

POROVNÁNÍ SOUČASNÉ LEGISLATIVY PŘI ZPRACOVÁVÁNÍ PRŮKAZNÍCH ZKOUŠEK BETONŮ ■ CONFRONTATION OF CURRENT LEGISLATION IN CONCRETE PROBATIVE TESTS

Tomáš Moravec

Článek pojednává o porovnání současné legislativy při zpracovávání průkazných zkoušek betonů. Je stručným náhledem autora na problematiku vyhotovení průkazných zkoušek tak, aby vyhověly co nejlépe všem současným požadavkům technických norem a dalších souvisejících předpisů. Článek nezabíhá do detailních podrobností, ale ukazuje hlavně zásadní rozdíly. ■ *Text deals about confrontation of current legislation in probative test of concrete. It is summary of current legislation demands in the Czech Republic and shows main differences in legislation.*

V současné době se lze při zpracovávání průkazných zkoušek betonů setkat s následujícími normami a předpisy, které udávají základní požadavky na jejich zpracování.

Především se jedná o ČSN EN 206-1 Změna Z3, která vstoupila v platnost v dubnu 2008. Tato norma je základním dokumentem, dle kterého by měly být průkazní zkoušky automaticky zpracovávány.

Dále je nutno zmínit několik TKP (technicko-kvalitativní podmínky), které vydávají určití investoři významných staveb. Pro stavby pozemních komunikací platí již relativně známé TKP – kapitola 18 – Beton pro konstrukce (z října 2005). Méně známé jsou TKP SŽDC (Správy železničních dopravních cest) – kapitola 17 Beton pro konstrukce (z prosince 2002). Dále platí pro stavby tunelů na železnicích TKP – kapitola 20 – Tunely (z ledna 2002). Asi nejméně známé a také nejnovější jsou TKP staveb ŘVC ČR (Ředitelství vodních cest ČR) – kapitola 1 – Provádění betonových a železobetonových konstrukcí (ze srpna 2009). Úkolem těchto TKP je upravit legislativu co nejvhodněji pro konkrétní využití u příslušných investorů.

ČSN EN 206-1/Z3 říká, že průkazní zkoušky musí být provedeny před používáním nového betonu nebo souhrnu betonů. Musí se opakovat, pokud nastane podstatná změna buď u složek betonu, nebo u specifikovaných požadavků. Podstatnou změnou je změna zdroje (původu) vstupních materiálů nebo změna druhu materiálů při za-

chování zdroje (původu). Jako alternativu lze pokládat návrh složení betonu, založený na údajích z předchozích zkoušek nebo dlouhodobých zkušebnostech.

POŽADAVKY NA VLASTNOSTI VSTUPNÍCH SLOŽEK A AUTORA PRŮKAZNÍCH ZKOUŠEK

ČSN EN 206-1/Z3 stanovuje přímo požadavky na provedení průkazných zkoušek a také na zkoušky a vlastnosti vstupních složek. Tato norma neuvádí konkrétní požadavky na autora průkazných zkoušek.

TKP 18 MD stanovuje požadavky na odbornou způsobilost zkušeben a pracovníků k provádění zkoušek dle TKP MD kapitoly 1. Laborať navíc schvaluje objednatel/správce stavby.

TKP 17 SŽDC požaduje laborať s akreditací. Pokud stavbu financuje přímo SŽDC, může laborať určit přímo, to samé platí i pro kontrolní zkoušky na stavbě.

TKP 1 ŘVC ČR požaduje rovněž akreditovanou laborať.

Současná ČSN EN 206-1 Změna Z3 zavedla betony s předpokládanou životností padesát a sto let a udává různé požadavky na stupně vlivu prostředí. Obecně platí pro složky použité k výrobě betonu, že musí být použity materiály, na které dodavatel vydal prohlášení o shodě ve smyslu nařízení vlády č.163/2002 Sb, resp. ES prohlášení o shodě ve smyslu 190/2002 Sb. Zároveň pro betony do konstrukcí s předpokládanou životností sto let zavádí požadavky na materiály (kameniva).

Použitelnost cementů je uvedena v ČSN EN 206-1 Změna Z3 v tabulce F.4. Z této tabulky vyplývá relativně široká použitelnost cementů. Přesto se najdou výjimky, zmínit lze např. nemožnost použít nyní poměrně rozšiřovaný cement CEM II/B-M do prostředí XA.

Dalším požadavkem, se kterým se lze často setkat, je opět pro prostředí XA, konkrétně pro XA2-XA3, použití síranovzdorného cementu dle ČSN 72 2103. Podmínka platí v případě, že prostředí XA2 či XA3 vyvolává síranová agresivita. Do prostředí XA2 a XA3 nesmí být v případě, že agresivitu vyvolává CO₂,

použity také nyní v hojné míře se objevující cementy CEM II s hlavní příměsí vápence.

V tabulce F.2 ČSN EN 206-1/Z3 jsou uvedeny také požadavky na vlastnosti kameniva. Z nich je zajímavé zmínit například požadavek na tvarový index pro prostředí XD1-XD3 a XF1-XF4 (požadovaná kategorie SI₂₀). Objevuje se poměrně hodné kameniv, která jsou bez sporu velmi kvalitní, ale tento požadavek nesplňují, a tudíž dle ČSN EN 206-1/Z3 je nelze pro tyto stupně vlivu prostředí použít!

Další pastí u mnoha kameniv je požadavek na součinitel Los Angeles (LAdrcené) a požadavek na stupeň mrazuvzdornosti F₁. Opět toto platí pro betony do prostředí XD1-XD3 a XF1-XF4. Proto je třeba výběru materiálů věnovat dostatek prostoru ještě před samotným zahájením průkazných zkoušek, vyžádat si potřebné údaje od výrobců a porovnat je s požadavky ČSN EN 206-1.

TKP 17 SŽDC odkazuje v požadavcích na materiály na ČSN EN 206-1 a zároveň udává použitelnost cementů pro dané stupně vlivu prostředí (mírně se od současné ČSN EN 206-1 liší).

Z tab. 1 vyplývá nutnost použití síranovzdorného cementu pro prostředí XA2-XA3 a cementu CEM I pro prostředí XF4. Zde se můžeme dostat do konfliktu např. při návrhu betonu specifikovaného zároveň do více stupňů vlivu prostředí, což se občas objevuje – požadavky např. na beton C30/37 zároveň do prostředí XF4, XA3. Vždy je proto nutné požadavky projednat se specifikátorem betonů pro konkrétní stavby či objekty.

TKP kap. 1 ŘVC odkazuje na ČSN EN 206-1, ale zároveň dodává, že složky schvaluje objednatel stavby, pro kterého budou průkazní zkoušky realizovány. Takže i zde má investor možnost ovlivnit vstupní materiály.

TKP kap. 18 MD opět odkazuje na ČSN EN 206-1, ale je jasné dané, že vstupní složky schvaluje objednatel/správce stavby před zahájením tvorby průkazných zkoušek. Toto TKP zahrnuje i další požadavky na výrobce betonu a z hlediska výběru složek je asi nejpřísnější z porovnávané legislativy.

Tab. 1 Použitelnost cementů dle TKP kap.17 SŽDC | Tab. 1 Cement applicability according to TKP 17 SŽDC

| Druh betonu | Druh cementu |
|--|---|
| Betony pro předpínané konstrukce | CEM I portlandský |
| Betony pro betonové a železobetonové kce a výrobky (X0) | CEM I portlandský, CEM II portlandský směsný, CEM III vysokopecní |
| Betony pro betonové a železobetonové kce a výrobky (XC1 – XC3) | CEM I portlandský, CEM II portlandský směsný, CEM III vysokopecní |
| Betony pro betonové a železobetonové kce a výrobky (XD1 – XD3) | CEM I portlandský, CEM II portlandský směsný, CEM III vysokopecní |
| Betony pro betonové a železobetonové kce a výrobky (XF2 – XF4) | CEM I portlandský |
| Betony pro betonové a železobetonové kce a výrobky (XF1 – XF3) | CEM I portlandský, CEM II portlandský směsný |
| Betony pro betonové a železobetonové kce a výrobky (XA1) | CEM II portlandský směsný struskový nebo popílkový |
| Betony pro betonové a železobetonové kce a výrobky (XA2 – XA3) | Síranovzdorný cement |

Zde platí důkladný rozbor složek betonu a nezbytná konzultace s investorem před zahájením přípravy průkazných zkoušek dvojnásob. Bohužel v současné době na tento proces není příliš času (krátká doba od vybrání dodavatele a zahájení stavby nedává prostor na důkladnou předvýrobní přípravu).

Konkrétní požadavky a požadované prokazování vlastností materiálů jsou součástí TKP 18. Zmínit lze ještě možnosti použití cementů do prostředí XA2-3 – je možno použít cementy CEM I s obsahem $C_3A < 3\%$ a obsahem $Al_2O_3 < 5\%$ nebo cementy CEM III/B či CEM III/C. V případě, že obsah SO_4 v podzemní vodě je max. 1 500 mg/l, je možno použít směsi 20 % popílku z hmotnosti CEM I, CEM II-S, CEM II/A-LL nebo směsi 10 % popílku z hmotnosti CEM II-T, CEM III/A. Každopádně použitý cement musí schválit správce/objednatel stavby. Spolehnout se jen na tabulku F.4 normy ČSN EN 206-1/Z3 může být ošidné, každý dle této normy použitelný cement nemusí být schválen.

Nevýhodou v podstatě všech TKP je jejich návaznost na starší a dnes již nepoužívané normy (např. kamenická ČSN EN 12 620 vyšla nově). Proto je třeba zavčas odchytil případné odchylky a projednat je s investorem, aby se zabránilo pozdějším diskusím a nedoro-

zuměním (např. při hodnocení kameniva dle TKP 18 MD a ČSN EN 206-1/Z3 můžeme nalézt rozdílné požadavky).

POŽADAVKY NA VLASTNOSTI ZTVRDLÉHO BETONU

Minimální pevnostní třídy

Dále je třeba uvést a porovnat požadavky na vlastnosti ztvrdlého betonu. V tab. 2 jsou uvedeny požadavky na minimální pevnostní třídy dle ČSN EN 206-1/Z3.

Z tab. 2 je zřejmá shoda betonů s předpokládanou životností 100 let dle ČSN EN 206-1 a TKP 18 MD. TKP ČD a TKP ŘVC odpovídají spíše betonům s předpokládanou životností 50 let dle ČSN EN 206-1. U průkazných zkoušek bychom měli při navrhování receptur dosáhnout určité rezervy v pevnostech. Ve způsobu hodnocení se požadavky jednotlivých norem či TKP liší.

Vodotěsnost betonů

V tabulce 3 jsou uvedeny požadavky jednotlivých norem na vodotěsnost betonu. Zde je zajímavý fakt – liší se i metodika zkoušení.

ČSN EN 206-1, TKP 18 MD a TKP 17 ČD udávají požadavky na maximální hloubku průsaku tlakovou vodou dle ČSN EN 12390-8, zatímco TKP

ŘVC na vodotěsnost betonu s drobnými odchylkami dle dnes již neplatné ČSN 73 1321. Metodika zkoušení je však součástí těchto TKP, přesto se jedná o poměrně podstatnou odlišnost od ČSN EN 206-1.

Z tab. 3 je zřejmé, že opět dochází k naprosté shodě mezi ČSN EN 206-1 (100leté betony) a TKP 18 MD. Jinak jsou ovšem rozdíly požadavků relativně veliké. Při zpracování průkazných zkoušek dle ČSN EN 206-1 a TKP 18 MD musí být hodnoty průsaků sníženy o 20 %, požadované hodnoty jsou uvedeny v závorkách.

Mrazuvzdornost betonů

Velice rozdílné je porovnání požadavků na mrazuvzdornost betonů. Zde lze nalézt dvě odlišné metodiky hodnocení.

V ČSN EN 206-1 a TKP 18 MD se objevují požadavky na zkoušku dle ČSN 73 1326 Odolnost povrchu cementového betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích prostředků. U této metody se měří odpad z povrchu zkušebního tělesa při střídavém zmrazování a působení 3% roztoku NaCl.

Požadavky TKP ČD kap. 17 a TKP ŘVC uvádějí navíc i mrazuvzdornost betonu dle ČSN 73 1322. Zde se stanovuje úbytek pevnosti v tahu ohybem na střídavě zmrazovaných trám-

Tab. 2 Porovnání požadavků na minimální pevnostní třídy | Tab. 2 Comparison of minimum compression strength of concrete requirements

| Stupeň vlivu prostředí | XC1 | XC2 | XC3 | XC4 | XD1 | XD2 | XD3 | XF1 | XF2 | XF3 | XF4 | XA1 | XA2 | XA3 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ČSN EN 206-1 (50 let) | C16/20 | C16/20 | C20/25 | C25/30 | C25/30 | C25/30 | C30/37 | C25/30 | C25/30 | C25/30 | C30/37 | C25/30 | C25/30 | C30/37 |
| ČSN EN 206-1 (100 let) | C20/25 | C25/30 | C25/30 | C30/37 | C25/30 | C25/30 | C30/37 | C25/30 | C25/30 | C25/30 | C30/37 | C25/30 | C25/30 | C30/37 |
| TKP ŘSD | C20/25 | C25/30 | C25/30 | C30/37 | C25/30 | C25/30 | C30/37 | C25/30 | C25/30 | C25/30 | C30/37 | C25/30 | C25/30 | C30/37 |
| TKP ČD kap. 17 | C16/20 | C16/20 | C20/25 | C25/30 | C30/37 | C35/45 | C35/45 | C25/30 | C25/30 | C30/37 | C30/37 | C25/30 | C35/45 | C35/45 |
| TKP ŘVC | C16/20 | C16/20 | C20/25 | C25/30 | C25/30 | C25/30 | C30/37 | C25/30 | C25/30 | C25/30 | C30/37 | C25/30 | C30/37 | C30/37 |

Tab. 3 Porovnání požadavků na vodotěsnost betonu | Tab. 3 Comparison of water-tightness of concrete demands

| Stupeň vlivu prostředí | XC1 | XC2 | XC3 | XC4 | XD1 | XD2 | XD3 | XF1 | XF2 | XF3 | XF4 | XA1 | XA2 | XA3 |
|------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ČSN EN 206-1 (50 let) | - | - | - | 50 *(40) | - | 50 *(40) | 20 *(16) | 50 *(40) | 50 *(40) | 35 *(28) | 35 *(28) | 50 *(40) | 35 *(28) | 20 *(16) |
| ČSN EN 206-1 (100 let) | - | - | 50 *(40) | 50 *(40) | 50 *(40) | 50 *(40) | 20 *(16) | 50 *(40) | 35 *(28) | 20 *(16) | 20 *(16) | 50 *(40) | 35 *(28) | 20 *(16) |
| TKP ŘSD kap. 18 | - | - | 50 *(40) | 50 *(40) | 50 *(40) | 50 *(40) | 20 *(16) | 50 *(40) | 35 *(28) | 20 *(16) | 20 *(16) | 50 *(40) | 35 *(28) | 20 *(16) |
| TKP ČD kap. 17 | - | 50 | - | 50 | 50 | 50 | 35 | 50 | 50 | 35 | 35 | 50 | 35 | 20 |
| TKP ŘVC | - | HV4 60 | HV4 60 | HV4 60 | - | HV4 60 | HV4 60 | HV4 60 | HV4 60 | HV8 60 | HV8 60 | HV4 60 | HV8 60 | HV8 60 |

cích. Použití této metody ke stanovení odolnosti betonu proti působení mrazu povoluje i ČSN EN 206-1, ovšem neudává podrobnosti jak postupovat a případné další požadavky. Porovnání požadavků je uvedeno v tab. 4. Jsou zde uvedeny požadavky při provádění metody „C“ dle ČSN 73 1323 a požadavky na stupeň mrazuvzdornosti TXXX (značí počet cyklů) při provedení zkoušky dle ČSN 73 1322. V závorce jsou uvedeny zpřísněné požadavky při provádění průkazných zkoušek.

Z tab. 4 je zřejmé, že rozdíly ve způsobech hodnocení jsou opravdu velké. U TKP ČD a TKP ŘVC lze říci, že požadavek na mrazuvzdornost dle ČSN 73 1322 je pro dané potřeby asi trefnější, neboť v prostředí XF1 a XF3 by se neměly vyskytovat chemické rozmrazovací prostředky a na beton tak působí „pouze“ mráz. Požadavky ČSN EN 206-1 a TKP 18 MD se tak mohou zdát až zbytečně přísné (např. nutnost použít provzdušněnou betonu). Toto platí zvláště např. pro vodohospodářské stavby, kde v řadě případů může být zkouška dle ČSN 73 1326 dokonce nevhodná (chemické rozmrazovací prostředky zřejmě na stěnu plavební komory v místě kolísání hladiny působit nebudou, na rozdíl od působení klasického mrazu).

Prostorové rozložení vzduchových pórů

Dalším požadavkem na vlastnosti ztvrdlého betonu je tzv. „spacing factor“, tedy prostorové rozložení vzduchových pórů. Kromě něj se hodnotí ještě obsah vzduchu o velikosti do 300 μm. Zkouška se provádí dle ČSN EN 480-11. Požadované hodnoty jsou uvedené v tab. 5, opět pro kontrolní zkoušky, a zpřísněné v závorce pro zkoušky průkazní.

Zkouška stanovení prostorového rozložení vzduchových pórů je v naší legislativě relativně nová, takže se na ni ještě vůbec neobjevil požadavek v TKP ČD kap. 17. Zbylé novelizované normy a předpisy ji již předepisují.

Tolik stručné shrnutí požadavků na vlastnosti ztvrdlého betonu.

ZKOUŠKA ODOLNOSTI BETONU PROTI PRŮSAKŮM TLAKOVÉ VODY

Zbývá zmínit ještě krátký náhled do TKP kapitoly 20, která, jak již bylo řečeno, platí pro stavby tunelů na železnici. Toto TKP zavádí zvláštní zkoušku odolnosti betonu proti průsakům

Tab. 4 Porovnání požadavků na mrazuvzdornost betonu ■ Tab. 4 Comparison of frost resistance of concrete demands

| Stupeň vlivu prostředí | XF1 | XF2 | XF3 | XF4 |
|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ČSN EN 206-1 (50 let) | – | „C“ 50c-1500 | „C“ 75c-1250 | „C“ 75c-1000 |
| ČSN EN 206-1 (100 let) | „C“ 50c-1250 („C“ 75c-800) | „C“ 75c-1250 („C“ 115-800) | „C“ 75c-1250 („C“ 115-800) | „C“ 75c-1000 („C“ 115-600) |
| TKP ŘSD kap. 18 | „C“ 50c-1250 („C“ 75c-800) | „C“ 75c-1250 („C“ 115-800) | „C“ 75c-1250 („C“ 115-800) | „C“ 75c-1000 („C“ 115-600) |
| TKP ČD kap. 17 | T 100 (125c) | T 100 (125c) „C“ 75c-1000 | T 150 (180c) | T 150 (180c) „C“ 100c-1000 |
| TKP ŘVC | T 50 (75c) | T 50 (75c) „C“ 100c-1250 | T 100 (125c) | T 100 (125c) „C“ 100c-1250 |

Tab. 5 Porovnání požadavků na hodnoty dosažené při zkoušce prostorového rozložení vzduchových pórů ■ Tab. 5 Comparison of values of air void characteristics of concrete demands

| Stupeň vlivu prostředí | XF1 | XF2 | XF3 | XF4 |
|------------------------|-----|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| ČSN EN 206-1 (50 let) | – | – | – | – |
| ČSN EN 206-1 (100 let) | – | A ₃₀₀ min 1 % (1,2 %) | A ₃₀₀ min 1 % (1,2 %) | A ₃₀₀ min 1,8 % (2,16 %) |
| | | L _{max} 0,24 mm (0,19 mm) | L _{max} 0,24 mm (0,19 mm) | L _{max} 0,2 mm (0,16 mm) |
| TKP ŘSD kap. 18 | – | A ₃₀₀ min 1 % (1,2 %) | A ₃₀₀ min 1 % (1,2 %) | A ₃₀₀ min 1,8 % (2,16 %) |
| | | L _{max} 0,24 mm (0,19 mm) | L _{max} 0,24 mm (0,19 mm) | L _{max} 0,2 mm (0,16 mm) |
| TKP ČD kap. 17 | – | – | – | – |
| TKP ŘVC | – | A ₃₀₀ min 1 % | A ₃₀₀ min 1 % | A ₃₀₀ min 1,8 % |
| | | L _{max} 0,2 mm | L _{max} 0,2 mm | L _{max} 0,16 mm |

A₃₀₀ – obsah mikropórů ve ztvrdlém betonu [%]

L – prostorový součinitel rozložení vzduchových pórů [mm]

tlakové vody. Zkouší se na tělesech o rozměrech 200 × 200 × 120 mm, případně 300 × 300 × 200 mm. Zkouška trvá dohromady čtrnáct dní, tři dny působí na těleso tlak vody 25 % max. zatížení a jedenáct dní max. tlak (minimálně 0,7 MPa). Po proběhnutí zkoušky se stanovuje střední hodnota průsaku, která má být menší než 25 mm. Dle tohoto TKP je také třeba věnovat pozornost požadavku na mrazuvzdornost betonu (stupeň T100) v oblasti portálů tunelů a až do vzdálenosti 1000 m od nich. TKP kap. 20 udává další požadavky, např. na odbedňovací pevnosti, či maximální teplotu betonu ostění. To vše je třeba zohlednit již při návrhu betonu v rámci průkazných zkoušek.

ZÁVĚR

Z uvedených skutečností vyplývá, že legislativa, kterou je nutné akceptovat v rámci tvorby průkazných zkoušek, zahrnuje různé a někdy také i dost rozdílné požadavky.

Výrobci vyrábí betony zpravidla dle ČSN EN 206-1, na které mají certifikáty. Pokud bychom při návrhu průkazných zkoušek respektovali výhradně požadavky např. TKP 17 SZDC či TKP 1 ŘVC, mohli bychom se dostat s ČSN EN 206-1 do rozporu. U TKP 18 MD

tento fakt výrazně řeší změna Z3 normy ČSN EN 206-1. Požadavky na betony se životností sto let a betony dle TKP 18 MD jsou v podstatě totožné.

V budoucnu lze jistě očekávat aktualizaci jednotlivých TKP, které lépe pokryjí provázanost s ČSN EN 206-1/Z3. Každopádně návrhům průkazných zkoušek je třeba věnovat potřebný čas ještě před zahájením betonáží a vždy správně specifikovat potřebné skupiny používaných betonů a složek, ze kterých bude beton vyráběn. Tímto lze předejít řadě problémů, které se často objevují až během betonáží, kdy už není mnoho času se zabývat samotnou přípravou technologií, a je přesto nutné vyrábět kvalitní beton v souladu s danou legislativou.

Z těchto skutečností vyplývá jednoznačný požadavek na úzkou spolupráci projektanta, dodavatele stavby, výrobce betonu a autora průkazných zkoušek ve fázi předvýrobní a výrobní přípravy.

Ing. Tomáš Moravec
Stachema Kolín, spol. s r. o.
Zibohlavý 1, 280 02 Kolín
e-mail: moravec.tomas@stachema.cz
mob.: 602 418 024

