

STABILIZACE KRYTINY NA DŘEVĚNÉM BEDNĚNÍ S VĚTRANOU VZDUCHOVOU VRSTVOU

ČLÁNEK DOKUMENTUJE HAVÁRII A OPRAVU STŘECHY S PLECHOVOU DRÁŽKOVOU KRYTINOU. HAVÁRIE BYLA ZPŮSOBENÁ SILNÝM VĚTREM. ČLÁNEK PŘINÁŠÍ ROZBOR PŘÍČIN HAVÁRIE, POPISUJE VLASTNOSTI DRÁŽKOVÉ KRYTINY A NÁVRH JEJÍ STABILIZACE.

Na podzim roku 2012 jsme byli přizváni k havárii části střešního pláště na jednom z objektů základní školy v Lipníku nad Bečvou. Plechová krytina střechy byla po silné bouřce doprovázené poryvy větru na velké části střechy odtržena /obr. 01/.

POPIS OBJEKTU

Objekt dotčený havárií měl tři nadzemní podlaží, zastřešení bylo tvořeno osově nesouměrnou sedlovou střechou. Z jedné strany střechy byla krytina tvořena skládanými hliníkovými šablonami

typu KOB na dřevěném bednění ve sklonu 30°. Součástí této strany střechy byly také pultové vikýře, kde krytinu tvořily plechy spojované stojatou drážkou. Na části střechy směrem do dvorního traktu základní školy byla hladká drážková krytina na dřevěném prkenném bednění.

POŠKOZENÍ STŘECHY

Vítr odrthl krytinu od nosného podkladu na dvorní straně budovy. Rozsah poškození je zřejmý z obrázků /01/ až /05/. Větší část plechové krytiny zůstala

překlopena přes hřeben, zbývající byla nalezena několik desítek metrů od objektu. Nárazový vítr provázal vydatný déšť, který pronikl nekrytým střešním pláštěm do konstrukce střechy a interiéru objektu, kde způsobil škody na stavebních konstrukcích i vnitřním vybavení školy.

Při bližším ohledání poškozené krytiny bylo zjištěno:

- plechová hladká drážková krytina,
- sklon střechy 7°,







- osová vzdálenost spojů plechů 900 mm,
- v drážkách plechové příponky ve vzdálenosti 600 mm,
- příponky přibity hřebíky s hladkým dřívem v počtu 1 ks na jednu příponku.

Malý počet příponek a hřebíků v příponce napovídal, proč krytina nedokázala odolat vyššímu zatížení

větrem. Stabilita krytiny byla dále snížena nedostatečným kotvením oplechování atiky a degradací dřevěného bednění v místě okapu /obr. 05/, kde je střecha namáhána sáním větru nejvíce (rohové a okrajové oblasti).

Bylo úspěchem, že se podařilo již den po havárii střechu provizorně zabezpečit přibitou asfaltovou lepenkou A400H /obr. 06/, s tím, že musí být co nejrychleji nahrazena

plnohodnotnou hydroizolační konstrukcí.

ROZBOR PŘÍČIN HAVÁRIE – MODELOVÝ NÁVRH STABILIZACE PLECHOVÉ KRYTINY NA HAVAROVANÉ STŘEŠE

Pojďme nyní provést návrh stabilizace plechové krytiny na stejné střechě jako ta, kde došlo k havárii, podle dostupných

Tabulka 01 | Přehled používaných tloušťek plechů pro hladké plechové krytiny podle ČSN 73 3610

Výška objektu nad terénem		do 8 m					od 8 do 30 m				od 30 do 80 m		
šířka pásu krytiny při strojním spojování (při ručním spojování)*		500 (490)	600 (590)	630 (620)	730 (720)	930 (920)	500 (490)	600 (590)	630 (620)	730 (720)	500 (490)	600 (590)	630 (620)
šířka svitku, z níž je odvozena šířka pásu		570	670	700	800	1000	570	670	700	800	570	670	700
Materiál	Délka pásů krytiny	Nejmenší tloušťka plechu v mm											
hliník	≤ 10 m	0,7	0,7	0,7	0,8	N	0,7	0,7	0,7	N	0,7	0,7	N
měď	≤ 10 m	0,55	0,55	0,55	0,55	N	0,55	0,55	0,55	N	0,55	0,55	N
zinek legovaný titanem	≤ 10 m	0,65	0,7	0,7	0,8	N	0,65	0,7	0,8	N	0,7	0,7	N
korozí-vzdorná ocel	≤ 14 m	0,4	0,4	0,4	0,5	N	0,4	0,4	0,5	N	0,4	0,5	N
ocel se zinkovým povlakem	≤ 14 m	0,55	0,55	0,55	0,55	0,65	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,65	0,65
ocel pokovená s organickým povlakem	≤ 14 m	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6

N Při uvedené šířce plechového pásu krytiny je použití materiálu nepřípustné.

* Šířka pásů krytiny odpovídá krycí ploše (bez klempířských úprav připravených pro spoj), větší šířky pásů pro danou výšku objektu nad terénem nejsou možné.

technických norem a technických podkladů. Lépe pochopíme příčiny havárie střechy.

Tabulka D.2. v ČSN 73 3610

Navrhování klempířských konstrukcí uvádí přehled používaných tlouštěk plechů pro hladké plechové krytiny a to v závislosti na druhu použitého materiálu a výšce objektu nad terénem /tab. 01/.

Klempířská norma také uvádí příklady příponek z plechových pásků /obr. 07/ pro hladkou drážkovou krytinu, a to jak pevné, tak posuvné provedení. Oba typy jsou nezbytné pro řešení dilatace klempířské konstrukce.

Zatížení střechy větrem se stanoví podle ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Na základě mapy větrných oblastí, kategorie terénu, tvarových charakteristik a nadmořské výšky objektu se stanoví návrhové hodnoty zatížení větrem pro jednotlivé oblasti střechy (rohová – okrajová – vnitřní). V případě větrané střešní konstrukce je nutno

započítat také vzlak působící ve vzduchové vrstvě pod krytinou. Návrhové zatížení v jednotlivých částech posuzované střechy v tabulce /02/.

Pro komplexní posouzení stabilizace krytiny je nutné znát také únosnost příponek. Jejich charakteristiky ale nejsou v dostupných technických normách obsaženy, nebývají ani součástí jiných dokumentů, např. cechovních předpisů. Technické listy výrobců většinou uvádí obecný postup návrhu stabilizace krytiny na základě výpočtu sání větru a daného počtu příponek na m² plochy jednotlivých oblastí střechy. Únosnost příponek se uvádí v rozmezí od 0,18 do 0,48 kN na 1 ks příponky. Výrobci krytin dodávající příponky v rámci systému krytiny pro kotvení deklarují únosnost až 0,6 kN na 1 ks příponky, kdy se posuzuje např. deformace příponky, přetržení nebo protažení přes hlavu kotevního prvku.

Počty příponek pro jednotlivé části posuzované střechy při uvažované únosnosti 0,2 kN a 0,6 kN jsou v tabulce /03/ spolu s porovnáním

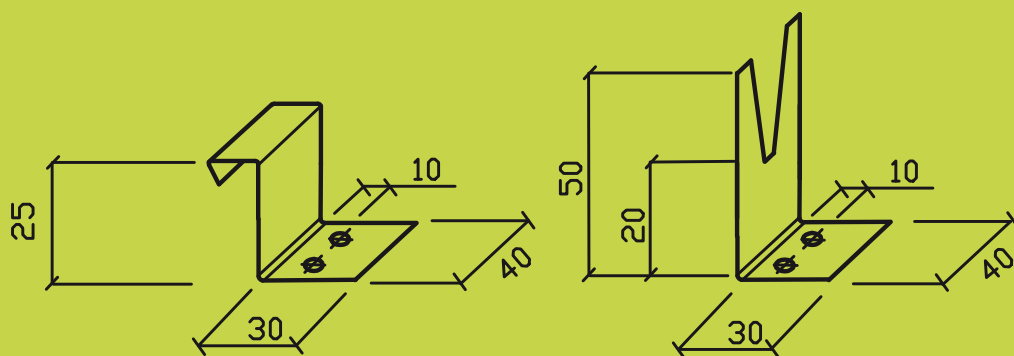
skutečného počtu příponek, zjištěného během průzkumu havarované střechy.

Příponky mohou být do podkladu kotveny hřebíky nebo vruty.

K posouzení těchto prvků na vytažení z podkladu slouží ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: *Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Pro příponky s únosností 0,6 kN/ks jsou nutné počty hřebíků nebo vrutů uvedeny v tabulce /04/.

Pro stabilizaci krytiny na posuzované střeše bylo tedy nutné v případě systémových příponek s únosností 0,6 kN/1 ks uvažovat 3 až 7 ks/m², v závislosti na oblasti střechy. Každá příponka má být kotvena 3 hřebíky s hladkým dřikem nebo 2 kroužkovými hřebíky nebo alespoň 1 vrutem do dřeva. Ve skutečnosti byla krytina kotvena příponkami s nižší únosností, byly použity jen necelé 2 ks příponek na 1 m² střechy a příponky byly kotveny jen 1 hřebíkem s hladkým dřikem.

07| Příklady příponek podle ČSN 73 3610



Tabulka 02 | Vypočtené návrhové hodnoty w_d

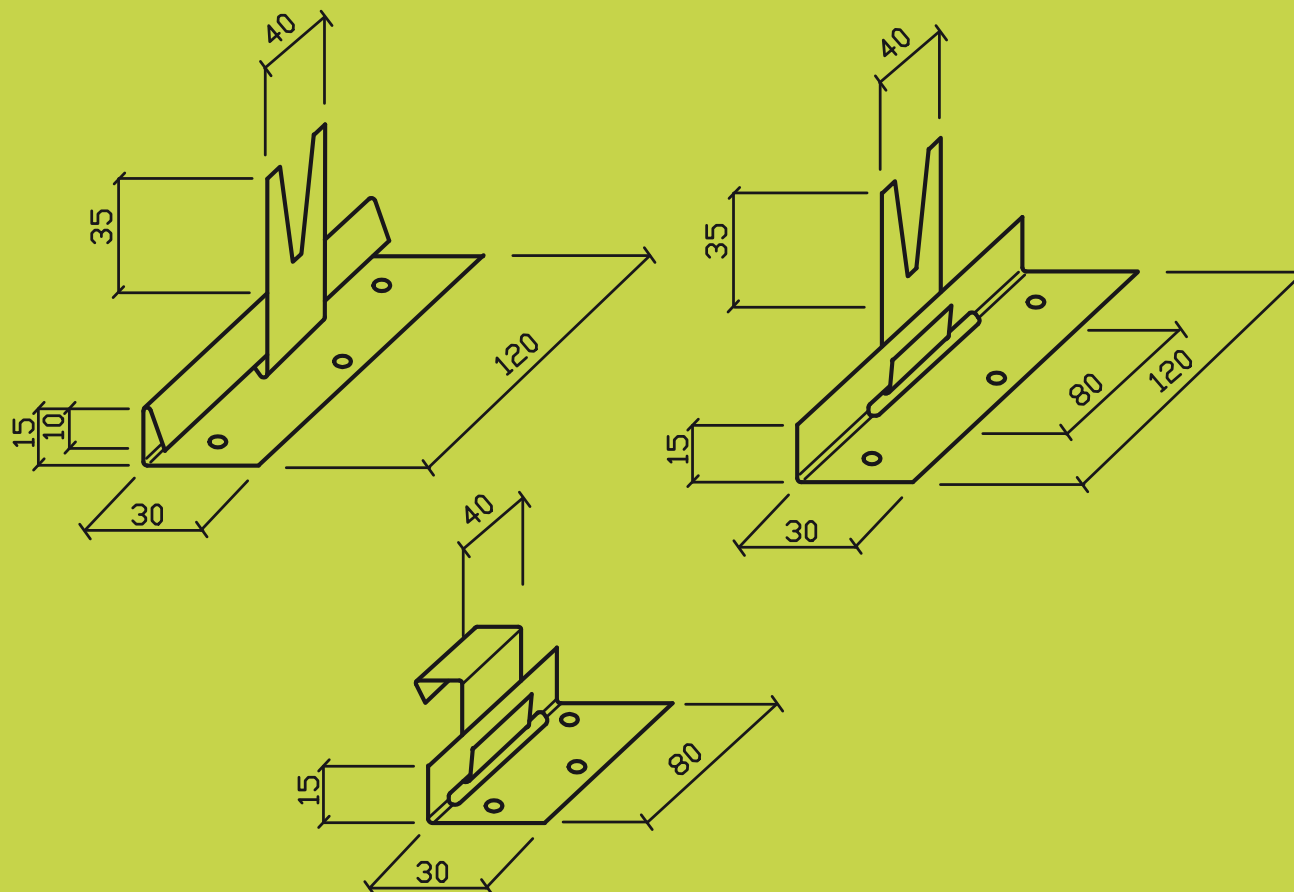
	Rohová oblast F	Okrajová oblast G1	Okrajová oblast G2	Vnitřní oblast
w_d	-3,95 kN/m ²	-2,17 kN/m ²	-3,11 kN/m ²	-1,48 kN/m ²

Tabulka 03 | Počty příponek pro posuzovanou střechu na základě posouzení zatížení větrem

	Nutný počet příponek s únosností 0,2 kN/ks	Nutný počet dnes používaných systémových příponek jednoho z výrobků s únosností 0,6 kN/ks	Skutečný počet na havarované střeše.
Rohová oblast F	20 ks/m ²	7 ks/m ²	1,85 ks/m ²
Okrajová oblast G1	11 ks/m ²	4 ks/m ²	1,85 ks/m ²
Okrajová oblast G2	16 ks/m ²	5,5 ks/m ²	1,85 ks/m ²
Vnitřní oblast	8 ks/m ²	3 ks/m ²	1,85 ks/m ²

Tabulka 04 | Nutný počet hřebíků nebo vrutů na jednu příponku s předpokládanou návrhovou únosností 0,6 kN (únosnosti hřebíků dle ČSN EN 1995-1-1)

Připojovací prvek	hřebík s hladkým dřikem 4,0 mm	hřebík kroužkový či závitový 3,0 mm	vrut do dřeva 3,0 mm
Návrhová únosnost	0,235 kN $3 \times 0,235 = 0,705$ kN	0,45 kN $2 \times 0,45 = 0,9$ kN	0,72 kN
Posouzení	vyhovuje v počtu 3 ks na jednu příponku	vyhovují v počtu 2 ks na jednu příponku	vyhovuje v počtu 1 ks na jednu příponku



Tabulka 05| Druhy spojů a dilatačních prvků, jejich dilatační a hydroizolační účinnosti podle ČSN 73 3610

Druh spoje	Schéma v příloze B	Dilatační účinnost spoje	Hydroizolační účinnost		Směr spoje podle toku vody	Použití v hladké drážkové krytině
			Nepropustnost pro stékající vodu	Vodotěsnost pro tlakovou vodu		
drážka dvojité stojatá*	B.7	3 mm – 5 mm	od 7°	ne	podélný	ano
drážka jednoduchá ležatá	B.2	10 mm	od 25°	ne	příčný	ano
drážka dvojité ležatá**	B.4	ne	od 25°	ne	příčný	ano

* Možnost dilatace se zajišťuje mezerou 3 mm až 5 mm u paty ohybů pro drážku, ani konce drážky nesmí být pájeny.
 ** Jen pro napojování střešních proniků na hladkou plechovou krytinu.

Tabulka 06| Počty kotevních prvků navržené na základě výpočtu zatížení větrem pro povlakovou hydroizolaci DEKPLAN 76, uvažovaná návrhová únosnost kotvy 0,4 kN.

	Rohová oblast F	Okrajová oblast G1	Okrajová oblast G2	Vnitřní oblast
Počet kotev	10	6	8	4

Pozn. Vzhledem k dovolenému počtu kotevních prvků ve spoji fólie, 8 ks na 1 bm, je v některých případech, zejména v rohových oblastech, nutné použít užší pruhy hydroizolační fólie.



08

HYDROIZOLAČNÍ ÚČINNOST SPOJŮ DRÁŽKOVÉ KRYTINY

V souvislosti s konstrukcí střechy je nutné se zabývat i těsností krytiny vůči vodě. Norma ČSN 73 3610 uvádí hydroizolační účinnost – nepropustnost pro stékající vodu pro dvojitou stojatou drážku od 7° sklonu, hydroizolační účinnost pro příčný spoj s ležatou drážkou dokonce od 25°, viz tabulka /05/. Část střešní konstrukce nad školní budovou, vikýře a střešní rovina do dvora má sklon na hraně udávané použitelnosti. I toto mohlo vést k možnému zatékání, zejména

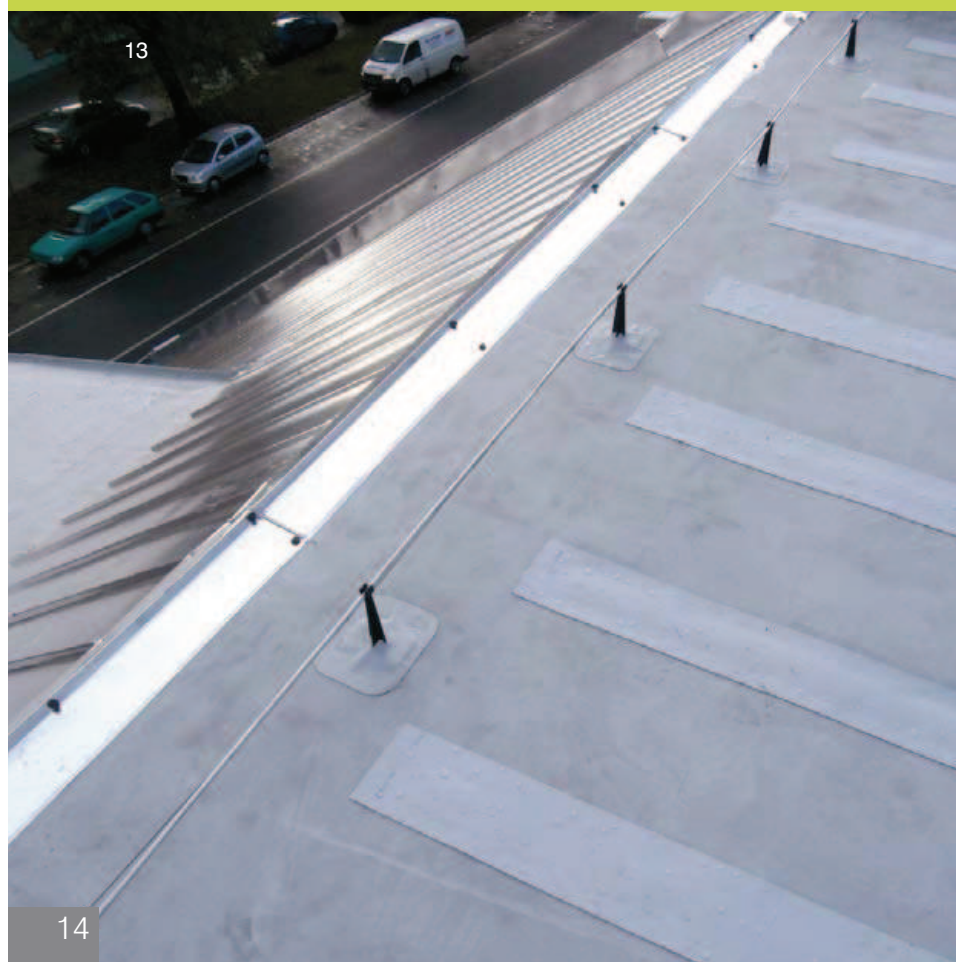
v zimním období, kdy jsou časté sněhové a ledové valy v okapních částech střechy, a následné degradaci dřevěného bednění v okapové oblasti tak, jak jsme zmínili v úvodu tohoto článku.

OPRAVA STŘECHY

Z důvodu vyšší hydroizolační bezpečnosti se investor rozhodl pro změnu druhu krytiny a v rámci provedené rekonstrukce byla plochá skládaná plechová krytina zaměněna za souvislou povlakovou hydroizolaci z fólie z měkčeného PVC DEKPLAN 76 /obr. 08, 09, 10/.

Tato fólie je určena pro mechanicky kotvené systémy. Byla provedena lokální výměna degradovaných a poškozených prvků dřevěného bednění a provedeno jeho dodatečné mechanické kotvení pomocí vrutů do stávající nosné konstrukce krovu. Počty kotvení prvků byly navrženy na základě výpočtů. Použity byly samořezné vruty do dřeva s plochou plechovou podložkou v počtu viz tabulka /06/.





Mohlo by se zdát, že nakonec vše šťastně dopadlo. Při naší návštěvě střechy po provedení nové hydroizolace bylo však zjištěno, že izolační firma opomenula jednu z nejdůležitějších zásad kotvení krytiny do prkenného bednění. Souvislá řada kotev ve spoji se zásadně provádí kolmo na směr pokládky bednění. Důvod je zřejmý, zamezení umístění řady kotev do jednoho prkna. Pro dokreslení možného důsledku takové chyby, dokládáme obrázky z jiné stavby, kde došlo k havárii z tohoto důvodu /obr. 11, 12/. Důsledkem působení sání větru v kombinaci s nevhodným kotvením došlo k odtržení řady prken i s povlakovou izolací a zatečení deště do konstrukce a interiéru stavby.

Po našem upozornění provedla firma dodatečné kotvení ve směru kolmo na prkna dřevěného bednění a zabezpečila tak rozložení sil od jednotlivých kotev do více prvků podkladní konstrukce. Kotvení bylo poté opatřeno dodatečnou záplatou z hydroizolační fólie /obr. 13/.

Nutno dodat, že podobné chyby vznikají při realizacích velmi často. Důležité je, jak realizační firma spolupracuje s projektantem a dozorem nebo koordinátorem a jak reaguje na zjištěné skutečnosti. V našem případě bylo chování příkladné, takže vše nakonec opravdu dobře dopadlo.

<Tomáš Kafka>
technik Atelieru DEK pro region
Olomouc, Přerov, Prostějov