

# ZDOKONALENÉ NÁVRHOVÉ METODY PRO DRÁTKOBETON A NOVÁ METODOLOGIE OKAMŽITÉ KONTROLY KVALITY DESIGN METHODOLOGIES FOR STEEL-FIBRE-REINFORCED CONCRETE AND A NEW METHODOLOGY FOR A REAL TIME QUALITY CONTROL

TEXT Anne Hoekstra

Drátkobeton je materiál, který pokročil od menších aplikací až k použití v konstrukcích. Rozvoj v používání drátkobetonu je mimo jiné umožněn neustálým zdokonalováním vlastností drátků. V oblasti předpisů pro navrhování vývoj pokročil od návrhových doporučení ke stavebním normám s lineárními metodami pro návrh nebo navrhováním metodou lomových čar. Může se zdát, že jediné, co se zatím nezměnilo, je způsob kontroly kvality drátkobetonu. Tento článek chce ukázat současný vývoj v návrhových nástrojích, které umožňují návrh nelineárními metodami, a novou pokročilou metodu kontroly kvality v reálném čase.

Steel-fibre-reinforced concrete (SFRC) is a composite material which has developed over the years from small-scale applications to being used in large structures. The widening of the use of the steel-fibre-reinforced concrete reflects, apart from other factors, a continuing improvement of the properties of the steel fibres. Whilst in regards to standards, the development went from recommendations into building codes the way of designing – linear elastic design methods or yield line theory –, the way of quality control seemed to remain unchanged from the past. This paper shall emphasize the recent development in a design tool that enables a non-linear design methodology and a new advanced way of real time quality control.

Drátkobeton je kompozitní materiál, který má určitou tahovou pevnost i po vzniku trhliny. V posledním desetiletí se tento materiál stále více využívá pro konstrukční aplikace, např. základové desky, segmenty tunelových ostění, předpjaté trámy, nebo dokonce zdvihané desky. Podle konkrétní aplikace mohou být vlákna jediným vyztužením nebo jsou kombinována s klasickou betonářskou výztuží.

Pro výpočet odolnosti drátkobetonových konstrukcí se obvykle používalo teorie plasticity. Dnes už jsou v softwarech zabudované nelineární návrhové metody, které umožňují velmi přesný výpočet příspěvku drátků k celkové únosnosti. Optimalizované návrhové metody a vzrůstající používání drátkobetonu v konstrukčních aplikacích zvyšují potřebu kontroly jeho kvality. Zkoušky trámů jsou jednou z možností pro ověření chování drátkobetonových prvků, ale pro jejich náročnost a rozptýlení výsledků nejsou vždy vhodné. Proto byly vyvinuty alternativní metody, které jsou založené na kombinaci počátečního zkoušení

trámů a kontroly výrobního procesu. Jedním z hlavních záměrů tohoto článku je představit jedno z možných řešení pro měření typu, množství a rozmístění vláken v celém obsahu autodomíchávače.

## Vývoj materiálu

Drátky zvyšují duktilitu betonu tím, že přemostují trhlinu a přenášejí tahová napětí v zónách s trhlinami. Vylepšené působení drátků se projevilo v záměru zahrnout drátkobeton do Eurododu 2 a vznikajících národních norem mezi konstrukčními materiály. Chování drátkobetonu ovlivňuje mnoho různých parametrů: tahová pevnost, tvar a duktilita drátků a dávkování a kvalita betonu. Např. drátky Dramix skupiny 4D a 5D jsou navrženy speciálně pro vyztužení konstrukčních prvků. Hlavní rozdíl mezi skupinou 4D/5D a skupinou 3D je ve výrazně lepším chování v mezním stavu použitelnosti (4D) a mezním stavu únosnosti (5D). Klíčem k vylepšenému chování jsou speciální typ kotvení (násobný koncový hák), vyšší pevnost (až 2 200 MPa) a vyšší

tažnost drátků (až 7% protažení). Pevnost v tahu drátku se musí zvyšovat souběžně s pevností jeho ukotvení. Pouze tak může drátek odolávat silám, které na něj působí. (obr. 1 a 2)

## Vývoj norem a směrnic

Drátkobeton byl v posledních 40 letech předmětem mnoha výzkumů a spolu s rozšiřováním poznatků byly postupně vyvíjeny normy a směrnice týkající se tohoto materiálu (obr. 3).

Na začátku 80. let byly pro zkoušení drátkobetonu zavedeny a široce používány normy JSCE-SF4 a ASTM C1018. Chování drátkobetonu bylo popsáno jako „ohybová houževnatost“ a reprezentovalo disipaci energie. V současnosti je v Evropě pro zkoušení ponejvíce využívána EN 14651, která je široce přijímaná i mimo Evropu. Chování drátkobetonu za ohybu je vyjádřeno přímo v napětích po vzniku trhlin pro příslušné rozevření trhliny.

První návrhová směrnice Dramix Design Guideline, která byla publikována v roce 1995, obsahovala první základní pravidla pro navrhování