

složky nejen že vhodně doplňují granulometrii betonové směsi, ale současně se svou vybuzenou hydraulicitou se podílejí na hydraulické reakci cementu. Užitím těchto a dalších technologických postupů se tak daří vyrábět vysokopevnostní čerpateľné betony, jejichž 28 denní pevnost dosahuje 100 až 150 MPa.

Náš současný stav je bohužel těžce poznamenán extenzivním přístupem k výrobě prakticky všech stavebních hmot. Nikoliv kvalita, ale především kvantita byla prvořadým cílem plánovacích ukazatelů. Vzhledem k tomu, že energetické zdroje však byly, zejména v posledním období, již silně limitujícím faktorem, řešilo cementářství "hlad" po cementu neustálým zvyšováním podílu směsných cementů na celkové výrobě. Zatímco v Německu je podíl portlandských cementů na celkové výrobě cca 75% a v USA více než 90%, u nás byl tento podíl právě opačný. Takřka ze tří čtvrtin byla produkce tvořena cementy směsnými a pouze zbytek tvořily cementy portlandské. To sice umožňovalo dosahovat v polovině 80. let roční výroby více než 100 miliónů tun cementu a ve výrobě cementu na jednoho obyvatele jedno z prvních míst v celosvětovém přehledu spotřeby, ale současně to těžce poznamenalo i celou technologii betonu. Zatímco v

západní Evropě se dávky cementu na jeden metr krychlový betonové směsi převážně pohybují od 250 do 350 kg, u nás od 350 do 450 a nezděka i do 550 kg.m<sup>3</sup> betonové směsi. Tyto často ohromující dávky cementu neznamenaají jen plýtvání surovinami a energetickými zdroji, ale je jím i těžce poznamenán sám beton. Větší objemové změny, častý vznik smršťovacích trhlin, výrazně větší dotvarování, nižší moduly pružnosti betonu, to jsou průvodní jevy výše naznačeného fenoménu. Pro objektivnost je třeba konstatovat, že kromě technických ani ekonomické aspekty nesměřovaly k úsporám cementu. Ve většině příkladů bylo podstatně levnější zajistit lepší zpracovatelnost betonové směsi zvýšenou dávkou cementu než aplikací vhodné ztekucující přísady.

Proto všechny, jež mají co do činění s výrobou cementu, navrhování betonových směsí i projektováním či realizací železobetonových konstrukcí, čeká v nejbližších letech řada úkolů, jejichž cílem by mělo být vyrovnání kroku s průmyslově nejvyspělejšími zeměmi, tentokrát však nikoliv pokud se týče extenzivního rozvoje výroby a spotřeby cementu, ale naopak v jeho maximálních úsporách a racionálním využití.

---

## Spřažené železobetonové konstrukce

ZPRÁVA Z KONFERENCE POŘÁDANÉ ČBS POD ZÁŠTITOU ČSSI OP PARDUBICE A  
KLOKNEROVA ÚSTAVU ČVUT V PRAZE DNE 9. 12. 1992 V PARDUBICÍCH.

### Úvod

Transformace direktivně řízeného stavebnictví na tržní mechanismus se nutně dotýká i používání železobetonových konstrukcí ve výstavbě. Z nově se tvořících vztahů mezi zákazníkem a dodavatelem vyplývají i nové požadavky na funkčnost, kvalitu, hospodárnost a zejména na rychlost výstavby. Neopomenutelné jsou i ekologické aspekty. V minulosti používané celostátně unifikované konstrukční soustavy, zvláště pak prefabrikované, přestávají vyhovovat. Dochází k renesanci nejen monolitických, ale i k rehabilitaci prefabrikovaných konstrukcí. Nárokům na vysokou kvalitu a rychlost výstavby v současné době vyhovují zvláště konstrukce kombinované, kde se používají obě výrobní technologie, tj. prefabrikovaná i monolitická. Přednostně se využívají jejich výhodné vlastnosti a současně se potlačují jejich vlastnosti



Ing. Pavel Čížek

nevýhodné. Výrobní technologie spřažení beton-beton se používá pro navrhování jak svislých, tak vodorovných konstrukcí, v pozemním stavitelství zejména stropních, kde se využívají prefabrikované desky a nosníky, na stavbě dodatečně spřažené s nadbetonovou monolitickou vrstvou (obr. 1). Deskové prefabrikované dílce plní funkci ztraceného bednění a je v nich umístěna nosná výztuž určená pro vykrytí kladných ohybových momentů. Prefabrikované dílce nosníků slouží jako



dočasné podpory pro uložení prefabrikovaných desek a monolitické nadbetonované vrstvy. Pro prefabrikované dílce se používají kvalitnější betony min. zn. B 30. Vyrábí se převážně v ocelových formách, které zaručují kvalitní hladký povrch viditelných částí konstrukce. Oproti dílcům celomontovaných konstrukcí, dílce určené pro dodatečné spřažení s monolitickou vrstvou ve stavbě, se vyznačují nižší hmotností. Kladou proto nižší nároky na přepravu, skladování a montážní zařízení. Pro monolitickou nadbetonovou vrstvu se doporučuje používat u nás běžně dostupný beton značky min. B 20.

Výstavba v našem zeměpisném pásmu je prakticky nezávislá na klimatických podmínkách.

Příklady použití prefabrikovaných stropních deskových dílců dodatečně spřažených s nadbetonovou vrstvou jsou uvedeny na obr. 1. a 2.

Zajištění spolupůsobení nadbetonové vrstvy s prefabrikovaným dílcem lze zajistit více způsoby v závislosti na mnoha okolnostech. Protože se většinou používají prefabrikované dílce vyráběné ve speciálních závodech a většinou se jedná o hromadnou výrobu, garantuje výrobce úpravu vrchního povrchu desky pro zajištění spolupůsobení s nadbetonovou vrstvou. Garance je založena na výsledcích průkazných zatěžovacích zkoušek. U stropních desek většinou není zapotřebí spřahovací výztuž anebo se tato používá jen ve zvlášť exponovaných oblastech desek, zejména oblastech koncových. Různé způsoby spřažení jsou vyznačeny na obr. 3.

Spřažené betonové nosníky se využívají zejména u stropních konstrukcí navrhovaných na účinky vyšších nahodilých zatížení nebo v případech, kdy je třeba omezit konstruktivní výšku stropu. Spřažení se obvykle zajišťuje vyčnívajícími třmeny, dostatečně zakotvenými v obou částech průřezu nosníku. U dostatečně širokých nosníků s převahou šířky nad výškou postačí k spřažení pouze záměrně zdrsňený povrch styku horní plochy prefabrikované části průřezu s monolitickou nadbetonávkou. Některé příklady spřažených nosníků použitých při výstavbě budov s konstrukcí otevřeného skeletu PREMO /1/ jsou uvedeny na obr. 4. Použitím jak spřažených desek, tak nosníků současně, získáváme konstrukce, v nichž se uplatňují všechny pozitivní vlastnosti obou výrobních technologií. Podrobný výpočet spřažených konstrukcí při zohlednění historie zatěžování, smršťování a dotvarování betonů různého stáří, eventuálně změn statického působení v různých fázích výstavby až po užitelské stadium, je dosti náročný.

Provádění výpočtů těchto konstrukcí v běžné praxi statika je nemyslitelné bez vhodného softwarového vybavení. V každém případě je vždy vhodné výsledný návrh ověřit výpočtem, jak je uvedeno v /2/, kde se v čl. 19.4 uvádí, že při dimenzování prefabrikovaných průřezů dodatečně při výstavbě doplněných monolitickým betonem se může postupovat tak, jako by byl celý průřez od začátku vyrobený vcelku.

To platí i pro dodatečně dobetonované konce podpor. Předpokladem však je přenesení smykové síly působící v styčné spáře výztuží, a aby styková spára byla dostatečně drsná nebo profilovaná. Pokud se použijí pro prefabrikovanou a monolitickou část průřezu betony různých značek, použijí se při dimenzování celkového průřezu hodnoty betonu nižší značky.

Vhodná kombinace prefabrikované a monolitické výrobní technologie se spřažením jednotlivých částí prefabrikovaných a monolitických prvků konstrukce v kompaktní celek při výstavbě je v mnoha případech výhodnější než konstrukce pouze prefabrikované nebo monolitické /3/. Např. u spřažených prefabrikovaných desek s dodatečně nadbetonovanou vrstvou lze dosáhnout:

- možnost vytváření spojitých desek a jejich konzolových vyložení
- zvýšení celkové únosnosti nebo lokální únosnosti okolo otvorů při koncentrovaném zatížení
- zvýšení tuhosti
- zabezpečení společného průhybu
- zlepšení příčného roznášení zatížení
- možnosti vedení rozvodu v monolitické vrstvě
- zvýšení požární odolnosti
- zlepšení zvukové izolace
- zlepšení vodotěsnosti.

Projevem zvýšeného zájmu o spřažené konstrukce je v poslední době i vznik nových konstrukčních soustav, např. lehkého konstrukčního systému AB - LKS /4/, otevřené poloprefabrikované stavební soustavy „TVAR“ /5/ anebo již zmíněného skeletu PREMO. Některé příklady realizovaných spřažených konstrukcí skeletu PREMO jsou uvedeny na obr. 5 až 12.

Prefabrikované dílce byly vyrobeny z betonu B 40 a na stavbě byly spřaženy s nadbetonovanou vrstvou z betonu B20 nebo B30. Výstavba všech konstrukcí proběhla v neuvěřitelně krátkých lhůtách od pěti týdnů až po 4 měsíce.

Všechny uvedené skutečnosti byly důvodem k uspořádání konference na téma spřažených železobetonových konstrukcí. Cílem konference bylo shromáždit příspěvky týkající se spřažených železobetonových konstrukcí z oblastí výzkumu, navrhování, výroby a realizace. Vytvořit vhodné podmínky pro navázání kontaktů mezi účastníky konference, což se podařilo. Kromě příspěvků Doc. J. Procházky, CSc. a Ing. V. Pumpra, CSc., které jsou publikovány na následujících stránkách, byly předneseny další příspěvky:

- Doc. Ing. J. Procházka CSc. a Doc. Ing. J. Krátký CSc.: Navrhování spřažených konstrukcí beton - beton - teorie a výpočet (plně a částečně spřažené konstrukce, nespřažené konstrukce).



O výpočtových programech pro navrhování pojednávali:

- Ing. V. Viták: Programy pro navrhování spřažených stropních konstrukcí
- Doc. Ing. I. Havránek, CSc.: Spřažené železobetonové nosníky
- Ing. Kalenda: Software nejen pro mostaře
- Ing. J. Navrátil, CSc., Ing. M. Horák: Redistribuce a posouzení normálových napětí ve spřažených konstrukcích s ohledem na reologické působení betonu.

Z oblasti výzkumu a experimentálních měření to byly příspěvky:

- V. Szabó, CSc.: Lomové charakteristiky betónov
- Ing. Ľ. Nasch, CSc.: Operačná spoľahlivosť kompozitných prvkov pod opakovaným zaťažením
- Ing. I. Šimůnek: Spojení starého a nového betonu u dynamicky namáhaných konstrukcí
- Doc. Ing. Dohnálek, CSc.: Metody zkoušení soudržnosti betonových vrstev
- Prof. Ing. M. Baťa a kol.: Metody ověření chování spřažené konstrukce

Z oblasti používaných konstrukcí byly prezentovány příspěvky:

- Ing. J. Vraný: Uplatnění spřažených stropních desek v praxi
- Ing. I. Řehoř: Desky stropních konstrukcí s předem předpjatými panely PRESTO
- Ing. Ľ. Lašán: Stropné spriahnuté železobetonové prierezy s použitím:
  - vopred predpatých dosiek KAPRA
  - vopred pradpatých rebrových panelov
  - železobetonových pravouhlých prefabrikovaných hlavíc

- Dr. Ing. E. Horáček, CSc.: Bezprůvlakové desky s kruhovými předpjatými hlavicemi
- Ing. I. Řehoř: Předem předpjaté kruhové hlavice
- Ing. V. Urban, CSc.: Konstrukční úpravy systému PRÉDALLE z hlediska ČSN a EC
- Ing. M. Kalný: Využití spřažených betonových konstrukcí v mostním stavitelství

Spřaženým konstrukcím beton - ocel a beton - dřevo byly věnovány tyto příspěvky:

- Dr. Ing. J. Kozák, CSc.: Ocelobetonový konstrukční systém pre viacpodlažné budovy
- Ing. J. Poštulka: Spřažené dřevobetonové stropné konstrukcie

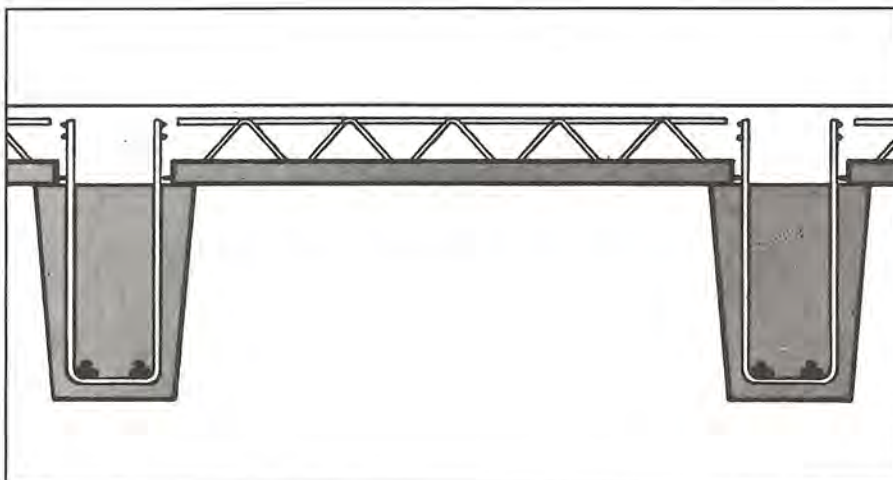
Sborník uvedených příspěvků z konference v hodnotě 200,- Kč je možné objednat na dobírku. Kontaktní adresa:

**ČBS - ČSSI**  
Iva Francírková  
Masarykovo nám. 1484  
532 30 Pardubice  
tel.: 040/512241

Literatura:

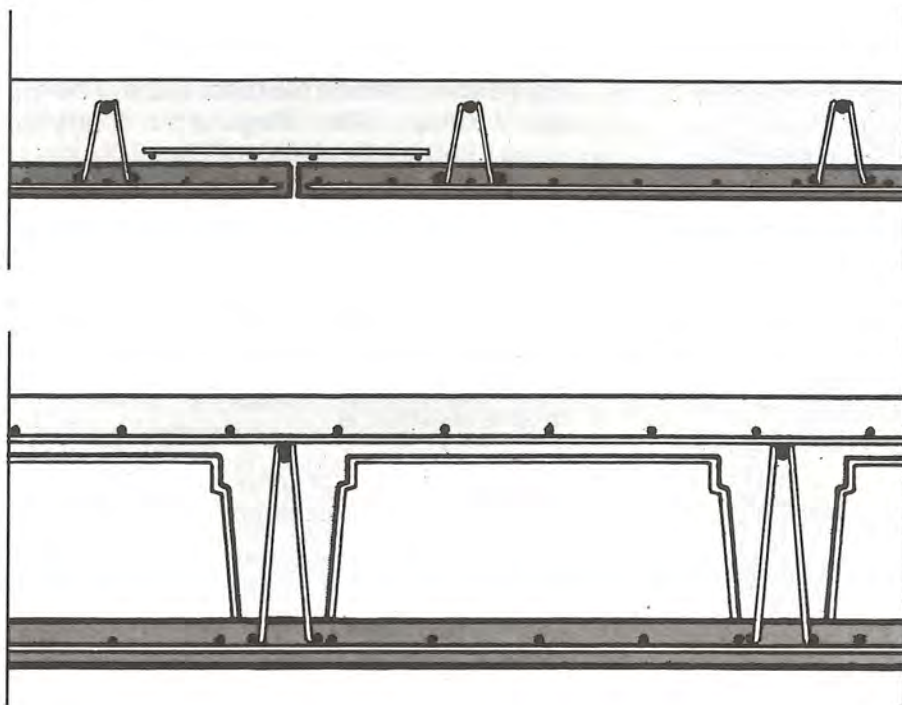
- / 1 / Čížek P.: Skelet PREMO, Stavební aktuality 4/92
- / 2 / DIN 1045 Beton und Stahlbeton 1988
- / 3 / Horizontal Composite Structures - FIP Guide to good practice, second draft 1988
- / 4 / Argay I.: Lehký konstrukční systém, Stavební aktuality 2/92
- / 5 / Otvorená poloprefabrikovaná stavebná sústava TVAR, ZIPP - VVÚP, Bratislava 1990

## Příklady spřažených železobetonových konstrukcí



Obr. 1

Stropní konstrukce složená z prefabrikovaných desek a nosníků spřažených vyčnívajících výztuží s nadbetonovanou monolitickou vrstvou



Zajištění bezpečného spolupůsobení prefabrikovaných desek s vloženou výztuží nad podélnou spárou.

Vylehčení nadbetonované prefabrikované desky kazetami s efektem zvýšení únosnosti a tuhosti.

### Základní typy spřažených stropních desek

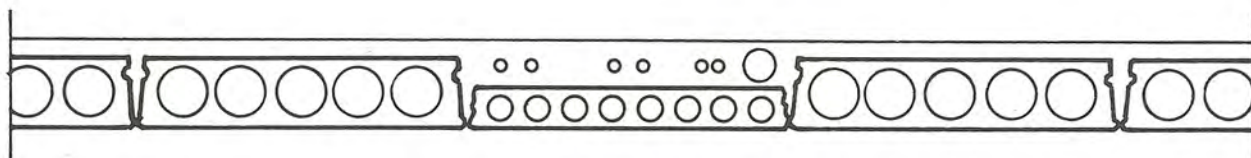
Obr. 2

A - Dutinové panely s možnostmi vedení rozvodů

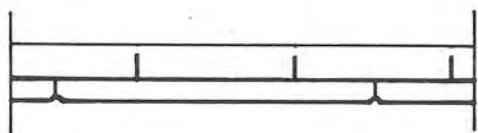
B - Deskové panely

C - Žebrové panely

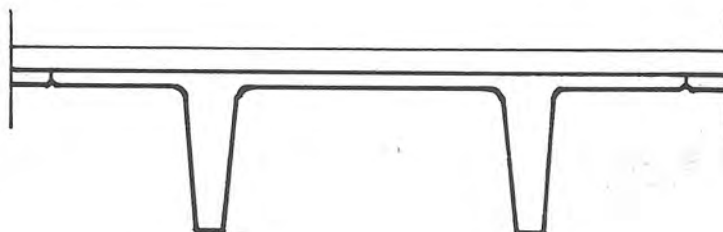
A



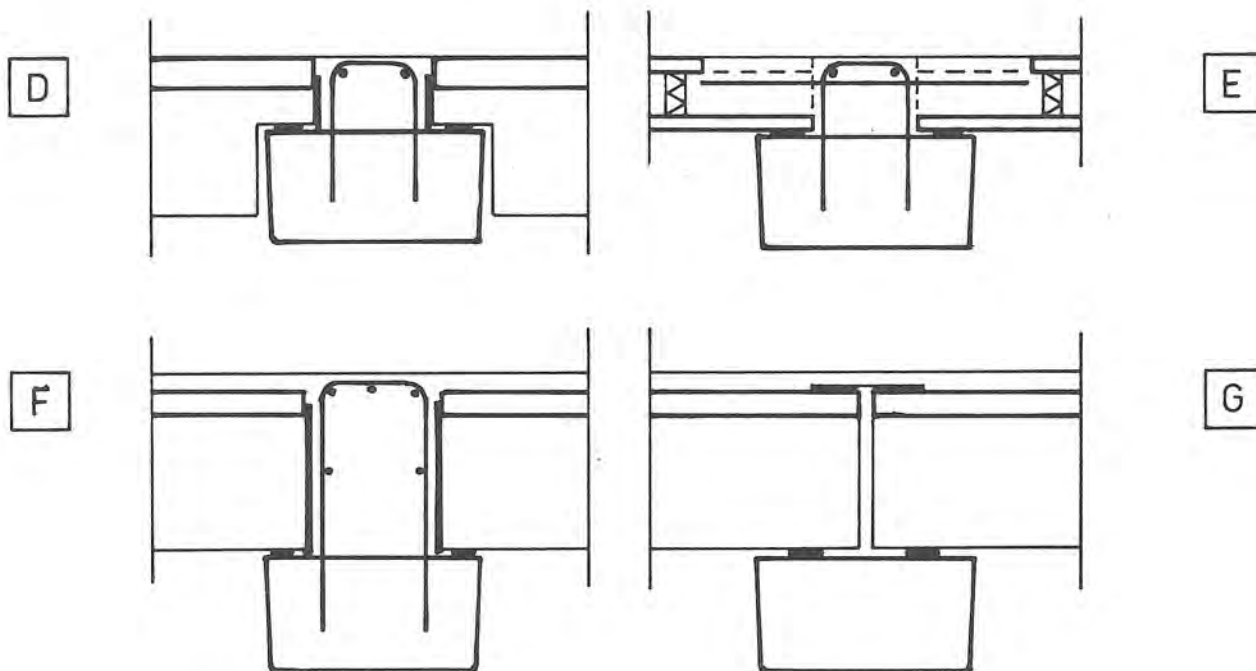
B



C



D až G - Příklady uložení žebrových nebo dutinových panelů prostě uložených nebo částečně spojených na prefabrikované nosníky D až F spřažené s monolitickou vrstvou anebo G - nespřažené.



Obr. 3

Základní způsoby spřahování prefabrikovaných železobetonových nebo předpjatých prefabrikovaných desek s dodatečně nadbetonovanou monolitickou vrstvou betonu při výstavbě

A - vlnovky

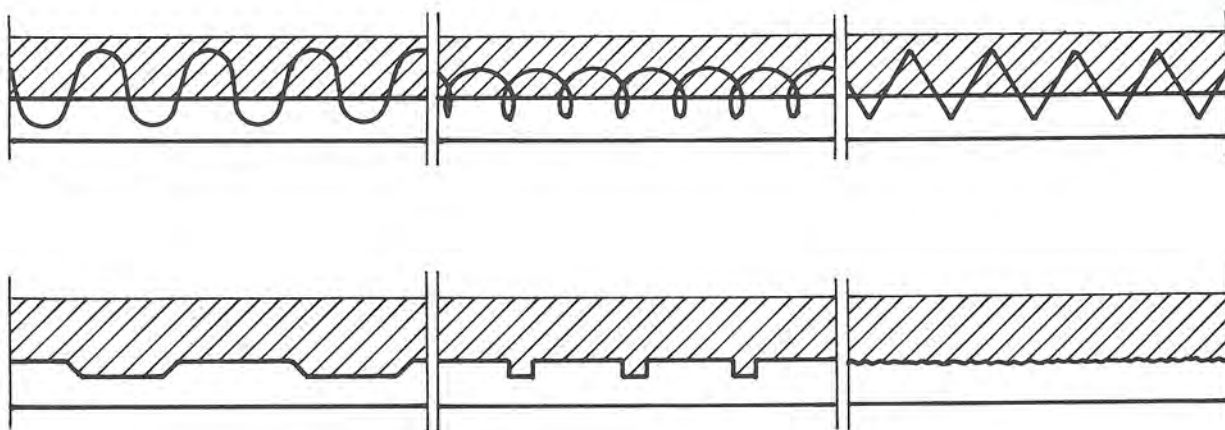
B - spirála

C - žebříčky

D - hmoždinový styk

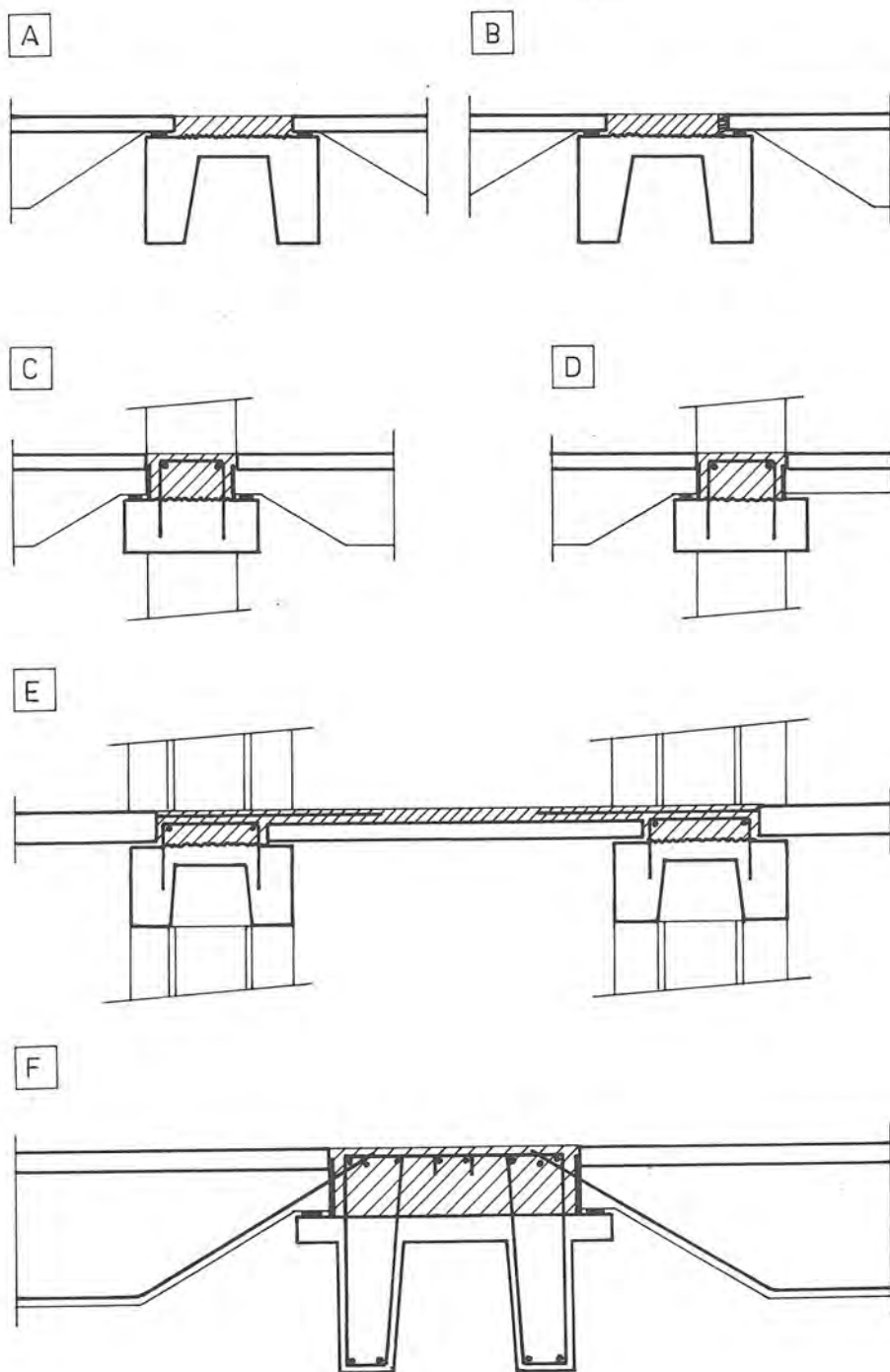
E - důlkový rastr

F - zdrsněný povrch





- příčné řezy nosníky s uloženými panely, spřahování výztuží a dodatečnou nadbetonovanou vrstvou
- A, B - dobetonování nosníku mezi čely TT panelů uložených deskou (B - s dilatační spárou) - panely uložené prostřednictvím navyztužených gumových ložisek /x/
- C, D - Polozapuštěné uložení TT panelů s konzolou na obvodu /xx/
- E - Detail spřažené spojité stropní konstrukce nad chodbovým traktem (Ústav sociální péče v Chvalčově)
- F - Detail vzájemného spřažení žebrových panelů a zdvojeného nosníku pro větší rozpory a zatížení /xxx/
- x - Parking centrum - Mariánské lázně
- xx - Dostavba porážek SALMA Březhrad
- xxx - Návrh pro obchodní dům v Jindřichově Hradci



## Překryv kontejnerového dvoru - SALMA Březhrad

Obr. 5



Stropní konstrukce na rozpon 18,0 m pro nahodilé zatížení  $7\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$ .  
Žebrové předem předpjaté panely spřažené s 0,1 m silnou dodatečně nadbetonovanou vrstvou.

Obr. 6 exteriér

Obr. 7 interiér





## Dostavba porážek - SALMA Březhrad

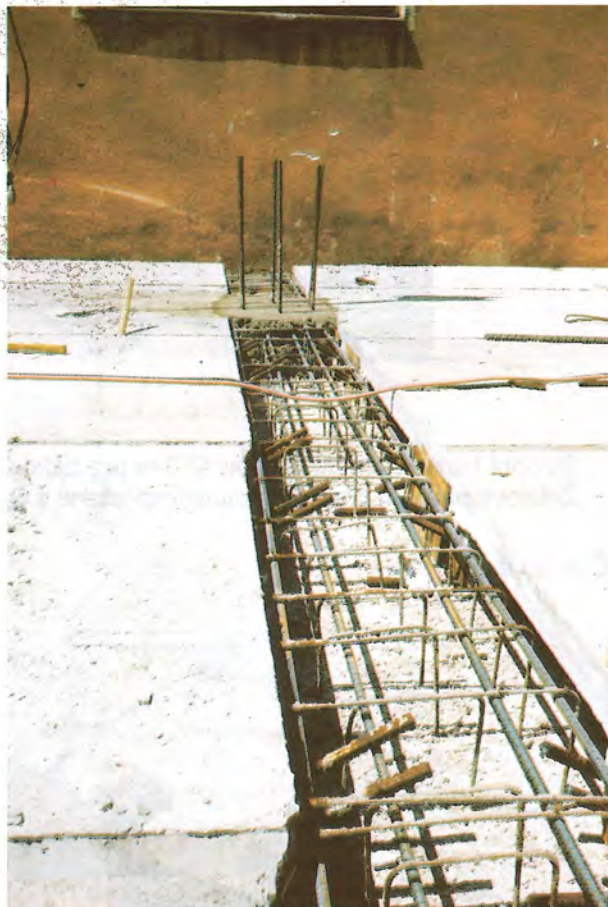
Obr. 8

Sloupy monolitické betonované do AZC trub, nosníky prefabrikované dodatečně spřažené s nadbetonovanou monolitickou vrstvou, stropní panely žebrové. Nahodilé zatížení  $10\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$ .



Obr. 9

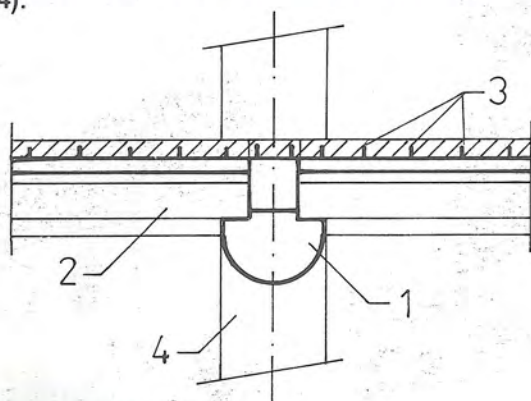
Prefabrikovaný nosník a čela žebrových panelů se spřahovací výztuží před zabetonováním.



## Administrativní budova v Berlíně

Obr. 10

Příčný řez nosníkem (1) s uloženými panely (2) spřaženými společně s 0,1 m silnou nadbetonovanou vrstvou (3). Kruhový sloup (4).





## Administrativní budova v Berlíně

Obr. 11  
Stropní panely



Obr. 12  
Stropní nosníky

