

# PŘECHOD STATICKÉHO SOFTWARE NA EUROKÓDY

## TRANSITION OF STRUCTURAL ENGINEERING SOFTWARE TO EUROCODES

Jan Gajdošík

Vcelku nedávný přechod na systém norem Eurokódy se zrcadlí i ve statickém softwaru. Článek se pokouší tyto změny popsat z pohledu, jak je zaznamenaná uživateli. ■ Relatively recent transition to Eurocode system mirrors in the structural engineering software. This article tries to describe the changes from the users' point of view.

Pravděpodobně každý, kdo se zabývá stavebnictvím, si povšiml faktu, že je nutné používat normy ČSN EN XXX, zkráceně Eurokódy. Tato nutnost vychází z požadavku na sjednocování standardů Evropy a Česká Republika v tomto není výjimkou. V některých oblastech návrhu nosných konstrukcí změna proběhla relativně poklidně a přirozeně, protože se postupy i výsledky dle Eurokódů nijak zásadně nelišily od toho, na co byli stavitelé do té doby zvyklí. V oblasti betonových konstrukcí stavitelé spíše čekali do poslední chvíle, než bude přechod nařízen zrušením platnosti starších norem. Programy systému FIN EC se snaží zmírnit negativní emoce plynoucí z této skutečnosti alespoň tím, že je zachována filozofie ovládnutí z předchozí verze programů.

Jakkoliv by se mohlo zdát, že stati-

ka počet vnitřních sil na konstrukci) není přechodem na nový normový rámec příliš ovlivněna, jedna zásadní změna se odehrála v oblasti zatížení. Relativně jasná struktura zatěžovacích stavů a kombinací výrazně zmožněla a zkošatěla. Přibýly součinitele, druhy kombinací i způsob jejich tvorby. Jako odpověď na tuto změnu byl vytvořen generátor kombinací, který zajistí poměrně rychlou tvorbu potřebných kombinací dle zadaných pravidel. Takto lze např. zadat skupinu zatěžovacích stavů, které se nesmí v kombinacích vyskytnout současně, nebo vybrat, které zatěžovací stavy mají být uvažovány jako hlavní proměnná zatížení.

Programový systém FIN EC je složen ze samostatných programů, které mají stejné uživatelské rozhraní a vzájemně spolu komunikují. Např. při kombinaci programů pro statický výpočet a pro dimenzování dochází k velké úspoře času přenosem vstupních dat. Dimenzační moduly se dělí podle materiálů (ocel, dřevo, beton a zdivo). Pro výpočet a dimenzování betonových konstrukcí jsou programy Beton 2D, Beton 3D, Betonový výsek, Beton prostý a Protlak. Normový základ, na kterém všechny tyto programy pracují, tvoří ČSN EN 1992-1-1 nebo ČSN EN 1992-2. Uživateli si může vy-

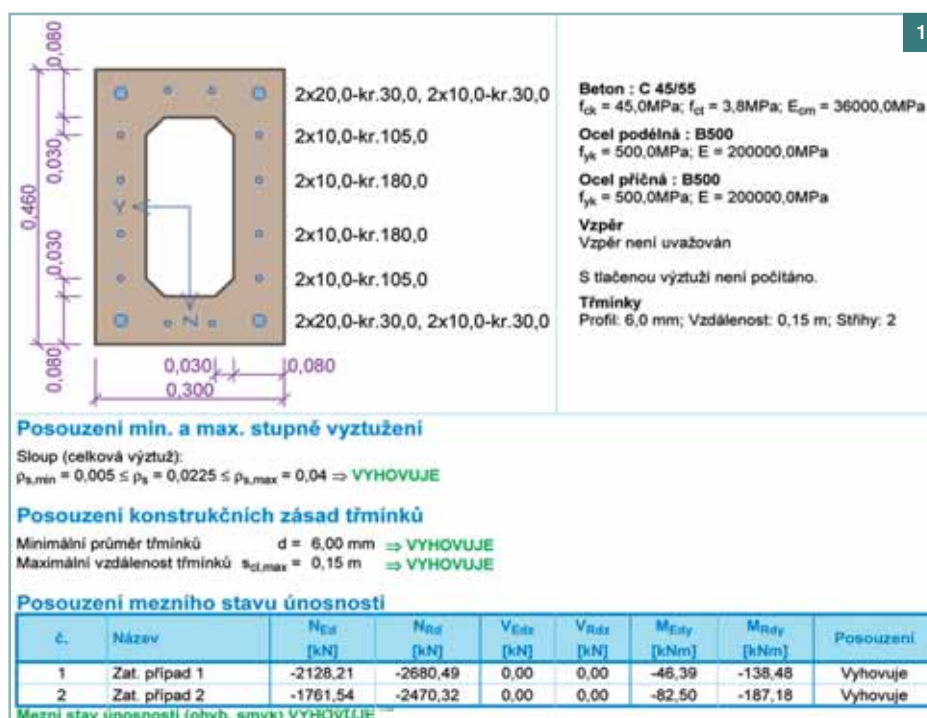
brat buď jednu ze zmíněných norem, a to i ve verzi bez národní přílohy, nebo si zadat volitelné součinitele dle svých potřeb. Nastavení si program může pamatovat i mezi spuštěním, a tím pádem je možné jej pohodlně používat i pro specifické potřeby zakázek s individuálním nastavením součinitelů.

### DIMENZOVÁNÍ BETONU

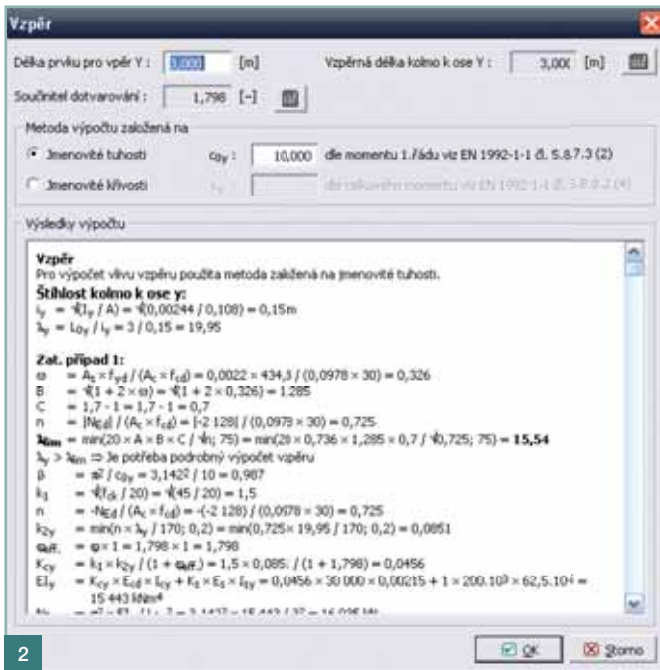
Základní rysy programů pro dimenzování betonu jsou totožné pro programy Beton 2D, Beton 3D i Beton prostý. Proto zde bude popsán program Beton 3D a zmíněny odchylky v ostatních dvou programech.

Uživatel má na výběr mezi dvěma různými typy posudků – pro řez a pro dílec.

Posouzení řezu je základní možností. Jedná se o zadání průřezu, doplňujících údajů a libovolného počtu zatěžovacích případů. Při zadávání vstupních dat je cílem ergonomie práce a její intuitivnost – je kladen důraz na rychlost osvojení si postupů novými uživateli. Nejprve si uživatel vybere typ prvku, který je posuzován (sloup, nosník nebo deska), a ovlivňuje např. způsob kontroly konstrukčních zásad. Následuje volba tvaru průřezu, kdy je možnost vybírat z bohaté palety předdefinovaných tvarů nebo si zadat svůj



Obr. 1 Výřez z výstupu programu – posouzení železobetonového průřezu namáhaného kombinací normálové síly a momentu ■ Fig. 1 Part of program output – report of reinforced concrete strained by axial force and bending moment



Obr. 2 Zobrazení postupu výpočtu během zadávání parametrů vzpěru ■ Fig. 2 Results display during buckling parameters input

ohybem v kombinaci se smykovou silou ( $N$ ,  $M_y$ ,  $V_z$ ). Toto omezení funkčnosti je vyváženo optimalizací pro návrh ohýbaných prvků a komfortnějším ovládním. Program Beton prostý je určen k posudkům nevyztužených nebo slabě vyztužených prvků. Výpočty jsou prováděny podle kapitoly 12 normy, nikoliv podle kapitoly 6 jako je tomu u vyztuženého betonu.

## BETONOVÝ VÝSEK

Výsledkem snahy o snadné posouzení stropních konstrukcí je program Betonový výsek. Ten uživateli poskytuje rozhraní pro zadání vodorovného nosníku o libovolném počtu polí, jejich rozponů a podpor. Dále obsahuje generátor zatížení, včetně generátoru kombinací, obdobného jako je v hlavním statickém programu. Výhodou koncepce je i posudek průhybu. Tento posudek je umožněn díky tomu, že je posuzována část konstrukce, tudíž výpočet průhybu dává smysl. Podobnou přidanou hodnotu tvoří informace o potřebné délce kotvení. Stejně jako u ostatních betonových dimenzačních modulů je posuzována šířka trhlin a omezení napětí.

## PROTLAK

Tento program je určen k posouzení protlačení stropní konstrukce sloupem. Mezi základní parametry úlohy patří umístění sloupu vůči desce (zda-li se jedná o vnitřní, obvodový či rohový sloup), tvar sloupu (kromě předdefinovaných tvarů i libovolný polygon) a pochopitelně tloušťka desky. Po zadání vnitřních sil následuje zadání výztuže smykové i podélné. Smyková výztuž je zadávána buď jako ohyby, nebo jako třmínky, které mohou být uspořádané paprskovitě či soustředně. Jako pomůcka projektantovi slouží generátor výztuže. Dle parametrů zadaných uživatelem, jako je počátek, rozestup a průměr výztuže, je navržena smyková výztuž tak, aby vyhověla z hlediska únosnosti i konstrukčních zásad. Uživatel může opět volit mezi úspornějším a rozsáhlejším zobrazením výsledků. Přehlednost je na obou typech výstupů zajištěna grafickým vyobrazením půdorysu a řezu deskou v místě sloupu.

vlastní polygon. Při volbě materiálu pro beton, podélnou i příčnou výztuž je stanoven vliv (agresivita) okolního prostředí na konstrukci. Při zadávání podélné výztuže je uživateli k dispozici generátor vrstev výztuže, který výrazně usnadňuje a zrychluje postup. Jako smykovou výztuž lze zvolit třmínky nebo ohyby, a to v horizontálním i vertikálním směru odděleně. Kvůli kroucení je možné přidat navíc uzavřené třmínky přenášející torzní moment.

Hlavní částí zadání a posudku je zatížení, které je možné zadat v libovolném počtu a zároveň si zvolit druh kombinace (výpočtovou, kvazistatou nebo charakteristickou). Druh kombinace ovlivňuje volbu posudku. Pro kvazistaté zatížení je počítán mezní stav použitelnosti – omezení šířky trhlin. Pro charakteristické zatížení je počítán také mezní stav použitelnosti, ovšem stav omezení napětí. A konečně pro výpočtovou kombinaci je spočten mezní stav únosnosti. Tento výpočet je možné buď provést s uvažováním normou uvedených zjednodušených postupů výpočtu vzpěru (metoda jmenové křivosti nebo metoda jmenové tuhosti), nebo si zatížení spočíst včetně vlivu druhého řádu statickým softwarem.

Jednou z nejdůležitějších vlastností statického softwaru obecně jsou výstupy a s nimi související kontrola výpočtu. Pokud jde o výstupy, jsou k dispozici dva různé druhy lišící se rozsahem a mírou podrobnosti. Je možné vytvořit úsporné a přehledné jednostránkové výstupy, které na jedné stránce zobrazují jak vstupy, tak souhrn výsledků.

Pro potřeby rozsáhlejších statických posudků je možné zvolit podrobný výstup, který umožňuje bohatší nastavení údajů, které si uživatel přeje tisknout, včetně mezivýsledků. Zobrazení mezivýsledků je na úrovni ručního statického posudku. Je zobrazen obecný vztah, dosažení do něj i spočtená hodnota. Tento přístup uživateli přináší vysokou míru kontroly nad výpočtem.

Druhou verzí posudku je dílec. Jeho odlišností od řezu je proměnnost zadaných parametrů po délce dílce. Vnitřní síly jsou zadány jako průběh, nikoliv jako sada hodnot na řezu. Totéž platí i pro ostatní zadávané parametry vstupu. Posudek je proveden v takových místech, aby bylo zajištěno, že mezilehlá hodnota nemůže poskytovat horší výsledek. Výstupem je v tomto případě průběh využití po prutu. V místě největšího využití, případně i v dalších místech vybraných uživatelem, lze vytisknout podrobné výsledky ve stejném rozsahu jako v případě posouzení řezu. Právě v oblasti zadávání vstupních dat v tomto režimu se uplatní efektivita spolupráce statiky FIN 2D či FIN 3D s dimenzačními programy. Vnitřní síly spočtené klasickou statikou jsou předány do dimenzace, a tím odpadá jejich zdoluhavé ruční zadávání. Samozřejmostí je i zpětná vazba, kdy se změny průřezu či materiálu projeví ve statice a je možný okamžitý přepočítání a optimalizace návrhu.

Jak je patrné z názvu, program Beton 2D umožňuje posudek pouze osově symetrických průřezů namáhaných normálovou silou a/nebo rovinným

Ing. Jan Gajdosík

Fine, spol. s r. o.

Závěrka 12, 169 00 Praha 6

tel.: 233 324 889, fax: 233 321 754

e-mail: jan.gajdosik@fine.cz

www.fine.cz

