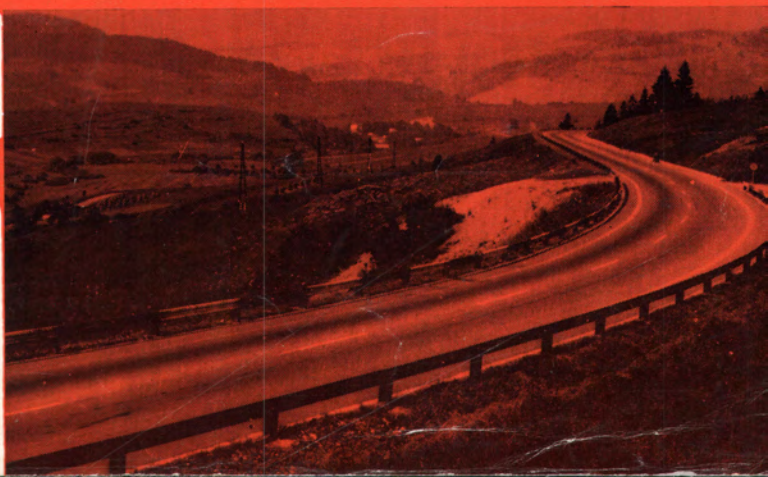


inženýrské stavby

Navr 5 • 73

Arch.

s přílohou mechanizace



podnikové ředitelství
 U průhonu 32, 170 04 Praha 7
 telefon 38 11 51, 38 22 51
 dálňopis 01 2402
 telegram geoprůzkum praha
 závod Praha
 Komunardů 6, Praha 7
 telefon 37 27 41-9
 dálňopis 01 2018
 závod Dubí u Teplic
 telefon 38 95, 33 08
 Teplice lázně v Čechách
 dálňopis 01 2725
 závod Stříbro
 okres Tachov
 telefon Stříbro 216
 dálňopis 01 4314
 závod Jihlava
 Malinovského 78
 telefon 215 21—23
 dálňopis 06 9124
 závod Brno
 Komárov, Komárovská 14
 telefon 67 39 31, 67 39 35
 dálňopis 06 514
 obchodně-technické
 kanceláře
 Hradec Králové
 Úzká 210
 telefon 242 48
 Plzeň
 Purkyňova 17
 telefon 339 17
 Olomouc
 Na střelnici 6
 telefon 79 31

IGEOINDUSTRIA



Tradice?

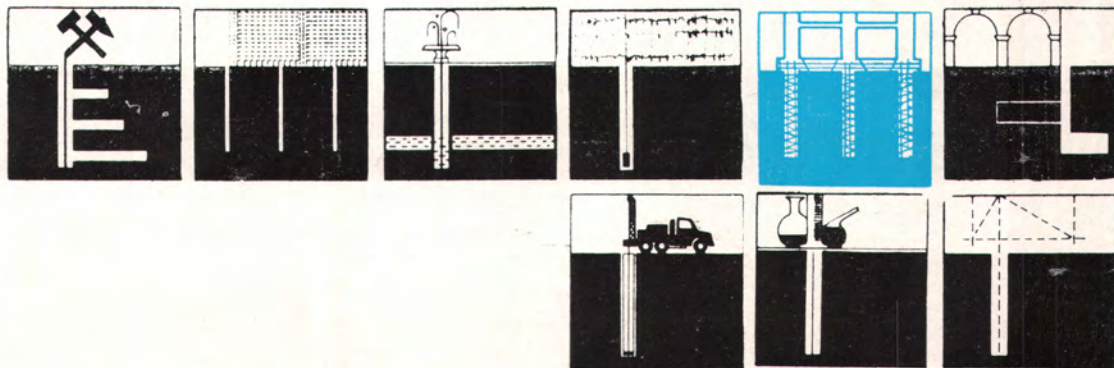
Ano!

Odbornost především

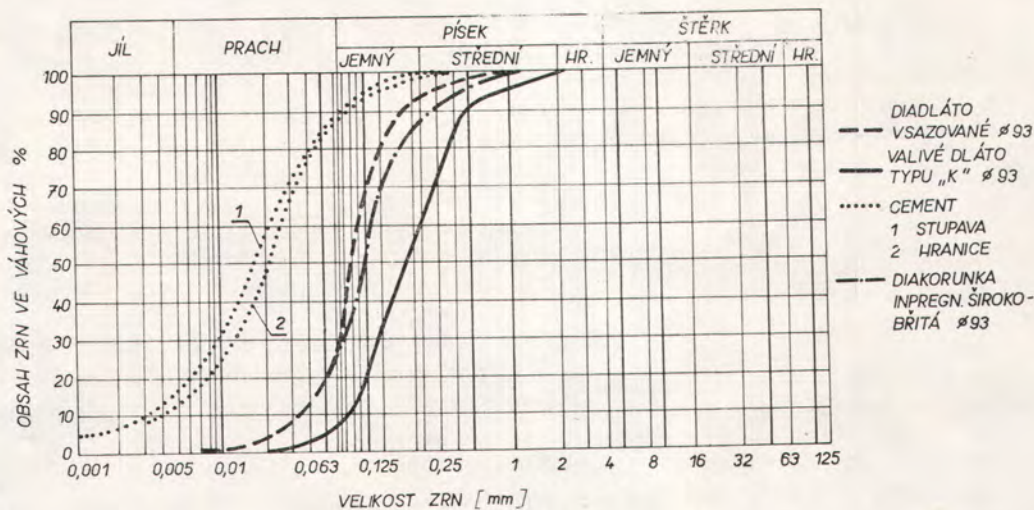
Vaše zakázka
naše odpověďnost!



Pilotování
přenechte
nám!



zajišťování nerostné surovinové základny
 inženýrskogeologický průzkum
 hydrogeologický průzkum
 karotážní a zemní práce, geofyzikální měření, střeňné práce ve vrtech
 zakládání staveb na pilotách, pilotové a záporové stěny injektáže a kotvy
 sanace podzemních prostor, sanace sesuvů
 báňské práce, vrtné a odkryvné práce
 laboratorní rozbory, technologické zkoušky
 vyhodnocovací činnost, posudková a znalecká činnost



Obr. 11. Křivka zrnitosti vrtné drtě vynášené vyplachem při hloubení injekčních vrtů různými typy vrtných nástrojů

Tuto oblast pro amfibolity přehradního profilu vodního díla Dalešice u valivých dlát můžeme charakterizovat pro jednotlivé parametry vrtného režimu těmito hodnotami: Měrný tlak na nástroj $p = 183$ až 215 kp na 1 cm průměru nástroje, obvodová rychlost otáčení nástroje $v_n = 0,75$ až $1,25$ m \cdot s $^{-1}$ a vzestupná rychlost výplachu ve vrtu $v_v = 0,21$ až $0,34$ m \cdot s $^{-1}$. Pro průměry nástrojů, které lze uvažovat pro hloubení injekčních vrtů, jsou jednotlivé parametry sestaveny v tab. 4. Z ní vidíme, že například velikost přítlaku pro valivé dláto průměru 93 mm je 1,7 až 2,0 Mp.

Tabulka 4. Velikost parametrů vrtného režimu pro valivá dláta typu K různých průměrů

Parametry vrtného režimu	Vnější průměr nástroje [mm]		
	93	76	59
Přítlak na nástroj P [Mp]	1,7 až 2,0	1,39 až 1,64	1,08 až 1,27
Počet otáček nástroje n [ot. min $^{-1}$]	150 až 250	190 až 314	273 až 405

Hodnotíme-li možnost velikosti přítlaku na nástroj například u běžně používané vrtné soupravy pro hloubení injekčních vrtů typu XC-42 H, vidíme, že firemní údaje sice zaručují velikost přítlaku do 1650 kp, avšak při zakotvené vrtací soupravě. Vzhledem k tomu, že soupravy nejsou na našich pracovištích kotveny, závisí maximální velikost přítlaku jen na hmotnosti vrtné soupravy (600 kg), případně na hmotnosti zátěže ocelového rámu soupravy. K těmto hodnotám můžeme ještě připočítat hmotnost vrtné kolony ve vrtu, která s ohledem na nadlehčení vrtným výplachem a s ohledem na hloubku injekčních vrtů II. pořadí kolem 50 m je maximálně 230 kg. Za těchto podmínek dosáhneme hodnoty přítlaku v rozsahu 700 až 900 kp, což je i pro diamantové nástroje průměru 93 mm nedostačující. Dále musíme brát v úvahu i průměr vrtného soutyčí 42 mm ve vztahu k průměru vrtného nástroje 93 mm, z čehož je zřejmé, že při vrtání musí docházet ke vzpěrovému namáhání vrtné kolony a k jejímu průhybu, což rovněž zhoršuje podmínky přítlaku na vrtný nástroj.

Realizační možnosti vrtné soupravy XC-42 H z hlediska velikosti krouticího momentu jsou u nástroje průměru 93 mm na hranici její možnosti. Z hlediska

zásobování vrtů potřebným množstvím výplachové vody zjišťujeme všeobecně závažné nedostatky, které vyplývají z centrálního rozvodu výplachové vody vždy pro několik vrtných souprav, případně z nedostatečně dimenzovaného čerpadla u zdroje čerpání výplachové vody.

Aby bylo možno zajistit optimální hloubení injekčních vrtů, jsou s ohledem na zjištěné skutečnosti dvě možnosti: nahradit dnešní lehké vrtné soupravy těžšími typy, což se vzhledem k vysokým finančním nákladům a k nutnosti práce v injekčních štolách jeví nereálné. Druhou možností v dosažení optimálního režimu vidíme ve snížení vrtného průměru nástroje z 93 mm na průměr 76, případně 59 mm. Tato velikost nástroje by již umožnila použití potřebného přítlaku i krouticího momentu a současně můžeme předpokládat, že za nynějších podmínek by se výrazně zlepšilo i proplachování vrtů. Skladba vrtné kolony by byla příznivější, poněvadž by již nedocházelo k tak výraznému rozdílu mezi průměrem vrtného soutyčí a vrtného nástroje. Tato připomínka má všeobecnou platnost pro všechny druhy vrtání, tj. jak pro jádrové, tak i plnoprofilové. Dále se jeví účelné nahradit ve všech možných případech jádrové vrtání bez výnosu jádra vrtáním plnoprofilovými valivými dláty průměru 76, případně 59 mm. S použitím těchto průměrů však souvisí i otázka konstrukčního přizpůsobení obturátorů pro vodní tlakové zkoušky a injektáž. Přitom však musíme konstatovat, že ve všech technicky vyspělých státech je zcela běžné hloubení injekčních vrtů malými průměry. Proto jsou přesvědčeni, že i u nás by bylo možné přejít na tento způsob práce v těch geotechnických podmínkách, v nichž by byla zaručena požadovaná kvalita injekční kolony.

Výhoda plnoprofilového vrtání se projeví především při provádění injekčních vrtů na jejich celou plánovanou hloubku, bez přerušování jinými pracemi, tj. při vzestupné injektáži. Touto připomínkou se nesnažíme prosazovat vzestupnou injektáž na všech přehradních profilech a u vrtů všech pořadí. Domníváme se však, že možnost plnoprofilového hloubení injekčních vrtů a možnost vzestupné injektáže by se měla automaticky zvažovat a prověřovat již ve stadiu inženýrskogeologického průzkumu každého přehradního profilu. S tímto problémem pochopitelně souvisí konstrukční úprava cirkulačních obturátorů pro vrty průměru 76 mm, nebo

použití jednoduchých obturátorů pro nástroje ještě menšího průměru. Při realizaci těchto návrhů musí vzniknout podstatné úspory finanční i časové, což je při vysokých metrážích injekčních vrtů u každé injekční clony a při velké časové náročnosti na tyto speciální práce velmi důležité.

■ Závěr

Základem každé injekční clony jsou injekční vrty, jejichž vyhloubení tvoří ve většině případů největší finanční i časový podíl ze všech prací potřebných na vybudování tohoto těsnicího prvku. Pro projekt každého inženýrského díla je samozřejmé, že ve stadiu průzkumných prací a projektové přípravy se provádí řada laboratorních zkoušek, jejichž druh a množství odpovídají vlastnostem základové půdy a rozsahu stavby. Přitom všechny tyto zkoušky děláme s vědomím, že získaných hodnot bylo dosaženo za relativně stejných podmínek, které však někdy nemusí plně odpovídat skutečným přirozeným podmínkám daného staveniště. Tyto údaje jsou přesto velmi cenným a nepostradatelným podkladem pro účelné, bezpečné a hospodárné navrhování stavebních investic. Nepovažujeme proto za správné, že pro hloubení injekčních vrtů není předběžně stanovena a ověřena taková technologie,

kteří při zajišťování potřebné kvality práce by zaručila optimální výsledky z hlediska technického i ekonomického. Rozsah prací, finanční a časová náročnost a důležitost injekčních clon si to plně zaslouží. S touto otázkou rovněž souvisí možnost hloubení injekčních vrtů bez přerušování na plnou hloubku, vzestupná injektáž, hloubení vrtu a injektování z povrchu terénu před zahájením trhačích prací atd. Komplexní vyřešení všech těchto úkolů by znamenalo značný krok dopředu při zakládání našich přehradních staveb. Část této problematiky se zásluhou pracovníků n.p. Ingstav Brno řešila v této podrobnosti u nás poprvé. Proto také náš příspěvek je spíše námětem pro další možnosti a propracování této metodiky a tohoto problému.

LITERATURA

- [1] Pražský, J.—Jedlička, M.: Technologie jádrového vrtání, SNTL 1969
- [2] Rulíšek, P.—Štěrba, L.: Technologie vrtání injektážních vrtů na VD Dalešice, ÚGI Brno 1972
- [3] Štěrba, L.: Vývoj metodiky klasifikace vrtatelnosti podle fyzikálně-mechanických vlastností hornin. Geologický průzkum 1964, č. 12 a 1965, č. 1
- [4] Tkaný, Z.: Karotážní měření na VD Dalšice. ÚGF Brno 1971
- [5] Tkaný, Z.—Štěrba, L.: Optimalizace technologie hloubení injekčních vrtů. Vodní hospodářství, řada A, r. 1970, č. 12

Ing. RICHARD BAREŠ, CSc., ÚTAM — ČSAV Praha

DT 666.96:678.6

Plastbetony

Článek se zabývá aplikací plastických hmot ve stavebnictví. Autor popisuje technologii plastbetonů i jejich zpracování, charakterizuje druhy plniv a pojiv a uvádí poměry mísení, zpracování a ošetření výrobků. Podrobně se zabývá i otázkami přetvárnosti, mezního přetvoření, objemových změn, součinitelů roztažnosti i dalšími fyzikálními vlastnostmi plastbetonů.

Aplikace plastických hmot ve stavebnictví se rok co rok zvyšuje. Od počátku šedesátých let, kdy jsme upozornili na možnost využití plastických hmot, zvláště termosetických, jako pojiva betonu, začaly se postupně rozšiřovat více či méně zasvěcené a tím i více či méně úspěšné pokusy tohoto druhu v praxi. Počáteční silný odpor zástanců tradičních technik slábl, až někteří z počátečních odpůrců se sami začali zabývat těmito novými technikami.

Vedle řady úspěšných staveb provedených některými našimi podniky se objevila i řada staveb neúspěšných, dokonce i havarijních, většinou jako důsledek povrchních znalostí zvláštností nového materiálu, nedostatečného odborného vedení a nedostatečně vyškolených specialistů.

Spolu s utříděním zmatené terminologie, v níž se slovo plastbeton začíná používat jako módní pro všechno, co má něco společného s plněnou plastickou hmotou, tyto neúspěchy vyžadují seznámit odbornou veřejnost s hlavními zásadami správné technologie a vlastnostmi plastbetonu. Můžeme říci, že po výzkumu probíhající v ÚTAM — ČSAV i na jiných pracovištích u nás i v cizině neexistují žádné objektivní důvody, které by znemožňovaly úspěšné použití plastbetonů, a všechny okolnosti ovlivňující výsledné vlastnosti máme plně v rukou.

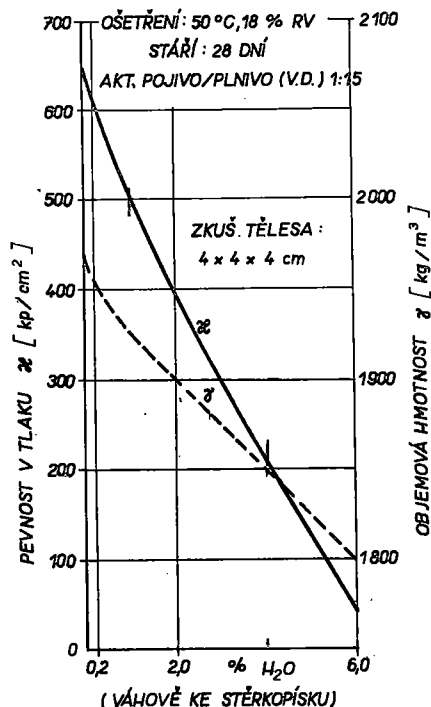
V tomto článku proto nejprve ujasníme terminologii,

zopakujeme hlavní zásady správné výroby a aplikace plastbetonu a uvedeme jejich hlavní mechanické, fyzikální i chemické vlastnosti. V další části uvedeme úspěšné aplikace spolu s popisem metod výroby plastbetonových dílců a výroby stavebního díla (viz článek Ing. Krause v IS 10/1972).

■ Terminologie

Plastické hmoty se používají jednak k ovlivnění vlastností již známých materiálů, jednak k vytváření materiálů zcela nových. Jestliže se používá plastické hmoty jako přísady do cementového betonu k ovlivnění některých vlastností (zvětšení pevnosti v tahu, snížení obrusnosti a prašnosti, zvýšení chemické odolnosti a nepropustnosti atd.), mluvíme o *polymerbetonu* (cement-resin concrete nebo polymer cement concrete, beton de ciment-résine, Cement-Kunststoff-Betone nebo Betone mit Polymerzusätzen, polymerobeton). Plastická hmota se přitom může vnášet do cementového betonu v různých fázích jeho výroby: jako přísada do záměsové vody, jako pevná nebo tekutá přísada do čerstvé směsi a jako penetrační roztok do zatvrdlého betonu.

Jestliže plastická hmota tvoří hlavní nebo jedinou složku pojiva materiálu složeného z inertní sypké směsi (štěrkopísku, keramzitu apod.), mluvíme o *plastbetonu* (resin-concrete, beton de plastique, Kunststoff-Betone, plastobeton).



Obr. 1. Vliv vlhkosti plniva na pevnost fural-furalového plastbetonu

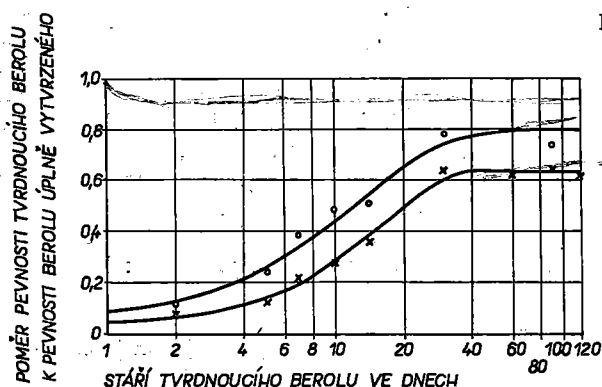
Ani jeden ani druhý název nevystihují správně charakter obou materiálů, v odborné veřejnosti a v literatuře se však již vžily do té míry, že nemá smysl nyní zavádět označení nová, správnější.

Plastické hmoty smíšené (plněné) s jinými, většinou inertními a jemnozrnnými materiály kvůli změně některých vlastností (zmenšení smrštění, zvýšení pevnosti apod.) se nazývají prostě *plněné plastické hmoty*.

Je třeba ještě definovat rozdíl mezi plastbetonem (nebo plastmaltou) a plněnou plastickou hmotou. Kromě již zmíněné velikosti zrn je hlavním kritériem, zda je v materiálu vytvořen skelet pevných součástí (plniva), či jsou-li pevné součásti pouze dispergovány v pojivu (matrix). Jestliže je plnivo dispergováno v pojivu, mluvíme o plněném pojivu (plněné plastické hmotě), je-li vytvořen souvislý skelet plniva, mluvíme o pojeném plnivu (plastbetonu, plastmaltě). Mez mezi oběma případy je závislá na řadě činitelů: na mezerovitosti plniva, na jeho specifickém povrchu, tedy i na velikosti zrn, na způsobu a intenzitě zpracování atd.

Technologie plastbetonů¹⁾

Plastbetony se skládají z plniva, obvykle ze štěrkopísku s velikostí zrn 0–3–10 cm) v závislosti na nejmenším

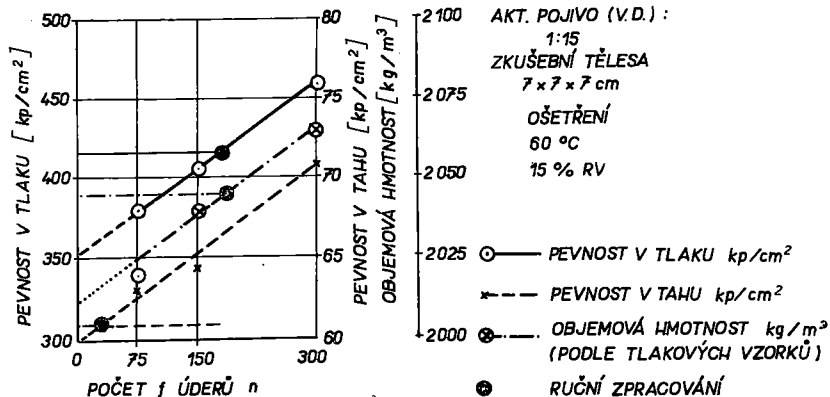


¹⁾ V této i dalších kapitolách jsou uváděny výhradně poznatky získané v ÚTAM — ČSAV.

x PEVNOST V TLAKU
o PEVNOST V TAHU ZA OHYBU

OŠETŘENÍ: 20 °C, 60 % RV
ZKUŠ. TĚLESA: 4 x 4 x 4 cm
AKT. POJIVO/PLNIVO (V.D.) 1:15

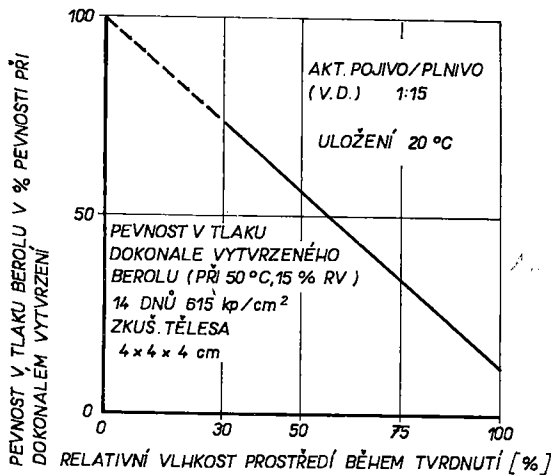
Obr. 3. Průběh tvrdnutí běžného fural-furalového plastbetonu v normálním prostředí (asi 20 °C, 60 % RV)



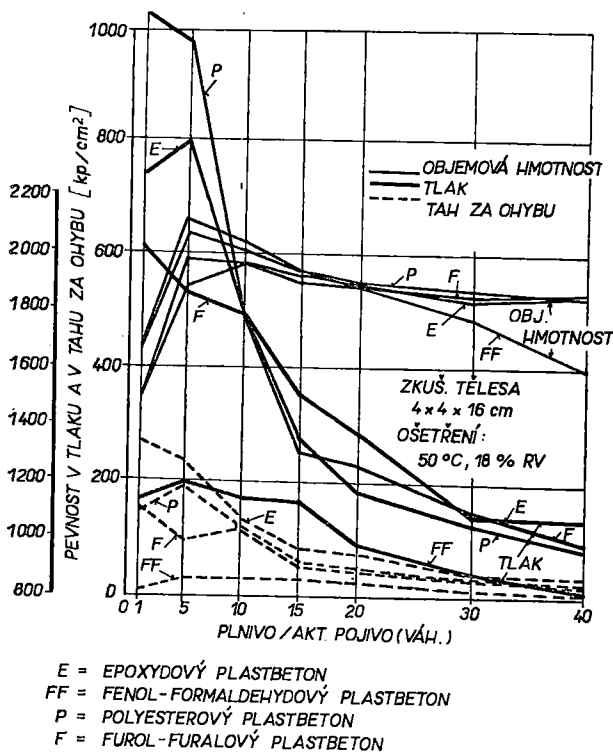
Obr. 2. Vliv zpracování na pevnost fural-furalového plastbetonu

rozměru konstrukce podle podobných pravidel jako u betonu) a pojiva — monomeru nebo částečného polymeru pryskyřice, tužidla, urychlovače, případně jiných přísad (ředidla, iniciátoru apod.). Směsi se zaplňují formy, kde se zpracovává (pěchuje, strásá apod.) a ponechá pak v klidu v suchém a teplém prostředí do ztvrdnutí pryskyřice. Dobu ztvrdnutí plastbetonů lze obvykle regulovat v širokých mezích od několika hodin do několika měsíců.

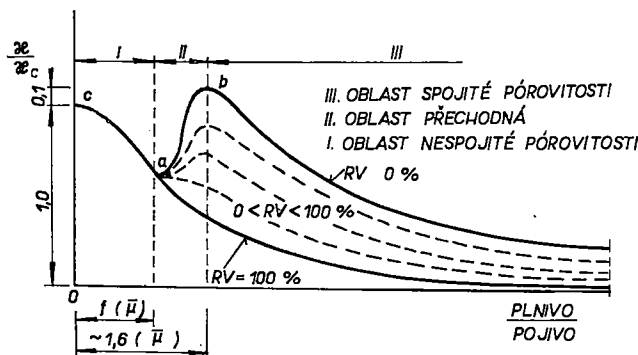
Optimální množství pojiva u plastbetonů je nižší než u cementového betonu a pohybuje se podle mezerovitosti plniva, jeho povrchu a zpracování v mezích od 1/8 do 1/12 hmotnosti ostatních inertních složek. Není-li třeba zachovat nepropustnost, lze množství pojiva dále snížit na 1/20 až 1/30 hmotnosti inertních součástí. Zcela mylné je domnívat se, že zvětšením množství pojiva (tzv. omaštěním) se zlepšují vlastnosti plastbetonů anebo zajistí úspěch i tehdy, nejsou-li splněny jiné technologické požadavky (zpracování, ošetření). Obvykle se dosáhne pravého opaku. V některých případech je dokonce žádoucí, aby plastbeton nebo plastmalta byly propustné: např. ochranné vrstvy nebo horizontální značky na betonových vozovkách musí kromě jiných vlastností vykazovat alespoň stejnou propustnost jako vlastní beton, aby pod nimi nedocházelo ke kondenzaci zemní vlhkosti se všemi známými rušivými vlivy. Rovněž dávkování tužidel, urychlovačů a iniciátorů je třeba dodržovat přísně v jistých mezích, nelišících se příliš od mezi udaných výrobcem pro samotnou pryskyřici. Přídavek každého ředidla znamená vždy zhoršení vlastností výsledného materiálu, i když se zdá, že ředidlem dosažené zlepšení zpracovatelnosti by mohlo být pro výsledek příznivé. Výjimku tvoří jen ředidla, která se zavazují do struktury pojiva a stávají se tak jeho trvalou součástí, např. styren v polyesterové pryskyřici.



Obr. 4. Vliv vlhkosti při tvrdnutí na pevnost furofuralového plastbetonu



Obr. 5. Změna objemové hmotnosti, pevnosti v tlaku a v tahu za ohybu různých plastbetonů se změnou jejich složení



Obr. 6. Změna pevnosti furofuralového plastbetonu se složením směsi v prostředí různé vlhkosti

Plnivo

Plnivo musí mít kromě obvyklých vlastností plniva cementového betonu ještě řadu dalších vlastností. Především musí být chemicky odolné nejen proto, že se používá plastbetonů v silných agresivních prostředích, ale i proto, že tužidlo je obvykle poměrně silné korozivní činidlo (kyselina nebo alkálie). Dále musí být jeho reakce neutrální nebo shodná s druhem použitého tužidla. Dalším důležitým požadavkem je minimální vlhkost plniva ($< 0,2\%$ hmotnosti plniva). U všech zatím používaných plastbetonů je každé vnesení vlhkosti do materiálu před jeho úplným vytvrzením škodlivé. Vliv vlhkosti plniva u furofuralového plastbetonu je znázorněn na obr. 1.

Pevnost a houževnatost plniva má být vzhledem k pevnosti pojiva dostatečná. U plastbetonů je možno dosáhnout vcelku vyrovnání pevnosti obou účastníků (plniva a pojiva), nikoliv však jejich stejné stlačitelnosti. Pojivo má vždy podstatně (řadově) menší modul pružnosti než šterkopísek; tím nastává nestejněměrné rozdělování napětí soustředováním do míst méně stlačitelných (s větším modulem pružnosti) a vznikají příčné tahy. Zde se příznivě uplatní jednak zvýšená pevnost v tahu pojiva (proti cementovému kameni), jednak jeho zvýšené dotvarování (nebo relaxace), které poměrně rychle umožní účelnou redistribuci napětí od smršťování.

Pro velikost, tvar a poměrné zastoupení zrn platí stejné zásady jako pro cementový beton; je třeba pouze pamatovat na dodání i nejjemnějších složek (místo cementu) do soustavy. Vhodná je moučka (mikroplnivo) se zrny 2 až 200 mikronů (inertní plniva jako křemenná moučka, grafit, koksová moučka apod.).

Pojivo

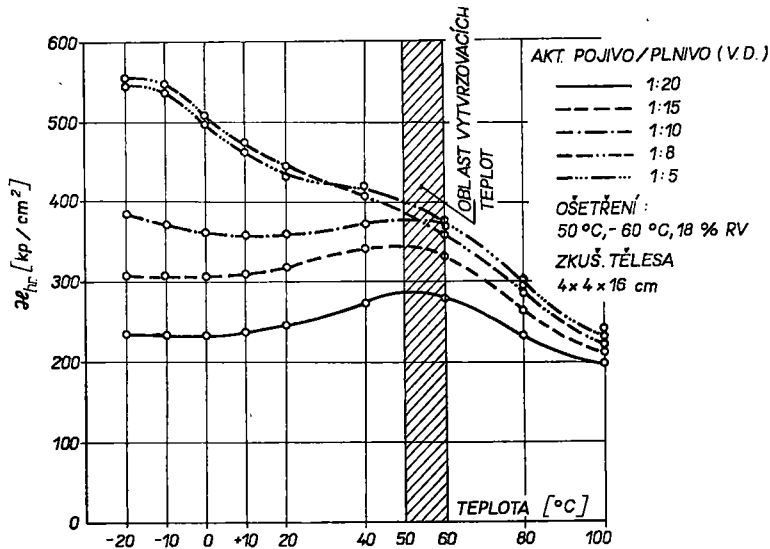
Pojivo je tvořeno makromolekulární hmotou, která postupně, po přidání tužidla příp. dalších přísad tvrdne jako důsledek polykondenzační nebo polymerační reakce. Pro pojivo plastbetonů jsou zatím nejvhodnější termosety a z nich především ty, které mají na jedné straně výborné mechanické i chemické vlastnosti, lze s nimi pracovat za normálních nebo jen mírně zvýšených teplot a na druhé straně je jich dostatečné množství a za dostupnou cenu. Z pryskyřic u nás vyráběných jsou z těchto hledisek vhodné furofuralové,² epoxydové a polyesterové pryskyřice. Fenol nebo močovino-formaldehydové pryskyřice jsou pro tento účel nevhodné.

Poměr míšení

Poměry míšení jednotlivých složek jsou kromě zpracování a ošetření hlavní okolností ovlivňující veškeré vlastnosti plastbetonů. Je důležité, aby mezerovitost šterkopísku byla minimální při minimálním jeho specifickém povrchu. Toho se dosáhne skládáním z několika frakcí do směsi s přetržitou křivkou zrnitosti. Pro takto skládané směsi se sníží spotřeba pojiva potřebná k zajištění nepropustnosti i zpracovatelnosti. Z hlediska zpracovatelnosti je výhodné, je-li použito jako mikroplniva povrchově aktivních látek, např. grafitu.

Pro volbu množství pojiva je rozhodující hranice propustnosti, jež je ovšem závislá na mezerovitosti plniva a zpracování směsi. Tato hranice se pohybuje ve váhovém poměru pojiva k plnivu 1:8 až 1:12, což

² Plastbeton s furofuralovým pojivem je běžně nazýván berol.



Obr. 7. Závislost hranolové pevnosti fural-furalového plastbetonu na teplotě při různém složení směsi

odpovídá cca 250 až 190 kg pojiva na 1 m³ hotového plastbetonu.

Míšení, zpracování a ošetření

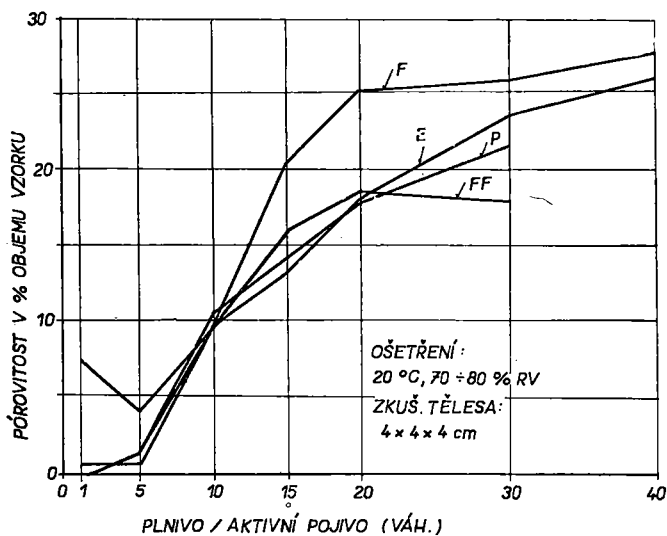
Míšení jednotlivých složek pojiva a plniva je důležité; je třeba zachovat nejen dostatečnou intenzitu míšení (míchačky s nuceným pohybem), ale i vhodný pořádek míšení jednotlivých komponent. Na dokonalém promíšení je ve značné míře závislá kvalita výsledného materiálu. Velmi důležité je, aby plastbeton byl úplně zpracován ještě před začátkem tuhnutí; jakákoli manipulace s ním během tuhnutí a tvrdnutí je velmi škodlivá a má za následek porušení vnitřních vazeb s důsledkem nejenom snížení mechanických vlastností, ale zejména snížení nepropustnosti, chemické odolnosti a trvanlivosti.

Vlastnosti plastbetonu značně ovlivňuje způsob a intenzita jeho zpracování, na něž se používá technik běžných u cementového betonu. Vliv zhutnění dusáním na pevnost fural-furalového plastbetonu je patrný z obr. 2. Ošetření plastbetonu je rovněž nutno věnovat dostatečnou péči: proti cementovému betonu je třeba se

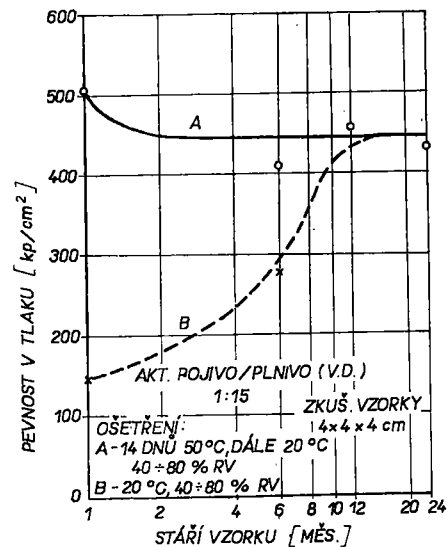
postarat o co nejsušší (pod 50 % RV) a teplé prostředí (do 40 °C). Průběh tvrdnutí v normálním prostředí vzhledem k dokonale vytvrzenému plastbetonu vidíme na obr. 3. Vlhkost prostředí při tvrdnutí má nepříznivý vliv na pevnost plastbetonu, jak dokumentuje např. obr. 4 pro fural-furalový plastbeton. K úplnému vytvrzení dochází při teplotě 35 až 40 °C během tří dnů.

■ Pevnost plastbetonů

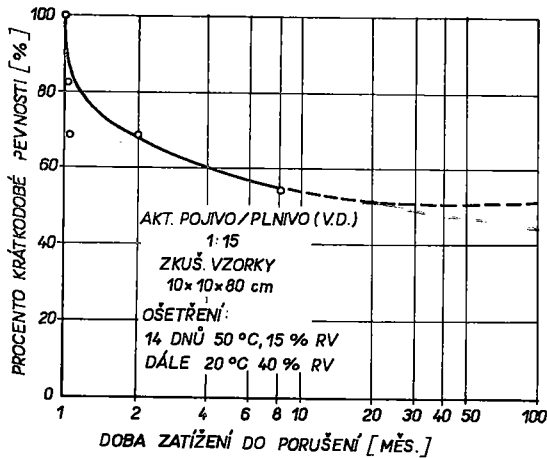
Na obr. 5 je zobrazen průběh konečných pevností různých plastbetonů v tlaku a v tahu za ohybu spolu s jejich objemovou hmotností v závislosti na složení směsi. Vidíme, že jsou v podstatě rovnocenné všechny plastbetony z plnohodnotných pryskyřic pro poměr 1:10 a liší se jen málo pro směsi chudší pojivem. Rovnocennost všech plastbetonů z hlediska objemové hmotnosti je zjištěna v okolí váhového poměru pojiva k plnivu 1:18. Pevnost vytvrzených plastbetonů ovlivňují ovšem podmínky okolního prostředí, zvláště mají-li spojitou (otevřenou) pórovitost, jinými slovy, jsou-li propustné. Zejména vlhkost prostředí ovlivňuje podstatně pevnost, jak ukazuje schematicky obr. 6



Obr. 8. Průběh pórovitosti různých plastbetonů v závislosti na složení směsi



Obr. 9. Změna pevnosti fural-furalového plastbetonu s časem



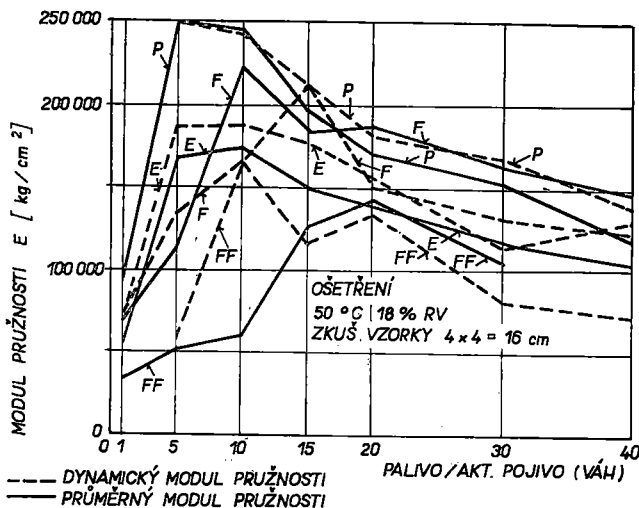
Obr. 10. Trvalá pevnost (v tahu za ohybu) furol-furalového plastbetonu

pro furol-furalový plastbeton. Počínaje druhou oblastí jsou pevnosti zjištěné ve vlhkém a suchém prostředí odlišné více než o 100 %. Úsečky obou extrémů jsou funkcí především hutnosti zatvrdlého plastbetonu, nebo předpokládáme-li stejné zpracování, mezerovitosti plniva μ . Minimum odpovídá nejhutnější směsi, maximum odpovídá nejprůzračnější vnitřní napjatosti. Jak se mění pevnost furol-furalového plastbetonu s teplotou, ukazuje obr. 7.

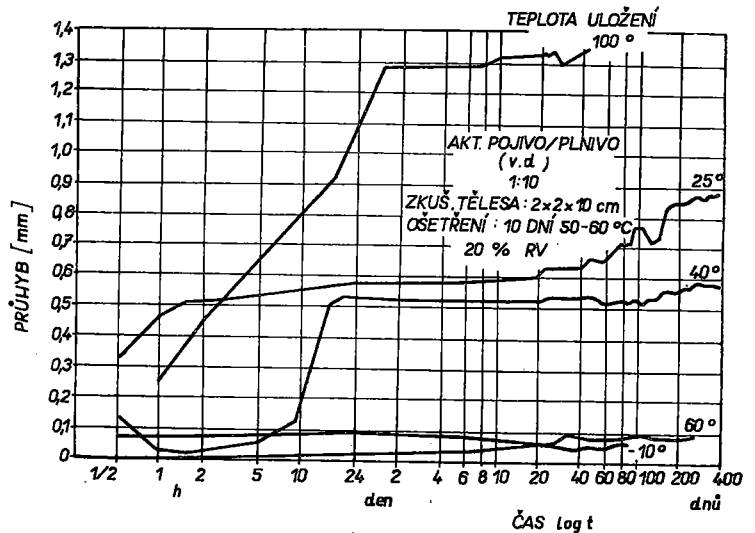
Ze srovnání pórovitostí různých plastbetonů (obr. 8) je zřejmé, že objem pórů v nich se příliš neliší, že tedy nezáleží na druhu pojiva, ale je dán jinými faktory, jako mezerovitostí plniva, zpracováním atd.

Pevnost plastbetonů (v laboratorních podmínkách) s časem se podstatně nemění, jak ukazuje např. pro furol-furalový plastbeton obr. 9. Po několika měsících po malém počátečním snížení zůstává pevnost trvale konstantní. Tento plastbeton vytvrzovaný za normálních podmínek dosahuje téže pevnosti až po roce.

Při dlouhodobém zatížení plastbetonů se jejich trvalá pevnost s časem snižuje a blíží se asi 50 % krátkodobé pevnosti (obr. 10). Jinak ovšem vypadá situace při dlouhodobém zatížení za zvýšených, příp. snížených



Obr. 12. Závislost dynamických a statických modulů pružnosti různých plastbetonů na složení směsi



Obr. 11. Změna průhybů (creep) furol-furalového plastbetonu v čase za různých teplot

teplot. Přestože použité pryskyřice jsou termosety, liší se podstatně tečením (creep) plastbetonů z nich vyrobených při různých teplotách, jak dokumentuje např. obr. 11.

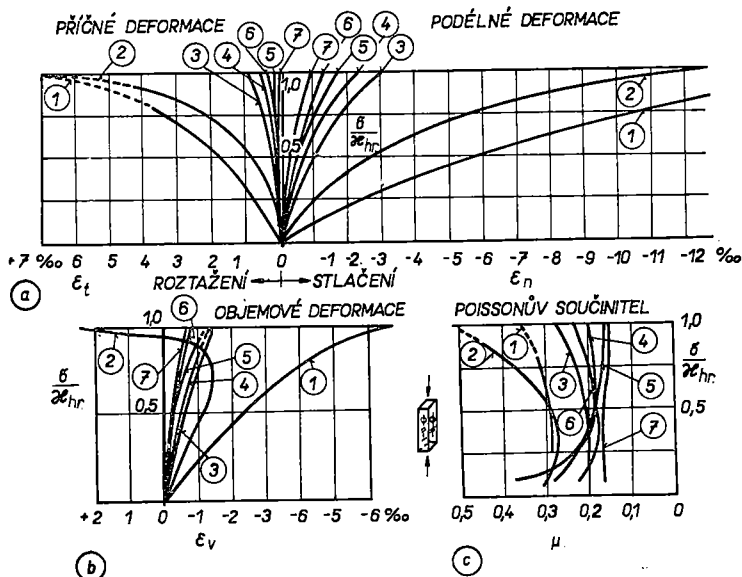
■ Přetvárnost plastbetonů

Pro zdárné využití plastbetonů ve stavební praxi je nezbytná znalost jejich přetvárných charakteristik. Jednou z nich je modul pružnosti. Závisí především (avšak nikoliv jednoduše) na složení směsi. Typická závislost modulů pružnosti statických a dynamických (při napětí $\sigma = \kappa/3$) na složení jednotlivých plastbetonů je uvedena na obr. 12. Ukázalo se, že pro různé plastbetony s plnohodnotným pojivem u směsi prakticky pro konstrukce použitelných (tj. pro směsi mezi 1 : 5 až 1 : 15) je modul pružnosti (stejně jako pevnost) přibližně týž (okolo 200 000 kp/cm²). Nevyšší absolutní hodnoty dává polyesterový plastbeton 250 000 kp/cm².

Vliv objemového zastoupení obou pevných fází v soustavě (složení směsi) na tvar pracovního diagramu (závislosti napětí na přetvoření) furol-furalového plastbetonu ukazuje obr. 13. Směsi 1 a 2, odpovídající prvé oblasti s nespojitou pórovitostí, jsou velmi výrazně odděleny od ostatních směsí ve třetí oblasti, které jsou spojitě porézní. Pozornost poutá vývoj objemového přetvoření ε_v , vypočteného ze známého vztahu $\varepsilon_v = \varepsilon_n + 2\varepsilon_t$ pomocí změřených podélných ε_n a příčných ε_t přetvoření, a průběh Poissonova součinitele μ ; zajímavý je vzájemný vztah křivek pro jednotlivé směsi. Ukazuje se, že směs 2 se nachází již ve druhé — přechodové oblasti, od jejíhož počátku se napjatost a přetvoření soustavy utvářejí úplně jinak než v obou krajních oblastech — prvé a třetí. Při poměrném napětí $\kappa = 0,6 - 0,7$ se zastavuje zmenšování objemu s tlakem, objem naopak počíná vzrůstat a před porušením se dokonce podstatně zvětší proti objemu původnímu.

Velmi podobné závislosti, včetně anomálního chování směsi v okolí poměru pojiva k plnivu 1 : 5, byly získány i pro ostatní plastbetony. Obr. 14, 15, 16 znázorňují poměrné délkové a objemové změny při namáhání až do porušení fenol-formaldehydrového, epoxydového a polyesterového plastbetonu.

Jak se mění pracovní diagramy furol-furalového plastbetonu s teplotou, naznačuje obr. 17 (pro směs



Obr. 13. Vliv složení směsi furofuralového plastbetonu na tvar pracovního diagramu (podélné, příčné a objemové deformace) a Poissonova součinitele

1 : 10). Objemové přetvoření při všech teplotách je největší pro směsi bohaté pojivem a téměř u všech směsí i teplot se ukazuje již dříve popsavý jev: od jistého poměrného namáhání se zvětšuje objemové přetvoření, přičemž u směsí bohatých pojivem a při vyšších teplotách je tento jev nejvýraznější. V těchto případech se objem tělesa dokonce zvětšuje nad původní objem. Tomu samozřejmě odpovídá i změna Poissonova součinitele: u směsí bohatých pojivem a při vyšších teplotách je jeho hodnota nejvyšší a nejvíce také roste s napětím. Pracovní diagramy mají přibližně stejný tvar u směsí 1 až 3, tedy pro směsi v prvním nebo přechodném intervalu, tj. pro oblasti nespojité nebo jen částečně spjité pórovitosti. Nejmenší vliv má změna teploty na pracovní diagramy (podle lineárního podélného přetvoření) v prvním intervalu.

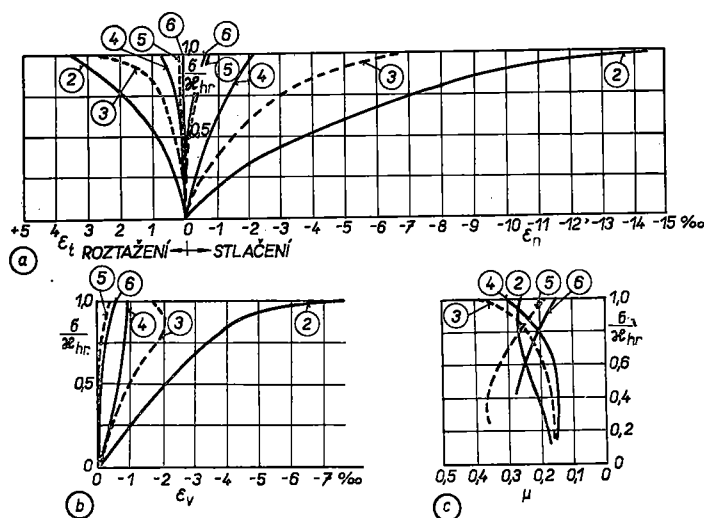
■ Mezní přetvoření

Důležitou veličinou jsou mezní přetvoření. K významné změně směrnice v závislosti mezního přetvoření na složení dochází u všech plastbetonů v přechodové oblasti nebo na začátku třetího intervalu (obr. 18). Změna

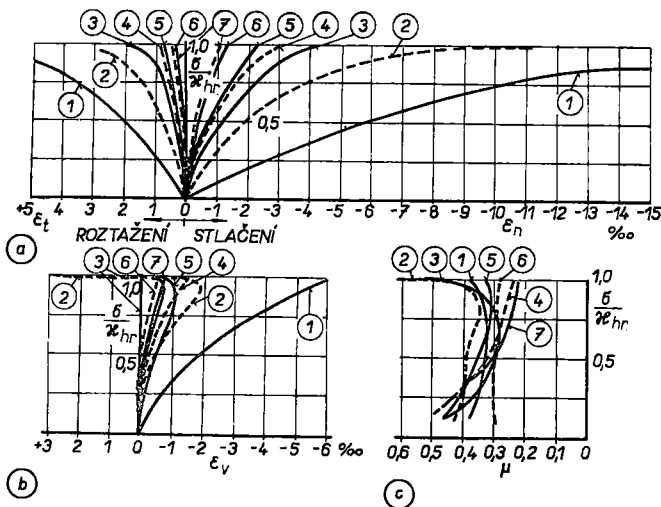
průběhu této závislosti v místech, v nichž dochází k významným změnám i v průběhu ostatních fyzikálních veličin, potvrzuje jednak vzájemnou spojitost všech uvažovaných jevů, jednak jejich společnou závislost na týchž základních vlivech. Vliv vlhkosti či stupně nasycení vodními parami na mezní přetvoření je zanedbatelný. Nejmenší mezní přetvoření vykazují polyesterový plastbeton (~7 %).

Obr. 19 poskytuje představu o mezní objemové změně jednotlivých směsí furofuralového plastbetonu v závislosti na teplotě: směs 1 (1 : 5) nejdříve svůj objem při porušení zmenšuje, při vyšších teplotách ho prudce zvětšuje; směs 2 (1 : 8) a 3 (1 : 10) svůj objem zmenšují nejméně při záporných a vysokých teplotách, směsi 4 (1 : 15) a 5 (1 : 20) svůj objem zmenšují a objemovou změnu příliš nemění v celém rozsahu teplot (vše vztaženo k původnímu objemu).

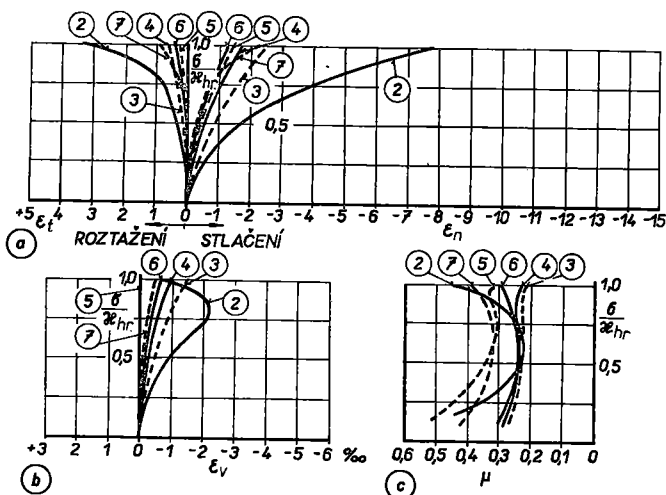
Ze směsí použitelných z hlediska nepropustnosti a trvanlivosti, tj. směsí s nespojitou pórovitostí, jsou nestabilnější v mezních objemových deformacích směsi ve II., přechodném intervalu. Lze říci, že jejich přetvárné chování nezávisí příliš na teplotě, v níž k přetvoření dochází, což je výhodné pro konstrukční využití berolu.



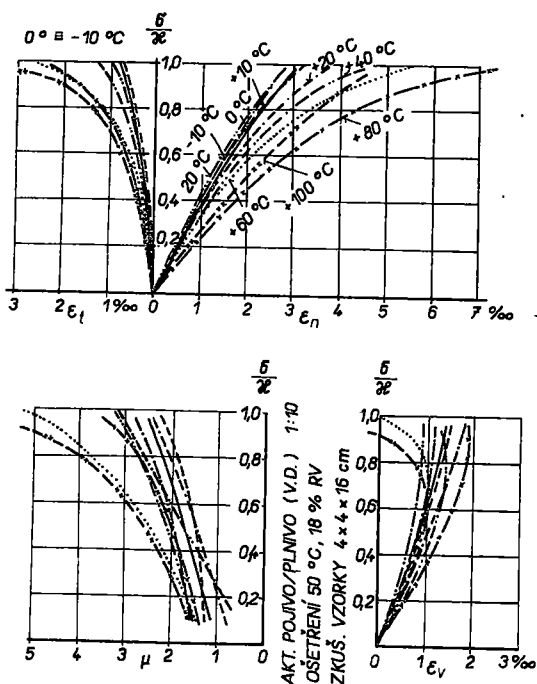
Obr. 14. Vliv složení směsi fenol-formaldehydového plastbetonu na tvar pracovního diagramu a Poissonova součinitele



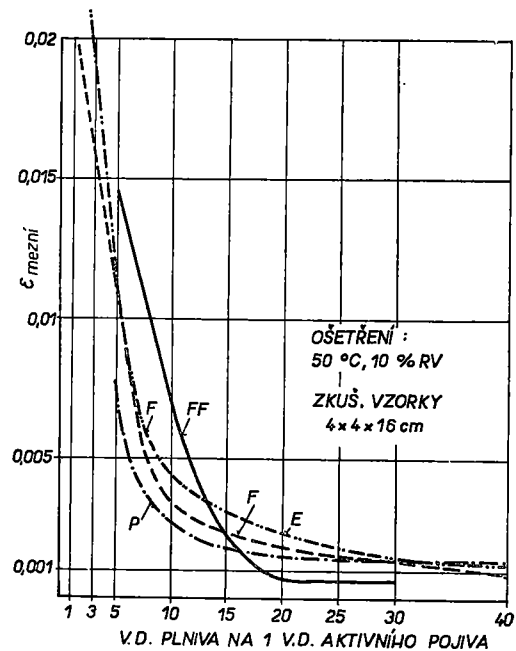
Obr. 15. Vliv složení směsi epoxydového plastbetonu na tvar pracovního diagramu a Poissonova součinitele



Obr. 16. Vliv složení směsi polyesterového plastbetonu na tvar pracovního diagramu a Poissonova součinitele



Obr. 17. Změna pracovního diagramu (podélné, příčné a objemové deformace) a Poissonova součinitele fural-furalového plastbetonu s teplotou



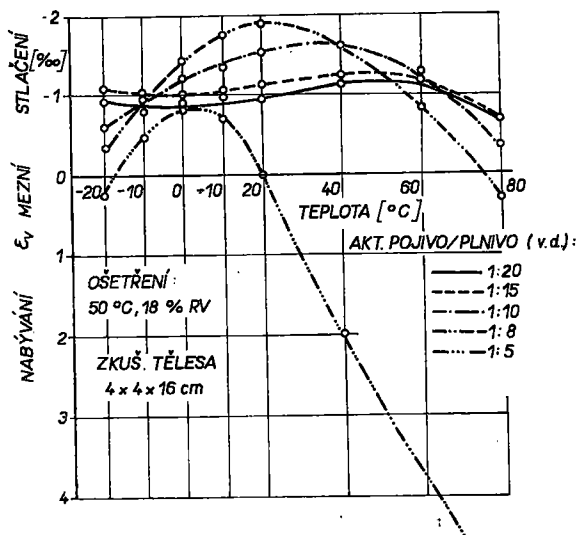
Obr. 18. Závislost mezního přetvoření v tlaku různých plastbetonů na složení směsi

Z tohoto hlediska jsou ještě vhodnější směsi 4 a 5, tj. směsi ve III. intervalu, neboť vykazují téměř konstantní mezní přetvoření a způsob přetvárného chování bez ohledu na působící teplotu.

Na druhé straně je z grafu zřejmá nevhodnost směsi v I. intervalu — tedy plněného pojiva — pro jakékoli konstrukční využití, při němž dochází k mechanickému namáhání při různých teplotách.

■ Objemové změny plastbetonů

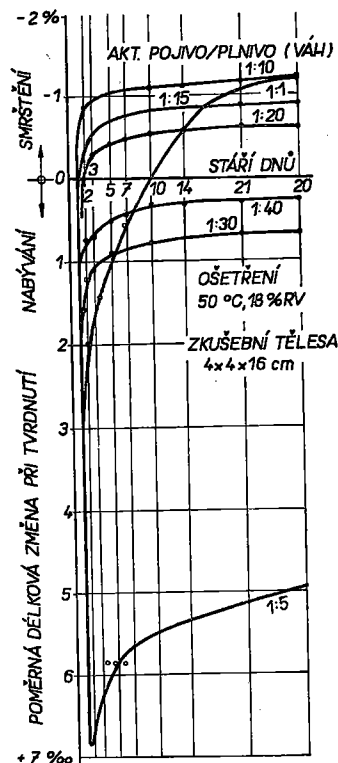
Důležité pro představu o primární vnitřní napjatosti i pro praktickou použitelnost plastbetonů jsou jejich objemové změny během tvrdnutí. Reakce tvrdnutí je vesměs exotermická. Od počátku polykondenzace nebo polymerizace vzniká v tělese teplo, které jednak urychluje další proces tvrdnutí, jednak způsobuje roztahování tělesa (zvětšování objemu). Současně se vznikem tuhých vazeb (makromolekulárních řetězců) dochází ke smršťování, zmenšování objemu. Výsledným jevem je, že od počátku tvrdnutí dochází nejdříve k nabytí, jehož přírůstek se zpomaluje, až dochází k opačnému jevu — smršťování. Závisí na složení směsi, podmínkách okolního prostředí, hlavně teplotě, a nejvíce na volných teplotních kapacitách uvnitř těles i na jejich povrchu, jak rychle působí oba vlivy, kde jejich křížení způsobí změnu směrnice křivky délkové změny v čase a konečně jaký bude výsledný efekt proti prvotnímu stavu: zda zvětšení či zmenšení objemu. Popsané objemové změny při tvrdnutí jsou příčinou vzniku extrémních vnitřních napětí ve struktuře, jež významně ovlivňují ostatní mechanické a fyzikální vlastnosti, jako pevnost a trvanlivost. Obr. 20 ukazuje typický průběh délkových změn během tvrdnutí fural-furalového plastbetonu za zvýšené teploty (počínaje vložením do zvýšené teploty). Ukazuje se, že převládající vliv na výsledné délkové změny má složení směsi (poměr pojiva a plniva). Obr. 21, shrnující stovky měření provedených v ÚTAMu, dává představu, jak vypadá u téhož plastbetonu typický průběh konečných délkových změn vlivem tvrdnutí v závislosti na složení směsi. Průběh této změny se ovšem podstatně



Obr. 19. Závislost mezní objemové změny fural-furalového plastbetonu na teplotě

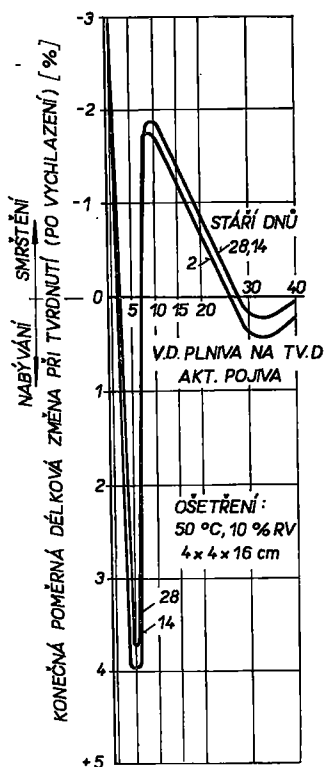
liší při tvrdnutí za normální teploty a za zvýšené teploty v důsledku zcela odlišné vnitřní napjatosti systému v obou případech.

V obr. 22 jsou porovnány ještě průběhy celkových hodnot smrštění (od nejvíce roztáženého stavu při vytvrzování za zvýšené teploty) jednotlivých plastbetonů v závislosti na složení směsi. Pro směsi prakticky nejvíce upotřebitelné (v okolí 1:10) je zachyceno smrštění při tvrdnutí mezi 0,5 ‰ pro polyesterový k 1,5 ‰ pro fural-furalový plastbeton, což je proti betonu (cca 0,2 ‰) několikrát více. Přihlédneme-li k nesejnoměrnosti zachyceného procenta celkového smrštění (při současných metodách závisí na rychlosti tvrdnutí), můžeme

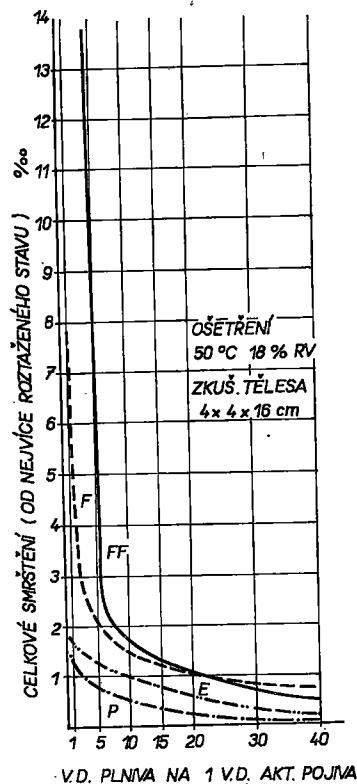


Obr. 20. Průběh délkových změn během tvrdnutí fural-furalového plastbetonu za zvýšené teploty

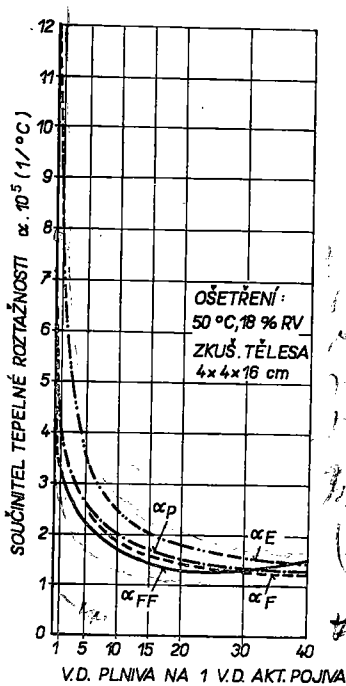
uzavřít, že celková hodnota smrštění plastbetonu není velmi závislá na druhu použité pryskyřice a nepřekročí v obvyklých případech 1,5 ‰, což je jen asi 1/10 smrštění samotné pryskyřice.



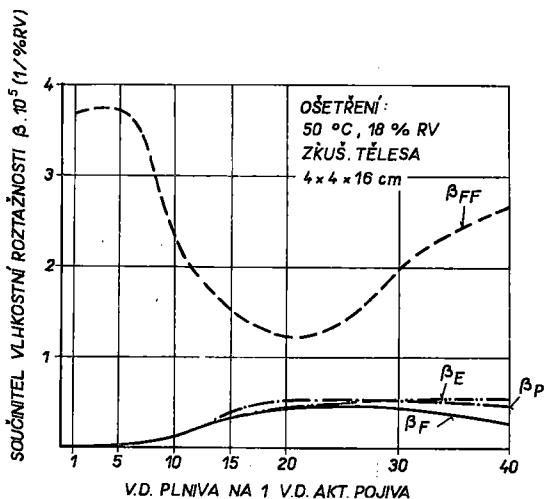
Obr. 21. Závislost konečných délkových změn vlivem tvrdnutí na složení fural-furalového plastbetonu



Obr. 22. Průběh celkových hodnot smrštění (při vytvrzování za zvýšené teploty) jednotlivých plastbetonů v závislosti na složení směsi



Obr. 23. Změna součinitele tepelné roztlačnosti plastbetonů se složením směsí



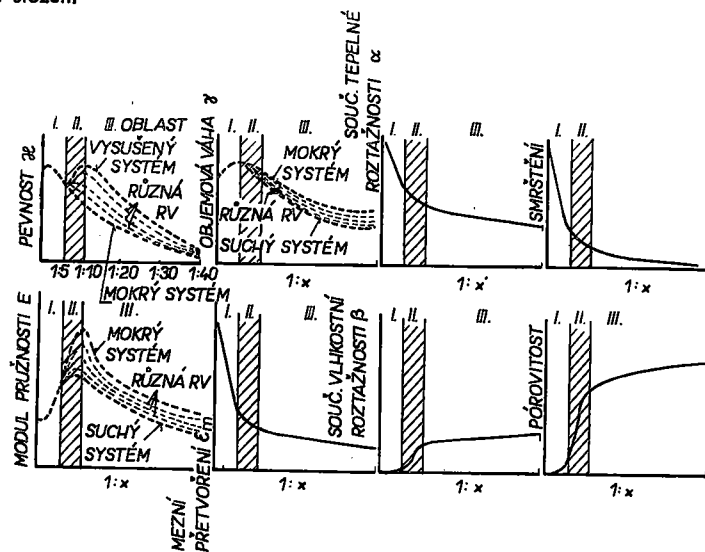
Obr. 24. Průběh součinitele vlhkostní roztlačnosti různých plastbetonů v závislosti na jejich složení

Pro konstrukční využití je stejně důležitá i znalost objemových změn zatvrdlého plastbetonu vlivem změn teploty, příp. vlhkosti.

Součinitel tepelné roztlačnosti plastbetonů v závislosti na složení směsi má stejný průběh jako závislost mezního přetvoření. K náhlé změně směrnice dochází opět v přechodné oblasti (na přechodu mezi nespojitou a spojitou pórovitostí), jak ukazuje obr. 23. Pro kladné teploty je o něco vyšší než pro teploty záporné. Pro směsi s přebytkem pojiva (v prvním, příp. na počátku druhého intervalu) je součinitel tepelné roztlačnosti větší a rychle roste s přibýváním pojiva až k hodnotě 5 až $8 \cdot 10^{-5}$ pro směs 1:1. Pro prakticky nejvíce upotřebitelné směsi (v okolí 1:8 až 1:15 se pohybuje součinitel tepelné roztlačnosti mezi $1,4$ až $2,7 \cdot 10^{-5}$) je tedy přibližně stejný nebo mírně vyšší než u betonu, pro něž se uvádí v rozmezí od 1,2 do $2,0 \cdot 10^{-5}$ a pouze asi pětinou součinitele samotné pryskyřice. Malý rozdíl tepelné roztlačnosti plastbetonů a betonu nebo oceli dává tak předpoklad k dobré spolupráci těchto materiálů při namáhání teplotou. Na druhé straně je prokázána nevhodnost nátěru ze samotné pryskyřice na beton nebo ocel pro téměř řádové rozdíly jejich součinitelů tepelné roztlačnosti.

Významný je i vliv vlhkosti na materiál se spojitou pórovitostí. Objemové změny způsobené změnami vlhkosti rostou tím rychleji, čím větší je absolutní hodnota vlhkosti (zvláště nad 80 % RV) a vyšší teplota: rozhodující je tedy tense par. Součinitel vlhkostní roztlačnosti, zjištěný experimenty ÚTAM, je od 0 do 0,7 ‰. Podle toho změně vlhkosti o 60 % odpovídá délkové změna jako vlivem změny teploty o 15 °C (pro směsi se spojitou pórovitostí). U soustav se spojitou pórovitostí je tedy vliv změny vlhkosti rovnocenný běžné změně teploty. Obr. 24 ukazuje průběh vlhkostního součinitele různých plastbetonů.

Stejnými pravidly se řídí i průběh nasákovosti (pórovitosti), odolnosti zmrazovacím cyklem a obecně trvanlivosti. Jde-li o směs v prvním až druhém intervalu, nemá změna vnějších podmínek znatelný vliv na jakékoli vlastnosti plastbetonů. Naopak ve třetím intervalu (v oblasti se spojitou pórovitostí) dochází při změně některých vnějších podmínek v důsledku převážně fyzikálního působení kapaliny v pórech materiálu i ke změně jeho vlastností, např. ubývání pevnosti s rostoucí vlhkostí, odolnosti proti mrazu atd.



Obr. 25. Schematické znázornění získaných poznatků o mechanických a fyzikálních vlastnostech plastbetonů

■ Jiné fyzikální vlastnosti plastbetonů

Důležitým dalším faktorem je soudržnost s výztuží. U některých plastbetonů s obecně velkou přilnavostí (epoxydový) lze právem očekávat i velkou soudržnost s výztuží. U jiných plastbetonů, zejména polykondenzátových, může být hodnota soudržnosti pochybná. Také při používání kyselých tužidel je třeba zjistit jejich dlouhodobý vliv na výztuž. Ke zjištění soudržnosti bylo použito „pull-out tests“ s velikostí vzorků 10. 10. 40 cm. Ukázalo se, že pevnost v soudržnosti je dostatečná u všech zkoumaných plastbetonů. Např. u furofuralového byla průměrná hodnota v soudržnosti 12 až 18 kp/cm² podle druhu směsi a průměru použité výztuže.

Dlouhodobým, až pět let trvajícím sledováním výztuže uvnitř těles z plastbetonů se rovněž zjistilo, že koroze výztuže vlivem kyselých tužidel při nepředávkování tužidla je tak minimální, že nemůže být v žádném případě rozhodující pro životnost konstrukčního prvku.

Podrobné závěry platí i pro soudržnost plastbetonů k betonu. V nejhorsím případě je u polykondenzátových plastbetonů 5 kp/cm², při vhodné úpravě styčné spáry nejméně 15 kp/cm². Polymerové plastbetony vykazují značně vyšší soudržnost, např. u epoxydového plastbetonu převyšují soudržnost s betonem ve všech případech pevnost některé ze spojovaných částí.

■ Závěr

Shrneme-li schematicky některé z popsaných závislostí plastbetonů v obr. 25, vidíme, že v přechodné druhé oblasti dochází ke kvantitativní změně prakticky všech zkoumaných závislostí: objemová hmotnost, pevnost a modul pružnosti vykazují ve druhé oblasti extrém, mezní přetvoření, smrštění a součinitel tepelné roztažnosti zde prudce mění směrnici, zatímco součinitel vlhkostní roztažnosti, pórovitost a nasákavost v této oblasti rostou od nuly ke svým konečným hodnotám ve třetí oblasti.

Popsané výsledky tak plně prokázaly oprávněnost počáteční hypotézy o různém fyzikálním chování materiálů tohoto typu (nehomogenní materiál s velmi odlišnými vlastnostmi pevných fází) podle druhu jeho pórovitosti i nutnost zkoumat a posuzovat je odděleně ve třech samostatných oblastech: první s nespojitou uzavřenou pórovitostí, druhé přechodové a třetí se spojitou (otevřenou) pórovitostí.

Velké množství provedených experimentů, z nichž jen malá část mohla být v tomto článku popsána, ukázalo, že plastbetony nesporně mohou být stavebním materiálem s mnohonásobným použitím a velkou trvanlivostí. Je ovšem nezbytné vycházet ze znalostí základních vlastností, závislostí a ovlivňujících podmínek jednotlivých druhů plastbetonů i plastbetonů obecně.

Ing. VLADIMÍR BALCÁREK, Technický a zkušební ústav stavební Ostrava

DT 624.041.65

Príspevek k výpočtu průhybů podle připravované normy SNIp

Autor popisuje nejnovější způsob výpočtu průhybů na ohýbaných železobetonových prvcích a porovnává naměřené hodnoty zkoušených prvků tyčovitých, deskových (panelových) plných i dutinových.

V tomto roce má vyjít v SSSR návrh normy SNIp II-V.I-72, která má nahradit SNIp II-V.I-62, z níž vycházela i ČSN 73 1201 „Navrhování betonových konstrukcí“. Naše technická veřejnost byla již o ní zevrubně informována především v IS-1/1972 [1].

Z návrhu je zřejmé, že potíže, které vznikaly v našich projekčních i zkušebních ústavech s výpočtem průhybů a trhlin, byly pravděpodobně obdobné i v Sovětském svazu. Návrh SNIp sice ponechává dosavadní zásady výpočtu v platnosti, ale snaží se odstranit neúnosnou pracnost zavedením tzv. praktického způsobu. Tento způsob byl v hrubých rysech popsán v uvedené literatuře.

Protože předpokládáme, že tato metoda (která je opravdu velmi rychlá a praktická) najde dříve nebo později i příslušnou odezvu v našich normách, provedli jsme z namátkově vybraných železobetonových prvků, které byly podrobeny zatěžovacím zkouškám, přepočty průhybů podle SNIp. Při přepočtu jsme byli vedeni záměrem, který lze formulovat do otázky: Jak se změní posouzení a hodnocení železobetonových vodorovně nosných prvků, které byly zkoušeny a hodnoceny podle jiných norem (stupeň bezpečnosti, mezní stavy).

Při přepočtu jsme narazili na několik potíží, pře-

devším na hodnotu R , která je definována jako normová pevnost v tahu. Tato hodnota není v našich normách ani definována, ani číselně vyjádřena.

Pro náš účel jsme tuto hodnotu definovali jako podíl mezního napětí v tahu a stupně bezpečnosti $s = 4,4$.

Pro beton zn. 250 (třídy III) je potom $R = \frac{20}{4,4} = 4,54 \text{ kp/cm}^2$.

V uvedeném výpočtu pro tzv. skutečné charakteristiky průřezu (tedy i pevnost betonu zjištěnou měřením) jsou potřebné hodnoty odvozeny interpolací.

V první fázi byl proveden přepočty na „tyčových“ prvcích, a to vesměs na typových překladech řady RZP. V následující tab. 1 jsou uvedeny výsledky vypočítané z předpokladů teoretických průřezových charakteristik, tj. projektovaného vyztužení, kvality betonu, rozměrů, polohy výztuže, kvality výztuže atd. Je použito toto značení:

y_0 je skutečně naměřený průhyb při zatěžovací zkoušce v cm,

y_t — teoretický průhyb v cm, vypočítaný podle téže normy, podle které byl prvek navržen (zde ČSN 73 2001),

Tabulka 1

Poř. číslo	1	2	3	4	5	6	7	8
y_0	1,28	1,20	1,31	0,12	0,25	0,22	0,99	2,35
y_k	1,03	1,02	1,06	0,23	0,36	0,34	0,72	1,87
y_{sn}	1,16	1,17	1,17	0,24	0,39	0,38	0,86	1,58
μ_n	0,07	0,07	0,07	0,02	0,05	0,05	0,09	0,13

y_{sn} — průhyb v cm, vypočítaný podle SNiP-II-V.-I.-72,
 μ_n — součin stupně vyztužení a pracovního součinitele
 $n = E_a : E_b^n$.

Z tab. 1 je zřejmé, že na základní otázku týkající se posouzení prvku je možno zodpovědět takto:

V žádném zjišťovaném případě nedošlo ke změně hodnocení: vyhovuje — nevyhovuje. Je nutno znovu připomenout, že ve sledovaných případech byly záměrně vybrány některé prvky, které byly hodnoceny jako nevyhovující, tzn. prvky, které se zřejmě značně lišily od předpokladů statického výpočtu (kvalitou betonu, polohou výztuže pod.). Není proto správné usuzovat na exaktnost výpočtu ze srovnání průhybů skutečných a vypočítaných. Přes tuto okolnost byl proveden zpětný přepočítání součinitele k_1 . Při zpětném přepočtu se vycházelo přímo z pracovních diagramů zjištěných při zatěžovací zkoušce. V souladu s pojetím výpočtu byl křivočarý průběh pracovního diagramu nahrazen dvěma přímkami tak, aby horní větev procházela bodem křivky, kdy se objevily první trhliny M_F . Průsečík této větve s osou y pak vymežil velikost M_1 . Ve výkladu je použito značení

Tabulka 2

Poř. číslo	1	2	3	4	5	6	7	8
k_1 SNiP	0,51	0,51	0,51	0,56	0,52	0,52	0,52	0,44
k_1 vypočt.	0,39	0,34	0,46	1,09	0,86	0,86	0,93	0,131

podle [1]. V tab. 2 jsou srovnány takto vypočítané koeficienty k_1 s hodnotami podle SNiP. Číslování prvků je totožné s tab. 1. Ve druhé fázi jsme ověřovali, zda uvedené koeficienty k_1 je možno použít i pro deskové prvky — zejména pro stropní panely. Pro tento účel byl namátkově vybrán soubor stropních panelů T06-B. Ze stejných předpokladů byla vypočítána tab. 3. Potřebné k_1 byly získány lineární extrapolací, resp. interpolací.

Tabulka 3

Poř. číslo	1	2	3	4	5	6	7	8
y_0 [cm]	0,48	2,56	0,45	0,61	0,57	0,61	0,15	0,18
y_k [cm]	1,39	2,56	1,01	1,39	1,39	1,39	1,11	0,85
y_{sn} [cm]	1,85	1,52	1,58	1,26	1,28	1,18	1,59	0,50
μ_n	0,025	0,042	0,027	0,044	0,044	0,044	0,027	0,73

Také z této tabulky je zřejmé, že s výjimkou panelu 2 byly skutečné průhyby vždy menší než teoretické a tedy nedochází ke změně výroku — vyhovuje. Z tabulky je dále patrné, že vznikají některé diference, které vysvětlujeme jako vliv odchylek skutečného provedení od projektu. Protože u panelu 1 byly k dispozici podrobné údaje o vyztužení, byl proveden přepočítání tohoto prvku s následujícím výsledkem:

$$y_k = 1,39 \text{ cm}$$

$$y_{sn} = 1,39 \text{ cm}$$

tedy shoda více než překvapující.

V další fázi bylo zjišťováno, zda tabelované koeficienty lze použít i pro průřezy vylehčené dutinami. Současně byl proveden přepočítání i pro skutečné průřezové charakteristiky. K dispozici byly výsledky průkazních zkoušek typových stropních panelů PZD-65-100/530 3 ks; PZD-66-50/530 3 ks; PZD-64-50/530 1 ks.

Tabulka 4

Poř. číslo	1	2	3	4	5	6	7
y_0	1,61	1,62	1,95	2,88	2,88	2,74	1,00
y_k	2,72	2,66	2,71	3,53	3,48	3,04	2,55
y_{sn}	2,63	2,63	2,67	3,44	3,24	3,17	2,13
μ_n	0,033	0,032	0,033	0,075	0,077	0,068	0,028
y_k		2,72			3,10		2,58
y_{sn}		2,63			2,96		2,98
n		0,031			0,066		0,023

Výsledky výpočtů a měření jsou uvedeny v tab. 4. Hodnoty s doplněným indexem s jsou ty, které jsou odvozeny ze skutečných průřezových charakteristik. Také v tomto případě je hodnocení prvku stejné, bez ohledu na to, jak byla kritéria vypočítána.

Závěrem byly vykonány pokusy o podobné orientační srovnání u předpjatých prvků. Přepočty byly prováděny na panelech Spiroll a na typových prvcích PPD-21. Výsledky měření a výpočtu zde neuvádíme, protože se nám nepodařilo najít vyhovující metody aplikace SNiPu. Původní metoda, jak byla publikována, dávala nepoužitelné výsledky.

■ Závěr

Provedeným měřením a přepočty bylo zjištěno, že metoda výpočtu průhybů navržená ve SNiP II-V.1-72 je použitelná pro železobetonové prvky a poskytuje zhruba stejně přesné (resp. nepřesné) výsledky jako metody u nás užívané. Její největší výhodou je rychlost a snadná kontrolovatelnost výpočtu. Metodu je možno bez úprav použít i pro výpočty deformací prvků vylehčených dutinami.

U předpjatých prvků se projevily obtíže při nahrazení pracovní křivky přímkou a při určení momentu M_1 . Je možno doufat, že tyto dočasné potíže jsou způsobeny nevhodnou aplikací metody.

LITERATURA

- [1] Rokač—Lembák: Výpočet průhybu železobetonových konstrukcí a jejich posouzení na vznik a šířku trhlin podle připravované normy SNiP „Inženýrské stavby 1972, č. 1
- [2] Gvozďev—Dimitrijevič—Lessig: O strukture i obščich položeniach novych norm projektirovanija konstrukcij „Beton i železobeton“ 1971, č. 5
- [3] Němirovskij—Figarovskij—Lemyš: K razčetu deformacij po projektu novych norm „Beton i železobeton“ 1971, č. 5.