

POUŽITÍ BARYTOVÝCH BETONŮ V PRAXI ■ USE OF BARITE CONCRETE IN PRACTICE

Jiří Tichý

V těchto dnech se chýlí k závěru práce na výstavbě Onkologického centra Fakultní nemocnice Plzeň-Lochotín. Pro zajištění ochrany okolí proti záření emitovanému terapeutickými lineárními urychlovači byl při stavbě stínících konstrukcí použit těžký beton s barytovým kamenivem. ■ Works on the construction of the Cancer Centre of the Faculty Hospital in Pilsen-Lochotín are finishing these days. Concrete mix with barite aggregate has been used in the erection of the shielding structures for securing the protection of the surroundings from radiation emitted by the therapeutic equipment.

Budova onkologického centra je situována do svažitého terénu v areálu Fakultní nemocnice Plzeň-Lochotín. Centrum tvoří dvě rozsáhlá podzemní podlaží půdorysných rozměrů 74 x 70 m, ve kterých jsou umístěny léčebné provozy, a pět nadzemních podlaží 16 x 72 m s lůžkovou částí. Zatímco na severní straně jsou podzemní podlaží situována pod úroveň upraveného terénu, v jižní části vycházejí zcela nad povrch. Ve východní části objektu je pod terénem ukryta hlavní část Onkologického centra se čtyřmi ozařovny s lineárními urychlovači (LU).

OCHRANA PROTI ZÁŘENÍ

Pro léčebnou část onkologického centra bylo nutno zajistit ochranu okolí proti záření emitovanému čtyřmi terapeutickými LU. To je možno zajistit různými způsoby, nicméně jako nejekonomičtější vychází využití vlastní železobetonové konstrukce objektu. Výpočtem byla stanovena tloušťka stěn a stropů tak, aby jejich plošná hmotnost dokázala záření odstínit na přípustné hodnoty, stanovené příslušnou vyhláškou. V případě ozařoven Onkologického centra vycházela tloušťka stínících konstrukcí na 1,2 až 1,9 m.

Záření je emitováno z hlavičky lineárního urychlovače, která se pohybuje po kruhové dráze tak, aby se svazek primárního záření LU protínal v ohnisku, nacházejícím se v ozařované tkáni. V místech, kde primární svazek záření LU dopadá na stínící konstrukce, musí být stínění nejúčinnější, a proto právě zde byly použity těžké barytové betony (obr. 1)

(viz článek *Betony pro konstrukce stínění zdrojů ionizujícího záření*, Hobst L., Vítek L., *Beton TKS 6/2003*; pozn. redakce).

Terapeutické LU jsou v jednotlivých ozařovnách umístěny tak, aby jejich primární svazky směřovaly do jedné podélné roviny, čímž vznikl pás vnitřních společných stěnových a stropních konstrukcí procházející všemi ozařovny. Právě tyto konstrukce vyžadují vyšší stínící vlastnosti. Z dispozičních důvodů je vhodné zachovat obdobnou tloušťku stěn a stropů, jako v ostatních částech ozařoven, a proto bylo v tomto pásu navrženo použití stínícího těžkého barytového betonu o objemové hmotnosti v suchém zatvrdlém stavu 2 950 kg/m³. Ostatní stínící konstrukce proti sekundárnímu záření byly dimenzovány z běžného betonu (C16/20, cement SPC 325, zpracovatelnost S3).

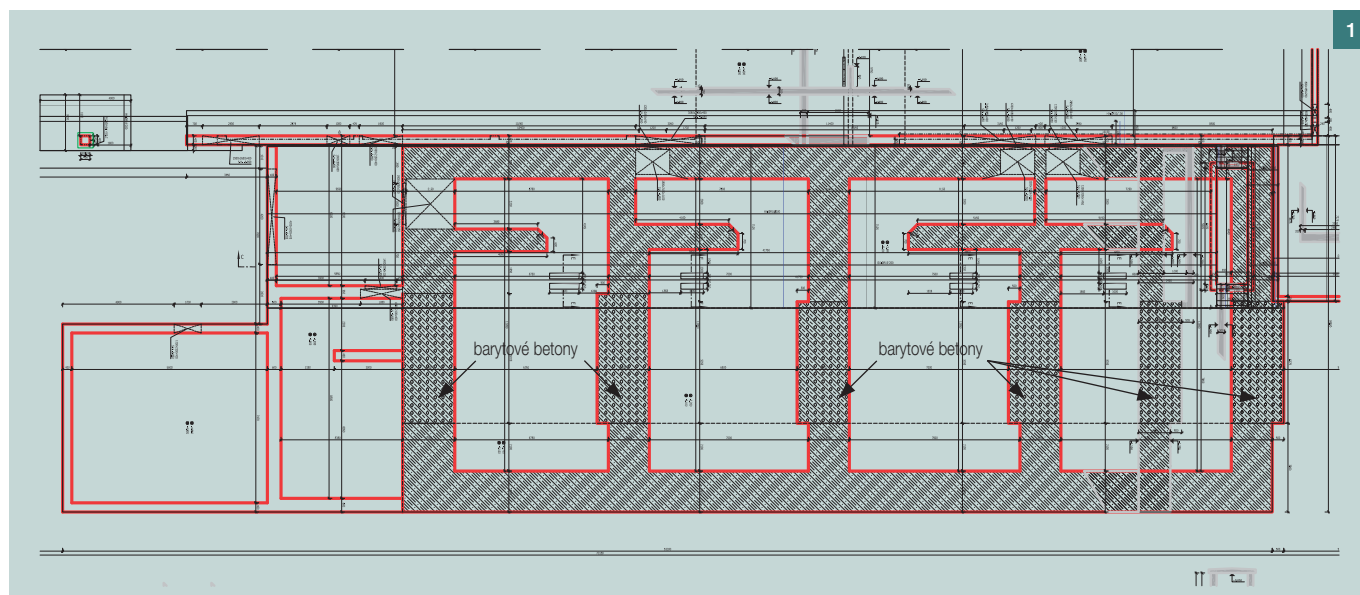
Stínící těžký čerstvý barytový beton je obtížně zpracovatelný i čerpatelný, a proto je nutné důsledně dodržovat speciální technologický postup při ukládání a zpracování a kontrolovat radiometrickými přístroji stěžejní parametry, kterými jsou homogenita a objemová hmotnost čerstvého betonu, ve všech fázích procesu. Před zahájením betonáže byla na referenčních vzorcích (kostkách) měřena objemová hmotnost čerstvého betonu a konečná objemová hmotnost po 28 dnech. Při vlastní výrobě všech stínících čerstvých betonů (obyčejných i těžkých) se porovnávala objemová hmotnost s výsledky zkoušek, aby případné odchylky v požadovaných parametrech byly odstraněny ihned na betonárně. V den betonáže barytových betonů nesměla betonárna vyrábět žádné jiné betony.

Radiometrická kontrola

Radiometrickou kontrolu prováděli pracovníci Fakulty stavební VUT v Brně pomocí radiačních hutnoměrů nové generace (typ HIX), vyvinutých na Středisku radiační defektoskopie (FAST VUT v Brně).

Měření probíhalo ve dvou fázích:

- na smluvní betonárně při výrobě čerstvých stínících betonů (ve zkušební nádobě z každého autodomíchávače)
- na stavbě po uložení každé cca 300mm vrstvy a zpraco-





RSTAB

Program pro výpočet rovinných i prostorových prutových konstrukcí

RFEM

Program pro výpočet konstrukcí metodou konečných prvků

Navrhování podle nových evropských norem

Demoverze zdarma ke stažení

www.dlupal.cz

- Řada přídatných modulů
- Rozsáhlá knihovna profilů
- Snadné intuitivní ovládání
- 6 500 zákazníků ve světě
- Nová verze v českém jazyce
- Zákaznické služby v Praze

Ing. Software Dlubal s.r.o.
Anglická 28, 120 00 Praha 2
Tel.: +420 222 518 568
Fax: +420 222 519 218
E-mail: info@dlupal.cz

Statika, která Vás bude bavit ...

vání vysokofrekvenčními vibrátory s danou směrnou dobou vibrace cca 30 s.

PRACOVNÍ SPÁRY

Zajištění vyhovujícího stínění uvedených konstrukcí vyžadovalo věnovat pozornost pracovním spárám. Obecně každá spára, ať ve svislé či vodorovné konstrukci, musela obsahovat zalomení o délce minimálně 300 mm, kolmé na rovinu konstrukce (tvar písmeno Z). Spáry ve stěnách byly bedněny, nebo vytvářeny pomocí b-systému (ztracené bednění do pracovních spár, *pozn. redakce*), ve stropech byly umísťovány v místech nad svislými konstrukcemi. Styk pruhů „běžných“ a barytových betonů ve stropech byl řešen tak, že

se jednotlivé (maximálně 1 m vysoké) pracovní úseky překrývaly (minimálně o uvedených 300 mm). Pracovní spáry byly navrženy, nebo schvalovány projektantem.

PROSTUPY

Do všech technologických prostupů do prostorů ozařoven byly z důvodu zajištění stínění vloženy ocelové tvarovky speciálních tvarů s důrazem na přesné osazení do stanovených pozic. Tvarovky vkládané do bednění neměly mimořádné tolerance, byly podobně jako pracovní spáry navrženy tak, aby nevytvářely rovnou plochu rovnoběžnou se zářením. Prostupy VZT byly řešeny jako zalomené (písmeno Z), ocelové trubky pro kabely byly osazovány pod úhlem 45°.



Obr. 1 Půdorys ozařoven

■ Fig. 1 Ground plan of the radiation chambers

Obr. 2 Vázání armatury na základové desce

■ Fig. 2 Binding fittings on the foundation slab

Obr. 3 Betonáž prvních záběrů

■ Fig. 3 Concreting of the initial shots

Obr. 4 Stěny ozařoven připravené pro betonáž barytových betonů

■ Fig. 5 Walls of the rooms for exposing to radioactive irradiation prepared for placing of barite concretes



Obr. 5 Radiometrická kontrola barytových betonů ve stěnách ■ Fig. 5 Radiometric control of barite concretes in wall

Obr. 6 Radiometrická kontrola barytových betonů ve zkušební nádobě před čerpáním do bednění ■ Fig. 6 Radiometric control of barite concretes in a test can prior pumping them into a formwork

Obr. 7 Monolitická konstrukce ozařoven s dokončenou hydroizolací před zasypáním ■ Fig. 7 Monolithic structure of the radiation chambers with the finished hydroinsulation prior to filling

Obr. 8 Instalace zařízení ozařoven ■ Fig. 8 Installation of the equipment of the radiation chambers

BETONÁŽ

Pro betonáž bylo použito běžné čerpadlo betonové směsi (rameno 42,5 m). Čerstvý beton byl zhutňován pomocí ponorných vysokofrekvenčních vibrátorů s minimálním průměrem vibrační hlavice cca 70 mm, čerstvý beton ve zkušební nádobě pro radiometrické měření byl zhutňován jedním menším ponorným vibrátorem.

V autodomíchávačích bylo dopravováno maximálně 5 m³ čerstvého betonu. Hodinový výkon ukládaného čerstvého betonu byl zčásti ovlivněn jeho horší zpracovatelností a zčásti nutností provádění radiometrických zkoušek na každém autodomíchávači a každé 300 mm uložené vrstvě. Tento výkon se pohyboval v průměru 25 m³/hod.

OŠETŘOVÁNÍ ČERSTVÉHO BETONU

Vzhledem k tomu, že šlo o masivní konstrukce, byl uložen požadavek na udržování vybetonovaných konstrukcí ve vlhkém stavu, než dosáhnou 70 % 28denní pevnosti. Stěny byly ponechány v bednění dva dny, poté zakryty textilií a kropeny nejméně sedm dní.

ZÁVĚR

Barytové betony se vyskytují na stavbách výjimečně, a to především v případech, kdy mají funkci stínící. Vždy je třeba jim věnovat zvláštní pozornost a to jak s ohledem na důležitost budoucí ochrany zdraví před ozářením, tak i s ohledem

na jejich vysokou hmotnost, kdy vyžadují speciální opatření při dopravě a zpracování. V neposlední řadě také proto, že jejich cena je daleko vyšší oproti běžným konstrukčním betonům. V případě, že barytové betony se používají jako zátěžové konstrukce, není třeba dodržovat speciální bezpečnostní předpisy pro stínící konstrukce.

Investor	FN Plzeň
Generální projektant	K4, a. s.
Projektant statické části	Tobnys, s. r. o.
Návrh stínících betonů	Qualiform Slovakia, a. s.
Výpočet a radiometrická kontrola stínících konstrukcí	Fakulta stavební VUT v Brně
Generální dodavatel	Skanska, a. s., závod Čechy
Realizace železobetonového skeletu	Skanska, a. s., závod Monolitické konstrukce
Dodavatel čerstvých betonů	Berger Beton, s. r. o.
Realizace	prosinec 2008 až listopad 2010

Ing. Jiří Tichý
Skanska a. s., závod Monolitické konstrukce
Libalova 1/2348, 149 00 Praha 4-Chodov
e-mail: jiri.tichy@skanska.cz

Fotografie: 1 až 3, 7, 8 – Skanska, a. s., 4 až 6
– Ing. Lubomír Vítek, Ph.D., VUT Brno