

## APLIKACE EUROKÓDŮ V PROJEKČNÍ PRAXI OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

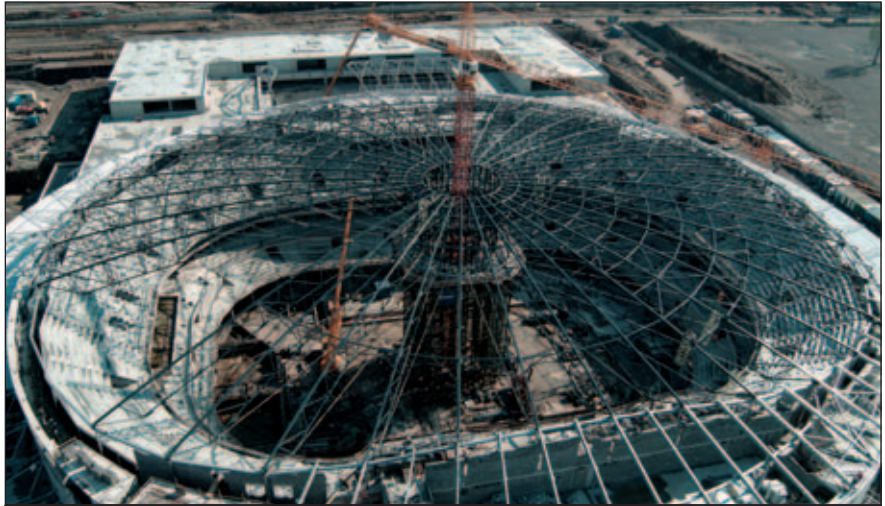
V roce 1966 byla v Československu zavedena pro návrh ocelových konstrukcí polopravděpodobnostní metoda parciálních součinitelů, nazývaná „metoda mezních stavů“. Pro návrh ocelových konstrukcí dle této metody byla zpracována kolektivem inženýra Chalupy nová norma ČSN 73 1401, „Navrhování ocelových konstrukcí“. Norma navazovala na základní normu ČSN 73 0031 „Výpočet stavebních konstrukcí a základů – Základní ustanovení“ a normu ČSN 73 0035/69 „Zatížení konstrukcí pozemních staveb“.

V návrhové koncepci mezních stavů, uvedené těmito normami, se vycházelo z požadavku splnit kritéria dvou rovnocenných skupin mezních stavů únosnosti a použitelnosti. Při definování účinků zatížení a únosnosti se vycházelo z výsledků statistického a pravděpodobnostního rozboru nahodile proměnných veličin.

Norma ČSN 73 1401 byla v průběhu let podstatně revidována v roce 1976 a v roce 1984, vždy pod vedením inženýra Chalupy. Všechny tyto tři normy byly na svou dobu vynikající, i když bývaly často předmětem kritiky (zejména pro svůj rozsah). Měly jasné a přehledné členění, příměřený rozsah a jasně napsaná ustanovení. Pro projektanty byly výbornou pomůckou, dávající vodítko při návrhu velké části konstrukcí. K normám byly vydávány výborné komentáře s vysvětlením podstaty a původu jednotlivých ustanovení. Další upřesňující ustanovení a doporučení byla pravidelně publikována v tehdy vycházejícím Vítkovickém zpravodaji a jeho přílohách, dále pak v příloze „Z ocelářských předpisů“, publikované v časopise Pozemní stavby.

Vydání ČSN 73 1401/78 zavádělo tři křivky pro výpočet součinitele vzpěrné pevnosti. Tyto křivky byly voleny podle geometrie a úrovně vlastních pnutí průřezu. Při výpočtu klopení se vycházelo z kritického momentu průřezu, pro výpočet štíhlosti tláčeného pasu byly uvedeny vztahy, umožňující snadný výpočet na základě štíhlosti. V normě byla přehledná ustanovení pro redukci únosnosti vlivem boulení, což umožňovalo výpočet nosníků se štíhlými stěnami a s výztuhami. Nově byl umožněn návrh šroubových styků s vlivem páčení. Pro únavu byla zavedena koncepce kumulace poškození založené na rozkmitu napětí. Norma umožňovala plastický návrh průřezu i plastickou redistribucí vnitřních sil.

Průkaz bezpečnosti konstrukce byl v první skupině mezních stavů, „mezních stavů únosnosti“ většinou založen na porovnání maximálního napětí od extrémního zatížení v nejnepříznivější kombinaci (tj. napětí získaná s uvažováním parciálního součinitele zatížení  $\gamma = 1,1-1,4$ ) s „výpočtovou pevností“ (mez kluzu materiálu dělená parciálním součinitelem materiálu  $\gamma_m = 1,12-1,22$ ). Při hodnocení mezních stavů použitelnosti se vycházelo z „normových“ hodnot zatížení, kritériem byl většinou průhyb nebo vodorovné posunutí. V té době se ve většině států stále používala pro návrh ocelových konstrukcí dříve i u nás užívaná metoda dovolených namáhání. Ve SRN se například užívala norma DIN 18 800/1981, která byla na



Největší stavba projektovaná podle Eurokódů – SAZKA ARENA

metodu parciálních součinitelů – metodu mezních stavů – změněna až v roce 1990.

### EUROKÓDY V ČESKÉ NORMALIZACI

Vládním usnesením č. 77 z roku 1992 byl stanoven záměr napojení československé technické normalizace na normalizaci Evropského společenství (nyní Evropské unie). Pro jednotlivé základní materiály nosných konstrukcí jsou zpracovávány normy, tzv. Eurokódy (v oboru ocelových konstrukcí Eurokód 3, v oboru ocelobetonových konstrukcí Eurokód 4). První z Eurokódů v oboru ocelových konstrukcí byl spolu s národním aplikačním dokumentem vydán již v listopadu 1994. Struktura Eurokódů je modulární, základní EN 1993 – Eurokód 3 se člení do šesti tematických okruhů:

- EN 1993-1, Navrhování ocelových konstrukcí, Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby,
- EN 1993-2, Navrhování ocelových konstrukcí, Část 2: Ocelové mosty,
- EN 1993-3, Navrhování ocelových konstrukcí, Část 3: Věže, komíny a stožáry,
- EN 1993-4, Navrhování ocelových konstrukcí, Část 4: Sila, nádrže a potrubí,
- EN 1993-5, Navrhování ocelových konstrukcí, Část 5: Piloty,
- EN 1993-6, Navrhování ocelových konstrukcí, Část 6: Jeřábové dráhy.

Základní oddíl, EN 1993-1 se dělí na dalších 12 částí (EN 1993-1-1 ... EN 1993 1-12), vydávaných jako samostatné normy [1], [3] Tyto části pokrývají problematiku návrhu za požární situace, návrhu tenkostěnných ocelových konstrukcí, skofepin apod. Obdobně je EN 1993-3 členěn na dvě části a EN 1993-

4 členěn na tři části. Postupně je tak pokrývána celá oblast ocelových konstrukcí. Paralelně s Eurokódem pro navrhování ocelových konstrukcí začaly vycházet i Eurokód ČSN P ENV 1991-1 (Zásady navrhování a zatížení, 1995) a ČSN P ENV 1991-2 (Zatížení). V současné době probíhá převod předběžných norem ENV na normy EN. Předpokládá se ukončení tohoto procesu do konce roku 2005.

### ZKUŠENOSTI S POU ŽIVÁNÍM

Přechod k Eurokódům byl v oboru ocelových konstrukcí dle mého názoru poměrně hladký a bezproblémový. Koncepce mezních stavů, využívající parciální součinitele bezpečnosti, byla u nás již užívána od roku 1966, z tohoto pohledu tak nešlo o velkou změnu. Vysoké školy přešly na výuku podle Eurokódů velmi rychle, jejich zásluhou byla vydána řada skript s praktickými aplikacemi. K problematice nových norem byla pořádána řada výukových seminářů.

K přechodu na Eurokódy přispěla i nová norma ČSN 73 1401 „Navrhování ocelových konstrukcí“ z roku 1994, revidovaná v roce 1998. Tato norma uvádí principiálně totožné návrhové vztahy jako Eurokód, navíc však jeho ustanovení doplňuje o některá ustanovení, tradičně uváděná v normách starších. S využíváním Eurokódů máme zkušenosti již od vydání první části ČSN P ENV 1993-1-1 a ČSN P ENV 1994-1-1. V naší firmě jsme na výpočty podle těchto norem přešli ihned po vydání. Za hlavní klady lze považovat:

- modulární koncepci Eurokódů,
- jasnou klasifikaci průřezů do čtyř tříd,
- jasné uvedení vlivu imperfekcí do globální analýzy nosného systému,



- rozdělení rámu na posuvné a neposuvné,
- široké využití plastické únosnosti průřezu,
- umožnění návrhu ocelové a ocelobetonové konstrukce za požární návrhové situace,
- podstatné rozšíření možností výpočtu lokální únosnosti styčniců z dutých průřezů,
- dokonalejší podklad pro výpočet přípojů s čelní deskou,
- moderní podklad pro širší použití ocelobetonových konstrukcí.

Podstatnou změnou při posuzování prutových konstrukcí (většina ocelových konstrukcí) je forma průkazu bezpečnosti, kdy únosnost, vyjádřená v globálních vnitřních silách, má být větší, než příslušná vnitřní síla od odevzy na zatížení. U některých typů konstrukcí s proměnou vnitřních sil pak není vždy zcela jasné, kterou hodnotu v kterém místě použít. Z tohoto pohledu byl dřívější postup s posuzováním napětí možná přehlednější.

Dost podstatný rozdíl v dimenzích vychází u prutů namáhaných tlakem a ohybem (nejčastější kombinace). V dřívější normě se spolu s normální silou uvažoval tzv. „ekvivalentní moment“, většinou nižší než maximum. Nyní se uvažuje maximální hodnota momentu v úseku, navíc často zvýšená o vliv normální síly faktorem  $k_{yz}$ .

Nová norma přinesla dost podstatné zvýšení únosnosti koutových svarů oproti předchozím starším normám, snad oprávněně výraz-

ným zdokonalením technologie svařování. Jak ale postupovat při posuzování starších konstrukcí s méně kvalitními svary, není zcela jasné. Únosnost šroubů nyní vychází z meze pevnosti materiálu šroubů a ne z meze kluzu, jak tomu bylo dříve. Znamená to vyšší hodnoty jejich únosnosti. Za nešťastné považujeme užití národních parciálních součinitelů zatížení  $\gamma$  a národních součinitelů materiálu  $\gamma_m$  odlišných od ostatní Evropy.

Ocelové konstrukce, navrhované podle Eurokódu, vycházejí zpravidla poněkud těžší než konstrukce, navrhované podle ČSN 73 1401/86, zejména je-li zatížení počítáno též podle Eurokódu. Zatížení sněhem a větrem, určená dle ČSN P ENV 1991-2-3, ČSN P ENV 1991-2-4, znamenají skokový nárůst oproti stavu dle stále platné normy ČSN 73 0035/88. Při použití normy ČSN 73 0035/88 spolu s Eurokódy (nesystémové, leč stále možné

řešení) je tento nárůst nižší, způsobený zjednodušením systému součinitelů zatížení na dvě hodnoty  $\gamma_f = 1,2; 1,4$ . Podle našeho názoru je určitý nárůst rezerv v konstrukci na místě (pravděpodobně narůstají klimatické extrémy), u zatížení větrem bychom však uvítali přehodnocení referenčních rychlostí. Použití Eurokódů pro rekonstrukce či přepočty často přináší ten výsledek, že konstrukce, sloužící po dlouhou dobu, najednou nevyhoví. Důvodem však často nejsou normy, ale skutečnost, že díky počítačům můžeme zhodnotit vlivy v minulosti opomíjené. Jako největší výhodu používání Eurokódů však považujeme tu skutečnost, že se postupně stávají jednotnou pomůckou pro návrh v celé Evropě. Umožňuje to snadnější komunikaci a snadnější působení našich inženýrů v zahraničí.

Pavel Háša,  
EXCON, a. s.



Použití Eurokódu při rekonstrukci a přepočtu – střecha strojíkovny EOP.

LITERATURA:

- [1] Melcher, J.: *Unifikace Evropských norem, Sborník přednášek „Navrhování ocelových konstrukcí podle EN“, 2004*
- [2] Sedlacek, G, Müller Ch.: *Implication of the Eurocodes, Sborník přednášek STEEL, Brussels, 2004*
- [3] Procházka, J.: *Evropské normy pro navrhování stavebních konstrukcí, Stavební listy 5-6/2004*
- [4] Marek, P.: *Mezní stavy kovových stavebních konstrukcí, RD Jeseník 1981*

# Unikátní ocelové konstrukce

## od návrhu po montáž

**01: NÁVRH**

- > koncepční řešení ocelových konstrukcí
- > spolupráce s architekty a generálními projektanty

**02: PROJEKT**

- > všechny stupně projektové dokumentace ocelové konstrukce
- > dílenská dokumentace
- > autorský dozor

**03: VÝROBA**

- > výroba ocelových konstrukcí
- > vlastní výrobní závod

**04: MONTÁŽ**

- > montáž ocelových konstrukcí
- > supervize při montáži

EXCON, a.s. se zaměřuje na staticky a dynamicky náročné konstrukce jako jsou sportovní stadiony a haly, předpínané konstrukce, kotvené stožáry a věže, zavěšené konstrukce, mosty, rekonstrukce, ale i haly a běžné ocelové konstrukce. Zaměstanci společnosti jsou uznávanými odborníky, navrhují kreativní a ekonomická řešení ocelových konstrukcí. EXCON, a.s. klade velký důraz na týmovou práci, podporu vzdělávání a výchovu mladých odborníků.

EXCON, a.s.  
Sokolovská 187/203  
190 00 Praha 9  
Tel.: +420 244 015 111  
Fax: +420 244 015 340  
e-mail: excon@excon.cz

SPOLEČNOST  
JE ŘÁDNÝM  
ČLEMEM ČAOK

www.excon.cz

www.konstrukce.cz

## WORKSHOP O DEFEKTOSKOPII V TECHNICKÝCH OBORECH

Ústav fyziky Fakulty stavební VUT v Brně, Česká společnost pro nedestruktivní testování (regionální skupina RS 07 – Jižní Morava a Odborná skupina 12) a Centrum dopravního výzkumu pořádají **bezplatný jednodenní Workshop NDT 2004 „Nedestruktivní testování v technických oborech“**. Akce se uskuteční 1. prosince od 10 hodin v prostorách Ústavu fyziky Fakulty stavební v Brně.

Workshop bude zaměřen na problematiku nedestruktivního zkoušení technických materiálů, struktur a konstrukcí. Konference bude významnou příležitostí k setkání všech, kteří se zajímají o nedestruktivní testování v oblasti techniky, a to jak výzkumu, vývoje, tak i průmyslu. Témata konference:

- Akustická a elektromagnetická emise,
- Ultrazvukové metody,
- Magnetické a indukční metody,
- Využití NDT metod ve zkušebnictví,

- Endoskopie,
- Diagnostické metody, využívající nízkofrekvenční šum,
- Ostatní nedestruktivní metody.

Další informace získáte u Marty Kořenské, Žižkova 17, 602 00 Brno, telefon: 541 147 657, fax: 541 147 666, e-mail: korenska.m@fce.vutbr.cz, nebo na internetové stránce ČNDT: <http://www.cndt.cz>.

## KONFERENCE O HYDROIZOLACÍCH NA VOZOVKÁCH A MOSTECH

Už popatnácté se bude konat od 25. do 26. listopadu 2004 v hotelu Fontána v Luhačovicích konference, zaměřená na problematiku hydroizolací vozovek na mostech a mostním příslušenství.

Jejím cílem je informovat účastníky o přípravě a realizaci silniční, dálniční a železniční sítě v České republice se zaměřením na mosty. Dále informovat o novinkách v mostním stavitelství se zaměřením na izolace vozovky. Smyslem akce je i výměna zkušeností, získaných v dané oblasti v roce

2004. Hlavními tématy jsou: Izolační systémy silničních a dálničních mostů, Izolační systémy mostů s kolejovým svrškem, Izolace spodních a podzemních staveb proti tlakové vodě, Izolace tunelů, kolektorů a dalších inženýrských staveb, Dodatečné izolace, sanace, rekonstrukce, Mostní vozovky a příslušen-

ství, Informace o příbuzných oborech a konferencích v oboru a další odborné zajímavosti z tuzemska a zahraničí.

Kontakt na organizátory: SEKURKON, Šumavská 31, 612 54 Brno, fax: 541 236 510, tel.: 549 131 555, [bmo@sekurkon.cz](mailto:bmo@sekurkon.cz).

### Mezinárodní konference progresivních technologií povrchových úprav

23. a 24. listopadu 2004, Čejkovice, hotel Zámek

Kontakt: Ing. Viktor Kreibich, CSc., Křejského 1526, 149 00 Praha 4 – Opatov,  
tel.: +420 224 352 626, mobil: +420 602 341 597, fax: +420 224 310 292,  
[pu-seminar@seznam.cz](mailto:pu-seminar@seznam.cz), [www.kreibich.ic.cz](http://www.kreibich.ic.cz)

*Akce se uskuteční pod patronací České společnosti pro povrchové úpravy.*

## 42. KONFERENCE HUSTOPEČE 2004 JIŽ 2. PROSINCE

### SEZNAM PŘEDNÁŠEK:

- Ing. arch. Roman Koucký (Roman Koucký architektonická kancelář s. r. o., Praha) „MetalBlob“ – co nás čeká a zřejmě nemine
- Prof. Ing. Jindřich Melcher, DrSc. (VUT Brno – Fakulta stavební) **K aktuálním problémům konverze ENV na EN**
- Prof. Ing. Jiří Studnička, DrSc. (ČVUT Praha) **Symposium IABSE v Šanghaji**
- Prof. Ing. Pavol Juhás, DrSc. (Technická univerzita Košice – Stavební fakulta) **Výpočet ohybové únosnosti kompaktných a štíhlých priezrov ocelových konstrukcí**
- Prof. h. c. Prof. Dr. Ing. Zoltán Agócs, PhD.; Doc. Ing. Ján Brodnianský, PhD. (Slovenská technická univerzita Bratislava – Stavební fakulta) **Rekonštrukcia a obnova mostov na rieke Dunaj a Ipeľ**
- Prof. Ing. František Wald, CSc. (ČVUT Praha) **Často kladené otázky k navrhování styčnicků podle Evropských norem**
- Ing. Hana Kalousková (SVÚOM Praha) **Žárově zinkované povlaky a jejich vlastnosti v protikorozní ochraně**
- Ing. Miloslav Lukeš; Ing. Jiří Lahodný; Ing. Vladimír Janata, CSc. (EXCON, a. s., Praha) **Ocelové konstrukce pro kostel sv. Anny v Praze a KUC Zlín**
- Ing. Pavel Háša; Ing. Jaroslav Vácha (EXCON, a. s., Praha) **Rekonstrukce střechy strojovny v elektrárně v Opatovicích**
- Ing. Milan Hanzelka (Hutní montáže Ostrava a. s., Ostrava) **O zkušenostech a poznacích z montáže OK a lanových systémů vnitřní střechy fotbalového stadionu v Hannoveru**
- Ing. Vojtěch Konečný (Ing. Antonín Pechal, CSc., Brno) **Most přes řeku Dyji u obce Stalky, ev. č. 409-027**
- Ing. Zdeněk Horníček (OKF DESIGN s. r. o., Brno) **Projekt a realizace mostu na sil. III/43311 Těšice – Tištin přes D1 v km 44,607**
- Ing. Petr Brosch (OKF DESIGN s. r. o., Brno) **MZUL Brno – objekt specializovaných výukových prostor**
- Ing. Milan Citta (Hutní montáže Ostrava a. s., Ostrava) **Montáž a zaplavení OK mostu Košická přes řeku Dunaj v Bratislavě**

Kontakt na organizátora: Jiří Skyva – [jiri.skyva@ikskyva.cz](mailto:jiri.skyva@ikskyva.cz), tel.: 543 215 565 nebo mobil: 603 157 797