

Vyloučení alkalické reakce kameniva v betonu na stavbách pozemních komunikací

Předběžné technické podmínky

**Schváleno MD-OPK č.j. 509/03-120-RS/1
Ze dne 3.10.2003 s účinností od 1.listopadu 2003**

**Současně se ruší a nahrazují
v celém rozsahu TP 137
(Schválené MDS č.j. 24010/00-120 z 15.9.2000)**

Obsah:

1. Úvodní ustanovení
2. Požadavky na cement, přísady, příměsi a vodu
3. Požadavky na kamenivo do betonu
4. Požadavky na složení betonu
5. Pokyny pro zkoušení složek betonu a odběr vzorků
6. Seznam norem a předpisů
7. Závěrečná ustanovení

Příloha č. 1 - Technická specifikace TS 11

Příloha č. 2 - Příloha A k TS 11

Příloha č. 3 - Poznámky k prováděnému výzkumu a dosavadní zkušenosti

1. Úvodní ustanovení

- a) Tak jako v jiných zemích, i v ČR dochází a i nadále může docházet ke škodám při poruchách betonových konstrukcí v důsledku alkalického rozpínání kameniva v betonu.
- b) Opatření, provedená podle těchto předběžných technických podmínek (TP), mají zabránit škodám v důsledku alkalického rozpínání kameniva v betonu (alkalické reakce) na stavbách pozemních komunikací. Škodám lze zabránit i jinými způsoby (např. trvalým zamezením přístupu vody do betonu atd.), a to i tam, kde již k použití reaktivního kameniva došlo.
- c) Důvodem vydání předběžných TP je to, že dosud neexistuje žádný národní komplexní předpis (který předpokládá ČSN EN 206-1) zabývající se problematikou alkalického rozpínání kameniva v betonu, a to ani obecný, ani zaměřený na pozemní komunikace (v 15 evropských zemích národní předpis existuje, viz report CR 1901:1995).
- d) Tyto TP je třeba uplatnit při zadání všech staveb PK, při kterých budou prováděny práce většího rozsahu, zejména při realizaci CB vozovek, mostů PK apod., u zhotovitelů těchto staveb a u AO (autorizované osoby) v procesu výrobkové certifikace kameniva a betonu. TP jsou součástí zadání staveb PK a následně i SOD.
- e) Je třeba si uvědomit, že kamenivo reaktivní s alkáliemi v betonu podle kritérií těchto TP je výrobkem, který nesplňuje základní požadavek č. 1 v příloze č. 1 nařízení vlády č.163/2002 Sb., tj. není vhodný pro zamýšlené použití ve stavbě. Kamenivo reaktivní s alkáliemi v betonu ohrožuje mechanickou odolnost a stabilitu stavby, může mít za následek zřícení stavby nebo její části, větší stupeň nepřijatelného přetvoření nebo poškození jiných částí stavby následkem deformace nosné konstrukce.
- f) Náklady na provedení níže uvedených opatření započte zhotovitel do ceny díla stejně jako průkazní zkoušky, případně výrobce kameniva do nákladů na certifikaci výrobku.
- g) TP jsou zpracovány tak, aby co největší podíl zkoušek a prověřování připadl na AO, která podle §5 nařízení vlády 163/2002 Sb. a certifikuje výrobek „přírodní a umělé kamenivo do betonu“.
- h) Požadavky na výrobce cementu (účelná výměna doplňkových informací mezi výrobcem a spotřebitelem dle 3. odst. , čl. 1 ČSN EN 197-1), vyplývající z těchto TP (stanovení alkálií v cementu, statistický přehled atd.), zvláště činnosti nad rámec požadavků ČSN EN 197-1, musí včas uplatňovat výrobce betonu pro pozemní komunikace u výrobce cementu formou zvláštních smluvních ujednání.
- i) Předběžné TP mají platnost do doby zavedení ČSN EN, ČSN nebo TP MD komplexně řešící uvedenou problematiku.
- j) TP mohou být přiměřeně využívány i v jiných hospodářských odvětvích tam, kde jsou budovány betonové konstrukce.
- k) TP mohou být průběžně opatřovány změnami a dodatky tak, jak budou získávány zkušenosti s jejich uplatňováním v procesu výrobkové certifikace, případně při provádění průkazních zkoušek kameniva, betonu a při vyhodnocování poruch zaviněných alkalickou reakcí. Proto je nezbytné se vždy při používání TP informovat o aktuálním stavu změn a dodatků.
- l) TP budou v budoucnu revidovány na základě výsledků (realizačních výstupů) výzkumného projektu o vyloučení alkalické reakce kameniva v betonu na stavbách PK a reaktivnosti kameniva v lokalitách ČR, řešeného v resortu dopravy ČR, případně i na základě spolupráce s komisemi CEN/TC 104 a RILEM TC-106. Tato změna č. 1 TP je zpracována na základě dílčích výsledků tohoto úkolu.
- m) S používáním reaktivního kameniva do betonu (současně s aplikací speciálních opatření proti vzniku objemových změn betonu) není dosud v ČR dostatek zkušeností a proto až do doby prověření této možnosti např. výzkumnou prací v rámci podmínek ČR nelze reaktivní kamenivo (dle kritérií těchto TP) do betonu použít ani při speciálních opatřeních.
- n) Pojmy stupně rizikivosti kameniva/horniny jsou definovány nebo jsou uvedeny v tabulkách č. 2 a 3 těchto TP.

2. Požadavky na cement , přísady, příměsi a vodu

2.1 Cement portlandský CEM I pro beton v prostředí XW1, XW2 a XW3 nesmí obsahovat větší množství alkálií než je uvedeno v tab.č. 2 . Ekvivalent alkálií $\text{Na}_2\text{O eq.}$ je : $\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ K}_2\text{O}$. Prostředí rozlišené pouze podle vlhkosti působící na beton, bez souběhu s vlivem mrazu , CO_2 , Cl^- , chemicky agresivní vody nebo CHRL, bylo nutno pro účely těchto TP vyjádřit zjednodušeně symbolem XW, obdobně jako v německém národním předpisu Alkalirichtlinie. Jestliže bude do betonu použito kamenivo (hrubé nebo drobné) z geologických jednotek a/nebo horninových komplexů známých výskytem reaktivních hornin (maximálně nebo středně rizikových - viz 3.6) a bude s nimi petrograficky příbuzné, i když průkazní zkoušky kameniva dle tab.č. 3 na odebraném vzorku horniny prokáží horninu s minimální rizikovostí, platí podmínka na max. obsah alkálií v CEM I 0,6% $\text{Na}_2\text{O eq.}$ a max. obsah 2,5 kg $\text{Na}_2\text{O eq.}$ (aktivních alkálií) na jeden m^3 betonu.

2.2 Vlastnosti cementu dodávaného pro stavby PK musí být doloženy:

- a) V příloze ke zprávě o průkazních zkouškách betonu
 - aa) prohlášením o shodě,
 - ab) certifikátem výrobku,
 - ac) protokolem o certifikaci výrobku (s uvedením obsahu $\text{Na}_2\text{O eq.}$ v cementu - soubor min.8 po sobě následujících hodnot),
 - ad) protokolem o chemické analýze cementu použitého k PZ , podle čl. 2.3 .
- b) U každé dodávky cementu:
 - ba) dodacím listem,
 - bb) ujištěním o shodě (originálem) nebo ověřenou kopií prohlášení o shodě (originál razítka a podpis výrobce na kopii prohlášení),
 - bc) statistickým přehledem o obsahu alkálií ($\text{Na}_2\text{O eq.}$) v cementu dodávaného druhu za předchozí období (vyhodnocený soubor min. 8 po sobě následujících hodnot , přičemž výsledek jednoho stanovení alkálií v cementu má reprezentovat období min. 3 týdnů výroby), doloženy však musí být i jednotlivé nezprůměrované původní hodnoty (výsledky jednotlivých stanovení Na_2O , K_2O).
- c) Při odsouhlasování prací objednatelem/správcem stavby průběžně dle kontrolního a zkušebního plánu a v příloze k závěrečné zprávě zhotovitele o jakosti provedených prací před převzetím stavby (objektu):
 - ca) Protokoly o kontrolních zkouškách cementu provedené v rozsahu dle čl. 9.5.3 ČSN EN 197-1 a v četnostech dle TKP 18,
 - cb) protokolem o chemické analýze použitého druhu cementu nejméně jednou za půl roku trvání dodávky cementu,
 - cc) statistickým přehledem o obsahu alkálií ($\text{Na}_2\text{O eq.}$) v cementu dodávaného druhu za období používání příslušného druhu cementu (vyhodnocený soubor pokud možno po sobě následujících hodnot , přičemž výsledek jednoho stanovení alkálií v cementu má reprezentovat období min. 3 týdny výroby).

2.3 Protokol o chemické analýze cementu musí obsahovat tyto výsledky stanovení:

- a) Obsah SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , SO_3 , ztráta žíháním (ne pro CEM II), v kyselině nerozpustný zbytek (ne pro CEM II), stanovený postupem dle ČSN EN 196-2, přitom je možno

použit alternativně rentgenfluorescenční analýzu, pokud výrobce prokáže shodu s analýzou dle ČSN EN 196 - 2 a -21 ,

- b) obsah Na_2O , K_2O , Cl^- stanovený postupem podle ČSN EN 196-21, přitom je možno použít alternativně rentgenfluorescenční analýzu, pokud výrobce prokáže shodu s analýzou dle ČSN EN 196 - 2 a -21.

Protokol o chemické analýze cementu obsahuje důležité údaje o stanovení a je navázán na dokumentaci výrobce cementu podle vlastního certifikovaného systému jakosti.

2.4 V prohlášení o shodě musí výrobce cementu uvést zejména:

- Jakostní třídu cementu a další přesné údaje o výrobku a o sobě jako o výrobcu,
- způsob, jakým bylo provedeno posouzení shody,
- identifikační údaje dokladů o provedených zkouškách,
- identifikační údaje o autorizované osobě, která vydala certifikát,
- potvrzení výrobce cementu , že vlastnosti výrobku splňují základní požadavky dle nařízení vlády č.163/2002 Sb., požadované pro výrobky v příloze č. 2 , ve skupině „1. Stavební výrobky pro betonové a železobetonové části staveb“ , pořadové číslo 1 - cement pro obecné a zvl. použití,
- potvrzení výrobce, že výrobek splňuje další technické požadavky dle TP, TKP MDS,
- potvrzení výrobce, že provedl ve výrobě taková opatření, která zabezpečují shodu všech jím vyráběných výrobků s technickou dokumentací výrobku, přičemž tuto technickou dokumentaci pořizuje výrobce před vydáním "Prohlášení" a dokumentace musí obsahovat mj. technologický postup výroby a výsledky zkoušek dle ČSN EN 196,
- datum a místo vydání "Prohlášení" a jméno (tiskem) a podpis odpovědné osoby,
- ostatní náležitosti dle § 11 nařízení vlády č. 163/2002 Sb.

2.5 Přísady do betonu v prostředí XW2, XW3 a pro prefabrikáty (u kterých předem není přesně známo místo zabudování) mohou mít :

- Obsah Na_2O eq. nejvýše 8,5 % hmotnostních, avšak zároveň musí být splněna podmínka
- obsah Na_2O eq. nejvýše 2,0 % z hmotnosti cementu v posuzovaném betonu.

Obsah alkálií v přísadách do betonu se zjišťuje podle EN 480-12.

2.6 Vratnou výplachovou vodu (z recyklace kameniva, z výplachu mixů, nebo z čištění míchaček) na betonáře je možno použít jako záměsovou vodu pouze do betonu třídy C 12/15 nebo nižší.

2.7 Příměsi do betonu – požadavky dtto jako 2.5.

3. Požadavky na kamenivo do betonu

3.1 Kamenivo pro beton v prostředí XW1, XW2, XW3 (viz tabulka č.1) , těžené i drcené, nesmí reagovat s alkáliemi obsaženými ve složkách (v cementu, přísadách, příměsích) a v okolním prostředí. Použitelnost kameniva s ohledem na prostředí je uvedena v tabulce č.2.

Tabulka č. 1 - Definice stupňů vlhkosti prostředí pro ztvrdlý beton

Pozn.: Tyto definice stupňů vlhkosti prostředí jsou platné bez ohledu na kombinaci s dalšími možnými vlivy prostředí na beton (např. karbonatace, mrazové cykly, fyzikální působení posypových solí na beton, chemické působení posypových solí na ocel v betonu, chemické agresivní prostředí na beton)

| Zkratka stupně prostředí | Stupeň vlhkosti-slovní vyjádření | Popis a příklady |
|--------------------------|--|---|
| XW1 | Suchý | Části betonových konstrukcí, které zůstávají při normálním ošetřování betonu krátce vlhké a po vyschnutí během používání trvale suché. Příklad: a) vnitřní část konstrukcí pozemních staveb, b) části konstrukcí, na které může působit vnější prostředí, nikoliv však např. srážky, povrchová voda, půdní vlhkost a/nebo které jsou vystaveny trvale relativní vlhkosti vzduchu menší než 80%, c) konstrukce v prostředí X0 podle ČSN EN 206-1 |
| XW2 | Vlhký | Části betonových konstrukcí, které jsou během užívání často nebo delší dobu vlhké, včetně částí opatřených nátěry nebo povlaky. Příklad: a) nechráněné vnější části konstrukcí, které jsou vystaveny např. srážkám, povrchové vodě nebo půdní vlhkosti, b) beton komor a šachet odvodnění, lapolů a nádrží, betonových částí odvodňovačů na mostech c) základy, piloty, zárubní a opěrné zdi a.p., d) vnitřní části konstrukce pozemních staveb s vlhkými prostory, např. krytá koupaliště, prádelny a jiné výrobní a průmyslové prostory s vlhkým provozem, kde je relativní vlhkost vzduchu převážně vyšší než 80%, e) části konstrukcí, které mají často nižší teplotu než je teplota rosného bodu, např.: komíny, výměňkové stanice, filtrační komory, stáje pro dobytek a duté části mostů, části mostů nad vodní hladinou, f) masivní části konstrukcí, jejichž nejmenší rozměr přesahuje 0,50 m (nezávisle na přístupu vlhkosti), g) vodohospodářské objekty nebo jejich části na stavbách PK h) konstrukce v prostředí XC2-XC4, XF1, XF3 podle ČSN EN 206-1 |
| XW3 | Vlhký s přísunem alkálií z vnějších zdrojů | Části betonových konstrukcí, které jsou mimo vlhké prostředí (XW2) ještě dodatečně vystaveny častějšímu nebo dlouhodobému přísunu alkálií z vnějších zdrojů. Příklad: a) části konstrukcí vystavené působení mořské vody b) části konstrukcí vystavené působení rozmrazovacích solí, např. betonové vozovky, letištní plochy, části ostřikované vodou, jízdni a odstavné plochy v objektech pro parkování vozidel, betonové plochy pro mytí vozidel, nechráněné části mostních konstrukcí, pilíře, zdi a opěry ostřikované vodou nebo ve vodě, betonová svodidla, mostní římsy, zákrytové desky, protihlukové clony, zárubní a opěrné zdi ostřikované vodou s CHRL do 15 m od hrany vozovky c) části konstrukcí průmyslových staveb a zemědělských objektů (např. nádrže na močůvku) a stavby vystavené působení alkálií , d) konstrukce v prostředí XD1-XD3, XS1-XS3, XF2, XF4 podle ČSN EN 206-1 |

Vhodnost přírodního kameniva do betonu s použitím do prostředí suchého, vlhkého a vlhkého s přísunem alkálií z hlediska reaktivnosti s alkáliemi je uvedena v tabulce č.2 .

Tabulka č. 2 - Vhodnost použití přírodního kameniva do betonu podle stupně vlhkosti prostředí

| Rizikovost kameniva (viz tab. 3) | | Minimální | Střední | Maximální |
|-------------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Vhodnost do prostředí | Suchého - XW1 | ano | ano | ano |
| | Vlhkého - XW2 | ano ³⁾ | ano ¹⁾ | ano ²⁾ |
| | Vlhkého - XW3 Viz. tab. 1 | ano ¹⁾ | ano ²⁾ | ne |

Vysvětlivky:

Ano – kamenivo lze použít do betonu

Ne – kamenivo nelze použít do betonu

¹⁾ Podmínka vhodnosti do betonu: Obsah alkálií v cementu maximálně 0,8 % hmotnosti, avšak max. 3,5 kg Na₂O eq. (aktivních alkálií) na jeden m³ betonu

²⁾ Podmínka vhodnosti do betonu : Obsah alkálií v cementu maximálně 0,6 % hmotnosti, avšak max. 2,5 kg Na₂O eq. (aktivních alkálií) na jeden m³ betonu

³⁾ Obsah alkálií v cementu u kameniva s minimální rizikovostí použitého do prostředí XW2 nebo XW3 je maximálně 1 % hmotnosti, avšak max. 4,5 kg Na₂O eq. (aktivních alkálií) na jeden m³ betonu

Tabulka č. 3 - Klasifikace kameniva do betonu z hlediska rizika reakce s alkáliemi

| Zkušební metoda | Jednotky | Rizikovost přírodního kameniva (zkouškou zjištěné hodnoty) | | |
|---|----------|---|-----------------|-----------------------|
| | | Minimální | Střední | Maximální |
| 1. Dilatometrická dle ASTM C-1260-94 | % délky | 0,100 | > 0,100 – 0,200 | > 0,200 ¹⁾ |
| 2. Dilatometrická dle ČSN 721179 ²⁾ | % délky | 0,070 | > 0,070 – 0,100 | > 0,100 |
| 3. Chemická dle ČSN 721179 podíl rozpuštěného SiO ₂ | mmol/l | 50 | - | > 50 |
| 4. Chemická dle ČSN 72 1179 ³⁾ úbytek zásaditosti | mmol/l | - | - | - |
| 5. Dilatometrická dle ČSN 721160 ⁴⁾ (uhličitanové kamenivo) | % délky | 0,50 | - | >0,50 ⁴⁾ |

Vysvětlivky:

¹⁾ Při výrazném překročení parametru dle ASTM nad 0,300 % délky je výsledek bez ohledu na výsledky ostatních metod „Rizikovost maximální“.

²⁾ Dilatometrická trámečková zkouška podle ČSN 72 1179 s použitím portlandského cementu CEM I 42,5 s dodatkem doplnění alkálií v záměsové vodě na 1,25 % Na₂O eq. V případě intenzivního vzestupného průběhu křivky rozpínání tělesa (bez tendence k poklesu) z rizikových materiálů při zkoušce dle ČSN 72 1179 provést zkoušku v trvání jednoho roku s kriteriem 0,200 % délky. Při překročení této hodnoty je výsledné hodnocení bez ohledu na výsledky ostatních metod „Rizikovost maximální“.

³⁾ Bez stanovení parametru

⁴⁾ Při rozpuštění nebo rozpadu mikrotrámečku při dilatometrické zkoušce uhličitanového kameniva podle ČSN 72 1160 je výsledek považován rovněž za nevyhovující

Dilatometrická měření se musí provádět s přesností na tři desetinná místa, u uhličitanového kameniva na dvě místa.

3.2 Pro kamenivo do betonu platí zejména ustanovení čl. 13 , 14 a 15 ČSN 72 1511 a příslušná ustanovení ČSN 721512 a další normy, týkající se vápencového kameniva, dolomitického kameniva atd.

3.3 Běžné i speciální požadavky na kamenivo pro jednotlivé třídy a druhy betonu specifikují normy a technické předpisy :

- a) ČSN 73 2400 ,
- b) ČSN EN 206-1 ,
- c) pro předpjatý beton ČSN 73 2401, ČSN EN 206-1 ,
- d) pro dolomitové kamenivo ČSN 72 1475, čl.11 ,
- e) pro betony v prostředí 2 , 3 a 5 podle ČSN 73 6206 a pro jiné speciální použití platí čl. 79 ČSN 73 1209 (12/1986), čl.54 , 55 a 56 ČSN 73 1209 - změna 3 a ČSN EN 206-1 ,
- f) dokumentace stavby PK vč. TP, TKP MD, ZTKP s uvedenými zvláštními požadavky na kamenivo.

3.4 Kamenivo do betonu, které je středně nebo maximálně rizikové (z hlediska reakce s alkáliemi), je výrobkem, který nesplňuje základní požadavek č.1 (mechanická odolnost a stabilita stavby) Přílohy č. 1 k nařízení vlády č. 163/2002 Sb.. Zhotovitel musí doložit jakost kameniva prohlášením o shodě, k němuž je přiložen certifikát a protokol o certifikaci výrobku (s vyznačením frakce, kvalitativní třídy, vhodnosti použití, data vydání, doby platnosti a autorizované osoby, která certifikát vydala).

V prohlášení o shodě musí výrobce kameniva uvést zejména:

- a) Jakostní třídu kameniva a další přesné údaje o výrobku a o sobě jako o výrobcí,
- b) způsob, jakým bylo provedeno posouzení shody,
- c) identifikační údaje dokladů o provedených zkouškách,
- d) seznam ČSN a dalších technických předpisů použitých při posouzení shody,
- e) identifikační údaje o autorizované osobě, která vydala certifikát,
- f) potvrzení výrobce kameniva, že vlastnosti výrobku splňují základní požadavky dle nařízení vlády č. 163/2002 Sb., požadované pro výrobky v příloze č. 2, ve skupině „1.Stavební výrobky pro betonové a železobetonové části staveb“, pořadové číslo 5 - Přírodní a umělé kamenivo do betonu,
- g) potvrzení výrobce, že výrobek splňuje další technické požadavky dle TP, TKP MDS,
- h) potvrzení výrobce, že provedl ve výrobě taková opatření, která zabezpečují shodu všech jím vyráběných výrobků s technickou dokumentací výrobku, přičemž tuto technickou dokumentaci pořizuje výrobce před vydáním "Prohlášení" a dokumentace musí obsahovat mj. technologický postup výroby a výsledky průkazných zkoušek dle ČSN 721511,
- i) datum a místo vydání "Prohlášení" a jméno (tiskem) a podpis odpovědné osoby,
- j) ostatní náležitosti dle § 11 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., event. dle změn pozdějších.

3.5 Výrobce betonu pro pozemní komunikace musí před zahájením výroby dle určité receptury zkontrolovat, zda certifikát používaného kameniva obsahuje potvrzení shody s požadavky ČSN a těchto TP na kamenivo do betonu z hlediska vyloučení možnosti vzniku alkalické reakce kameniva.

3.6 Podle dosavadních poznatků zjištěných ověřování hornin pro výrobu kameniva do betonu v ČR je možno provést **předběžné orientační rozdělení některých hornin** takto:

| Rizikovost hornin | Skupina hornin | Petrografický druh |
|------------------------------------|---|---|
| Minimální diabas, (dolomit) | Magmatické | Žula, granodiorit, gabro, čedič, melafyr, spilit, znělec |
| | Sedimentární - zpevněné - nezpevněné | Vápence bez přítomností rohoveců, Písek, štěrkopísek (dle oblasti výskytu) |
| | Metamorfované | Granulit, amfibolit, hadec, krystalický vápenec |
| Střední | Magmatické | Ryolit, porfyr, porfyrit, melafyr s mandlovcí |
| | Sedimentární - zpevněné - nezpevněné | Droba, slepencové droby Písek, štěrkopísek (dle oblasti výskytu) |
| | Metamorfované | Pararula, ortorula, rohovec, metadroba, metamorfované prachovce, prachovcové břidlice |
| Maximální sopečný tuf | Magmatické | Ryolit, porfyr, porfyrit, vulkanické sklo, |
| | Sedimentární - zpevněné - nezpevněné | Droba, vápenec s rohovcem Písek, štěrkopísek (dle oblasti výskytu) |
| | Metamorfované | Rohovec, metadroba, křemenec, bulžník |

- 3.7 Aby drobné nebo hrubé kamenivo mohlo být považováno za odolné proti alkalické reakci, musí podle zahraničních pramenů obsahovat nejméně 95% v čl. 3.6 uvedených odolných hornin nebo minerálů (s minimální rizikovostí) a nesmí být znečištěno jakýmkoliv množstvím opálu, tridymitu, sopečného skla nebo cristobalitu, nebo neobsahuje celkem více než 2% hmotnostní křemitého rohovce, pazourku nebo chalcedonu.
Za maximálně rizikové horniny se dále považují i ty, u kterých jsou prokazatelně doloženy negativní zkušenosti z hlediska alkalické reakce v betonu v destrukcích konkrétních staveb s jasnou identifikací použitého kameniva.
Z umělého kameniva se za odolnou (minimálně rizikovou) považuje expandovaná vysokopecní struska a vzduchem ochlazená vysokopecní struska.
- 3.8 Podle zahraničních zkušeností se nesmí používat kamenivo s obsahem křemene pocházející z křemence nebo obsahovat více než 30% hmotnostních velmi deformovaného křemene, který má průměrný undulosní úhel zhášení větší než 25°. Tento úhel se měří na nejméně 20 jednotlivých zrnech vzorku v rámci petrografického rozboru dle čl. 5.4c) těchto TP. Rozhodujícím je však výsledek zkoušek kameniva uvedený v tabulce č. 3.
- 3.9 Kamenivo může obsahovat podíl křemitého rohovce a příbuzných křemitých hornin (mimo opál, tridymit, cristobalit) do 2 % hmotnostních z celkového množství kameniva, a považuje se za odolné proti alkalické reakci, pokud neobsahuje opál, tridymit, cristobalit a podobné minerály. Rozhodujícím je však výsledek zkoušek kameniva uvedený v tabulce č. 3.

4. Požadavky na složení betonu

- a) Beton v prostředí se stupněm vlhkosti XW3 podle tab. č. 1 může při návrhu obsahovat max. 3,5 kg Na₂O eq. (aktivních alkálií) na jeden m³ betonu při použití minimálně rizikového kameniva, max. 2,5 kg Na₂O eq. Na 1 m³ při použití středně rizikového kameniva, viz tab.č. 2 .
- b) Beton v prostředí se stupněm vlhkosti XW2 může při návrhu obsahovat max. 3,5 kg Na₂O eq. (aktivních alkálií) na jeden m³ betonu při použití středně rizikového kameniva, a max. 4,5 kg Na₂O eq. (aktivních alkálií) na jeden m³ betonu při použití minimálně rizikového kameniva, viz tab. č. 2 .
- c) Obsah aktivních alkálií v betonu se stanoví součtem obsahů alkálií z receptury při návrhu betonu podle obsahů alkálií v jednotlivých složkách betonu takto:
- ca) Pro stanovení alkálií v cementu se bere 100 % obsahu alkálií ve slínku a sádrovci, 50 % obsahu alkálií ve strusce a plnivech, 17 % obsahu alkálií v popílku a pucolánech (pokud nejsou známy obsahy aktivních alkálií ve složkách cementu, bere se vždy 100 % alkálií stanovených ve výrobku – expedovaném cementu),
- cb) obsah alkálií ve vodě a přísadách se započte jako 100 %,
- cc) obsah alkálií v kamenivu se v ČR u přírodního kameniva nezjišťuje ani nezapočítává.
- Tento parametr 4.c) - (skutečný obsah aktivních alkálií v betonu) - musí být vždy uveden ve zprávě o průkazných zkouškách betonu.
- d) Pokud není možno pro stavbu dopředu určit a zajistit max. obsah alkálií v cementu a tím ani v betonu dle čl. 4.a), 4.b), je nutno ve fázi průkazní zkoušky betonu prokázat, že hodnota obsahu alkálií v betonu vyhoví jednomu ze vztahů (toto kritérium se používá podle příkladů uvedených na str. 11):

$$T_m < \frac{3,5^{*})}{1 + 2 V_c} \quad [\text{kg/m}^3]$$
$$T_{\max} < 3,5^{*}) \quad [\text{kg/m}^3]$$

Kde:

T_m je obsah všech alkálií vnesených do betonu jeho složkami (viz čl. 4.c)

T_{\max} je maximální obsah všech alkálií vnesených do betonu jeho složkami (pro obsah alkálií v cementu se použije max. hodnota ze statistického souboru)

V_c je variační koeficient souboru nejméně 8 po sobě jdoucích hodnot obsahu alkálií v použitém a pro stavbu navrhovaném cementu, kde jedna hodnota reprezentuje výrobu za období 3 týdnů nebo delší, použije se soubor ze statistického přehledu dle čl. 2.2 b), reprezentujícího období před zahájením průkazných zkoušek - PZ (zahájení PZ = datum doručení zadání PZ do laboratoře). Pokud v období 3 nebo více týdnů bylo provedeno více stanovení obsahu alkálií, vybere se hodnota nejvyšší

*) je limit obsahu Na₂O eq. na 1 m³, podle 4.a) , 4.b) a tabulky č. 2 (2,5 nebo 3,5 nebo 4,5 kg/ m³)

Tato podmínka 4.d) se musí ve formě číslovaného dodatku ke zprávě o průkazných zkouškách kontrolovat podle aktuálních již předem nezprůměrovaných hodnot obsahu alkálií v používaném cementu. Dodatek s vyhodnocením vypracovává autor průkazní zkoušky min. 1 x ročně nebo dle smlouvy častěji a zasílá jej objednateli PZ a příslušné správě nebo záводу ŘSD ČR, případně

předkládá AO pro beton při dohledech. PZ i jejich dodatky musí obsahovat údaje o použitých hodnotách obsahu alkálií (datum analýzy, jaké období hodnota reprezentuje, metoda měření atd.) a jejich identifikaci u výrobce cementu.

Jako příklad lze uvést, že výše uvedený vzorec vede k následujícím hodnotám, když statistické údaje o obsahu aktivních alkálií jsou k dispozici:

| | | | | | |
|-----------|------|------|-------------|------|------|
| V_c | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,06 | 0,04 |
| T_{max} | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| T_m | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 |

Uplatnění výše uvedeného vztahu je možno ilustrovat na dvou následujících případech.

Příklad č.1 uvažuje toto složení 1 m³ betonu :

- 2000 kg těžného křemičito-vápenatého kameniva uvolňující 0,01 % aktivních alkálií (t.j. 0,2 kg alkálií/m³ betonu) ¹⁾
- 160 litrů vody obsahujících 50 mg alkálií/litr
- přísada na 1 % hmotnosti cementu uvolňující 0,1 kg alkálií/kg přísady

Část průměrného obsahu alkálií T_m vneseného s cementem dávkovaným v množství 300 kg/m³ betonu s variačním koeficientem $V_c = 0,08$, nemá přesáhnout, podle uvedeného vztahu, hodnotu 2,5 kg/m³ (t.j. cement s průměrným obsahem alkálií nižším než 0,83 % hm.).

| Obsah aktivních alkálií | Výpočet podílu alkálií | Výsledek v kg/m ³ |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Průměrný v betonu | - | 3,0 |
| V kamenivu ¹⁾ | 2000 x 0,0001 = | 0,2 |
| V přísadách | 300 x 0,01 x 0,1 = | 0,3 |
| Ve vodě | 160 x 50.10 ⁻⁶ = | 0,008 |
| V cementu | 3 - (0,2+0,3+0,008) = | 2,49 |

Je možno použít cement s ekvivalentem Na₂O eq. ve výši max. 0,83 % hm.

Příklad č.2 uvažuje toto složení 1 m³ betonu :

- 2000 kg těžného křemičitého kameniva uvolňující 0,06 % aktivních alkálií po 7 hodinách působení vápenného roztoku (t.j. 1,2 kg Na₂O eq./m³ betonu) ¹⁾

Část průměrného obsahu alkálií T_m vneseného s cementem, jehož variační koeficient $V_c = 0,08$, musí být nižší než 1,8 kg/m³; což při dávkování vyšším nebo rovném 300 kg cementu/m³ betonu si vyžaduje cement o obsahu alkálií nižším než 0,6 % hm.

Jestliže nejsou údaje o rozptylu hodnot obsahu alkálií k dispozici, pak se připouští, že složení betonu vyhovuje při použití středně rizikového kameniva, pokud průměrný obsah T_m (obsah vnesených aktivních alkálií složkami betonu) je nižší než 3 kg/m³ a pokud maximální obsah T_{max} (maximální obsah vnesených aktivních alkálií složkami betonu) zůstává nižší než 3,3 kg/m³.

| |
|---|
| $T_m < 3,0 \text{ kg/m}^3$ a $T_{max} < 3,3 \text{ kg/m}^3$ |
|---|

¹⁾ Obsah aktivních alkálií v přírodním kamenivu se v podmínkách ČR nestanoví ani nezapočítává (jak je uvedeno v 4. cc těchto TP). Tato položka byla převzata v tomto příkladu z francouzských materiálů a pro úplnost ponechána, tak jak je uvedena v originále.

5. Pokyny pro zkoušení složek betonu a odběr vzorků

5.1 Pokyny pro zkoušení kameniva

Kamenivo pro betony musí být pro stavby pozemních komunikací doloženo průkaznými zkouškami v rozsahu nejméně dle ČSN 72 1511, tj. zejména zkouškami uvedenými ve čl. 5.2 a dále dle zadání stavby (např. TKP MD, TP MD, ZTKP). Kompletní zprávy o průkazných zkouškách použitého kameniva předkládá zhotovitel objednateli/správci stavby před prováděním prací, viz požadavky TKP 18 a ZTKP jednotlivých staveb, v rámci odsouhlasování průkazných zkoušek betonu, resp. je předkládá výrobce kameniva autorizované osobě při výrobové certifikaci kameniva.

Tabulka č.4 – Interval četnosti zkoušek suroviny na reaktivnost s alkáliemi v cementu při trvalé výrobě kameniva do betonu ¹⁾

| Zkušební metoda | Interval četnosti ověřování podle rizikovosti přírodního kameniva | | |
|--|---|---------|-----------|
| | Minimální | Střední | Maximální |
| 1. Dilatometrická dle ASTM -TS 11 | 4 roky | 2 roky | 1 rok |
| 2. Dilatometrická dle ČSN 721179 | 4 roky | 2 roky | 1 rok |
| 3. Chemická metoda dle ČSN 721179 - podíl rozpuštěného SiO ₂ - (S) - úbytek zásaditosti - (R) | 4 roky | 2 roky | 1 rok |
| 4. Dilatometrická dle ČSN 721160 (uhličitanové kamenivo) | 4 roky | - | 1 rok |
| 5. Petrografický rozbor těžené horniny | 2 roky ²⁾ | 2 roky | 1 rok |

Vysvětlivky:

¹⁾ Četnost uvedených zkoušek může být smlouvou stanovena jinak.

²⁾ Petrografický rozbor horniny je prováděn v kratším intervalu než je uvedeno v tab. 4 při každé zjištěné změně geologie ložiska. Při zjištění reaktivního kameniva se provedou neprodleně zkoušky 1. – 3., u uhličitanového kameniva i zkouška 4. Prokázání minimální rizikovosti kameniva vyžaduje minimálně tři po sobě provedené zkoušky po dvou letech s výrazně pozitivním výsledkem. Pak je možno provádět zkoušky v intervalu uvedeném v prvním sloupci (minimální rizikovost).

5.2 Průkazní zkoušky kameniva

Ověřují parametry kameniva dle požadavků ČSN EN 206-1, ČSN 72 1512, ČSN 72 1511, ČSN 73 2401, ČSN 73 1209 a ČSN 73 6123 a dalších technických předpisů, které jsou závazné při zadávání staveb pozemních komunikací (např. TKP MD, TP MD, ZTKP konkrétní stavby).

Za účelem posouzení parametru reaktivnosti kameniva s alkáliemi se provádí vždy tyto průkazní zkoušky:

- a) Petrografický rozbor dle ČSN 72 1153, vč. stanovení undulosního úhlu zhášení křemene
- b) Chemický rozbor dle ČSN stanovením:
 - síry síranové vázkově dle ČSN 72 0117
 - síry celkové vázkově dle ČSN 72 0118
 - chloridů dle ČSN 73 2028
 - podíl vápníku a hořčíku v uhličitanovém kamenivu dle ČSN 72 1216
- c) Přítomnost a množství cizorodých a rozlišných částic kameniva se zaměřením na vyjmenované středně a maximálně rizikové reaktivní horniny a minerály v těchto TP, dle ČSN 721180.
- d) Stanovení reaktivnosti kameniva s alkáliemi (chemickou zkouškou) podle ČSN 72 1179, kap A
 - podíl rozpuštěného SiO_2 za podmínek zkoušky (S) , (předpokládaná reaktivní složka SiO_2)
 - úbytek zásaditosti (R).
- e) Zrychlená dilatometrická trámečková zkouška (16 denní) podle ASTM C-1260-94, upravená podle Přílohy č. 1 těchto TP.
- f) Dilatometrická trámečková zkouška podle ČSN 72 1179 s použitím portlandského cementu CEM I 42,5 s dodatkem o doplnění alkálií v záměsové vodě na 1,25 % Na_2O eq. (půlroční zkouška) -viz odstavec 5.3 b .
- g) Dilatometrická mikrotrámečková zkouška uhličitanového kameniva v autoklávu podle ČSN 72 1160 pro přírodní uhličitanové kamenivo (mikrotrámečky vyříznuté z odebraného vzorku surového kamene s dodatkem, že v případě přítomnosti organogenních rohovců musí mikrotrámeček obsahovat min. 20 % objemu této složky).

Dále se navíc doporučuje u středně a maximálně rizikových hornin před případným použitím provést dilatometrickou zkoušku masivních prvků podle RILEM TC-106-3. Pro speciální stavby (masivní prvky, vozovky) při požití droby a metadroby provést zkoušky podle Alkalirichtlinie na krychli 300 mm s dobou trvání jeden rok.

5.3 Výroba trámeček

Provádí se podle ČSN 721179 a následujícího doplňku chybějících pokynů v ČSN 721179 ve smyslu Report of RILEM TC 106 - AAR: ALKALI - AGGREGATE REACTION – metoda B-TC 106-3 - Detection of potential alkali-reactivity of aggregates-Method for aggregate combinations using concrete prisms (vyšlo v Materials and Structures, Vol.33, June 2000, pp 283-293) :

- a) Pro trámečkovou zkoušku dle 5.2 e) (podle ČSN 72 1179) je nutno použít portlandský cement CEM I 42,5 s celkovým obsahem alkálií 0,9 - 1,2 % Na_2O eq. Skutečný obsah alkálií v cementu použitém ke zkoušce musí být doložen protokolem o stanovení alkálií v cementu dle ČSN EN 196-21. Aby se zvýšil obsah alkálií v pojivu malty na hodnotu $1,25 \pm 0,05$ % Na_2O eq, nutnou pro správný průběh zkoušky, musí být Na_2O eq. doplněn ve formě NaOH do záměsové vody při výrobě malty pro trámečky.
- b) Výpočet pro stanovení množství NaOH (hydroxidu sodného) přidávaného do záměsové vody ke zvýšení obsahu alkálií v pojivu z 1% na 1,25% Na_2O eq. se provádí podle následujícího příkladu (údaje na 1m^3 malty):

| | |
|---|------------------------------------|
| Obsah cementu na 1m^3 malty trámečeků | = 440 kg/m^3 |
| Obsah alkálií v maltě = 440 x 0,01 | = 4,4 kg/m^3 |
| TP 137 stanovený obsah alkálií v cementu = 440 x 0,0125 | = 5,5 kg |
| Musí být doplněno na 1m^3 = 5,5 – 4,4 | = 1,1 $\text{kg Na}_2\text{O}$ eq. |
| Přepočítávací faktor z oxidu sodného na hydroxid sodný | = 1,291 |
| Požadované množství hydroxidu sodného pro doplnění | = 1,420 kg/m^3 |

(údaje na záměs 2100 g malty pro 3 trámečky):

| | | |
|---|---|----------------------------|
| Obsah alkálií ve zkušebním cementu stanovený dle ČSN EN 196-21 | = | 1,0% |
| Obsah cementu na 2100g malty pro trámečky | = | 600,0g |
| Obsah alkálií v dávce cementu pro 3 trámečky = 600 x 0,01 | = | 6,0g |
| Požadovaný obsah alkálií ve zkušebním cementu = 600 x 0,0125 | = | 7,5g |
| Musí být doplněno 7,5g – 6g | = | 1,5g Na ₂ O eq. |
| Přepočítávací faktor z oxidu sodného na hydroxid sodný | = | 1,291 |
| Požadovaný doplněk hydroxidu sodného pro doplnění alkálií v 600 g zkušebního cementu do malty pro 3 trámečky přidaného do záměsové vody = 1,5 x 1,291 | = | <u>1,93 g</u> |

Požadované množství hydroxidu sodného pro doplnění alkálií v 600 g cementu (s obsahem v cementu 1 % Na₂O eq.) do malty na zhotovení tří trámečků přidaného do záměsové vody normové malty dle ČSN 72 1179, část b) = 1,93 g.

5.4 Pokyny pro odběr vzorků

Odběr vzorků kameniva pro zkoušky reaktivnosti s alkáliemi dle 5.2 a pro petrografický rozbor a pro chemický rozbor kameniva se provádí zásadně jako odběr horniny (suroviny) ze stěny v lomu (nebo primární skládky před dalším zpracováním přímo za těžebním zařízením z vody v případě těženého kameniva), a nepoužije se ustanovení ČSN EN 932-1 Zkoušení všeobecných vlastností kameniva – Část 1: Metody odběru vzorků, podle kterého se odběr provádí pouze na hotovém výrobku (frakci kameniva).

Odběr vzorků se provádí za dodržení následujících podmínek:

- Pro petrografický rozbor a zkoušky reaktivnosti kameniva lze použít souběžně i hotový výrobek (frakci kameniva) odebraný např. ze skládky nebo zásobníku, ale pouze tehdy, pokud o tom rozhodne AO společně s geologem za účelem zpřesnění nebo rozšíření zkoušek, odběr vzorku z frakce kameniva však nenahrazuje odběr horniny ze stěny,
- v procesu certifikace výrobku „Přírodní a umělé kamenivo do betonu...“ organizuje a provádí odběr vzorků pracovník AO za přítomnosti a dle pokynů odborného geologického dohledu (viz bod h) dále) . Odběr vzorků pro zkoušky reaktivnosti kameniva v jiných případech zajišťuje zhotovitel stavby a/nebo výrobce kameniva, odběr a činnost dle c) zajišťuje zhotovitel stavby a/nebo výrobce kameniva , mimo případů odběru vzorků pro certifikaci výrobku u AO,
- odběru se zúčastní pracovník nezávislé organizace ve funkci odborného geologického dohledu dle h), který odebere dokumentační vzorky horniny pro zkoušky reaktivnosti kameniva s alkáliemi podle 5.2 a na nich provádí petrografický rozbor dle čl. 4 a 6 ČSN 72 1153 (makroskopický popis a písemná zpráva) a je-li to nezbytné i mikroskopický popis dle čl. 5 ČSN 72 1153,
- o odběru vzorků dle b) a c) musí být zhotoven jeden protokol, obsahující nejméně tyto údaje:
 - účel odběru (např. průkazní zkoušky kameniva, certifikace výrobku),
 - druh , třída a frakce kameniva , případně i účel použití kameniva, pro které je hornina určena,
 - prohlášení výrobce kameniva, že odebraný vzorek reprezentuje dále uvedenou horninu,
 - původ a název horniny dle c) možno doplnit až po dokončení petrografického rozboru, není-li název jednoznačný již při odběru,
 - množství vzorku v kg (doporučené množství minimálně 15 kg) a počet kusů, počet dílčích vzorků pro zkoušky reaktivnosti a pro dokumentaci - petrografický rozbor dle c),
 - mocnost vzorkované vrstvy, polohy nebo jiného geologického tělesa, mocnost ložiska , výška stěny (hloubka v místě těžby z vody),

- dg) náčrt geologické situace místa odběru vzorku a dílčích vzorků, vymezení úseku stěny, která je tímto odběrem reprezentována, za vhodné se považuje zhotovení fotodokumentace a stanovení souřadnic navigačními pomůckami,
 - dh) způsob odběru,
 - di) údaje o vzorku (identifikační značka vzorku, způsob jeho úpravy při odběru, druh obalu),
 - dj) datum odběru vzorku a místo vypracování protokolu,
 - dk) mimořádné podmínky vzorkování atd.,
 - dl) souhlas účastníků odběru se způsobem odběru,
 - dm) číslo a datum osvědčení odborné způsobilosti pracovníka odborného geologického dohledu,
 - dn) jména , adresy a podpisy všech účastníků odběru,
- e) pokud některý účastník odběru (objednatel/správce stavby, geolog, zhotovitel stavby, výrobce) v případě zájmu oddělí po dohodě od odebraných vzorků další archívni vzorek pro vlastní potřebu, provede se o tom zápis do protokolu,
- f) každý účastník odběru (objednatel - správce stavby, odborný geologický dohled, zhotovitel stavby, výrobce kameniva) obdrží v dohodnutých termínech protokol o odběru vzorku, zprávu o petrografickém rozboru a výsledky provedených zkoušek reaktivnosti kameniva s alkáliemi , nejdéle do 1 měsíce po jejich dokončení, distribuci protokolů a zpráv zajišťuje výrobce kameniva, protokol o odběru vzorku je nedílnou součástí průkazních zkoušek kameniva,
- g) odborný geologický dohled může provádět jen pracovník s kvalifikací dle čl. h), kterého v případě certifikace určí AO, v ostatních případech navrhuje výrobce kameniva a odsouhlasuje objednatel/správce stavby a/nebo ŘSD ČR, tento pracovník ve funkci odborného geologického dohledu při odběru zaručuje, že vzorkováním bude surovina ve vymezeném úseku stěny (lomu) reprezentativně charakterizována, zejména pokud se jedná o její možnou reaktivnost, tento pracovník již při odběru nebo po provedení petrografického rozboru, a dále dle geologické situace lokality, může doporučit eventuální zkrácení doby platnosti průkazní zkoušky nebo certifikátu, pokud jde o parametr reaktivnosti kameniva s alkáliemi,
- h) pracovník odborného geologického dohledu musí být držitelem platného osvědčení odborné způsobilosti projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce v oboru ložisková geologie (do roku 1998 v oboru nerudy a/nebo rudy) se zkušeností s kamenivem, nebo v oboru geologický výzkum a musí být seznámen s těmito TP. Osvědčení odborné způsobilosti je vydáno na základě § 3 zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích a Českém geologickém úřadu, ve znění zákona č. 543/1991 Sb., zák. opatření ČNR č 369/1992 Sb., zákona č. 366/2000 Sb., zákona č. 320/2002 Sb. a ve smyslu vyhlášky č. 206/2001 Sb.,
- i) výrobce kameniva prohlášením v protokolu o odběru zaručí a potvrdí, že takto provedený odběr vzorku reprezentuje horninu, která bude použita pro výrobek, jenž je předmětem certifikace,
- j) výrobce kameniva zaručí , že při jakékoliv změně (např. druhu nebo vlastností horniny, technologie apod.) při výrobě kameniva do betonu, které by mohly mít vliv na reaktivnost s alkáliemi , bude informovat AO, která prováděla certifikaci výrobku a v ostatních případech objednatele/správce stavby (nebo ŘSD ČR),
- k) odběr vzorků pro zkoušky reaktivnosti kameniva se provádí za účasti objednatele stavby (nebo ŘSD ČR) , kterého zhotovitel , AO a/nebo výrobce kameniva vyzve vždy písemně nejméně 7 dní před odběrem, nehodlá - li se objednatel odběru zúčastnit, oznámí to písemně zhotoviteli , AO a/nebo výrobcu kameniva.

6. Seznam norem a předpisů

| | |
|----------------|--|
| ČSN 25 9601 | Kontrolní síta |
| ČSN 72 0117 | Základní postup rozboru silikátů. Stanovení síranové síry vázkovou metodou |
| ČSN 72 0118 | Základní postup rozboru silikátů. Stanovení celkové síry vázkovou metodou |
| ČSN 72 1153 | Petrografický rozbor přírodního stavebního kamene |
| ČSN 72 1160 | Stanovenie alkalické rozpínivosti přírodního stavebního uhličitanového kameňa |
| ČSN 72 1179 | Stanovení reaktivnosti kameniva s alkáliemi |
| ČSN 72 1180 | Stanovení rozlišných částic kameniva |
| ČSN EN 932-1 | Zkoušení všeobecných vlastností kameniva. Metody odběru vzorku. |
| ČSN 72 1216 | Vápenec, dolomit. Chemický rozbor |
| ČSN 72 1511 | Kamenivo pro stavební účely. Základní ustanovení |
| ČSN 72 1512 | Hutné kamenivo pro stavební účely. Technické požadavky |
| ČSN 73 1209 | Vodostavebný beton |
| ČSN EN 1008 | Záměsová voda do betonu - Specifikace pro odběr vzorků, zkoušení a posouzení vhodnosti vody, včetně vody získané při recyklaci v betonárně, jako záměsové vody do betonu |
| ČSN 73 2400 | Provádění a kontrola betonových konstrukcí |
| ČSN 73 2401 | Provádění a kontrola konstrukcí z předpjatého betonu |
| ČSN 73 6123 | Stavba vozovek. Cementobetonové kryty |
| ČSN 73 6206 | Navrhování betonových a železobetonových mostních konstrukcí |
| ČSN 75 7211 | Pitná voda |
| ČSN EN 196-3 | Metody zkoušení cementu. Stanovení dob tuhnutí a objemové stálosti |
| ČSN EN 196-21 | Metody zkoušení cementu. Stanovení chloridů, oxidu uhličitého a alkálií v cementu |
| ČSN EN 197-1 | Cement. Složení, jakostní požadavky a kritéria pro stanovení shody. Část 1: Cementy pro obecné použití |
| ČSN EN 206-1 | Beton. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení |
| ČSN EN 932-3 | Zkoušení všeobecných vlastností kameniva – Část 3: Postup a názvosloví pro jednoduchý petrografický popis |
| ASTM C 295-98 | Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete |
| ASTM C 490-00a | Standard Practice for Use of Apparatus for the Determination of Length Change of Hardened Cement Paste, Mortar, and Concrete |
| ASTM C 511-98 | Standard Specification for Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes |
| ASTM C 856-95 | Standard Practice for Petrographic Examination of Hardened Concrete |
| ASTM C1260-94 | Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method) |
| TKP 18 | Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, Kapitola 18 - Beton pro konstrukce |

Report CEN/TC 104 - CR 1901:1995 Regional Specifications and Recommendations for the avoidance of damaging alkali silica reactions in concrete

DAfStb – Richtlinie. Vorbeugende Massnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali – Richtlinie). Ausgabe Dezember 1997

Report of RILEM TC 106 - AAR: ALKALI - AGGREGATE REACTION – metoda B-TC 106-3 - Detection of potential alkali-reactivity of aggregates-Method for aggregate

combinations using concrete prisms (vyšlo v Materials and Structures, Vol.33, June 2000, pp 283-293)

LCPC Recommandations pour la prevention des desordres dus a l'alcali – reaction. Version 1994. Juin 1994

7. Závěrečná ustanovení

Vzhledem k povaze těchto TP (předběžné) mohou jejich uživatelé zaslat připomínky, návrhy doplňků a změn a sdělit získané zkušenosti a poznatky z provádění a vyhodnocování zkoušek , používání těchto TP a event. i zkušenosti s alkalickou reakcí kameniva v betonu na stavbách PK na adresu:

ŘSD ČR, závod Praha
Ing. Jan Hromádko
Na Pankráci 56
145 05 Praha 4
tel. 284009350
tel.+fax 284009199
nebo E-poštou:
jan.hromadko@rsd.cz

PŘÍLOHY

Příloha č. 1 TP 137 – změna č. 1

Technická specifikace TS 11 AZL č. 1046 ZKK, s.r.o Hořice

Stanovení reaktivnosti kameniva s alkáliemi v cementu

Zkušební dilatometrická metoda cementové malty pro stanovení rizikové reaktivnosti kameniva s alkáliemi

(16. denní metoda maltových trámečků)

Zpracováno podle normy ASTM C 1260 – 94 analogicky převodem na metrickou soustavu a Alkali – Richtlinie (Deutscher Ausschuss für Stahlbeton-Richtlinie Vorbeugende Massnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton), Dezember 1997

1. Příprava vzorků k provedení zkoušek reaktivnosti kameniva s alkáliemi

K přípravě se použije celý odebraný vzorek, min. hmotnost odebraného vzorku na lokalitě 15 kg.

1.1 Postup přípravy:

Omytí surového vzorku vodou a vysušení při teplotě 105 ± 5 °C.

U kusového vzorku provedeme jeho zdrobnění. Při odběru šterkopísku zdrobňujeme jen odtříděná zrna větší než 4 mm, frakci 0-4 nedrtíme, ale do vzorku vrátíme zpět po drcení!

Zdrobňování vzorku provádíme drtičem na velikost produktu 0 až 5 mm.

Doporučeno minimálně dvoustupňové zdrobňování při výstupních šterbinách cca 20 a 4 mm se zaplněným drticím prostorem stroje. V případě výskytu zrn větších než 5 mm v produktu se uvedená zrna opakovaně rozdrťí do velikosti pod 5 mm.

Roztřídění získaného produktu (případně nedrceného DTK) na požadované úzké frakce (dílčí vzorky) je provedeno na normalizovaných sítích se čtvercovými otvory o velikosti 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 5 mm dle ČSN EN 933-1.

Drcením a následným tříděním celého odebraného vzorku je zajištěna jeho kvalitní homogenizace.

Po třídění je provedeno omytí dílčích vzorků (úzkých frakcí) vodou a jejich vysušení při teplotě 105 ± 5 °C.

Frakce 0,125-0,25; 0,25-0,5; 0,5-1; 1-2; 2-4; 4-5 se uloží do uzavíratelných nádob nebo PVC sáčků a slouží jako zdroj materiálu k provedení dílčích navážek maltové směsi trámečků.

Frakce 0 – 0,125 může sloužit pro chemické rozborů.

2. Zkušební postup pro stanovení reaktivnosti kameniva s alkáliemi

2.1 Rozsah možného využití metody

Tato metoda umožňuje zjistit během 16 dnů eventuální škodlivou alkalicko-křemičitou reakci kameniva s alkáliemi ve zkušebních maltových trámečcích.

Za směrodatné by měly být považovány hodnoty uvedené v jednotkách SI.

Tato metoda neřeší všechny pracovní-bezpečnostní aspekty spojené s jejím užíváním. Za stanovení vhodných bezpečnostních a regulačních opatření před použitím této normy zodpovídá její uživatel. Zvláštní bezpečnostní opatření jsou uvedena v 3.5.4 .

2.2 Význam a použití zkušební metody

Tato zkušební metoda řeší způsob zjištění kameniva schopného alkalické reakce, které je určeno pro použití do betonu a které by mohlo způsobit škodlivé vnitřní alkalické rozpínání. Je založena na zrychlené zkoušce NBRI, resp. RILEM TC-106-2. Je vhodná zejména pro zkoušky kameniva, které reaguje pozvolna nebo vytváří při reakci opožděné rozpínání. Je

nutno upozornit na to, že metoda nehodnotí kombinace kameniva s cementem a rovněž tak i zkušební podmínky neodpovídají podmínkám ve kterých je beton použit.

Vzhledem k tomu, že vzorek je vystaven působení roztoku NaOH, je obsah alkálií v cementu pro rozpínání zcela nevýznamný.

2.3 Zkušební zařízení

Čtvercová drátěná síta musí splňovat ČSN 25 9601.

Míchadlo, lopatka, a míchací mísa - musí splňovat požadavky na kvalitní promísení směsi, kromě toho, že mezera mezi dolním koncem lopatky a dnem míchací mísy musí být $5,1 \pm 0,3$ mm.

Pěch a ploché hladítko - musí splňovat podmínku řádného zhotovení hutného a geometricky správného trámečku.

Nádoby - musí být uzpůsobeny tak, aby trámečky mohly být úplně ponořeny, buď ve vodě nebo v roztoku 1N NaOH. Kontejnery musí být vyrobeny z takového materiálu, který dlouhodobě vydrží teplotu 80°C a musí být netečný k 1N roztoku NaOH (jako vhodné se ukázaly některé obaly schválené pro použití v mikrovlnné troubě a zhotovené z polypropylénu nebo polyethylenu vysoké hustoty). Roztok NaOH koroduje skleněné nebo kovové nádoby.

Nádoby musí být zkonstruovány tak, aby se při uložení trámečků zabránilo poklesu nebo přírůstku vlhkosti těsnícím krytem, těsněním, nebo obojím. Trámečky v roztoku musí být umístěny a podloženy tak, že roztok má přístup k celému trámečku, proto tedy musí být zajištěno, aby se trámečky nedotýkaly stěny nádoby nebo jeden druhého. Trámeček, jestliže je postaven v roztoku svisle, nesmí stát na měřicím kontaktu.

Sušárna nebo vodní lázeň - se samočinným udržováním teploty $80 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

2.4 Činidla

Hydroxid sodný (NaOH) - chemicky nebo technicky čistý, může být použit za předpokladu, že koncentrace Na^+ a OH^- iontů zjištěných chemickým rozbořem leží mezi 0,99N a 1,01N. Čistota vody - voda pro uložení zkušebních těles musí odpovídat ČSN 75 7211-pitná voda, pro přípravu roztoku nutno použít vodu destilovanou.

Roztok hydroxidu sodného - každý litr roztoku musí obsahovat 40,0 g NaOH rozpuštěného v 900 ml vody, a musí být doplněn na objem 1 l destilovanou nebo deionizovanou vodou. Poměr objemu roztoku hydroxidu sodného ke zkušebním trámečkům ve skladovacích kontejnerech musí být $4 \pm 0,5$ objemu roztoku k 1 objemu zkušebního trámečku. Objem zkušebního trámečku se bere jako 184 ml.

Bezpečnostní opatření - před použitím NaOH zkontroluj:

- (1) Bezpečnostní předpisy pro používání NaOH.
- (2) Návod pro první pomoc při popáleninách (poleptání).
- (3) Mimořádná opatření při rozliti, tak jak jsou popsány v materiálech o bezpečném zacházení s materiály od výrobce a nebo v jiné spolehlivé literatuře o bezpečnosti. NaOH může způsobit úporné poleptání a zranění na nechráněné pokožce a očích. Je nutno vždy použít vhodných osobních ochranných prostředků. Ty musí zahrnovat celoobličejové ochranné štíty, gumové zástěry a rukavice odolné proti NaOH. Rukavice musí být pravidelně kontrolovány, aby neměly otvory ani špendlíkové velikosti.

2.5 Klimatizování

Pro přípravu vzorků a suchých materiálů je nutno udržovat teplotu laboratoře v rozmezí od 20°C do $27,5^{\circ}\text{C}$. Teplota záměsové vody a vlhké komory se nesmí lišit od 23°C o více než $1,7^{\circ}\text{C}$.

Relativní vlhkost vzduchu v laboratoři je nutno udržovat vyšší než 50 %.

Sušárnu nebo vodní lázeň, ve které jsou uložena v kontejnerech zkušební tělesa, je třeba

udržovat na teplotě $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

2.6 Výběr a příprava kameniva

Je popsán v kapitole 1.

2.7 Výběr a příprava cementu

Údaje o cementu – použije se portlandský cement, který splňuje požadavky ČSN EN 197-1 na CEM I 42,5 hodnota objemové stálosti (ČSN EN 196-3) musí být menší než 10 mm. Obsah alkálií v cementu má zanedbatelný nebo malý vliv na výsledek této zkoušky.

Příprava cementu – proseje se cement pro použití v této zkoušce přes síto 1 mm aby se odstranily eventuelní hrudky.

2.8 Příprava zkušebních těles

Počet těles - zhotoví se nejméně 3 zkušební tělesa (maltové trámečky) pro každou typickou hominu, která bude použita pro výrobu frakcí kameniva ve výrobě. Základní rozměr originálního trámečku je 25x25x285 mm.

Tabulka č. 1 Požadavky na zrnitost (převod z ASTM na ČSN)

| Síta dle ASTM | Síta dle ČSN | Hmotnost |
|---------------|--------------|----------|
| Frakce v mm | Frakce v mm | % hm. |
| - | 4 - 5 | 3 |
| 2,36 - 4,752 | 2 - 4 | 12 |
| 1,18 - 2,36 | 1 - 2 | 25 |
| 0,6 - 1,18 | 0,5 - 1 | 27 |
| 0,3 - 0,6 | 0,25 - 0,5 | 23 |
| 0,15 - 0,3 | 0,125 - 0,25 | 10 |

2.9 Příprava formy

Zkušební forma se upraví pro výrobu zkušebního tělesa tak, aby vnitřní povrch kovové formy byl pokryt separační vrstvou. Jako separační prostředek je použitelná taková hmota, která neovlivňuje tuhnutí cementu a která nezanechává jakékoliv zbytky, které by zabraňovaly průniku vody a roztoku hydroxidu do zkušebního tělesa během zkoušky. Požadavky na separační prostředek formy splňuje např. TFE - fluorocarbonová (registrovaná obchodní značka je Teflon) páska.

2.10 Složení malty

Skladba vysušeného materiálu pro přípravu zkušební malty jsou 1 hmotnostní díl cementu ku 2,25 hmotnostním dílům drceného kameniva. Množství vysušeného materiálu, které má být zamícháno v jedné záměsi malty pro výrobu 3 (4) zkušebních těles, musí být 440 (489) g cementu a 990 (1100) g kameniva vyrobeného rekombinací podle frakcí na rozdílných sítích viz 2,8, se zrnitostí předepsanou v tabulce č. 1. Pro záměs je použita voda v takovém množství, aby byl dodržen vodní součinitel 0,47.

2.11 Míchání malty

Malta se míchá v souladu s požadavkem ČSN EN 196-1 čl.4 a 6 a ČSN 72 2117 čl.15-25.

2.12 Zhotovení zkušebního tělesa

Zkušební těleso je nutno vyrobít (maltový trámeček) v čase kratším než 2 min 15 sec po

dokončení namíchání záměsi malty. Forma se naplní ve dvou přibližně stejných vrstvách a každá vrstva se zhutní pěchováním. Malta se musí zhutnit zvláště pečlivě v rozích formy, okolo měřících kontaktů a u povrchů formy tak, až bude dosaženo homogenity malty zkušebního tělesa. Poté, co je horní vrstva zhutněna, se seřízne přebytek malty z formy a uhladí povrch několika tahy hladítka.

3. Zkušební postup

3.1 Počáteční uložení a měření

Každá naplněná forma se umístí do vlhkého prostoru bezprostředně poté, co jsou formy naplněny a malta zhutněna. Zkušební tělesa musí zůstat ve formě po dobu 24 hod ± 2 hod. Po uplynutí této doby se tělesa vyjmou z formy a spolu s opatřením, které zabraňuje ztrátě vlhkosti, jsou identifikována a je provedeno počáteční délkové měření. Je nutno zaznamenat všechna počáteční a další měření do hodnoty 40.002 mm. Pak se úplně ponoří každé těleso vyrobené ze vzorku kameniva do skladovacího kontejneru zaplněného pitnou vodou. Uzavře se kontejner a uloží do sušárny nebo vodní lázně vyhřáté na teplotu 80 ± 2 °C na dobu 24 hod.

3.2 Nulové čtení

Vyjme se vždy jeden kontejner ze sušárny nebo vodní lázně. Pak se vyjme vždy jeden trámeček z vody, osuší jeho povrch utěrkou a věnuje se zvýšená pozornost dvěma měřícím kovovým kontaktům. Po vložení do měřícího zařízení se odečte co nejrychleji nulová hodnota na měřidlo délky každého trámečku.

Před měřením každého zkušebního tělesa musí být pro vynulování měřidla délky použit referenční délkový etalon, protože teplo z maltových trámečků může způsobit délkové změny a změny čtení na měřidle. Referenční délkový etalon však nemusí být metrologicky navázán, neboť není důležité znát jeho přesnou absolutní délku, neboť se používá pouze pro vynulování měřidla délky na vždy stejnou (avšak libovolnou) hodnotu. Délka referenčního etalonu se však během celé zkoušky nesmí měnit, proto je důležité jeho bezpečné uložení v průběhu zkoušky takové, aby nemohlo dojít k jeho poškození, resp. ke změně jeho délky. Výraznější délková teplotní závislost etalonu je eliminována volbou vhodného kovu použitého na jeho výrobu.

Proces osušení je nutno dokončit co nejdříve a měření provést 10 sec od doby vyjmutí zkušebního tělesa z vody (dále z roztoku NaOH). Po odečtení hodnoty délkové změny se ponechá zkušební těleso na utěrce až do měření, které se provede na zbylých trámečcích. zkušební tělesa vyrobená ze stejného vzorku kameniva se uloží do kontejneru s dostatečným množstvím 1N roztoku NaOH teplého 80 ± 1 °C tak, aby vzorky byly úplně ponořeny. Kontejner se uzavře a vrátí do sušárny nebo vodní lázně.

3.3 Následné uložení a měření

Následující srovnávací měření zkušebních těles se provádí periodicky nejméně každé 2 dny po dobu 14 dní po nulovém čtení přibližně ve stejný čas každý den. Jestliže měření překračuje 14. denní období, provede se měření alespoň jednou za týden. Postup je stejný jako postup popsáný v 3.2.

4. Výpočet

Rozdíly mezi nulovým srovnávacím čtením přírůstkem délky zkušebního tělesa (oproti délkovému etalonu) a mezi hodnotami zjištěnými při každém dalším měření se zaokrouhlením naměřených hodnot na nejbližších 0.001 % skutečné účinné délky

zkušební tělesa (250 mm) se vypočtou a tato změna délky měřeného zkušební tělesa se zaznamená. Zjištěný rozdíl mezi nulovým a každým dalším čtením změny délky se vydělí **délkou 250 mm** a vynásobí 100 a zaokrouhlí na 0,001 % délky. Je nutno dále zaznamenat průměrnou změnu expanze 3 zkušebních těles vyrobených ze stejného vzorku kameniva a zaokrouhlit na nejbližší 0,01 % jako expanzi pro daný vzorek kameniva reprezentující druh horniny a danou časovou etapu.

5. Zpráva

Zpráva musí obsahovat následující informace:

- Typ a lokalitu kameniva, petrografický typ horniny jej reprezentující (případně více různých hornin, ze kterých byla vyrobena zkušební tělesa), odkaz na příslušný protokol o odběru vzorku horniny,
- druh a zdroj portlandského cementu,
- objemovou změnu cementu při zkoušce podle ČSN EN 196-21 a obsah alkálií v cementu jako procenta oxidu draselného (K_2O), oxidu sodného (Na_2O) a vypočítaný ekvivalent oxidu sodného (Na_2O) v použitém cementu. Tyto hodnoty je nutno zajistit od výrobce cementu použitého pro zkoušku,
- průměrnou změnu délky v % při každém měření zkušebních těles, formou tabulky,
- důležité informace týkající se přípravy vzorku kameniva včetně zrnitosti kameniva,
- významná zjištění odhalená při zkoušení zkušební tělesa v průběhu nebo po zkoušce,
- objem záměsové vody malty vyjádřený jako hmotnostní procenta cementu (vodní součinitel),
- graf s údaji o změně délky od nulového čtení po konec 16. denního cyklu.

6. Přesnost zkušební metody a systematická chyba

Mezilaboratorní přesnost byla stanovena z mezilaboratorního studia zahrnující 6 laboratoří, kdy každá zkouší 3 kameniva se třemi druhy cementů. Pro hodnotu expanze větší než 0,015 % délky byla stanovena mezilaboratorní přesnost 9,55 % délky, proto výsledky dvou řádně provedených zkoušek ve dvou různých laboratořích se nesmí lišit více než o 27,0 % průměrné hodnoty expanze.

Doposud není akceptován referenční materiál pro eliminaci systematické chyby a nebyla k tomu zpracována zpráva.

Příloha č. 2 TP 137 – změna č. 1

Příloha A - TS 11

1. Rozsah

- 1.1 Tato metoda obsahuje požadavky na zařízení a vybavení používané pro přípravu vzorků pro stanovení délkových změn ztvrdlé cementové malty, zařízení a vybavení používané pro stanovení těchto změn a jejich použití. Vychází z ASTM C – 490.
- 1.2 Způsoby přípravy a ošetřování zkušebních vzorků, podmínky pro zkoušení a ošetřování a podrobný způsob výpočtu a vypracování zprávy o výsledku zkoušky jsou obsaženy v popisech speciálních zkušebních metod.

2. Názvosloví

Délková změna - zvětšení nebo zmenšení lineárního rozměru zkušební vzorku, měřené rovnoběžně s podélnou osou.

3. Význam a použití

Tato metoda je určena pro zajištění normových požadavků na zařízení, které je společné mnoha zkouškám používaným pro zkoušení cementu a betonu a normuje způsoby jejich použití. Metoda předepisuje podrobně požadavky týkající se materiálů, směsí, vzorků, klimatizování vzorků, počtu vzorků a stáří, ve kterém má být měření provedeno, vč. interpretace výsledků. Přesnost a systematická chyba byly ponechány k projednání u jednotlivých normových zkušebních metod.

4. Zařízení

- 4.1 **Závaží** a vážící zařízení musí splňovat požadavek normy ČSN EN 45501, ČSN 17 7020, ČSN 17 7030, ČSN 17 7040, ČSN 17 7055, ČSN 17 7070, ČSN 17 7805 a požadavky ČMI. Váhy musí být kalibrovány laboratoří akreditovanou u ČMI.
- 4.2 **Odměrky** vhodného objemu (dostatečně veliké pro měření záměsové vody pro namíchání cementové kaše a malty v jedné operaci) musí být schopny zajistit přesně požadovaný objem při 20 st. C
Dovolená odchylka dělení pro objem 100 - 150ml smí být 1ml, pro objem 200-300ml smí být 2ml a pro větší dělení objemu smí být 0,5% počítaného objemu.
Uvedené dělení musí být dále rozděleno po 5ml s následující výjimkou :
 - rysky vyznačující objem mohou být vynechány pro objem do 15ml u celkového objemu do 150ml,
 - rysky vyznačující objem do 25ml u celkového objemu 250ml,
 - rysky vyznačující objem menší než 50ml pro celkový objem 500ml.Hlavní dělicí rysky musí být delší než tři čtvrtiny obvodu odměrky a musí být očíslovány.
- 4.3 **Forma** – musí být jedno nebo vícedílná (pro jeden až čtyři trámečky) a musí být zkonstruována např. tak, jak je uvedeno na obr. 2 výše uvedené normy. Při jiné obdobné konstrukci musí být splněny podmínky vnitřních rozměrů. Formy pro zkušební tělesa použité pro zjišťování

délkových změn malty musí zajistit rozměry trámečků 25x25x285mm s **nominální měrnou délkou 250 mm**.

Za minimální měrnou délku musí být považovaná délka mezi vnitřními konci měřících trnů. Díly formy musí být těsné a po sestavení pevně držet pohromadě a jejich povrch musí být hladký, bez pórů. Forma musí být zhotovena z oceli nebo podobného materiálu, který nekoroduje vlivem cementové malty. Boky formy musí být dostatečně tuhé, aby se zabránilo roztahování a deformacím. Tolerance rozměru A pro formu podle obr. 2 výše uvedené normy je 0,7 mm.

Každá koncová destička formy musí být vybavena tak, aby udržela ve správné poloze během tvrdnutí měřící trn, jak je uvedeno na obr. 2 výše uvedené normy. Měřící trny musí být zhotoveny z antikorové oceli nebo jiných antikorových kovů podobné tvrdosti typu 316 (AISI). Měřící trny z materiálu INVAR nebo podobných kovů musí být použity při zkoušení vzorků, které jsou zkoušeny v širokém rozsahu teplot. Aby se zbránilo změně polohy měřících trnů před odformováním zkušební vzorku, zařízení které drží měřící body v poloze musí být upraveno tak, pokud je to nutné, aby bylo možno jej částečně nebo úplně uvolnit po ztuhnutí cementové pasty nebo malty ve formě. Měřící trny musí být umístěny tak, aby jejich hlavní (podélná) osa byla rovnoběžná s hlavní (podélnou) osou zkušební tělesa.

Pro formu, která je uvedena na obr. 2 výše uvedené normy, musí měřící trny prodloužit vzorek o $17,5 \pm 0,5$ mm a vzdálenost mezi vnitřními konci měřících trnů musí být $250 \pm 2,5$ mm a 250 mm musí být považována za měrnou délku pro výpočet délkových změn – nominální délka G.

4.4 Měřidlo délky - pro stanovení délkových změn vzorku musí být navrženo přizpůsobení velikosti použitého měřidla a zajištěna nebo umožněna absolutní možnost kontaktu s měřícím trnem a vhodné a rychlé odečtení hodnot při srovnávacím čtení. (pozn. 1).

Měřící zařízení pro stanovení délkových změn zkušebních těles zhotovených ve formách podle obr.2 musí zajistit kruhový mikrometr nebo jiné měřící zařízení s dělením čtení 0,001 nebo 0,002 mm s přesností 0,002 mm v oblasti 0,020 mm a s přesností 0,004 mm v oblasti 0,200 mm a dostatečný rozsah (nejméně 8 mm), který dovolí variace v měření skutečných délek různých vzorků. Koncovka mikrometru musí být hladká, leštěná a tepelně zpracovaná. Musí být vybavena kalíškem, drženým v požadované poloze sadou šroubků. Kalíšek musí přesahovat koncovku o $1,5 \pm 0,1$ mm za čelo koncovky a musí mít vnitřní průměr o 0,5 mm větší než je střední průměr měřících trnů.

Konstrukce musí umožnit kontrolu měřícího zařízení referenčním srovnávacím etalonem (kalibrem) v pravidelných intervalech. Referenční srovnávací etalon (kalibr) musí mít vnější délku $300 \pm 1,5$ mm. Referenční srovnávací etalon (kalibr) musí být z ocelové slitiny která má koeficient tepelné roztažnosti ne větší než dvě miliontiny na 1 stupeň Celsia. Každý konec musí být upraven do stejného tvaru jako konec měřícího trnu a musí být tepelně zpracován, zakalen a vyleštěn. Střední část v délce 100 mm referenčního srovnávacího etalonu (kalibru) musí být zakryta gumovou trubkou se stěnou nejméně 3 mm silnou, aby se minimalizoval vliv teplotních změn v průběhu měření. Referenční srovnávací etalon (kalibr) musí být na jednom z konců označen poziční značkou (vrch).

5. Provedení a postup

5.1 Příprava formy – před hutněním malty ze vzorku kameniva je nutno utěsnit vnější spoje formy, hrany a dotykové plochy mikrokrystalickým voskem. Vnitřní plochu formy je nutno opatřit slabým filmem ze separačního materiálu, který po odformování neulpí na maltovém tělese. Po této operaci se vloží měřící trny tak, aby nebyly znečištěny.

5.2 Použití referenčního srovnávacího etalonu (kalibru) - referenční srovnávací etalon (kalibr) se umístí do měřícího zařízení vždy ve stejné poloze jako při srovnávacím měření. Zkontroluje

se nastavení kruhové stupnice měřicího zařízení na nulové čtení za použití referenčního srovnávacího etalonu (kalibru) po každém odečtu na zkušebním maltovém tělese.

5.3 Odečítání hodnoty měření –v měřicím zařízení se pomalu otáčí zkušebním tělesem, přičemž se odečítá měřená hodnota. Zaznamená se minimální hodnota měření v případě, že otáčení trámce v měřidle způsobuje změnu čtení hodnoty. Vzorek se umístí vždy do měřicího zařízení stejným koncem při každém měření.

5.4 Odečítání měření vlhkého zkušebního tělesa (uloženého ve vodě nebo zkušebním roztoku). Vyčistí se otvor v základně měřicího zařízení, do kterého se zasunuje spodní měřicí trn měřeného trámečku (tento otvor je obvykle znečištěn vodou a pískem a musí být vyčištěn po každém měření). Odečte se a zaznamenaná hodnota indikátoru délky referenčního srovnávacího etalonu (kalibru) . Vyjme se jeden z ponořených zkušebních trámečků, osuší povrch měř. trnu , vloží do měřicího zařízení, odečte se a zaznamenaná naměřená hodnota. Změřený trámeček se opět vloží do roztoku, vyčistí se otvor v základně měřicího zařízení. Zkontroluje se nulové čtení měřidla při vloženém referenčním srovnávacím etalonu (kalibru). Vyjme se druhý trámeček a provede se měření stejným způsobem. Vráť se druhý trámeček do roztoku, zaznamenaná měření a opět se vyčistí spodní otvor. Dále se pokračuje stejným způsobem u všech ostatních trámečků až do dokončení měření. Po odečtení hodnoty posledního trámečku se vyčistí spodní otvor. Odečtou se a zaznamenají hodnoty referenčního srovnávacího etalonu (kalibru) . Měřicí trn se osuší pouze na vrcholu (Pozn.1).

Poznámka 1: Důvodem k minimálnímu osušování hrotů a neosušování trámečku je snaha omezit nebo se zcela vyhnout osychání a zmenšování rozměrů trámečků. Bylo pozorováno, že jestliže jsou měřicí hroty osušeny a trámeček umístěn do měřicího zařízení a odečtena hodnota délky trámečku a když pak byl trámeček opatrně osušen suchou textilií, výrazně zmenšil měřenou hodnotu. Proto osušování musí být minimalizováno.

6. Výpočet změny délky

Výpočet změny délky při jakémkoliv stáří zkušebního tělesa je následující :

$$L = \frac{(L_x - L_i)}{G} * 100$$

L - změna délky v % bez ohledu stáří

L_x - čtení hodnoty vzorku minus čtení referenčního srovnávacího etalonu (kalibru) bez ohledu na stáří vzorku v mm při použití formy

L_i -počáteční měření vzorku minus čtení referenčního srovnávacího etalonu (kalibru) v milimetrech podle druhu použité formy

G - nominální měřená délka, v případě použití zařízení podle obr.2 výše uvedené normy je tato délka 250 mm.

Vypočítá se zvláště hodnota délkové změny každého zkušebního tělesa se zaokrouhlením na nejbližších 0,001 % délky. Hodnota L se udává jako průměr ze tří těles zaokrouhlený na nejbližších 0,001 % délky.

7. Teplota, vlhkost a čas

Prostor pro zhotovení vzorku: teplota tohoto prostoru a teplota materiálů musí být udržována mezi 20 a 27,5⁰ C. Relativní vlhkost nesmí být nižší než 50%. Teplota záměsové vody nesmí mít jinou hodnotu než 23⁰ C ± 1,7⁰ C.

- 7.1 **Zařízení pro vlhké skladování** - teplota a vlhkost vzduchu ve vlhké komoře musí splňovat požadavky Specifikace C 511-nahrazeno ČSN.
- 7.2 **Čas** – čtení hodnot na zařízení musí být provedeno ve specifikovaném čase 10 sekund (± 2 sec.) od vyjmutí zkušebního tělesa z lázně a to při stáří 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 (atd.) dnů (vždy max. po 2 dnech) od data zhotovení zkušebních těles. Všechny časové intervaly (čtení) musí být dodrženy v rozmezí.

Příloha č. 3 TP 137 – změna č. 1

Poznámky k prováděnému výzkumu a dosavadní zkušenosti

Na základě výsledků zkoušek reaktivnosti kameniva s alkáliemi v betonu podle TP 137/2000 MDS ČR provedených v letech 2001-2003 na celkovém počtu 446 vzorků (včetně zkoušek v rámci úkolu MD ČR) byla vypracována změna č. TP 137 (2003).

Problematika byla sledována u běžně používaných druhů přírodního kameniva do betonu se zaměřením na tyto druhy:

1. Přírodní drcené kamenivo (mimo uhličitanového)
2. Přírodní drcené kamenivo uhličitanové
3. Přírodní těžené kamenivo

Použité metody pro stanovení vlastností důležitých pro reaktivnost kameniva s alkáliemi v cementu:

- petrografický rozbor s lokálním určením podle ČSN 72 1153,
- chemická zkouška podle ČSN 72 1179
- úbytek zásaditosti (R=D),
- podíl rozpuštěného SiO₂ za podmínek zkoušky (S) , (předpokládaná reaktivní složka SiO₂),
- zrychlená dilatometrická trámečková zkouška (16 denní) podle ASTM C-1260-94 (modifikovaná zkouška na metrickou soustavu TS 11 – AZL 1046 ZKK, Hořice) – uvedena v příloze č. 1,
- dilatometrická trámečková zkouška podle ČSN 72 1179 s použitím portlandského cementu CEM I 42,5 s dodatkem o doplnění alkálií v záměsové vodě na 1,25 % Na₂O eq. (půlroční zkouška),
- pro přírodní drcené uhličitanové kamenivo dilatometrická zkouška mikrotrámeček v autoklávu podle ČSN 72 1160 s dodatkem pro vyhodnocení v případě rozpuštění nebo rozpadu části vzorku.

Přehled výsledků zkoušek přírodního kameniva za období 2001-2003:

Výsledky stanovení reaktivnosti kameniva s alkáliemi chemickou zkouškou (hodnoty S, R v mmol/l) a výsledky prodloužení zkušebních trámečků (v % délky). Tučně jsou v tabulce vyznačeny extrémní hodnoty.

| Dosavadní max. limit | Petrografický druh horniny | Nerovnost dle ČSN 73 1209 | | 0,200 | 0,100 |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------|---------------------|--|
| | | S mmol/l | R mmol/l | ASTM % délky | ČSN po 6. měs. % délky |
| Magmatické | Žula | 7-29 | 49-137 | 0,033-0,089 | 0,019-0,038 |
| | Granodiorit | 5-26 | 31-100 | 0,038-0,056 | 0,011-0,038 |
| | Čedič | 1-49 | 103-360 | 0,000-0,033 | 0,000-0,014 |
| | Melafyr | 4-25 | 95-205 | 0,031-0,142 | 0,000-0,029 |
| | Diabas | 4-12 | 56-120 | 0,070-0,200 | 0,011-0,027 |
| | Spilit | 2-20 | 78-155 | 0,000-0,190 | 0,019-0,041 |
| | Porfyr | 6-31 | 68-143 | 0,070- 0,237 | 0,009-0,065 |
| | Znělec | 9-10 | 82-93 | 0,004-0,006 | 0,006-0,010 |
| Sedimentární - zpevněné | Droba | 5-55 | 11-155 | 0,160- 0,420 | 0,033- 0,124 |
| | Šlepcová droba | 16-107 | 61-107 | 0,160- 0,263 | 0,007-0,051 |
| Sedimentární - nezpevněné | Štěrkopísky | 3-65 | 24-297 | 24-297 | 0,047- 0,225 |
| Metamorfované | Granulit | - | - | 0,035-0,095 | 0,013-0,030 |
| | Ortorula | 8-23 | 61-138 | 0,055- 0,212 | 0,015-0,042 |
| | Pararula | 9-25 | 65-86 | 0,031- 0,246 | 0,023-0,044 |
| | Rohovec | 4-25 | 80-160 | 0,160- 0,260 | 0,009-0,061 |
| | Amfibolit | 1-15 | 35-153 | 0,000-0,051 | 0,011-0,028 |
| | Metadroba | 16-52 | 93-163 | 0,140- 0,260 | 0,010- 0,250 |
| | Hadec | 2-11 | 233-237 | 0,023-0,026 | 0,017-0,019 |
| Uhličitanové (vápence) | Krystalické | 0-9 | 120-398 | 0,007-0,011 | 0,000-0,012 UT 0,000-0,130 |
| | Organogenní | 3-22 | 55-208 | 0,04-0,021 | 0,011-0,021 UT 0,300-0,490 |
| | Organogenní s rohovci | 6-71 | 105-228 | 0,161- 0,336 | 0,189- 0,285 UT-0,370-rozpad |

Poznámka: Vysoké hodnoty naměřených parametrů v tabulce jsou vyznačeny tučně.

UT Uhličitanové trámečky podle ČSN 72 1160 (UT max. limit prodloužení 0,5 % délky)

- Počet vzorků - drceného kameniva (mimo uhličitanového) 288
- těženého kameniva (nezpevněné sedimenty) 139
- drceného uhličitanového kameniva 19
- celkem 446 zkoušek přírodního kameniva.

Na základě provedených zkoušek lze učinit tyto závěry

1. Doporučený postup a parametry pro přírodní drcené kamenivo (mimo uhličitanového)

Přírodní drcené kamenivo je vyráběno na jedné lokalitě převážně z jednoho (ale i více) petrografických typů hornin. Z tohoto důvodu bylo porovnání zjišťovaných vlastností provedeno v závislosti na petrografickém druhu kameniva podle uvedených kritérií.

Doporučené parametry pro drcené kamenivo (mimo uhličitanové)

- **petrografie** - určení výskytu rizikových reaktivních složek (amorfní křemen v drobách, deformovaný křemen metamorfovaných hornin – ruly nebo mírněji metamorfovaných magmatických hornin a p.),
- **podíl rozpuštěného SiO₂** s parametrem **max. 50 mmol/l**,
- **úbytek zásaditosti bez parametru**,
- **dilatometrická zkouška dle ASTM** s parametrem **max. prodloužení 0,2 % délky**,
- **dilatometrická zkouška dle ČSN** s parametrem **max. prodloužení 0,07 - 0,1 % délky**.

Při dodržení parametru prodloužení trámce dle ČSN 0,1 % délky, ale překročení uvedených parametrů podílu rozpustného SiO₂ a hodnoty prodloužení při dilatometrické zkoušce dle ASTM komplexní ověřování reaktivnosti opakovat v rizikovějších partiích v kratších časových intervalech (např. jednou ročně). Při výrazném překročení parametru dle ASTM (nad 0,3-0,4 % délky) je výsledek rovněž nevyhovující.

2. Doporučený postup a parametry pro přírodní drcené uhličitanové kamenivo

Přírodní drcené kamenivo uhličitanové je vyráběno na jedné lokalitě z jednoho nebo obvykle většího počtu uhličitanových hornin s odlišnými podmínkami a stářím vzniku.

Jako rizikový materiál z hlediska reaktivnosti s alkáliemi byl zjištěn křemitý rohovec organogenního původu, který se vyskytuje v Barrandienské oblasti zejména v organogenních kotyzských vápencích.

Doporučené parametry pro uhličitanové kamenivo

- **petrografie** - určení výskytu rizikových reaktivních složek zejména z přítomnosti křemitých rohovců organogenního původu,
- **podíl rozpuštěného SiO₂** s parametrem **max. 50 mmol/l**,
- **úbytek zásaditosti bez parametru**,
- **dilatometrická zkouška dle ASTM** s parametrem **max. prodloužení 0,2 % délky**,
- **dilatometrická zkouška uhličitanového kameniva dle ČSN** s parametrem **max. prodloužení 0,5 % délky (nebo rozpad a/nebo deformace trámce vyříznutého z horniny)**, který je určující veličinou hodnocení.

Při dodržení parametru prodloužení trámce dle ČSN 0,5 % délky a překročení uvedených parametrů podílu rozpuštěného SiO₂ a dilatometrické zkoušky dle ASTM zkoušku opakovat v rizikovějších partiích v kratších časových intervalech (např. jednou ročně). Při výrazném překročení parametru dle ASTM (nad 0,3-0,4 % délky) je výsledek rovněž nevyhovující, i když by ostatní parametry vyhověly. Skupinu uhličitanového kameniva dělit jen na skupinu s minimálním a maximálním rizikem.

3. Doporučený postup a parametry pro přírodní těžené kamenivo

Petrograficky se jedná o velmi rozmanitou zrnitou nezápevněnou směs různých hornin, opracovaných transportem (vodou, větrem, mrazem, oxidací, apod.). Místo vzniku, charakter

horniny v místě eroze a petrografické složení směsi výrazně ovlivňuje jejich reaktivnost s alkáliemi v betonu.(zejména pak přítomnost amorfni formy křemene - opál, chalcedon a p., křemité sedimenty organického původu jako rohovce, buližníky a další).

Doporučené parametry pro těžené kamenivo

- **petrografie** - určení výskytu rizikových reaktivních složek se zaměřením na metodu mikroskopie výbrusů vzorků zrn uměle stmelených,
- **podíl rozpuštěného SiO₂** s parametrem **max. 50 mmol/l**,
- **úbytek zásaditosti bez parametru**,
- **dilatometrická zkouška dle ASTM** s parametrem **max. prodloužení 0,2 % délky**,
- **dilatometrická zkouška dle ČSN** s parametrem **max. prodloužení 0,07 - 0,1 % délky**.

Parametry a způsob vyhodnocení použít stejný postup jako u drceného neuhličitanového kameniva.

Název: Předběžné technické podmínky TP 137
Vyloučení alkalické reakce kameniva v betonu na stavbách pozemních komunikací,
Změna č.1

Vydal: Ministerstvo dopravy
Odbor pozemních komunikací a Ředitelství silnic a dálnic ČR, Praha.
Změna 1 TP 137 je hlavním výstupem řešení projektu MD "Vyloučení alkalické
reakce kameniva v betonu na stavbách pozemních komunikací", CE 803 120 114,
jehož řešiteli jsou pracoviště ČVUT - KÚ, ZKK a VÚM

Zpracoval: ČVUT - Kloknerův ústav Praha, Ing. S. Modrý,
Zkušebna kamene a kameniva, s.r.o., Hořice v Podkrkonoší, Ing. M. Hörbe, st.
Výzkumný ústav maltovin Praha, s.r.o.
Ředitelství silnic a dálnic ČR, závod Praha, Ing. J.Hromádko

Vydání: Druhé (úplné znění TP 137, včetně změny č. 1)
Náklad: 200

Počet stran: 30

Formát: A4

Tisk: Ředitelství silnic a dálnic ČR,
Čimická 53, 181 21 Praha 8
233 557 324