

Betonujeme svépomocí

145

profi
&hobby

Karel Kolář, Pavel Reiterman

Novodobé přísady
Zpracování
Technologie
Ošetřování

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umísťování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.





Copyright © Grada Publishing, a.s.

**Betonujeme
svépomocí**

Tato publikace vznikla za podpory projektu FRVŠ 1772 G1.

Karel Kolář, Pavel Reiterman

Betonujeme svépomocí

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

obchod@grada.cz, www.grada.cz

tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400

jako svou 4189. publikaci

Odpovědná redaktorka Jitka Hrubá

Sazba Vladimír Velička

Fotografie a kresby v textu z archivu autorů

Počet stran 112

První vydání, Praha 2010

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.

Recenze: prof. Ing. Tibor Ďurica, CSc.

© Grada Publishing, a.s., 2010

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2010

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

ISBN 978-80-247-3248-0 (tištěná verze)

ISBN 978-80-247-7473-2 (elektronická verze ve formátu PDF)

© Grada Publishing, a.s. 2012

Obsah

Předmluva.....	7
1 Úvod – historie betonu a cementu	8
2 Složení betonu.....	10
2.1 Rozdělení a druhy betonů	12
2.2 Návrh betonu	18
2.3 Výroba betonu.....	20
2.4 Zpracování, ukládání a ošetřování betonu	21
2.5 Mechanické vlastnosti betonu	24
2.6 Trvanlivost betonu	27
3 Složky cementového betonu	29
3.1 Cement	29
3.1.1 Složení, vlastnosti a druhy cementu	29
3.1.2 Hydratace cementu	37
3.2 Kamenivo	41
3.2.1 Hutné kamenivo	41
3.2.2 Pórovité kamenivo.....	43
3.3 Záměsová voda	44
3.3.1 Voda hydratační.....	45
3.3.2 Ošetřovací voda	45
3.3.3 Voda agresivní	47
3.4 Chemické přísady a příměsi	49
3.4.1 Plastifikační přísady	51
3.4.2 Regulátory tuhnutí a tvrdnutí.....	53
3.4.3 Provozdušňující přísady	54
3.4.4 Ostatní přísady	55
3.4.5 Příměsi	55
3.5 Výztuž v betonu	58
3.5.1 Betonové prvky vyztužené betonářskou ocelí.....	59

4	Návrh složení betonové směsi a mechanické vlastnosti betonu.....	68
4.1	Návrh složení	68
4.2	Mechanické vlastnosti betonu	76
5	Zpracování betonové směsi	79
6	Bednění	84
6.1	Savý bednicí plášť	84
6.2	Nesavý bednicí plášť	85
6.3	Separální prostředky	85
7	Vliv teploty	86
7.1	Betonování za nízkých a záporných teplot.....	87
7.2	Betonování za vyšších teplot.....	88
8	Druhy betonu pro svépomocné betonování.....	90
8.1	Hutné betony o pevnostech menších jak 25 MPa	91
8.2	Cementový (potěrový) beton.....	91
8.3	Hutné betony s pevností nad 25 MPa případně nad 45 MPa.....	92
8.4	Samozhutnitelné betony	93
8.5	Lehké betony.....	94
8.6	Vyztužené betony.....	96
8.7	Betony s kompenzovanými objemovými změnami.....	98
9	Trvanlivost a koroze betonu	99
9.1	Koroze I. typu	100
9.2	Koroze II. typu.....	101
9.3	Koroze III. typu	103
9.4	Degradace vláknité výztuže	108
	Použitá literatura.....	110
	Rejstřík	111

Předmluva

Betonování svépomocí je pradávnou lidskou činností, jejíž počátky lze datovat již do starověkého Egypta, či říše Římské. Na začátku třetího tisíciletí našeho letopočtu zůstává beton nejpoužívanějším stavebním materiálem, jehož dlouhodobé užité vlastnosti jsou tedy prověřeny více než třítisíciletými zkušenostmi lidské populace na naší planetě. V současné době navzdory rozsáhlému a rychlému pokroku ve výzkumu, vývoji a užití novodobých stavebních materiálů, které lze doslova „ušít na míru“ pro nejrůznější aplikace ve všech oblastech zajišťujících požadavky života na naší Zemi, bude i v budoucnosti díky surovinovým zdrojům naší planety tzv. silikátový beton tvořit základní stavební materiál pro převážnou většinu stavební činnosti, nevyjímaje tu domáckou kutilskou manufakturní.

Celková roční celosvětová spotřeba betonu se již po několik posledních let udržuje na hodnotě 6,5 mld. m³, což je dáno nejen jeho technickými možnostmi, ale i tím, že beton představuje z energetického hlediska nejvýhodnější stavební materiál. Uvážíme-li hodnotu průměrné spotřeby cementu na výrobu betonu v České republice ustálené v posledních letech okolo 4,5 mil. tun, vychází při uvažování průměrné dávky 350 kg na 1 m³ hotového betonu roční produkce betonu v naší republice téměř okolo 13 mil. m³ včetně domácí kutilské spotřeby, byť ta představuje jen malý zlomek této produkce. Cílem této publikace není obšírné zdokumentování „vědy v betonu“, ale přinést pro domáckou laickou veřejnost v co nejstručnější formě základní informace o betonu jednak z pohledu jeho přípravy v domácích podmínkách, v neposlední řadě orientaci ve výběru jeho základních složek (cementu, kameniva a vody), jednak ve formě výběru tzv. doplňkových složek (přísad, příměsí, vláknitých materiálů), které jsou v dnešní době dostupné i pro drobného stavebníka. Toto poznání pomůže i v domácích podmínkách vyrábět beton s novými vyššími užitnými parametry. Protože použití betonu má svá úskalí i při jeho dlouhodobé odolnosti vůči agresivitě atmosféry a zeminy, je závěrečná část této publikace zaměřena na stručný přehled současně známých korozivních (degradačních) mechanismů, které jeho trvanlivost dlouhodobě ovlivňují.

Beton ve své podstatě představuje umělý kámen, jehož historie sahá až do roku 3600 let př. n. l. První zmínky o tomto umělém kameni zaznamenal již Plinius st. o sloupu v egyptském labyrintu. Na přelomu letopočtu píše v knize „Deset kapitol o architektuře“ Marcus Vitruvius Pollio o použití betonu (malty) tvořeného směsí kameniva a pojiva, jehož základ tvořilo vápno a sopečný popel z Puzzolan, který po reakci s vodou v průběhu času spojoval hydraulickou cestou použité kamenivo v jeden celek. V době rozmachu Římské říše byl tento druh vápenatého betonu (přesněji řečeno betonu pojeného hydraulickým vápnem sopečného původu) hlavním stavivem používaným na zpevňování cest, stavby mostů a aquaduktů, jejichž zbytky jsou zachovány až do dnešní doby. Ojediněle byly betonové stavby zřejmě prováděny i ve starověku (Itálii a Řecku), po zániku Říma jsou další zmínky o použití betonu zaznamenány až z období první průmyslové revoluce v Anglii a Francii.

V roce 1796 byla v Anglii provedena Smeathonem oprava majáku v Edystonu, ale za přelom pro rozšíření betonu lze považovat vynález francouzského zahradníka J. Moniera, tzv. železový beton. V roce 1867 J. Monier výrobou zahradních květináčů a menších vodních nádrží vyztužených drátěnými sítěmi odstranil jednu z hlavních nevýhod betonu, tj. velký nepoměr mezi tlakovou a tahovou pevností, která bránila stavět z betonu konstrukce namáhané tahem a ohybem.

Práce dalších francouzských betonářů (J. L. Lambot v r. 1850 – betonový člun, Fr. Coignet 1852 – železobetonové střešní konstrukce obytných domů) umožnily rozšíření betonů i do dalších zemí (Anglie, Amerika, Německo). Velký rozmach železobetonových staveb nastává až po pařížské světové výstavě r. 1890.

V českých zemích byl vztah k betonu poněkud rezervovaný, a to zvláště po zřízení zkušebního mostního oblouku v Podolí u Prahy roku 1892, při kterém zahynul jeho autor Ing. Diss. V Čechách byla první práce o betonu vydána K. Herzánem r. 1904 s názvem „Beton a železo“, větší a rozsáhlejší práci o betonu je však práce F. Kloknera a Fiedlera z r. 1909 vydaná pod názvem „Vyztužený beton“.

Historicky rozsáhlé zkušenosti s používáním betonu jsou neodmyslitelně spojeny i s historií pojiv (vápno, cement), které vytvářely po smíchání s vodou toto stavivo. Nutno si uvědomit, že zkušenosti se získáním pojiv nejružnějšího původu předcházely všem betonářským aplikacím. Znalost výroby vzdušného vápna získaného pálením přírodního

všudypřítomného vápence umožňovala možnost vytvářet smícháním s vodou hmotu, která postupně nabývala pevnosti, vedla v případech pálení vápenců „znečištěných“ jilem k získání pojiv (cementů), kde se vedle vytvrzování hašeného vápna oxidem uhličitým na původní vápenec uplatňovala i přítomnost vypálených „nečistot“ obsahujících tzv. hydraulické oxidy křemíku, hliníku a železa. Tak byl objeven nový typ vytvrzovacího procesu, který dnes nazýváme hydraulickým. Tento proces hydraulického tuhnutí a tvrdnutí byl znám již ve starověku (Egypt, Řecko, Řím) a vedl k rozšíření použití tzv. hydraulických maltovin, které byly schopny vytvrzování i pod vodou. Pro úplnost nutno dodat, že k podstatnému rozšíření výroby tzv. hydraulického cementu došlo až v posledních dvou stoletích minulého tisíciletí, první patent byl v roce 1796 přiznán J. Parkerovi, a to za cement vyrobený z kentského vápence, který obsahoval vhodný obsah jílových složek. Jeho pálením v šachtových pecích, obdobných jako pro pálení vzdušného vápna, vznikl výrobek, který nazval „románským cementem“, neboť se svojí barvou podobal pojivu používanému starými Římany. Za skutečného vynálezce „portlandského cementu“ je však považován zedník J. Aspdin z Leedsu z hrabství portlandského v Anglii, který svůj patent přihlásil r. 1824.

Na našem území první pokusnou výrobu portlandského cementu uskutečnil F. Bárta v Hlubočepích roku 1860, první cementárna byla v roce 1865 založena v Bohosudově. Do konce devatenáctého století byly založeny další cementárny v okolí Prahy (1870 v Podolí, 1872 v Radotíně, 1898 v Čížkovicích, 1900 v Berouně), začátkem dvacátého století vznikly další cementárny (Brno – Maloměřice 1912, Štramberk 1913). V současné době je v naší republice v provozu celkem pět cementáren (dvě na Moravě – Hranice a Mokrá u Brna, tři v Čechách – Prachovice, Radotín, Čížkovice).

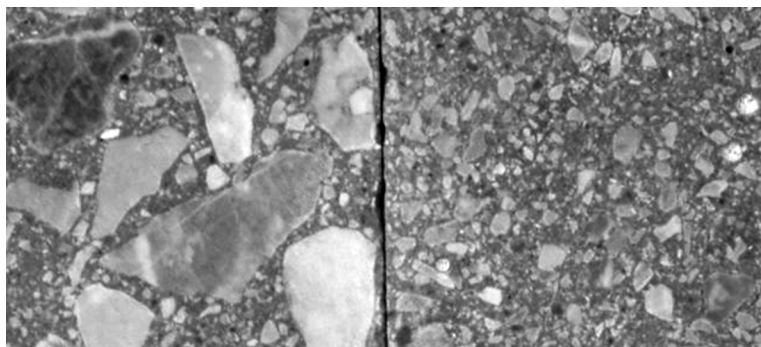
2[®] Složení betonu

Z obecného pohledu máme pod pojmem beton na mysli umělé stavivo složené ze směsi drobného a hrubého kameniva (plniva), pojiva, vody a případně přísad a příměsí upravujících jeho některé vlastnosti. Podle druhu použitého pojiva se získávají různé druhy betonu, např. cementový beton, vápenatý beton, sádrový beton (sádrobeton), asfaltový beton (asfaltobeton), beton s makromolekulárním pojivem (plastbeton), případně i další.

Společným promícháním všech nutných složek se získaná směs dopravuje na místo uložení (např. do pevných forem nebo bednění) a po případném ztuhnutí, které zajišťuje i kvalitní vyplnění formy či bednění, vznikne po zatuhnutí výrobek přesného tvaru. V následujícím procesu tvrdnutí nabývá požadované pevnosti a dalších vlastností.

V drtivé většině případů se pod pojmem beton rozumí beton cementový, jehož pojivem je tzv. silikátový cement, který je vzhledem k výrobním nákladům nejrozšířenější pro jeho výrobu. Beton zastává funkci zdiva nosného i výplňového, kdy vlastně dochází ke zpevnění hrubého kusovitého kameniva maltou tvořenou pojivem a jemným kamenivem.

Z materiálového hlediska představují betony a malty nejpoužívanější kompozitní materiály tvořené tzv. maticí (zatvrdlým pojivem) jak na bázi anorganické, tak organické, vytvrzované podle svého složení (hydraulicky, teplem, vysycháním a apod.). Funkci



Obr. 1 Rozdíl ve vnitřní makrostruktuře betonu (vlevo) a malt (vpravo)