovkách v celej ploche pôdorysu. Pri danom riešení sa stráca charakter a osobitná

atmosféra obytného podkrovia, odporúča sa realizovať len výnimočne alebo v kombinácii časti podkrovia s inými alternatívami.

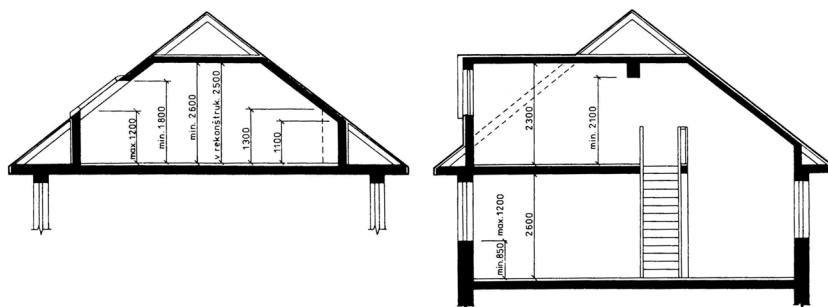
Podkrovie vytvorené stenou a strechou má časť obalového plášťa podkrovných priestorov kopírujúcu tvar šikmej alebo strmej strechy. Touto alternatívou môžeme vytvoriť efektný interiér s viditeľnými konštrukčnými prvkami (klieštiny, stĺpiky, vzpery, pásiky). Nevýhodou tohto riešenia najmä v zimnom období je, že musíme vykurovať pomerne veľký priestor.

Podkrovie vytvorené stenou, strechou a stropom má časti obalového plášťa podkrovných priestorov zvislé, šikmé, kopírujúce tvar šikmej alebo strmej strechy a vodorovné – horizontálne. Toto alternatívne riešenie je najvýhodnejšie, pretože vyjadruje charakter obytného podkrovia a odporúča sa realizovať pri novonavrhovaných objektoch alebo pri rekonštrukciách starších podkrovných priestorov.



**Obr. 4** Základné geometrie tvaru striech podkrovia a nadstavieb

Využitelnosť plochy podkrovia závisí tak od sklonu a tvaru strechy, ako aj od výšky nadmurovky. Obytné miestnosti so skoseným stropom v podkroví musia mať najmenej nad polovicou svojej plochy požadovanú svetlú výšku. V miestach skosenia v bytových domoch sa požaduje najmenšia svetlá výška 1100 mm, pričom do podlahovej plochy miestnosti sa započítava plocha, nad ktorou je minimálna svetlá výška 1300 mm. Svetlá výška obytných miestností musí byť najmenej 2600 mm. Svetlá výška obytných miestností v podkroví, ktoré je súčasťou bytu v nižšom podlaží, musí byť najmenej 2300 mm. Svetlá výška novovybudovaných podkrovných priestorov (nadstavieb) bytových domov musí byť najmenej 2600 mm v časti 50 % úžitkovej plochy bytu. Pri rekonštrukciách povalových priestorov na bývanie môžeme svetlú výšku obytných miestností znížiť na 2500 mm. Trámy v podkrovných miestnostiach musia výnimočne spĺňať podmienku podchodovej výšky 2100 mm.



**Obr. 5 Svetlé výšky obytných miestností v budovách na bývanie a umiestnenie spodného okraja osvetľovacích otvorov, resp. spodného okraja zasklenia STN [126]**

Podľa zostavy strešného pláštá rozlišujeme šikmé a strmé strechy:

- jednoplášťové,
- dvojplášťové,
- trojplášťové.

Jednoplášťové strechy oddeľujú chránené, prípadne vnútorné prostredie od vonkajšieho prostredia len jedným strešným plášťom. Je to progresívne riešenie, ktoré je náročné na kvalitu zabudovaného materiálu.

Dvojplášťové strechy oddeľujú chránené, prípadne vnútorné prostredie od vonkajšieho prostredia dvoma strešnými plášťami, medzi ktorými je vzduchová vrstva.

Trojplášťové strechy, ktoré obdobne oddeľujú chránené, prípadne vnútorné prostredie od vonkajšieho prostredia tromi strešnými plášťami, medzi ktorými sú dve vzduchové vrstvy. Vzduchové vrstvy musia byť napojené na vonkajšie ovzdušie, čím predmetné vzduchové vrstvy spolu s privádzacími a odvádzacími vetracími otvormi plnia svoju základnú funkciu – odvod nepotrebnnej vlhkosti a v letnom období i prebytočného tepla zo strechy [73].

## 1.4 MATERIÁLOVÉ ZABEZPEČENIE ŠIKMÝCH STREŠNÝCH KONŠTRUKCIÍ

Pri výstavbe šikmých a strmých striech je možné vhodným výberom materiálov na konštrukciu krovu a strešného plášťa doceliť požadovanú životnosť strechy v súlade so životnosťou celého objektu.

Podľa **použitého materiálu** na nosnú strešnú konštrukciu rozdeľujeme strechy na:

- drevené,
- oceľové (kovové),
- železobetónové,
- pórobetónové,
- keramické,
- kombinované (napr. drevo a oceľ, keramika a železobetón).

Pre nosnú konštrukciu podkroví a nadstavieb často využívame krovové konštrukcie. Krovy sa najčastejšie zhotovujú z dreva, ale výhodné sú aj konštrukcie z ocele, železobetónu alebo konštrukcie vyhotovené kombináciou uvedených materiálov.

Drevo je najrozšírenejším materiálom pre šikmé strešné nosné konštrukcie, lebo sa ľahko spracúva, má malú hmotnosť a priaznivé pevnosti v ťahu a tlaku. Nevýhodou dreva je jeho horľavosť a hniloba, ktoré sa dajú eliminovať alebo zmierniť zušľachtením a dôslednou ochranou. Drevené krovy sú v súčasnosti dôležitými strešnými konštrukciami objektov pozemných stavieb, používajú sa všade tam, kde sa nemôžu použiť ploché strechy alebo iné druhy striech. Pomocou krovov možno vytvoriť rôzne tvary šikmých, strmých, zalomených i zakrivených striech, ktoré sú v našich klimatických podmienkach veľmi výhodné. Používajú sa aj pri sanácii nevyhovujúcich plochých striech formou nadstavieb s využitím podkrovných priestorov.

Oceľové konštrukcie boli po drevených najrozšírenejšími konštrukciami najmä pre malé a stredné rozpätia. Výhodou ocele je ľahká spracovateľnosť, veľká pevnosť v ťahu a tlaku, preto tieto konštrukcie je možné navrhovať ako ľahké a štíhle. Hospodárnosť oceľového krovu zabezpečíme jednoduchým geometrickým tvarom strechy. Nevýhodou ocele je korózia a strata únosnosti pri vysokých teplotách. Oceľové krovy sú ľahké a jednoduché a boli vyvinuté na účely zníženia spotreby dreva v strechách. Jednotlivé prvky tvoria ľahké priehradoviny z betonárskej ocele a tenkých, za studena ohýbaných plechových otvorených profilov.



Železobetónové krovy tvoria skupinu ťažších konštrukcií, ktoré v porovnaní s drevenými a ocelovými krovmi majú výhody i nevýhody. Železobetónové krovy sú nehorľavé a takmer nepotrebujú ochranu ani údržbu. Sú hospodárne, ak sa použijú v strechách jednoduchého geometrického tvaru (napr. v sedlovej streche) s jednoduchými spojmi a montážnymi postupmi. Nevýhodou železobetónových krovov je veľká hmotnosť, vysoké výrobné a dopravné náklady a bez doplnkových drevených medzičlánkov (pripevňovacích líšt) nie je možné prichytiť horný plášť strechy.

V prípade kombinácie materiálov sa používajú strešné nosné konštrukcie kombinované tak, aby použité materiály boli čo najefektívnejšie využité (napr. prvky namáhané na tlak zo železobetónu alebo dreva, ťahané prvky z ocele a pod.).

**Požiadavky**, ktoré je potrebné akceptovať pri voľbe materiálových variantov **nosnej konštrukcie šikmých a strmých striech**:

- nízka hmotnosť pri zachovaní požadovanej únosnosti,
- znížené nároky na použitie ťažkých zdvíhacích mechanizmov,
- nízka pracnosť,
- rýchla montáž,
- skrátenie doby výstavby,
- nízka cenová úroveň.

Výber použitých materiálov a sklbenie stavebných technológií pri výstavbe obytných podkrovi, nadstavieb a rekonštrukcií pôjdových priestorov závisí od konkrétneho riešenia a využitia stavebného objektu.

## 1.5 ČIASTKOVÝ ZÁVER

Uvedená kapitola je úvodom do navrhovania šikmých strešných konštrukcií. Predkladá základné informácie o šikmých strechách, ich skladbe a funkciách jednotlivých častí (vrstiev), ktoré tvoria strešnú konštrukciu ako celok.

Podkapitola uvádza stručný priebeh vývoja strešných konštrukcií od prvých jednoduchých náznakov vzniku strešných konštrukcií po zložitosť a rozmanitosť súčasných striech.

Podkapitola v zmysle najnovších vedeckých prác z oblasti striech a posledného revidovaného znenia normy pre navrhovanie striech rozpracováva terminológiu, ktorá jednoznačne definuje jednotlivé funkčné časti šikmej strešnej konštrukcie.

Podkapitola stručne uvádza základné funkcie šikmých striech, ich klasifikáciu a geometriu tvaru podkrovia, ktoré musíme rešpektovať a dodržiavať pri navrhovaní a projektovaní vrátane akceptovania v danej oblasti platných technických noriem.

Podkapitola rozoberá materiálové zabezpečenie nosnej strešnej konštrukcie krovu vrátane stručného prehľadu o výhodách a nevýhodách jednotlivých materiálov s uvedením požiadaviek, ktoré je potrebné akceptovať pri návrhu šikmých a strmých strešných konštrukcií.

## 2 ARCHITEKTONICKÉ KONŠTRUKČNÉ A EKONOMICKÉ POŽIADAVKY NA ŠIKMÉ STREŠNÉ KONŠTRUKCIE

### 2.1 ARCHITEKTONICKÉ POŽIADAVKY

Šikmá strešná konštrukcia rozhodujúcou mierou vplýva na architektúru stavby a dotvára jej celkový charakter. Z toho hľadiska je dôležité správne navrhnuť tvar a druh zastrešenia, sklon strešných rovín, farbu strechy a architektonické prvky nachádzajúce sa na predmetnej streche. Tieto požiadavky majú veľký význam pri návrhu striech nad novostavbami, nadstavbami a rekonštrukciami – dodatočnými zariadeniami podkrovi existujúcich šikmých striech.

#### 2.1.1 *Exteriérové architektonické požiadavky na tvar, objem a druh zastrešenia*

- Tvar a druh zastrešenia (strecha sedlová, pultová alebo mezonetová) sú ovplyvnené veľkosťou, výškou a tvarom navrhovaného alebo existujúceho objektu, druhom zastrešenia okolitej zástavby, historickým začlenením stavby, lokalitou územia, orientáciou na svetové strany, blízkosťou okolitých objektov a pod.
- Sklon zastrešenia určuje optimálne využitie pôdorysu a druhu krytiny. Sklon je tiež daný nadmorskou výškou a charakteristikou lokality stavby, veľkosťou pôdorysu a tvarovými danosťami navrhovaného alebo jestvujúceho objektu.
- Farebné poňatie strešnej krytiny určuje:
  - lokalita a kolorit daného územia,
  - farebnosť riešenia navrhovaného alebo pôvodného objektu,
  - druh zvolenej krytiny.
- Výskyt exteriérových prvkov posledného nadzemného – ukončujúceho podlažia existujúceho objektu: atiky, rímsy, nadmurovky, komíny, výťahové šachty a pod.
- Architektonické prvky novovytvoreného zastrešenia: strešné okná, vikiere, lodžie, skleníky, štítové múry, rôzne sklony a výšky strešných rovín a pod.

- Architektonické prvky existujúceho objektu ovplyvňujúce architektonické riešenie zastrešenia:  
Nízke budovy (do 4 podlaží):
  - objemové riešenie budovy,
  - jestvujúce rímsy, balkónové dosky a iné visuté konštrukcie,
  - presklené časti fasády (okná, presklené schodiská).Stredne vysoké budovy (do 8 podlaží):
  - objemové riešenie budovy,
  - rytmus, veľkosť a tvar okien nižších podlaží,
  - ostatné vplyvy pôsobia menej.Vysoké budovy a veľmi vysoké budovy nie sú osadzované bežne šikmými strechami s nadstavbou. Majú skôr uskakované podlažia alebo šikmo obložené horné časti budovy.
- Architektonické prvky zastrešenia ovplyvňujúce dodatočné riešenie fasády existujúceho domu:
  - obklad štítových stien prechádza zo štítových stien do fasády,
  - strešná krytina pokračuje ako zatepľovací a architektonický obklad hornej časti fasády,
  - sklenené – presvetľovacie časti zastrešenia, strešné okná, vikiere, lodžie vrátane kvetináčov na zábradlí majú druhotnú kladnú odozvu v úprave fasády [1, 2, 3].

### 2.1.2 Výber vhodného objektu pre osadenie nadstavby

Výber objektu je vhodné realizovať podľa nasledujúcich kritérií:

- vhodný výber lokality na osadenie šikmej strechy,
- vhodné životné prostredie (klimatické podmienky, hluk, exhaláty a pod.),
- vhodná orientácia objektu,
- prieskum možnosti zatienenia okolitými objektmi,
- vylúčiť možnosť zatieniť okolité objekty,
- pri realizácii nadstavby zistiť únosnosť nosného systému objektu vrátane prieskumu únosnosti podlažia,
- dôsledne rešpektovať platné protipožiarne normy,
- vhodne objemovo i architektonicky vyriešiť osadenie nadstavby, prípadne obnoviť fasádu celého objektu,
- vhodne vyriešiť blízke okolie domu, chodníky, príjazdové komunikácie, parkovacie plochy, zeleň a pod.,

- vhodne vyriešiť technologický postup realizácie nadstavby, aby nedochádzalo k jeho narušeniu a k rušeniu a obmedzovaniu obyvateľov [1, 2, 3].

## 2.2 Konštrukčné požiadavky

Konštrukčné požiadavky sú dané priestorovým rozmiestnením a rozpätím podpier, ich zaťažením, ktoré sa musí bezpečne preniesť do nosnej konštrukcie a do základov. Nosná strešná konštrukcia priamo nadväzuje na zvislé nosné konštrukcie (stĺpy, steny, piliere a ich kombinácie). Nosnou strešnou konštrukciou šikmých a strmých striech sú krovové konštrukcie (krovy).

Výber konkrétnej konštrukcie krovu a jeho počet prvkov závisí od tvaru strechy, rozpätia a rozmiestnenia podpier. Základom väznicovej sústavy krovu sú plné väzby, medzi ktorými sú najčastejšie 3 prázdne (jalové väzby). Osovú vzdialenosť krokiev prázdnych väzieb  $a = 800$  až  $1200$  mm, pri ťažkej krytine  $a_{\max} = 1000$  mm, pri ľahkej krytine  $a_{\max} = 1200$  mm. Osovú vzdialenosť plných väzieb  $A = 3200$  až  $4800$  mm. Styky jednotlivých prvkov krovových väznicových sústav sú viazané tesárskymi väzbami, ktoré spájame spojovacími prostriedkami. Tesárske väzby môžeme rozdeliť na pozdĺžne a priečne spojovacie prostriedky, na drevené (z tvrdého dreva) a kovové (najčastejšie z ocele).

**Charakteristikými nosnými prvkami jednotlivých väznicových sústav sú:**

**Kroky** – šikmé prvky určujúce geometrický tvar a spád strechy, namáhané ohybom od zaťaženia strešným plášťom a občasným zaťažením. Z týchto dôvodov navrhujeme prierez vždy na stojato. Osadzujeme ich na väznice a prichytávame nárožnými klincami (nárožníkmi). Vzdialenosť podpier – väzníc  $l = 4500$  až  $5000$  mm, voľný koniec krokiev od strednej väznice po hrebeň  $l_{1\max} = 2500$  mm a presah pri odkvape  $l_{2\max} = 1200$  mm.

**Väznice** – vodorovné nosníky prenášajúce zaťaženie od krokiev, namáhané ohybom. Obdobne ako u krokiev ich prierez navrhujeme vždy na stojato. Počet väzníc v sústave závisí od celkovej dĺžky krovy. Podľa umiestnenia väznice rozlišujeme hrebeňové, stredné a odkvapové – v prípade, že sú uložené a ukotvené do múra, nazývame ich pomúrnice a ich prierez navrhujeme na ležato.

**Stĺpiky** – zvislé prvky prenášajúce zaťaženie od väzníc, namáhané vzperným tlakom, pri vešadlových sústavách i ťahom.

**Vzpery** – šikmé prvky spolupôsobiacie so stĺpkami pri prenášaní tlaku na väzný trám. **Rozpery** – dôležité prvky pri vešadlových a vzperadlových sústavách, sú namáhané na tlak.

**Väzné trámy** – vodorovné prvky prenášajúce podstatnú časť zaťaženia krovu pomocou stĺpkov a vzpier do zvislých nosných konštrukcií. Namáhané sú na ohyb, a preto ich prierez navrhujeme na stojato. Na nosné múry ich ukladáme do káps so vzduchovou medzerou na drevenú podložku, ktorá je spolu so záhlavím trámu impregnovaná. Trámy osadzujeme minimálne 80 mm nad podlahou pôjdu, v prípade, že objekt má vnútorné pozdĺžne nosné steny, môžeme navrhnúť i krátke väzné trámy uložené na podlahe.

**Pásiky** – spolupôsobia so stĺpkami pri prenášaní tlakov z väzníc, skracujú rozpätie medzi väznicami a zabezpečujú tuhosť krovu v pozdĺžnom smere. Navrhujeme ich v dĺžkach 1100 až 1500 mm, pod strednými a odkvapovými väznicami lícujú so stĺpkami z vonkajšej strany, aby prenášali krútiaci moment od nesymetrického vonkajšieho zaťaženia.

**Klieštiny** – zachytávajú vodorovné ťahy, zabezpečujú polohu stĺpkov a spoluvtvárajú staticky tuhé trojuholníky v plnej väzbe. Navrhujeme ich vo dvojiciach s vyšším obdĺžnikovým prierezom na stojato.

Pri voľbe **nosnej strešnej konštrukcie** majú rozhodujúci vplyv:

- rozpätia nosných prvkov,
- použitý materiál,
- geometrický tvar a sklon strechy,
- účel stavby a prevádzka v nej,
- technológia zhotovenia a iné vplyvy.

Ako každá strešná konštrukcia aj krov je zložený z nosnej strešnej konštrukcie a z jedného alebo aj viac strešných plášťov. Najčastejšie používaným materiálom na uvedené konštrukcie je drevo v rôznych podobách. Jeho výhodné vlastnosti (vysoká pevnosť pri malej hmotnosti, dobré tepelnotechnické vlastnosti vrátane odolnosti proti chemicky agresívnemu prostrediu, jednoduché a ľahké opracovanie s možnosťou ohýbania a jednoduchého spájania) sa využívajú a uplatňujú pri výrobe konštrukcií pozemných stavieb. Drevené krovy sú v súčasnosti dôležitými strešnými konštrukciami objektov pozemných stavieb a používajú sa najmä tam, kde chceme vytvoriť účelne využité podkrovné priestory.

**Krov musí zaťažovať svoje podpery (steny, piliere, stĺpy) len vo zvislom smere.** Preto je potrebné zachytiť všetky vodorovné zložky vnútorných síl od vonkajšieho zaťaženia klieštinami, ťahadlami a pod.

**Prierezy jednotlivých konštrukčných prvkov sa navrhujú statickým výpočtom,** pričom sa uvažuje oslabenie prierezov v jednotlivých spojoch a uzloch.

**Krovová konštrukcia musí byť dostatočne tuhá.** Statická tuhosť v priečnom smere sa zabezpečuje sústavou trojuholníkov vytvorených nosnými prvkami krovu. V pozdĺžnom smere tuhosť krovu sa dosahuje pásikmi, vzperami alebo zavetrovaním.

**Drevené časti krovu majú byť obmurované len v nevyhnutnej miere,** aby okolo nich bolo zabezpečené prúdenie vzduchu.

**Vnútorný priestor krovu (pôjd) musí byť dostatočne vetraný a osvetlený,** aby drevené konštrukcie netrpeli nedostatkom vzduchu a svetla.

**Väzné trámy drevených tradičných krovov majú byť čo najmenej namáhané ohybom.** Zabezpečíme to tým, že prvky, ktoré zaťažujú väzný trám, navrhujeme čo najbližšie k podperám a na podopretie väzného trámu sa využívajú i stredné nosné múry.

**Krov musí byť dobre ukotvený do nosných konštrukcií objektu.** Zabezpečíme to kotvením pomúrnice do muriva alebo stropnej konštrukcie, pri otvorených konštrukciách (prístreškoch) treba dobre zabezpečiť vzájomné spojenie aj ostatných prvkov krovu vrátane strešného pláňa použitím vhodných spojovacích prostriedkov [61].

Pri rekonštrukcii starých objektov a navrhovaní nových objektov s drevenými krovovými konštrukciami sa stretávame už so spomínanými tradičnými väznicovými krovovými sústavami a úspornými novodobými krovovými sústavami. Obe sústavy sú najrozšírenejšími nosnými strešnými konštrukciami, kde dlhodobým vývojom a statickým výpočtom sa stanovili princípy rozmiestnenia jednotlivých prvkov vzhľadom na ich statické zabezpečenie a optimálne využitie.



## 2.3 EKONOMICKÉ POŽIADAVKY

Ekonomické požiadavky na šikmé strešné konštrukcie s obytným podkrovím posudzujeme podľa dvoch kritérií, a to:

- hospodárnosť počas výstavby,
- hospodárnosť počas užívania podkrovia.

Do prvého kritéria zaraďujeme čisté stavebné náklady potrebné na výstavbu podkrovia s energeticky nenáročnou materiálovou základňou. Druhým kritériom sú náklady na prevádzku a údržbu podkrovia s optimálnou prevádzkovou energetickou náročnosťou a životnosťou. Obe kritériá hospodárnosti je potrebné akceptovať už pri návrhu šikmých strešných konštrukcií s obytným podkrovím, aby sme zabezpečili najhospodárnejšie riešenie, pri ktorom budú splnené i ostatné kritériá a požiadavky.

## 2.4 ČIASTKOVÝ ZÁVER

Uvedená kapitola sa zaoberá súborom požiadaviek a kritérií vyplývajúcich z komplexnej tvorby umelého materiálneho životného prostredia. Základnou požiadavkou na šikmé a strmé strešné konštrukcie je chrániť objekt pred nepriaznivými vplyvmi vonkajšieho a vnútorného prostredia, pričom strešná konštrukcia ako celok musí spĺňať všetky požiadavky uvedené v tejto kapitole.

Podkapitola rozoberá architektonické požiadavky, ktoré rozhodujúcou mierou vplyvajú na architektúru stavby a dotvárajú jej celkový charakter. Tieto požiadavky majú veľký význam nielen pri návrhu striech nad novostavbami, nadstavbami a rekonštrukciami, ale i dodatočnými realizáciami podkroví v existujúcich šikmých strechách.

Podkapitola rozoberá konštrukčné požiadavky na šikmé a strmé strešné konštrukcie, ktoré je potrebné dodržať, aby sme v podkroví vytvorili priestory rovnocenné s ostatnými priestormi v objekte.

Podkapitola definuje zaťaženia pôsobiace na strešnú konštrukciu a požiadavky na predmetnú strešnú konštrukciu, ktorá musí byť navrhnutá tak, aby počas svojej existencie spoľahlivo odolávala všetkým reálne možným silovým účinkom od pôsobenia uvedených zaťažení.

Podkapitola rozoberá požiadavky na požiaru odolnosť strešných konštrukcií odstupňované podľa stupňov požiarnej bezpečnosti požiarneho úseku a požiaru odolnosť stavebnej konštrukcie, ktorá vyjadruje schopnosť konštrukcie odolávať teplotám vznikajúcim pri požiari bez narušenia jej funkcie.

Podkapitola z hľadiska aerodynamiky budov požaduje, aby pri návrhu strešnej konštrukcie bola zabezpečená teplotná a aerodynamická pohoda vnútornej klímy vrátane statiky nosných i nenosných častí strešnej konštrukcie. Z hľadiska hydrodynamiky budov požaduje zabezpečenie ochrany pred účinkom vetrom hnaného dažďa.

Podkapitola rozoberá požiadavky stavebnej akustiky, ktoré zabezpečujú akustickú pohodu v podkroví. Strecha ako súčasť obalovej konštrukcie budovy musí zabráňovať nadmernému vnikaniu rušivých zvukov do chránených vnútorných podkrovných priestorov.

Posledná podkapitola poukazuje na ekonomické požiadavky hospodárnosti počas výstavby a užívania podkrovia, ktorými sa pri návrhu obytných podkroví musíme zaoberať.

Záverom je potrebné zdôrazniť, že všetky požiadavky a kritériá na voľbu konštrukčného riešenia šikmých strešných konštrukcií s obytným podkrovím pri nadstavbách alebo rekonštrukciách existujúcich podkrovných priestorov sa vzájomne podmieňujú, dopĺňajú a niekedy i vylučujú. Preto je potrebné pri návrhu týchto konštrukcií vypracovať viac alternatívnych riešení, z ktorých vyberieme to najoptimálnejšie riešenie pre danú konštrukciu. Chladenie alebo klimatizáciu navrhujeme len v prípade vyčerpania všetkých možností alternatívnych riešení. Ak nie je možné vyhnúť sa návrhu chladenia alebo klimatizácie podkrovných priestorov, potom je potrebné v rámci energetickej bilancie budovy zhodnotiť i spotrebu energie potrebnú na ochladzovanie vnútorných priestorov.

# 3 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU POZNATKOV Z OBLASTI NAVRHOVANIA A HODNOTENIA PODKROVNÝCH PRIESTOROV OBYTNÝCH A OBČIANSKÝCH BUDOV

## 3.1 ŠTRUKTÚRA ŠIKMÉHO STREŠNÉHO PLÁŠŤA

Na strešnú konštrukciu podkroví a nadstavieb pôsobia vnútorné i vonkajšie klimatické faktory, ktoré ovplyvňujú jej celkový režim. Predmetom návrhu strešnej konštrukcie je v priestoroch podkrovia vytvoriť požadované podmienky, ktoré pozostávajú z dosiahnutia optimálnej kvality vnútorného prostredia počas zimného, prechodného, ale i letného obdobia, ktorá zodpovedá požiadavkám užívateľov týchto priestorov. Šikmý strešný plášť je potrebné navrhovať ako celok, celé súvrstvie od vnútorných povrchových vrstiev až po strešnú krytinu so zreteľom na dané klimatické podmienky a už spomínané vnútorné prostredie. K návrhu strešného plášťa musíme pristupovať profesionálne, lebo improvizácia sa spravidla nevypláca. V každom prípade je potrebné dodržiavať overené riešenia pre celé súvrstvie šikmého strešného plášťa a rešpektovať požiadavky a kritériá pre dané konštrukčné riešenia.

### 3.1.1 Skladby šikmého strešného plášťa

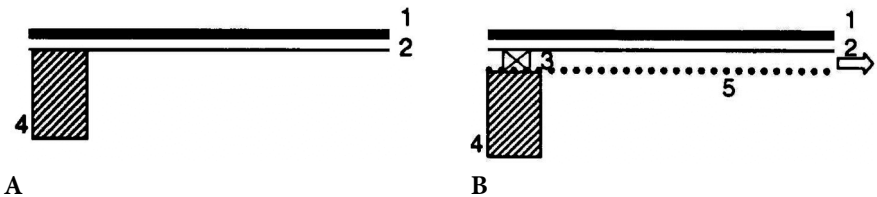
Správny návrh skladby strešného plášťa pri podkroviach a nadstavbách závisí od vhodne zvoleného sklonu strechy, druhu nosnej konštrukcie, mechanického namáhania, vlastností vrstiev z hľadiska tepelnotechnických a hydroizolačných, od parametrov vonkajšieho a vnútorného prostredia, požiadaviek a kritérií uvedených v predchádzajúcich kapitolách. Šikmý strešný plášť obytného podkrovia spravidla môžu tvoriť tieto vrstvy:

- strešná krytina,
- poistná hydroizolácia,
- latovanie rovnobežné s odkvapom,
- latovanie kolmé na odkvap,
- debnenie,
- vetraná vzduchová vrstva,

- tepelnoizolačná vrstva,
- nevetraná vzduchová vrstva,
- parotesná vrstva,
- podhľadová vrstva,
- nosná strešná konštrukcia.

Z hľadiska tepelnej techniky šikmý strešný plášť sa skladá z neúčinnnej časti – horného pláštá nad vetranou vzduchovou vrstvou a účinnej časti – dolného pláštá pod vetranou vzduchovou vrstvou. Strešný plášť navrhujeme podľa využitia podkrovného priestoru. Ak podkrovný priestor nevyužívame, hovoríme o šikmých strechách s nevyužitým pôjdovým priestorom. Potom neúčinnú časť strechy tvoria krokvy s nosnou vrstvou horného pláštá, ktorú tvorí latovanie alebo debnenie a hydroizolačná vrstva vytvorená najčastejšie ako skladaná krytina. Účinnou časťou strechy je stropná konštrukcia, na ktorej je uložená tepelnoizolačná a ochranná vrstva. Ak sa vnútorný podkrovný priestor strechy bude účelne využívať na obytné priestory, ateliéry, pracovne, kancelárie a pod., hovoríme o účelne využitých šikmých strechách – podkroviach, či už sú v nadstavbách, alebo vstavbách pri existujúcich šikmých strechách s nevyužitým pôjdovým priestorom.

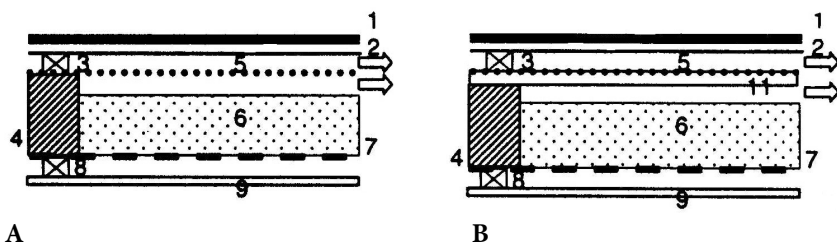
Najčastejšie typy skladieb šikmého strešného pláštá so skladanou krytinou a drevenou nosnou strešnou konštrukciou sú uvedené na obr. 6, 7 a 8. Na obr. 6 sú alternatívne riešenia pri nevyužitom pôjdovom priestore bez poistnej hydroizolácie a s poistnou hydroizoláciou s možnosťou dodatočného vstavania obytného podkrovia.



**Obr. 6** Schéma šikmého strešného pláštá so skladanou krytinou pri nevyužitom pôjdovom priestore

A – bez poistnej hydroizolácie, B – s poistnou hydroizoláciou. 1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – nosná strešná konštrukcia, 5 – poistná hydroizolačná vrstva

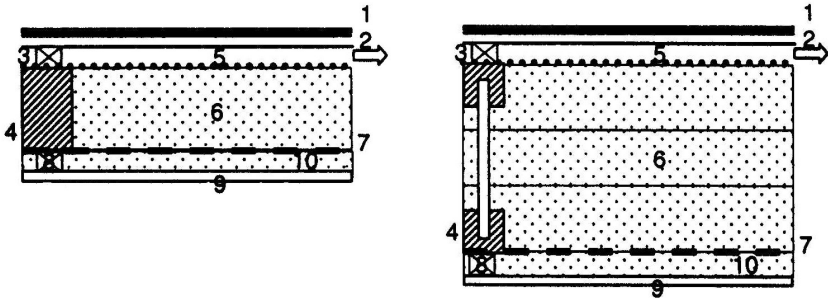
Na obr. 7 sú alternatívne riešenia s využitým podkrovným priestorom, tepelnou izoláciou medzi krokvmi, kde poistná hydroizolácia je voľne uložená medzi krokvmi alebo na drevenom debnení, vetraná vzduchová vrstva je nad poistnou hydroizoláciou a nad tepelnou izoláciou. Pod tepelnou izoláciou je parotesná vrstva, nevetraná vzduchová vrstva a podhľadová vrstva.



**Obr. 7 Schéma šikmého strešného plášťa so skladanou krytinou a využitým podkrovím**

A – poistná hydroizolácia uložená medzi krokvmi, B – poistná hydroizolácia uložená na drevenom debnení. 1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – nosná strešná konštrukcia, 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – tepelnoizolačná vrstva, 7 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – podhľadová vrstva

Na obr. 8 sú alternatívne riešenia s využitým podkrovným priestorom, tepelnou izoláciou medzi a pod krokvmi, kde poistná hydroizolácia je uložená na tepelnej izolácii, vetraná vzduchová vrstva je len nad poistnou hydroizoláciou. Medzi tepelnou izoláciou je parotesná vrstva a pod tepelnou izoláciou podhľadová vrstva.



A

B

**Obr. 8** Schéma šikmého strešného plášťa so skladanou krytinou, využitým podkrovím a tepelnou izoláciou medzi a pod krokvy pri bežnom riešení tepelnej izolácie a pri riešení pre nízkoenergetické domy, kde miesto krokvy z masívu je použitý kombinovaný nosník z dreva, aby bolo možné efektívne dosiahnuť takú výšku, ktorá je potrebná pre umiestnenie zväčšenej hrúbky tepelnej izolácie ( $k = 0,15 \div 0,12 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$ )

A – pri bežnom riešení tepelnej izolácie, B – pri riešení pre nízkoenergetické domy. 1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – nosná strešná konštrukcia, 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – tepelnoizolačná vrstva, 7 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 8 – rošt na prichytenie obkladu, 9 – podhľadová vrstva, 10 – prídavná tepelnoizolačná vrstva [30].

Vzájomné kombinácie častí strešného plášťa a ich alternatívne riešenia sú podrobne popísané a vykreslené v jednotlivých skladbách uvedených v podkapitole 3.5 Alternatívne riešenia zostáv strešného plášťa obytných podkroví.

### 3.1.2 Vrstvy šikmého strešného plášťa

Strešná krytina zásady pri navrhovaní, rozdelenie strešných krytín a doplnkové konštrukcie sú popísané v nasledujúcej samostatnej podkapitole 3.2.

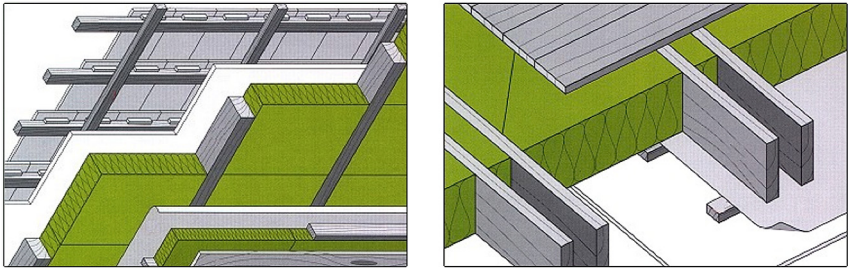
Poistná hydroizolačná vrstva v skladbe šikmého strešného plášťa slúži na zaistenie hydroizolačnej bezpečnosti. Z vonkajšej strany musí byť dostatočne utesená proti prenikaniu vetra a vody, aby sa vplyvom netesnosti vlhkosť v podobe náporového dažďa alebo snehu nedostala do tepelnoizolačného

materiálu a k dreveným prvkom, čím by mohlo dôjsť k ich znehodnoteniu. V uplynulom období sa na utesnenie strešného pláštá používala parotesná asfaltová lepenka alebo polyetylénová fólia, obe s vysokým difúznym odporom. Vzniknuté nevhodné riešenie difúzie vodnej pary v strešnom plášti (nepriepustná fólia zadržovala vodnú paru, následkom čoho dochádzalo ku kondenzácii) bolo eliminované vytvorením vetranej vzduchovej vrstvy pod poistnou hydroizoláciou v hornej časti výšky krokvy. Nevýhodou tohto riešenia je nutnosť rezervácie časti výšky krokvy pre vetranú vzduchovú vrstvu. V súčasnosti tento problém je vyriešený návrhom difúzne priepustných podstrešných fólií, ktoré umiestňujeme pod krytinou. Prevetrávaná vzduchová vrstva v šikmom strešnom plášti už nie je potrebná, preto môžeme tepelnoizolačnú vrstvu aplikovať na celú výšku krokvy. To v praxi znamená, že difúzne vlastnosti materiálov poistnej hydroizolačnej vrstvy rozhodujú o počte vetraných vzduchových vrstiev v skladbe šikmého strešného pláštá. Difúzne fólie sú charakteristické tým, že umožňujú prechod vodnej pary z tepelnej izolácie a zabraňujú vnikaniu vody a vlhkosti z vonkajšieho prostredia. V súčasnosti na našom trhu je množstvo poistných hydroizolácií, ktoré sa vzájomne líšia najmä hodnotou  $r_d$  – ekvivalentná difúzna hrúbka. Najmodernejším materiálom na trhu je difúzna mikroperforovaná membrána z vysokohustotného polyetylénu (HDPE). Ide o veľmi ľahkú a pritom veľmi pevnú membránu umožňujúcu prechod vodnej pary ( $r_d = 0,01 - 0,02$  m), no pre vodu membrána je nepriepustná. Aj v prípade, že hodnota poistnej hydroizolácie je  $r_d = 3$  m, nemusíme ju považovať za nepoužiteľnú v šikmom strešnom plášti a nahradiť ju membránou s hodnotou  $r_d = 0,02$  m, pretože pri trojplášťových strechách, kde sú splnené podmienky správnej funkcie vetrania v spodnej vzduchovej vrstve, miera priepustnosti pre vodné pary nie je podstatnou vlastnosťou poistnej hydroizolácie. Dôležitejšia ako otázka kvality fólií je vhodnosť ich aplikácie v šikmom strešnom plášti. Za dostatočne paropriepustné materiály sa považujú tie, ktorých hodnota  $r_d < 0,3$  m. Pri uvedenej hodnote poistná hydroizolácia pri realizácii dvojplášťovej nevetranej strechy je difúzne priepustná a  $r_d$  hodnota poistnej hydroizolácie má v danom prípade rozhodujúci význam. Fólie s hodnotou  $r_d > 0,3$  m vyžadujú funkčnú spodnú vzduchovú vrstvu, niektoré fólie sú bezkontaktné, kde pri dotyku so spodnou konštrukčnou vrstvou napr. s debnením alebo tepelnou izoláciou prepúšťajú vlhkosť z vonkajšej strany. V prípadoch, keď hrozí nedostatočné prúdenie vzduchu v spodnej vetranej vzduchovej vrstve, sú vhodnejšie dvojplášťové strešné konštrukcie s fóliou, ktorá má čo najmenšiu hod-



notu  $r_d$  [38]. V prípade, že fólia má hodnotu  $r_d < 0,2$  m, môžeme vynechať chemickú ochranu dreva v strešnej konštrukcii [62, 87, 88, 107<sup>6</sup>].

Funkciu difúznej podstrešnej fólie môžu prevziať i hydrofóbne vodoodpudivé dosky, ktoré zároveň slúžia aj ako strešné debnenie, pozri obr. 9 [6]. Uvedené dielce sú čiastočne pochôdzne, ukladajú sa na pero a drážku, vyrobené sú na báze asfaltovaných, parafínovaných alebo prírodným latexom pokrytých mäkkých drevovláknitých dosák od hrúbky 22 mm. Na uvedené použitie sú vhodné i obdobne paropriepustné tvrdé drevovláknité dosky hrúbky 6 až 8 mm [56, 62].



**Obr. 9** Skladba šikmého strešného plášťa v obytnom podkroví s vodooodpudivou doskou a tepelnou izoláciou medzi a pod krokvami a zatepleného stropu medzi obytným podkrovím a pôjdom [107<sup>34</sup>]

**Vetraná vzduchová vrstva** sa navrhuje v miestach predpokladanej kondenzácie vodnej pary. Účelom vetrania šikmej strechy je výmena vzduchu v pôjdovom priestore, medzi dolným plášťom a krytinou pri klasickej šikmej streche alebo medzi krytinou a tepelnoizolačnou vrstvou pri obytných podkroviach. Výmena vzduchu sa zabezpečuje tlakovým rozdielom spôsobeným tlakom vetra alebo tlakom od teploty, alebo ich kombináciou. Dostačonné vetranie sa uskutočňuje vzduchovou vrstvou prepojenou na vonkajšie ovzdušie pri odkvape a hřebeni.

Cieľom vetrania v šikmom strešnom plášti je:

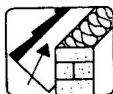
- odvádzať vlhkosť z vrstiev strešného plášťa,
- odvádzať vlhkosť, ktorá prenikla do strešného plášťa z interiéru,
- odvádzať vonkajšiu vlhkosť, ktorá prenikla do strešného plášťa,
- zamedziť kondenzáciu vodnej pary v strešnom plášti,

- vyrovnáť teplotu v krytine, ktorá je veľmi dôležitá z hľadiska rovnomerného roztápania snehu a odstránenia problému vzniku ľadových bariér pri odkvape strechy,
- odvádzať nahromadené teplo v strešnom plášti vplyvom slnečného žiarenia, prúdenie vzduchu vo vzduchovej vrstve rozdielom tlakov je zabezpečené i pri bezvetrí,
- vyrovnáť teplotu v strešnom plášti, dôsledkom vyrovnania teplôt sa odstráni napätie v materiáloch,
- vyrovnáť tlaky spôsobené vetrom pri búrkach (tlak a nasávanie na vonkajšom povrchu krytiny).

Účinnú cirkuláciu vzduchu vo vzduchovej vrstve šikmej strechy môžeme zabezpečiť iba vhodne nadimenzovaným prierezom vo fragmente, privádzacími otvormi pri odkvape a odvádzacími otvormi pri hrebeni.



Vetranú vzduchovú vrstvu dvojplášťových šikmých striech so skladanou krytinou navrhujeme o ploche najmenej  $200 \text{ cm}^2/\text{m}$  alebo  $0,2 \%$  prislúchajúcej plochy strechy s minimálnou výškou  $20 \text{ mm}$  pri vzdialenosti privádzacích a odvádzacích otvorov do  $10 \text{ m}$ .



Privádzacie otvory, ktoré umiestňujeme pri odkvape, treba voliť s plochou najmenej  $200 \text{ cm}^2/\text{m}$  odkvap, prípadne  $1/500$  zodpovedajúcej plochy strechy pri vzdialenosti privádzacích a odvádzacích otvorov do  $10 \text{ m}$ .



Odvádzacie otvory, ktoré umiestňujeme pri hrebeni, je potrebné voliť s plochou najmenej  $100 \text{ cm}^2/\text{m}$  plochy strechy pri vzdialenosti privádzacích a odvádzacích otvorov do  $10 \text{ m}$ .

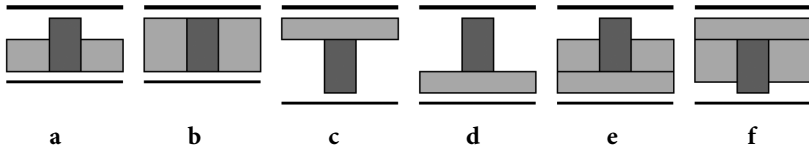
Pri strešných oknách, vikieroch a komínoch sa musí prúdenie vzduchu vo vzduchovej vrstve umožniť už v konštrukčnom riešení podkladu krytiny. Jednou z alternatívnych riešení sú doplnkové otvory na odvod vzduchu [73].

**Tabuľka 1 Dimenzovanie vetranej vzduchovej vrstvy s privádzacími a odvádzacími otvormi pri vzdialenosti privádzacích a odvádzacích otvorov do 12 až 26 m**

Vzdialenosť privádzacích a odvádzacích otvorov [m]	Minimálna výška vzduchovej vrstvy [mm]	Prierez privádzacích otvorov [cm <sup>2</sup> /m]	Prierez odvádzacích otvorov [cm <sup>2</sup> /m]
do 12	29	240	120
do 14	33	280	140
do 15	36	300	150
do 17	40	340	170
do 18	43	360	180
do 20	48	400	200
do 23	56	460	230
do 25	61	500	250
do 26	64	520	260

**Teplnoizolačná vrstva** uložená len medzi strešnými krokvami s vetranou vzduchovou vrstvou – čiastočne zapustená alebo uložená na celú výšku krokiev. Tieto riešenia sú ešte dodnes najčastejšie používané, z konštrukčného i tepelnotechnického hľadiska sú zastarané. Výhodou tohto riešenia je maximálne využitie zastavaného priestoru bez obmedzenia vnútorného priestoru, ľahké uchytenie tepelnej izolácie medzi nosné prvky a najľahšie zabudovanie strešných okien s najnižšou výškou zabezpečujúcou najlepšie presvetlenie. Nevýhodou tohto riešenia je obmedzená hrúbka tepelnej izolácie, obťažný odvod vodnej pary zo strešného plášta, čiastočné obmedzenie tepelnoizolačných parametrov vplyvom tepelných mostov cez drevené nosné prvky a prakticky nemožná kontrola stavu nosnej konštrukcie strechy. Ďalšou možnosťou je, keď tepelnoizolačná vrstva je umiestnená nad nosnou strešnou konštrukciou, pričom krokvy môžu ostať v interiéri viditeľné. Výhodou tohto riešenia je neprerušená tepelnoizolačná rovina, pričom osobitnú pozornosť si vyžaduje jej napojenie na obvodovú stenu [6]. Okrem esteticky úpravy interiérov, priestorovej akustiky a vyriešenia tepelných mostov

v mieste krokiev, toto riešenie má i vplyv na trvanlivosť krokiev. Tento trend umiestnenia tepelnej izolácie nad krokvy k nám prišiel zo západnej Európy [107<sup>18,34,43</sup>], ale môžeme ho použiť i v našich podmienkach [107<sup>20</sup>]. Tepelnoizolačná vrstva uložená pod nosnou konštrukciou je riešením bez tepelných mostov s vysokou vetranou vzduchovou vrstvou medzi krokvmi, ktorá umožňuje odvod vodnej pary a pri vytvorení kontrolných otvorov je i obmedzená možnosť kontroly stavu nosnej konštrukcie. Nevýhodou tohto riešenia je zmenšenie vnútorného priestoru, vysoká výška strešného pláňa s obťažným zabudovaním strešných okien z hľadiska zníženia presvetlenia. Snaha o odstránenie niektorých nevýhod donedávna najčastejšie používaného spôsobu umiestnenia tepelnoizolačnej vrstvy medzi prvky nosnej konštrukcie viedla k doplneniu skladby strešnej konštrukcie o tepelnoizolačnú vrstvu nachádzajúcu sa pod nosnou konštrukciou. Toto riešenie odporúča prevažná väčšina výrobcov dosák a rohoží z minerálnych alebo sklenených vlákien u nás i v zahraničí [107<sup>20,27,34,35,41,44</sup>]. Výhodou tohto riešenia je maximálne využitie zastavaného priestoru s minimálnym obmedzením vnútorného priestoru, bezproblémové uchytenie tepelnej izolácie medzi nosné prvky, eliminácia tepelných mostov v miestach drevenej konštrukcie, bezproblémové zabudovanie strešných okien s nízkou výškou, ľahká eliminácia polohových nepresností spodnej úrovne nosnej konštrukcie strechy. Toto riešenie je veľmi vhodné i z akustického hľadiska. Nevýhodou tohto riešenia je prakticky nemožná kontrola stavu nosnej konštrukcie strechy. Tepelnoizolačná vrstva uložená nad a medzi nosnou konštrukciou má obdobné výhody i nevýhody ako riešenie s tepelnoizolačnou vrstvou uloženou medzi a pod nosnou konštrukciou. V uvedených riešeniach v prípade uplatnenia rôznych druhov tepelnoizolačných materiálov, materiály s väčšou hmotnosťou, a tým aj väčšou akumuláčnou schopnosťou navrhujeme zo strany interiéru, účinné tepelnoizolačné materiály s menšou hmotnosťou zo strany exteriéru [89]. Na obr. 10 sú alternatívne riešenia vzťahu tepelnej izolácie a nosnej drevenej konštrukcie – krokiev v šikmom strešnom pláni.



**Obr. 10** Schémy geometrického vzťahu tepelnoizolačnej vrstvy a nosnej konštrukcie – krokvy

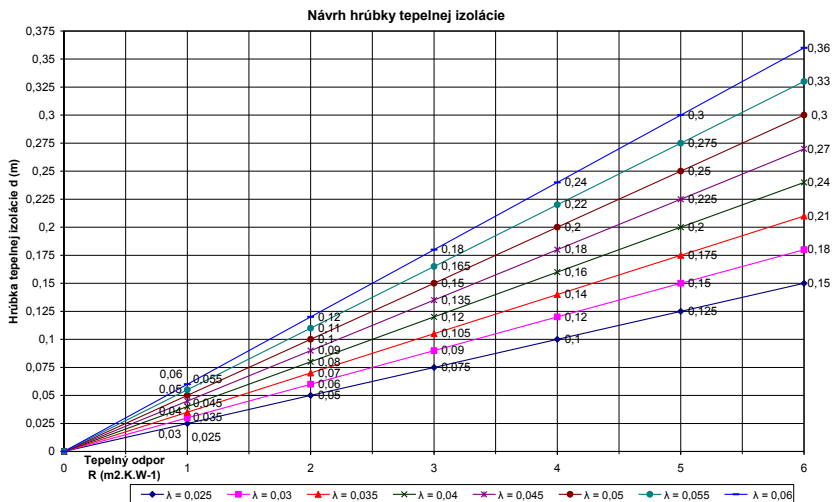
a – tepelná izolácia len medzi krokvami, b – tepelná izolácia medzi krokvami na celú výšku krokiev, c – tepelná izolácia nad krokvami, d – tepelná izolácia pod krokvami, e – tepelná izolácia pod a medzi krokvami, f – tepelná izolácia nad a medzi krokvami

Pri hmotných nosných konštrukciách šikmého strešného plášta zo železobetónových, keramických alebo pórobetónových ľahčených prvkov je tepelnoizolačná vrstva umiestnená nad touto nosnou strešnou konštrukciou.

Tepelný odpor šikmého strešného plášta pri obytnom podkroví závisí predovšetkým i od hrúbky tepelnoizolačnej vrstvy, preto je z dôvodu minimalizácie zaťaženia konštrukcie (hlavne pri rekonštrukciách) vhodné na zateplenie používať ľahšie tepelnoizolačné materiály s objemovými hmotnosťami 35 až 55 kg.m<sup>-3</sup>. Pri použití ľahkých tepelnoizolačných materiálov sa odporúča zvýšiť akumulačnú schopnosť plášta dodatočnými opatreniami, najmä masívnejšími prvkami plášta (napr. obkladmi) alebo vnútornými akumulačnými plochami. Na dosiahnutie dostatočných tepelnoizolačných parametrov pri použití materiálov s hodnotami súčiniteľa tepelnej vodivosti  $\lambda = 0,035$  až  $0,045 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$  je potrebná tepelná izolácia hrúbky 180 až 230 mm v prípade medzikrokovovej izolácie. Tepelnoizolačná vrstva pri zateplení nad strešnou rovinou sa ukladá do pomocných roštov a jej hrúbka by mala mať minimálne 160 až 180 mm [56]. Požadované hrúbky tepelnoizolačnej vrstvy by mali dosahovať hodnoty odporúčané normou a pri nízkoenergetickej výstavbe vyššie. Strešné plášte nízkoenergetických domov by mali mať hrúbku tepelnoizolačnej vrstvy až do približne 300 mm, pri pultovej streche so sklonom okolo 10° hrúbku 350 mm. Pri dimenzovaní šírky tepelnoizolačnej vrstvy sa odporúča pamätať aj na zásadu, že čím menší je sklon strešnej roviny, tým hrubšia by mala byť vrstva tepelnej izolácie.

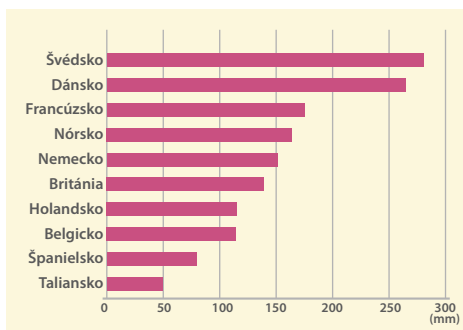
Stanovenie hrúbky tepelnoizolačnej vrstvy v skladbe strechy je závislé od požadovanej hodnoty tepelného odporu  $R_N$  alebo od požadovanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla  $k_N$  a od súčiniteľa tepelnej vodivosti materiálu  $\lambda$ .

Na obr. 11 je graf, podľa ktorého môžeme jednoducho stanoviť hodnotu požadovanej hrúbky tepelnoizolačnej vrstvy v závislosti od súčiniteľa tepelnej vodivosti a tepelného odporu.



**Obr. 11 Graf na stanovenie hodnôt hrúbky tepelnej izolácie v závislosti od súčiniteľa tepelnej vodivosti a tepelného odporu**

Priemerné hrúbky tepelnej izolácie používané v krajinách západnej Európy pre strešné konštrukcie novostavieb, ktoré sa pohybujú od 50 mm v južných oblastiach po 280 mm v severných oblastiach, sú uvedené na obr. 12 [107<sup>34</sup>].



**Obr. 12 Priemerné hrúbky tepelnej izolácie používanej v krajinách Európy pre izoláciu striech novostavieb**

U nás sa na zateplenie šikmých striech bežne používajú tepelnoizolačné materiály z minerálnych alebo sklenených vlákien vo forme kotúčov alebo dosiek, ale i dosky z tuhých ľahčených hmôt, a to polystyrénové alebo polyuretánové. Na strešný plášť sú však vhodné v podstate všetky tepelnoizolačné materiály. Na tepelnú izoláciu nad strešnou rovinou sa v zahraničí čoraz častejšie používajú materiály s pozitívnou ekologickou bilanciou, ako napr. drevovláknité dosky, trstinové rohože alebo korkové dosky. Ich výhodou je, že sa môžu ukladať veľkoplošne, rýchlo, s minimálnou stratou pri rezaní. Ako medzikrokvová izolácia sa uplatňujú i sypané tepelnoizolačné materiály, ako korková drvina (nie expandovaná) alebo fúkané materiály (napr. celulózové vlákna), pretože ich môžeme aplikovať s minimálnou prácnosťou. Ako tepelné izolácie vo forme balov (vláknité rúno) sú vhodné bavlna, lan a ovčia vlna, vo forme tepelnoizolačných dosiek sú už istý čas na trhu celulózové dosky [5].

Z hľadiska energetickej bilancie je dôležitá otázka výdaja energie potrebnej na výrobu tepelnoizolačného materiálu. V zahraničných literatúrach sa stretávame so záporným postojom voči surovinám tepelnej izolácie s odvolaním na vysoké energetické výdaje potrebné pri ich výrobe. Tento problém bol vyčerpávajúcim spôsobom preskúmaný a publikovaný [25, 26]. Pri hodnotení je rozhodujúca celková bilancia spotreby energie potrebnej k výrobe v porovnaní s úsporami energie pri využívaní tepelnoizolačných materiálov. Špecifické náklady na primárnu energiu pre izolačný materiál s najvyššími výdajmi (styropor) pri hrúbke 125 mm vyžaduje na štvorcový meter približne 66 kWh potrebnej na jeho výrobu. V najnevýhodnejšom prípade ušetrí taká-

to izolácia ročne najmenej 77 kWh primárnej energie. Takáto kvalitne zabudovaná izolácia vydrží minimálne 25 rokov, čiže spotreba energie potrebná na jej výrobu môže byť v porovnaní s úsporami docieľenými pri prevádzke zanedbaná. Aj keď zvýšime spotrebu primárnej energie cca o 5 %, z energetického pohľadu budú hrúbky tepelnej izolácie medzi 250 až 480 mm ešte rozumné. Pri iných tepelne izolačných materiáloch ako minerálna vlna, celulózoové vlákna, korková drvina, perlit, je z energetického hľadiska požadovaná hrúbka týchto materiálov vďaka energetickým nárokom pri ich výrobe dokonca ešte nad touto úrovňou [26].

**Vzduchotesná a vetrotesná vrstva** zabraňuje priamemu prieniku vzduchu v oboch smeroch. Zvýšená vzduchová priepustnosť pláštá podkrovia znižuje vnútornú povrchovú teplotu a spôsobuje tepelné straty. Prúdenie vzduchu v strešnom plášti vzniká v dôsledku pretlaku vzduchu, ktorý závisí od výšky budovy nad terénom, kde s výškou budovy stúpa aj pretlak, a od tlaku vetra. Účinok vetra závisí podľa [11, 12] od výšky budovy, od jej tvaru a orientácie, ale aj od konfigurácie okolitého terénu. Priepustnosť vzduchu pláštom sa dá znížiť použitím nízkopriepustných materiálov, odvetranými vzduchovými vrstvami – priestorom na vyrovanie tlakov alebo súvislou vetrovou prekážkou vytvorenou napr. debnením, alebo podstrešnou difúznou fóliou [17]. Štrbiny a škáry v strešných konštrukciách musia byť utesnené, aby sa zabránilo poškodeniu týchto konštrukcií [16]. Týmito štrbinami alebo škárami môžu do konštrukcie prenikať dažďové zrážky a vlhkosť, ktoré v tejto konštrukcii môžu spôsobiť značné škody predovšetkým na materiáloch z dreva, a okrem toho sa zmenší i účinnosť tepelnej izolácie, keď konštrukciou prúdi vzduch [57]. Nedostatky dôležitosti utesnenia strešných konštrukcií proti vetru pocítili i užívatelia strešných nadstavieb v Nemecku, kde sa sťažovali najmä na prejavy prievanu. Funkciu vhodnej vetrovej prekážky spĺňa i parozábrana umiestnená z vnútornej strany šikmého strešného pláštá [89]. Správne vyhotovenie strešného pláštá vzhľadom na dostatočnú odolnosť voči vetru vyžaduje splnenie týchto opatrení [56]:

- v plášti musia byť dve vzduchotesné i vetrotesné vrstvy nachádzajúce sa na vonkajšej a vnútornej strane tepelnej izolácie. Na tento účel sú vhodné ľahké drevovláknité dosky alebo veľkoformátové pásy zo špeciálneho papiera, ktoré sú navzájom vzduchotesne prelepené,
- napojenia vnútornej vetrovej zábrany na vnútorné priečky, podlahy, väznicové a odkvapové stĺpiky a pod. sa musia napojiť lepiacimi páskami alebo uzavrieť konštrukčným spôsobom pomocou priklincovaných latiek. Voľné prekryvanie nie je prípustné.



Pri ľahkých stavebných konštrukciách, akými sú i šikmé strešné konštrukcie, musia byť tieto opatrenia zvlášť dodržané.

**Parotesná vrstva** alebo **parotesná zábrana** je vrstva zamedzujúca prenikaniu vodnej pary do strešného pláštá. Ide o jedno- alebo viac vrstvové fólie z polyetylénu, polyesteru, polypropylénu, polyamidu a hliníka, ktoré sú často vystužené mriežkou [30]. Kondenzácii vodných pár v strešnom plášti sa zabráni správnou skladbou jeho vrstiev, kde ich difúzny odpor musí klesať smerom k vonkajšiemu povrchu, aplikovaním vzduchových vrstiev, umiestnením tepelnej izolácie na vonkajšej strane pláštá a parotesnou vrstvou umiestnenou na vnútornej strane tepelnoizolačnej vrstvy za vnútorným obkladom pláštá. Z hľadiska jednoduchšieho prevedenia, lepšej kvality a mechanickej ochrany parotesnej vrstvy je výhodné ju umiestniť i medzi dve vrstvy tepelnej izolácie na spodnú stranu krokiev. Obvyklý medzný pomer hrúbok vrstiev tepelnej izolácie je:

- nad parotesnou vrstvou minimálne 70 až 75 % z celkovej dimenzie tepelnej izolácie,
- pod parotesnou vrstvou minimálne 25 až 30 % z celkovej dimenzie tepelnej izolácie [10734].

Parotesná vrstva obmedzuje prienik vlhkého vnútorného vzduchu do tepelnej izolácie a je nevyhnutná v prípade, že tepelnoizolačný materiál má nevýhodné vlastnosti v súvislosti s odparovaním (napr. minerálna vlna, celulózové vlákna), ak sa predpokladá zvýšený nápor vodnej pary z interiéru (z vlhkých miestností, napr. z kúpeľne, kuchyne a pod.) alebo ak pri výpočte rosného bodu dosiahneme zvýšené riziko tvorby kondenzátu v strešnom plášti. Parotesná vrstva by mala mať pätnásobne vyššiu tesnosť (vyjadrenú hodnotou faktora difúzneho odporu  $\mu$ ) ako súčet hodnôt  $\mu$  všetkých nasledujúcich vrstiev smerom k exteriéru. Faktor difúzneho odporu  $\mu$  (-) udáva, koľkokrát je hmota menej priepustná pre vodnú paru ako vzduch, pri paropriepustných i paronepriepustných vrstvách je často uvádzaná tzv. ekvivalentná difúzna hrúbka  $r_d$  podľa zahraničných literatúr a novej STN [112] i  $s_d$  (m), je súčinom faktoru difúzneho odporu a hrúbky vrstvy. V reálnych podmienkach sú pre dosiahnutie deklarovaných hodnôt pri týchto materiáloch dôležité:

- spôsoby napojenia pásov fólií medzi sebou (systémom samolepiacich pásov),
- spôsoby napojenia na okolité stavebné prvky.

Nekvalitné napojenie a prederavenie spojovacími prvkami naväzujúcich konštrukcií (napr. vrutmi pre sadrokartónové dosky) môžu pôvodne vysoké

hodnoty faktora difúzneho odporu značne degradovať [30]. Predpokladom pre bezchybnú funkciu šikmej strešnej konštrukcie je vzduchotesné, a tým i parotesné vyhotovenie všetkých spojov fóliovej parotesnej vrstvy s dôrazom na uvedené spôsoby napojenia. Zabránilo by tak nielen podstatným tepelným stratám vplyvom infiltrácie netesnosťami v konštrukcii, ale i nekontrolovateľnému transportu vodnej pary. Podľa [107<sup>18</sup>] sa uvádza, že netesnou škárou šírky 1 mm a dĺžky 1 m unikne osemkrát viac tepla ako 1 m<sup>2</sup> dobre izolovanou šikmou strešnou konštrukciou. To znamená, že táto škára eliminuje funkciu 8 m<sup>2</sup> izolovanej plochy, čiže prenikne ňou 1000 až 3300-krát viac vodnej pary, ako by preniklo bežnou difúziou vodnej pary vrstvami tejto strechy. DIN [132] v časti 3 pre zjednodušenie uvádza skladby konštrukcií, kde sú požiadavky z hľadiska prestupu vodnej pary automaticky splnené, a preto nie je ani potrebné ich výpočtové posúdenie. Pri jednoplášťovej šikmej streche je to vtedy, keď je na vnútornej strane konštrukcie umiestnená parotesná vrstva s ekvivalentnou hrúbkou minimálne  $r_d = 100$  m. Pri šikmej prevetrávanej streche s priebežnou vzduchovou vrstvou minimálnej hrúbky 20 mm postačí parotesná vrstva s ekvivalentnou difúznou hrúbkou  $r_d = 2$  až 10 m v závislosti od dĺžky krokiev. Podľa [89] ekvivalentná difúzna hrúbka sa volí v závislosti od konštrukcie obvodového plášťa:

- neodvetraný plášť má mať parotesnú vrstvu s hodnotou  $r_d > 100$  m (vyhovuje Al-fólia, PE-fólia s hrúbkou 1 mm),
- odvetraný plášť má mať parotesnú vrstvu s hodnotou  $r_d > 10$  m (vyhovuje lepenka, PE-fólia s hrúbkou 0,1 mm).

**Tabuľka 2 Príklady hrúbok parotesných materiálov pre rôzne ekvivalentné difúzne hrúbky**

Materiál	Min. hrúbka d (mm) pre		Materiál	Min. hrúbka d (mm) pre	
	$r_d \geq 10$ m	$r_d \geq 100$ m		$r_d \geq 10$ m	$r_d \geq 100$ m
Al - fólia	0,05	0,05	PVC - fólia	0,5	5,0
PE - fólia	0,1	1,0	lepenka	5	-

Vhodnosť používania fólií s veľmi vysokým difúznym odporom býva niektorými odborníkmi spochybňovaná, najmä pri šikmých strechách s tesným horným plášťom. Takáto šikmá strecha nemá prakticky možnosť vy-

schnúť, pokiaľ je v nej prítomná zabudovaná vlhkosť, najmä z obdobia pred rekonštrukciou, zo zabudovaného vlhkého dreveného materiálu, prieniku zrážkovej vody v dôsledku lokálnej poruchy krytiny a pod. V týchto prípadoch v súčasnosti dávame prednosť novovyvinutým fóliám s nižším difúznym odporom, niekedy označovanými ako parobrzd, alebo fóliám s premenlivým difúznym odporom v závislosti od okolitej vlhkosti.

Nevetraná vzduchová vrstva sa nachádza medzi interiérovým obkladom a parotesnou vrstvou alebo tepelnou izoláciou v prípade, že parotesná vrstva je umiestnená medzi tepelnými izoláciami. Táto vrstva by nemala byť väčšia ako 50 mm, vhodnejšie je navrhnuť viac tenších uzavretých vrstiev ako jednu hrubšiu. Podiel tepelného odporu uzavretých vzduchových vrstiev nesmie presahovať 25 % celkového tepelného odporu konštrukcie.

Vnútorň obklad vytvára vnútorné opláštenie ľahkej šikmej strešnej konštrukcie a pripieňuje sa na vnútornú hranu krokiev, na nosné laty alebo na samostatný nosný rošt. Vnútorň obklad plní i protipožiarnu funkciu a môžeme naň použiť množstvo materiálov. Na vnútorné obklady sa najčastejšie používajú sadrokartónové, sadrovláknité, drevené, drevotriekové alebo hlinené dosky, ktoré sú mimoriadne vhodné na rýchlu montáž obkladov pracovne náročnejších šikmých a strmých rovín strešného plášťa. V týchto miestach je nanášanie omietkových vrstiev zložitejšie, ale hlinenú omietku môžeme na debnenie a vhodne vytvorený podklad nanášať aj strojovou omietačkou. Vnútorň teplota v podkrovných miestnostiach v letnom období obvykle dosahuje vyššie hodnoty, ako je tepelný komfort pre akúkoľvek činnosť ľudí. Touto problematikou sa zaoberali i na univerzite v Kalifornii [27, 46, 84, 85], kde na vnútorné povrchy aplikovali špeciálne akumulčné dosky PCM – Phase Change Material (materiál s fázovou zmenou), ktoré podstatným spôsobom zvýšili tepelnú stabilitu miestnosti. Tieto dosky môžu v teplotnom rozsahu 26 °C až 32 °C absorbovať desaťnásobné množstvo tepelnej energie než bežne používaný obkladový materiál, a to pomocou fázovej zmeny, ktorá v materiáli nastáva. Touto zmenou môžu spomaliť zvyšovanie povrchovej teploty a zároveň i teploty vnútorného vzduchu.

Nosná strešná konštrukcia musí byť navrhnutá tak, aby počas svojej existencie spoľahlivo odolávala všetkým reálne možným silovým účinkom od pôsobenia zaťaženia, ktoré cez nosné konštrukcie prenesie do ostatných nosných častí objektu. Jednotlivé časti nosných strešných konštrukcií vrátane popisu a delení sú uvedené v podkapitole 3.1.

**Latovanie** rovnobežné s odkvapom, kolmé na odkvap, **debnenie**, **nosnú strešnú konštrukciu**, **nosné laty** alebo **drevený rošt** navrhujeme z dre-

vených materiálov, ktoré zodpovedajú základným technickým požiadavkám uvedeným v STN [122, 131]. Drevený materiál umiestnený nad parotesnou vrstvou chránime chemickými prostriedkami pred znehodnotením hnilobou, hubami, hmyzom a ohňom. Chemická ochrana nemá negatívny vplyv na zdravie, ak dodržiavame všetky odporúčané zásady, pretože chránený drevený materiál je od obytných miestností oddelený parotesnou vrstvou. Nevyhnutnosť vhodnej chemickej ochrany pred hnilobou, hubami a hmyzom vyplýva predovšetkým z toho, že drevený materiál je zabudovaný a nie je možné včas zistiť a následne odstrániť prípadné vzniknuté poruchy. Vnútorne drevené konštrukcie umiestnené pod parotesnou vrstvou nevyžadujú chemické ošetrenie. Podstatný vplyv na kvalitu zabudovaného dreveného materiálu má i vlhkosť použitých drevených prvkov. Podľa STN [131] je maximálne dovolená hmotnostná vlhkosť dreveného materiálu použitého v predmetných konštrukciách (spájaných kovovými klincami, svorníkmi a pod.)  $u_m = 20 \%$ . Pri použití drevených prvkov s vyššou hmotnostnou vlhkosťou dochádza vplyvom postupného vysychania k tvarovým zmenám. Pri vytváraní celoplošného debnenia najmä pod krytiny z asfaltových šindľov je vhodné použiť i veľkoformátové drevotriekové dosky OSB alebo vodovzdorné preglejky minimálnej hrúbky 16 mm. Výhodami týchto dosiek je tvarová stálosť, biologická odolnosť i zvýšená odolnosť voči požiaru.

### 3.1.3 Druhy zatepleného šikmého strešného plášťa



Prevetrávaná strecha



Neprevetrávaná strecha

Zo stavebno-fyzikálneho hľadiska a podľa polohy vzduchových vrstiev šikmej strechy strešná konštrukcia môže byť:

- vetraná (trojplášťová, studená), keď je medzi poistnou hydroizoláciou a tepelnou izoláciou spodná prevetrávaná vzduchová vrstva,
- nevetraná (dvojplášťová, teplá), keď je poistná hydroizolácia priamo položená na tepelnej izolácii.

**Vetraná strecha.** Má dve prevetrávané vzduchové vrstvy a tepelná izolácia sa nachádza v medzikrokovom priestore. Pri výmene krokiev napr. v mieste strešných okien alebo komínov musíme bezpodmienečne zabezpečiť prepojenie prevetrávanej vzduchovej vrstvy s vedľajšími medzikrokovými poľami. Hlavnou výhodou vetraných striech s dostatočne dimenzovanými prevetrávanými vrstvami najmä v letnom období je, že nárazové teplo

odvádza účinná ventilácia, čím je menšie teplotné zaťaženie strešného plášťa, a tým i priestorov nachádzajúcich sa pod strešným plášťom. Výhodou je, že i konštrukčné poruchy vplyvom rozťažnosti vrstiev a nosných konštrukcií sú menej pravdepodobné ako pri nevetraných strechách. Ďalšou výhodou je odvádzanie vlhkosti z podstrešnej konštrukcie, a tým aj znížené riziko stavebných porúch v dôsledku zrážania sa vodnej pary v tepelnoizolačnej vrstve [56]. Podľa zahraničných zdrojov [83, 106] však vzniká opačný efekt – z vonkajšieho prostredia môže cez prevetrávanú vrstvu vnikať do tepelnej izolácie zvýšená vlhkosť hlavne v chladnejších ročných obdobiach.

**Nevetraná strecha.** Pri nevetranej streche tepelnoizolačná vrstva z vonkajšej strany nie je dodatočne odvetraná a strecha má len jednu prevetrávanú vzduchovú vrstvu pod strešnou krytinou. Tepelnoizolačná vrstva je umiestnená buď nad strešnou rovinou, alebo úplne vyplňa medzikrokový priestor. Podstrešná konštrukcia je difúzne priepustná, t. j. skladba umožňuje prechod vodnej pary z tepelnoizolačnej vrstvy do prevetrávanej vzduchovej vrstvy pod krytinou prostredníctvom paropriepustnej vrstvy. Vylúčenie druhej prevetrávanej vzduchovej vrstvy nad tepelnou izoláciou uľahčuje realizáciu strešnej konštrukcie s priebežnou účinnou tepelnoizolačnou vrstvou predovšetkým v mieste strešných vikierov, strešných okien, komínov, strešných prienikov a pri valbách. Nadstrešné tepelnoizolačné systémy (najmä na báze polystyrénovej alebo polyuretánovej peny) sa môžu vyznačovať nedostatočným prevetrávaním a zlým tesnením konštrukčných škár, čo spôsobuje kondenzáciu a zamrzanie vodnej pary v konštrukcii. Problémom tepelných izolácií nad strešnou rovinou je zvyčajne zabezpečenie bezklzneho prichytenia prvkov strešnej krytiny cez tepelnoizolačnú vrstvu. Osobitnú pozornosť si vyžaduje realizácia podstrešnej poistnej hydroizolácie, pretože v prípade netesností tepelnoizolačná vrstva okamžite prevlhne [56].

## 3.2 KRYTINY A DOPLNKOVÉ KONŠTRUKCIE ŠIKMÝCH STRIECH

Krytina chráni vrstvy strešného plášťa a podstrešné priestory pred vonkajšími poveternostnými vplyvmi najmä pred vodou, vlhkosťou, vetrom atď. Strešné krytiny sa v súčasnosti vyrábajú so širokou paletou doplnkov (strešné okná, polovičné krytiny, ozdobné prvky, odvodňovacie systémy, izolácie proti vode umiestnené v úžlabí, pri hrebeni, poistné hydroizolačné vrstvy i parotesné vrstvy), s ktorými vytvárajú komplexné strešné systémy.

### 3.2.1 Zásady pri navrhovaní krytiny

Na zabezpečenie správnej a dokonalej ochrany podkrovných priestorov strešnou krytinou musíme dodržiavať tieto kritériá:

- pri voľbe krytiny musíme prihliadať na hmotnosť, na ktorú bola daná konštrukcia strechy dimenzovaná. Pri voľbe krytiny berieme do úvahy i nadmorskú výšku miesta stavby a miestne klimatické pomery;
- druh a akosť použitej krytiny je potrebné preskúmať vzhľadom na jej stálosť pred poveternostnými vplyvmi, z ktorých sú najdôležitejšie výkyvy teplôt, dážď, vietor, ohňovzdornosť, životnosť primeraná účelu a výške nákladov, odolnosť proti chemickým účinkom a ďalšími negatívnymi vplyvmi;
- krytinu môžu odborne vyhotovovať len kvalifikovaní a zaškolení pracovníci, potrebné je dodržiavať technologické predpisy, zabezpečiť správne pracovné náradie;
- odvodneniu strešných plôch je potrebné venovať osobitnú pozornosť najmä pri riešení konštrukčných detailov žlabov, ríms, odkvapov a všetkých doplnkových konštrukcií, aby sme zabezpečili riadne odtekanie vody a zabránili vnikaniu vody vo všetkých skupenstvách do podkrovných priestorov;
- údržbe krytiny a celého zastrešenia je potrebné venovať sa nielen z hľadiska hospodárnosti, ale aj z konštrukčných dôvodov. Pri ťažko dostupných strechách navrhovať krytinu a doplnkové konštrukcie z materiálov vyžadujúcich minimálnu údržbu;
- sklon strechy veľkou mierou vplýva na trvanlivosť a nepriepustnosť krytiny, čo nezávisí len od materiálu krytiny, ale aj od tesnosti uloženia a správneho presahu v závislosti od sklonu strechy. Dostatočná tesnosť krytiny a dobré odtekanie vody si vyžaduje dodržanie najmenej dovo-

lených sklonov v smere odtekania vody pre jednotlivé druhy krytín odporúčané STN [123];

- strecha nechráni len vnútorné priestory podkrovia, ale dotvára aj vonkajšiu architektúru celej budovy, preto je vzhľad zvoleného druhu krytiny pri celkovom ponímaní stavby vrátane okolia veľmi dôležitý a mnohokrát rozhodujúci pri voľbe krycieho materiálu. Farba, štruktúra a plasticita krytín podstatne ovplyvňujú celkový vzhľad budovy.

### 3.2.2 Rozdelenie strešných krytín

**Z konštrukčného hľadiska** rozdeľujeme krytiny na:

- skladané (z asfaltovaných šindľov, zo škridiel, z vláknitocementových prvkov, z plechu a transparentná skladaná krytina),
- povlakové (z asfaltovaných pásov, fólií atď.),
- vzájomne kombinované.

Skladaná krytina je vytvorená z plošných alebo tvarovaných dielcov spájaných presahom na drážku alebo lišty. Povlaková krytina je vodotesná krytina vytvorená z pásov bezšvových, fóliových, kombinovaných a iných hydroizolačných povlakov. Skladané krytiny v porovnaní s povlakovými sú pracnejšie, ale trvanlivejšie, nepotrebujú takú častú údržbu ako povlakové krytiny.

Podľa pôvodu látok rozdeľujeme:

- krytiny z prirodzených látok organického pôvodu,
- krytiny z nerastného pôvodu,
- krytiny zo syntetických látok.

Podľa stupňa horľavosti krytiny rozdeľujeme na:

nehorľavé – stupeň A,

- s obmedzenou horľavosťou – stupeň B,
- horľavé – ťažko, stredne a ľahko – stupeň C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>.

Podľa tuhosti povrchu rozdeľujeme krytiny na:

- mäkké,
- tvrdé.

Podľa životnosti a dôležitosti krytiny rozdeľujeme na:

- trvanlivé,
- dočasné.

Podľa technológie kladenia krytiny rozdeľujeme na:

- monolitické,
- prefabrikované.

Podľa použitých hmôt a výrobkov rozoznávame krytiny:

- zo škridiel keramických pálených, betónových, sklenených,
- z vláknotocementových dosák, šablón a vlnoviek,
- plechové, plastové a kombinované,
- povlakové živичné a fóliové,
- z prírodných bridlíc,
- zo slamy a trstiny,
- doskové a šindľové a iné.

Krytiny zo slamy a rákosia, prírodných bridlíc, dosák a drevených šindľov sa v súčasnosti používajú výnimočne, väčšinou pri rekonštrukčných prácach na pamiatkových objektoch. Povlakové krytiny pre šikmé a strmé strechy sa v súčasnosti používajú v menšej miere, viac ich využívame ako krytiny s poistnou funkciou. Najčastejšie používané krytiny pre podkrovia sú skladané krytiny škridľové, vláknotocementové, plechové a asfaltové [62].

### **3.2.3 Doplnkové klampiarske konštrukcie**

Každú budovu pozemných stavieb musíme chrániť proti poveternostným vplyvom vhodnou krytinou, a to najmä proti atmosférickým zrážkam, vetru a pod. Aby krytina spoľahlivo plnila tieto funkcie, musí byť doplnená klampiarskymi konštrukciami, ktoré pomáhajú krytine bezpečne odvádzať zo strechy dažďovú vodu. Voda vo všetkých formách je najväčším škodcom nosných i nenosných strešných konštrukcií. Pred začatím montáže klampiarskych výrobkov musia byť ukončené a odovzdané všetky práce súvisiace s montážou klampiarskych výrobkov. Pri nadstavbách sa klampiarske práce realizujú po ukončení nosnej konštrukcie a nosnej vrstvy strešného plášťa, pred uložením krytiny. Kovové klampiarske stavebné prvky sa zhotovujú a montujú v zmysle STN [124], pre prvky z nekovových materiálov táto norma neplatí.

V zmysle uvedenej normy montáž musí byť realizovaná tak, aby:

- jednotlivé diely klampiarskych výrobkov boli riadne a odborne spojené,
- klampiarske výrobky boli riadne a odborne pripojené alebo pripevnené k nosným alebo podkladným konštrukciám,
- klampiarske výrobky boli správne napojené na príslušné konštrukcie (murivo, krytinu a pod.),
- bola umožnená dilatácia klampiarskych výrobkov.



Klampiarske výrobky musia umožňovať voľný a plynulý odtok zrážkovej vody. Nesmú vytvárať vyduté miesta, v ktorých by sa mohla trvale udržiavať voda.

Pre klampiarske konštrukcie sa používajú tieto materiály:

**Plech** – najčastejšie sa používajú ocelové pozinkované plechy min. hr. 0,6 mm, ďalej sa môžu použiť aj hliníkové, medené, zinkové, titanzinkové, olovené, nerezové a pozinkované plechy s úpravou Plastizol alebo Polyester.

**Drobný materiál**, ktorý sa používa v stavebnom klampiárstve:

- dróty podľa použitého plechového materiálu,
- oceľ pásová a tyčová,
- drobný pripevňovací a spojovací materiál (klince, nity, skrutky, nastreľovacie klince, skoby, hmoždinky a pod.),
- materiál na spájkovanie, zvarovanie a lepenie,
- náterový materiál,
- materiál na zasklievanie,
- materiál na tesnenie spojov (tmely, tesnenia a pod.).

Plech, spojovacie a pripevňovacie prostriedky klampiarskych výrobkov musia byť z jedného druhu materiálu alebo ich musíme zvoliť tak, aby pri použití viacerých druhov materiálov nemohol nastať elektrolytický rozklad týchto materiálov. Pri správnom konštrukčnom, materiálovom a farebnom navrhnutí klampiarskych stavebných výrobkov môžu pôsobiť esteticky a architektonicky dotvoriť celkový vzhľad strechy.

V súčasnosti podľa možnosti použitia sa miesto klampiarskych výrobkov z kovových materiálov používajú i výrobky a aj celé odvodňovacie systémy na báze plastov. Výhody týchto systémov sú:

- farebná stálosť,
- minimálne nároky na údržbu,
- vysoká životnosť,
- vysoká odolnosť proti poveternostným vplyvom a agresívnemu životnému prostrediu,
- vysoká odolnosť voči zataženiu bez trvalých deformácií,
- jednoduchá montáž,
- výborný optický vzhľad,
- kompletnosť systému so všetkými tvarovkami.

Dlhodobé testy týchto systémov preukázali mimoriadnu stabilitu a výbornú odolnosť proti dlhodobému pôsobeniu nepriaznivých poveternostných vplyvov. Systémy sú vyrobené z vysokokvalitného farebného PVC odolného

proti UV žiareniu, korózii a rýchlym zmenám teplôt. Špeciálne zosilnenie okrajov dáva týmto systémom i vysokú tvarovú stálosť.

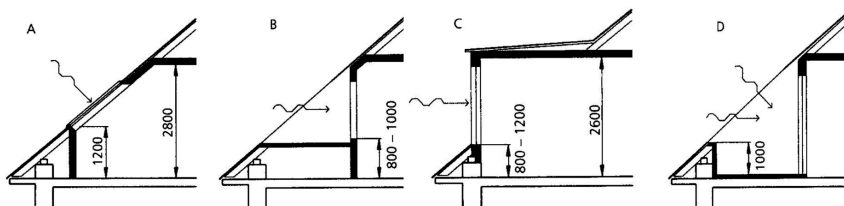
Uvedené materiály majú svoje výhody i nevýhody, svoje vlastnosti, technické parametre, možnosti použitia, životnosť i ekonomickú stránku a pri správnej aplikácii v danej konštrukcii pôsobia i esteticky a dotvárajú celkový architektonický vzhľad strechy.

### 3.3 KONŠTRUKCIE OKIEN ŠIKMÝCH STRIECH

Okno v podkroví a nadstavbách je súčasťou strešného plášťa, ktorý väčšinou vyplňa transparentný (priehľadný) alebo translucenčný (priesvitný) materiál. Umožňuje prirodzené osvetlenie, insoláciu a prirodzené vetranie interiérov, vizuálny kontakt s okolím, pri požiaroch sa môže využiť ako úniková cesta. Okno vzhľadom na jeho polohu osadené v šikmej alebo zvislej rovine strechy je najexponovanejším prvkom strechy s obytným podkrovím a je jedným z určujúcich prvkov tvorby optimálneho umelého životného prostredia. V šikmej streche má primárne funkcie, ktorými sa odlišuje od fragmentu strešného plášťa, najmä v prirodzenom osvetlení a oslnení interiéru obytného podkrovia.

Osvetlenie podkroví a nadstavieb sa zabezpečuje:

- strešnými oknami,
- vikiermi,
- oknami v štítoch stien,
- zasklenými stenami v záreze strechy – lodžii (obr. 13).



Obr. 13 Typy okien v streche

A – strešné okno, B – okno v zapustenom ostení, C – okno súčasťou vikiera, D – okno súčasťou lodžie

Medzi primárne funkcie uvedených typov okien v šikmej streche podmienených svojou transparentnosťou a mobilnosťou otvoru pre vizuálne i skutočné prepojenie podkrovia s vonkajšou klímou patria [13]:

1. **Prirodzené osvetlenie vrátane vizuálneho kontaktu a osvetlenie interiérov budov** a s nimi súvisiaca zraková, psychologická a fyziologická pohoda. Kvantita denného osvetlenia sa fyzikálne vyjadruje hodnotou  $e$  (-), t. j. činiteľom dennej osvetlenosti. Na uvedenú hodnotu nevyplýva len konštrukcia okna (svetelná priepustnosť skleného systé-

mu), ale aj sklon, tvar, geometria a plocha okna spolu s jeho situovaním v objekte, a to vzhľadom na svetové strany a vzhľadom na osadenie budovy vrátane podkrovia do reliéfu terénu. Túto funkciu okna významne ovplyvňuje urbanistický a architektonický koncept budovy ako celku.

**2. Prirodzené regulované vetranie interiérov budov** oknom a s ním súvisiaca hygienická pohoda v tvorbe umelého životného prostredia. Je kvantifikovaná číslom vetrania a ( $h^1$ ) vyjadrujúcim, koľkokrát sa vzduch vnútornej klímy vymení za hodinu. Na uvedenú hodnotu neplyva len konštrukcia okna spôsobom jeho otvárania podmieňujúcim pohyb konvektívnych prúdov vzduchu, ale aj vietor ako najpremenlivejší faktor prízemnej vrstvy atmosféry.

Technicky vyspelá Európa vypracovala v minulom období EURO-PROGRAM pre priemysel výroby okien akceptovateľný pre okná vyrobené z rôznej materiálovej bázy. Tento trend sa snažíme dodržiavať i u nás. Najzákladnejšími sprievodnými znakmi tohto programu sú:

- drevené okenné profily sú vyrábané z lamelových profilov, obdobne i pri kombinácii drevených profilov s kovovými,
- kovové okenné profily na báze zliatin hliníka sú s prerušeným tepelným mostom, obdobne i pri kombinácii kovových profilov s drevenými,
- plastové okenné profily sú vyrábané ako viackomôrkové s oceľovou výstuhou a bodovými kontaktnými plochami,
- spodný drevený rámový profil okna má použitú hliníkovú lištu s voľnou dosadacou drážkou v strednej zóne plniacou funkciou dekompresnej dutiny,
- všetky detaily v konštrukcii okna sú s dvoma štádiami tesnenia s aplikáciou dekompresných dutín,
- tesniaci profil vetrovej prekážky v stykoch okna je situovaný spravidla vo vnútornej alebo strednej zóne,
- v oknách je aplikované celoobvodové kovanie, ktoré pri uzatváraní okna rovnomerne dotláča okenné krídlo do rámu a vytvára na vetrovú prekážku kompresnú silu,
- zasklievacie okenné lišty sú vyhotovené zo strany interiéru,
- okná sú v princípe s dvojnásobným skleneným systémom.

Pri výbere okien pre nové i rekonštruované nadstavby by sme mali postupovať v rámci uvedeného programu s možnými priradenými špecifickými vlastnosťami v oblasti všetkých funkcií, ktoré okná ako súčasť obalovej konštrukcie budú plniť.

## 3.4 PREHLAD O KONŠTRUKČNÝCH RIEŠENIACH A SÚČASNOM STAVE POZNATKOV ŠIKMÝCH A STRMÝCH STRIECH U NÁS A V ZAHRANIČÍ

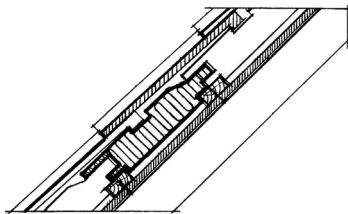
Pri navrhovaní a realizácii obytného podkrovia v nadstavbe alebo v stavbe je potrebné sústrediť pozornosť na správny návrh skladby strešného pláštá, ktorý navrhujeme v súlade s príslušnými normami platnými u nás alebo v zahraničí. Posledné desaťročie sa stalo obdobím nástupu množstva nových stavebných materiálov, novej konštrukčnej tvorby i technologických postupov pri riešení strešného pláštá. Nasledujúci prehľad riešení skladieb strešného pláštá predstavuje súčasný vývojový stupeň poznania danej problematiky u nás i v zahraničí. Riešenia strešného pláštá v jednotlivých krajinách vychádzajú z materiálových vstupov a konštrukčnej tvorby v závislosti od tradície, surovínovej základne a špecifik, ktoré sú charakteristické pre každú krajinu. Podľa zostavy strešného pláštá šikmé a strmé strechy rozdeľujeme na jednopláštové, dvojpláštové a trojpláštové [41, 61, 66, 73].

### 3.4.1 Zásady riešenia jednopláštových striech

Šikmé a strmé jednopláštové strechy sa pri budovaní podkrovných priestorov v súčasnosti používajú len zriedkavo. Tento typ striech je náročný na materiál potrebný pre tepelnoizolačné vrstvy. Je to progresívne riešenie, ktoré môžeme výhodne využiť pri rekonštrukciách starších striech na vstavenie podkrovných priestorov. Toto riešenie z konštrukčného hľadiska patrí medzi menej náročné, ale dobre zabezpečujúce hydroizolačnú bezpečnosť a spĺňa i požiadavky stavebnej fyziky. Využívame ho pri rekonštrukciách starších striech na účely využitia podkrovia, keď po odstránení skladanej krytiny priamo na latovanie uložíme tepelnoizolačnú vrstvu, na ktorú taktiež priamo položíme skladanú krytinu. Skladaná krytina musí svojou hmotnosťou zabezpečiť stabilitu z hľadiska zaťaženia vetrom. Ako tepelnoizolačnú vrstvu použijeme tvarovky z vytlačaného penového polystyrénu, ktoré sú na tento účel špeciálne vyformované. Parozábranu umiestňujeme medzi tepelnoizolačnú a podhľadovú vrstvu. Podhľadovú vrstvu umiestňujeme zo spodnej časti latovania a tepelnej izolácie medzi krokvy. Charakteristickým znakom takejto konštrukcie je strešný plášť vytvorený uložením jednotlivých vrstiev bez vzduchovej vrstvy [73].

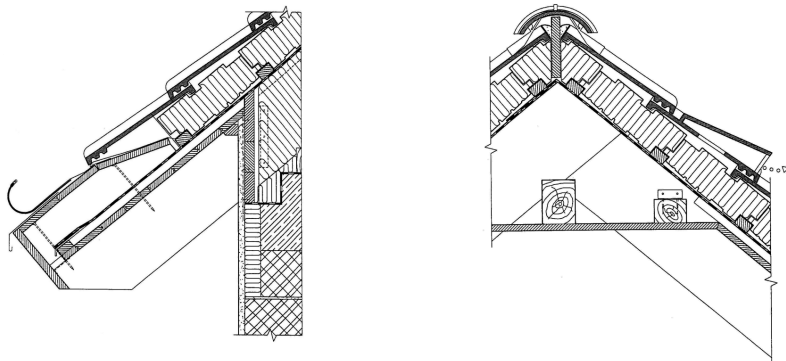
Skladba má takéto usporiadanie:

- hlavný hydroizolačný systém (krytina),
- tepelnoizolačná vrstva,
- nosná konštrukcia tepelnej izolácie (latovanie),
- parotesná vrstva (parotesná zábrana),
- podhľadová vrstva,
- nosná strešná konštrukcia.



Riešenie skladby a odporúčaných návrhov konštrukčných detailov súvisiacich so strechou s použitím skladanej krytiny z keramickej alebo betónovej veľkorozmerovej škridly je na obr. 14 a 17.

Skladaná krytina z keramickej alebo betónovej škridly je vyhotovená z tvarovaných plošných prvkov spojovaných presahom a na drážky zabezpečuje nepriepustnosť pre vodu sklonom, presahom a tvarovaním spojov jednotlivých prvkov – škridiel. Pri hydrostatickom tlaku vodu prepúšťa. Na výrobu keramickej škridly sa používa hlina (íl). Keramické škridly sa po vysušení spevňujú na konečnú pevnosť výpalom. Betónová škridla sa vyrába z portlandského cementu, piesku, pigmentov oxidov železa a vody. Betónové škridly získavajú svoju začiatočnú tvrdosť vo vytvrdzovacej komore.



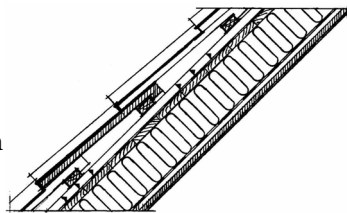
**Obr. 14 Jednoplášťová šikmá a strmá strecha s riešením úprav pri odkvape s nadstrešným žlabom a úprav pri hrebeni [73]**

### 3.4.2 Zásady riešenia dvojplášťových striech

Šikmé a strmé dvojplášťové strechy sú veľmi rozšírené pri budovaní podkrovných priestorov. Riešenia patria medzi náročné varianty, ktoré zabezpečujú vysokú hydroizolačnú bezpečnosť a spĺňajú aj požiadavky stavebnej fyziky. Charakteristickým znakom takejto konštrukcie je vetraná vzduchová vrstva deliaca strešný plášť na dolný (časť strešného plášťa umiestneného pod vetranou vzduchovou vrstvou zo strany interiéru) a horný plášť (časť strešného plášťa umiestneného nad vetranou vzduchovou vrstvou zo strany exteriéru).

Skladba má takéto usporiadanie:

- hlavný hydroizolačný systém (krytina),
- nosná konštrukcia horného plášťa,
- vetraná vzduchová vrstva,
- poistný, pomocný hydroizolačný systém a vetrová prekážka,
- tepelnoizolačná vrstva,
- parotesná vrstva (parotesná zábrana),
- podhľadová vrstva,
- nosná strešná konštrukcia.



V mieste odkvapů a hrebeňa sa musí vzduchová vrstva dvojplášťovej strechy napojiť na vonkajšie ovzdušie privádzacím a odvádzacím otvorom. Veľmi výhodné napojenie vzduchovej vrstvy je pomocou priebežnej štrbiny po celej dĺžke odkvapů a hrebeňa.

Riešenie skladby a odporúčaných návrhov konštrukčných detailov súvisiacich so strechou s použitím skladanej krytiny z asfaltových šindľov je na obr. 20.

Základným materiálom pre túto skladanú krytinu je maloformátový alebo veľkoformátový strešný kusový prvok na báze asfaltov s organickou alebo anorganickou nosnou vložkou s ochranou vrchnej plochy, ktorá sa skladá z farebného minerálneho, keramického granulátu alebo bridlice. Pri hydrostatickom tlaku vodu neprepúšťa.

Príklad skladby s riešením odporúčaných návrhov konštrukčných detailov súvisiacich so strechou s použitím skladanej krytiny z keramickej škridly je na obr. 15.

Skladaná krytina z keramickej škridly vyhotovená z rovinných plošných prvkov spojovaných presahom zabezpečuje nepriepustnosť pre vodu sklonom a presahom jednotlivých prvkov – škridiel. Pri hydrostatickom tlaku vodu prepúšťa. Na výrobu keramickej škridly sa používa výlučne hlina (íl). Keramické škridly sa po vysušení spevňujú na konečnú pevnosť výpalom.

Na obr. 19 je skladba strechy s použitím skladanej krytiny z betónovej škridly a riešenia najčastejšie sa vyskytujúcich odporúčaných návrhov konštrukcií detailov súvisiacich so strechou. Riešenie detailov musí zabezpečiť dostatočnú ochranu pred nežiaducou penetráciou vody.

Skladaná krytina z betónovej škridly vyhotovená z tvarovaných plošných prvkov spájaných presahom a na drážky zabezpečuje nepriepustnosť pre vodu sklonom, presahom a tvarovaním spojov jednotlivých prvkov – škridiel. Pri hydrostatickom tlaku vodu neprepúšťa. Betónová škridla sa vyrába z portlandského cementu, piesku, pigmentov oxidov železa a vody. Betónové škridly získavajú svoju počiatočnú tvrdosť vo vytvrdzovacej komore.

Riešenie skladby a odporúčaných návrhov konštrukčných detailov súvisiacich so strechou a použitím skladanej krytiny z plechu na lišty je na obr. 22.

Skladaná krytina z plechu je vyhotovená z rovinných plošných prvkov spájaných jednoduchými, prípadne dvojitémi stojatými a ležatými drážkami, zabezpečuje nepriepustnosť vody sklonom, tvarovaním spojov jednotlivých prvkov alebo presahom. Pri hydrostatickom tlaku vodu prepúšťa, neprepúšťa len pri špeciálnych úpravách tvarovaných spojov.

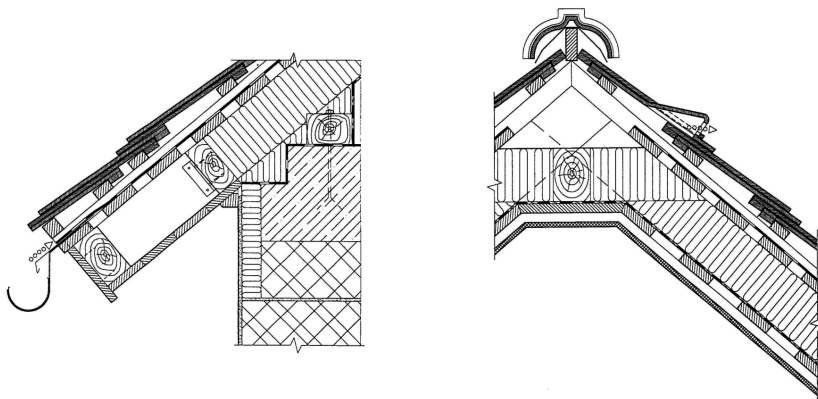
Riešenie skladby a odporúčaných návrhov konštrukčných detailov súvisiacich so strechou s použitím vlnitej skladanej krytiny z kovu, vláknoto cementu alebo z asfaltových tabúl je na obr. 21.

Skladaná krytina z vlnitej skladanej krytiny z kovu, vláknoto cementu alebo z asfaltových tabúl spojovaných presahom zabezpečuje nepriepustnosť pre vodu sklonom a presahom jednotlivých prvkov – tabúl. Pri hydrostatickom tlaku vodu prepúšťa.

Na obr. 21 je nakreslená skladba strechy v reze v smere spádu strechy a v reze kolmo na spád strechy, ktorá sa po pridaní nevetranej vzduchovej vrstvy medzi poistnú hydroizolačnú vrstvu a tepelnoizolačnú vrstvu z termnologickkej stránky zaraďuje medzi trojplášťové strechy. Ale tieto typy šikmej a strmej strechy z hľadiska stavebnej tepelnej techniky pri správne navrhnutej a zrealizovanej poistnej hydroizolačnej vrstve, účinne priepustnej pre vodnú paru v strednom plášti, má režim dvojplášťovej strechy, a preto je táto skladba zaradená do tejto kapitoly. Vzduchová vrstva medzi horným plášťom



musí byť napojená na vonkajšie ovzdušie a musí byť dostatočne prevetrávaná. Vzduchová vrstva medzi stredným a dolným plášťom nesmie byť v tomto prípade napojená na vonkajšie ovzdušie a nesmie byť prevetrávaná.



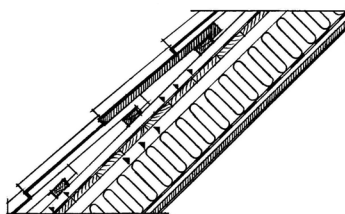
**Obr. 15 Dvojplášťová šikmá a strmá strecha s riešením úprav pri odkvape s podokvapovým žlabom a pri hrebeni [73]**

### 3.4.3 Zásady riešenia trojplášťových striech

Šikmé a strmé trojplášťové strechy nie sú veľmi rozšírené pri budovaní podkrovných priestorov. Riešenia patria medzi veľmi náročné varianty, ktoré zabezpečujú vysokú hydroizolačnú bezpečnosť a spĺňajú i požiadavky stavebnej fyziky. Charakteristickým znakom takejto konštrukcie sú dve vetrané vzduchové vrstvy deliace strešný plášť na dolný (časť strešného plášťa umiestneného pod vetranou vzduchovou vrstvou zo strany interiéru), stredný plášť (časť strešného plášťa umiestneného medzi vetranými vzduchovými vrstvami) a horný plášť (časť strešného plášťa umiestneného nad vetranou vzduchovou vrstvou zo strany exteriéru).

Skladba má takéto usporiadanie:

- hlavný hydroizolačný systém (krytina),
- nosná konštrukcia horného plášťa,
- vetraná vzduchová vrstva,
- poistný, pomocný hydroizolačný systém,



- nosná konštrukcia stredného pláštá,
- vetraná vzduchová vrstva,
- tepelnoizolačná vrstva,
- parotesná vrstva (parotesná zábrana),
- podhľadová vrstva,
- nosná strešná konštrukcia.

V mieste odkvapů a hrebeňa sa musia obe vzduchové vrstvy trojplášťovej strechy napojiť na vonkajšie ovzdušie privádzajúcimi a odvádzajúcimi otvorami, a to najvýhodnejšie pomocou priebežných štrbín.

Riešenie skladby a odporúčaných návrhov konštrukčných detailov súvisiacich so strechou s použitím skladanej krytiny z asfaltových šindľov je na obr. 28.

Základným materiálom pre túto skladanú krytinu je maloformátový strešný kusový prvok na báze asfaltov s organickou alebo anorganickou nosnou vložkou s ochranou vrchnej plochy, ktorá sa skladá z farebného minerálneho, keramického granulátu alebo bridlice. Pri hydrostatickom tlaku vodu neprepúšťa.

Príklad skladby s riešením odporúčaných návrhov konštrukčných detailov súvisiacich so strechou s použitím skladanej krytiny z keramickej škridly je na obr. 16.

Skladaná krytina z keramickej škridly je vyhotovená z rovinných plošných prvkov spájaných presahom. Zabezpečuje nepriepustnosť pre vodu sklonom a presahom jednotlivých prvkov – škridiel. Pri hydrostatickom tlaku vodu prepúšťa. Na výrobu keramickej škridly sa používa hlina (íl). Keramické škridly sa po vysušení spevňujú na konečnú pevnosť výpalom.

Na obr. 26 je skladba strechy s použitím skladanej krytiny z betónovej škridly a riešenia najčastejšie sa vyskytujúcich odporúčaných návrhov konštrukcií detailov súvisiacich so strechou. Riešenie detailov musí zabezpečiť dostatočnú ochranu pred nežiaducou penetráciou vody.

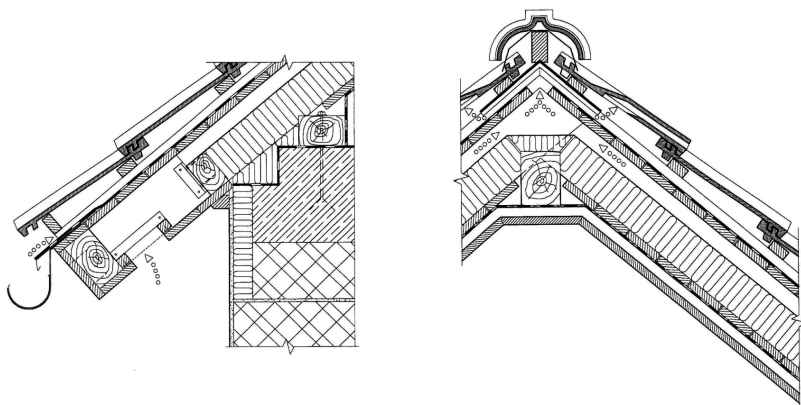
Skladaná krytina z betónovej škridly je vyhotovená z tvarovaných plošných prvkov spájaných presahom a na drážky. Zabezpečuje nepriepustnosť pre vodu sklonom, presahom a tvarovaním spojov jednotlivých prvkov – škridiel. Pri hydrostatickom tlaku vodu prepúšťa. Betónová škridla sa vyrába z portlandského cementu, piesku, pigmentov oxidov železa a vody. Betónové škridly získavajú svoju počiatočnú tvrdosť vo vytvrdzovacej komore.

Riešenie skladby a odporúčaných návrhov konštrukčných detailov súvisiacich so strechou s použitím skladanej krytiny z plechu na lišty je na obr. 30.

Skladaná krytina z plechu je vyhotovená z rovinných plošných prvkov spájaných jednoduchými, prípadne dvojitémi stojatými a ležatými drážkami. Zabezpečuje nepriepustnosť pre vodu sklonom, tvarovaním spojov jednotlivých prvkov – tabúl alebo presahom. Pri hydrostatickom tlaku vodu prepúšťa. Len pri špeciálnych úpravách tvarovaných spojov vodu pri hydrostatickom tlaku neprepúšťa.

Riešenie skladby a odporúčaných návrhov konštrukčných detailov súvisiacich so strechou s použitím vlnitej skladanej krytiny z kovu, vlákniťého cementu alebo z asfaltovaných tabúl je na obr. 29.

Skladaná krytina z vlnitej skladanej krytiny z kovu, vlákniťého cementu alebo z asfaltovaných tabúl spojovaných presahom zabezpečuje nepriepustnosť pre vodu sklonom a presahom jednotlivých prvkov – tabúl. Pri hydrostatickom tlaku vodu prepúšťa.



**Obr. 16** Trojplášťová šikmá a strmá strecha s riešením úprav pri odkvape a nadstrešným žlabom a pri hrebene [73]

## 3.5 ALTERNATÍVNE RIEŠENIA ZOSTÁV STREŠNÉHO PLÁŠŤA OBYTNÝCH PODKROVÍ

Strešný plášť pri obytných podkroviach a nadstavbách musíme navrhnuť tak, aby spoľahlivo a bez defektov slúžil počas celej svojej životnosti. Pri návrhu skladby strešného plášťa sa nesústredíme len na materiálové charakteristiky (fyzikálne alebo statické), ale predovšetkým na správne umiestnenie jednotlivých vrstiev strešného plášťa. Pri navrhovaní strešného plášťa podkrovia a nadstavby je mimoriadne dôležité navrhnuť vhodnú skladbu šikmej a strmej strechy z hľadiska vlhkostného režimu a správne zvoliť hydroizolačný systém. Navrhnuté vrstvy šikmej a strmej strechy by mali odolávať korózii vrátane vzájomného korozívneho pôsobenia, agresívnym vplyvom a výparom, pôsobeniu pliesní, mikroorganizmov, hmyzu a hlodavcom. Hydroizolačný systém navrhujeme komplexne vrátane detailov, a to z technickej a technologickej stránky. Strešný plášť pre obytné podkrovia a nadstavby môžeme navrhnuť do všetkých vnútorných i vonkajších teplotných a vlhkostných podmienok, pričom rozhodujúce je správne usporiadanie vrstiev strešného plášťa a správny výber zabudovaného materiálu [68].

### 3.5.1 Zostava jednoplášťovej strechy

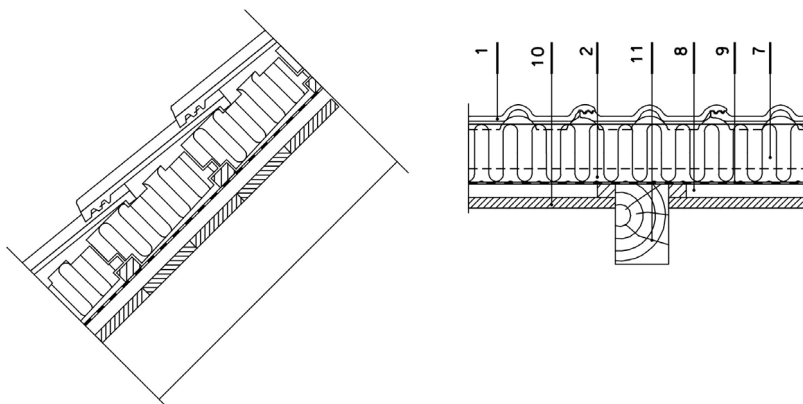
Jednoplášťová šikmá a strmá strecha má tepelnoizolačnú vrstvu nachádzajúcu sa nad nosnou strešnou konštrukciou – krokvami, uložená je priamo na latovaní, ďalej má parotesnú vrstvu a skladanú krytinu uloženú priamo na tepelnoizolačnej vrstve.

Skladba jednoplášťovej strechy:

- a) strešný plášť
  - skladaná krytina (veľkorozmerová škridla),
  - tepelnoizolačná vrstva,
  - nosná konštrukcia tepelnoizolačnej vrstvy (latovanie),
  - parotesná vrstva (parotesná zábrana),
  - podhľadová vrstva;
- b) nosná strešná konštrukcia
  - nie je zabudovaná v strešnom plášti.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť strešný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva je stálej geometrie tvaru s uzavretou štruktúrou vzduchových buniek.
3. Povrch tepelnoizolačnej vrstvy je vytvarovaný drážkami, ktoré slúžia na uloženie, vzájomné spojenie a odvod vody spod krytiny.
4. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje z jednej vrstvy, ktorú tvoria tvarovky z penového polystyrénu.
5. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba pláštá obsahovať na vnútornom povrchu zo strany interiéru nad podhľadovou vrstvou parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkostný režim.
6. Pri konštrukcii strešného pláštá bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v jej konštrukcii ku kondenzácii (dochádza ku degradácii a strate funkčnosti tepelnej izolácie).
7. Paropriepustná vrstva nemá vplyv na tepelný odpor, súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
8. Použitím parotesnej zábrany s odrazovým povrchom (hliníková fólia) sa znížia tepelné straty, čím sa zníži i energetická náročnosť podkrovia alebo nadstavby.
9. Vrstvy v skladbe strešného pláštá s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
10. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného pláštá nepripúšťa.
11. Skladaná krytina musí svojou hmotnosťou alebo mechanickým ukotvením zabezpečiť stabilitu z hľadiska zaťaženia vetrom.



**Obr. 17** Skladba jednoplášťovej šikmej a strmej strechy s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### 3.5.2 Zostavy dvojplášťových striech

#### *Dvojplášťová strecha typ A*

Dvojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou vyplňujúcou priestor medzi krokvami v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou a pomocnou hydroizolačnou vrstvou prepúšťajúcou vodnú paru na povrchu dolného plášťa, skladanou keramickou škridlou v hornom plášti a s vetranou vzduchovou vrstvou.

Składba dvojplášťovej strechy:

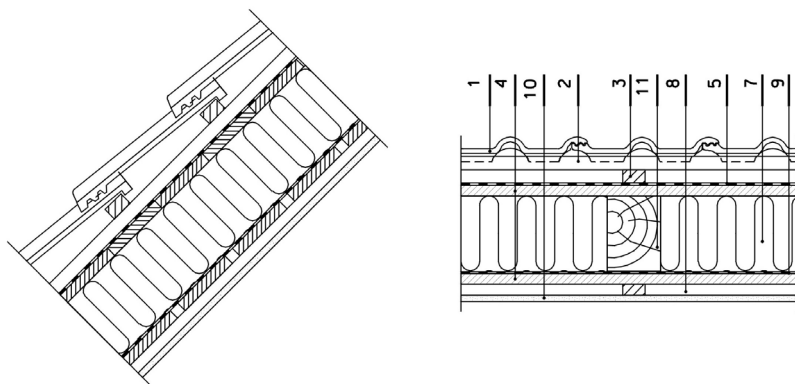
- a) horný plášť
  - skladaná krytina (veľkorozmerová škridla),
  - nosná vrstva horného plášťa;
- b) vetraná vzduchová vrstva
- c) dolný plášť
  - poistná hydroizolačná vrstva a vetrová prekážka,

- podkladová a stabilizujúca vrstva,
- tepelnoizolačná vrstva,
- parotesná vrstva (parotesná zábrana),
- podkladová a stabilizujúca vrstva,
- podhľadová vrstva,
- nosná strešná konštrukcia je zabudovaná v strešnom plášti.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný strešný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva má nestálu geometriu tvaru.
3. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje minimálne z dvoch vrstiev rohoží z minerálnych vlákien.
4. V mieste nosnej strešnej konštrukcie (krokvy) je súčiniteľ prechodu tepla  $k$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ) takmer 2,5-násobne vyšší ako v charakteristickom reze strešného pláštá. Vplyv nosnej strešnej konštrukcie znižuje tepelnoizolačné vlastnosti celého strešného pláštá.
5. Pri konštrukcii strešného pláštá bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného pláštá ku kondenzácii vodnej pary v mieste tepelnej izolácie alebo nosnej strešnej konštrukcie.
6. Paropriepustná vrstva nemá vplyv na tepelný odpor, súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
7. Použitím parotesnej zábrany s odrazovým povrchom (hliníková fólia) sa znížia tepelné straty, čím sa zníži aj energetická náročnosť podkrovia alebo nadstavby.
8. Vzduchová vrstva musí byť napojená na vonkajšie prostredie a musí byť dostatočne prevetrávaná.
9. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba pláštá obsahovať na vnútornom povrchu dolného pláštá zo strany interiéru nad podhľadovou vrstvou parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkosťný režim.
10. Vrstvy v skladbe strešného pláštá s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
11. Zo strany vetranej vzduchovej vrstvy musí skladba strešného pláštá obsahovať na povrchu dolného pláštá vrstvu účinne priepustnú pre vodnú paru, t. j. vrstvu s nízkym difúznym odporom.

12. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného plášťa nepri-púšťa.



**Obr. 18** Skladba dvojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ A s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### *Dvojplášťová strecha typ B*

Dvojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou vyplňujúcou priestor medzi krokviami v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou a pomocnou hydroizolačnou vrstvou prepúšťajúcou vodnú paru na povrchu dolného plášťa, skladanou škridlou v hornom plášti a s vetranou vzduchovou vrstvou.

Składba dvojplášťovej strechy:

- a) horný plášť
  - skladaná krytina (veľkorozmerová škridla),
  - nosná vrstva horného plášťa;
- b) vetraná vzduchová vrstva



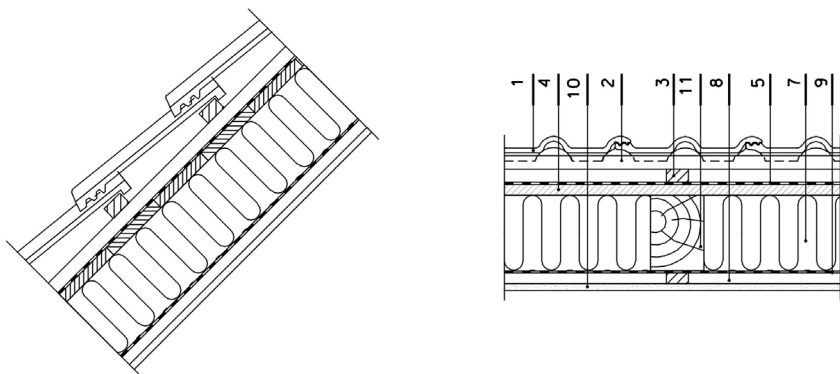
c) dolný plášť

- poistná hydroizolačná vrstva a vetrová prekážka,
- podkladová a stabilizujúca vrstva,
- tepelnoizolačná vrstva,
- parotesná vrstva (parotesná zábrana) pevne spojená s tepelnoizolačnou vrstvou,
- podhľadová vrstva,
- nosná strešná konštrukcia je zabudovaná v strešnom plášti.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva má nestálu geometriu tvaru.
3. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje minimálne z dvoch vrstiev rohoží z minerálnych vlákien.
4. V mieste nosnej strešnej konštrukcie (krokvy) je súčiniteľ prechodu tepla  $k$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ) takmer 2,5-násobne vyšší ako v charakteristickom reze strešného pláštá. Vplyv nosnej strešnej konštrukcie znižuje tepelnoizolačné vlastnosti celého strešného pláštá.
5. Pri konštrukcii strešného pláštá bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného pláštá ku kondenzácii vodnej pary v mieste tepelnej izolácie alebo nosnej strešnej konštrukcie.
6. Vplyv paropriepustnej vrstvy na tepelný odpor, resp. súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
7. Použitím parotesnej zábrany s odrazovým povrchom (hliníková fólia) sa znížia tepelné straty, čím sa zníži i energetická náročnosť podkrovia alebo nadstavby.
8. Vzduchová vrstva musí byť prepojená s vonkajším prostredím a musí byť dostatočne prevetraná.
9. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba pláštá obsahovať na povrchu dolného pláštá zo strany interiéru nad podhľadovou vrstvou parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkosťný režim.
10. Vrstvy v skladbe strešného pláštá s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.

11. Zo strany vetranej vzduchovej vrstvy musí skladba strešného plášťa obsahovať na povrchu dolného plášťa vrstvu účinne priepustnú pre vodnú paru, t. j. vrstvu s nízkym difúznym odporom.
12. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného plášťa nepripúšťa.



**Obr. 19** Skladba dvojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ B s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### *Dvojplášťová strecha typ C*

Dvojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou nad krokvami v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou a pomocnou hydroizolačnou vrstvou účinne prepúšťajúcou vodnú paru na povrchu dolného plášťa, so skladanou krytinou z asfaltovaných šindľov v hornom plášti a s vetranou vzduchovou vrstvou.

Skladba dvojplášťovej strechy:

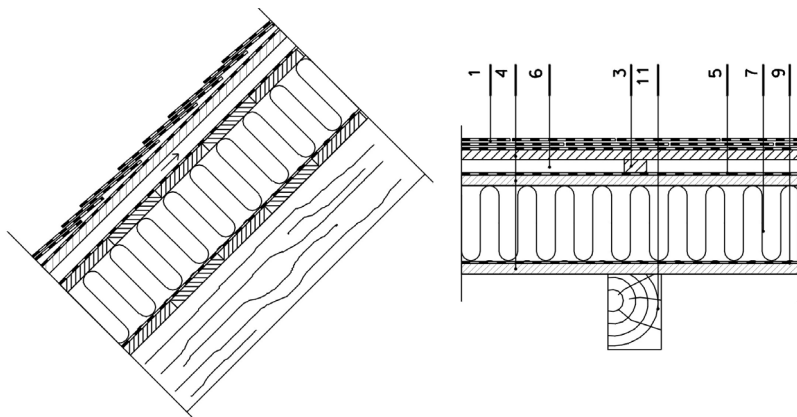
- a) horný plášť
  - súvrstvie skladanej krytiny,

- nosná vrstva horného pláštá;
- b) vetraná vzduchová vrstva
- c) dolný plášť
  - poistná hydroizolačná vrstva a vetrová prekážka,
  - podkladová a stabilizujúca vrstva,
  - tepelnoizolačná vrstva,
  - parotesná vrstva (parotesná zábrana),
  - podkladná a stabilizujúca vrstva a zároveň podhľadová vrstva,
  - nosná strešná konštrukcia nezabudovaná v strešnom plášti.

#### Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva má nestálu geometriu tvaru.
3. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje z jednej vrstvy dostatočne tuhej platne.
4. V mieste nosnej strešnej konštrukcie (krokvy) je súčiniteľ prechodu tepla  $k$  ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ) rovnaký ako v charakteristickom reze strešného pláštá. Vplyv nosnej strešnej konštrukcie neznižuje tepelnoizolačné vlastnosti celého strešného pláštá.
5. Pri konštrukcii strešného pláštá bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného pláštá ku kondenzácii vodnej pary. Skondenzovaná vodná para má nepriaznivý vplyv na tepelnú izoláciu a spôsobuje jej degradáciu a časom stratu funkčnosti.
6. Vplyv paropriepustnej vrstvy (parotesnej zábrany) na tepelný odpor, resp. súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
7. Použitím parotesnej zábrany s odrazovým povrchom (hliníková fólia) sa znížia tepelné straty, čím sa zníži i energetická náročnosť podkrovia alebo nadstavby.
8. Vzduchová vrstva musí byť prepojená s vonkajším prostredím a musí byť dostatočne prevetraná.
9. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba pláštá obsahovať na povrchu dolného pláštá zo strany interiéru nad podhľadovou vrstvou parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkostný režim.

10. Vrstvy v skladbe strešného plášťa s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
11. Zo strany vetranej vzduchovej vrstvy musí skladba strešného plášťa obsahovať na povrchu dolného plášťa vrstvu účinne priepustnú pre vodnú paru, t. j. vrstvu s nízkym difúznym odporom.
12. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného plášťa nepripúšťa.



**Obr. 20** Skladba dvojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ C s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 11 – nosná strešná konštrukcia

### ***Dvojplášťová strecha typ D***

Dvojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou vyplňujúcou priestor medzi krokviami a pod nimi v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou a pomocnou hydroizolačnou vrstvou účinne prepúšťajúcou vodnú paru na povrchu dolného plášťa, s vlnitou skladanou krytinou v hornom plášti a s vetranou vzduchovou vrstvou.

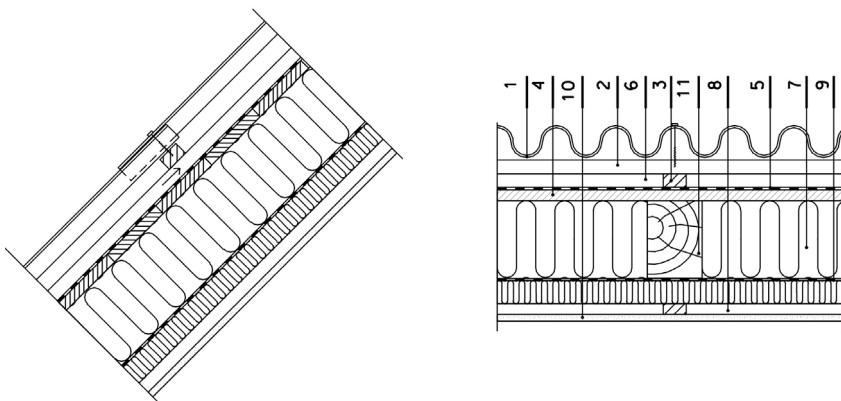
Skladba dvojplášťovej strechy:

- a) horný plášť
  - vlnitá skladaná krytina,
  - nosná vrstva horného pláštá;
- b) vetraná vzduchová vrstva
- c) dolný plášť
  - poistná hydroizolačná vrstva a vetrová prekážka,
  - podkladová a stabilizujúca vrstva,
  - prvá tepelnoizolačná vrstva,
  - parotesná vrstva (parotesná zábrana),
  - druhá tepelnoizolačná vrstva,
  - podhľadová vrstva,
  - nosná strešná konštrukcia je zabudovaná v strešnom pláštá.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný plášť.
2. Prvá tepelnoizolačná vrstva má nestálu geometriu tvaru.
3. Druhá tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje z jednej vrstvy dostatočne tuhej platne (stálej geometrie tvaru).
4. V mieste nosnej strešnej konštrukcie (krokvy) je súčiniteľ prechodu tepla  $k$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ) takmer 1,5-násobne vyšší ako v charakteristickom reze strešného pláštá. Vplyv nosnej strešnej konštrukcie len čiastočne znižuje tepelnoizolačné vlastnosti celého strešného pláštá.
5. Pri konštrukcii strešného pláštá bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného pláštá ku kondenzácii vodnej pary. Skondenzovaná vodná para má nepriaznivý vplyv na tepelnú izoláciu a spôsobuje jej degradáciu a časom stratu funkčnosti.
6. Vplyv paropriepustnej vrstvy na tepelný odpor, resp. súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
7. Vzduchová vrstva musí byť prepojená s vonkajším prostredím a musí byť dostatočne prevetraná.
8. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba pláštá obsahovať parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkostný režim.

9. Vrstvy v skladbe strešného plášťa s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
10. Zo strany vetranej vzduchovej vrstvy musí skladba strešného plášťa obsahovať na povrchu dolného plášťa vrstvu účinne priepustnú pre vodnú paru, t. j. vrstvu s nízkym difúznym odporom.
11. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného plášťa nepripúšťa.



**Obr. 21** Skladba dvojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ D s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### *Dvojplášťová strecha typ E*

Dvojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou nad krokvami v hornom a dolnom plášti a medzi nimi, s parotesnou vrstvou v dolnom plášti, so skladanou krytinou z plechu na lišty v hornom plášti a s nevetranou vzduchovou vrstvou.

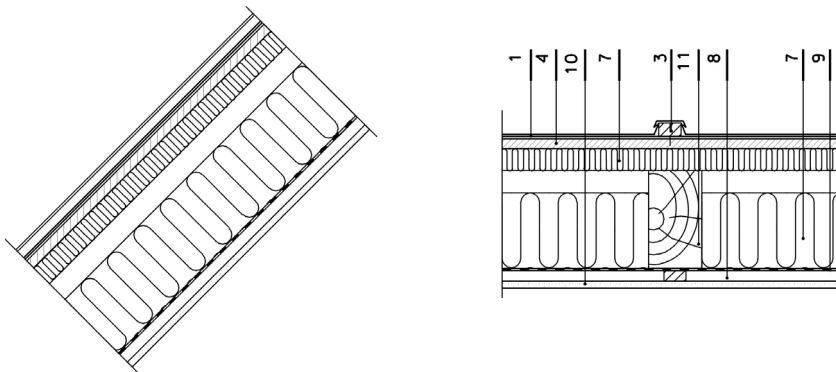
Skladba dvojplášťovej strechy:

- a) horný plášť
  - súvrstvie skladanej krytiny,
  - nosná vrstva horného pláštá,
  - prvá tepelnoizolačná vrstva stálej geometrie tvaru;
- b) nevetraná vzduchová vrstva
- c) dolný plášť
  - druhá tepelnoizolačná vrstva stálej geometrie tvaru,
  - parotesná vrstva (parotesná zábrana),
  - podhľadová vrstva,
  - nosná strešná konštrukcia je zabudovaná v strešnom pláštá.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný a horný plášť.
2. Prvá tepelnoizolačná vrstva má stálu geometriu tvaru.
3. Druhá tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje z materiálu stálej geometrie tvaru.
4. V mieste nosnej strešnej konštrukcie (krokvy) je súčiniteľ prechodu tepla  $k$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ) takmer 1,5-násobne vyšší ako v charakteristickom reze strešného pláštá. Vplyv nosnej strešnej konštrukcie znižuje tepelnoizolačné vlastnosti celého strešného pláštá.
5. Pri konštrukcii strešného pláštá bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného pláštá ku kondenzácii vodnej pary, a to v mieste tepelnej izolácie alebo nosnej strešnej konštrukcie. Skondenzovaná vodná para má nepriaznivý vplyv na tepelnú izoláciu i nosnú strešnú konštrukciu a spôsobuje ich degradáciu a časom stratu funkčnosti.
6. Vplyv paropriepustnej vrstvy na tepelný odpor, resp. súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
7. Použitím parotesnej zábrany s odrazovým povrchom (hliníková fólia) sa znížia tepelné straty, čím sa zníži i energetická náročnosť podkrovia alebo nadstavby.
8. Vzduchová vrstva nesmie byť napojená na vonkajšie prostredie.
9. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba obsahovať na povrchu dolného pláštá zo strany interiéru nad podhľadovou vrstvou parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkostný režim.

10. Vrstvy v skladbe strešného plášťa s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
11. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného plášťa nepripúšťa.



**Obr. 22** Skladba dvojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ E s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### *Dvojplášťová strecha typ F*

Dvojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou vyplňujúcou čiastočne priestor medzi krokvami v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou v dolnom plášti, s povlakovou krytinou z asfaltovaných pásov v hornom plášti a s vetranou vzduchovou vrstvou.

Skladba dvojplášťovej strechy:

- a) horný plášť
  - súvrstvie povlakovej krytiny,
  - nosná vrstva horného plášťa;
- b) vetraná vzduchová vrstva

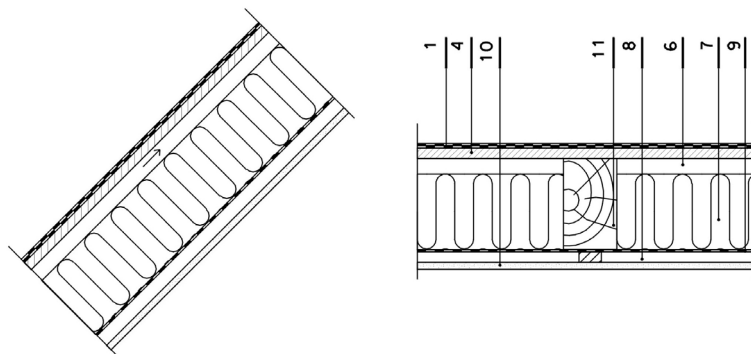


c) dolný plášť

- tepelnoizolačná vrstva stálej geometrie tvaru s povrchovou úpravou,
- parotesná vrstva (parotesná zábrana),
- podhľadová vrstva,
- nosná strešná konštrukcia je zabudovaná v strešnom plášti.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva má stálu geometriu tvaru.
3. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje s povrchovou úpravou zamedzujúcou vnikaniu vzduchu do jej štruktúry.
4. V mieste nosnej strešnej konštrukcie (krokvy) je súčiniteľ prechodu tepla  $k$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ) takmer 2,5-násobne vyšší ako v charakteristickom reze strešného pláštá. Vplyv nosnej strešnej konštrukcie znižuje tepelnoizolačné vlastnosti celého strešného pláštá.
5. Pri konštrukcii strešného pláštá bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného pláštá ku kondenzácii vodnej pary v mieste tepelnej izolácie alebo nosnej strešnej konštrukcie. Skondenzovaná vodná para má nepriaznivý vplyv na tepelnú izoláciu i nosnú strešnú konštrukciu a spôsobuje ich degradáciu a časom stratu funkčnosti.
6. Vplyv paropriepustnej vrstvy na tepelný odpor, resp. súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
7. Použitím parotesnej zábrany s odrazovým povrchom (hliníková fólia) sa znížia tepelné straty, čím sa zníži i energetická náročnosť podkrovia alebo nadstavby.
8. Vzduchová vrstva musí byť prepojená s vonkajším prostredím a musí byť dostatočne prevetraná.
9. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba pláštá obsahovať na povrchu dolného pláštá zo strany interiéru nad podhľadovou vrstvou parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkosťný režim.
10. Vrstvy v skladbe strešného pláštá s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
11. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného pláštá nepri-púšťa.



**Obr. 23 Skladba dvojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ F s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy**

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 - parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### *Dvojplášťová strecha typ G*

Dvojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou nachádzajúcou sa nad nosnou konštrukciou strechy, ktorá je zo železobetónu medzi dištančnými krokvami v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou a poistnou hydroizolačnou vrstvou účinne prepúšťajúcou vodnú paru na povrchu dolného plášťa, so skladanou škridlovou krytinou v hornom plášti a s vetranou vzduchovou vrstvou.

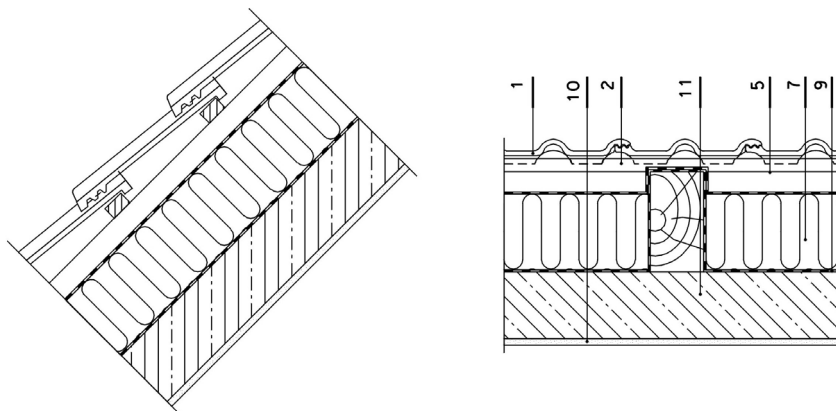
Skladba dvojplášťovej strechy:

- a) horný plášť
  - skladaná krytina (škridla),
  - nosná konštrukcia horného plášťa;
- b) vetraná vzduchová vrstva
- c) dolný plášť
  - poistná hydroizolačná vrstva a vetrová prekážka,
  - tepelnoizolačná vrstva,

- parotesná vrstva (parotesná zábrana),
- nosná strešná konštrukcia zo železobetónu,
- podhľadová vrstva (omietka),
- dištančné krokvy zabudované v strešnom plášti.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva má nestálu geometriu tvaru.
3. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje z jednej alebo dvoch vrstiev rohoží z minerálnych vlákien.
4. Tepelnoizolačnú vrstvu môžeme navrhnúť aj z materiálu stálej geometrie tvaru.
5. Pri konštrukcii strešného pláštá bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného pláštá ku kondenzácii vodnej pary, a to v mieste tepelnej izolácie alebo nosnej strešnej konštrukcie. Skondenzovaná vodná para má nepriaznivý vplyv na tepelnú izoláciu i nosnú strešnú konštrukciu a spôsobuje jej degradáciu a časom stratu funkčnosti.
6. Vplyv paropriepustnej vrstvy na tepelný odpor, resp. súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
7. Vzduchová vrstva musí byť prepojená s vonkajším prostredím a musí byť dostatočne prevetraná.
8. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba obsahovať na povrchu nosnej strešnej konštrukcie, t. j. na povrchu železobetónovej platne parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkosťný režim.
9. Vrstvy v skladbe strešného pláštá s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
10. Zo strany vetranej vzduchovej vrstvy musí skladba strešného pláštá obsahovať na povrchu dolného pláštá vrstvu účinne priepustnú pre vodnú paru, t. j. vrstvu s nízkym difúznym odporom.
11. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného pláštá nepri-púšťa.



**Obr. 24** Skladba dvojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ G s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### *Dvojplášťová strecha typ H*

Dvojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou nachádzajúcou sa nad nosnou konštrukciou strechy, ktorá je z ľahčeného betónu medzi dištančnými krokvami v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou a poistnou hydroizolačnou vrstvou účinne prepúšťajúcou vodnú paru na povrchu dolného plášťa, so skladanou škridlou v hornom plášti a s vetranou vzduchovou vrstvou.

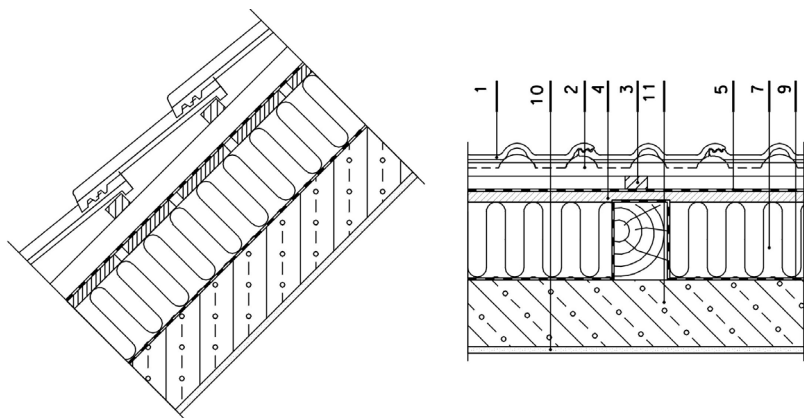
Skladba dvojplášťovej strechy:

- a) horný plášť
  - skladaná krytina (škridla),
  - nosná konštrukcia horného plášťa;
- b) vetraná vzduchová vrstva
- c) dolný plášť
  - poistná hydroizolačná vrstva a vetrová prekážka,
  - podkladová a stabilizujúca vrstva,

- tepelnoizolačná vrstva,
- parotesná vrstva (parotesná zábrana),
- nosná strešná konštrukcia z lahčeného betónu,
- podhľadová vrstva (omietka),
- dištančné krokvy zabudované v strešnom plášti.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva má nestálu geometriu tvaru.
3. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje z jednej alebo dvoch vrstiev rohoží z minerálnych vlákien.
4. Tepelnoizolačnú vrstvu môžeme navrhnúť aj z materiálu stálej geometrie tvaru.
5. Pri konštrukcii strešného pláštá bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného pláštá ku kondenzácii vodnej pary, a to v mieste tepelnej izolácie alebo nosnej strešnej konštrukcie. Skondenzovaná vodná para má nepriaznivý vplyv na tepelnú izoláciu i nosnú strešnú konštrukciu a spôsobuje jej degradáciu a časom stratu funkčnosti.
6. Vplyv paropriepustnej vrstvy na tepelný odpor, resp. súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
7. Vzduchová vrstva musí byť prepojená s vonkajším prostredím a musí byť dostatočne prevetraná.
8. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba obsahovať na povrchu nosnej strešnej konštrukcie s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkostný režim.
9. Vrstvy v skladbe strešného pláštá s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
10. Zo strany vetranej vzduchovej vrstvy musí skladba strešného pláštá obsahovať na povrchu dolného pláštá vrstvu účinne priepustnú pre vodnú paru, t. j. vrstvu s nízkym difúznym odporom.
11. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného pláštá nepripúšťa.



**Obr. 25 Skladba dvojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ H s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy**

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### **3.5.3 Zostavy trojplášťových striech**

#### **Trojplášťová strecha typ A**

Trojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou vyplňujúcou čiastočne priestor medzi krokvami v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou v dolnom plášti, s poistnou hydroizolačnou vrstvou v strednom plášti a so skladanou škridlou v hornom plášti. Medzi dolným a stredným plášťom a medzi stredným a horným plášťom je vetraná vzduchová vrstva.

Skladba trojplášťovej strechy:

- a) horný plášť
  - skladaná krytina (škridla),
  - nosná vrstva horného plášťa;
- b) vetraná vzduchová vrstva
- c) stredný plášť
  - poistná hydroizolačná vrstva,

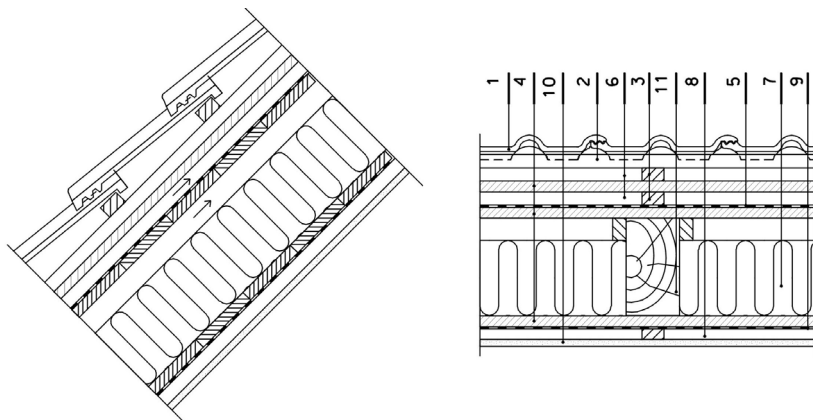
- nosná vrstva stredného pláštá;
- d) vetraná vzduchová vrstva
- e) dolný plášť
  - tepelnoizolačná vrstva,
  - podkladová a stabilizujúca vrstva,
  - parotesná vrstva (parotesná zábrana),
  - podhľadová vrstva,
  - nosná strešná konštrukcia je zabudovaná v strešnom plášti.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný strešný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva má stálu alebo nestálu geometriu tvaru.
3. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje z jednej alebo dvoch vrstiev rohoží z minerálnych vlákien alebo platní.
4. Vzduchová vrstva medzi dolným a stredným, ako aj medzi horným a stredným plášťom musí byť napojená na vonkajšie prostredie a musí byť dostatočne prevetrávaná.
5. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba obsahovať na povrchu dolného pláštá zo strany interiéru nad podhľadovou vrstvou parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkosťný režim.
6. Vrstvy v skladbe strešného pláštá s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
7. Zo strany vetranej hornej vzduchovej vrstvy musí skladba strešného pláštá obsahovať na povrchu stredného pláštá vrstvu, ktorá nemusí byť účinne priepustná pre vodnú paru, t. j. môže mať vysoký difúzny odpor.
8. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného pláštá nepripúšťa.
9. V mieste nosnej strešnej konštrukcie (krokvy) je súčiniteľ prechodu tepla  $k$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ) takmer 2,5-násobne vyšší ako v charakteristickom reze strešného pláštá. Vplyv nosnej strešnej konštrukcie znižuje tepelnoizolačné vlastnosti celého strešného pláštá.
10. Pri konštrukcii strešného pláštá bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného pláštá ku kondenzácii vodnej pary v mieste tepelnej izolácie alebo v nosnej

strešnej konštrukcii. Skondenzovaná vodná para má nepriaznivý vplyv na tepelnú izoláciu i nosnú strešnú konštrukciu a spôsobuje ich degradáciu a časom stratu funkčnosti.

11. Vplyv paropriepustnej vrstvy na tepelný odpor alebo súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
12. Použitím parotesnej zábrany s odrazovým povrchom (hliníková fólia) sa znížia tepelné straty, čím sa zníži aj energetická náročnosť podkrovia alebo nadstavby.



**Obr. 26 Skladba trojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ A s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy**

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### **Trojplášťová strecha typ B**

Trojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou vyplňujúcou čiastočne priestor medzi krokvami v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou v dolnom plášti, s poistnou hydroizolačnou vrstvou v strednom plášti a skladanou škridlou v hornom plášti. Medzi dolným a stredným plášťom a medzi stredným a horným plášťom je vetraná vzduchová vrstva.



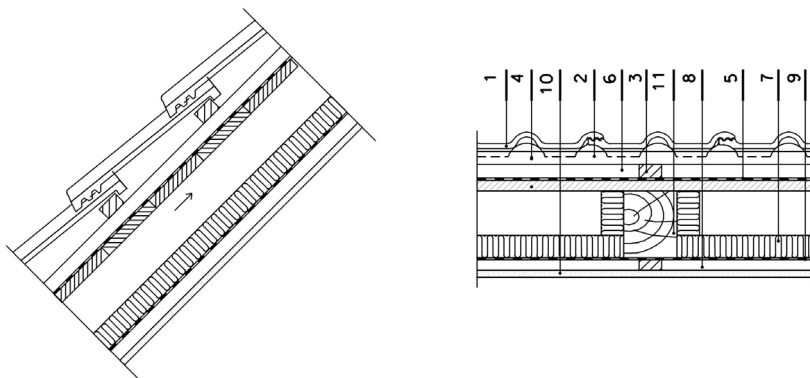
Skladba trojplášťovej strechy:

- a) horný plášť
  - skladaná krytina (škridla),
  - nosná vrstva horného pláštá;
- b) vetraná vzduchová vrstva
- c) stredný plášť
  - poistná hydroizolačná vrstva,
  - nosná vrstva stredného pláštá;
- d) vetraná vzduchová vrstva
- e) dolný plášť
  - tepelnoizolačná vrstva,
  - podkladová a stabilizujúca vrstva,
  - parotesná vrstva (parotesná zábrana),
  - podhľadová vrstva,
  - nosná strešná konštrukcia je zabudovaná v strešnom plášti.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný strešný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva má stálu geometriu tvaru.
3. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje z jednej vrstvy.
4. Vzduchová vrstva medzi dolným a stredným, ako aj medzi horným a stredným plášťom musí byť napojená na vonkajšie prostredie a musí byť dostatočne prevetrávaná.
5. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba obsahovať na povrchu dolného pláštá zo strany interiéru nad podhľadovou vrstvou parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkostný režim.
6. Vrstvy v skladbe strešného pláštá s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
7. Zo strany vetranej hornej vzduchovej vrstvy musí skladba strešného pláštá obsahovať na povrchu stredného pláštá vrstvu, ktorá nemusí byť účinne priepustná pre vodnú paru, t. j. môže mať vysoký difúzny odpor.
8. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného pláštá nepripúšťa.

9. V mieste nosnej strešnej konštrukcie (krokvy) je súčiniteľ prechodu tepla  $k$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ) takmer 2,5-násobne vyšší ako v charakteristickom reze strešného plášťa. Vplyv nosnej strešnej konštrukcie znižuje tepelnoizolačné vlastnosti celého strešného plášťa.
10. Pri konštrukcii strešného plášťa bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného plášťa ku kondenzácii vodnej pary v mieste tepelnej izolácie alebo v nosnej strešnej konštrukcii. Skondenzovaná vodná para má nepriaznivý vplyv na tepelnú izoláciu i nosnú strešnú konštrukciu a spôsobuje ich degradáciu a časom stratu funkčnosti.
11. Vplyv paropriepustnej vrstvy na tepelný odpor alebo súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
12. Použitím parotesnej zábrany s odrazovým povrchom (hliníková fólia) sa znížia tepelné straty, čím sa zníži aj energetická náročnosť podkrovia alebo nadstavby.



**Obr. 27 Skladba trojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ B s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy**

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### **Trojplášťová strecha typ C**

Trojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou vyplňujúcou čiastočne priestor medzi krokvami v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou v dolnom plášti, s poistnou hydroizolačnou vrstvou v strednom plášti a so skladanou krytinou z asfaltovaných šindľov v hornom plášti. Medzi dolným a stredným plášťom a medzi stredným a horným plášťom je vetraná vzduchová vrstva.

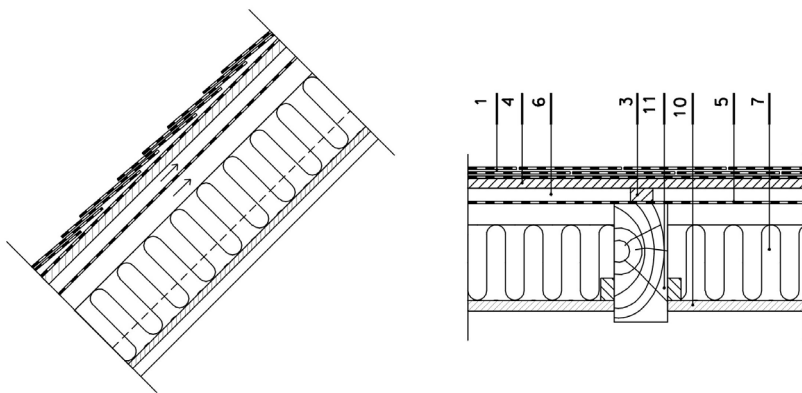
Skladba trojplášťovej strechy:

- a) horný plášť
  - súvrstvie skladanej krytiny,
  - nosná vrstva horného pláštá;
- b) vetraná vzduchová vrstva
- c) stredný plášť
  - poistná hydroizolačná vrstva;
- d) vetraná vzduchová vrstva
- e) dolný plášť
  - tepelnoizolačná vrstva,
  - parotesná vrstva (parotesná zábrana),
  - podhľadová a podkladovo stabilizujúca vrstva,
  - nosná strešná konštrukcia je čiastočne zabudovaná v strešnom plášti a čiastočne prečnievajúca do interiéru.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný strešný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva má stálu alebo nestálu geometriu tvaru.
3. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje z jednej alebo z dvoch vrstiev rohoží z minerálnych vlákien alebo platní.
4. Vzduchová vrstva medzi dolným a stredným, ako aj medzi horným a stredným plášťom musí byť napojená na vonkajšie prostredie a musí byť dostatočne prevetrávaná.
5. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba obsahovať na povrchu dolného pláštá zo strany interiéru nad podhľadovou vrstvou parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkostný režim.

6. Vrstvy v skladbe strešného plášťa s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
7. Stredný plášť tvorí pomocná a poistná hydroizolačná vrstva, ktorá nemusí byť účinne priepustná pre vodnú paru, t. j. môže mať vysoký difúzny odpor.
8. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného plášťa nepripúšťa.
9. V mieste nosnej strešnej konštrukcie (krokvy) je súčiniteľ prechodu tepla  $k$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ) takmer 2,5-násobne vyšší ako v charakteristickom reze strešného plášťa. Vplyv nosnej strešnej konštrukcie znižuje tepelnoizolačné vlastnosti celého strešného plášťa.
10. Pri konštrukcii strešného plášťa bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného plášťa ku kondenzácii vodnej pary v mieste tepelnej izolácie alebo v nosnej strešnej konštrukcii. Skondenzovaná vodná para má nepriaznivý vplyv na tepelnú izoláciu i nosnú strešnú konštrukciu a spôsobuje ich degradáciu a časom stratu funkčnosti.
11. Vplyv paropriepustnej vrstvy na tepelný odpor alebo súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
12. Použitím parotesnej zábrany s odrazovým povrchom (hliníková fólia) sa znížia tepelné straty, čím sa zníži aj energetická náročnosť podkrovia alebo nadstavby.



**Obr. 28** Skladba trojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ C s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### *Trojplášťová strecha typ D*

Trojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou pod krokva-  
mi v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou v dolnom plášti, s poistnou hydro-  
izolačnou vrstvou v strednom plášti a s vlnitou skladanou krytinou v hornom  
plášti. Medzi dolným a stredným plášťom a medzi stredným a horným  
plášťom je vetraná vzduchová vrstva.

Skladba trojplášťovej strechy:

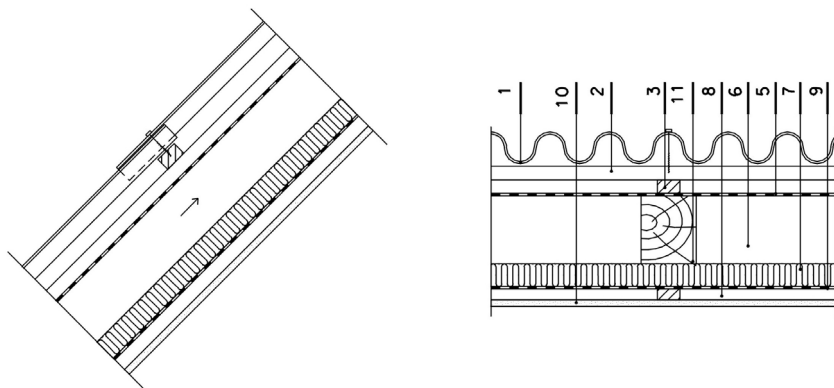
- a) horný plášť
  - vlnitá skladaná krytina,
  - nosná vrstva horného plášťa;
- b) vetraná vzduchová vrstva
- c) stredný plášť
  - poistná hydroizolačná vrstva;
- d) vetraná vzduchová vrstva

e) dolný plášť

- tepelnoizolačná vrstva,
- parotesná vrstva (parotesná zábrana),
- podhľadová vrstva,
- nosná strešná konštrukcia je zabudovaná v strešnom plášti.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný strešný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva má stálu geometriu tvaru.
3. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje z jednej strany.
4. Vzduchová vrstva medzi dolným a stredným, ako aj medzi horným a stredným plášťom musí byť napojená na vonkajšie prostredie a musí byť dostatočne prevetrávaná.
5. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba obsahovať na povrchu dolného plášťa zo strany interiéru nad podhľadovou vrstvou parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkostný režim.
6. Vrstvy v skladbe strešného plášťa s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
7. Stredný plášť tvorí pomocná a poistná hydroizolačná vrstva, ktorá nemusí byť účinne priepustná pre vodnú paru, t. j. môže mať vysoký difúzny odpor.
8. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného plášťa nepripúšťa.
9. Pri konštrukcii strešného plášťa bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného plášťa ku kondenzácii vodnej pary v mieste tepelnej izolácie alebo v nosnej strešnej konštrukcii. Skondenzovaná vodná para má nepriaznivý vplyv na tepelnú izoláciu i nosnú strešnú konštrukciu a spôsobuje ich degradáciu a časom stratu funkčnosti.
10. Vplyv paropriepustnej vrstvy na tepelný odpor alebo súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
11. Použitím parotesnej zábrany s odrazovým povrchom (hliníková fólia) sa znížia tepelné straty, čím sa zníži aj energetická náročnosť podkrovia alebo nadstavby.



**Obr. 29** Skladba trojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ D s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### *Trojplášťová strecha typ E*

Trojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou medzi a pod krokvami v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou v dolnom plášti, s poistnou hydroizolačnou vrstvou v strednom plášti a so skladanou krytinou z plechu na lišty v hornom plášti. Medzi dolným a stredným plášťom je uzavretá vzduchová vrstva – nevetraná a medzi stredným a horným plášťom je vetraná vzduchová vrstva.

Skladba trojplášťovej strechy:

- a) horný plášť
  - súvrstvie skladanej krytiny z plechu na lišty,
  - nosná vrstva horného plášťa;
- b) vetraná vzduchová vrstva
- c) stredný plášť
  - poistná hydroizolačná vrstva;

- d) nevetraná – uzavretá vzduchová vrstva
- e) dolný plášť
  - tepelnoizolačná vrstva,
  - parotesná vrstva (parotesná zábrana),
  - podhľadová vrstva,
  - nosná strešná konštrukcia je zabudovaná v strešnom plášti.

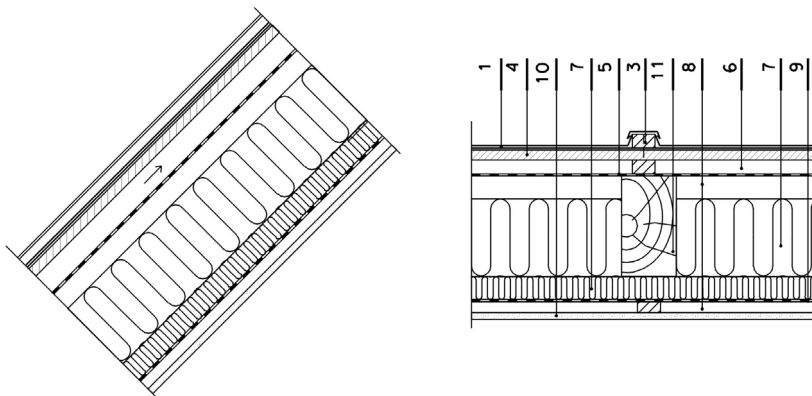
#### Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný strešný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva má stálu alebo nestálu geometriu tvaru, ale minimálne v dvoch vrstvách.
3. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje v jednej vrstve stálej geometrie tvaru a druhá vrstva môže byť aj z materiálu nestálej geometrie tvaru, t. j. rohoží z minerálnych vlákien.
4. Vzduchová vrstva medzi horným a stredným plášťom musí byť napojená na vonkajšie prostredie a musí byť dostatočne prevetrávaná.
5. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba obsahovať na povrchu dolného plášťa zo strany interiéru nad podhľadovou vrstvou parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkosťný režim.
6. Vrstvy v skladbe strešného plášťa s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
7. Stredný plášť tvorí pomocná a poistná hydroizolačná vrstva, ktorá musí byť účinne priepustná pre vodnú paru, t. j. môže mať nízky difúzny odpor.
8. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného plášťa nepripúšťa.
9. V mieste nosnej strešnej konštrukcie (krokvy) je súčiniteľ prechodu tepla  $k$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ) takmer 1,5-násobne vyšší ako v charakteristickom reze strešného plášťa. Vplyv nosnej strešnej konštrukcie znižuje tepelnoizolačné vlastnosti celého strešného plášťa.
10. Pri konštrukcii strešného plášťa bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného plášťa ku kondenzácii vodnej pary v mieste tepelnej izolácie alebo v nosnej strešnej konštrukcii. Skondenzovaná vodná para má nepriaznivý vplyv



na tepelnú izoláciu i nosnú strešnú konštrukciu a spôsobuje ich degradáciu a časom i stratu funkčnosti.

11. Vplyv paropriepustnej vrstvy na tepelný odpor alebo súčiniteľ prechodu tepla je nulový.
12. Použitím parotesnej zábrany s odrazovým povrchom (hliníková fólia) sa znížia tepelné straty, čím sa zníži aj energetická náročnosť podkrovia alebo nadstavby.



**Obr. 30** Skladba trojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ E s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

### *Trojplášťová strecha typ F*

Trojplášťová šikmá a strmá strecha je s tepelnoizolačnou vrstvou nachádzajúcou sa nad nosnou konštrukciou strechy, ktorá je zo železobetónu alebo ľahčeného betónu medzi dištančnými krokvami v dolnom plášti, s parotesnou vrstvou v dolnom plášti, s poistnou hydroizolačnou vrstvou v strednom plášti a so skladanou škridlovou krytinou v hornom plášti. Medzi dolným

a stredným plášťom je uzavretá vzduchová vrstva – nevetraná a medzi stredným a horným plášťom je vetraná vzduchová vrstva.

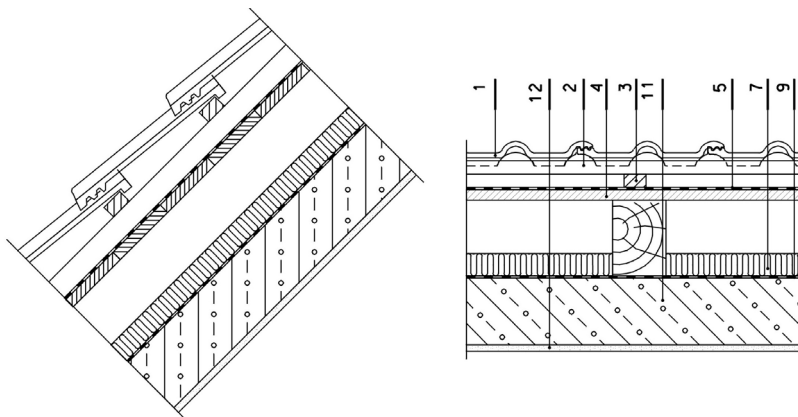
Skladba trojplášťovej strechy:

- a) horný plášť
  - skladaná krytina (škridla),
  - nosná vrstva horného plášťa;
- b) vetraná vzduchová vrstva
- c) stredný plášť
  - poistná hydroizolačná vrstva,
  - nosná vrstva stredného plášťa;
- d) nevetraná – uzavretá vzduchová vrstva
- e) dolný plášť
  - tepelnoizolačná vrstva,
  - parotesná vrstva (parotesná zábrana),
  - nosná strešná konštrukcia zo železobetónu alebo ľahčeného betónu,
  - dištančné krokvy zabudované v strešnom plášti.

Konštrukčné zásady:

1. Z hľadiska ustáleného teplotného stavu musí tepelný odpor zabezpečiť dolný strešný plášť.
2. Tepelnoizolačná vrstva má stálu alebo nestálu geometriu tvaru.
3. Tepelnoizolačná vrstva sa navrhuje z jednej alebo dvoch vrstiev rohoží z minerálnych vlákien alebo platní.
4. Vzduchová vrstva medzi horným a stredným plášťom musí byť napojená na vonkajšie prostredie a musí byť dostatočne prevetrávaná.
5. Z hľadiska priepustnosti vodných pár musí skladba obsahovať na povrchu nosnej strešnej konštrukcie strechy parotesnú vrstvu s dostatočným difúznym odporom zabezpečujúcim priaznivý vlhkostný režim.
6. Vrstvy v skladbe strešného plášťa s vyšším difúznym odporom sa ukladajú z interiérovej strany. Difúzny odpor musí klesať smerom do exteriéru, čím sa vytvorí výhodnejší difúzny režim.
7. Zo strany vetranej hornej vzduchovej vrstvy musí skladba strešného plášťa obsahovať na povrchu stredného plášťa vrstvu, ktorá musí byť účinne priepustná pre vodnú paru, t. j. musí mať vysoký difúzny odpor.
8. Kondenzácia vodnej pary sa v konštrukcii strešného plášťa nepripúšťa.

9. Pri konštrukcii strešného plášťa bez parotesnej zábrany alebo s nedostatočnou parotesnou zábranou dochádza v konštrukcii strešného plášťa ku kondenzácii vodnej pary v mieste tepelnej izolácie alebo v nosnej strešnej konštrukcii. Skondenzovaná vodná para má nepriaznivý vplyv na tepelnú izoláciu i nosnú strešnú konštrukciu a spôsobuje ich degradáciu a časom i stratu funkčnosti.
10. Vplyv paropriepustnej vrstvy na tepelný odpor alebo súčiniteľ prechodu tepla je nulový.



**Obr. 31** Skladba trojplášťovej šikmej a strmej strechy, typ F s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

Trojplášťové šikmé a strmé strechy typu E a F z hľadiska stavebnej tepelnej techniky pri správne navrhnutej a zrealizovanej poistnej hydroizolačnej vrstvy účinne prepúšťajúcu vodnú paru v strednom plášti majú režim dvojplášťovej strechy [73].

## 3.6 VEGETAČNÉ ŠIKMÉ STRECHY

Dôvody vedúce ľudí k výsadbe vegetácie na streche majú hlboko racionálne jadro: strecha pokrytá vegetáciou poskytovala účinnú a pritom ľahko vybudovanú ochranu proti nepriaznivým účinkom vonkajšieho prostredia a vďaka príbuznosti s okolím zmenšovala i nebezpečie záujmu zo strany rôznych nepriateľov. V prírodnom prostredí mala takáto strecha nedoceneniteľné vlastnosti neprekonateľného maskovacieho prostriedku. Je len samozrejmé, že skúsenosti postupne nadobudnuté pri vytváraní a najmä pri užívaní zelených striech vykazovali prevahu kladov, ktoré nabádajú k jej opätovnej aplikácii. Veď zdokonaľovaná počiatočná skúsenosť so zastrešením zemľaniek dosiahla jeden zo svojich vrcholov už v starovekej Mezopotámii – Semiramidine visuté záhrady patrili už dávno pred rozhraním letopočtu medzi sedem divov sveta. Výsadba vegetácie na strechách a ďalších vhodných plochách budov, napríklad na terasách, môže v nezanedbateľnej miere zastúpiť úlohu pôvodnej vegetácie, ktorá musela uvoľniť miesto výstavbe. V odbornej literatúre sa zvykne uvádzať, že 1,4 m<sup>2</sup> plochy pokrytej rastlinstvom vyprodukuje také množstvo kyslíka, aké spotrebuje jeden dospelý človek. Ak je vegetáciou pokrytá šikmá strecha, jej využiteľnosť sa môže rozširovať ponukou rozličných atraktivít. Zo severného Japonska je známy príklad, keď sústava takýchto striech v zime slúži deťom ako vhodný sánkarský terén. Z pohľadu vtáčej perspektívy má strecha s pestovaným, odborne upraveným a ošetrovaným rastlinným pokrytím poslanie hodnotnej piatej fasády. Jej estetické vlastnosti výrazne predstihnú to, čo dokáže ponúknuť lepenková krytina štandardnej strechy alebo obyčajná plechová krytina [71].

### 3.6.1 Funkcie vegetačných šikmých striech

Strešná konštrukcia vybavená vegetačnou vrstvou (vrstvou humusu s rastlinstvom) zvyšuje kvalitatívne parametre umelého životného prostredia budovy vrátane jej vnútorného komfortu. Zároveň zvyšuje i kvalitatívne ukazovatele samotnej strešnej konštrukcie uvedeného typu strechy v porovnaní so strešnou konštrukciou bez vegetačnej úpravy. Vrstva vegetácie na streche má nezanedbateľný ekologický prínos pre celú budovu. Ekologická nezávadnosť použitého materiálu pre vegetačné pokrytie šikmej strechy priamo súvisí s kvalitou vnútornej klímy budovy, tepelnotechnickými parametrami konštrukcie, ako aj s celkovým tepelným odporom konštrukcie, teplotným útlmom a celým radom ovplyvnených parametrov, ako energetická nároč-

nosť budovy, úroveň teplotného komfortu, kvalita a životnosť vlastnej strešnej konštrukcie.

Nezanedbateľný je aj architektonický výraz strešnej konštrukcie umožňujúci nové priestorové a hmotné stvárnenie objektu, ktorý priamo závisí od konštrukčno-tvarových a estetických možností riešenia vegetačnej šikmej strechy.

**Stavebno-fyzikálna funkcia** vegetačného súvrstvia sa prejaví zmenou samotného teplotného režimu šikmej strešnej konštrukcie. Aplikáciou vegetačného súvrstvia na šikmú strechu začínajú v závislosti od hrúbky vrstvy zeminu prebiehať dynamické zmeny v celkovom správaní šikmej strechy, ktorá bez uvedenej vrstvy bola priamo vystavená účinkom slnečného žiarenia a pôsobenia zmien vonkajších klimatických pomerov. Najmä hydroizolačná vrstva vplyvom vonkajších klimatických zmien s degradačným pôsobením slnečného žiarenia stráca svoju hydroizolačnú schopnosť. Tento problém sa zníži najmä v letnom období aplikáciou vegetačného súvrstvia. Vegetačné súvrstvie zvyšuje i tepelný odpor šikmej strešnej konštrukcie, a tak priaznivo ovplyvňuje energetickú bilanciu podkrovia a zároveň i budovy.

**Architektonická funkcia** sa prejaví najmä dominantnými prvkami stvárnenia vegetačnej strechy, ktorými je vhodný výber rastlín, a to od trvaliek, kríkov a drevín až po stromy, ktoré je možné na dané účely použiť. Zásady priestorového usporiadania vyplývajú z celkového riešenia budovy pri rešpektovaní životných podmienok danej výsadby. Výber rastlinného materiálu je tiež záležitosťou architekta – autora projektu, ktorý musí rešpektovať nielen špecifiká miestnej zástavby, ale i špecifiká rastu navrhovaných rastlín na danom povrchu strechy.

**Ekonomická funkcia** sa prejaví zvýšenou úsporou nákladov potrebných na údržbu strechy vrátane úspory materiálov a práce. Údržba strechy vplyvom vegetačného súvrstvia je minimálna, určité náklady si vyžiada len údržba vegetácie. Značné náklady ušetríme i prevádzkou podstrešných priestorov, keď strešný plášť s vegetačným súvrstvom v letnom období chráni tieto priestory pred nadmerným prehrievaním a v zimnom období pred ochladzovaním. V zimnom období sa uplatňuje najmä tepelnoizolačná a akumulčná schopnosť vegetačných striech, pretože veľké teplotné výkyvy vyskytujúce sa na povrchu striech sa podstatne znížia. V letnom období najmä v suchých horúcich dňoch v podkroví cítime ochladzovací účinok vegetácie, ktorá svojmu okoliu odoberá teplo vyparovaním vlhkosti, syntézou a akumuláciou vody nachádzajúcou sa v tejto vegetácii. Tento ochladzovací účinok môže spotrebovať až 90 % dopadajúceho slnečného žiarenia [71].

**Ekologická funkcia** sa prejaví zlepšením životného prostredia na sídliskách, ale i vo voľnej krajine, ktoré je poznačené úbytkom zelene, poľnohospodárskej pôdy a čistých vôd. Vegetácia vo vzduchu filtruje a zachytáva na svojom povrchu čiastočky prachu a nečistôt, ktoré sa dažďom zmyjú alebo pri opadaní dostanú do zeme. Môžeme konštatovať, že vegetácia na strechách sa podieľa i na zlepšení životného prostredia v mestách najmä obohatením vzduchu o kyslík a viazaním oxidu uhličitého. Vegetačné strechy sa stávajú žiaducim prvkom ekologizácie obytného prostredia na našich sídliskách.

**Energetická funkcia** sa prejaví úsporou energie, a tým i znížením nákladov potrebných na vykurovanie podkrovia v zimnom období a chladenie v letnom období. Vrstva zeminy pôsobí ako akumulátor vody, čím dochádza k menšej akumulácii tepla a strecha sa menej prehrieva. Teplota okolia sa znižuje o niekoľko stupňov, nočné ochladzovanie je podstatne nižšie, pretože pokrytie rastlinami spomaľuje vyžarovanie naakumulovaného tepla. Vegetačná strecha je lepšie izolovaná ako strecha bez vegetačnej úpravy, a preto nie je vystavená veľkým teplotným výkyvom.

### **3.6.2 Rozdelenie vegetačných šikmých striech**

Vegetačné šikmé strechy sa delia podľa rôznych kritérií:

Podľa **druhu rastlín** sa rozdeľujú na:

- extenzívne,
- intenzívne.

Podľa **zostavy strešného pláštá** sa rozoznávajú:

- jednoplášťové strechy,
- dvojplášťové strechy,
- viacplášťové strechy.

Podľa **priestoru umiestneného pod strechou** sa rozlišujú:

- strechy nad vykurovaným priestorom,
- strechy nad nevykurovaným priestorom.

**Extenzívna úprava** – tento typ je charakteristický malou hrúbkou zemného substrátu približne 20 až 200 mm a relatívne nízkymi nárokmi na údržbu a prevádzku takéhoto typu strechy. V súvislosti s malou možnosťou akumulácie vody zemným substrátom sa na výsadbu používajú nenáročné, odolné rastliny, ktoré znášajú extrémne podmienky a majú schopnosť rozrastať sa do plochy. Ak sa použijú iné rastliny, je potrebné vytvoriť prostriedky pre rast týchto rastlín.

Podľa hrúbky zemného substrátu sa rozlišujú tri varianty extenzívnej strešnej vegetácie:

- extenzívna strešná vegetácia na slabej vrstve zemného substrátu (20 – 60 mm),
- extenzívna strešná vegetácia na stredne hrubej vrstve zemného substrátu (60 – 150 mm),
- extenzívna strešná vegetácia na hrubej vrstve zemného substrátu (150 – 200 mm).

Pre každý variant možno stanoviť rôzne kombinácie vhodných druhov rastlín.

**Intenzívna úprava** – tento typ je charakteristický hrúbkou zemného substrátu približne 200 až 1000 mm, so značnými nárokmi na údržbu a prevádzku takéhoto typu strechy. Kompozičné zásady úpravy sa nelíšia od zásad uplatňovaných pri riešení záhrad alebo iných menších útvarov vegetácie na prirodzenom pôdnom profile.

Podľa údržby zemného substrátu sa rozlišujú dva varianty intenzívnej strešnej vegetácie:

- jednoduchá, zakladá sa tak, aby nebola náročná na údržbu. Z rastlín sa používajú druhy odolné s možnosťou rozrastania a viac sa zakladajú extenzívne typy trávnikov,
- náročná, využíva široký sortiment rastlín potrebných na udržiavanie trávnikov s vybudovaným automatickým alebo poloautomatickým zavlažovaním.

### 3.6.3 Zloženie vrstiev vegetačných šikmých striech

Základným predpokladom rozvoja vegetácie je vytvorenie vhodných podmienok pre spoľahlivú a trvácnu prevádzku vegetačnej strechy. Pre splnenie týchto predpokladov je potrebný správny návrh zloženia vegetačnej strechy. Jednotlivé vrstvy, ktoré sa podieľajú na vytvorení umelého pôdneho profilu, sú aplikované vzhľadom na komplexné riešenie spoľahlivosti tohto typu strešnej konštrukcie.

Skladba extenzívnej vegetačnej šikmej strechy má toto poradie vrstiev zhora nadol:

- rastliny (suchomilné),
- extenzívny zemný substrát,
- armovacia podložka s hydroakumulačnou textíliou,

- príložný prach,
- ochrana proti prerastaniu koreňov,
- povlaková krytina (hlavný hydroizolačný systém),
- ďalšie vrstvy strešného pláštá,
- nosná strešná konštrukcia.

Skladba intenzívnej vegetačnej šikmej strechy má toto poradie vrstiev zhora nadol:

- rastliny (trávnik, kríky, menšie stromy),
- krycia vrstva (kôra ihličnatých stromov),
- intenzívny zemný substrát (hrúbka podľa rastlín),
- filtračná vrstva,
- hydroakumulačná vrstva,
- drenážna vrstva,
- príložný prah,
- ochrana proti prerastaniu koreňov,
- povlaková krytina (hlavný hydroizolačný systém),
- ďalšie vrstvy strešného pláštá,
- nosná strešná konštrukcia.

Neoddeliteľnou súčasťou skladby vegetačnej šikmej strechy je príložný prah. Funkciou príložného prahu je zaistiť stabilitu zemného substrátu s vegetáciou proti zosunutiu. Musí byť kotvený do nosnej strešnej konštrukcie a ukladany rovnobežne s odkvapom (kolmo na sklon strechy).

Osová vzdialenosť jednotlivých príložných prahov strechy je závislá od sklonu strechy:

- pri sklone strechy menšom ako  $20^\circ$  je osová vzdialenosť príložných prahov približne 12 m,
- pri sklone strechy od  $20^\circ$ , ale menšom ako  $25^\circ$  je osová vzdialenosť príložných prahov 10 m,
- pri sklone strechy od  $25^\circ$ , ale menšom ako  $30^\circ$  je osová vzdialenosť príložných prahov cca 8 m,
- pri sklone strechy nad  $30^\circ$  je osová vzdialenosť príložných prahov približne 5 m.

Nosnú strešnú konštrukciu, resp. nosnú vrstvu šikmej vegetačnej strechy je nutné staticky nadimenzovať na zvýšené zaťaženie vegetačnou úpravou. Zaťaženie vegetačnou úpravou uvažujeme pri plnom nasýtení vodou.

Tiaž vegetačného súvrstvia pri extenzívnej vegetácii v suchom stave sa pohybuje od 60 do 150 kg.m<sup>-2</sup>, kým v mokrom stave sa táto tiaž približne pohybuje od 150 do 200 kg.m<sup>-2</sup>. Tiaž vegetačného súvrstvia pri intenzívnej

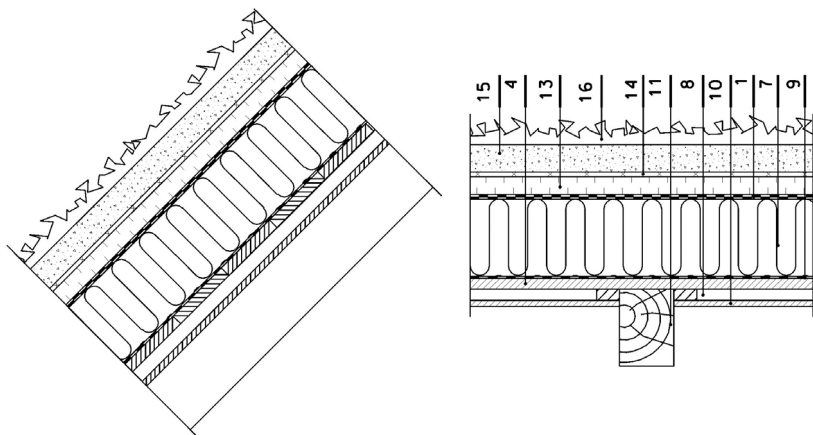


vegetácii v suchom stave sa pohybuje od 150 do 1400 kg.m<sup>-2</sup>, kým v mokrom stave sa táto tiaž približne pohybuje od 200 do 1500 kg.m<sup>-2</sup>. Predmetná tiaž vegetačného súvrstvia zvyšuje nároky na únosnosť nosnej strešnej konštrukcie [71].

Požiarne bezpečnosť i pri vegetačných šikmých strechách je jednou zo základných dominantných požiadaviek, ktoré musíme bezpodmienečne zabezpečiť pre bezpečné, ekonomicky hospodárne užívanie stavby ako celku. V letnom období počas horúcich dní môže humusoidná vrstva úplne vyschnúť a v prípade, že suché časti rastlín sa neodstránia, vytvára sa tým potenciálny zdroj požiaru. Z tohto dôvodu uvedenému nebezpečenstvu predchádzame pravidelným odstraňovaním zložiek predstavujúcich potenciálne nebezpečie požiaru. Z hľadiska požiarnej bezpečnosti predmetná konštrukcia strechy musí vyhovovať STN [118] a súvisiacej norme pre budovy na bývanie STN [120].

### 3.6.4 Skladby vegetačných šikmých striech

Riešenie detailov vegetačnej šikmej strechy priamo ovplyvňuje spoľahlivosť strechy z hľadiska hydroizolačného i z hľadiska stavebnej tepelnej techniky. Konštrukčná tvorba detailov zasahuje do všetkých vedných disciplín aplikovanej stavebnej fyziky a svojimi teoretickými a experimentálne zdôvodnenými zásadami musí eliminovať nežiaducu penetráciu vody a pritom rešpektovať požiadavky navrhovanej vegetácie. Skladba jednoplášťovej vegetačnej šikmej strechy s nosnou konštrukciou, ktorú tvoria drevené krokvy s debnami, s tepelnou izoláciou a vegetačným súvrstvom nad krokvmi je znázornená na obr. 32.

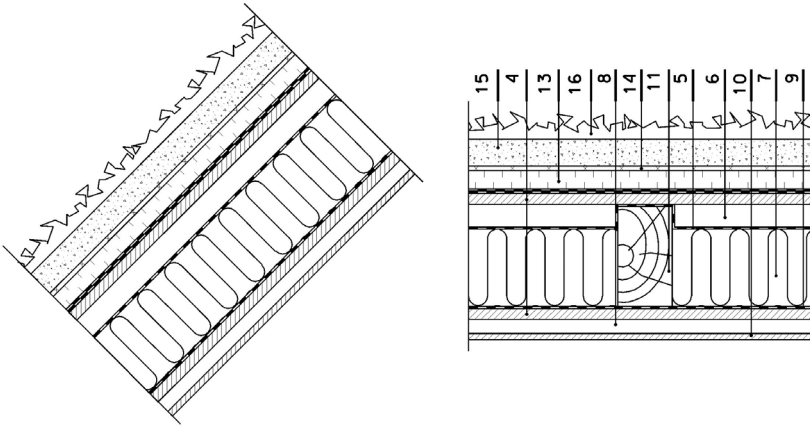


**Obr. 32 Skladba jednoplášťovej vegetačnej šikmej a strmej strechy s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy**

1 – krytina s ochranou proti prerastaniu koreňov (hlavná hydroizolačná vrstva), 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia, 13 – drenážna vrstva, 14 – filtračná vrstva, 15 – vrstva zeminy spevnená príložným prahom alebo sieťovinou, 16 – vegetačná vrstva

Skladba jednoplášťovej vegetačnej šikmej strechy je obdobná i v prípade, ak nosná strešná konštrukcia je vyhotovená z monolitického alebo prefabrikovaného železobetónu, z pórobetónu alebo z keramických vložiek a pod.

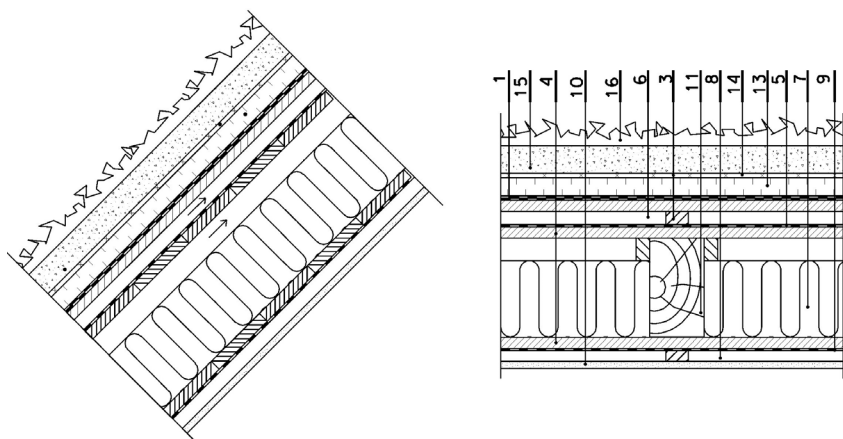
Skladba dvojnoplášťovej vegetačnej šikmej strechy s vetranou vzduchovou vrstvou, ak nosnú konštrukciu strechy tvoria drevené krokvy s debnením, tepelná izolácia je medzi krokvami, vegetačné súvrstvie sa nachádza nad krokvami, je znázornená na obr. 33.



**Obr. 33** Skladba dvojplášťovej vegetačnej šikmej a strmej strechy s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina s ochranou proti prerastaniu koreňov (hlavná hydroizolačná vrstva), 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia, 13 – drenážna vrstva, 14 – filtračná vrstva, 15 – vrstva zeminy spevnená príložitým prahom alebo sieťovinou, 16 – vegetačná vrstva

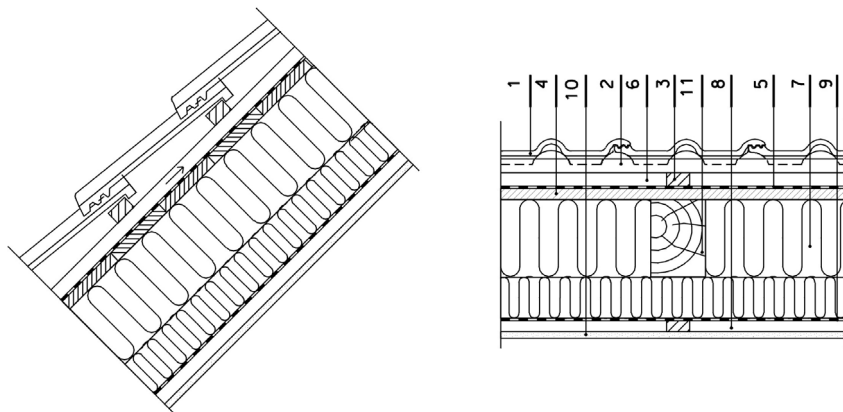
Skladba trojplášťovej vegetačnej šikmej strechy s vetranými vzduchovými vrstvami, ak nosnú konštrukciu strechy tvoria drevené krokvy s debnením, tepelná izolácia je medzi krokvami, vegetačné súvrstvie sa nachádza nad debnením s krytinou a ochranou proti prerastaniu koreňov, je znázornená na obr. 34.



**Obr. 34 Skladba trojplášťovej vegetačnej šikmej a strmej strechy s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy**

1 – krytina s ochranou proti prerastaniu koreňov (hlavná hydroizolačná vrstva), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia, 13 – drenážna vrstva, 14 – filtračná vrstva, 15 – vrstva zeminy spevnená príložitým prahom alebo sieťovinou, 16 – vegetačná vrstva

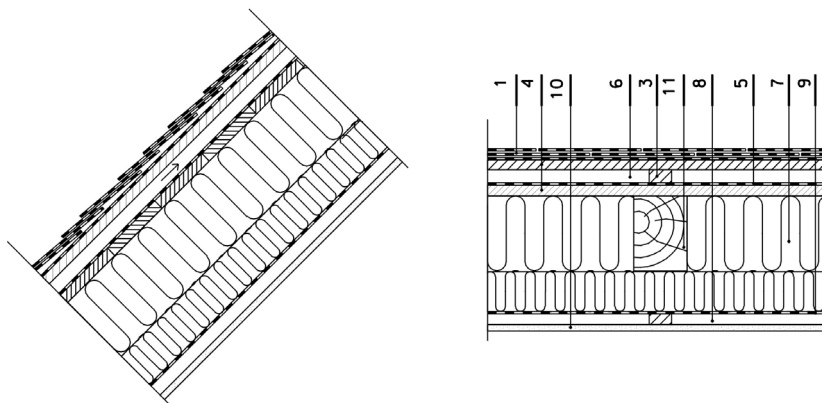
Na obr. 35 je riešenie skladby dvojplášťovej šikmej a strmej strechy s krytinou z betónových škridiel uložených na latovaní rovnobežnom s odkvapk, ktoré je uložené na latovaní kolmom na odkvap zabezpečujúcom prevetrávanie pod krytinou. Poistná hydroizolačná vrstva účinne prepúšťajúca vodnú paru na povrchu dolného plášťa je uložená na drevenom debnení uloženom na nosnej strešnej konštrukcii. Nosnou strešnou konštrukciou sú drevené krokvy, tepelnoizolačná vrstva vyplňuje priestor medzi krokvami a pod nimi v dolnej časti plášťa, parotesná vrstva je pod tepelnoizolačnou vrstvou, pod ktorou je nevetraná vzduchová vrstva a podhľadová vrstva.



**Obr. 35** Skladba dvojpláštovej šikmej a strmej strechy s krytinou z betónových škridiel, s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

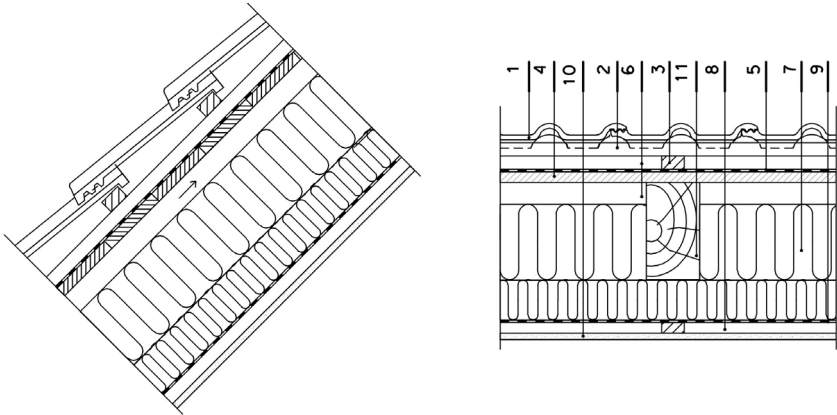
Na obr. 36 je riešenie skladby dvojpláštovej šikmej a strmej strechy so skladanou krytinou zo súvrstvia z asfaltových šindľov uložených na drevenom debnení. Medzi debnením a poistnou hydroizolačnou vrstvou je vetraná vzduchová vrstva. Poistná hydroizolačná vrstva účinne prepúšťajúca vodnú paru na povrchu dolného pláštá je uložená na drevenom debnení uloženom na nosnej strešnej konštrukcii. Nosnou strešnou konštrukciou sú drevené krokvy, tepelnoizolačná vrstva vyplňuje priestor medzi krokvami a pod nimi v dolnej časti pláštá, parotesná vrstva je pod tepelnoizolačnou vrstvou, pod ktorou je nevetraná vzduchová vrstva a podhľadová vrstva.



**Obr. 36 Skladba dvojplášťovej šikmej a strmej strechy s krytinou z asfaltových šindľov, s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy**

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

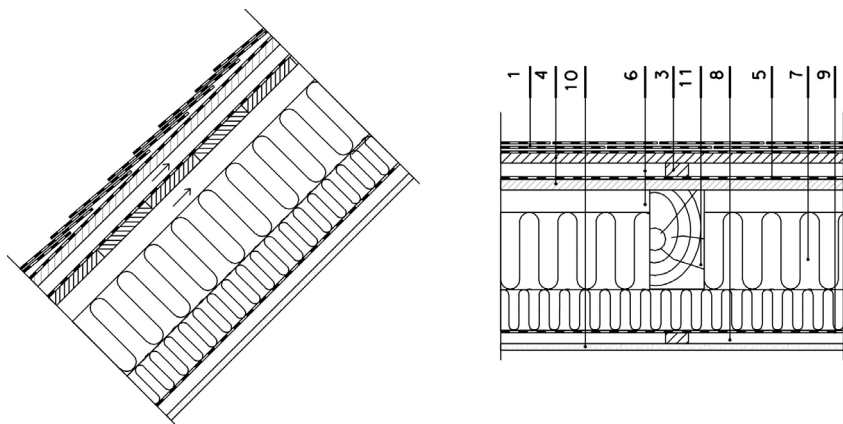
Na obr. 37 je riešenie skladby trojplášťovej šikmej a strmej strechy s krytinou z betónových škridiel uložených na latovaní rovnobežnom s odkvapom, ktoré je uložené na latovaní kolmom na odkvap zabezpečujúcim prevetrávanie pod krytinou. Poistná hydroizolačná vrstva na povrchu stredného plášťa je uložená na drevenom debnení uloženom na nosnej strešnej konštrukcii. Nosnou strešnou konštrukciou sú drevené krokvy, medzi ktorými je vetraná vzduchová vrstva, pod ktorou je tepelnoizolačná vrstva vyplňujúca priestor medzi krokvy a pod nimi v dolnej časti plášťa, parotesná vrstva je pod tepelnoizolačnou vrstvou, pod ktorou je nevetraná vzduchová vrstva a podhľadová vrstva.



**Obr. 37** Skladba trojplášťovej šikmej a strmej strechy s krytinou z betónových škridiel, s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

Na obr. 38 je riešenie skladby trojplášťovej šikmej a strmej strechy so skladanou krytinou zo súvrstvia z asfaltových šindľov uložených na drevenom debnení. Medzi debnením a poistnou hydroizolačnou vrstvou je vetraná vzduchová vrstva. Poistná hydroizolačná vrstva na povrchu stredného plášťa je uložená na drevenom debnení uloženom na nosnej strešnej konštrukcii. Nosnou strešnou konštrukciou sú drevené krokvy, medzi ktorými je vetraná vzduchová vrstva, pod ktorou je tepelnoizolačná vrstva vyplňujúca priestor medzi krokvmi a pod nimi v dolnej časti plášťa, parotesná vrstva je pod tepelnoizolačnou vrstvou, pod ktorou je nevetraná vzduchová vrstva a podhľadová vrstva.



**Obr. 38 Skladba trojplášťovej šikmej a strmej strechy s krytinou z asfaltových šindľov, s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy**

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

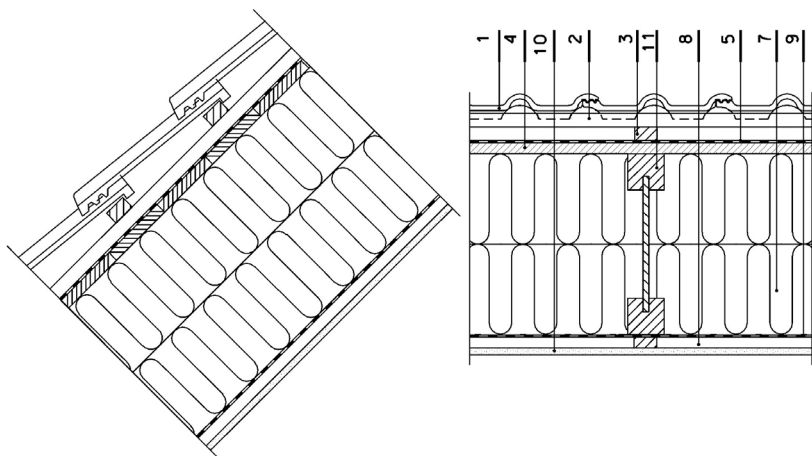
Skladby dvojplášťových striech na obr. 35 a 36 sú vhodné pre konštrukcie nových striech s tepelnou izoláciou uloženou medzi krokvami po celej výške, pod krokvami je doplňujúca časť tepelnej izolácie vložená medzi drevené hranoly prichytené kolmo na krokvy zo spodnej strany. Výhodou tohto riešenia je maximálne využitie zastavaného priestoru s malým obmedzením vnútorného priestoru, bezproblémové uchytenie tepelnej izolácie medzi nosné prvky, eliminácia tepelných mostov v miestach drevenej konštrukcie, ľahká eliminácia polohových nepresností spodnej úrovne nosnej konštrukcie strechy. Toto riešenie je veľmi vhodné i z akustického hľadiska. Nevýhodou tohto riešenia je prakticky nemožná kontrola stavu nosnej konštrukcie strechy. V uvedených prípadoch namiesto v minulosti často používanej asfaltovej lepenky musíme navrhnúť vodoodpudivú, difúznu fóliu. Drevené debnenie uložené na krokvách so strešnou fóliou môžeme nahradiť hydrofóbnymi



drevovláknitými izolačnými doskami, ktoré zlepšia tepelnoizolačné vlastnosti strešného pláštá a zjednodušia pracovný proces.

Skladby trojplášťových striech na obr. 37 a 38 sú vhodné pre konštrukcie nových i adaptácie existujúcich striech s tepelnou izoláciou uloženou medzi krokvami len v časti jej výšky, pod krokvami je doplnujúca časť tepelnej izolácie vložená medzi drevené hranoly prichytené kolmo na krokvy zo spodnej strany. Výhodou tohto riešenia je, že medzi stredným strešným plášťom a tepelnou izoláciou sa vytvorí odvetraná vzduchová vrstva, čím sa zabezpečí bezproblémové odvetranie difundovanej vlhkosti a v letnom období eliminácia prehrievania strešného pláštá. Ďalšími výhodami sú bezproblémové uchytenie tepelnej izolácie medzi nosné prvky, eliminácia tepelných mostov v miestach drevenej konštrukcie, ľahká eliminácia polohových nepresností spodnej úrovne nosnej konštrukcie strechy. Toto riešenie je veľmi vhodné i z akustického hľadiska. Nevýhodou tohto riešenia je prakticky nemožná kontrola stavu nosnej konštrukcie strechy.

Na obr. 39 je riešenie skladby dvojplášťovej šikmej a strmej strechy s krytinou z betónových škridiel uložených na latovaní rovnobežnom s odkvapom, ktoré je uložené na latovaní kolmom na odkvap zabezpečujúcim prevetrávanie pod krytinou. Poistná hydroizolačná vrstva účinne prepúšťajúca vodnú paru na povrchu dolného pláštá je uložená na drevenom debnení uloženom na nosnej strešnej konštrukcii. Nosnou strešnou konštrukciou sú drevené I profily, tepelnoizolačná vrstva vyplňuje priestor medzi týmito profilmi, parotesná vrstva je pod tepelnoizolačnou vrstvou, pod ktorou je nevetraná vzduchová vrstva a podhľadová vrstva.



**Obr. 39 Skladba dvojplášťovej šikmej a strmej strechy s krytinou z betónových škridiel a nosnou strešnou konštrukciou z drevených I profilov, s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy**

1 – krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2 – latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3 – latovanie kolmo na odkvap, 4 – debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5 – poistná hydroizolačná vrstva, 6 – vetraná vzduchová vrstva, 7 – tepelnoizolačná vrstva, 8 – nevetraná vzduchová vrstva, 9 – parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10 – podhľadová vrstva, 11 – nosná strešná konštrukcia

Skladba dvojplášťovej strechy na obr. 39 je vhodná pre konštrukcie nových striech pre solárne a nízkoenergetické domy i nadstavby s tepelnou izoláciou uloženou medzi drevenými I profilmi po celej výške. Výhodou tohto riešenia je, že podiel dreva a zároveň i tepelných mostov v konštrukcii je redukovaný na statické minimum. Riešenie je veľmi vhodné i z akustického hľadiska. Nevýhodou tohto riešenia je prakticky nemožná kontrola stavu nosnej konštrukcie strechy.

### 3.7 ČIASTKOVÝ ZÁVER

Uvedená kapitola sa zaoberá analýzou súčasného stavu poznatkov z oblasti navrhovania a hodnotenia podkrovných priestorov obytných a občianskych budov. Správne riešenie konštrukčnej skladby strešného pláštá vrátane detailov s vhodným výberom materiálov je určujúcou požiadavkou pri navrhovaní šikmých a strmých strešných konštrukcií, ktorých hlavnou úlohou je chrániť objekt pred nepriaznivými vplyvmi vonkajšieho a vnútorného prostredia.

Podkapitola rozoberá štruktúru šikmých a strmých strešných konštrukcií obytných a občianskych budov nielen u nás, ale aj v zahraničí. Zaoberá sa celým súvrstvom od vnútorných povrchových vrstiev až po strešnú krytinu, so zreteľom na dané klimatické podmienky a vnútorné prostredie. Uvádza prehľad riešení a umiestnení vrstiev strešného pláštá predstavujúci súčasný vývojový stupeň poznania danej problematiky.

Podkapitola rozoberá krytiny a doplnkové konštrukcie šikmých striech vrátane zásad, ktoré je potrebné dodržať, aby sme zabezpečili požadovanú hydroizolačnú funkciu šikmej a strmej strechy.

Podkapitola popisuje okno v podkroví a v nadstavbách vrátane jeho primárnych funkcií, ktorými sa odlišuje od fragmentu strešného pláštá, najmä v prirodzenom osvetlení i oslnení a vzhľadom na polohu v šikmej alebo zvislej rovine strechy je i najexponovanejším prvkom strechy. Okno je jedným z určujúcich prvkov pri tvorbe optimálneho umelého životného prostredia.

Podkapitola rozoberá prehľad o súčasnom stave poznatkov navrhovania šikmých a strmých strešných konštrukcií obytných a občianskych budov nielen u nás, ale aj v zahraničí. Uvádza prehľad riešení zostáv a skladieb strešného pláštá predstavujúci súčasný vývojový stupeň poznania danej problematiky.

Podkapitola rozoberá alternatívne riešenia zostáv strešného pláštá obytných podkroví. Strešný plášť pre obytné podkrovia a nadstavby môžeme navrhnuť do všetkých vnútorných i vonkajších teplotných a vlhkostných podmienok, pričom je rozhodujúce, aby sme správne usporiadali vrstvy strešného pláštá a vhodne vybrali zabudovaný materiál.

Podkapitola popisuje šikmé i strmé vegetačné strechy s ich nezanedbateľným ekologickým prínosom, a to nielen pre celú budovu, ale i pre prostredie, v ktorom sa budova nachádza. Svojimi estetickými hodnotami, vhodnou kombináciou, dobrou záhradnou architektúrou blahodarne pôsobi na cítenie obyvateľov žijúcich v prostredí s vegetačnými strechami.

Strešný plášť obytného podkrovia má vo väčšine prípadov malú hmotnosť so všetkými atribútmi ľahkej konštrukcie s malou tepelnou zotrvačnosťou, rýchlo reaguje na teplotné zmeny okolia, ktoré prenáša do vnútorného prostredia. Prehrievanie vnútorného vzduchu v podkroví počas horúcich letných dní môžeme eliminovať zvýšením tepelného odporu obalových konštrukcií, zvýšením hmotnosti obalových konštrukcií, účinne prevetrávanou vzduchovou vrstvou v strešnom plášti a zabezpečením vetracieho systému vnútorného prostredia, ktorý v čase poklesu teploty umožní efektívne prevetranie priestorov, a tým i zníženie vnútorných povrchových teplôt. Vhodný výber použitého materiálu pri konštrukciách šikmých striech i vnútorných obalových konštrukcií priamo súvisí s kvalitou vnútorného prostredia nielen v podkroví, ale i v budove ako celku.

Konkrétne konštrukčné riešenie skladby strešného pláštá šikmej a strmej strechy závisí nielen od výpočtového posúdenia, ale i od experimentálneho overenia. Hlavnú úlohu pri spoľahlivom návrhu skladby strechy majú vlastnosti zabudovaných materiálov a funkčnosť jednotlivých vrstiev pôsobiacich v strešnom plášti ako celku. Existujúce alternatívne riešenia skladieb šikmého strešného pláštá sú uvedené a popísané v kapitole 3.

V tejto podkapitole je uvedených niekoľko návrhov skladieb šikmého strešného pláštá, ktoré po dôkladnom výpočtovom posúdení a vhodnom materiálovom zabezpečení môžeme použiť pri návrhu skladby strešného pláštá. Uvedené návrhy sú riešené z hľadiska výberu materiálov v obecnej rovine bez udania rozmerov a konkrétneho výberu jednotlivých materiálov a firiem.

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] ANTALOVÁ, L. a kol. *Konštrukčné problémy strešnej nadstavby v procese jej projektovania*. VÚ A/I/23/8/91/III-3. Bratislava: SvF STU, 1992.
- [2] ANTALOVÁ, L. *Architektonicko-konštrukčné problémy návrhu a osadenia podkrovnej nadstavby. Obytné podkrovia*. Bratislava, marec 1994.
- [3] ANTALOVÁ, L. *Šikmé strechy, podkrovné priestory a energia, 1. časť Energeticky úsporné budovy a ich ekologické vlastnosti. Zborník prednášok*. Bratislava: STU SvF, 1998.
- [4] ANTAL, J., RYŠKA, J., ZAHÁLKA, J. *Obytné budovy*. Bratislava: Alfa, 1992.
- [5] *Bakstein Mauerwerk*. Herausgeber: Verband der schweizerischen Ziegelindustrie. Ausgabe, 1997.
- [6] *Baukonstruktionen. Ökologische Baukonstruktionen für energiesparendes Bauen*. Wien: Die Umweltberatung. Verband Österreichischen Umweltberatungsstellen, 1999.
- [7] BEŤKO, B., TOMAŠOVIČ, P. *Fyzika stavebných látok*. Bratislava: ES SVŠT, 1989.
- [8] BEŤKO, B. *Vlhkostný režim strešných plášťov z hľadiska revidovaných tepelno-technických noriem*. Zborník *Hydro – stavba*. Košice: 1998, s. 66 – 70.
- [9] BEŤKO, B. *Šikmé strechy rodinných domov – stavebno fyzikálne problémy. Zborník zo sympózia. Strechy 2001*, s. 11 – 15.
- [10] BIELEK, M. *Okno, energia a životné prostredie*. Bratislava: Alfa, 1987.
- [11] BIELEK, M., ROJÍK V. *Konštrukcie pozemných stavieb IV. teória konštrukčnej tvorby budov*. Bratislava: Alfa, 1987.
- [12] BIELEK, M., ČERNÍK, P., TAJMÍR, M. *Aerodynamika budov*. Bratislava: Alfa, 1990.
- [13] BIELEK, M., BIELEK, B. *Nový prístup teplotenckej kvantifikácii transparentných systémov nízkoenergetických budov. Inžinierske stavby*. Roč. 43, 6 – 7/1995, s. 196 – 203.
- [14] BIELEK, M., BIELEK, B. *Budova – okno – človek*. Bratislava: Stavebná fakulta STU, Eurostav jún 1999, roč. 5.
- [15] BLAICH J. *Poruchy stavieb*. Bratislava: Jaga group, 2001.
- [16] CARLSSON, B., ELMROTH, A., ENGVALL, P-A. *Airtightness and thermal insulation, Bericht D37*. Stockholm: Schwedischen Bauforschungsrates, 1980.

- [17] CZIESIELSKI, E. *Deutsche Bauzeitung* 5/1996.
- [18] ČUPROVÁ, D., DONAŤÁKOVÁ, D., KALOUSEK, M. *Ověřování funkčnosti tepelne izolačního materiálu v plášti střešní nadstavby. Sborník/Proceedings – 4. mezinárodní konference, Tepelná ochrana budov*. Praha, 2002.
- [19] Dächer ohne chemischen Holzschutz. *Bauen mit Holz* 3/95, s. 184 – 185.
- [20] DAHLSVEEN, T., PETRÁŠ, D. *Energetický audit budov*. Bratislava: Jaga, 1996.
- [21] *Dom a byt – špeciálne vydanie. Podkrovia, nadstavby*. Bratislava: Antar, 1997.
- [22] ĎURICA, P. *Analýza teplotných parametrov tepelnovlhkostnej mikroklimy obytných podkrovií v zimnom období*. Košice: KDP, TU, SvF, KKPS, 1992.
- [23] FAJKOŠ, A. a kol. *Střechy I. Opravy a rekonstrukce*. Praha: Grada Publishing, 2000.
- [24] FANGER, P. O. The philosophy behind a comfort standard, In: *Indoor air 84*. Stockholm, 1984, s. 8.
- [25] FEIST, W., KLEIN, J. *Nízkoenergetický dům*. Ostrava: Nakladatelství HEL, 1994.
- [26] FEIST, W. *Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt: Primärenergie und Emissionsbilanzen von Dämmstoffen*. Darmstadt: IWU, 1986.
- [27] FEUSTEL, H. E., STETTU, C. *Thermal Performance of Phase Change Wallboard for Residential Cooling Application, Energy and Environment Division*. California: Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, USA.
- [28] GAŽÍK, M., LUKÁČIK, E. *Úprava podkrovia na bývanie*. Bratislava: Alfa, 1993.
- [29] HÁJEK, V. *Vestavba podkrovií*. Praha: Grada Publishing, 1996.
- [30] HÁJEK, V., NOVOTNÝ, M., PAVLÍKOVÁ, M., STIBŮRKOVÁ, B., TYWONIAK, J. *Pracujeme na střeše*. Praha: Sobotáles, 2000.
- [31] HALAHYJA, M. a kol. *Stavebná tepelná technika, akustika a osvetlenie*. Bratislava: Alfa, SNTL, 1985.
- [32] HALAHYJA, M., CHMŮRNÝ, I., STERNOVÁ, Z. *Stavebná tepelná technika, tepelná ochrana budov*. Bratislava: Jaga, 1998.
- [33] HIRČKO, J. a kol. *Regenerácia, rekonštrukcia, modernizácia a sanácia bytových a občianskych stavieb. Výskumná úloha A-4/1-1*. Košice, 1993.
- [34] Hirčko, J. a kol. *Teoretické a praktické problémy sanácie plochých striech*. FVÚ č. 94-A- 4/1-5, Košice 1996.
- [35] HIRČKO, J. *Navrhovanie spoľahlivejších a sanácia nevyhovujúcich striech obytných a občianskych stavieb*. Košice: HP, 1998.

- [36] HIRČKO, J., BULLOVÁ, I., SEDLÁKOVÁ, A. *Účelové šikmé a strmé strechy a strešné nadstavby. Zborník z odborného seminára.* Košice, 1996, s. 125 – 140.
- [37] HYKŠ, P., HRAŠKA, J. *Slnéčné žiarenie a budovy.* Bratislava: Alfa, 1990.
- [38] HOLEC, M. Větrání šikmých střech. *Střechy.* 2000, roč. 7, č. 12, s. 34.
- [39] HORNIAKOVÁ, L. *Energetická náročnosť budov.* Bratislava: SvF SVŠT, 1986.
- [40] HORNIAKOVÁ, L. a kol. *Konštrukcie pozemných stavieb 1.* Bratislava: Jaga, 1997.
- [41] HORST FISCHER-UHLIG. *Výstavba podkrovia.* Bratislava: Ikar, 1995.
- [42] HORST FISCHER-UHLIG. *Výstavba podkrovia 2.* Bratislava: Ikar, 1998.
- [43] HUMM, O. *Nízkoenergetické domy.* Praha: Granada Publishing, 1999.
- [44] International Energy Agency: Review of Low Energy Cooling Technologies. Annex 28 - Low Energy Cooling Subtask 1 Report. December 1995, s. 63 – 64.
- [45] JANŮ, K. *Průmyslová výroba staveb – budoucnost stavebnictví a architektury.* Praha: SNTL, 1985.
- [46] KALOUSEK, M. *Snižování energetické náročnosti při chlazení a vytápění podkrovných místnostech. Sborník/Proceedings – 4. mezinárodní konference, Tepelná ochrana budov.* Praha, 2002.
- [47] KATUNSKÝ, D., ĎURICA, P. *Stavebnotechnický prieskum podkrovných priestorov a diagnostika vnútornej mikroklímy. Zborník. Nadstavby obytných budov.* Košice, 1998.
- [48] KATUNSKÝ, D., ĎURICA, P., VAŠKOVIČOVÁ, A. *Hodnotenie tepelnopohodových parametrov interiérov obytných podkrovi v letnom období. Zborník. Problemy budovnictwa i inżynierii srodowiska.* Rzeszow-Lwow, 1995, s. 139 – 143.
- [49] KITTLER, R., MIKLER, J. *Základy využívania slnečného žiarenia.* Bratislav: VEDA, 1986.
- [50] KOHOUT, J., TOBEK, A., MÜLLER, P. *Tesařství.* Praha: Grada Publishing, 1996.
- [51] KOLESÁR, R. *Vplyv nestacionárnych okrajových podmienok a stavebných úprav na energetickú bilanciu občianskych budov. Dizertačná práca.* Košice, 2001.
- [52] KOLLMORGEN, U. *Tepelná izolácia – nová úspora energie.* Bratislava: Ikar, 1998.
- [53] KÓSZÓ, J. *Családi ház 4.* Zrínyi Kiadó. Budapest, 1995.
- [54] KÓSZÓ, J. *Családi ház 5.* Zrínyi Kiadó. Budapest, 1995.
- [55] KÓSZÓ, J. *Családi ház 6.* Zrínyi Kiadó. Budapest, 1997.

- [56] KÖNIG, H. *Wege zum gesunden Bauen*. Staufen bei Freiburg: Ökobuch Verlag, 1997.
- [57] KRONVALL, J. *Air flows in Building Components, Report TVBH-1001*. Lund: Lund institute of Technology, 1980.
- [58] MEYER, R. *Das selbst gebaute Haus: Rohbau, Eigenleistung beim Hausbau vom Erdausschub bis zum Dach*. Copyright Blottner Fachverlag GmbH & CO. KG Taunusstein, 1999.
- [59] METZEMACHER, H., PETERS, H. *Baulicher Wärmeschutz*. ZIEGEL Information GmbH Bonn, 1994.
- [60] MĚŠŤAN, R. *Obytná podkroví a půdní vestavby*. Praha: Littera Sobotáles, 1995.
- [61] MIKULÁŠ, M., HIRČKO, J. *Konštrukcie pozemných stavieb – strechy*. Bratislava: Alfa, 1985.
- [62] NAGY, E. *Nízkoenergetický ekologický dom*. Bratislava: Jaga group, 2002.
- [63] NEUFERT, E. *Navrhování staveb*. Praha: Consulinvest, 1995.
- [64] NEUFERT, E., NEFFA, L. *Dobrý projekt – správná stavba*. Bratislava: Jaga group, 2000.
- [65] NOVOTNÝ, M., KEIM, L., ŠÁLA, J., SVOBODA, Z. *Tepelné izolace a stavební tepelná technika*. Praha: ABF, 1994.
- [66] OLÁH, J. a kol. *Konštrukcie a opravy striech rodinných domov*. Bratislava: Alfa, 1992.
- [67] OLÁH, J. *Šikmé a strmé strechy pre obytné podkrovia*. Zborník. *Navrhovanie spoľahlivých a sanácia nevyhovujúcich striech obytných a občianskych stavieb*. Košice, 1993, s. 60 – 65.
- [68] OLÁH, J. a kol. *Konštrukcie pozemných stavieb IV. Zastrešenie*. Bratislava: ES STU, 1993.
- [69] OLÁH, J. *Šikmé a strmé strechy pre obytné podkrovia*. Bratislava: Obytné podkrovia STREM, 1994, s. 14 – 23.
- [70] OLÁH, J., MIKULÁŠ, M. *Krytiny a doplnkové konštrukcie striech*. Bratislava: Jaga group, 1997.
- [71] OLÁH, J., MIKULÁŠ, M. *Krytiny a doplnkové konštrukcie striech*. Bratislava: Jaga group, 2001.
- [72] OLÁH, J. *Konštrukčné a materiálové riešenia striech a kvalita stavebného diela*. Zborník. *Výskumné projekty z oblasti teórie a konštrukcií pozemných stavieb*. Herľany, 1998, s. 77 – 83.
- [73] OLÁH, J. *Strešné plášte podkroví a nadstavieb*. Bratislava: Jaga group, 2000.



- [74] OLÁH, J. *História a súčasnosť plochých a šikmých striech*. Bratislava: CSS, 2001.
- [75] ONDÁŠ, Š. *Teplototechnické vlastnosti konštrukcií a budov vzhľadom na prechodné klimatické obdobie*. Bratislava: KDP, SVŠT, 1986.
- [76] ONDÁŠ, Š. *Najnovšie zmeny v teplototechnických normách a ich aplikácia*. Zborník. *Budova a rekonštrukcia PRO DOMO*. Košice, 1996, s. 7 – 12.
- [77] PETRÁŠ, D., PIRŠEL, L. Metodika hodnotenia tepelného stavu obytných a občianskych budov. *Stavebnícka ročenka*. Bratislava, 1988, s. 162 – 193.
- [78] PETRÁŠ, D., HRAŠKA, J. *Komfort obytného prostredia, časť A13 učebnica dištančného vzdelávania. Energeticky úsporné budovy a ich ekologické vlastnosti*. Bratislava: STU, 1997.
- [79] PUŠKÁR, A., SZOMOLÁNYIOVÁ, K., FUČILA, J. *Okná, dvere, zasklené steny*. Bratislava: Jaga group, 2000.
- [80] PUŠKÁŠ, J. *Matematický model tepelnej záťaže budov od slnečného žiarenia. Záverečná správa úlohy P-04-521-293-09.04*. Bratislava, 1977.
- [81] PUŠKÁŠ, J. Hodnotenie kolektorového účinku strešného okna. *Stavebnícka ročenka*. 1990, s. 269 – 285.
- [82] PUŠKÁŠ, J. *Slnko v urbanizme a architektúre*. Bratislava: Alfa, 1992.
- [83] ROYAR, J. Ist die belüftete steildachdämmung out? *Isolier technik*. 2/1993 s. 10 – 34.
- [84] SETIU, C. *Phase change wallboard as an alternativ to compressor cooling in California residences*. Washington D. C.: ACEEE, 1996.
- [85] SETIU, C. *Phase change wallboard and night ventilation in commercial buildings*. Washington D. C.: ACEEE, 1997.
- [86] SCHMITT, H., HEENE, A. *Hochbaukonstruktion*. Wiesbaden, Fridr. Vieweg, 1993.
- [87] SCHULZE, H. Geneigte Dächer ohne chemischen Holzschutz auch ohne Dampfsperre? *Bauen mit holz*. 8/1992, s. 646 – 659.
- [88] SCHULZE, H. Dächer mit vordeckung ohne chemischen holzschutz. *Bauen mit holz*. 5/1994, s. 418 – 420.
- [89] SZOMOLÁNYIOVÁ, K., ŠABÍKOVÁ, J. *Šikmé strechy, podkrovné priestory a energia, 2. časť. Energeticky úsporné budovy a ich ekologické vlastnosti. Zborník prednášok*. Bratislava: STU SvF, 1998.
- [90] SMUTNÝ, M. Vplyv skladby plášte obytných podkrovií na vlhkosť drevenej konštrukcie. *Inžinierske stavby*. 1997, ročník 45, č. 7 – 8, s. 282 – 285.

- [91] SMUTNÝ, M. *Analýza spoľahlivosti striech obytných podkrovií*. Zborník. 60. výročie Stavebnej fakulty STU v Bratislave. Bratislava, 1998, s. 260 – 265.
- [92] SMUTNÝ, M. *Nové poznatky z výskumu porúch dvojplášťových striech*. *Stavebný obzor*. č. 9/1998, roč. 7, s. 262 – 267.
- [93] SPÁČIL M. *Půdňí nástavby panelových domů*. Disertační práce. Brno, 2000.
- [94] STERNOVÁ, Z. *Požiadavky teplotných noriem v súvislosti s rekonštrukciou obytných a občianskych stavieb*. Zborník. *Budova a rekonštrukcia PRO DOMO*. Košice, 1996, s.124 – 127.
- [95] STERNOVÁ, Z. *Meranie a vyhodnotenie teplotného režimu v nadstavbách pilotného projektu Bratislava – Kramáre, vedecko-technický projekt*. VVÚPS – NOVA. Bratislava, 10/1995.
- [96] STERNOVÁ, Z. *Zateplovanie budov. Tepelná ochrana*. Bratislava: Jaga group, 1999.
- [97] SYROVÝ, B. a kol. *Architektura – svědectví dob. Přehled vývoje stavitelství a architektury*. Praha: SNTL, 1974.
- [98] ŠABÍKOVÁ, J. *Energetické aspekty návrhu strešnej nadstavby*. *TZB Haustechnik*. 1/1995, s. 41 – 44.
- [99] ŠABÍKOVÁ, J. *Energetické aspekty tvorby obytných priestorov v podkrovií*. Dizertačná práca. Bratislava, 1998.
- [100] ŠÁLA, J. *Dvouplášťové střechy (IV). Střechy + Izolace*. 9/1996, s. 39 – 40.
- [101] ŠÁLA, J. *Poznámky k navrhování konstrukcí z hlediska prostupu tepla*. *Sborník / Proceedings – 4. mezinárodní konference, Tepelná ochrana budov*. Praha, 2002.
- [102] ŠENITKOVÁ, I. *Stavebno-fyzikálne súvislosti nízkoenergetických strešných konštrukcií*. Zborník. *Budova a rekonštrukcia PRO DOMO*. Košice, 1996, s. 32 – 38.
- [103] VAVERKA, J., CHYBÍK, J., SEDLÁK, R. *Energetické hodnocení budov a tepelná pohoda vnitřního prostředí*. Brno, 1992.
- [104] VLČEK, M., MOUDRY, I., NOVOTNÝ, M., BENEŠ, P., MACEKOVÁ, V. *Poruchy a rekonstrukce staveb*. Brno: Era, 2001.
- [105] *Zásady navrhovania a realizácie nadstavieb bytových domov – časť 2*. Bratislava: MDS a VP SR, spracovateľ VVÚPS – NOVA, 1994.
- [106] WAGNER, H. *Luftdichtigkeit und Feuchteschutz beim Steildach mit Dämmung Zwischen den Sparren*. *DBZ-Sonderdruck*. 12/1989, s. 1639 – 1946.
- [107] Firemná literatúra, katalógy, CD a www. stránky: Anti Con<sup>1</sup>, Bachl<sup>2</sup>, Bituline<sup>3</sup>, Bitumat<sup>4</sup>, Bramac<sup>5</sup>, Buscher & Hoffman Difuplán<sup>6</sup>, Cetris<sup>7</sup>, Cembrit<sup>8</sup>, Climatizer Plus<sup>9</sup>, Dow Chemical<sup>10</sup>, Dörken<sup>11</sup>, Eternit<sup>12</sup>, Fakro<sup>13</sup>, Hebel<sup>14</sup>, Heraklith<sup>15</sup>,

IsoBouw<sup>16</sup>, Isola<sup>17</sup>, G+H Isover<sup>18</sup>, Guttanit<sup>19</sup>, Izomat<sup>20</sup>, JCP<sup>21</sup>, Juta<sup>22</sup>, Knauf<sup>23</sup>, Nitrasklo<sup>24</sup> Optim<sup>24</sup>, Onduline<sup>25</sup>, Orsil<sup>26</sup>, Peti<sup>27</sup>, Porotherm<sup>28</sup>, PUR- Dämmsystem<sup>29</sup>, Rannila<sup>30</sup>, Rigips<sup>31</sup>, Rheinzink<sup>32</sup>, Rockwool<sup>33</sup>, Rotaflex<sup>34</sup>, Simek Systém<sup>35</sup>, Systém Fex<sup>36</sup> Stamina<sup>37</sup>, Tegola<sup>38</sup>, Tel Isover<sup>39</sup>, Tel Mineralwolle<sup>40</sup>, Thermo-dach<sup>41</sup>, Thermo-produkte<sup>42</sup>, Therwoolin<sup>43</sup>, Tondach<sup>44</sup>, Tývek<sup>45</sup>, Velux<sup>46</sup>.

## Zoznam použitých noriem

- [108] STN 73 0035 - Zatížení stavebních konstrukcí.
- [109] STN 73 0036 - Seismické zatížení a odezva stavebních objektů.
- [110] STN 73 0531 - Ochrana proti hluku v pozemných stavbách.
- [111] STN 73 0540 - Teplotnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Názvoslovie, požiadavky a kritériá vrátane Zmeny 5.
- [112] STN 73 0540 - Teplotnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 1, 2, 3, 4.
- [113] STN 73 0542 - Vlastnosti materiálov a konštrukcií vrátane Zmeny 1.
- [114] STN 73 0544 - Teplotnické vlastnosti striech.
- [115] STN 73 0549 - Teplotnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Výpočtové metódy vrátane Zmeny 1.
- [116] STN 73 0550 - Meranie spotreby energie na vykurovanie. Metóda „IN SITU“.
- [117] STN 73 0580-1 - Denné osvetlenie budov. Základné požiadavky.
- [118] STN 73 0802 - Požiarna bezpečnosť stavieb. Spoločné ustanovenia.
- [119] STN 73 0823 - Stupeň horľavosti stavebných materiálov.
- [120] STN 73 0833 - Požiarna bezpečnosť stavieb. Budovy na bývanie a ubytovanie.
- [121] STN 73 0852 - Požiarna bezpečnosť stavieb. Stanovenie požiarnej odolnosti požiarnych uzáverov.
- [122] STN 73 1701 - Navrhovanie drevených stavebných konštrukcií.
- [123] STN 73 1901 - Navrhování střech. Základní ustanovení.
- [124] STN 73 3610 - Klampierske stavebné práce.
- [125] STN 73 4055 - Výpočet obostavaného priestoru pozemných stavebných objektov.
- [126] STN 73 4301 - Budovy na bývanie.
- [127] STN 74 6101 - Drevené okná. Základné ustanovenia.

- [128] STN 74 6184 - Metódy skúšania okien. Skúška vodotesnosti pri statickom tlaku.
- [129] STN 06 0210 - Výpočet tepelných strát budov pri ústrednom vykurovaní vrátane Zmeny 1.
- [130] STN EN 832 - Tepelnotechnické správanie sa budov. Výpočet spotreby energie na vykurovanie. Budovy na bývanie, september 1998.
- [131] ČSN 49 1531-1 - Dřevo na stavební konstrukce.
- [132] DIN 41 08 - Wärmeschutz im Hochbau, Teil 1 – 4.
- [133] E DIN 68 800 - Normentwurf, Dächer one chemischen holzschutz. Teil 2.
- [134] Wärmeschutzverordnung:1995, vláadne nariadenie o tepelnej ochrane budov. Bonn, 1994.