

STATICKÉ VÝPOČTY A NAVRHOVÁNÍ SPOJITÝCH NOSNÍKŮ

STATIC ANALYSIS AND DESIGN OF CONTINUOUS BEAMS

LIBOR ŠVEJDA

Jednou ze základních úloh statiky pozemních konstrukcí je návrh spojitěho nosníku. Elementární důležitost, četnost a možná variabilita těchto velmi častých konstrukčních dílců si s ohledem na produktivitu a současně nezbytnou spolehlivost návrhu vyžadují optimální softwarovou podporu. Důležité je přitom nejen maximálně efektivní zpracování rutinních návrhů běžných dílců, ale i možnost detailního vyšetření složitých, vysoce namáhaných spojitých nosníků.

Společnost RIB uvádí na stavební trh software nové generace RTbalken na statické výpočty a navrhování spojitých železobetonových, popř. i předpjatých nosníků. RTbalken navazuje na svého úspěšného předchůdce BALKEN a současně interně využívá progresivní technologie nelineárních výpočtů FEM TRIMAS, osvědčených návrhových algoritmů RTfermo a interaktivních výkresů výztuže ZAC.

One of the basic tasks of a static analysis of buildings is the design of a continuous beam. Considering productivity and at the same time necessary design reliability, the essential importance, the frequency and the possible variability of these common construction units call for an optimal software assistance. In this case not only an efficient dealing with a routine design of common components but also a possibility of detailed analysis of complex and highly stressed continuous beams are important.

The company RIB introduces to the construction market new generation software RTbalken for static analysis and design of steel concrete, eventually prestressed continuous beams. RTbalken bases on its successful predecessor RIB BALKEN and uses simultaneously for its internal procedures a progressive non-linear FEM technology of TRIMAS, competent design algorithms of RTfermo and interactive reinforcement design of ZAC.

ŘEŠENÍ PRO BĚŽNÉ I NÁROČNĚ KONSTRUKCE

RTbalken je výkonný software na běžné i komplexní statické výpočty (interně metodou konečných prvků) a navrhování spojitých železobetonových, volitelně

předpjatých nosníků. Pro zadaný nosník s možnými náběhovými oblastmi, skokovými změnami průřezů, s ozuby a příčnými prostupy, se pro popsané zatěžovací stavy a nastavenou redistribuci ohybových momentů stanovují obálky kombinovaných vnitřních účinků a deformace. Dle zvolené normy EC2-1, DIN 1045-1 nebo ÖNorm B4700 bezprostředně následují automatizované návrhy nutné výztuže na rovinný ohyb s normálovou silou, posouvající síly a kroutící momenty (MSÚ), nutné výztuže na omezení šířky trhlin, omezení napětí, omezení průhybů a vykrytí tahových sil (MSP). Dále je možné detailně vyhodnocovat vnitřní

Obr. 1 Základní panel programu RIB RTbalken

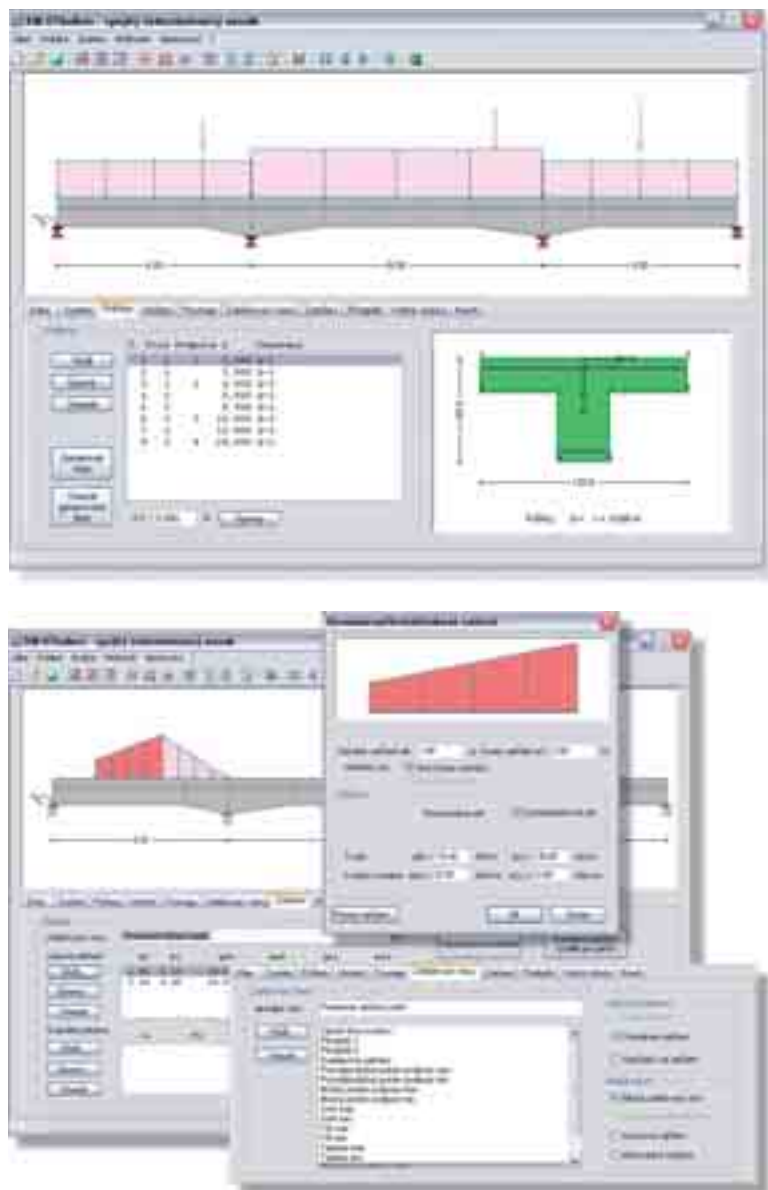
Fig. 1 The main dialog of RTbalken

Obr. 2 Definice zatěžovacích stavů a zatížení

Fig. 2 The definition of load cases and loads

účinky v důsledku vystrojení konstrukce, jednotlivých proměnných zatížení, sněhu, větru, teploty a poklesů podpor.

Možnosti výpočtu a návrhů lze volitelně rozšířit v RTbalken EXPERT o předpjaté spojitě nosníky pozemních staveb.



Všestranný výpočetní model

V RTbalken, resp. RTbalken EXPERT lze modelovat, počítat a navrhovat nosníky s následujícími vlastnostmi:

- krakorce, prosté nebo spojitě nosníky
- náběhové oblasti v podélném směru, skokové změny průřezů, poddajná vetknutí
- železobeton, vysokopevnostní betony, betony vlastní definice, resp. předpjatý beton
- momentové klouby (Gerberův nosník)
- parametrisované, běžné stavební průřezy: obdélník, deska, T / převrácené T, průřez I a I s příčnými náběhy u horní a dolní pásnice a s proměnnou tloušťkou stojiny
- ozuby, obdélníkové a kruhové příčné prostupy nosníkem

Aplikované návrhové normy a předpisy

V RTbalken se dle volby uživatele zohledňují požadavky různých norem a předpisů. K těmto např. patří:

- EC2-1, DIN 1045-1 a ÖNorm B4700
- nelineární výpočet průhybů dle EC2.5.7(4)P – „podvojně účtování“, resp. DIN 1045-1, 8.5.1 (3), (5)
- sešit 399 a sešit 525 DAFStb

Zatížení a automatizované návrhové kombinace

Zatížení v zatěžovacích stavech lze zadávat nezávisle na rozpětí polí nosníku a zařazovat do skupin účinků, které tak zaručují automatické sestavení všech návrhových účinků. K dispozici jsou následující typy zatížení:

- rovnoměrná, trojúhelníková a lichoběžníková spojitá zatížení včetně kroutících momentů na jednotlivá pole nebo libovolné úseky nosníku nezávisle na polích
- automatická rozdělení spojitě, proměnného (užitného) zatížení po polích nosníku
- osamělá zatížení kdekoli na nosníku: F_x, F_z, M_x a M_y
- teplotní zatížení a poklesy podpor
- modifikace kombinací pro nelineární výpočet
- přenos zatížení do a z jiných výpočtů

Výkonné výpočetní jádro FEM

Pro výpočet deformací, vnitřních účinků a jejich kombinací se interně využívá moderní výpočetní jádro MKP RIB TRIMAS, které mj. poskytuje realistický, neli-

neární výpočet únosného zatížení a průhybů vyztuženého nosníku s jeho efektivními tuhostmi a porušením trhlinami.

Kompletní návrhy dle EC2-1 nebo DIN 1045-1

Návrh na rovinný ohyb s normálovou silou je veden pro návrhové momenty volitelně se zohledněním jejich omezené redistribuce ve smyslu EC2-1, kap. 5.5, resp. DIN 1045-1, kap. 15.1.2.

Návrh na posouvající sílu vychází z Mörschovy příhradové analogie. Navrhuje se na rozhodující návrhovou hodnotu posouvající síly V_{sd} . Posudek vyhovuje, pokud návrhová hodnota V_{sd} nepřekračuje zjištěnou odolnost dílce. Sklon tlačných vzpěr je v rámci daných mezí proměnný. V případě normy DIN 1045-1 je příhradový model rozšířen o vliv tření mezi trhlinami, což snižuje nutnou smykovou výztuž.

Návrh na kroucení vychází z modelu analogického tenkostěnného dutého průřezu, resp. příhradoviny. Následně se omezují tlaková napětí v betonu a navrhuje výztuž v tažených vzpěrách.

Stabilita trhlín je zajištěna, pokud je dodržena minimální výztuž na trhliny a splněna podmínka max. možného průměru výztuže a její rozteče. Napětí ve výztuži se uvažují z kvazistálé kombinace.

Omezení průhybů vyplývá z EC2-1, kap. 4.4.3.2, resp. z DIN 1045-1, kap. 11.3. Pro každé pole nosníku se v místě max. kladného ohybového momentu z charakteristické kombinace kontroluje ohybový moment, rameno vnitřních sil, napětí ve výztuži. Pokud zjištěná ohybová štíhlost překročí dovolenou hodnotu, posudek nevyhovuje.

Omezení napětí na mezním stavu použitelnosti je splněno, pokud vyhovuje návrh na MSÚ, uvažuje se s výztuží z návrhu na omezení šířky trhlín a byly dodrženy konstrukční zásady. Redistribuce vnitřní účinků je omezena normou DIN 1045-1 na 15 %, jinak uživatelsky volitelná. Jak podle EC2-1, tak i DIN 1045-1 musí být podélná ohybová výztuž uspořádána tak, aby v každém návrhovém řezu byla tahová síla únosná. Přesah a_1 v průběhu únosné tahové síly je závislý na sklonu tlačných vzpěr a přenášené svíslé tímínkové výztuži a tudíž na zvolené návrhové metodě.

Návrhy konstrukčních detailů jako například příčných prostupů a ozubů

Nebeská – statika spojitých nosníků RIB RTbalken

Nebesky pohodové jsou statické výpočty a navrhování spojitých nosníků v softwaru **RIB RTbalken**. Proměnné průřezy, příčné prostupy, ozuby nebo předpětí – od komfortního zadání přes výpočet, návrhy až po automatizované vykreslení výztuže nosníku.

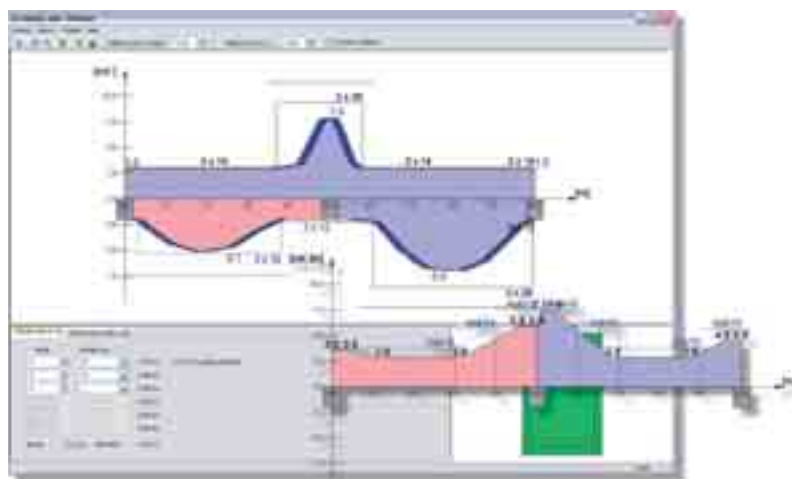
- integrovaný, nelineární výpočet FEM TRIMAS®
- rovinný ohyb s normálovou silou
- posouvající síla + kroutící moment
- automatické kombinace dle Eurocodu
- návrhy na MSÚ, MSP a MS únavy
- dodatečná výztuž prostupů, ozubů a styku stojina – pásnice
- realistický, nelineární výpočet průhybů nosníku s trhlinami
- volitelně předpětí

Více informací a demoverze získáte u

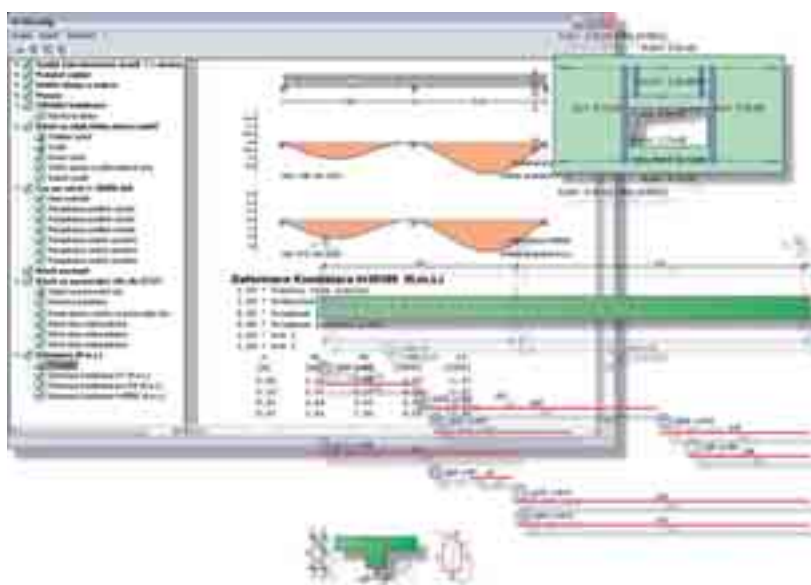
RIB stavební software s.r.o.
Zelený pruh 1560/99
CZ-140 00 Praha 4
telefon: +420 241 442 078
telefax: +420 241 442 085
email: info@rib.cz
www.rib.cz



plan it, build it, run it



Obr. 3 Interaktivní rozmístění výztuže z návrhu
Fig. 3 The interactive positioning of reinforcement based on the design



Obr. 4 Protokol výpočtu a generovaný výkres výztuže
Fig. The design protocol and generated drawing of reinforcement

Obr. 5 Panely definice předpětí v RTbalken EXPERT
Fig. 5 The input dialogs of prestressing



v místech podpor jsou pro rozhodující návrhové účinky přímo integrovány v návrzích RTbalken.

Interaktivní, parametrické vyztužování

V návaznosti na programem navrženou nutnou výztuž lze graficky interaktivně rozmísťovat reálnou podélnou a třmínkovou výztuž a optimalizovat tak vykrytí tahových a posouvajících sil. Zvolené rozmístění výztuže lze automatizovaně vygenerovat a předat jako výkres výztuže přímo do CAD RIB ZEICON nebo prostřednictvím programové komponenty ZACView ve formátu DXF do libovolného jiného systému CAD.

Textový a grafický protokol výpočtu

Pomocí integrovaného nástroje RIB RTconfig na strukturované zobrazování a výstup sestav mohou být konfigurovány a tištěny v jednom dokumentu všechny tabelární a grafické výsledky výpočtů a návrhů dle individuálních požadavků inženýrské kanceláře. Kromě globálních přehledů a průběhů pro celý nosník lze v případě potřeby zobrazovat detailní výsledky v návrhových řezech.

Následný export protokolu např. do formátu RTprint, RTF (Word) nebo BauText 2008 umožňuje jejich další zpracování formou „digitální statiky“.

Rozšíření o předpětí v RTbalken EXPERT

Vedle vícenového předpětí v lící formě je možné uvažovat s předpětím s dodatečnou soudržností a/nebo bez soudržnosti. Integrované grafické prostředí definice parametrů a geometrie předpětí prokládá kontrolními body požadované přímkové a parabolické úseky kabelů. U předpětí s dodatečnou soudržností lze snadno generovat zadáním horního a dolního krytí a relativní polohy inflexních bodů optimální křivku kabelů, která může být dále upravována.

Účinky předpínacích kabelů se odpovídajícím způsobem a ve smyslu aplikovaných norem automaticky zohledňují ve výpočtech vnitřních účinků, v kombinacích zatěžovacích stavů a v návrzích.

Ing. Libor Švejda
RIB stavební software, s. r. o.
Zelený pruh 1560/99, 140 00 Praha 4
tel.: 241 442 078, fax: 241 442 085
mob.: 608 953 721
email: info@rib.cz, www.rib.cz