

BETONY VOJENSKÝCH OPEVNĚNÍ MILITARY FORTIFICATION CONCRETES

HISTORIE

LEONARD HOBST,
YVONA ZWETTLEROVÁ

Železobeton se stal nejvýznamnějším stavivem pro zesílení starých a výstavbu nových vojenských opevnění od konce 19. století do 2. světové války. Příspěvek se zabývá problematikou technologie výroby betonu československého opevnění v letech 1936 až 1938.

Reinforced concrete has become the most significant building material for reinforcing the old military fortifications and for building the new military fortresses from the end of the 19th century until the World War Two. The contribution deals with the problems of concrete production technology of the Czechoslovak fortification from 1936 to 1938.

Rozvoj průmyslu na konci 19. století ovlivnil všechny oblasti lidské činnosti. Průmyslové vynálezy, jako v celé historii lidstva, byly využity a ovlivnily vývoj především v oblasti vojenství. Zvlášť významně tento rozvoj přispěl ke zdokonalení dělostřeleckých zbraní. Bylo zavedeno zadní nabíjení, které umožňovalo zvýšení rychlosti střelby. Vnitřní povrch hlavní děl byl upraven drážkováním, což umožnilo používat podlouhlých střel stabilizovaných rotací (zvýšila se hmotnost střel, dostřel a přesnost střelby). Dále byl objeven účinnější bezdýmný prach, který střelám uděloval vyšší ústovou rychlost a tím zvětšil dostřel. Konstrukce děl byla doplněna

brzdovratným zařízením (zákluzem), jímž se zvýšila stabilita děl při výstřelu a v důsledku toho rychlost a přesnost střelby. Pro konstrukci hlavní začala být používána vysoce legovaná ocel, namísto do té doby používaného dělového bronzu. Využitím nových brisantních výbušnin (pyroxilin, melinit), které tvořily náplň dělové střely, bylo dosaženo desetkrát až dvanáctkrát většího bořivého účinku ve srovnání s náplní černého střelného prachu.

Popsaný vývoj dělostřelectva na konci 19. století zaskočil tvůrce opevnění, u kterých byl až do roku 1885 jako hlavní stavivo používán kámen a cihla a na doplnění také zemní násypy. Ukázalo se, že dosud běžná konstrukce cihelných stropů pevností o tloušťce 1,5 m, překrytá vrstvou zeminy o tloušťce 2,5 m, může být lehce prorážena nově vyvinutým granátem ráže 210 mm, naplněným 19 kg pyroxilinu.

VÝZNAM BETONU PRO STÁLÁ OPEVNĚNÍ

Budovatelům pevností proto vyvstal úkol získat, popř. vyvinout nový houževnatý a dostatečně pevný stavební materiál, který by odolával ničivým účinkům modernizovaného dělostřelectva. K tomuto účelu byl jako nejvhodnější odzkoušen nově ve stavebnictví zaváděný „umělý kámen“ – beton, resp. železobeton, doplněný pancířem, vyráběným z legovaných ocelí. Tyto nové materiály se postupně uplatnily ve fortifikačním stavitelství v různých kombinacích.

S rekonstrukcí starých pevnostních staveb a se stavbu nových pevností začíná koncem 19. století především Francie, která se nemohla zbavit hořkosti porážky ve střetu s Německem z roku 1870. Staré pevnosti (v okolí Verdunu) byly zesilovány vrstvami betonu o tloušťce 1,5 až 2 m a nově budované objekty měly betonové stropy tloušťky 2,5 m. Vojenští teoretici při stavbě nových objektů a při rekonstrukci starých objektů předpokládali, že ráže dělostřelectva dosáhne v budoucí možné válce max. 270 až 280 mm.

Obr. 1 Těžký mořdřít Škoda 305 mm M11, připravený k palbě

Fig. 1 The Škoda 305 mm M11 heavy mortar, ready to fire



Velká válka (1. světová válka) následně však zkouškami „in natura“ vojenské teoretiky nepříjemně překvapila. V Rakousko-Uhersku vyvinuly Škodovy závody velmi účinný mořdřít vz. 11, ráže 305 mm (obr. 1), který byl schopen střelami o hmotnosti 380 kg, zasahovat cíle do vzdálenosti 10 km. Mohutnější na počátku války byl pouze německý mořdřít, známý jako „Tlustá Berta“ o ráži 420 mm (hmotnost střely byla 810 kg).

Prvé nasazení mořdřítů ze Škodovky se uskutečnilo ihned na začátku války na západní frontě, kam si jejich pomoc vyžádalo německé velení. Čtyři baterie po dvou dělech byly nasazeny nejdříve proti belgickým (bojový křest prodělaly při dobývání pevností v okolí Lutychu), později proti francouzským pevnostem, které odolaly jejich účinku. Děla těchto ráží, použitá k obléhání, byla tehdy příčinou kapitulace nejmocnějších fortifikačních komplexů světa.

VYUŽITÍ BETONU NA FRONTÁCH I. SVĚTOVÉ VÁLKY

Za 1. světové války, kdy se začal uplatňovat do té doby neznámý způsob pozíčního, zákopového boje, se první opeřovací zařízení zákopů, budovaná ze dřeva a zemin začala nahrazovat spolehlivějšími polními opeřnicemi z betonu. Počet betonových krytů rychle vzrůstal, zejména na západní frontě, kde např. německá armáda spotřebovala v roce 1917 asi 180 000 t cementu. Na pověstné Siegfriedově linii spotřebovali Němci 17 500 t cementu a 2 000 t armatury [1].

Stavba betonových opeřnic za války měla ovšem ráz improvizace, protože v předválečné době nebylo předpokládáno, že by kdy mělo dojít ke stavbám polních opeřnic z betonu, a proto žádná armáda neměla předpisy na zřízení těchto polních staveb. Jejich stavbu řídili nejčastěji záložní důstojníci – stavební inženýři [2], kteří získali zkušenosti s výstavbou betonových staveb v civilním životě. Podle konstrukce byly polní opeřovací stavby dvojího druhu: monolitické a zděné (z tvárců). Monolitické stavby jsou bezespar a je v nich využito všech předností betonu, zvláště pevnosti v tlaku a tuhosti. Betonové stavby z prefabrikátů nemají výhody staveb monolitických, i když se

po jejich spojení používá cementová malta a jsou konstruovány tak, aby měly co největší tuhost. Stavěly se jen výjimečně, když nebylo možno stavět stavby monolitické, buď pro přílišnou blízkost nepřítelů nebo pro nedostatek odborníků (betonářů) či materiálu na místě stavby, případně když stavba měla být provedena ve velmi krátké době, např. v zimě.

ZHODNOCENÍ ZKUŠENOSTÍ A MEZIVÁLEČNÁ VÝSTAVBA OPEVNĚNÍ V EVROPĚ

Po 1. světové válce byla na základě získaných zkušeností zdokonalena konstrukce a technologie objektů stálého opevnění a obnovena důvěra k němu. Přitom došlo k nebyvalému využití betonu. Francie byla prvním státem, který si zajistil hranice betonovými pevnostmi, a po ní stavějí i jiné státy podobná opevnění. Všechna jsou z betonu železového nebo prostého a jen tam, kde vadí velké tloušťky, se používá ocelový pancíř. Francie též podrobně analyzovala účinky dělostřelby na betony opevnění:

- Účinek zásahu granátem na povrch betonové konstrukce se projevuje vytvořením nálevky, způsobené kinetickou energií dopadající střely a následnou explozí. Bylo zjištěno, že zbytky rozrušeného betonu, které vyplňují nálevku (u stropních konstrukcí), podstatně snižují účinek následného zásahu do téhož místa. Současně však bylo konstatováno, že armatura železobetonu, vytržená při výbuchu, porušuje okolní beton, což mnohé odborníky vedlo k názoru, že pro opevnění by měl být používán pouze prostý beton.
- Účinek výbuchu granátu způsobuje trhliny a pnutí v betonu a tím vznik „odprysků“ na protilehlé straně bodu dopadu.
- Dochází i k výraznému působení ohybového momentu na konstrukci, způsobeném dopadem a výbuchem granátu.
- Ukázal se negativní vliv násypu na betonovou konstrukci opevnění. Střela zemním násypem proniká a vybuchuje až na povrchu konstrukce opevnění. Násyp přitom vytváří „ucpávku“, která zvyšuje ničivý účinek exploze.

Na základě těchto zjištění, byly ve Francii v roce 1929 stanoveny čtyři stupně odolnosti objektů opevnění, které byly na objektech stanovovány podle předpokládaného možného postřelování objektu děly různé ráže:

1. stupeň odolnosti – odolává ráži děl 160 mm, tloušťka stěny 1,75 m, tloušťka stropů 1,5 m.

2. stupeň odolnosti – odolává ráži děl 240 mm, tloušťka stěny 2,25 m, tloušťka stropů 2,0 m.

3. stupeň odolnosti – odolává ráži děl 300 mm, tloušťka stěny 2,75 m, tloušťka stropů 2,5 m.

4. stupeň odolnosti – odolává ráži děl 420 mm, tloušťka stěny 3,50 m, tloušťka stropů 3,5 m.

Podle uvedených stupňů odolnosti byly stavěny pevnosti Maginotovy linie a modifikovaně byly přebrány při budování opevnění v ČSR.

BUDOVNÍ ČESKOSLOVENSKÉHO OPEVNĚNÍ

V druhé polovině třicátých let byla Československá republika ohrožena expanzí politikou fašistického Německa. Vzhledem k tvaru svého území a k malému počtu obyvatelstva, jež byla schopna zmobilizovat na svoji obranu, došlo vedení československé armády k názoru vytvořit na svých hranicích stálé opevnění. Československá vojenská doktrína, velice ovlivněná francouzskou defenzivní koncepcí obrany, přistoupila v roce 1933 k zahájení průzkumných a přípravných prací na výstavbu opevnění. Základní podklady k výstavbě opevnění získali českoslovenští vojenští odborníci ve Francii. Postupem času byl však pevnostní systém českých objektů řešen samostatně se zaváděním moderních obranných a zařizovacích prvků (např. splachovacích záchodů a sprch) a stal se tak jedním z nejlépe vybavených v Evropě.

Pro stavby mohutných pohraničních opevnění, jejichž výstavba byla rozvržena na léta 1936 až 1952, byl vybrán jako hlavní konstrukční materiál (stejně jako ve Francii) železobeton ve spojení s pancéřovou ocelí střílen, kopulí, zvonů a dělostřeleckých výsuvných věží určených pro vedení střelby a pro pozorování.

Pro výrobu betonu byly nejdříve odzkoušeny betony, navrhované podle francouzské receptury. Francouzské předpisy pro výstavbu opevnění předepisovaly použití „suché“ (tuhé) betonové směsi. Tato technologie však vyžadovala nákladné a obzvláště pečlivé zpracování betonové směsi. Těmto nákladům a vynaložené práci neodpovídala docílená pevnost betonu a betonové objekty vykazovaly nestejnou pevnost. Experiment-

álně dosahovala pevnost betonu v tlaku ve směru pěchování 410 kg/cm² a v kolmém směru na pěchování jen pouhých 260 kg/cm² (v článku je použita s ohledem na citaci norem, v tehdejší době užívaná terminologie a jednotka pevnosti v tlaku kg/cm², pro převod na současně platné jednotky platí 10 kg/cm² = 1 MPa).

Tyto neuspokojivé zkoušky „francouzské“ technologie výroby betonu podnítily vynikající československé stavební odborníky, Prof. Bechyného, Dr. Hacara, Prof. Kloknera a Prof. Kallaunera, k práci na vývoji vlastní technologie výroby a zpracování pevnostního betonu a k pečlivým zkouškám základních materiálů pro stavbu. Na tomto základě přijalo Ředitelství opevňovacích prací (ŘOP), pověřené výstavbou opevnění, rozhodnutí o použití vlastní technologie výroby betonu pro výstavbu československého opevnění. Zkušební výsledky – sady zkušebních kostek – vykazovaly pevnost v tlaku v rozmezí od 650 do 680 kg/cm².

Požadovaná pevnost betonu byla počátku výstavby opevnění stanovena podle ČSN 1093-1935 na hodnotu 400 kg/cm². Postupně však byla předepsaná hodnota pevnosti betonu v tlaku zvýšena na 450 kg/cm².

RECEPTURA PEVNOSTNÍHO BETONU

Dle vojenského předpisu (Výnos č.j. 4245/taj. hl. št. ŘOP-36) mělo být v betonové směsi minimální množství písku. V zásadě byly doporučeny dvě receptury a to pro kamenivo oblázkové (říční) a kamenivo oblázkové a drcené.

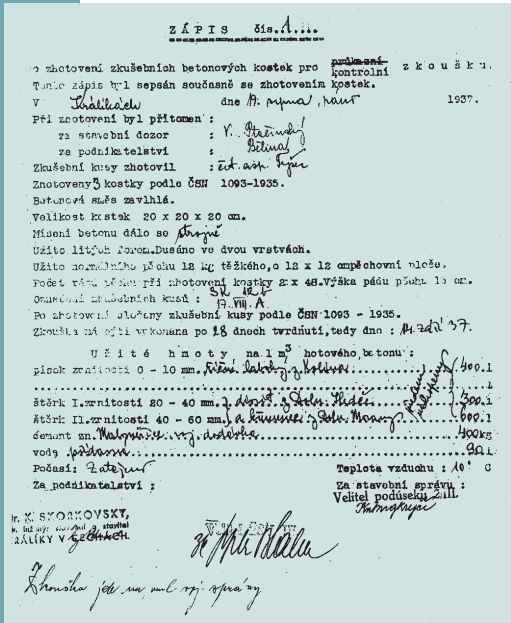
- Kamenné součástky oblázkové (původní označení)

písek 0-10 mm	390 l
štěrk oblázkový 20-40 mm	300 l
štěrk oblázkový 40-60 mm	600 l
cement	400 kg
voda	100 l
- Kamenné součástky oblázkové a drcené (původní označení)

písek 0-10 m	440 l
štěrk oblázkový 20-40 mm	300 l
štěrk drcený 40-60 mm	600 l
cement	400 kg
voda	100 l

V obou recepturách se uvažovalo s tím, že kamenivo je nasyceno vodou, poměr šterku o zrnech 20–40 mm ke šterku o zrnech 40–60 mm byl volen 1:2.

Každá stavební firma měla podle lokalit



Obr. 2 Zápis o výrobě sady kostek – firma Skorkovský

Fig. 2 The record on the cube test production – the Skorkovský Company

zdrojů štěrkokopísku a drcených štěrků svoji specifickou recepturu odsouhlasenou průkazní zkouškou. Výsledné receptury se mezi sebou liší v max. míře 10 % a to jen v množství štěrkovin. Obsah vody v cementu byl pak u všech firem stejný. V tab. 1 je pro názornost ukázána receptura šesti firem, podílejících se na výstavbě opevnění.

Stěžejní složkou betonové směsi byl speciální cement, označený „A“, který byl vyvinutý opět ve spolupráci s předními československými stavebními odborníky na ČVUT Praha. Vyznačoval se prodlouženou počáteční dobou tuhnutí tak, aby se získala dostatečně dlouhá doba na uložení a zpracování betonové směsi (1 až 2 hodiny).
ŘOP pro snížení nákladů na výstavbu

Tab. 1 Vybrané receptury betonů pro československé opevnění
Tab. 1 Vybrané receptury betonů pro československé opevnění

Složky betonu	Stavební firma					
	Filip	Lanna	Frič	Skorkovský	Litická, a. s.	Inžesta, a. s.
písek 0–10 mm [l]	460	430	440	440	447	338
štěrk I 20–40 mm [l]	280	300	300	300	272	328
štěrk II 40–60 mm [l]	560	600	590	600	544	656
drť 2–10 mm [l]	–	–	–	–	–	128
voda [l]	100	100	110	100	100	100
cement – druh „A“ [kg]	400	400	400	400	400	400

Rozměry kostek 20x20x20 cm, tlaštěná plocha 400 cm².

Označení	Stáří dní	Váha kg	Objem váhy kg/dm ³	Tlak při porušení tun	Krychel. pevnost kg/cm ²
SK 12 b	20,10	8,312	206,0	515	–
19.VIII A	20,20	8,285	211,0	528	534
	20,35	8,244	224,0	500	–
SK 12 b	20,25	8,332	228,5	571	–
19.VIII B	20,15	8,310	129,0	335	–
SK 12 b	19,75	8,489	154,0	340	–
19.VIII A	19,85	8,481	172,0	450	–
	19,95	8,481	207,0	516	–
SK 12 b	20,00	8,500	233,0	590	–
19.VIII B	19,95	8,494	211,0	528	529
	19,85	8,481	191,0	476	–
SK 12 b	20,20	8,330	224,0	540	–
19.VIII A	20,20	8,323	214,0	533	567
	20,10	8,312	242,0	605	–
SK 12 b	20,00	8,500	246,5	616	–
19.VIII B	20,00	8,500	246,5	616	603
	20,10	8,312	231,0	576	–
SK 12 b	20,20	8,500	232,0	580	–
19.VIII A	20,20	8,285	245,5	614	591
	20,05	8,508	232,0	590	–
SK 12 b	20,25	8,532	211,0	328	–
19.VIII B	20,60	8,575	227,5	549	560
	20,40	8,530	233,0	525	–

Výkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních :

Obr. 3 Protokol o zkoušce kostek firmy Skorkovský – je dosažena hodnota pevnosti betonu až 603 kg/cm²

Fig. 3 The protocol on the cube test of the Skorkovský Company – a value of concrete strength of up to 603 kg/cm² has been reached

opevnění uzavřelo s koncemem „Čs. průmyslu stavebních hmot“ dohodu o odběru speciálního druhu cementu „A“ – určeného jen pro vojenskou správu, jehož cena byla stanovena na 12,- Kč/q, což podstatně snížilo ceny za výstavbu objektů opevnění.

Stavební firmy mohly odebírat základní suroviny na území ČSR z různých lokalit. Písek o zrnitosti 0–10 mm dodávaly např. pískovny v Rašovicích u Týniště nad Orlicí, říční písky byly těženy z Labe u Kolína a Záboří, u Týnce nad Vltavou, další u Opavice pod Opavou, písčiny Smolkov a dalších míst. Drcené štěrky (kamenivo o velikosti I (20–40 mm) a velikosti II (40–60 mm) byly dodávány z lomů v podhůří Orlických hor, především z Lomu Litice – žula, Lomu Pastviny – diorit (též z Lomu Babí u Trutnova – melafyr). Pokud byl vhodný kámen v místě

prací, byl tento drcen a používán přímo na staveništi.

PRŮBĚH VÝSTAVBY

Výstavba československého opevnění probíhala organizovaně a na tehdejší dobu velmi rychle. Prvním předpokladem pro stavbu opevnění bylo vybudování dokonale sítě komunikací mezi jednotlivými staveništi objektů. Konstrukce vozovek byla sice jen štětová, ale umožňovala dopravovat na staveniště nejen stavební materiál, ale i těžké ocelovité zvozy a měla sloužit i pro budoucí zásobování objektů střelivem. Tyto komunikace slouží mnohde provozu dodnes.

Např. staveniště pro výstavbu objektu těžkého opevnění muselo být plánováno tak, aby výroba betonové směsi mohla probíhat nepřetržitě po celou dobu betonáže. Zejména musela být zřízena skládka pro cca 1700 m³ kameniva a 500 až 600 t cementu. Na staveništi muselo být 5 míchaček po 500 l a dva diesel-elektrické agregáty pro výrobu elektrické energie (bylo uvažováno se záložním zdrojem). Cement byl na stavbu dodáván výhradně v papírových pytlicích po 50 kg a voda byla u každé míchačky odměřována kalibrovanou skleněnou odměrkou. Pro hutnění betonu byly používány pneumatiké pěchy a elektrické příložné vibrátory. Betonáž probíhala nepřetržitě po předepsaných vrstvách. Pro objekty těžkého opevnění o objemu 1 700 m³ betonu byla dosahována rychlost betonáže až 300 m³ za den (ve třech směnech) a tak se betonáž těchto objektů mohla uskutečnit během jednoho týdne (od pondělí do soboty). I přes používání speciálního cementu, docházelo u masivních konstrukcí po druhém dni betonáže ke zvyšování teploty vlivem hydratačního tepla. Betony byly ochlazovány neustálým kropením bednění jak po dobu betonáže, tak min. 1 týden po skončení betonáže (ve vnitřních uzavřených prostorách se vlivem uvolňovaného tepla vytvářela hustá pára, která snižovala viditelnost i při elektrickém osvětlení).

KONTROLA KVALITY VÝSTAVBY

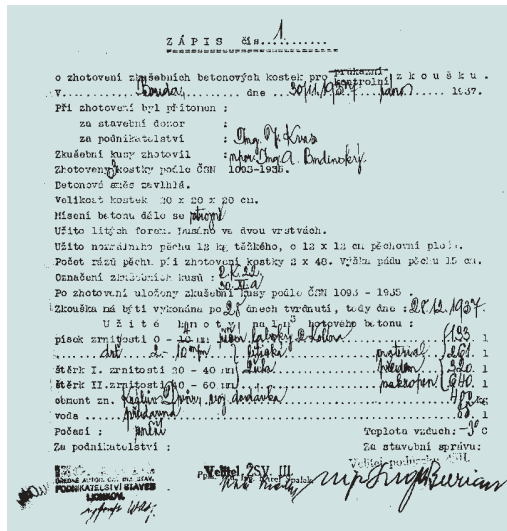
Během betonáže opevnění byly odebírány vzorky betonové směsi a byly normovým způsobem zhotovovány sady tří zkušebních kostek 20/20/20 cm (ČSN 1093–1935). Po zatvrdnutí byly sady kostek posílány do Kloknerova zkušebního a výzkumného ústavu do Prahy, kde

Obr. 4 Zázpis o výrobě sady kostek – firma Kruliš

Fig. 4 The record on the cube set production – the Kruliš Company

Obr. 5 Protokol o zkoušce kostek firmy Kruliš – pouze ve dvou případech je dosažena hodnota pevnosti betonu 450 kg/cm², zbytek (12 případů) nevyhovuje

Fig. 5 The protocol on the cube test of the Kruliš Company – only in two cases the prescribed concrete strength value of 450 kg/cm² has been reached; and in the other cases (i.e. 12 tests) the value has not been reached



Nosné kostky 30x30x30 cm, tloušťka plocha 400 cm².

Označení	Stáří dní	Váha	Objem m ³	Průměr při zkušebním	Krychelná pevnost kg/cm ²
HK 22	20	19,70	2,438	130,0	338
30.KIIa	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
30.KIIb	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
1.KIIa	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,70	2,438	130,0	338
1.KIIb	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
2.KIIa	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
2.KIIb	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
3.KIIa	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
3.KIIb	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
4.KIIa	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,75	2,438	130,0	338
4.KIIb	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
5.KIIa	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
5.KIIb	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
6.KIIa	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
6.KIIb	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
7.KIIa	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
7.KIIb	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
8.KIIa	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
8.KIIb	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
9.KIIa	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
9.KIIb	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
10.KIIa	20	19,80	2,438	130,0	338
HK 22	20	19,80	2,438	130,0	338
10.KIIb	20	19,80	2,438	130,0	338

Výzkumný a zkušební ústav inot a konstrukcí stavebních

byla zjišťována jejich krychelná pevnost. Ta mnohdy překračovala předepsanou krychelnou pevnost 450 kg/cm² o 50 až 150 kg/cm² (obr. 2 a 3). Stávalo se však také, že zkušební kostky některých firem této pevnosti nedosahovaly (obr.4 a 5).

Za nedodržení předepsané krychelné pevnosti betonu byla firma postihována srážkou z vyplacené ceny za zhotovený beton a to o 0,5 % za každý 1 kg/cm² pod hranici 450 kg/cm².

Pro názornost lze uvést příklad, kdy průměrná pevnost sady zkušebních kostek dosahovala pouze 430 kg/cm² (tato je doložena písemným dokladem Kloknerova zkušebního a výzkumného ústavu ČVUT).

Požadovaná pevnost [kg/cm ²]	Skutečná pevnost [kg/cm ²]	Rozdíl pevností pod stanovenou normou [kg/cm ²]
450	430	20 kg/cm ²
Oferovaná cena betonu 180,- Kč/m ³		
Výpočet: srážky 20 x 0,05 x 180,- Kč/m ³ = 18,-Kč/m ³		

Stavební firma by obdržela za nekvalitní beton částku jen 162,- Kč/m³. Takto byly stavební firmy postihovány za nekvalitně provedenou betonáž, na kterou by pak

doplácela méně spolehlivou ochranou posádka pevnostního objektu.

ZÁVĚR

Československé opevnění, byť mu nebylo dopřáno plnit svůj účel, bylo skvělým inženýrským dílem, do kterého byly vloženy nové poznatky našich inženýrů a spolehlivost a odbornost našich dělníků a techniků.

I když opevnění nebylo dostavěno (bylo proinvestováno pouze 25 % z předpokládané částky 10 mlrd. Kč), přesto během dvou let bylo postaveno téměř deset tisíc objektů lehkého opevnění (řopíků) a dvě stě šedesát pět samostatných a tvrzových objektů těžkého opevnění. Na výstavbu opevnění bylo vyrobeno téměř 1 mil. m³ vysoce jakostního pevnostního betonu.

Obr. 6 Vchodový objekt dvrze „Bouda“ – současný stav

Fig. 6 The entrance to the "Bouda" fortress – contemporary situation



Stavby opevnění se na mnoha místech dochovaly dodnes (obr.6). S odstupem více než šedesáti pěti let se můžeme přesvědčit jak stavební materiál se známými jakostními parametry, zachovávanými během výstavby, odolává působení vlivu počasí, změnám teplot a především času.

Příspěvek vznikl za podpory výzkumného záměru MSM 261 100007 Fakulty stavební VUT v Brně.

Při psaní článku byly použity rozsáhlé materiály z archivu Spolku přátel čs. opevnění Brno.

Doc. Ing. Leonard Hobst, CSc.
Ústav stavebního zkušebnictví
tel.: 541 147 836, e-mail: hobst.l@fce.vutbr.cz

Yvona Zwettlerová, studentka 5.roč., obor M
diplomantka na Ústavu stavebního zkušebnictví
oba: FAST VUT v Brně
Veveří 95, 662 37 Brno

Literatura:

- [1] Význam betonu pro opevňovací stavby, Vojenský svět č.3/1935, VI. ročník, str. 105-107
- [2] Hobst L.: Český důstojník na frontách monarchie – válečný deník, vydavatelství a nakladatelství Spolku přátel čs. opevnění, Brno, 2003