

Poslední desetiletí přineslo přelom v metodách navrhování a modelování betonových konstrukcí. Tradiční dělení mezi železobetonem, předpjatým betonem a betonem částečně předpjatým nebo s vnějším předpětím bylo shledáno jako umělé, matoucí a zbytečně omezující praxi. Teorie plasticity byla zavedena pro navrhování prvků namáhaných smykem nebo kroucením. Na tomto základě následoval rozvoj modelů příhradové analogie (strut-and-tie models), které umožňují také navrhování v oblastech nespojitosti (D). To přineslo jedinečnou možnost znovu nalézt jednotu v koncepci navrhování včetně řešení konstrukčních detailů. Výsledky výzkumu měly dopad na některé normy pro navrhování. Většina norem se však stále drží tradičních koncepcí a nové postupy se málokdy využívají v praxi. Hlavním úkolem sekce 2 bylo přispět k rozšíření poznatků získaných při výzkumu. Dále byly předvedeny podklady a principy nedávno publikovaného Doporučení FIP „Praktické navrhování betonových konstrukcí“ (1999), které plně vychází z koncepce modelů příhradové analogie. Pracovníci výzkumu a projektanti ukázali řešení příkladů z praxe, problémy při navrhování a otevřené otázky pro další výzkum.

The last decade brought a breakthrough in the design methods and models for structural concrete. The traditional divisions between reinforced, prestressed, partially prestressed and even externally prestressed concrete were identified as artificial, leading to confusion and unnecessary limitations in practice. The theory of plasticity was applied for the design of members under shear and torsion. From this the basis the development of strut-and-tie models, which allow the design of discontinuity regions followed. This brought the unique chance to gain consistency in the design concept covering all parts of the structure, including the essential role of detailing. This development in research was also reflected in some codes. However, most codes still keep to the traditional concepts and so the new concepts are rarely used in practice. The main aim of session 2 is to contribute to the transfer of knowledge gained in research. The newly edited FIP Recommendations 1999 "Practical Design of Structural Concrete" and their background are presented, the design concept of which is fully based on strut-and-tie models. Practical design examples as well as design problems and open fields of further research are shown by both practitioners and researchers.

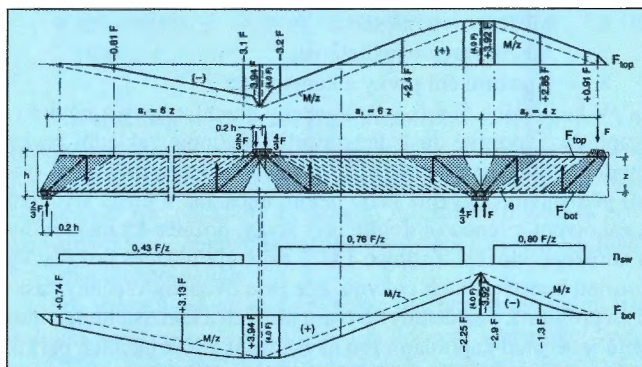
V sekci „Praktické navrhování betonových konstrukcí“ vybral vědecký výbor symposia ze 44 došlých anotací 23 příspěvků k otištění ve sborníku, z toho 18 příspěvků bylo předneseno během symposia, a další 3 autoři byli vyzváni k přípravě hlavních

přednášek. Jedna část sekce byla věnována příkladům podle Doporučení FIP z roku 1999.

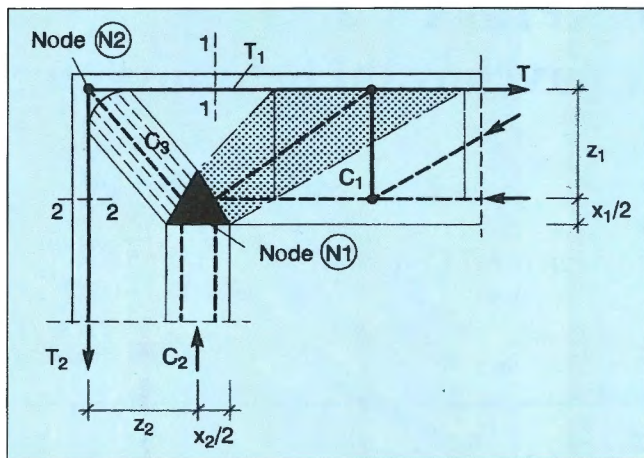
Doporučení FIP „Praktické navrhování betonových konstrukcí“

Základní dokument sekce 2 uvedl ve své přednášce „Směrem k moderní koncepci navrhování konstrukčního betonu“ Dr. Karl-Heinz Reineck z Technické univerzity ve Stuttgartu. Tento dokument vypracovala komise FIP č. 3 jako zcela přepracovanou revizi Doporučení FIP „Practical design of reinforced and prestressed concrete structures“ (1984). Podkladem pro revizi byl CEB/FIP Model Code 1990 (MC 90). Zatímco Model Code je určen zejména pro autory norem pro navrhování, doporučení FIP má sloužit praktickým inženýrům, kteří chtějí navrhovat podle moderních postupů. Zásady pro navrhování jsou uvedeny ve stručné formě vhodné pro zkušené inženýry s přiměřenou praxí v projektování a v oblasti konstrukčních detailů, podrobnější informace a komentář lze nalézt formou odkazů v MC 90. Doporučení bylo přijato jako jeden z posledních dokumentů FIP, hlavní část textu však byla dokončena v již roce 1996. Vzhledem k závažnosti problematiky a k dokončované transformaci CEB a FIP probíhal schvalovací proces i příprava k tisku velmi zdlouhavě.

Doporučení FIP je významným krokem na cestě k jednotnému systému navrhování konstrukčního betonu. Hlavní zásady pro navrhování tohoto systému byly formulovány již na kolokviu IABSE v roce 1991 ve Stuttgartu. Patří k nim sjednocení teorie navrhování v normách a předpisech pro projektování i ve výuce, odstranění zbytečných konfliktů a duplicit, zdůraznění významu celkového chování konstrukcí a jejich detailů místo posuzování jednotlivých průřezů pro různé kombinace zatížení pomocí oddělených vzorců, optimalizace toku vnitřních sil a vý-

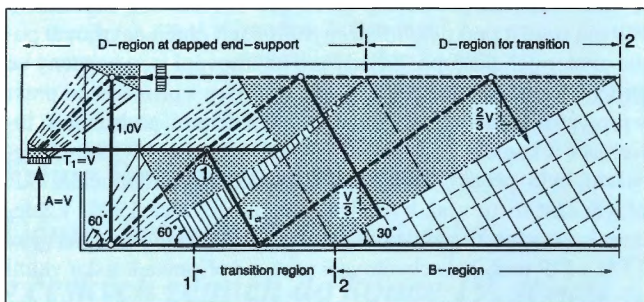


Obr. 1 – Náhradní příhradový model pro nosník s převýslým koncem a rozdělení vnitřních sil / Strut-and-tie model for a beam with a cantilever and distribution of chord forces



Obr. 2 – Model jednoduchého rámového styčnicku metodou příhradové analogie / A Strut-and-tie model for simple frame corner

voj jasných pokud možno univerzálních statických modelů pro všechny druhy betonových i hybridních konstrukcí. Tyto cíle mohly být považovány za příliš idealistické, avšak vývoj potvrzuje správnost nastoupené cesty. Přenesení uvedených zásad do norem pro navrhování, zejména do systému Eurokódů (EC 2) bude prováděno postupně, neboť určitá konzervativnost je zde žádoucí.



Obr. 3 – Model příhradové analogie pro desku s ozubem / Strut-and-tie model for a stepped end support of a slab

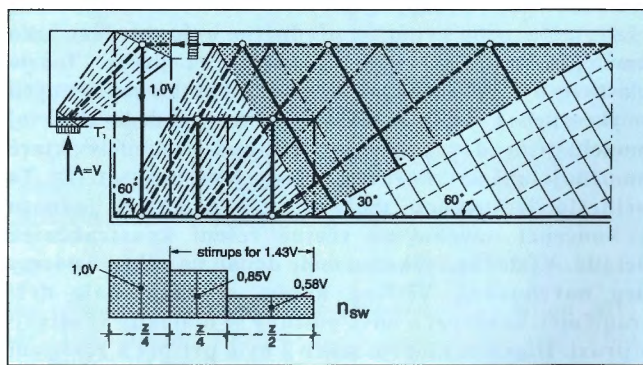
Doporučení FIP „Praktické navrhování betonových konstrukcí“ (1999) obsahuje následující kapitoly:

1. Zásady
2. Materiálové charakteristiky
3. Předpětí
4. Technologické detaily a požadavky na trvanlivost
5. Pevnost prutů a uzlů v modelech příhradové analogie
6. Mezní stavy únosnosti
7. Mezní stavy použitelnosti
8. Konstrukční prvky a konstrukce

V kapitolách 5. a 6. jsou uvedeny hlavní změny a novinky. Kapitola 5. poprvé důsledně zavádí a definuje základní prvky modelů příhradové analogie, tj. tažené a tlačené pruty (resp. pole) představující výztuž nebo beton, únosnost v místě styčnicků a zakotvení, přenos sil třením přes styky, požadavky na přesahy a sdrúžené vložky. Zatímco EC 2 zajišťuje některé požadavky formou konstrukčních pokynů, zde jsou uvedeny všechny zásady a požadavky na detaily ve tvaru jasných a konzistentních modelů ještě před kapitolami pro navrhování konstrukčních prvků. Další podstatné změny jsou v kapitole 6, kde jsou podrobně popsány jednotné zásady pro navrhování v oblastech nespojitosti (D-oblasti) s řadou praktických příkladů řešených pomocí metody příhradové analogie, které jsou obdobné navrhování B-ob-

lastí s ustáleným tokem vnitřních sil. Na rozdíl od MC 90 jsou v doporučení FIP upraveny postupy pro navrhování štíhlých tlačných prutů ve zjednodušené formě náhradního prutu, pro posouzení smykové únosnosti se počítá s vlivem tření v trhlínkách mezi prvky příhradového modelu a působení betonu v tahu není obecně zanedbáno. Přestože tyto změny odpovídají reálnému působení konstrukcí v mezních stavech únosnosti, jejich zavedení do norem ještě není odsouhlaseno některými teoretiky. Bude zajímavé sledovat, jak se nově navržené postupy pro navrhování přenesou do probíhajících revizí EC 2 a ACI.

Příklady navrhování podle doporučení FIP (1999) byly předvedeny v sekci 2.1 Design Workshop. Úvodní slovo přednesl prof. Julio A.S. Appleton, předseda komise FIP č. 3. Příklady z praxe potom dokumentovali Santiago Pérez-Fadon, Joao Almeida, Bo Westerberg, Hugo Corres Peiretti a Stein Atle Haugerund. Tyto příklady a další příklady budou publikovány v chystaném bulletinu fib.



Obr. 4 – Doporučený model příhradové analogie pro desku s ozubem a přidávanou výztuží / Recommended strut-and-tie model for a stepped end support of a slab with additional reinforcement

Přehled dalších příspěvků v sekci 2

Další vyzvané přednášky přednesli John E. Breen, který porovnal předpisy pro navrhování v Evropě a v USA a Manfred Miehlebradt, který hovořil o vývoji postupů pro posouzení smyku, zachyceném v evropských normách od roku 1970 do 2000.

V sekci 2 zazněla ještě řada dalších příspěvků z teorie navrhování, často dokumentovaných rozsáhlými výsledky zkoušek z následujících aktuálních oblastí:

- ♦ problematika stěnových, deskových a membránových prvků:
 - Kritérium pro navrhování železobetonových panelů (V.I. Carbone, L. Giordano, G. Mancini);
 - Analýza železobetonových membrán v projektové praxi (Walter Kaufman);
 - Modely pracovních diagramů pro ŽB desky a skořepiny (Jan A. Overli, Svein I. Sorensen);
 - Tahové zpevnění mezi výztužnými vložkami ŽB membránových prvků (István Sajtos);
 - Postup pro posouzení betonových konstrukcí v D-oblastech (Johan Blaauwendraad, Pierre C.J. Hoogenboom).
- ♦ posuzování smyku:
 - Chování a posouzení nosníků namáhaných smykem (F.J. Vecchio);
 - Smyk u železobetonových spojitých nosníků (P. Keown, D.J. Cleland, D. Sloan, S. Gilbert);
 - Mezní smyková únosnost betonových nosníků s vysokohodnotným betonem s lehkým kamenivem (J. Niwa, S. Tamura, Y. Hamada, T. Okamoto, Y. Ishikawa);
 - Betonové prvky s tradiční výztuží a vlákny (György L. Balázs, Imre Kovács);

Posuzování smyku a jednotná koncepce navrhování betonových konstrukcí založená na modelech příhradové analogie (Karl-Heinz Reineck).

◆ protlačení desek:

Modely pro stropní styky spřažených konstrukcí s dílci a monolitického betonu (Andrzej B. Ajdukiewicz, Jacek

S. Hulimka, Alina T. Kliszczewicz);

Protlačení desek se smykovou výztuží: porušení tahem (Philippe G. Menétrey);

Protlačení u styku desky s vnitřním sloupem (J. Hegger, Rüdiger Beutel);

Navrhování deskových stropů na progresivní zřícení (G.S. Melo, P. E. Regan).

◆ styků betonových prvků:

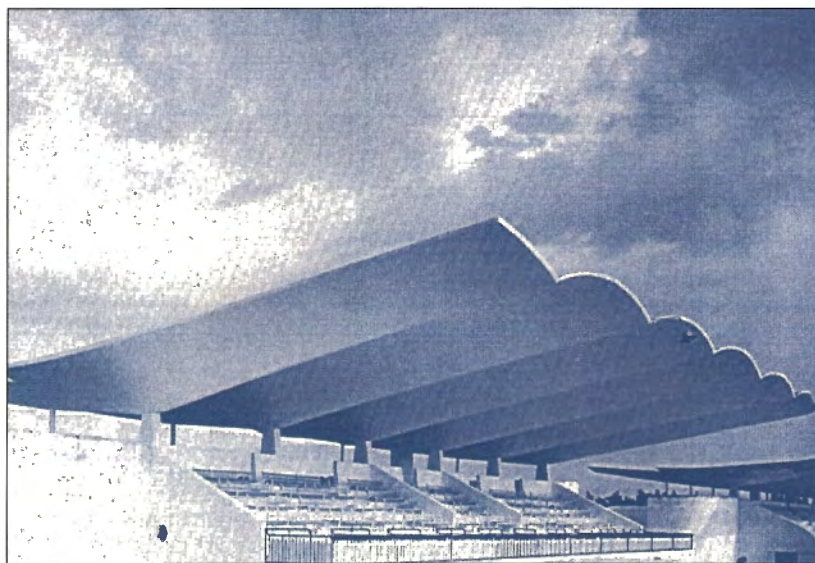
Přetvárnost betonových konstrukcí (Viktor Sigrist);

Rámové styky mezi vnitřními sloupy a trámy (J. Hegger, W. Roeser);

Příhradové modely pro styky mezi sloupy a trámy (Robert Vollum).

Zajímavé zamyšlení na téma filozofie navrhování betonových konstrukcí, věnované španělskému klasikovi prof. Eduardo Torrojo, od jehož narození uplynulo 100 let, přednesl Hugo Corres Peiretti. Prof. Torroja je autorem motta symposia, k němuž není třeba nic dodávat:

„Navrhování konstrukcí se týká nejen vědy a techniky. Je spojeno také se smysly, city, nadáním a s radostí z objevování vhodných tvarů, ke kterým vědecké výpočty doplní závěrečné potvrzení, že konstrukce je spolehlivá a pevná v souladu s požadavky.”



Obr. 5 – Střeška tribuny dostihového areálu v Madridu (projekt - prof. Torroja) / Cover of the Horse Race Track in Madrid (design by Prof. Torroja)

Ing. Milan Kalný, Pontex s.r.o., Bezová 1658, 147 14 Praha 4

RECENZE

I. Gschwendt: *Vozovky, konštrukcie a ich dimenzovanie*

Ivan Gschwendt: *Vozovky, konštrukcie a ich dimenzovanie*

Vydalo nakladatelství JAGA group

Bratislava 1999

172 stran

Autor je významný výzkumný pracovník a profesor Stavební fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislavě, který řadu let působil ve Výzkumném ústavu inženýrských staveb. V oblasti navrhování konstrukcí vozovek je spoluautorem československé návrhové metody pro netuhé vozovky, která byla využita při sestavování Katalogu vozovek (1987).

Kniha má celkem 172 stran včetně obrazové přílohy, s množstvím schémat a rozsáhlým rejstříkem použité literatury. Náplň je členěna do 4 kapitol:

1. Vozovky obecně, konstrukce a členění (8 stran),
2. Mechanika vozovek, modely vozovek, aplikace mechaniky (10 stran),
3. Navrhování konstrukcí vozovek, návrhové metody, ovlivňující faktory, vlastnosti materiálů typizace, katalog konstrukcí (52 stran),
4. Hospodaření s vozovkami, systémy hospodaření, poruchy a stav povrchu, měření nerovnosti a drsnosti povrchu, diagnostické zařízení, hodnocení stavu, zesilování a obnova konstrukcí, ekonomické hodnocení variant (49 stran),
5. Literatura (3 strany).

Kniha v podstatě obsahuje teoretický základ pro v praxi používané finální katalogy technických podmínek (TP) např.:

- ◆ Katalog poruch vozovek s CB krytem, Praha, MDČR, TP 62, leden 1995
- ◆ Směrnice pro hodnocení provozní způsobilosti CB letištních drah a ploch – L36, Praha FMD, 1985
- ◆ Navrhování údržby a opravy netuhých vozovek, MDČR, TP 87, 1996
- ◆ Rekonstrukce vozovek s CB krytem, MDČR, TP 91, 1997.

Pro srovnání se slovenskými směrnici jsou zde uvedeny příklady katalogů z Německa, Rakouska, Polska, Švýcarska a ČR (TP 78-Katalog vozovek pozemních komunikací). Vedle teorie jsou zde obsaženy i základní informace o zásadách rekonstrukcí resp. obnově konstrukcí vozovek a použitých materiálech a technologiích.

Pro shora uvedené důvody může být tato kniha velmi užitečným pomocníkem pro návrh a hodnocení konstrukcí vozovek. Navíc poskytuje i řadu argumentů pro projektanty event. správce komunikací při obvykle rutinním používání Technických podmínek v praxi.

Petr Slabý