

# KOMBINOVANÁ ŘEŠENÍ DRÁTKOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ VE SVĚTĚ ■ COMBINED SOLUTIONS OF FIBRE REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTIONS AROUND THE WORLD

Richard Wojnar

V řadě zemí po celém světě bylo realizováno množství projektů s kombinovanou výztuží. Kombinovanou výztuží se rozumí společné užití prutové výztuže a rozptýlené výztuže – ocelových vláken. Pro vysvětlení uvedeme několik příkladů, proč bylo použito kombinovaných řešení zesílení a jaký to mělo přínos a význam. Použitá ocelová vlákna byla posuzována z hlediska prvního nebo obou mezních stavů. ■ A variety of projects has been built with combined reinforcement in countries all over the world. A few examples shall be used to explain why combined reinforcement was used and what benefits and importance were achieved. Steel fibres were considered in either the serviceability state alone or in both the serviceability and ultimate limit states.



Stávající zkušenosti použité v kombinaci se zásadami a osvědčeními betonu o vysoké jakosti pomáhají vytvářet beton vyztužený ocelovými vlákny s mnohem vyšší životností. Zkrácení doby výstavby, alternativní stavební postupy, zjednodušené rozvržení výztuže, zvýšená trvanlivost a životnost při současném snižování nákladů a dopadů na životní prostředí jsou jen některé z výhod, které stojí za zvážení.

## BEZESPARÁ PRŮMYSLOVÁ PODLAHA

Pro průmyslovou podlahu manipulačního závodu – skladování kovového šrotu ve švýcarském Sant Gallenu byla navržena bezespará deska o rozměrech 100 × 40 m. Na konstrukci působí zatížení od uloženého kovového šrotu i od samotné ocelové konstrukce budovy. Opěrné zdi, ukotvené k desce, umožňují skladování šrotu do výšky přes 5 m. V úvahu bylo nutné vzít i silná rázová zatížení při manipulaci se šrotem.

Vzhledem k tomu, že betonáž desky byla prováděna ve venkovním prostředí mnohem dříve, než byla samotná stavba dokončena, bylo pravděpodobné, že v konstrukci bude docházet k deformačním prnutím vlivem teplotních rozdílů.

Deska byla plně vetknuta do základových pásů obvodových zdí. Dalo se předpokládat, že k deformacím způsobujícím trhliny dojde velmi brzy. Z důvodů životnosti byla požadována výpočtová-limitní šířka trhlin 0,2 mm.

Při posuzování celkových nákladů dal investor přednost kombinovanému řešení před tradiční variantou vyztuženého betonu. Ve výsledku byla realizována deska tloušťky 250 mm, třídy betonu C30/37, s podílem volných vláken Dramix® RC-65/60-BN ( $l = 60$  mm,  $d = 0,9$  mm) v objemu 30 kg/m<sup>3</sup> armovaná dvěma vrstvami stavební výztuže Ø12 mm v ras-tru 150 × 150 mm.

Kromě pozitivního účinku na omezenou šířku trhliny do 0,2 mm, vlákna také zajistila dostatečnou odolnost vůči rázům způsobeným manipulací s kovovým odpadem. Kombinací drátkobetonu a stavební výztuže bylo dosaženo konstrukce podlahy s daleko vyšší životností ve srovnání s tradičním řešením, např. s dvojitou vrstvou sítí apod.

## ZÁKLADOVÝ ROŠT

V soudní budově Södertörn ve švédském Flemmingsbergu bylo rovněž použito kombinované řešení výztuže pro zesílení nosné základové desky (obr. 1).

Deska tloušťky 600 mm měla nepravidelné dno a byla založena na skalnatém podloží, kamenné drti a na pilotách. Tlaku spodní vody v hodnotě 15 kN/m<sup>2</sup> vzdorovala deska svou vlastní hmotností. Smršťovací trhliny byly zajištěny vrstvou výztužných tyčí o Ø10 mm ve vzdálenostech 100 mm od sebe a dávkováním 40 kg/m<sup>3</sup> lepených vláken Dramix® RC-80/60-BN ( $l = 60$  mm,  $d = 0,75$  mm).

Jelikož se vzal do úvahy i účinek vláken pro II. mezní stav, dodatečná výztuž byla využita pouze lokálně, zejména na dně, kde byly umístěny nosné sloupce budovy. Čerpání ani uložení betonu nepředstavovalo žádný problém, čemuž přispěla především receptura betonu. Zredukováním a zjednodušením systému vyztužení byla zkrácena doba výstavby, a to vedlo k výrazným úsporám v dodávce spodní stavby.

Výpočtová šířka trhlin byla stanovena na 0,2 mm. Přestože deska má poměrně velké rozměry, 32 × 30 m, nebyly ani půl roku po dokončení zjištěny žádné trhliny přesahující konstrukční a limitní požadavky.

## SLOUPY VÝŠKOVÝCH BUDOV

Nová 276 m vysoká věž CCTV (China Central Television) v Pekingu v Číně je velmi impozantním příkladem dnešních architektonických a inženýrských představ (obr. 2). Obě části věže umístěné na úhlopříčných rozích obdélníkové základny byly navrženy se sklonem. Tímto projekčním řešením měly být kompenzovány deformace vznikající z horních konzolových pater, která se spojovala nad dalším rohem obdélníkové základny. Protože už během stavební fáze, ještě před spojením obou konzol, byla očekávána výrazná deformace hlavních nosných sloupů, byly použity velmi silné průměry tyčové výztuže, které vytvořily těžké, konstrukčně – nosné ocelové ztužující jádro (obr. 3).

Kromě vychýlení se navíc očekávala dodatečná napětí

2



Obr. 1 Rošt založený na skalním podloží, kamenné drti a pilotách ■ Fig. 1 Raft flunder on rock, crushed rock and piles

Obr. 2 Věž CCTV (model) ■ Fig. 2 CCTV tower (modell)

Obr. 3 Detail výztuže sloupu ■ Fig. 3 Column reinforcement detail

Obr. 4 Skořepina po dokončení ■ Fig. 4 Shell after completing



od smršnění betonu, z důvodu silných ztužujících prvků. Byl použit samozhutňující beton, splňující přísné technologické požadavky, k němuž bylo přidáno  $25 \text{ kg/m}^3$  lepených vláken Dramix® RC-65/35-BN ( $l = 35 \text{ mm}$ ,  $d = 0,55 \text{ mm}$ ) ve shodě s inženýrsko-technickým posudkem, který stanovil limitní hodnoty trhlin a garantoval tak jejich plnou kontrolu.

Vzhledem k omezené znalosti účinků betonu s ocelovými vlákny na vzpěr jsou u takto konstrukčně náročných konstrukcí sloupů stále častěji doporučována kombinovaná řešení vyztužování (ocelová vlákna spolu s tyčovou výztuží a třímínky). XXIX. letní olympijské hry, které se konaly v čínském Pekingu, byly vysílány právě z této budovy.

### SKOŘEPINOVÁ KONSTRUKCE

Kombinované řešení bylo použito také pro tenkou skořepinovou konstrukci Oceánografického parku ve španělské Valencii (obr. 4). S ohledem na zakřivení konstrukce a její omezenou tloušťku 60 až 120 mm bylo velice obtížné instalovat složitou tradiční výztuž přesně a zároveň bezpečně. Proto byly použity tyče o max.  $\varnothing 8 \text{ mm}$ , které byly navrženy vzhledem k požadovanému betonovému povrchu, ale také s ohledem na manipulaci v místech největších ohybů v úžlabí skořepiny. Jelikož se výztuž musela umístit blízko nebo dokonce do neutrální osy profilu, byla vzata do úvahy také pevnost betonu v tahu po vzniku trhliny pro II. mezní stav.

Zde bylo použito  $50 \text{ kg/m}^3$  lepených vláken Dramix® RC-80/35-BN ( $l = 35 \text{ mm}$ ,  $d = 0,45 \text{ mm}$ ) a jedna vrstva výztuže prutů  $\varnothing 8 \text{ mm}$  po 150 mm. Použité řešení zaručuje dostatečnou pevnost, únosnost a životnost konstrukce, estetičnost a kreativitu nevyjímaje.

### VÝHLED

Inženýři, projektanti i architekti mají dnes plné oprávnění čelit novým výzvám při navrhování zajímavých a nestandardních staveb s využitím ocelových vláken a tradičních stavebních technologických postupů při vyztužování. Kombinovaná řešení s ocelovými vlákny dlouhodobě posouvají funkčnost a životnost tohoto druhu staveb daleko za hranice současných záruk na hotové dílo. Beton s ocelovými vlákny vyžaduje zvláštní znalosti, zkušenosti, odpovídající prostředky a inženýrskou připravenost.

Ing. Richard Wojnar  
Bekaert Petrovice, s. r. o.  
Petrovice 595

735 72 Petrovice u Karviné  
tel.: 596 392 106, fax: 596 392 127  
e-mail: richard.wojnar@bekaert.com  
www.bekaert.com

