

PLOVOUCÍ OSTRŮVEK ■ FLOATING ISLAND

Jan Vodička, Vladimír Veselý,
Iva Broukalová, Karel Lorek

Článek popisuje použití vláknobetonu pro výrobu netradičního betonového výrobku – plovoucí betonové plošiny. V článku je uveden stručný postup technického řešení od prvního nápadu, přes návrh a testy vhodného betonu, řešení technologie výroby prvku, výrobu prototypu a jeho umístění ve vodě na vybraném jezeru. ■ The article describes usage of fibre-concrete in the construction of a floating concrete platform. A brief description of the technical solution, the original idea, the process of designing of the island, tests aiming to finding the proper type of concrete, the production technology, the prototype island and its placement on the chosen lake are presented in the article.

Použití vláknobetonu může být vzhledem k jeho vysoké schopnosti přenášet napětí v tahu výhodné v prvcích netradičních tvarů, v prvcích tenkostěnných, kde nelze použít klasickou výztuž s ohledem na požadovanou tloušťku krycí vrstvy, nebo například v prvcích se zvýšenými požadavky na odolnost betonu proti vlivům vnějšího prostředí.

Jedním z možných příkladů použití vláknobetonu na neobvyklou konstrukci je realizace prvku pro plovoucí vláknobetonové plošiny, vhodné např. pro ostrůvky.

NÁPAD

Společnost Českomoravský štěrk, a. s., dlouhodobě a systematicky pracuje na odstraňování či zmírňování dopadů těžby kameniva na životní prostředí. Jedním z mnoha již realizovaných projektů je projekt plovoucích ostrůvků pro silně ohrožený druh ptáka – rybáka obecného. Od roku 2007 bylo v oblasti Tovačova zřízeno několik takových ostrůvků a podařilo se tak poskytnout hnízdiště pro pět párů rybáků, kteří už vyvedli dvanáct mláďat. Ostrůvky byly původně jednoduché dřevěné konstrukce (obr. 1).

Souběžně probíhá již několik let řešení grantového projektu MPO ČR „Rozvoj technologie, materiálových modelů, návrhových metod a aplikací vláknobetonu“, při kterém byla ve spolupráci Katedry betonových a zděných konstrukcí Stavební fakulty ČVUT v Praze a společnosti Betotech, s. r. o., řešena také problematika náhrady betonářské výztuže při výrobě betonových trub vláknobetonem a otázky interpretace výsledků jejich zkušebních metod. Vzhledem k tomu, že uvedené subjekty propojují dlouhodobé kontakty, vznikla myšlenka vyrobit vhodný plovoucí ostrůvek pro ohrožený ptačí druh z trvanlivého a odolného materiálu – betonu, který navíc vzniká z materiálu v první fázi z přírody vytěženého.

REALIZACE PROJEKTU

Realizace projektu byla rozdělena do dílčích etap :

- návrh konstrukce a tvaru ostrůvku, specifikace požadavků na beton
- návrh složení vhodného betonu a jeho zkoušky
- návrh technologie výroby a výroba prototypu
- zkouška výrobku v praxi

Návrh konstrukce a tvaru ostrůvku

Návrh tvaru a rozměrů ostrůvku musel zohlednit více požadavků. Především musí plošina plavat ve stabilní poloze. Vzhledem k předpokládané výrobě většího počtu ostrův-

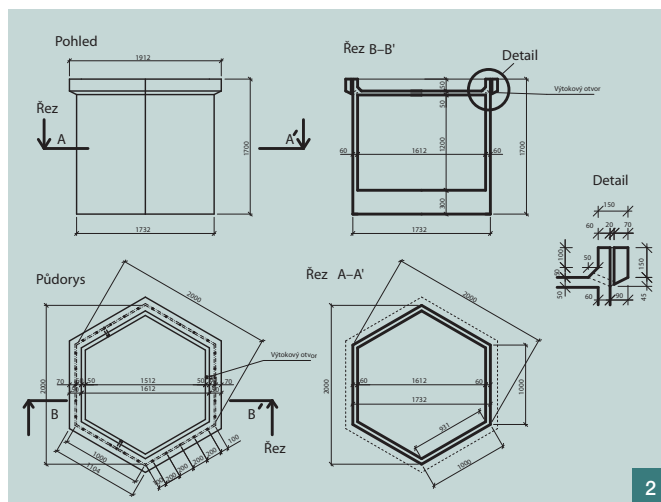


1

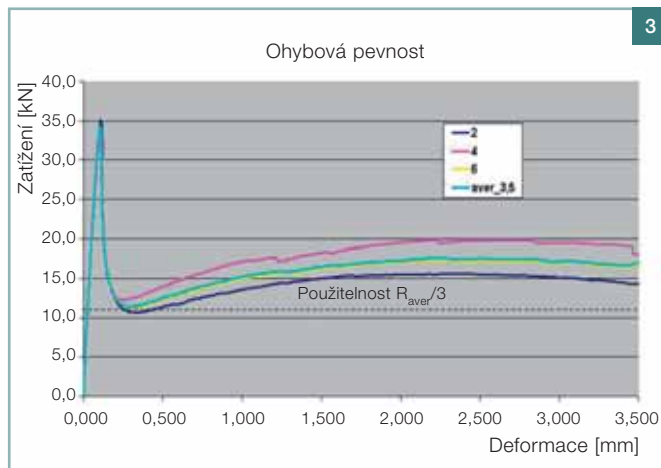
ků bylo třeba myslet na vyrobiteľnosť a jednoduchost tvaru. Půdorysný tvar prvku byl odvozen z požadavku na spojování jednotlivých ostrůvků. Z ostrůvků tvaru pravidelného šestiúhelníku lze sestavit útvar připomínající včelí plástev.

Tvar v řezu byl určen na základě požadavků na zvýšený okraj horní desky, který by měl zadržovat štěrk, jímž bude ostrůvek nahoře částečně pokrytý. K této hmotnější horní části prvku bylo nutné vytvořit protiváhu tak, aby plošina plavala v požadované stabilní poloze.

Celkové rozměry a hmotnost plovoucí plošiny byly omezeny možnostmi převozu plošin na ložných plochách nákladních automobilů s vyloučením nadrozměrných nákladů



2



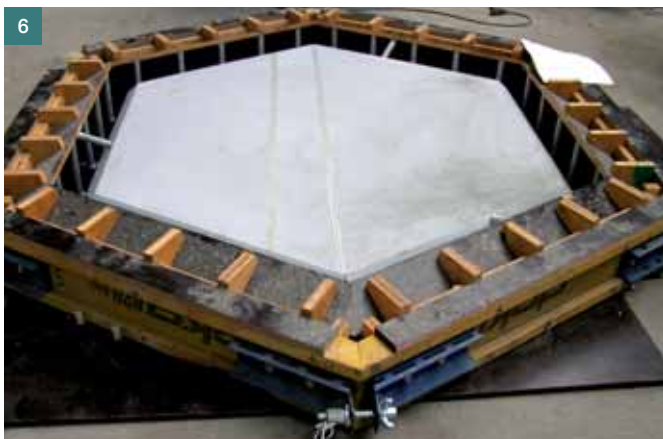
3



4



5



6



8



7



9

a transportem plošiny na vodní hladinu pomocí běžně dostupného jeřábu.

Výsledkem optimalizace rozměrů je prvek ve tvaru šestibokého hranolu o výšce cca 2 m vepsaný do kružnice o průměru 2 m, se stěnami tloušťky 60 mm a dnem tloušťky 300 mm, s vnitřní dutinou vyplněnou „jádre“ z polystyrenu (obr. 2).

Do stěn horní části jsou osazeny odvodňovací kanálky, aby z „horní paluby“ mohla voda volně odtékat. Do dna jsou osazeny transportní úchyty (plošina se vyrábí a transportuje v poloze dnem vzhůru). Úchyty po osazení na vodu slouží k ukotvení prvku na dno jezera.

Byla provedena analýza napjatosti prvku pro zatížení při transportu a zatížení tlakem vody na plovoucí plošiny. Výsledná napětí jsou menší než pevnosti navrženého vláknobetonu.

Obr. 1 Rybák obecný na plovoucím ostrůvku na jezeře u Tovačova ■ Fig. 1 Common tern (*Sterna hirundo*) on a floating island on the lake near Tovačov

Obr. 2 Výkres „Plovoucí betonový ostrůvek“ ■ Fig. 2 Draft of “the Floating concrete island”

Obr. 3 Pracovní diagram vláknobetonu síla – průhyb ■ Fig. 3 Fibre-concrete, strength – deflection diagram

Obr. 4 Bednění okrajového lemu ■ Fig. 4 Formwork of the bordering edge

Obr. 5 Bednění pláště ■ Fig. 5 Formwork of the casing

Obr. 6 Okrajový horní lem ■ Fig. 6 Upper bordering edge

Obr. 7 Osazení polystyrenového jádra ■ Fig. 7 Placing of the polystyrene core

Obr. 8 Osazování pláště ■ Fig. 8 Installation of the casing

Obr. 9 Pohled na odformovaný prefabrikát ■ Fig. 9 The precast element after the formwork was removed



Specifikace betonu, návrh jeho složení a výsledky zkoušek

Protože při návrhu výztuže betonového prvku popsané geometrie by bylo obtížné dodržet pravidla požadovaná normou (max. krytí výztuže cca 25 mm) a při výrobě by se beton nedal hutnit běžným způsobem, byla definována výchozí specifikace na požadovaný beton:

- C30/37, XF1, CI 0,4, D_{max} 8, F6 (velmi lehce zhutnitelný beton)
- odolnost proti průsaku tlakovou vodou 20 mm dle ČSN EN 12390-8
- beton vyztužený syntetickými vlákny

Návrhem složení čerstvého betonu a jeho testy se zabývala akreditovaná laboratoř. Výsledkem byl vzhledem k předpokládanému výrobnímu postupu „v obrácené poloze“ velmi lehce zhutnitelný vláknobeton „Easycrete“. Konečné složení betonu, které vyplynulo ze zkoušek několika variant návrhu čerstvého betonu, je uvedeno v tab. 1.

Ztvrdlý beton, vyrobený dle konečného návrhu receptu-

ry, vykazoval vyšší parametry, než byly původně požadovány (tab. 2).

Zkušební tělesa, trámce 150 x 150 x 700 mm, byla podrobena zkoušce pevnosti v tahu za ohybu dle [1] (obr. 3). Výsledný beton bylo možné zařadit podle PN ČMB 01-2008 [1] jako FC60/67, 2,2-1,2, XF1,0,4, D_{max} 8, F6.

Návrh technologie výroby a výroba prototypu

Technologie výroby prvku byla řešena v úzké spolupráci odborníky na návrh čerstvého betonu z akreditované laboratoře betonu, bednicí techniku a výrobu betonových prefabrikátů. Vzhledem k originalitě tvaru prvku, vysokým požadavkům na beton, přesnost výroby a možnou opakovatelnost byla pro výrobu zvolena dřevěná forma ze systémového bednění (obr. 4 a 5) a stálá výrobní prefabrikátů s moderním mísícím jádrem a s výrobou polystyrénových tvarovek.

Prvky byly vyráběny v obrácené poloze, dnem vzhůru tak, aby beton lépe zatekl do složitějších detailů okrajové-

Tab. 1 Složení vláknobetonu ■ Tab. 1 Fibre-concrete – composition

Složka	Popis / hodnota	Dávka [kg/m ³]
Cement	CEM I 42,5 R	400
Kamenivo	DTK frakce 0 / 4	958
	HTK frakce 4 / 8	631
Příměs	Mikrosilika kompakovaná	36
Voda celkem	(v/c = 0,48)	192
Superplastifikační přísada	PCE s dlouhou dobou udržení konzistence	9,98
Rozptýlená výtěž	Vysokomodulová plastová makrovlákna	5

Tab. 2 Výsledky zkoušek ztvrdlého betonu ■ Tab. 2 Hardened concrete – results of tests floating island

Zkouška	Min.	Max.	Průměr
Tlak 24 h [MPa]			1,5
Tlak 3 dny [MPa]	39,4	40,5	40
Tlak 7 dní [MPa]	53,3	54,6	54
Tlak 28 dní [MPa]	70	78	72,8
Tlak 90 dní [MPa]	72,5	81,4	76,4
Vodotěsnost 28 dní [mm]	6	11	8
Chl bez soli –150 cyklů* [g/m ²]	39,2	58,8	48,4
Tah za ohybu [MPa]	5,71	6,26	6,02
Příčný tah 7 dní [MPa]	5,6	5,95	5,75
Příčný tah 28 dní [MPa]	5,7	7,7	6,55
Statický modul pružnosti [GPa]	31,5	34	32,8

Obr. 10 Otáčení prvku ve vodě ■ Fig. 10 Turning the island in water

Obr. 11 Úprava vrstvy štěrku ■ Fig. 11 Adjustment of the aggregates layer

Obr. 12 Doprava ostrůvku na místo ■ Fig. 12 Transportation of the island to the final location

Obr. 13 Pohled na kotvení lana ■ Fig. 13 Anchoring ropes

Obr. 14 Párek rybáků na ostrůvku den po jeho ukotvení ■ Fig. 14 A pair of the common tern (Sterna hirundo) on the island just a day after the island was anchored

Obr. 15 Ostrůvky připravené k umístění na vodu ■ Fig. 15 Islands prepared for their placing on the lake

Literatura:

- [1] PN ČMB 01-2008 Vláknobeton (FC) – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

ho horního lemu a aby bylo možné vytvořit masivní dno. Nejprve byl ve výrobně zaformován okrajový horní lem (obr. 6) a po betonáži bylo do čerstvého betonu osazeno vlastní polystyrénové jádro (obr. 7). Následovala cca půldenní technologická přestávka, aby spodní vrstva betonu dostatečně zavadla a zatvrdla. Poté bylo osazeno bednění pláště (obr. 8) a prvek byl dobetonován. Výsledkem byl prefabrikát z kompaktního vláknobetonu o hmotnosti 3 500 kg (obr. 9).

Praktické ověření výrobku

Pro praktické ověření betonového ostrůvku bylo zvoleno jezero provozovny Tovačov patřící společnosti Českomoravský štěrk, a. s. Na jezero byly již dříve umístěny dřevěné ostrůvky, které jsou v současnosti osídlené populací rybáků obecných a je zde tedy možnost sledovat kladnou či zápornou reakci ptáků na nový prvek.

Po položení na vodu bylo třeba prvek otočit do správné polohy (obr. 10), odstranit vrchní polystyrénovou vložku

a nasypat na horní plochu ohraničenou zvýšeným lemem vrstvu těženého štěrku (obr. 11), na které rybáci obvykle hnízdí. Na závěr byl ostrůvek odvezen lodí na určené místo (obr. 12) a ukotven třemi kotvami (obr. 13).

ZÁVĚR

Návrh, výroba a úspěšná instalace prototypu plovoucího ostrůvku vedla k dohodě spolupracujících společností o výrobě a instalaci dalších prvků na vodě s cílem odzkoušet navržený systém spojování. Další čtyři dílce jsou již připravené k umístění na vodní hladinu (obr. 15), které je plánováno na jaro 2010.

Za úspěchem projektu stojí úzká, aktivní a tvůrčí spolupráce všech zúčastněných subjektů. Při závěrečném umístění prototypu na vodní plochu vyslovili zúčastnění naději, že na jaře 2010, v době zahánění rybáka obecného si některý z párů vybere právě „jejich“ vláknobetonový ostrůvek. Skutečnost však předčila očekávání – ostrůvek byl osídlen párem rybáků již den po spuštění na vodu (obr. 14).

Inicializace projektu a spolupráce při realizaci	Českomoravský štěrk, a. s.
Návrh a dokumentace prvku	Katedra betonových a zděných konstrukcí Stavební fakulty ČVUT v Praze
Návrh složení čerstvého betonu a jeho zkoušení	Betotech, s. r. o., laboratoř v Ostravě a následně v Berouně
Návrh a výroba bednění	Česká Doka bednicí technika, spol. s r. o.
Výroba betonových prvků	Betonika plus, s. r. o.

Příspěvek vznikl za podpory projektu MPO v programu Pokrok ev. č. 1H-PK2/17 „Rozvoj technologie, materiálových modelů, návrhových metod a aplikací vláknobetonu“.

Za úspěšnou realizaci náleží poděkování všem pracovníkům institucí a společností, kteří se na projektu podíleli: Katedra betonových a zděných konstrukcí FSV ČVUT Praha, Českomoravský štěrk, a. s., Betonika plus, s. r. o., Česká Doka bednicí technika, spol. s r. o., a Betotech, s. r. o.



Ing. Vladimír Veselý
Betotech, s. r. o.
Beroun 660, 266 01 Beroun
tel.: 311 644 063, fax: 311 644 010
e-mail: vladimir.vesely@cmcm.cz, www.betotech.cz

Doc. Ing. Jan Vodička, CSc.
e-mail: jan.vodicka@fsv.cvut.cz



Ing. Iva Broukalová, Ph.D.
e-mail: iva.broukalova@fsv.cvut.cz

oba: Katedra betonových a zděných konstrukcí
Stavební fakulta ČVUT v Praze
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
http://concrete.fsv.cvut.cz/

Ing. Karel Lorek
Českomoravský štěrk, a. s.
Mokrá 359, 664 04 Mokrá
tel.: 544 122 108, fax: 544 122 571
e-mail: karel.lorek@cmsterk.cz
www.heidelbergcement.cz/aggregates



Text článku byl posouzen odborným lektorem.