

DRÁTKOBETON PRO KONSTRUKČNÍ ÚČELY | FIBRE REINFORCED CONCRETE IN STRUCTURAL APPLICATIONS

Steven Pouillon

Použití drátkobetonu v konstrukcích se liší od dosud nejběžnějšího využití drátkobetonu v průmyslových podlahách. Příkladem konstrukčního využití drátkobetonu jsou základové desky, v nichž jsou drátky hlavní nebo doplňkovou výztuží, která přenáší ohybové momenty a smykové namáhání. V kombinaci s konvenční výztuží ocelová vlákna rovněž velmi účinně omezují šířku trhlin. Příspěvek drátků lze počítat podle různých předpisů a směrnic, např. podle DAfStb [1], německé směrnice na úrovni zákonného předpisu, která doplňuje normu DIN EN 1992-1-1/NA [2], tj. německou národní přílohu normy Eurokód 2 – EN 1992-1-1, o požadavky pro drátkobeton. Použití ocelových vláken vede ke značnému omezení množství tradiční výztuže a k optimalizaci výstavby. Článek popisuje výhody takové konstrukce a podrobně vysvětluje konstrukční principy s odvoláním na některé evropské vzorové projekty, např. rozšíření závodu Carl Zeiss AG v Oberkochen v Německu [3] a stavbu skladů s opláštěnou regálovou konstrukcí (mrazíren) firmy Crop's v Ooigemu v Belgii. ■ *Structural steel fibre reinforced concrete (SFRC) applications differ mainly from well-known fibre applications like industrial floors by the more constructive aspect of these. Foundation slabs are an example of such a structural fibre reinforced concrete application, in which steel fibres are the main or the complementary reinforcement to take up bending moments and the shear stresses. In combination with conventional reinforcement, steel fibres are also very effective to control the crack width. The steel fibre contribution can be calculated following different codes and guidelines, like the DAfStb-Richtlinie [1], which is a guideline at code level in Germany (The DAfStb-Richtlinie adds the required rules for SFRC to DIN EN 1992-1-1/NA [2], which is the German national annex of the Eurocode 2 – EN 1992-1-1). The use of steel fibres leads to a significant reduction of traditional reinforcement and an optimization of the building process. The advantages of this construction method and the basis of design are explained in detail with reference to some European example projects, like the extension of the Carl Zeiss AG factory in Oberkochen (Germany) [3] and the Crop's Clad Rack construction (Freezer type) in Ooigem (Belgium).*

Drátky mají v současnosti stále širší využití jako hlavní i doplňková výztuž do betonu. K známým a běžně používaným způsobům využití patří např. průmyslové podlahy na terénu, stabilizační tunelová ostění ze stříkaného betonu a prefabrikované kanalizační trouby. V oblasti be-

tonových základů, nepropustných desek a průmyslových podlah na pilotách došlo v nedávné době k novému vývoji.

Tento vývoj je regulován a podporován různými návrhovými směrnici, normami a předpisy, které byly vydány v posledních letech. Evropský výbor pro normalizaci (CEN) v současnosti reviduje evropské normy pro navrhování včetně normy EN 1992-1-1, které zatím obsahují návrh betonových konstrukcí. Na základě nedávno dokončené modelové normy Model Code 2010 a již zavedené německé směrnice DAfStb, která je součástí normy DIN EN 1992-1-1/NA, bude drátkobeton (s velkou pravděpodobností) v připravované verzi Eurokódu 2 zahrnut jako konstrukční materiál.

V článku je popsána směrnice DAfStb (vydání DIN), která od března 2011 doplňuje schválenou přílohu k německé národní normě EN 1992-1-1 obsahující konstrukční pravidla pro navrhování konstrukcí z drátkobetonu, a metody uvedené v této normě.

TREND: KVALITA, CERTIFIKACE, NORMALIZACE

Drátkobeton byl v posledních 40 letech předmětem mnoha výzkumů. Spolu s rozšiřováním poznatků se postupně rozvíjely i návody a normy.

Počátkem 80. let byly pro zkoušení drátkobetonu v platnosti a široce používány normy JSCE-SF4 a ASTM C1018. Tyto normy – dodnes aktuální – popisují, jak při zkouškách stanovit chování materiálu v ohybaném prvku. V ohybové zkoušce je zatěžován drátkobetonový trámek, dokud se nevytvoří trhлина s definovaným otevřením. Chování se vyjadřuje jako graf závislosti síla–průhyb a představuje energii disipovanou v průběhu zkoušky. Z grafu se odvozuje ekvivalentní napětí po vzniku trhliny. Mnoho evropských zemí podle těchto průkopnických norem vyvinulo své vlastní národní normy. V současnosti se v Evropě i mimo Evropu nejvíce využívá EN 14651. Chování drátkobetonu se popisuje přímo jako napětí po vzniku trhliny na trámci se zářezem. Zářez ve středu trámce se provádí proto, aby se trhлина vytvořila v předem definovaném místě.

V roce 1995 vyšla první směrnice pro navrhování „Dramix Design Guideline“ (směrnice Dramix pro projektanty), která obsahuje první pravidla pro na-

vrhování drátkobetonových konstrukcí. Směrnice je výsledkem spolupráce mezi firmou N. V. Bekaert S.A, belgickými univerzitami KULeuven a UGent a Belgickým institutem pro výzkum ve stavebnictví WTCB a stala se základem pro některé národní návrhové směrnice.

Podrobnější průzkum byl proveden skupinou mezinárodních univerzit seskupených pod hlavičkou RILEM (RILEM TC162-TDF, 2003 – doporučení Technické komise 162). Tato spolupráce vyústila v přípravu doporučení pro zkoušení a navrhování. Byl vypracován uspořádaný přístup – charakteristika materiálu, chování, konstitutivní zákony – ustanovený na základě teorie a experimentů.

V roce 2008 také ACI (American Concrete Institute) přiznal v normě vláknům statickou funkci pro přenášení posouvajících sil v betonovém prvku.

Různé země (např. Německo, Švédsko, Itálie) již vydaly národní směrnice nebo normy, často jako přílohu EN 1992-1-1.

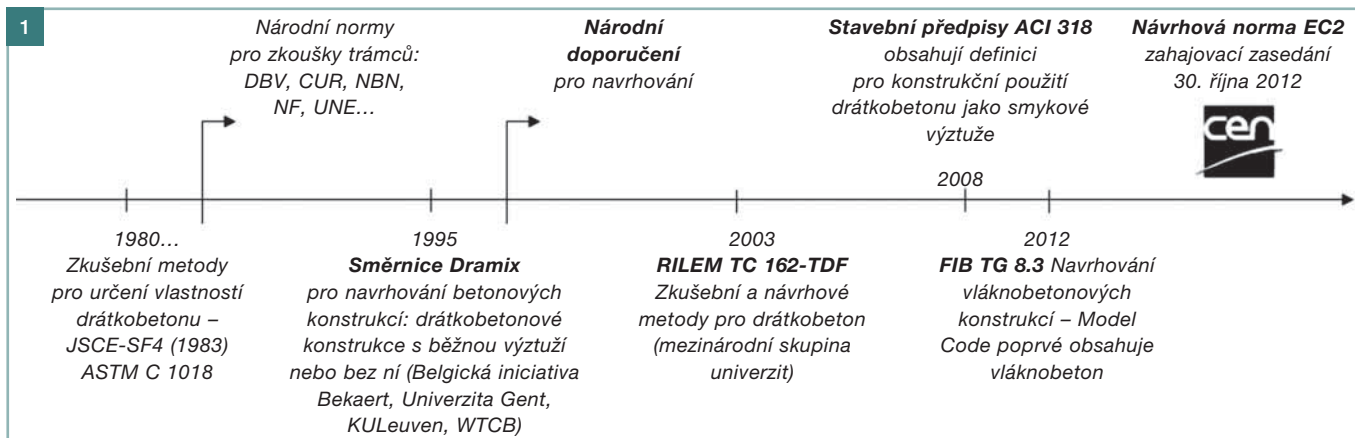
Novým mezníkem bylo vydání konečné verze Model Code 2010 v roce 2014. Do této v současné době platné směrnice je navrhování drátkobetonu plně začleněno. Vydání směrnice bylo podnětem pro zahájení činnosti pracovní skupiny TC 250/SC2/WG1/TG2 (CEN), která se zabývá integrací drátkobetonu do budoucí verze normy EN 1992-1-1. Model Code a směrnice DAfStb slouží jako zdrojové předpisy.

SMĚRNICE PRO DRÁTKOBETON DAFSTB-RICHTLINIE

V březnu 2011 byla schválena směrnice DAfStb-Richtlinie (verze 2010), která uvádí pravidla pro navrhování, kontrolu kvality a provádění drátkobetonových konstrukcí s tradičním vyztužením nebo bez něj. V současnosti je směrnice DAfStb-Richtlinie (verze 2012) předložena Evropské komisi a může být používána jako dodatek k platným evropským normám pro beton jako DIN EN 206-1, betonové konstrukce DIN EN 1992-1-1/NA a provádění DIN EN 13670 ve shodě s německými národními přílohami.

Směrnice DAfStb-Richtlinie má tři části:

- Část 1: Návrh a posouzení,
- Část 2: Specifikace, vlastnosti, realizace a shoda,
- Část 3: Provádění.



Směrnice zahrnuje návrh a posouzení drátkobetonových konstrukcí s konvenční výztuží nebo bez ní pro třídy betonu až po C50/60. Jsou požadovány konstrukční drátky se spolehlivým mechanickým kotvením podle EN 14889-1, aby nedocházelo k dotvarování vlivem špatné soudržnosti. Smějí být použity pouze ocelové drátky. Samozhutnitelný beton, stříkaný beton a lehký beton v předpisu zahrnutý nejsou. Směrnice DAfStb-Richtlinie se zaměřuje na konstrukční užití a má drobná omezení pro použití kombinovaného vyztužení v porovnání s konvenčně vyztuženým betonem.

Je důležité, aby konstrukce se zatížením větším než zatížení při vzniku první trhliny byly:

- hyperstatickými systémy (redistribuce vnitřních sil a momentů je možná),
- vyztužené kombinovanou výztuží nebo
- zatížené tlakovou silou.

Zatřídění drátkobetonu

Je obvyklé klasifikovat materiály podle některé jejich vlastnosti. Např. beton se zatřídí do pevnostních tříd (např. C30/37) na základě přesných zkoušek prováděných za určitých podmínek v kontrolovaném prostředí.

Drátkobeton se zatřídí na základě reziduální ohybové pevnosti určené na trémci. Při zkoušce v tahu za ohybu je zaznamenávána závislost zatěžovací síla – průhyb, z které se odvodí reziduální ohybové pevnosti pro předepsané průhyby $\delta_{L1} = 0,5$ mm a $\delta_{L2} = 3,5$ mm. Zatřídění (L1, L2) se provede podle charakteristických hodnot reziduálních ohybových pevností pro příslušné průhyby ze zkoušek minimálně šesti trámů.

Je třeba zdůraznit, že třídy klasifikují drátkobeton a nikoli pouze drátky. Beton a drátky spolupůsobí, společně a neoddelitelně ovlivňují vlastnosti materiálu. To se odráží ve způsobu značení drátkobetonu. Pro příklad:

C30/37–L1,2/0,9–XC1–WO,

kde C30/37 označuje třídu pevnosti v tlaku, L1,2/0,9 značí pevnostní třídu – L1,2 pro malé deformace (MSP) a L0,9 pro velké deformace (MSÚ), XC1 je třída prostředí a WO třída vlhkosti.

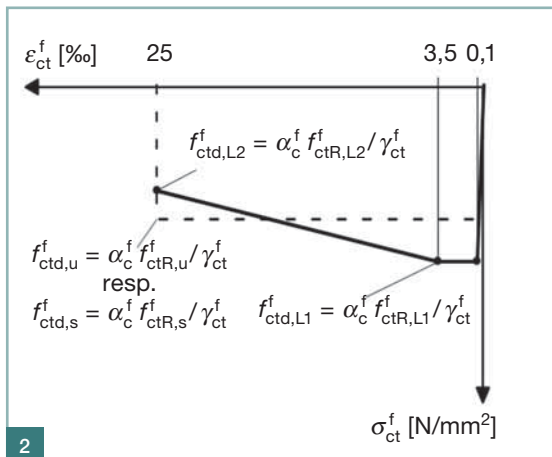
Z tříd L1 a L2 lze určit idealizovaný pracovní diagram drátkobetonu v tahu (§3.2), který je následně vstupem pro výpočet únosnosti průřezu a celé konstrukce na ohyb, smyk a protlačení v mezním stavu únosnosti (§3.3) a stanovení šířky trhliny v mezním stavu použitelnosti (§3.4).

Konstitutivní zákony

Konstitutivní zákony popisují závislost napětí–přetvoření (pracovní diagram) drátkobetonu v tahu pro návrh průřezu v MSÚ. Směrnice DAfStb-Richtlinie uvádí dva pracovní diagramy (bilinéární a trilineární). Poměr reziduálních pevností L2/L1 určuje, který pracovní diagram má/smí být použit. Na obr. 2 je zobrazen příklad trilineárního pracovního diagramu, který má být použit, je-li $L2/L1 > 0,7$.

Stanovení návrhové pevnosti $f_{ctd,L1}^f$ a $f_{ctd,L2}^f$ (resp. $f_{ctd,s}^f$ a $f_{ctd,u}^f$ pro bilinéární pracovní diagram) se provede vynásobením charakteristických pevností následujícími součiniteli:

- převodním součinitelem β pro převod ohybové pevnosti na pevnost v osovém tahu ($\beta = 0,25$ až $0,44$ v závislosti na poměru L2/L1 podle obr. P.1 [1]),
- součinitelem vlivu velikosti κ_G^f pro uvážení vlivu velikosti prvku na variační součinitel,
- součinitelem orientace drátků κ_F^f pro uvážení vlivu orientace vláken (např. pro desky vyráběné ve vodorovné poloze $\kappa_F^f = 1$ pro ohyb a tah),
- součinitelem času $\alpha_c^f = 0,85$ pro uvážení vlivu dlouhodobých účinků na reziduální tahovou pevnost drátkobetonu,



- dílčím součinitelem spolehlivosti $1/\gamma_{ct}^f = 1/1,25$.
Návrhová reziduální pevnost se stanoví podle vztahu:

$$f_{ctd}^f = \frac{\alpha_c^f \kappa_G^f \kappa_F^f \beta L}{\gamma_{ct}^f} \quad (1)$$

Odolnost v ohybu, ve smyku a v protlačení

Určení únosnosti v ohybu

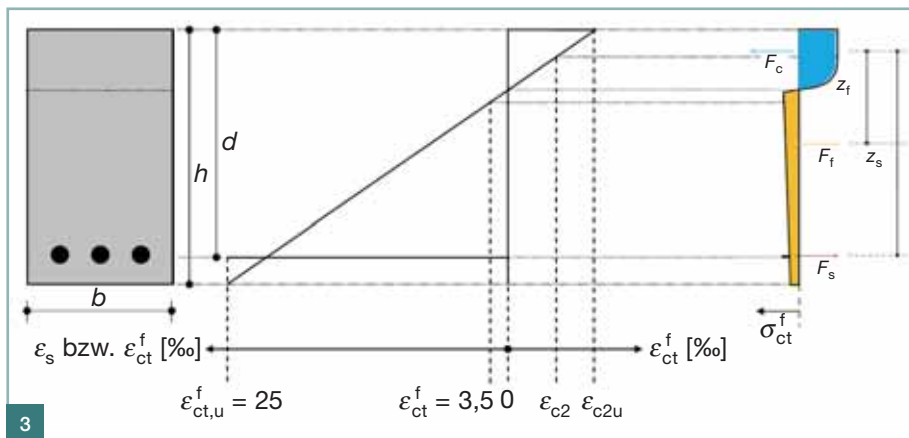
Ohybová únosnost drátkobetonového průřezu může být stanovena za pomoci kteréhokoliv z konstitutivních zákonů. Návrh ohybaného průřezu nebo průřezu namáhaného kombinací ohybového momentu a normálové síly vychází z následujících předpokladů:

- zachování rovinnosti průřezu,
- průběh přetvoření je stejný jako přetvoření železobetonu; proto platí tytéž mezní hodnoty jako pro železobeton:

$$\epsilon_c^f < -3,5 \text{ ‰} \quad (\text{beton v tlaku}), \quad (2)$$

$$\epsilon_c^f < -25 \text{ ‰} \quad (\text{ocel nebo drátkobeton v tahu}).$$

Ohybová únosnost se počítá ze statické rovnováhy. Obr. 3 schematicky



Obr. 1 Vývoj zkoušení drátkobetonu a návrhových předpisů pro drátkobeton od roku 1980 do současnosti
 Fig. 1 Evolution of SFRC test and design standards from 1980 to present

Obr. 2 Trilineární pracovní diagram drátkobetonu v tahu pro návrh průřezu lineárními metodami v MSÚ (čárkovaná čára ukazuje bilineární pracovní diagram)
 Fig. 2 The tri-linear stress-strain curve of SFRC in the tension zone for cross-section design at the ultimate limit state (except for non-linear methods) (the dashed line represents the stress block)

Obr. 3 Statická rovnováha v ohybaném průřezu
 Fig. 3 Static equilibrium of the cross section under bending

ukazuje vztahy mezi napětím (silami) a přetvořením. Na rozdíl od návrhu železobetonového průřezu se drátkobeton v tahu uvažuje, tj. vlákna se podílejí na únosnosti průřezu.

Moment únosnosti průřezu lze pak formulovat takto:

$$M_R = F_f z_f + F_s z_s \quad (3)$$

Určení únosnosti ve smyku a v protlačení

Vliv drátků na smykovou únosnost a únosnost v protlačení lze uvážit pomocí dalšího členu příslušné rovnice. Drátky působí jako smyková výztuž po celém průřezu. Smyková únosnost prvku se zvyšuje jako funkce příspěvků drátků k únosnosti. To může vést ke značné redukci (nebo úplné eliminaci) konvenční smykové výztuže. Montáž třmínků nebo smykových lišt může být vypuštěna. Směrnice DAfStb zavádí příspěvek drátků ke smykové únosnosti pomocí dalšího členu $V_{Rd,cf}$ rovnice používané pro běžný návrh na smyk. To platí i pro desky s konvenční smykovou výztuží i bez ní:

$$V_{Rd,c}^f = V_{Rd,c} + V_{Rd,cf} \quad (\text{bez konvenční smykové výztuže}), \quad (4)$$

$$V_{Rd,s}^f = V_{Rd,s} + V_{Rd,cf} \leq V_{Rd,max} \quad (\text{s konvenční smykovou výztuží}), \quad (5)$$

kde $V_{Rd,c}^f$ je návrhová únosnost ve smyku drátkobetonového prvku bez smykové výztuže, $V_{Rd,s}^f$ návrhová únosnost ve smyku drátkobetonového prvku se smykovou výztuží, $V_{Rd,cf}$ návrhová hodnota příspěvku drátků k smykové únosnosti

$$V_{Rd,cf} = \frac{\alpha_c^f \kappa_G^f \kappa_F^f \beta L b_w h}{\gamma_{ct}^f} \quad (6)$$

kde b_w je šířka prvku a h celková výška průřezu.

Únosnost $V_{Rd,cf}$ je funkcí vlastností drátkobetonu a výšky h . Její vliv se tedy projeví zvláště u masivních průřezů.

Výpočet šířky trhlin

Postup výpočtu šířky trhlin se shoduje s metodou uváděnou v EC2 pro železobetonové konstrukce. Pravidla EC2 jsou

podle směrnice DAfStb rozšířena o vliv tahové pevnosti drátkobetonu po vzniku trhlin. To se provede zavedením koeficientu α_f jako poměru pevnosti po vzniku trhlin k pevnosti při vzniku první trhliny. Podstatou je, že díky nárůstu tahové pevnosti po vzniku trhlin se síla uvolněná při vzniku trhliny sníží. Část této síly přenáší drátky. V důsledku toho se redukuje síla přenášená betonářskou výztuží, takže přetvoření betonářské výztuže, stejně jako vzdálenost trhlin jsou menší.

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm}^f - \epsilon_{cm}), \quad (7)$$

$$s_{r,max} = (1 - \alpha_f) \frac{d_s}{3,6 \rho_{p,eff}} \leq (1 - \alpha_f) \frac{\sigma_s d_s}{3,6 f_{ct,eff}} \quad (8)$$

$$\epsilon_{sm}^f - \epsilon_{cm} = \frac{(1 - \alpha_f) \left(\sigma_s - 0,4 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \right)}{E_s} \geq 0,6 (1 - \alpha_f) \frac{\sigma_s}{E_s} \quad (9)$$

BEKAERT PETROVICE s.r.o.

Petrovice 595
735 72 Petrovice u Karviné

VÝZTUŽE DO BETONU !!!

výrobní ředitel: +420 596 392 109
sekretariát: +420 596 392 102
fax: +420 596 392 127
obchodní ředitel: richard.wojnar@bekaert.com

obchodní ředitel: +420 596 392 106
obchod: +420 596 392 138
expedice: +420 596 392 128
obchodní zástupce: vitezslav.solich@bekaert.com

www.bekaert.com/building certificate: ISO 9001: 2001, CE certifikát dle EN 14889-1



kde $s_{r,max}$ je maximální vzdálenost trhlin, ϵ_{sm}^f průměrná hodnota poměrného přetvoření výztuže, ϵ_{cm} průměrná hodnota poměrného přetvoření betonu mezi trhlinami, α_f poměr tahové pevnosti po vzniku trhliny k tahové pevnosti při vzniku trhliny ve stáří 28 dní, včetně vlivu velikosti prvku a orientace vláken, d_s průměr betonářské výztuže, $\rho_{p,eff}$ stupeň vyztužení, σ_s napětí ve výztuži spočítané bez uvážení vlivu drátků a $f_{ct,eff}$ je efektivní pevnost betonu v tahu v okamžiku, kdy se předpokládá vznik první trhliny. Pro tlusté prvky se zavádějí další pravidla.

Pro jistou šířku trhliny může použití ocelových vláken značně snížit požadované množství výztuže. Lze uplatnit i další vlivy jako např. využití menších profilů.

Zavedením normalizovaného poměru α_f stanoveného na základě 28denní pevnosti a jeho vynásobením hodnotou $f_{ct,eff}$ je vliv vláken přizpůsoben stáří betonu, které se při navrhování běžně uvažuje.

Provádění a kontrola kvality

Pro kontrolu kvality a monitoring výroby poskytuje směrnice DAfStb pravidla a zásady v částech 2 a 3. Výrobce musí určit vlastnosti drátkobetonu ve výchozích testech, které zahrnují standardní zkoušky jako zkoušku tlakové pevnosti, obsah vzduchu atd. Třída drátkobetonu má být odvozena z charakteristických reziduálních pevností.

Pro dodržení určené třídy navržené drátkobetonové směsi je aplikován přísný proces kontroly, aby byl

dodán odpovídající drátkobeton. To znamená, že vedle požadavků normy EN 206-1 pro čerstvý a ztvrdlý beton musí být splněn definovaný proces kontroly drátků a míchání drátkobetonu. Složení betonu nesmí být změněno. Technologická kontrola se zaměřuje na všechny kroky, které jsou podstatné pro opětovné vytvoření směsi z úvodního testování. Kontroluje se identifikace správného typu vlákna a detailně je sledován postup míchání, použití správných složek směsi, přípustné odchylky od předepsaného složení a homogenity. Doplnkové testy trámů jsou požadovány pouze jednou do roka a také v případě pochybností nebo při změně návrhu betonové směsi nebo její složky. Pro ověření homogenity drátkobetonu je preferována metodou zkouška rozplavením, jejíž výsledky jsou k dispozici téměř okamžitě (na rozdíl od zkoušek na trácích, které jsou časově náročné).

KONSTRUKČNÍ APLIKACE DRÁKOBETONU

Konstrukční aplikací drátkobetonu se rozumí použití drátkobetonu v konstrukcích a prvcích, kde plní nosnou funkci. To je hlavní odlišnost od známého a všeobecně používaného užití drátkobetonu v průmyslových podlahách. Takové konstrukce musí odolávat různým kombinacím zatížení jako zatížení větrem, zemětřesením a dalším typům zatížení v průběhu životnosti. Příklady konstrukcí spadajících do této kategorie jsou základové desky obytných a průmyslových staveb a základy re-

gálových systémů ve skladech. Všechny tyto konstrukce je možné navrhovat podle směrnice DAfStb a normy DIN EN 1992-1-1/NA.

V této kapitole jsou představeny tři referenční stavby, které byly takto navrženy.

Základová deska obytných domů: IBV Nový Martin (Slovensko)

Prvním příkladem konstrukční aplikace drátkobetonu je základová deska obytných staveb s kombinovanou výztuží v Novém Martině na Slovensku (2013). Deska byla navržena především na mezní stav použitelnosti. Požadavkem bylo omezení průměrné šířky trhlin v základové desce o rozměrech 34 × 12 m na 0,15 mm. Zatížení je přenášeno především základovými pasy pod nejvíce zatíženými prvky (stěny, sloupy). Kvůli splnění přísných požadavků MSP byla deska tloušťky 170 mm z betonu C20/25 vyztužena drátky Dramix® 4D 65/60BG v množství 25 kg/m³ v kombinaci se sítěmi (Ø8 – 150/150 mm) při horním povrchu desky. Dramix® 4D 65/60BG je drátek o délce 60 mm, profilu 0,9 mm, s tahovou pevností 1500 MPa a s tvarem, který vylepšuje kotvení drátku v betonu. Speciální návrh maximalizuje vysokou účinnost v mezním stavu použitelnosti. Ve srovnání s tradičně navrženou deskou bylo díky úspoře materiálu a času dosaženo celkové úspory finančních nákladů ve výši 10 %.

Základová deska průmyslové stavby: továrna Carl Zeiss AG v Oberkochenu (Německo)

Druhou prezentovanou aplikací je těžká základová deska průmyslového objektu továrny Carl Zeiss AG v Oberkochenu v Německu. V továrně jsou místnosti s přísnými požadavky na čistotu (tzv. čisté prostory), doplňkový servis pro ventilační potrubí a další technické instalace. Po straně objektu přiléhá vícepodlažní kancelářská budova. Kvůli

Tab. 1 Porovnání kombinovaného vyztužení a tradičního vyztužení základové desky tloušťky 1500 mm | Tab. 1 Comparison of combined reinforced concrete solution and traditionally reinforced concrete solution for the 1500 mm thick slab

Řešení	Kombinované vyztužení	Tradiční železobeton
základní vyztužení	Ø12 – 100 mm v obou směrech, horní a spodní povrch Bamtec(R)	2x Ø14 – 100 mm v obou směrech, horní a spodní povrch prutová výztuž
obsah drátků	30 kg/m ³ Dramix® 3D 80/60BG	–
smyková výztuž	–	třímníkové lišty



6

přísným požadavkům na omezení vibrační byla požadována těžká základová deska. Průměrná tloušťka desky musela být 1500 mm a průměrná šířka trhliny byla omezena hodnotou 0,3 mm, což je pro tak tlustou desku opravdu výzva. Kombinované vyztužení – 30 kg/m³ drátků Dramix® 3D 80/60BG a betonářská výztuž Bamtec (R) (Ø12 – 100/100 mm) při obou površích – splňuje požadavky mezního stavu únosnosti, požadavky na omezení vibrační a další požadavky mezního stavu použitelnosti. Vedle úspor oceli má použité řešení ve srovnání se simulovaným tradičním řešením výhody spočívající v kvalitě, trvanlivosti, snadnosti provádění, vhodné metodě výstavby a menší časové náročnosti.

Obr. 4 Základová deska obytných budov: IBV Nový Martin – vyztužení drátky Dramix® 4D 65/60BG | Fig. 4 Residential raft slab: IBV Nový Martin reinforced with Dramix® 4D 65/60BG

Obr. 5 Betonáž základové desky továrny Carl Zeiss AG v Oberkochen | Fig. 5 Casting of foundation raft slab of the Carl Zeiss AG factory in Oberkochen

Obr. 6 Budova s regálovým systémem Crop's v Ooigemu v Belgii, vyztužení drátky Dramix® 5D 65/60BG | Fig. 6 Clad rack building Crop's, Ooigem, Belgium. Reinforced with Dramix® 5D 65/60BG

V tab. 1 je porovnání řešení s kombinovanou výztuží a tradiční řešení.

Základ pro regálový systém: Crop's v Ooigemu (Belgie)

Posledním příkladem využití drátkobetonu v konstrukčních aplikacích je základová deska regálového systému. Regálový systém budovy skladu podpírá i stěny a střechu skladu. Konstrukce regálů tak přenáší nejen zatížení od skladovaného zboží, ale musí přenést také vnější zatížení jako zatížení větrem, sněhem a zemětřesením. Regálový systém, který podpírá objekt Crop's v Ooigemu v Belgii, má výšku přes 30 m. Pro návrh základové desky jsou důležité dva zatěžovací stavy: situace, kdy fouká silný vítr v okamžiku, kdy jsou regály prázdné, a situace s regály zcela zaplněnými zbožím. První zatěžovací situace způsobuje velké ohybové momenty na spodním okraji desky od toho, jak vítr nadzvedává její okraje. Proto jsou okraje silnější (800 mm – oproti 500 mm v ostatních částech desky) a mají přídatnou výztuž u spodního povrchu. Druhá zatěžovací situace vyvolává vnitřní ohybové momenty pod regálovými stojkami. Aby byly splněny požadavky na stabilitu, je deska vyztužena drátky (25 kg/m³ drátků Dramix® 5D 65/60BG) a sítěmi při horním (Ø10 – 150/150 mm) a spodním povrchu (Ø8 – 150/150 mm).

Zdroje:

- [1] DAFStb Richtlinie Stahlfaserbeton 2012-11. DAFStb technical rule Steel Fibre Concrete. Berlin, 2012-11.
- [2] DIN EN 1992-1-1/NA. Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. Brussels: CEN, 2004.
- [3] POUILLON, S., VITT, G. Hybrid concrete in heavy mat foundations. In: FRC Joint-ACI-FIB International Workshop. Montreal, Canada, 2014.

ZÁVĚRY

Konstrukční aplikace drátkobetonu se liší od zavedeného užití drátkobetonu v podlahách větším důrazem na statický návrh. Příkladem konstrukčního využití drátkobetonu, kde jsou drátky doplňkovou výztuží k přenášení ohybových momentů a posouvajících sil, jsou základové desky. Znamé přínosy drátků na redukci šířky trhlin mohou být v kombinaci s konvenční výztuží využity i v numerickém modelu. Příspěvek drátků lze spočítat pomocí německé verze Eurokódu 2 (DIN EN 1992-1-1/NA) ve spojení se směrnicí pro drátkobeton.

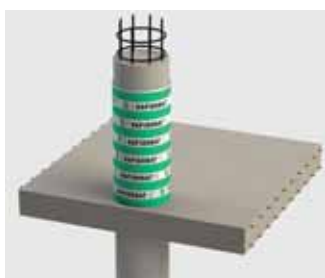
Použití drátků vede ke značné úspoře tradiční výztuže a optimalizaci procesu výstavby. Výhody tohoto technického řešení a principy návrhu jsou v článku vysvětleny s odkazem na některé příklady evropských projektů.

Dr. Steven Pouillon
N.V. Bekaert S.A., Belgie
e-mail: steven.pouillon@bekaert.com



Příspěvek na toto téma zazněl na konferenci Fibreconcrete 2015 v Praze.

Redakce děkuje Ing. Ivě Broukalové, Ph.D., za překlad a spolupráci při přípravě článku.



RAPIDOBAT® CRETCON HD NOVÉ MĚŘÍTKO PRO POHLEDOVÝ BETON

S papírovým bedněním sloupů RAPIDOBAT® Cretcon HD dosáhnete bezvadných povrchů pohledového betonu, jakých dosud nebylo možno docílit. Díky nové speciální vnitřní vrstvě bude pohledový beton bez pórů a s vyrovnanou barevností.



JORDAHL & PFEIFER Stavební technika, s.r.o.

www.jpcz.cz