

K PROBLÉMŮM S VLNITÝMI STŘEŠNÍMI DESKAMI ■

PROBLEMS WITH CORRUGATED ROOF SLABS

Zdeněk Bažant, Miloš Zich

Takzvané „Čiževského desky“, tenkostěnné vlnité prefabrikované střešní lehké desky, se hojně používaly v padesátých a šedesátých letech minulého století. Jejich autorem byl Ing. F. Čiževský, významný stavební odborník působící v Brně [1]. Po mnoha problémech se stavbami zastřešenými touto technologií bylo zjištěno, že již nezaručují dlouhodobou spolehlivost střech. ■ The so-called „Čiževský slabs“, thin-walled corrugated prefabricated roof light plates, were widely used in the fifties and sixties of the last century. Their author was an engineer F. Čiževský, significant construction expert, active in Brno [1]. After many problems with the buildings covered with these slabs, it has been found that their application does not guarantee the long-term serviceability of the roofs.

„Čiževského vlnité desky“ byly používány jako střechy průmyslových hal, krytých přístřešků, školních tělocvičen, divadel apod. (obr. 1 až 3). Již ve své době byly často provedeny ve výrobě nepříliš kvalitně. Celkově nyní neodpovídají současné úrovni znalostí o trvanlivosti a spolehlivosti betonových konstrukcí.

I v minulosti se v mnoha případech tyto desky chovaly problematičtě (koroze výztuže, průhyby, dílčí rozpad betonu), dokonce se i některé střešní konstrukce zřítily. Z těchto důvodů se v osmdesátých a devadesátých letech minulého století, zejména u průmyslových hal, přikročilo k jejich výměně za konstrukce jiné, případně býval spodní líc desek střešního pláště opatřen nátěrem, většinou na akrylátové bázi. Přesto je možné se s těmito deskami setkat na střechách i nyní. V řadě případů byly desky autory článku podrobně zkoumány (Brno, Bohumín, Ostrava; v celkové ploše v řádu tisíců m²). Znalecké posudky vždy doporučily jejich snesení [2], [3].

PROVEDENÍ DESEK

Vlnité desky označované SZD 1a-240 a SZD 1a-300 [4] se vyráběly v šířce 590 mm a délce 2 390, resp. 2 990 mm. Výška prvků byla velmi malá; pouhých 90 mm (obr. 4 a 5). Desky tvořily v příčném směru dvě vlny s tloušťkou betonu 20 mm. V příčném směru byly vlny ztužené 40 mm tenkými žebry s otvory. Informace o tvaru desek a uvažovaných dovolených hodnotách zatížení a ohybových momentů, uvedených v tab. 1, byly autory čerpány z [4], informace o vyztužení z [5].

Kvalita technického návrhu a provedení „Čiževského desek“ je ve světle dnešních znalostí o trvanlivosti a chování betonu nedostatečná. Lze konstatovat, že tyto dílce jsou nyní konstrukčně nevhodné a nebezpečné. Nebyly dodrženy krycí vrstvy betonu, takže není zaručena dostatečná korozní ochrana zabudované výztuže, jsou nedostatečně vyztuženy v uložení, není zaručena dlouhodobá alkalická ochrana zabudované výztuže, takže většinou došlo ke karbonatci betonu přes celý průřez.

Betonování desek při jejich výrobě bylo prováděno nedokonale, často lze spatřit místa s kavernami průměru 5 až 20 mm (obr. 3), s různými příčnými a podélnými vyvýšeninami, které na pohledu desek připomínají trhliny.

POUŽITÍ DESEK

Délka uložení na střešních vaznicích bývá malá, takže desky jsou v tomto místě staticky nespolehlivé, neboť je překročeno lokální namáhání v betonu. Mnohokrát byla prů-



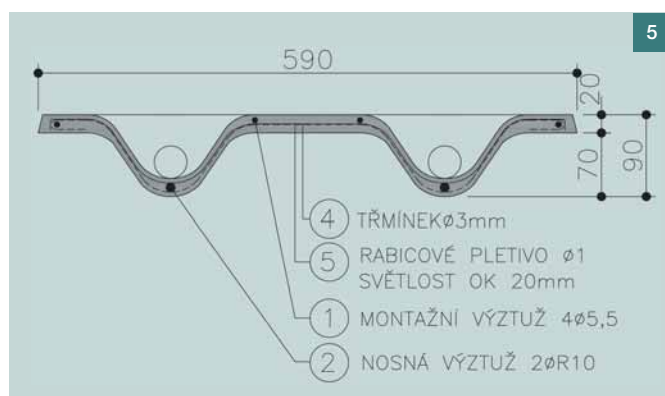
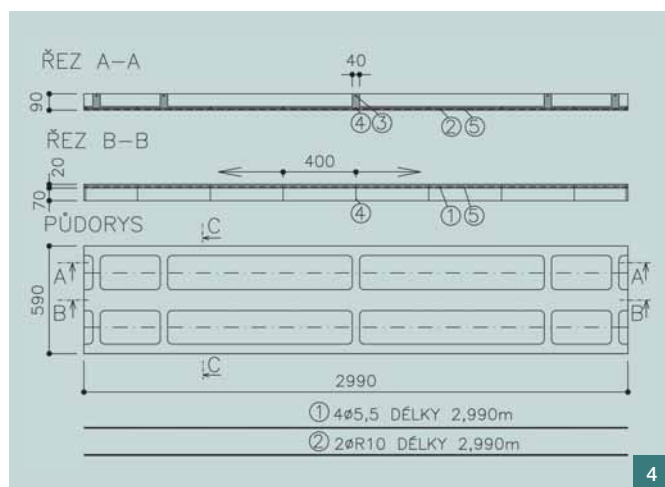
Obr. 1 Pohled na spodní líc střešní konstrukci z „Čiževského desek“ ■ Fig. 1 View of the soffit of a roof structure from „the Čiževský slabs“

Obr. 2 Detail uložení desek na vazník ■ Fig. 2 Detail of the placing of slabs on the roof girder

Obr. 3 Místní narušení desek ■ Fig. 3 Local failure of the slabs

Tab. 1 Rozměrové a statické údaje, [4] ■ Tab. 1 Dimensions and static data [4]

Objem [m ³]	Druh betonu	Hmoty		Technické vlastnosti				Rozměry			Označení
		cement [kg]	ocel [kg]	q_{dov} [kg/m]	M_b [kgm]	váha [kg]	světlost [mm]	L [mm]	H [mm]	B [mm]	
0,031	170	7,44	5,25	178	145	77	2 300	2 390	90	590	SZD 1a-240
0,038	170	9,12	6,5	100	145	95	2 900	2 990	90	590	SZD 1a-300



Obr. 4 Půdorys a podélný řez „Čiževského desky“ ■ Fig. 4 Ground plan and longitudinal section of „the Čiževský slab“

Obr. 5 Příčný řez deskou C-C s výztuží ■ Fig. 5 Cross-section of „the Čiževský slab“ with reinforcement

še prvku vyztužen sítovinou z jemných drátků $\varnothing 1$ mm, s oky 20 x 20 mm. Nosná výztuž byla provedena z hladké betonářské výztuže jakosti 10 002 (A) – pruty $\varnothing 3$ mm a $\varnothing 5,5$ mm, dále rovněž z betonářské výztuže typu Roxor 10512 (profily s příčnými žebírky $\varnothing 10$ mm), které byly uloženy pouze v dolní vlně prvku (celkem dva kusy na prvek, obr. 4 a 5).

Zabudovaná výztuž má nyní obvykle lehce narezlý povrch (zjišťováno sondami, většinou v místech viditelného děletrvajícího zatékání přes střešní plášť, kde nátěr spodního líce bývá viditelně poškozen a samovolně se loupe), takže ji lze hodnotit jako korozi nejnižšího stupně bez vlivu na oslabení průřezu zabudované výztuže. Vlastní beton bývá v místech zatékání poškozen činností mrazu a vody (při otírání povrchu se většinou lehce drolí).

Jak bylo uvedeno, bývá spodní líc střešních vlnitých desek opatřeno ochranným nátěrem. I přes nátěr lze většinou objevit lokálně ohraničená malá místa s mezerovitým jemnozrným betonem, kde lze spatřit výztuž desek. Krytí zabudované výztuže je velmi nízké (vlnité desky mají tloušťku 10 až 20 mm, resp. v případě dolních vln až 40 mm). Na problematických místech (zejména u nátěrů poškozených dlouhodobým zatékáním) je obnažena prutová betonářská výztuž ve spodních vlnách desek.

Pro ověření stupně alkalické ochrany se obvykle odebere vzorek betonu a podrobí se karbonatačním zkouškám. Při kvalifikaci podle [6] se jedná o III. etapu karbonatace se značně pokročilou degradací alkalické struktury betonu vlivem působení oxidu uhličitého (v této etapě může již docházet k mírnému poklesu fyzikálně mechanických charakteristik betonu způsobených změnami jeho mikrostruktury, zejména ale není zaručena pasivace výztuže vůči korozi). Veškeré zabudované výztužné betonářské pruty tedy nemají zaručenu ochranu proti korozi, protože karbonatace použitého jemnozrného betonu (spíše cementové malty) prostupuje celým průřezem (tloušťkou) betonové desky. Nosná betonářská výztuž proto není chráněna proti korozi.

ULOŽENÍ DESEK

Střešní desky bývaly obvykle ukládány na horní pásy nosné konstrukce nasucho, často s nedostatečnou délkou uložení (20 až 30 mm). V těchto případech je místním namáháním betonu překročena výpočtová pevnost v prostém tahu. Lze konstatovat, že se na přenosu sil podílí obvykle i vnější výplň vln desek jemnozrnou cementovou maltou. Desky bývají viditelně prohnuty, což v poměru k jejich účinné výšce způsobuje další nepříznivá tahová membránová namáhání v betonu. Dokonce bylo zjištěno, že okraje prvku střešní desky

zkoumání zjištěna místa s rozdrčeným nebo popraskaným betonem a vyčnívající výztuží. Porůznu byla v těchto místech pozorována síťová výztuž desek, napadená korozi. Výztuž bylo možné rukou snadno přihýbat nebo odlupovat. Vše bývá obvykle prolito cementovým mlékem z nedokonalé provedení styků, které alespoň z části zabraňuje větší korozi.

Lze konstatovat, že „Čiževského desky“ bývají viditelně prohnuté o cca 20 až 30 mm. Je možné na nich nalézt místa s horším (poměrně měkkým) betonem a s prohlubeninami (průměru 20 až 60 mm, kde beton odpadá a zůstává viset na síťové výztuži) a lze se jimi snadno dostat (pomocí testovacího bodce) až do nadbetonovaného lehkého betonu či do krytiny. Na řadě míst bývá beton v poli narušen drcením. Z pohledu desek opakovaně odpadá nátěr podhledu – obvykle se zjistí, že vrstvy nátěru byly prováděny stále jedna na druhou – což je důvodem, proč řada závad není po několikátém přetření patrná.

ZKOUŠKY DESEK

Protože se jedná o velmi tenké konstrukce, nelze provádět nedestruktivní zjišťování pevnosti normovými metodami, a jejich pevnost bývá stanovována pouze jako orientační, a to vrypem. Z testů plyne, že pevnost použitého betonu (vzhledem k tenkostěnnosti prvku velmi jemnozrného) obvykle odpovídá deklarované značce, tj. betonu tehdejší zn. 170. Z výkresů a zkoušek prvků lze zjistit, že jemnozrný beton byl v plo-

Literatura:

- [1] Adresář zemského hlavního města Brna, 1948
- [2] Bažant Z.: Problémy s tzv. Čiževského deskami. Přednášky z montovaných staveb, ÚBZK VUT FAST Brno, 2008
- [3] Zich M., Bažant Z.: Zpráva o stavu objektů 1. až 4. výrobního závodu v Bohumíně, Znalecké vyjádření, únor 2007
- [4] Dílce železobetonové a z předpjatého betonu a z lehkých hmot, katalog stavebních prefabrikátů 1961–1965, publikace VÚSV č. 187, Praha, 1960
- [5] Vlnitá střešní deska, výkres tvaru a výztuže desek, Ústav prefabrikace Brno
- [6] Matoušek M., Drochytka R.: Atmosférická koroze betonů, Informační kancelář pro stavebnictví, Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků, ISBN 80-902558-0-9, Praha, 1998

místo od místa byly výrazně zdeformovány, pravděpodobně bodovým zatížením při montáži, respektive při betonáži mezi vlnami desek.

Někdy byl styk vazníku s deskami řešen u horního líce pásky kotevními smyčkami z Roxoru Ø 6,5 mm. Smyčky vyčnívaly mezi čely desek a měly být zabetonovány ve zmonolitňující vrstvě. Ve skutečnosti však bývaly smyčky nahrazovány malými a nízkými oky, která většinou nebyvala zakotvena zabetonováním ve spárách mezi deskami, ale převážně vyčnívala pod vlny těchto desek. Dokonce byla často nalezena oka ohnutá pod střešní desky, nebo nedosahující až nad povrch desek, tedy nebyla zabetonována. Zálivka mezi podélnými i příčnými spárami bývala obvykle nevhodně provedena, beton bylo možné poměrně snadno od střešních desek odloupnout rukou, nebo s malým úsilím pomocí jednoduchého ručního nářadí.

ZÁVĚR

Nosná konstrukce střešního pláště z „Čiževského vlnitých prefabrikovaných desek“ již dožila. Celková spolehlivost těchto desek neodpovídá požadavkům kladeným na dnešní betonové konstrukce, protože není zaručena jejich dlouhodobá životnost (ochrana zabudované výztuže) a statická spolehlivost (únosnost v nedostatečném uložení apod.).

Lze shrnout, že **každá plošná konstrukce střešního pláště z „Čiževského desek“ se nachází ve stavu blízkém možnému poškození majetku, zdraví či dokonce ztrátě života osob v objektu pracujících, nebo jej pouze navštěvujících. Bez zásadní opravy, tj. bez výměny střešního pláště, nelze objekt s těmito prvky střešní konstrukce provozovat.**

Uvedené výsledky byly získány též za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím MPO ČR v rámci projektu FI-IM5/128 „Progresivní konstrukce z vysokohodnotného betonu“ a za finančního příspěví MŠMT ČR, projekt 1M0579, v rámci činnosti výzkumného centra CIDEAS.

Doc. Ing. Zdeněk Bažant, CSc.
tel.: 541 147 862
e-mail: bažant.m@fce.vutbr.cz



Ing. Miloš Zich, Ph.D.
tel.: 541 147 860
e-mail: zich.m@fce.vutbr.cz



oba: ÚBZK FAST VUT v Brně
Veveří 95, 662 37 Brno

BÍLÝ BETONOVÝ KVĚTINÁČ

Velký bílý květináč neobvyklého buclatého tvaru přepásaný obručemi z broušené oceli navrhnul akademický sochař Zbyněk Runczik.

Původně byl květináč tohoto tvaru navržen pro nádvoří rekonstruovaného paláce Desfoursů též Wimmerův nebo Porgesů z Porthelmu, dnes sídlo Pražské plynárenské (kolaudace v květnu 2002). V jeho tvarech se odráží renesanční a barokní prvky, které jsou na rekonstruovaných objektech kolem nádvoří přítomny (obr. 1). Pro realizaci několika stejných nádob na vzrostlou mobilní zeleň, které oživují nádvoří, pod kterým jsou nyní patrové garáže s automatickými zakladači, byl použit sklocementový kompozit béžové barvy. Po odformování byl povrch ještě ne zcela vytvrdlých prvků drásán ocelovým listem pily tak, aby získaly strukturu pískovcového kamene. Dnes jsou květináče na nádvoří již téměř skryty pod vzrostlou zelení, přesto se staly inspirací pro zkoušku využití sklocementu s obsahem TiO₂ na prvky městského mobiliáře (obr. 2).

Charakteristika materiálu – sklocementový kompozit

Sklocementový kompozit je betonová matrice zpevněná skleněným vláknem a stříkáním nanášená do forem.

Tato technologie je vhodná na všechny aplikace, kde je třeba docílit složitých tvarů a vysokých pevností materiálu. Materiál je vhodný především na výrobky fasádních prvků, obklady, římsy, portály, parapety ad., neboť vysoká pevnost a odolnost sklocementových skořepin a jejich nízká hmotnost umožňují jejich snadné ukotvení k podkladu. Tloušťky skořepin jsou nejčastěji od 10 do 15 mm a plošná hmotnost se pohybuje mezi 20 a 30 kg/m². Sklocement lze snadno probarvovat pigmenty, je nehořlavý a hygienicky nezávadný a je možné jej vyrobít z šedého i bílého cementu.

Uvedená technologie byla schválena památkáři k použití na památkově chráněných objektech. Stále častěji se také používá na vytváření uměleckých artefaktů i figurálních sochařských děl, např. sochy koní od MgA Moniky Havlíčkové, socha T. G. Masaryka sochaře Alberta Králíčka či artefakty profesora Jindřicha Zeithammela. Je též vhodný na doplňky městského mobiliáře, lavičky, květináče apod. Povrchovou strukturu lze vytvořit od sklovitého povrchu přes matný až po imitaci pískovce, protože se dobře probarvuje do hmoty.

Při použití šedých nebo bílých cementů s obsahem TiO₂ probíhá na povrchu sklocementových prvků za působení světla fotokatalytická reakce, jejímž výsledkem jsou samočisticí schopnosti povrchu prvku a současně měřitelné hodnoty snižování množství škodlivit v okolním vzduchu.

Výtvarný návrh, návrh kování	akad. sochař Zbyněk Runczik
Výroba formy a odlití objektu	AZ-sklocement, www.az-sklocement.cz
Dodavatel materiálu	Českomoravský cement, a. s., nástupnická společnost
Realizace	září 2011

Z podkladů AZ-sklocement a vyprávění ak. sochaře Zbyňka Runczika připravila Jana Margoldová

Obr. 1 Květináč se vzrostlou zelení na nádvoří v sídle Pražské plynárenské, foto: Zbyněk Runczik

Obr. 2 Květináč z bílého sklocementu s obsahem TiO₂, foto: Tomáš Malý

