

Dilatace v kovových střeších

Ing. Pavel Člupek
Střechy COMAX® Velvary,
detašované pracoviště Jindřichův Hradec

Abstrakt. V historickém úvodu je popsán vztah mezi dosaženým pokrokem ve zpracování kovů a formátem střešních krytin. Řešení problémů spojených s tepelnou roztažností je otázkou konce dvacátého století, kdy technologický i logistický pokrok umožnil krytí z velkých formátů krytin - v extrémním případě krytinový pás 100m dlouhý. Po uvedení známých fyzikálních vlastností používaných kovů popisují typické vady návrhu, provedení i jejich následků z hlediska tepelné roztažnosti střešních krytin, střešních odvodňovacích systémů i oplechování, se kterými se v praxi setkáváme.

1 Historický úvod

Plechové střešní krytiny provázejí lidstvo déle než dvě tisíciletí. Nebyli to jenom staří Římané, jejichž stavební praktiky máme zdokumentované díky Vitruviovým knihám. Ve starověku se plech vyráběl kovářským pýchováním. K dispozici jako střešní krytina byl plech olovený a ze slitin mědi. Zpracování těchto kovů je technologicky nejjednodušší. Oba tyto materiály jsou snadno tvárné i zastudena. Přesto byla výroba velice drahá a omezovala použití jen na prestižní stavby. Reprezentační pojetí plechové střešní krytiny dokonale naplňovalo použití kovu nejdražšího. Ona doslova pohádková střecha (nebo fasáda) ze zlatého plechu byla v průběhu epoch realizována nejednou ať už v Evropě, nebo v Asii – zlatá střecha však neměla dlouhého trvání a zpravidla vzala za své násilnou akcí - válkou, nebo loupeží.

Dějiny kovových střešních krytin jsou v podstatě dějinami technologie zpracování kovů. Starověké, ale i středověké kovové střechy byly z technologických důvodů maloformátové a dilataci kovu nebylo tedy třeba řešit. První dokumentované úvahy o výrobě plechu válcováním pocházejí od renesančního myslitele Leonarda da Vinci. Uvažoval ovšem o plechu oloveném, válcovaném za studena. Zdokonalená technologie – pýchování plechu v bateriích pomocí hamru umožnila rozvoj dynamických tvarů barokních fasád, jejichž štukové římsy bylo nutno před povětrnostními jevy chránit oplechováním.

2 Průmyslová revoluce

Dlouhé století – od francouzské revoluce do první světové války přineslo mohutný technologický pokrok. Objevují se nové materiály – zinek, hliník i pozinkovaná ocel. Ve zpracování kovů se uplatňuje strojní válcování - zatím s vysokým podílem ruční práce. Rozměry klempířsky zpracovávaných tabulí zůstaly omezené a z hlediska tepelné roztažnosti nevýznamné. Objevují se i první panely vlnitého plechu a naopak továrně zhotovované maloformátové krytiny nejrůznějších tvarů. Mnohé původní střechy slouží bez problémů i po 150 letech. Hliník byl jako střešní krytina použit poprvé na přelomu devatenáctého a dvacátého století. První klempířské použití tehdy velmi drahého kovu se datuje rokem 1897. Od tohoto roku zdobí hliníková kupole římský kostel San Gioacchino.

3 Dvacáté století

Dvacáté století nebyvale rozvinulo technologie všeho druhu. Jako střešní krytina se v široké míře uplatňuje pozinkovaná ocel. Třicátá léta obohacují paletu materiálů střešních krytin o ocel nerezavějící – poprvé na známém art-decovém Chryslerově mrakodrapu. Na samém konci dvacátého století se sporadicky používá jako krytina titanový plech- podobně jako kdysi u zlata jde podle účelu spíše o krytí fasádní.

V současnosti se čisté kovy ve stavebnictví prakticky nepoužívají. Všechny materiály jsou legované pro získání optimálních technických vlastností. Koeficient jejich tepelné roztažnosti ukazuje tabulka, jejíž rozpětí pokrývá roztažnost různých slitin. V podmínkách České republiky se pro posuzování teplotní roztažnosti střešních prvků vystavených přímému slunečnímu záření uvažuje teplotní rozdíl 100K (ČSN 73 1901 [1]). Tedy od -20°C v třesnuté zimě do 80°C na přímém slunci v parném létě. Praktické letní teploty výrazně ovlivňuje odrazivost povrchu (lesklý bílý plech – teplota nižší až o 20K).

Tabulka 1. Tepelná roztažnost

Materiál	mm/m/100K
Ocel	1,1-1,4
Nerez	1,0-1,6
Měď	1,65-1,8
Zinek	cca 2,2
Hliník	2,2-2,4
Olovo	2,9-4,0
Zlato	cca 1,9
Titan	cca 0,9

Ruku v ruce s technickým rozvojem výroby plechu jde i vývoj techniky krytí. Nejstarší jsou samozřejmě krytí maloformátová – což souvisí s výrobními možnostmi. Střešní šindele, šablony a desky však zůstávají oblíbené i u současných střech, které mají dostatečný spád. Maloformátové krytí se velmi dobře může přizpůsobit současným architektonickým požadavkům i na budovách organických tvarů. Malá velikost prvků a jejich volné spojení vyhovují z hlediska tepelné roztažnosti materiálů ideálně. V závislosti na těsnosti spojení prvků je užití omezeno z hlediska spádu střechy. Dostatečně malé prvky mohou být k nosné konstrukci (například celoplošnému bednění) připojeny i přímým přišroubováním. Norma ČSN 73 3610[2] připouští maximální délku takového prvku 2m, pokud je k ostatním prvkům připojen spojem, který dilataci umožňuje. Typické dnešní maloformátové střešní šablony (obr. 1) jsou připevněny nepřímo pomocí ležatých příponek. Nasunutí jednotlivých šablon do sebe tvoří jednoduchou ležatou drážku. Výše uvedená norma považuje tento spoj za dostačující pro spád střechy vyšší, než 25°.



Obr. 1 Maloformátové střešní šindele

Klasikou mezi nesamonosnými plechovými krytinami je Falcovaná střecha (Dvojitá drážka). Vyvinula se z lištových technik krytí, jejichž podélné spoje ve směru spádu vystupují nad střešní rovinu. Stejně jako tyto původně zpracovává plechové tabule. Připojení k podkladní konstrukci je nepřímé pomocí příponek skrytých ve spojích. Technika spojování byla postupně modifikována pro nejrůznější podmínky. Nahrazení plechových tabulí pásy ze svitku si vynutilo používání posuvných příponek pro řešení dilatačních problémů. Posuvné příponky řeší tepelnou roztažnost v podélném směru (kde je ovlivněna směrem válcování), ve směru příčném umožňují dilataci vlastní dvojitě drážky (falcy), které při správném provedení

zajišťují dilatační pohyb 3-5 mm (ČSN 73 3610 [2]) tato dilatační účinnost se však ruší položením falcu. Modifikace podélných spojů, vyztužení šárů a nepřímé dilatační kotvení umožňují realizovat střechu z šárů i 100 m dlouhých (obr. 2).



Obr. 2 Kulturní centrum v Dallasu, USA

Dlouhé šáry i panely

Praktické použití velkoformátových samonosných i nesamonosných střešních krytin vyžaduje z hlediska tepelné roztažnosti dodržovat několik jednoduchých pravidel vycházejících ze stavební fyziky a zakotvených také v normách ČSN 73 1901 [1] a ČSN 73 3610 [2].

Přípevnění plechových prvků musí umožňovat uvolnění napětí vyvolaného tepelnou roztažností prvku. Dilatační pohyby tedy musí být umožněny v podélném i v příčném směru. Přípevnění jednotlivého prvku musí mít pouze jedinou pevnou zónu. Pokud je ve střeše více přirozených pevných zón, musí být odděleny spojem umožňujícím dostatečný dilatační pohyb.

Samonosné střešní krytiny- typicky trapézový plech umožňují svojí pružností a profilací vyrovnání tepelných pnutí v příčném směru. V podélném směru je nezbytné umožnit dilatační pohyby omezením velikosti prvků a jejich spojem, který dilataci umožňuje (nejčastěji prosté překrytí), nebo upevněním pomocí prvků, které umožní volné tepelné rozpínání prvku / např. pružné Z- paždíky. U velkoformátových krytin nesamonosných (typicky falcovaná, dvojitá drážka) je příčná dilatace umožněna vůlí ve spojích (drážkách) - podélná dilatace je potom řešena pomocí posuvných příponek. Potřebná dilatační volnost spojení je dána nejen

velikostí prvku, ale i jeho materiálem, barvou a strukturou povrchu, jakož i možností ochlazení z rubové strany (použitím tepelných izolací ve střešní skladbě).

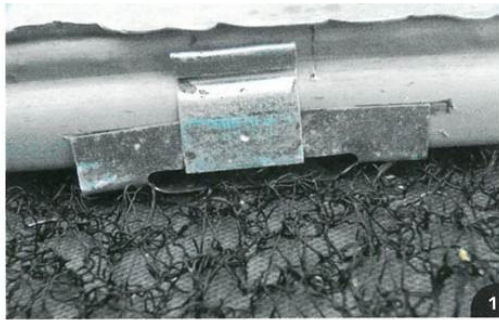
Defekty v praxi

Samozřejmě se v praxi setkáváme s případy, kdy chybným provedením detailu je zrušena jeho dilatační funkce. Typické je zde např. sešroubování / snýtování dilatačního spoje střešních panelů nebo položení falců u ploché krytiny s dvojitou drážkou.

Chtěl bych na tomto místě zdůraznit, že na střešní struktuře pracuje několik řemesel a pokud stavba neprobíhá podle kvalitního projektu, který řeší jejich návaznost s ohledem k celku, je na problémy „zaděláno“.

Mnohdy rozhodují detaily. Každému je jasné, že bednění pod dlouhé šáry krytiny by mělo být hladké. Hřebík vystupující nad povrch (častá vada při strojním přibíjení) je jednoznačně problém. Hřebíky ale vystoupí i dodatečně, pokud jsou na záklop použita příliš široká prkna a jejich letokruhy jsou špatně orientovány (jádnem dovnitř).

Prkno pracující s měnící se vlhkostí (dvouplášťová střecha) se postará o povytažení hřebíku. Jev je samozřejmě ovlivněn i typem použitých hřebíků a kvalitou dřeva v nosných konstrukcích krovu. Pro dlouhé šáry se používají často kluzné separační fólie, které tato nebezpečí omezí. Pokud jsou ke strukturální rohoži použity nesprávné posuvné příponky (příliš nízké), zruší se deformací při montáži jejich posuvná funkce (Obr.3).



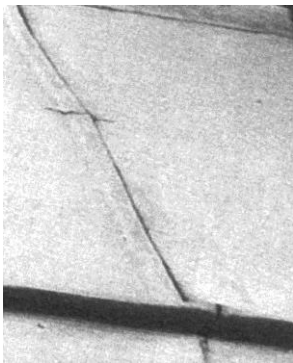
Obr. 3 Deformovaná příponka

Do oblasti chybného provedení detailů patří nesprávné položení, nebo uzavření falců (dvojitých drážek). Položení, nebo uzavření drážky ruší její dilatační schopnost. Ve velké ploše je samozřejmě třeba omezit pokládání drážek a jejich uzavírání provést tak, aby se vzniklé pnutí rozvedlo mimo okapní hranu. Napětí v okapní hraně způsobuje typické praskliny, které se objeví v prvních letech od zhotovení střechy.



Obr. 4 Typické praskliny

Pokud jsou drážky při uzavírání příliš natlačeny na sebe a zruší se tím jejich dilatační schopnost - což nastane typicky při strojním uzavírání velké plochy připevněné příponkami najednou - přenáší se pnutí do plochy šárů, kde mohou vznikat praskliny (obr. 5). Tyto defekty se projeví až po cca 10 letech od výstavby.

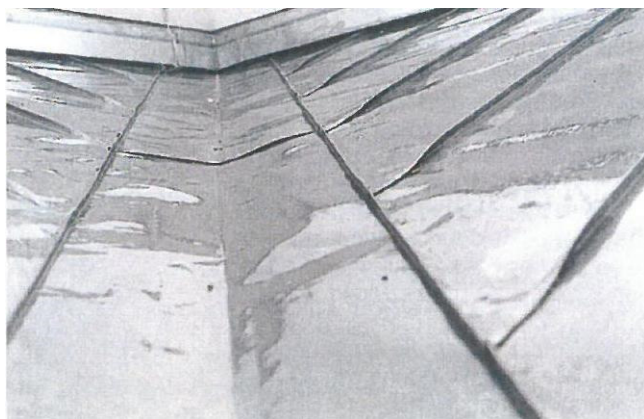


Obr. 5 Prasklina v příčném spoji

Oblastí, ve které jsou dilatační chyby předprogramovány už ve fázi projektu je odvodnění střechy. Dlouhé okapní žlaby je třeba rozdělit na úseky, které jsou oddělené dilatačním spojem. Nejsprávnější je rozdělení žlabů v rozvodí s dilatačním spojením v kotlíku u napojení svodu. Pokud žlab vede přes rohy a kouty stavby, je třeba považovat tato místa za přirozené pevné body, které je nezbytné od zbytku dilatačně oddělit. Možnosti provedení tedy závisí na poloze kanalizačních vpustí, které ovlivní projektant, ale nikoliv klempíř. Používání dilatačních vložek žlabu s navulkanizovanou pryží není u velmi dlouhých žlabů řešením. Pokud je odvodnění

50 m dlouhého žlabu navrženo na jeho konci (i když dimenze žlabu odvodňované střeše vyhoví) vzniknou nutně při použití pryžových dilatačních vložek ve žlabu místa s negativním spádem - tedy místa korozně namáhaná a vyžadující pravidelné čištění.

Pokud je odvodnění řešeno mezistřešním, nebo zaatikovým žlabem, jehož provedení není v projektu správně popsáno, je výsledek ve stavbě vždy katastrofální. Především je třeba tyto žlaby řešit jako zapuštěné, s bezpečnostní zesílenou pojistnou hydroizolací, nebo raději dle doporučení normy ČSN 73 1901 [1] provedeny v poylakové hydroizolaci. Katastrofální provedení mezistřešního žlabu ukazuje obr. 6. Žlab nebyl vybedněn jako zapuštěný, proto ho klempíři provedli jako úžlabí (v podstatě neměli jinou možnost), které, vzhledem k nízkému spádu připojili dvojíto položenou drážkou, sice poměrně vodotěsnou, ale s nulovými dilatačními schopnostmi. Viděl jsem stejný detail dokonce provedený jako zaletovaný – v délce 30m. Kapitolou samou o sobě je napojení tohoto detailu na odvodnění – pnutí z tepelné roztažnosti se koncentruje v oblasti napojení svodu a pokud toto není provedeno s dostatečnou vůlí, utrhne se hrdlo v krátké době prvního roku po dokončení.

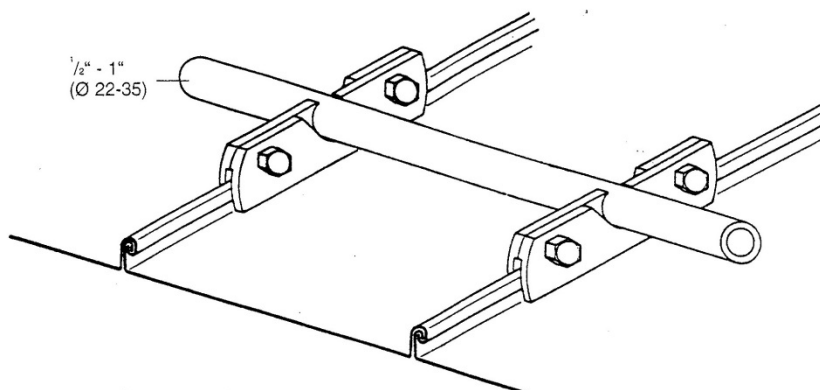


Obr. 6 Mezistřešní žlab

Dodatečné montáže na střeše

Další příležitostí ke vzniku dilatačních problémů jsou dodatečné montáže na střeše. Nejde jenom o dodatečné průchody střešním pláštěm, které se snadno mohou stát dalšími pevnými body a velké systémy - typicky nosné konstrukce fotovoltaických panelů, ale i zařízení, která jsou montována bez porušení střešního pláště. Sněhové zábrany (obr. 7), komínové lávky nebo reklamní poutače se s výhodou montují sevřením dvojité drážky falcované střechy. Pokud držák nevhodně stlačí posuvnou

příponku, omezí se její posuv a dodatečný pevný bod vznikne i bez prostupu střešním pláštěm.



Obr. 7 Sněhový zachytávač

Shrnutí

Zcela jednoduchý fyzikální jev- tepelná roztažnost kovové střešní krytiny, jev nicméně nežádoucí, si vyžaduje komplexní přístup projektanta, mají-li se na střeše využít technologické možnosti současných velkoformátových krytin. Pro složitější detaily, vyžadující spolupráci více řemesel je to nutností. Komunikační technologie, které nám poskytuje 21 století, jsou k tomu výborným nástrojem.

Literatura

1. ČSN 73 1901, Navrhování střech-Základní ustanovení (2011)
2. ČSN 73 3610, Navrhování klempířských konstrukcí (2008)
3. P. Člupek. Dilatace v kovových střechách Střechy-Fasády-Izolace ročník 25 číslo 6, str. 42-44, (2018)