

C04B 18/16 (2006.01)
C04B 28/04 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



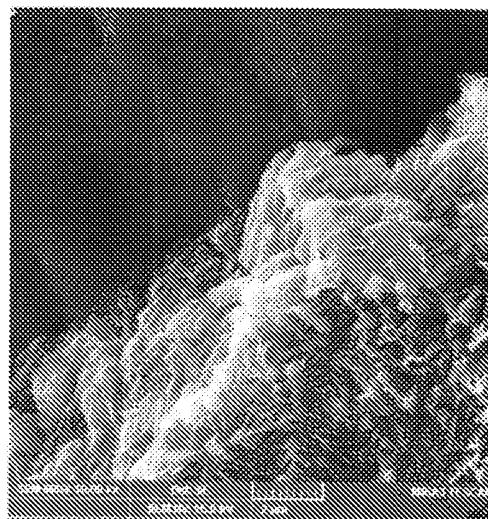
ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2019-375
(22) Přihlášeno: 14.06.2019
(40) Zveřejněno: 03.02.2021
(Věstník č. 5/2021)
(47) Uděleno: 14.05.2021
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 23.06.2021
(Věstník č. 25/2021)

(56) Relevantní dokumenty:
CZ 307 741 B6; CZ 2018-141 A1; CN 101942869 A; CN 205774140 U; WO 2007/013803 A2.

(73) Majitel patentu:
ERC-TECH a.s., Praha 2, Nové Město, CZ
(72) Původce:
František Polák, Řícmanice, CZ
Lucie Slavičková, Želešice, CZ
Ing. Jiří Fiala, Vedrovice, CZ
(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Zábrdovická 801/11, 615 00
Brno, Zábrdovice

pucolánového prachu, a po dalších 5 až 160 sekundách
promíchávání se připraví čerstvý beton.



(54) Název vynálezu:
Beton a způsob pro jeho přípravu

(57) Anotace:
Způsob pro přípravu 1 m³ čerstvého betonu s využitím recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu spočívá v tom, že se při něm v průmyslové míchačce 5 až 39,9 sekund promíchává 1000 až 2300 kg kameniva, které je ze 30 % hmotn. až 100 % hmotn. tvořené recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu s 10 až 27,9 kg mikrosiliky nebo alespoň jednoho jejího substituentu nebo směsi mikrosiliky a alespoň jednoho jejího substituentu, přičemž při tření zrn kameniva dochází k odírání zrn recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu a v důsledku toho ke zvětšení měrného povrchu tohoto recyklátu a k vytvoření jemného pucolánového prachu, přičemž mikrosilika a/nebo její substituent/substituenty obaluje/obalují společně s pucolánovým prachem částice kameniva a vyplňují póry v nich. Po jejich promíchání se k takto vytvořené směsi za stálého míchání během 1 až 20 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund, přidá 135 až 400 kg cementu, nebo se do ní za stálého míchání během 1 až 20 sekund přidá postupně v libovolném pořadí nebo současně cement a alespoň jeden jeho substituent v celkovém množství 135 až 600 kg, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund, načež se za stálého míchání 5 až 39,9 sekund skrápí 50 až 300 kg záměsové vody, nebo se na ni během 5 až 39,9 sekund toto množství záměsové vody rozpráší, přičemž dochází k postupnému zvlhčování povrchu cementu a případně i jeho substituentu/substituentů a k postupnému nalepování vytvářeného tmelu na částice kameniva již obalené směsí mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů a

Beton a způsob pro jeho přípravu

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu pro přípravu čerstvého betonu s využitím recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu, přičemž tento způsob je definován v přepočtu na 1 m³ čerstvého betonu.

10

Vynález se dále týká také složení čerstvého betonu připraveného tímto způsobem, přičemž toto složení je definováno v přepočtu na 1 m³ čerstvého betonu.

Dosavadní stav techniky

15

Podle kvalifikovaných odhadů se na celém světě každý rok vyprodukuje cca 6,5 miliardy tun inertního stavebně demoličního odpadu. Z toho se podstatná většina ukládá na skládky, a jen poměrně malá část se dále využívá nebo zpracovává – nejčastěji však způsobem, který nevyužívá celý potenciál tohoto materiálu, a kdy tento materiál slouží de facto jen jako výplň nějakého prostoru. Drcený nebo mletý inertní stavebně demoliční odpad se tak používá především pro

20

obsypy a zásypy inženýrských sítí (náhražka tříděných štěrkopísků), pro podsypy parkovišť, silnic, betonových konstrukcí podlah objektů a hal, zásypy předpolí mostů, zpevnění a vyrovnání lesních a polních cest (náhražka štěrkodrti), případně pro násypy zemních těles komunikací, drážních těles, protipovodňových hrází (jako náhražka zeminy), atd.

25

Kromě toho jsou známy také způsoby pro přípravu betonu, u kterých se drcený nebo mletý inertní stavebně demoliční odpad využívá jako náhrada části kameniva. Společnou nevýhodou těchto postupů, jejichž typickými představiteli jsou např. postupy popsané v CN 101942869, CN 202055143, CN 105036660, CN 106431493, CZ PV 1994-2635, CZ PV 2007-206, CZ 28669 U, WO 2007013803, US 20090288582 nebo AU 2010224346, které jsou založené na

30

standardních postupech pro přípravu standardních betonů, je zejména to, že jimi připravované betony buď nedosahují požadovaných mechanicko-fyzikálních parametrů, nebo jich dosahují pouze za cenu velkého přídatku cementu (a s tím souvisejícího zvýšení výrobních nákladů).

35

Z CZ 307741 B6 a CZ PV 2018-141 A1 je známý postup pro přípravu čerstvého betonu s využitím recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu jako alespoň části kameniva, který je definován určitou posloupností kroků, délkou jejich trvání a množstvím jednotlivých složek betonu. Nevýhodou tohoto postupu je, že je pro komerční výrobu betonu příliš zdoluhavý – celý proces přípravy čerstvého betonu trvá 240 až 455 s, a současně také to, že vyžaduje poměrně velkou dávku mikrosiliky – 28 až 52 kg/m³ čerstvého betonu, která je však v poslední době poměrně

40

nedostatkovou, a tedy i drahou komoditou.

45

Cílem vynálezu tak je navrhnout způsob pro přípravu betonů s náhradou co největší části kameniva recyklátem vytvořeným mletím nebo drcením inertního stavebně demoličního odpadu, který by umožňoval přípravu betonů s mechanicko-fyzikálními parametry srovnatelnými s běžnými betony, a přitom nevyžadoval nadstandardní přídavek cementu nebo jiné složky.

50

Podstata vynálezu

55

Způsob pro přípravu čerstvého betonu, který je níže definován v přepočtu na 1 m³ čerstvého betonu, podle vynálezu je založen na kombinaci specifického složení betonu a specifického postupu míchání a dávkování jeho složek, které ve vzájemné kombinaci umožňují nahradit až

100 % hmotn. kameniva v betonu recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu (tj. mletým nebo drceným inertním stavebně demoličním odpadem) a přitom dosáhnout mechanicko-fyzikálních parametrů, které jsou minimálně srovnatelné se standardními betony, či dokonce lepší.

- 5 Tímto způsobem připravený čerstvý beton obsahuje v 1 m³ 50 až 300 kg vody, 135 až 400 kg cementu nebo 135 až 600 kg směsi cementu a alespoň jednoho jeho substituentu, 10 až 27,9 kg mikrosiliky (s výhodou zhutněné) nebo alespoň jednoho jejího substituentu nebo směsi mikrosiliky a alespoň jednoho jejího substituentu, 1000 až 2300 kg kameniva, přičemž 30 až 100 % hmotn. tohoto kameniva je tvořeno cihelným nebo keramickým nebo betonovým nebo směsným
10 recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu, 0 až 40 % hmotn. kameniva je tvořeno přírodním kamenivem a dalších 0 až 40 % hmotn. kameniva je tvořeno lehkým umělým kamenivem (jako je např. agloporit, keramzit, expandit, expandovaný perlit, pod.) a/nebo škvárou a/nebo struskou a/nebo polystyrenem a/nebo alespoň jedním organickým plnivem (jako jsou např. dřevěné piliny, hobliny, rýžové plevy, pazdeří apod.) a/nebo jinou složkou pro zlepšení tepelných
15 a/nebo zvukových a/nebo protipožárních vlastností zatvrdlého betonu.

- Použitý recyklát z inertního stavebního odpadu může mít v podstatě libovolnou frakci dle použití a požadavků na texturu betonu – může být např. jednofrakční s výhodou s frakcí 0 až 20 mm, dvoufrakční s výhodou s frakcemi 0 až 8 mm a 8 až 20 mm, případně třífrakční s výhodou s
20 frakcemi 0 až 4 mm, 4 až 8 mm a 8 až 20 mm. Kromě toho lze použít recyklát a kamenivo s frakcí do 16 mm, případně do 8 mm.

- Pro účely této přihlášky se cihelným recyklátem rozumí recyklát vytvořený drcením nebo mletím inertního stavebně demoličního odpadu, který je zcela nebo alespoň z nadpoloviční většiny tvořen
25 cihlami, s případnými příměsemi jiných stavebních materiálů a/nebo hmot (betonu, keramických stavebních a zařizovacích předmětů, zbytků malty, omítky, stavebního lepidla apod.). Cihelný recyklát je tak zcela nebo alespoň z nadpoloviční většiny tvořený cihelnou drtí, s případnou příměsí drti z jiných stavebních materiálů a/nebo hmot.

- 30 Keramickým recyklátem se rozumí recyklát vytvořený drcením nebo mletím inertního stavebně demoličního odpadu, který je zcela nebo alespoň z nadpoloviční většiny tvořen keramickými stavebními a zařizovacími předměty, jako např. dlažbami, obklady, keramickými sanitárními výrobky, pálenými taškami apod., s případnými příměsemi jiných stavebních materiálů a/nebo hmot (betonu, cihel, zbytků malty, omítky, stavebního lepidla apod.). Keramický recyklát je tak
35 zcela nebo alespoň z nadpoloviční většiny tvořený keramickou drtí, s případnou příměsí drti z jiných stavebních materiálů a/nebo hmot.

- Betonovým recyklátem se rozumí recyklát vytvořený drcením nebo mletím inertního stavebně demoličního odpadu, který je zcela nebo alespoň z nadpoloviční většiny tvořen betonem nebo
40 jiným materiálem obsahujícím cement (např. betonovým potěrem, cementovou maltou apod.), s případnými příměsemi jiných stavebních materiálů nebo hmot (cihel, keramických stavebních a zařizovacích předmětů, zbytků malty, omítky, stavebního lepidla apod.). Betonový recyklát je tak zcela nebo alespoň z nadpoloviční většiny tvořený drtí z betonu nebo jiného materiálu obsahujícího cement, s případnou příměsí drti z jiných stavebních materiálů a/nebo hmot.
45 Směsným recyklátem se pak rozumí recyklát vytvořený drcením nebo mletím směsného inertního stavebně demoličního odpadu, který je tvořen směsí různých stavebních materiálů a hmot, obvykle cihel, betonu a keramických stavebních a zařizovacích předmětů v různém poměru, s případnou příměsí zbytků malt, omítek, sádry, stavebního lepidla apod., nebo recyklát vytvořený smícháním dvou nebo více výše uvedených recyklátů (cihelného, keramického, betonového). Směsný recyklát
50 je tak tvořen směsnou drtí ze stavebně demoličního odpadu.

Při použití recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu a případně i přírodního kameniva s frakcí 0 až 8 mm se připraví čerstvý beton s jemnější texturou, někdy označovaný jako cementová nebo betonová malta.

- Praxe při použití průmyslových míchaček ukazuje, že při tření zrn kameniva dochází překvapivě k podstatně intenzivnějšímu odírání zrn recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu než se očekávalo, v důsledku kterého dochází nejen ke zvětšení měrného povrchu tohoto recyklátu, ale současně i k intenzivní tvorbě jemného pucolánového prachu, který v dalších fázích výroby betonu
- 5 funguje současně jako plnivo i jako pojivo, když společně s mikrosilikou a/nebo jejím substituentem/substituenty obaluje částice recyklátu a vyplňuje póry v nich a zaplňuje celkovou mřížkovou skladbu betonu, a při vhodném způsobu přidávání záměsové vody současně dochází k aktivaci v něm obsaženého oxidu křemičitého a tím i jeho latentní hydraulicity (viz níže).
- 10 V případě potřeby může čerstvý beton podle vynálezu v kterékoliv variantě obsahovat alespoň jednu přísadu do betonu v celkové dávce do 10 % hmotn. dávky cementu nebo dávky cementu a jeho substituentu/substituentů. Takovou přísadou může být libovolná známá přísada, jako např. přísada pro vibrolisovaný beton a/nebo přísady dle EN 934-2. Mezi tyto přísady patří zejména vodoredukující (plastifikační) a silně vodoredukující (superplastifikační nebo hyperplastifikační)
- 15 přísady, přísady pro zlepšení konzistence betonu, přísady pro snížení dávky vody, zlepšení pevnosti a některých dalších vlastností čerstvého a ztvrdlého betonu, dále přísady stabilizační, provzdušňovací, zpěňující, urychlující tuhnutí a tvrdnutí betonu, zpomalující tuhnutí a tvrdnutí betonu, těsnící, inhibující korozi, apod. Tato/tyto přísada/přísady se přitom k ostatním složkám betonu přidává/přidávají rozpuštěná/rozpuštěné v záměsové vodě, nebo samostatně, s výhodou po
- 20 přidání záměsové vody.

Pro důkladné promísení jednotlivých složek a přípravu betonů požadované struktury a vlastností je možné použít libovolnou průmyslovou míchačku, např. planetovou, rotorovou, jedno, dvoj nebo trojhřídelovou, žlabovou, kontinuální, apod. Výhodné je zejména použití míchačky s nuceným

25 oběhem, s výhodou pak míchačky s radiálním pohybem míchacích ramen, případně s dvojitým simultánním radiálním pohybem míchacích ramen (jako např. míchačka popsaná v IT 1244970 nebo EP 0508962), u které dochází ke stírání všech jejich vnitřních ploch. Přitom je však nutné dodržet nejen výše uvedené složení betonů, ale také časy míchání a dávkování jednotlivých složek. Všechny složky se přitom dávkují za chodu míchačky. Je však možné během míchačky po promísení

30 již vložených složek, a před přidávkem následující složky dočasně zastavit, případně tento běh, pokud to dovoluje konstrukce míchačky, pro vložení některé další složky a její promíchání s ostatními složkami obrátit. Tyto úpravy běhu míchačky však nemají žádný vliv na vlastnosti nebo konzistenci připravovaného čerstvého betonu (nebo suché směsi), ani na následně zatvrdlý beton a jeho vlastnosti.

35 Recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu se před přípravou betonu nebo suché směsi pole vynálezu hygienizuje, a to např. vodní nebo parní lázní nebo jiným způsobem, čímž se sníží počet v něm obsažených (patogenních) organismů a mikroorganismů, nebo se přítomnost těchto organismů a mikroorganismů zcela eliminuje.

40 Mikrosilika a/nebo její substituent/substituenty, která při standardní přípravě standardních betonů z přírodních kameniv slouží jako pojivo, slouží při přípravě betonů podle vynálezu jako plnivo, když při dodržení níže popsaného způsobu dávkování a výše popsaného způsobu míchání zaplňuje společně s pucolánovým prachem, který vzniká při tření zrn recyklátu ze stavebně demoličního

45 odpadu, celkovou mřížkovou skladbu betonu, obaluje částice recyklátu a intenzivně vyplňuje póry v nich. Díky tomu nedochází ke shlukování jemných částic a výsledný beton má nižší pórovitost a po zatvrdnutí dosahuje mechanicko-fyzikálních parametrů srovnatelných se standardními betony.

Ve výhodné variantě provedení se použije zhutněná mikrosilika, která má menší objem.

50 Část dávky mikrosiliky, případně celá její dávka, může být nahrazena alespoň jedním substituentem mikrosiliky, jako např. metakaolínem nebo lupkem s obsahem oxidu křemičitého minimálně 45 % hmotn. Výhodné je např. použití směsi mikrosiliky a jejího substituentu/substituentů, která obsahuje 30 % až 70 % hmotn. mikrosiliky.

55

Ve výhodné variantě provedení se mikrosilika a/nebo její substituent/substituenty přidává do míchačky až po poslední složce kameniva. Kromě to je ale možné celkovou dávku mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů i celkovou dávku kameniva rozdělit na dvě nebo více menších částí (stejných nebo různých), a jednotlivé části dávky mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů postupně přidávat po přidání jednotlivých částí celkové dávky kameniva, nebo alespoň některé části dávky mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů přidávat současně s některými částmi celkové dávky kameniva – viz např. příklady 11 a 12 níže.

Ve všech variantách se používá cement třídy CEM I až CEM V s vazností 32,5 N, R; 42,5 N, R; 52,5 N, R. Jeho dávkování níže popsaným způsobem přitom zajišťuje vznik vhodné vazby mezi cementem a kamenivem, zejména recyklátem již obaleným směsí mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů a pucolánového prachu, a velmi dobrou homogenizaci promíchávané směsi. Zároveň dochází k přesunu části tranzitní zóny (C-S-H fázi) až do pórů kameniva a tím k jejímu zesílení, což má za následek zpevnění zrn recyklátu – viz obr. 1, na kterém je SEM snímek zrna recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu s mikročásticemi mikrosiliky uloženými na jeho povrchu a v jeho pórech při zvětšení 1000 krát; obr. 2, na kterém je SEM snímek povrchu zrna recyklátu se vznikající tranzitní zónou, kde lze současně vidět i vznikající Ca(OH) – potrladit, který vzniká při reakci CaO obsaženého v kamenivu a volné vody, při zvětšení 10 000 krát; a obr. 3, na kterém je SEM snímek povrchu zrna recyklátu na obr. 2 při zvětšení 20 000 krát.

Část dávky cementu může být nahrazena substituentem cementu, jako např. mletou (vysokopeční) struskou (ground-granulated blast-furnace slag - GGBS nebo GGBFS) a/nebo popílkem (fly ash), mikromletým vápencem (ground-calcium carbonate – GCC), kamennou moučkou (odprach z těžby a zpracování kameniva) případně směsí alespoň dvou takových substituentů, přičemž poměr cementu a substituentu/substituentů cementu v čerstvém betonu je 30:70 až 70:30. Souhrnné množství cementu a substituentu/substituentů cementu je pak stejné jako množství samotného cementu, tj. 135 až 400 kg/m³ čerstvého betonu, případně až 600 kg/m³ čerstvého betonu. Cement a substituent/substituenty cementu se přitom do směsi přidávají buď souběžně, každý zvlášť, nebo postupně v libovolném pořadí (preferované, nikoliv však nezbytně nutné je nejprve přidat substituent/substituenty cementu a poté cement), nebo ve formě předem připravené směsi výše popsaného složení.

Po vytvoření a promíchání suché směsi z výše uvedených složek se tato směs v míchačce za stálého míchání skrápí záměsovou vodou, nebo se na ni záměsová voda rozprašuje. Při tomto způsobu dávkování záměsové vody dochází k postupnému zvlhčování povrchu cementu a postupnému nalepování vytvářeného cementového tmelu na zrna recyklátu již obalená směsí mikrosiliky a pucolánového prachu, což brání shlukování částic čerstvého betonu, separaci jemných částic směsi a odlučování vody, a zajišťuje požadovanou konzistenci čerstvého betonu. Navíc se při tomto způsobu dávkování aktivuje oxid křemičitý obsažený v mikrosilice a/nebo jejím substituentu/substituentech a pucolánovém prachu a tím latentní hydraulická těchto složek, což umožňuje u betonů připravených tímto způsobem dosáhnout fyzikálně-mechanických parametrů srovnatelných se standardními betony, a to i při dávce cementu, která může být nižší než u standardních betonů. Díky nečekaně velkému příspěvku pucolánového prachu je možné zkrátit ve srovnání s jinými postupy časy míchání a výrazně snížit potřebné množství mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů.

Záměsová voda musí kvalitou odpovídat pitné vodě. V případě potřeby může obsahovat (rozpuštěnou nebo nerozpuštěnou) alespoň jednu známou standardní přísadu do betonu.

Pro doplnění recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu je možné použít přírodní kamenivo (těžené a/nebo drcené) s horní frakcí s výhodou do 20 mm (s případnou technologickou příměsí do 5 % hmotn. větších částic), resp. do 8 mm, případně i drobné těžené kamenivo s frakcí 0 až 4 mm.

Při přípravě 1 m³ čerstvého betonu podle vynálezu se v průmyslové míchačce 5 až 39,9 sekund promíchává 1000 až 2300 kg kameniva, které je ze 30 % hmotn. až 100 % hmotn. tvořené recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu s 10 až 27,9 kg mikrosiliky nebo jejího substituentu/substituentů nebo směsi mikrosiliky a alespoň jednoho jejího substituentu. Při tření zrn kameniva dochází k intenzivnímu odírání zrn recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu a v důsledku toho ke zvětšení měrného povrchu tohoto recyklátu a k vytvoření jemného pucolánového prachu, přičemž mikrosilika a/nebo její substituent/substituenty obaluje/obalují společně s pucolánovým prachem částice kameniva a vyplňují póry v nich. Po jejich promíchání se k takto vytvořené směsi za stálého míchání během 1 až 20 sekund, s výhodou 1 až 9,9 sekund, přidá 135 až 400 kg cementu, nebo se do ní za stálého míchání během 1 až 20 sekund přidá postupně v libovolném pořadí nebo současně cement a alespoň jeden jeho substituent v celkovém množství 135 až 600 kg, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund, načež se za stálého míchání 5 až 39,9 sekund skrápí 50 až 300 kg záměsové vody, nebo se na ni během 5 až 39,9 sekund toto množství záměsové vody rozpráší, přičemž dochází k postupnému zvlhčování povrchu cementu a případně i jeho substituentu/substituentů a k postupnému nalepování vytvářeného tmelu na částice kameniva již obalené směsí mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů a pucolánového prachu, a po dalších 5 až 160 sekundách promíchávání se připraví čerstvý beton.

20

Objasnění výkresů

Na přiložených výkresech je na obr. 1 SEM snímek zrna recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu ve struktuře čerstvého betonu vytvořeného způsobem podle vynálezu při zvětšení 1000 krát, na obr. 2 SEM snímek zrna recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu ve struktuře čerstvého betonu vytvořeného způsobem podle vynálezu při zvětšení 10 000 krát, a na obr. 3 SEM snímek zrna recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu ve struktuře čerstvého betonu vytvořeného způsobem podle vynálezu při zvětšení 20 000 krát.

30

Příklady uskutečnění vynálezu

Níže jsou popsány příkladné varianty přípravy čerstvého betonu podle vynálezu – první z nich pro případ, kdy je 100 % hmotn. kameniva tvořeno jedním typem recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu (příklad 1 a 2), druhá pro případ, kdy je kamenivo tvořeno recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu v kombinaci s betonovým recyklátem nebo přírodním kamenivem (do 40 % hmotn. celkového kameniva) (příklad 3 a 4), třetí pro případ, kdy je 100 % hmotn. kameniva tvořeno kombinací dvou druhů recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu (příklad 5 a 6), čtvrtá pro případ, kdy je kamenivo tvořeno kombinací tří druhů recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu nebo dvou druhů recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu a přírodního kameniva (do 40 % hmotn. celkového kameniva) (příklad 7 a 8), pátá pro případ, kdy je kamenivo tvořeno betonovým recyklátem v kombinaci s přírodním kamenivem, a šestá pro případ, kdy dochází k dělení jednotlivých dávek kameniva a mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů na menší dávky příklad (11 a 12). Jak je odborníkovi v oboru zřejmé, intervaly, resp. časy přidávání jednotlivých složek a množství těchto složek jsou dané technologickými požadavky na zatvrdlý beton a jeho mechanicko-fyzikální parametry, a mohou se pohybovat v rámci celých, níže uvedených intervalů. Stejně tak může být v dalších příkladech horní frakce recyklátu/ů a/nebo přírodního kameniva vyšší nebo naopak nižší než 20 mm.

50

Příklad 1

Pro přípravu betonu podle vynálezu se v průmyslové míchačce 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund) promíchává cihelný, keramický, betonový nebo směsný recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu s horní frakcí 20 mm (např. jednofrakční recyklát s frakcí

55

- 0 až 20 mm, dvoufrakční recyklát s frakcemi 0 až 8 mm a 8 až 20 mm, nebo třífrakční recyklát s frakcemi 0 až 4 mm, 4 až 8 mm a 8 až 20 mm). Po jeho promíchání se k němu za stálého míchání během 1 až 15 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund, přidá celá dávka mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Poté se k ní za stálého míchání během 1 až 20 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund přidá celá dávka cementu nebo cementu a jeho substituentu/substituentů, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Následně se tato směs za stálého míchání během 5 až 39,9 sekund zkropí celou dávkou záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) nebo se na ni celá dávka záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) během 5 až 39,9 sekund rozpráší. Po dalších 5 až 160 sekundách promíchávání se připraví čerstvý beton, u kterého je 100 % hmotn. kameniva tvořeno recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu.

Příklad 2

- Postupem popsaným v příkladu 1 se připravilo 10 vzorků čerstvého betonu podle vynálezu, přičemž složení 1 m³ každého z nich je popsáno v tabulce 1.

Tabulka 1

Vzorek	ERC I-1	ERC I-2	ERC I-3	ERC I-4	ERC I-5	ERC I-6	ERC I-7	ERC I-8	ERC I-9	ERC I-10
Stožka										
Sušiny recyklař z interního sběrné železnice odpadu.	0	0	0	1500	1458	0	0	0	0	0
frakce 0 až 20 mm [kg]										
Cihlový recyklař.	0	0	0	0	0	0	0	1420	1231	0
frakce 0 až 20 mm [kg]										
Keramický recyklař.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1165
frakce 0 až 20 mm [kg]										
Betonový recyklař.	1507	1360	1456	0	0	2257	1670	0	0	0
frakce 0 až 20 mm [kg]										
Mikrosilika [kg]	15	20	15	20	20	20	10	27	10	0
Substrát mláčeků	0	0	10	0	5	0	0	0	0	20
[kg]										
Cement [kg]	200	230	360	190	210	230	230	160	250	250
Substrát cementu [kg]	120	100	140	100	120	0	0	180	140	150
Plastifikaci nebo superplastifikaci přísady do betonu [kg]	4,9	4,8	4,5	5,0	5,0	0	0	5,4	5,0	5,0
Voda [kg]	230	227	190	270	286	220	254	200	270	268
Převážněvisci přísada do betonu [% hmotnosti]	0	0	0,60	0	0	0	0	0	0	0
Obyčasná hustota betonu při 7 dní [kg/m³]	2110	2100	2130	1950	1959		1960	1990	1910	1850
Obyčasná hustota betonu při 28 dní [kg/m³]	2120	2130	2180	1980	1880	-	1960	1970	1895	1830

5

Takto připravené čerstvé betony se podrobily zkoušce konzistence způsobem dle EN 12350-2 a měření obsahu vzduchu způsobem dle EN 12350-7.

Z těchto čerstvých betonů se vytvořily krychle o hraně 150 mm pro zkoušku pevnosti v tlaku dle EN 12390-3, hranoly o rozměrech 100 mm x 100 mm x 400 mm pro zkoušku pevnosti v tahu ohybem dle EN 12390-5, pro měření objemových změn dle ČSN 73 1320, měření statického modulu pružnosti dle ISO 1920-10 a desky o rozměrech 200 mm x 200 mm x 50 mm pro zkoušku tepelné vodivosti. Po ztvrdnutí betonu se zkušební tělesa druhý den odformovala a pro příslušné zkoušky se uložila v klimatizované komoře při teplotě 20 ± 2 °C a relativní vlhkosti nad 95 %. Parametry naměřené při těchto zkouškách jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2

Vzorek Parametr	ERC 1/1	ERC 1/2	ERC 1/3	ERC 1/4	ERC 1/5	ERC 1/6	ERC 1/7	ERC 1/8	ERC 1/9	ERC 1/10
Konzistence čerstvého betonu – sednutí kužele [mm]	210	140	190	40	230	180	160	120	190	170
Obsah vzduchu v čerstvém betonu [% obj.]	5,5	3,0	5,8	3,4	6,0	9,0	-	-	7,2	10,5
Pevnost v tlaku [MPa] - po 7 dnech	18,8	28,0	-	19,70	19,80	10,8	10,7	17,4	20,5	13,2
- po 14 dnech	28,40	40,70	-	-	27,80	13,5	13,9	27,9	28,7	19,7
- po 28 dnech	35,0	42,30	72,10	32,0	35,30	15,6	16,9	31,9	35,2	25,5
- po 56 dnech	37,40	-	-	-	37,40	-	-	-	-	-
- po 90 dnech	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pevnost v tahu ohybem po 28 dnech [MPa]	5,50	4,70	-	2,56	3,70	1,5	1,8	2,70	3,8	-
Pevnost příčném tahu po 28 dnech [MPa]	2,80	-	-	-	2,40	-	1,3	2,2	2,8	-
Hloubka průsaku tlakovou vodou [mm]	22	-	6	-	16	-	-	25	-	-
Objemové zíněný betonu [%]	1,077	-	-	1,278	1,28	-	-	-	-	-
Mrazuvzdornost [-] - 100 cyklů	0,95	-	-	0,96	-	-	-	-	-	-
- 50 cyklů	0,85	-	-	0,98	-	-	-	-	-	-
Statický modul pružnosti [GPa]	18,60	-	-	12,50	12,90	8,50	8,40	12,0	13,2	-
Alkalicko-křemičitá rozpínavost [%]	0,094	-	-	-	0,100	-	-	-	-	-

5

Kromě toho se u tohoto betonu výpočtem dle EN 196-2 a EN 1744-1 stanovil obsah chloridů, postupem dle vyhlášky č. 307/2002 Sb. Státního úřadu pro jadernou bezpečnost o radiacní ochraně,

- ve znění pozdějších předpisů obsah přírodních radionuklidů, a index hmotnostní aktivity, přičemž všechny tyto parametry odpovídají požadavkům těchto předpisů pro použití pro stavby s obytnými nebo pobytovými místnostmi (hmotnostní aktivita $^{226}\text{Ra} \leq 150 \text{ Bq.kg}^{-1}$, index hmotnostní aktivity $I \leq 0,5$). Postupem dle EN 12457 a vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 294/2005 Sb. se
- 5 určila jeho ekotoxicita jako vyhovující. Kritéria pro určení ekotoxicity jsou uvedena v tabulce 3.

Tabulka 3

Testovaný organismus	Doba působení [hod]	I	II
na vodním členovci <i>Daphnia magna</i>	48	max. imobilizace 30 %	max. imobilizace 30 %
na vodním obratlovc <i>Poecillia reticulata</i>	96	bez úhynu a změny chování	bez úhynu a změny chování
na řase <i>Desmodesmus subspicatus</i>	72	max. inhibice 30 %	max. změna růstu 30 %
na semenech rostliny <i>Sinapis alba</i>	72	max. inhibice 30 %	max. změna růstu 30 %

- 10 V tabulce 4 jsou pak uvedeny pevnostní třídy betonu do kterých dané betony díky svým mechanicko-fyzikálním parametrům spadají a klasifikační třídy specifikace využití těchto betonů dle ČSN EN 206 (viz tabulka 5).

Tabulka 4

Vzorek	ERC 1/1	ERC 1/2	ERC 1/3	ERC 1/4	ERC 1/5	ERC 1/6	ERC 1/7	ERC 1/8	ERC 1/9	ERC 1/10
Třída pevnosti betonu	C 25/30	C 30/37	C 35/47	C 20/25	C 25/30	C 8/10	C 8/10	C 20/25	C 25/30	C 16/20
Specifikace použití betonu	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2 XF1	XF1	XF4	X0 XC1 XC2	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2 XF1	X0	X0	XC1 XC2	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2	X0 XC1

Tabulka 5

Klasifikační třída	Popis stupně vlivu prostředí	Příklad výskytu stupně vlivu prostředí
pro beton bez nebezpečí koroze nebo narušení		
X0	Pro beton bez výztuže nebo zabudovaných kovových vložek. Všechny vlivy s výjimkou zmrázování a rozmrazování, obrusu nebo chemicky agresivního prostředí Pro beton s výztuží nebo se zabudovanými kovovými vložkami: Velmi suché	Beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu
pro beton s nebezpečím koroze vlivem karbonátů		
XC1	Suché nebo stále mokré.	Beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí vzduchu; Beton trvale ponořený ve vodě.
XC2	Mokré, občas suché.	Povrch betonu vystavený dlouhodobému působení vody; Většina základů.
XC3	Středně mokré, vlhké.	Beton uvnitř budov se střední nebo velkou vlhkostí vzduchu; Venkovní beton chráněný proti dešti.
XC4	Střídavě mokré a suché	Povrchy betonu ve styku s vodou, které nejsou zahrnuty ve stupni vlivu prostředí XC2
pro beton s nebezpečím koroze vlivem chloridů, ne však z mořské vody		
XD1	Středně mokré, vlhké.	Povrchy betonů vystavené chloridům rozptýleným ve vzduchu.
XD2	Mokré, občas suché.	Plavecké bazény. Beton vystavený působení průmyslových vod obsahujících chloridy.
pro beton vystavený mrazu a rozmrazování, bez chemických rozmrazovacích látek		
XF1	Mírně nasycen vodou bez rozmrazovacích prostředků.	Svislé betonové povrchy vystavené dešti a mrazu.
XF2	Mírně nasycen vodou s rozmrazovacími prostředky	Svislé betonové povrchy silničních konstrukcí vystavené mrazu a rozmrazovacím prostředkům rozptýleným ve vzduchu
XF4	Značně nasycen vodou s rozmrazovacími prostředky nebo mořskou vodou	Vozovky a mostovky vystavené rozmrazovacím prostředkům, betonové povrchy vystavené přímému ostriku, omývaná část staveb v moři vystavená mrazu
pro beton vystaven chemickému působení rostlé země a podzemní vody		
XA1	Slabě agresivní chemické prostředí	Beton vystavený rostlé zemině a podzemní vodě

5

Příklad 3

Pro přípravu betonu podle vynálezu se v průmyslové míchačce 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund) promíchává cihelný, keramický nebo směsný recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu s horní frakcí 20 mm (např. jednofrakční recyklát s frakcí 0 až 20 mm, dvoufrakční recyklát s frakcemi 0 až 8 mm a 8 až 20 mm, nebo třífrakční recyklát s frakcemi 0 až 4 mm, 4 až 8 mm a 8 až 20 mm). Po jeho promíchání se k němu za stálého míchání přidá

- betonový recyklát s horní frakcí 20 mm (např. jednofrakční betonový recyklát s frakcí 0 až 20 mm, dvoufrakční betonový recyklát s frakcemi 0 až 8 mm a 8 až 20 mm, nebo třífrakční betonový recyklát s frakcemi 0 až 4 mm, 4 až 8 mm a 8 až 20 mm) nebo přírodní kamenivo s horní frakcí 20 mm, s výhodou 8 mm, případně drobné kamenivo s horní frakcí 4 mm (to max. do 40 % hmotn. celkového kameniva v betonu) a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Poté se k ní za stálého míchání během 1 až 15 sekund, s výhodou 1 až 9,9 sekund přidá celá dávka mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Po jejím promíchání se k ní za stálého míchání během 1 až 20, s výhodou během 1 až 9,9 sekund přidá celá dávka cementu nebo cementu a jeho substituentu/substituentů, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Následně se tato směs za stálého míchání během 5 až 39,9 sekund zkropí celou dávkou záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) nebo se na ni celá dávka záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) během 5 až 39,9 sekund rozpráší. Po dalších 5 až 160 sekundách promíchávání se připraví čerstvý beton, u kterého je 60 až 100 % hmotn. kameniva tvořeno recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu.

Příklad 4

- Postupem popsaným v příkladu 3 se připravilo 8 vzorků čerstvého betonu podle vynálezu, přičemž složení 1 m³ každého z nich je popsáno v tabulce 6.

Tabulka 6

Vzorek Složka	ERC 2/1	ERC 2/2	ERC 2/3	ERC 2/4	ERC 2/5	ERC 2/6	ERC 2/7	ERC 2/8
Směsný recyklát z inertního stavebního demoličního odpadu, frakce 0 až 20 mm [kg]	1127	0	740	863	0	765	740	975
Cihlový recyklát, frakce 0 až 20 mm [kg]	0	1137	0	0	0	0	0	0
Keramický recyklát, frakce 0 až 20 mm [kg]	0	0	0	0	650	0	0	0
Betonový recyklát, frakce 0 až 20 mm [kg]	0	0	740	863	650	7650	740	975
Přírodní kamenivo, frakce 0 až 4 mm [kg]	420	390	0	0	0	0	0	0
Mikrosilika [kg]	25	15	27	20	5	10	25	10
Substituent mikrosiliky [kg]		10		5	15	0	0	0
Cement [kg]	240	230	220	230	230	190	200	150
Substituent cementu [kg]	0	0	100	80	150	60	190	50
Plastifikační nebo superplastifikační přísada do betonu [kg]	0	0	6,6	6,9	7,6	4,5	4,8	4
Voda [kg]	200	205	230	215	235	175	235	100
Provdzdušňovací přísada do betonu [% hmotn.]	0	0	0	0	0	0	0	0
Objemová hmotnost betonu stáří 7 dní [kg/m³]	1960	1970	2030	2010	1940	1950	2080	2260
Objemová hmotnost betonu stáří 28 dní [kg/m³]	1950	1980	2030	2005	1930	1950	2010	2260

5

Tyto betony se následně podrobily zkouškám popsaným v příkladu 2. Výsledky těchto zkoušek jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7

Vzorek Parametr	ERC 2/1	ERC 2/2	ERC 2/3	ERC 2/4	ERC 2/5	ERC 2/6	ERC 2/7	ERC 2/8
Konzistence čerstvého betonu – sednutí kužele [mm]	35	30	180	200	220	80	220	60
Obsah vzduchu v čerstvém betonu [% obj.]	3,4	3,6	6,0	-	5,5	2,2	6,0	7,5
Pevnost v tlaku [MPa] - po 7 dnech	20,1	24	30,4	19,0	22,1	14,90	22,5	12,0
- po 14 dnech	-	-	-	28,2	31,1	-	31,0	-
- po 28 dnech	32,9	35,7	44,4	36,0	38,7	26,60	38,0	19,5
- po 56 dnech	-	-	-	38,6	39,2	-	38,80	-
- po 90 dnech	-	-	49,8	-	-	-	-	-
Pevnost v tahu ohybem po 28 dnech [MPa]	3,10	2,56	5,6	4,9	4,7	3,20	4,40	-
Pevnost příčným tahu po 28 dnech [MPa]	-	-	-	-	-	-	2,50	-
Hloubka průsaku tlakovou vodou [mm]	40	-	13	10	8	30	18	-
Objemové změny betonu [%]	1,27	-	-	-	-	-	1,29	-
Mrazuvzdornost [-] - 100 cyklů	1,07	1,05	-	-	-	-	0,86	-
- 50 cyklů	-	-	-	-	-	-	1,0	-
Statický modul pružnosti [GPa]	17,5	18,0	25,2	22,3	-	16,0	14,80	-
Alkalicko-křemičitá rozpínatost [%]	-	-	-	-	-	-	0,061	-

5

Kromě toho se u tohoto betonu výpočtem dle EN 196-2 a EN 1744-1 stanovil obsah chloridů, postupem dle vyhlášky č. 307/2002 Sb. Státního úřadu pro jadernou bezpečnost o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů obsah přírodních radionuklidů, a index hmotnostní aktivity, přičemž všechny tyto parametry odpovídají požadavkům těchto předpisů pro použití pro stavby s obytnými nebo pobytovými místnostmi (hmotnostní aktivita $^{226}\text{Ra} \leq 150 \text{ Bq.kg}^{-1}$, index hmotnostní aktivity $I \leq 0,5$). Postupem dle EN 12457 a vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 294/2005 Sb. se

10

určila jeho ekotoxicita jako vyhovující. Kritéria pro určení ekotoxicity jsou uvedena v tabulce 3, příklad 2.

- 5 V tabulce 8 jsou pak uvedeny pevnostní třídy betonu do kterých dané betony díky svým mechanicko-fyzikálním parametrům spadají a klasifikační třídy specifikace využití těchto betonů dle ČSN EN 206 (viz tabulka 5).

Tabulka 8

Vzorek	ERC 2/1	ERC 2/2	ERC 2/3	ERC 2/4	ERC 2/5	ERC 2/6	ERC 2/7	ERC 2/8
Třída pevnosti betonu	C20/25	C25/30	C30/37	C25/30	C25/30	C16/20	C25/30	C12/15
Specifikace použití betonu	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2 XA1	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2 XA1 XF1	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2 XA1	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2 XA1	X0 XC1	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2 XA1 XF1	X0

Příklad 5

Pro přípravu betonu podle vynálezu se v průmyslové míchačce 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund) promíchává recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu s horní frakcí 20 mm (např. jednofrakční recyklát s frakcí 0 až 20 mm, dvoufrakční recyklát s frakcemi 0 až 8 mm a 8 až 20 mm, nebo třífrakční recyklát s frakcemi 0 až 4 mm, 4 až 8 mm a 8 až 20 mm) prvního typu (cihelný, keramický nebo směsný, případně betonový). Po jeho promíchání se k němu za stálého míchání přidá recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu s horní frakcí 20 mm (např. jednofrakční recyklát s frakcí 0 až 20 mm, dvoufrakční recyklát s frakcemi 0 až 8 mm a 8 až 20 mm, nebo třífrakční recyklát s frakcemi 0 až 4 mm, 4 až 8 mm a 8 až 20 mm) druhého typu (cihelný, keramický nebo směsný, případně betonový), přičemž přidávaný recyklát je recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu jiného typu než recyklát, ke kterému se přidává, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Poté se k ní za stálého míchání během 1 až 15 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund přidá celá dávka mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Po jejím promíchání se k ní za stálého míchání během 1 až 20 sekund, s výhodou 1 až 9,9 sekund přidá celá dávka cementu nebo cementu a jeho substituentu/substituentů, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Následně se tato směs za stálého míchání během 5 až 39,9 sekund zkropí celou dávkou záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) nebo se na ni celá dávka záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) během 5 až 39,9 sekund rozpráší. Po dalších 5 až 160 sekundách promíchávání se připraví čerstvý beton, u kterého je 100 % hmotn. kameniva tvořeno recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu.

Příklad 6

Postupem popsáním v příkladu 5 se připravily 3 vzorky čerstvého betonu podle vynálezu, přičemž složení 1 m³ každého z nich je popsáno v tabulce 9.

Tabulka 9

Vzorek Složka	ERC 3/1	ERC 3/2	ERC 3/3
Směsný recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu, frakce 0 až 20 mm [kg]	760	1500	600
Cihlový recyklát, frakce 0 až 20 mm [kg]	760	580	1200
Mikrosilika [kg]	25	0	25
Substituent mikrosiliky [kg]	0	27	0
Cement [kg]	200	200	200
Substituent cementu [kg]	100	0	100
Plastifikační nebo superplastifikační přísada do betonu [kg]	6,0	6,0	6,0
Voda [kg]	247	50	225
Pro vzdušňovací přísada do betonu [% hmotn.]	0	0	0
Objemová hmotnost betonu stáří 7 dnů [kg/m ³]	2040	2340	1980
Objemová hmotnost betonu stáří 28 dnů [kg/m ³]	2020	2350	1980

Tyto betony se následně podrobily zkouškám popsáním v příkladu 2. Výsledky těchto zkoušek jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10

Vzorek Parametr	ERC 3/1	ERC 3/2	ERC 3/3
Konzistence čerstvého betonu – sednutí kužele [mm]	190	20	190
Obsah vzduchu v čerstvém betonu [% obj.]	5,5	-	4,5
Pevnost v tlaku [MPa]			
- po 7 dnech	32,7	16,5	17,1
- po 14 dnech	-	-	25,2
- po 28 dnech	46,5	28,5	30,9
- po 56 dnech	-	-	-
- po 90 dnech	51,7	-	-
Pevnost v tahu ohybem po 28 dnech [MPa]	-	-	-
Pevnost příčném tahu po 28 dnech [MPa]	-	-	-
Hloubka průsaku tlakovou vodou [mm]	8	-	-
Objemové změny betonu [%]	-	-	-
Mrazuvzdornost [-]			
- 100 cyklů	-	-	-
- 50 cyklů	-	-	-
Statický modul pružnosti [GPa]	28	12,5	-
Alkalicko-křemičitá rozpínavost [%]	-	-	-

- 5 Kromě toho se u tohoto betonu výpočtem dle EN 196-2 a EN 1744-1 stanovil obsah chloridů, postupem dle vyhlášky č. 307/2002 Sb. Státního úřadu pro jadernou bezpečnost o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů obsah přírodních radionuklidů, a index hmotnostní aktivity, přičemž všechny tyto parametry odpovídají požadavkům těchto předpisů pro použití pro stavby s obytnými nebo pobytovými místnostmi (hmotnostní aktivita $^{226}\text{Ra} \leq 150 \text{ Bq.kg}^{-1}$, index hmotnostní aktivity $I \leq 0,5$). Postupem dle EN 12457 a vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 294/2005 Sb. se
- 10 určila jeho ekotoxicita jako vyhovující. Kritéria pro určení ekotoxicity jsou uvedena v tabulce 3, příklad 2.

- V tabulce 11 jsou pak uvedeny pevnostní třídy betonu do kterých dané betony díky svým
- 15 mechanicko-fyzikálním parametrům spadají a klasifikační třídy specifikace využití těchto betonů dle ČSN EN 206 (viz tabulka 5).

Tabulka 11

Vzorek	ERC 3/1	ERC 3/2	ERC 3/3
Třída pevnosti betonu	C30/37	C16/20	C20/25
Specifikace použití betonu	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2 XA1	X0 XC1	X0 XC1 XC2

5 Příklad 7

Pro přípravu betonu podle vynálezu se v průmyslové míchačce 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund) promíchává recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu s horní frakcí 20 mm (např. jednofrakční recyklát s frakcí 0 až 20 mm, dvoufrakční recyklát s frakcemi 0 až 8 mm a 8 až 20 mm, nebo třífrakční recyklát s frakcemi 0 až 4 mm, 4 až 8 mm a 8 až 20 mm) prvního typu (cihelný, keramický nebo směsný, případně betonový). Po jeho promíchání se k němu za stálého míchání přidá recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu s horní frakcí 20 mm (např. jednofrakční recyklát s frakcí 0 až 20 mm, dvoufrakční recyklát s frakcemi 0 až 8 mm a 8 až 20 mm, nebo třífrakční recyklát s frakcemi 0 až 4 mm, 4 až 8 mm a 8 až 20 mm) druhého typu (cihelný, keramický nebo směsný, případně betonový), přičemž přidávaný recyklát je recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu jiného typu než recyklát, ke kterému se přidává, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Po jejím promíchání se k němu za stálého míchání přidá recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu s horní frakcí 20 mm (např. jednofrakční recyklát s frakcí 0 až 20 mm, dvoufrakční recyklát s frakcemi 0 až 8 mm a 8 až 20 mm, nebo třífrakční recyklát s frakcemi 0 až 4 mm, 4 až 8 mm a 8 až 20 mm) nebo přírodní kamenivo s horní frakcí 20 mm, s výhodou 8 mm, případně drobné kamenivo s horní frakcí 4 mm (to max. do 40 % hmotn. celkového kameniva v betonu) a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Poté se k ní za stálého míchání během 1 až 15 sekund, s výhodou 1 až 9,9 sekund přidá celá dávka mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Po jejím promíchání se k ní za stálého míchání během 1 až 20 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund, přidá celá dávka cementu nebo cementu a jeho substituentu/substituentů, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Následně se tato směs za stálého míchání během 5 až 39,9 sekund zkontroluje celou dávkou záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) nebo se na ni celá dávka záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) během 5 až 39,9 sekund rozpráší. Po dalších 5 až 160 sekundách promíchávání se připraví čerstvý beton, u kterého je alespoň 60 % hmotn. kameniva tvořeno recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu.

35 Příklad 8

Postupem popsaným v příkladu 7 se připravily 3 vzorky čerstvého betonu podle vynálezu, přičemž složení 1 m³ každého z nich je popsáno v tabulce 12.

Tabulka 12

Vzorek Složka	ERC 4/1	ERC 4/2	ERC 4/3
Směsný recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu, frakce 0 až 20 mm [kg]	500	0	420
Cihlový recyklát, frakce 0 až 20 mm [kg]	500	900	500
Keramický recyklát, frakce 0 až 20 mm [kg]	0	500	0
Betonový recyklát, frakce 0 až 20 mm [kg]	700	300	500
Přírodní kamenivo, frakce 0 až 4 mm [kg]	0	0	0
Mikrosilika [kg]	15	25	20
Substituent mikrosiliky [kg]	10	0	0
Cement [kg]	230	300	180
Substituent cementu [kg]	90	0	180
Plastifikační nebo superplastifikační přísada do betonu [kg]	6,9	7,5	5,4
Voda [kg]	230	190	200
Provzdušňovací přísada do betonu [% hmotn.]	0	0	0
Objemová hmotnost betonu stárí 7 dnů [kg/m ³]	2020	2000	1970
Objemová hmotnost betonu stárí 28 dnů [kg/m ³]	2025	2000	1960

- 5 Tyto betony se následně podrobily zkouškám popsaným v příkladu 2. Výsledky těchto zkoušek jsou uvedeny v tabulce 13.

Tabulka 13

Vzorek Parametr	ERC 4/1	ERC 4/2	ERC 4/3
Konzistence čerstvého betonu – sednutí kužele [mm]	190	200	140
Obsah vzduchu v čerstvém betonu [% obj.]	6,5	4,5	-
Pevnost v tlaku [MPa]			
- po 7 dnech	22,4	29,1	17,7
- po 14 dnech	31,2	36,9	28,2
- po 28 dnech	40,2	37,3	31,3
- po 56 dnech	-	-	-
- po 90 dnech	-	-	-
Pevnost v tahu ohybem po 28 dnech [MPa]	3,8	3,5	-
Pevnost příčném tahu po 28 dnech [MPa]	-	-	-
Hloubka průsaku tlakovou vodou [mm]	15	20	-
Objemové změny betonu [‰]	-	-	-
Mrazuvzdornost [-]			
- 100 cyklů	-	-	-

- 50 cyklů	0,85	-	-
Statický modul pružnosti [GPa]	21,5	20,8	17,7
Alkalicko-křemičitá rozpínavost [%]	-	-	-

Kromě toho se u tohoto betonu výpočtem dle EN 196-2 a EN 1744-1 stanovil obsah chloridů, postupem dle vyhlášky č. 307/2002 Sb. Státního úřadu pro jadernou bezpečnost o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů obsah přírodních radionuklidů, a index hmotnostní aktivity, přičemž všechny tyto parametry odpovídají požadavkům těchto předpisů pro použití pro stavby s obytnými nebo pobytovými místnostmi (hmotnostní aktivita $^{226}\text{Ra} \leq 150 \text{ Bq.kg}^{-1}$, index hmotnostní aktivity $I \leq 0,5$). Postupem dle EN 12457 a vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 294/2005 Sb. se určila jeho ekotoxicita jako vyhovující. Kritéria pro určení ekotoxicity jsou uvedena v tabulce 3, příklad 2.

V tabulce 14 jsou pak uvedeny pevnostní třídy betonu do kterých dané betony díky svým mechanicko-fyzikálním parametrům spadají a klasifikační třídy specifikace využití těchto betonů dle ČSN EN 206 (viz tabulka 5).

Tabulka 14

Vzorek	ERC 4/1	ERC 4/2	ERC 4/3
Třída pevnosti betonu	C25/30	C25/30	C20/25
Specifikace použití betonu	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2 XA1	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2 XA1	X0 XC1 XC2

Příklad 9

Pro přípravu betonu podle vynálezu se v průmyslové míchačce 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund) promíchává betonový recyklát s horní frakcí 20 mm (např. jednofrakční recyklát s frakcí 0 až 20 mm, dvoufrakční recyklát s frakcemi 0 až 8 mm a 8 až 20 mm, nebo třífrakční recyklát s frakcemi 0 až 4 mm, 4 až 8 mm a 8 až 20 mm). Po jeho promíchání se k němu za stálého míchání přidá přírodní kamenivo s horní frakcí 20 mm (max. do 40 % hmotn. celkového kameniva v betonu) a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund). Poté se k ní za stálého míchání během 1 až 15 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund, přidá celá dávka mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Po jejím promíchání se k ní za stálého míchání během 1 až 20 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund, přidá celá dávka cementu nebo cementu a jeho substituentu/substituentů a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Následně se za stálého míchání během 5 až 39,9 sekund zkontroluje celou dávkou záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) nebo se na ni celá dávka záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) během 5 až 39,9 sekund rozpráší. Po dalších 5 až 160 sekundách promíchávání se připraví čerstvý beton, u kterého je alespoň 60 % hmotn. kameniva tvořeno recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu.

Příklad 10

- Postupem popsaným v příkladu 9 se připravilo 5 vzorků čerstvého betonu podle vynálezu, přičemž složení 1 m³ každého z nich je popsáno v tabulce 15.

Tabulka 15

Vzorek Složka	ERC 5/1	ERC 5/2	ERC 5/3	ERC 5/4	ERC 5/5
Betonový recyklát, frakce 0 až 20 mm [kg]	1210	1600	1680	800	1200
Přírodní kamenivo, frakce 0 až 4 mm [kg]	450	300	450	800	520
Mikrosilika [kg]	10	20	10	25	20
Substituent mikrosiliky [kg]	10	0	10	0	0
Cement [kg]	220	200	150	190	190
Substituent cementu GGBS, FA, GCC, Filler [kg]	0	50	0	0	20
Plastifikační nebo superplastifikační přísada do betonu [kg]	0	5	3	1	0
Voda [kg]	220	150	100	175	190
Provzdušňovací přísada do betonu [% hmotn.]	0	0	0	0	0
Objemová hmotnost betonu stárí 7 dnů [kg/m ³]	2130	2325	2410	2030	2130
Objemová hmotnost betonu stárí 28 dnů [kg/m ³]	2080	2290	2390	2030	2080

- Tyto betony se následně podrobily zkouškám popsaným v příkladu 2. Výsledky těchto zkoušek jsou uvedeny v tabulce 16.

Tabulka 16

Vzorek Parametr	ERC 5/1	ERC 5/2	ERC 5/3	ERC 5/4	ERC 5/5
Konzistence čerstvého betonu – sednutí kužele [mm]	120	80	10	70	140
Obsah vzduchu v čerstvém betonu [% obj.]	2,4	4,5	-	3,0	2,5
Pevnost v tlaku [MPa] - po 7 dnech	20,1	19,8	19,0	9,6	14,2
- po 14 dnech	-	-	-	-	-
- po 28 dnech	28,5	32,5	23,2	20,1	28,2
- po 56 dnech	-	-	-	-	-
- po 90 dnech	-	-	-	-	-

Pevnost v tahu ohybem po 28 dnech [MPa]	2,5	3,2	-	2,2	1,9
Pevnost příčném tahu po 28 dnech [MPa]	-	-	-	-	-
Hloubka průsaku tlakovou vodou [mm]	-	-	-	45	32
Objemové změny betonu [%]	1,15	-	-	1,24	1,20
Mrazuvzdornost [-] - 100 cyklů	-	-	-	0,9	0,9
- 50 cyklů	0,85	-	-	-	-
Statický modul pružnosti [GPa]	14,5	14,8	-	15,5	19,5
Alkalicko-křemičitá rozpínavost [%]	-	-	-	-	-

Kromě toho se u tohoto betonu výpočtem dle EN 196-2 a EN 1744-1 stanovil obsah chloridů, postupem dle vyhlášky č. 307/2002 Sb. Státního úřadu pro jadernou bezpečnost o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů obsah přírodních radionuklidů, a index hmotnostní aktivity, přičemž všechny tyto parametry odpovídají požadavkům těchto předpisů pro použití pro stavby s obytnými nebo pobytovými místnostmi (hmotnostní aktivita $^{226}\text{Ra} \leq 150 \text{ Bq.kg}^{-1}$, index hmotnostní aktivity $I \leq 0,5$). Postupem dle EN 12457 a vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 294/2005 Sb. se určila jeho ekotoxicita jako vyhovující. Kritéria pro určení ekotoxicity jsou uvedena v tabulce 3, příklad 2.

V tabulce 17 jsou pak uvedeny pevnostní třídy betonu do kterých dané betony díky svým mechanicko-fyzikálním parametrům spadají a klasifikační třídy specifikace využití těchto betonů dle ČSN EN 206 (viz tabulka 5).

Tabulka 17

Vzorek	ERC 5/1	ERC 5/2	ERC 5/3	ERC 5/4	ERC 5/5
Třída pevnosti betonu	C16/20	C20/25	C12/15	C12/15	C16/20
Specifikace použití betonu	X0 XC1	X0 XC1 XC2 XC3 XC4 XD1 XD2	X0	X0	X0 XC1

V dalších variantách je možné v rámci kameniva analogicky kombinovat cihelný nebo keramický nebo směsný recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu s betonovým recyklátem a s až 40 % hmotn. přírodního kameniva. Přitom se do míchačky s výhodou nejprve dává cihelný nebo keramický nebo směsný recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu, poté betonový recyklát a poté přírodní kamenivo. Cihelný, keramický nebo směsný recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu mají podobné vlastnosti a chování a díky tomu možné je navzájem zaměňovat nebo míchat.

Kromě výše popsaných variant provedení, u kterých se mikrosilika a/nebo její substituent/substituenty přidává do míchačky až po poslední složce kameniva, je možné v dalších

variantách celkovou dávkou mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů i celkovou dávkou kameniva rozdělit na dvě nebo více menších částí (stejných nebo různých), a jednotlivé části dávky mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů postupně přidávat po přidání jednotlivých částí celkové dávky kameniva, resp. recyklátu ze stavebně demoličního odpadu různých typů a/nebo frakcí, nebo alespoň některé části dávky mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů přidávat současně s některými částmi celkové dávky kameniva nebo recyklátu – viz příklady 11 a 12 níže.

Příklad 11

Pro přípravu betonu podle vynálezu se v průmyslové míchačce 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund) promíchává první část celkové dávky kameniva tvořená recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu, poté se k němu během 1 až 15 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund, přidá první část celkové dávky mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů, a takto vytvořená směs se promíchává 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund). Poté se k ní za stálého míchání přidá zbývající část kameniva tvořená recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu nebo přírodním kamenivem a takto vytvořená směs se promíchává 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund) a poté se k ní během 1 až 15 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund, přidá druhá část dávky mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů. Celková dávka kameniva je 1000 až 2300 kg/m³ čerstvého betonu a celková dávka mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů je 10 až 27,9 kg/m³ čerstvého betonu. Takto vytvořená směs se dále promíchává 5 až 39,9 sekund. Po jejím promíchání se k ní za stálého míchání během 1 až 20 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund, přidá celá dávka cementu nebo cementu a jeho substituentu/substituentů a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Následně se za stálého míchání během 5 až 39,9 sekund zkontroluje celou dávkou záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) nebo se na ni celá dávka záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) během 5 až 39,9 sekund rozpraší. Po dalších 5 až 160 sekundách promíchávání se připraví čerstvý beton, u kterého je až 100 % hmotn. kameniva tvořeno recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu.

Obě části celkové dávky kameniva mohou být tvořeny stejným typem a recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu, nebo se mohou navzájem lišit frakcí a/nebo typem recyklátu.

Příklad 12

Pro přípravu betonu podle vynálezu se v průmyslové míchačce 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund) promíchává první část celkové dávky kameniva tvořená recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu, poté se k němu během 1 až 15 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund přidá první část celkové dávky mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů, a takto vytvořená směs se promíchává 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund). Poté se k ní za stálého míchání přidá druhá část celkové dávky kameniva tvořená recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu nebo přírodním kamenivem a takto vytvořená směs se promíchává 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund) a poté se k ní během 1 až 15 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund, přidá druhá část dávky mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů, a takto vytvořená směs se promíchává 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund). Poté se k ní za stálého míchání přidá třetí část kameniva tvořená recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu nebo přírodním kamenivem a takto vytvořená směs se promíchává 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund) a poté se k ní během 1 až 15 sekund, s výhodou během 1 až 9,9 sekund, přidá třetí část dávky mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů, a takto vytvořená směs se promíchává 5 až 39,9 sekund (s výhodou 5 až 19,9 sekund). Celková dávka kameniva je 1000 až 2300 kg/m³ čerstvého betonu a celková dávka mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů je 10 až 27,9 kg/m³ čerstvého betonu. Takto vytvořená směs se dále promíchává 5 až 39,9 sekund. Po jejím promíchání se k ní za stálého míchání během 1 až 20, s výhodou během 1 až 9,9, sekund přidá celá dávka cementu nebo cementu a jeho substituentu/substituentů a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund. Následně

- se za stálého míchání během 5 až 39,9 sekund zkontroluje celou dávkou záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) nebo se na ni celá dávka záměsové vody (která v případě potřeby obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu) během 5 až 39,9 sekund rozpráší. Po dalších 5 až 160 sekundách promíchávání se připraví čerstvý beton, u kterého je až 100 % hmotn. kameniva tvořeno recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu.

Různé části celkové dávky kameniva mohou být tvořeny stejným typem recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu, nebo se mohou navzájem lišit frakcí a/nebo typem recyklátu.

- Ve všech výše uvedených případech je možné nahradit až 40 % hmotn., s výhodou do 20 % hmotn. nebo do 15 % hmotn. celkového kameniva v betonu umělým kamenivem (jako je např. agloporit, keramzit, expandit, expandovaný perlit, pod.) a/nebo škvárou a/nebo struskou a/nebo polystyrenem a/nebo alespoň jedním organickým plnivem (jako jsou např. dřevěné piliny, hobliny, rýžové plevy, pazdeří apod.) a/nebo jinou složkou pro zlepšení tepelných a/nebo zvukových a/nebo protipožárních vlastností zatvrdlého betonu. Tento materiál se s výhodou přidává před přidáním mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů. Recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu přitom ve všech případech tvoří minimálně 30 % hmotn. celkového kameniva v betonu.

- V případě potřeby lze do kteréhokoli z výše popsaných betonů doplnit výztužná vlákna alespoň jednoho typu, která ztužují strukturu betonu a tím vylepšují některé jeho vlastnosti, např. pevnost v tahu a pevnost v tahu za ohybu. Vhodnými výztužnými vlákny jsou např. polypropylénová (PP) vlákna, polyvinylalkoholová (PVA) vlákna, směs polypropylenových a polyetylenových vláken (PLV), celulózová vlákna, ocelová vlákna, skleněná vlákna, karbonová vlákna, kevlarová vlákna apod. Tato vlákna se do betonové směsi přidávají s výhodou po přidání mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů a po promíchání vytvořené směsi. Množství výztužných vláken je 0,6 až 1,2 kg/m³ čerstvého betonu, u ocelových a podobných vláken pak až 25 kg/m³ čerstvého betonu. Výztužná vlákna se do betonové směsi přidávají za stálého míchání během 5 až 30 sekund, což zaručuje jejich rovnoměrné rozptýlení v ní.

- Při použití všech složek kameniva s horní frakcí 8 mm se stejnými postupy připraví čerstvý beton s jemnější texturou, někdy označovaný jako cementová nebo betonová malta.

- Frakce kameniva 0 až 20 mm popisovaná ve výše uvedených příkladech není pro uskutečnění vynálezu limitující, neboť jak přírodní kamenivo, tak recyklát z inertního stavebně demoličního odpadu může mít horní hranici frakce vyšší.

Ve všech variantách se navíc jedná o betony, které jsou 100% recyklovatelné stejným způsobem, kterým byly vytvořeny.

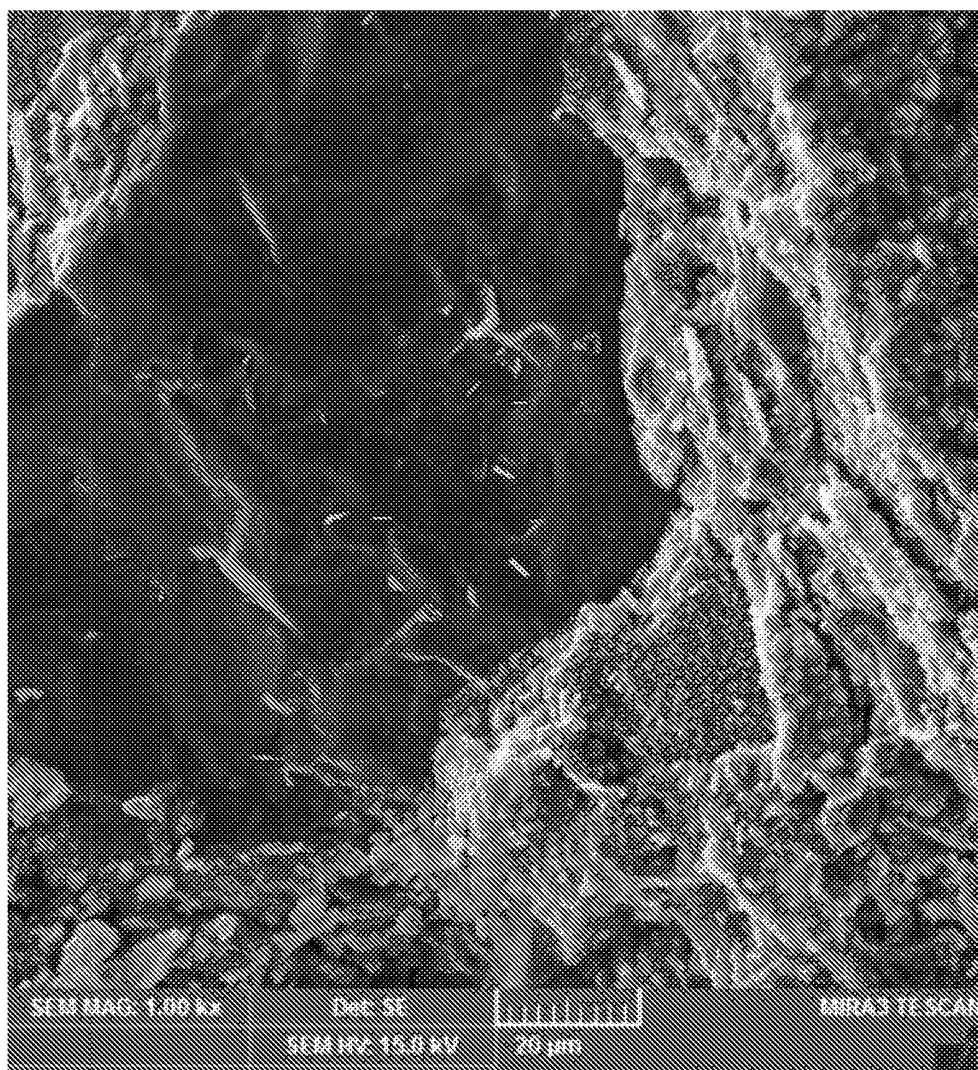
- Všechny betony podle vynálezu jsou určeny pro ruční i strojní zpracování (vč. torkretáže) a jsou vhodné pro běžné betonové konstrukce z prostého i železového betonu. Kromě čerstvého betonu (transportbetonu) pro stavby rodinných domů, hotelů, rezidenčních objektů, kancelářských budov, průmyslových objektů, výrobních hal, účelových zařízení, zdravotnických zařízení apod., případně jejich částí jako např. pilířů, podlah, kratších překladů (cca do 6 m), základových desek nebo patek, podkladního betonu, apod., je lze použít i pro výrobu betonových výrobků a prefabrikátů – např. betonových tvárníků a cihel, dlažebních kostek, desek, bloků, obrubníků, různých prvků zahradní architektury, stropních nosníků a vložek, atd.

PATENTOVÉ NÁROKY

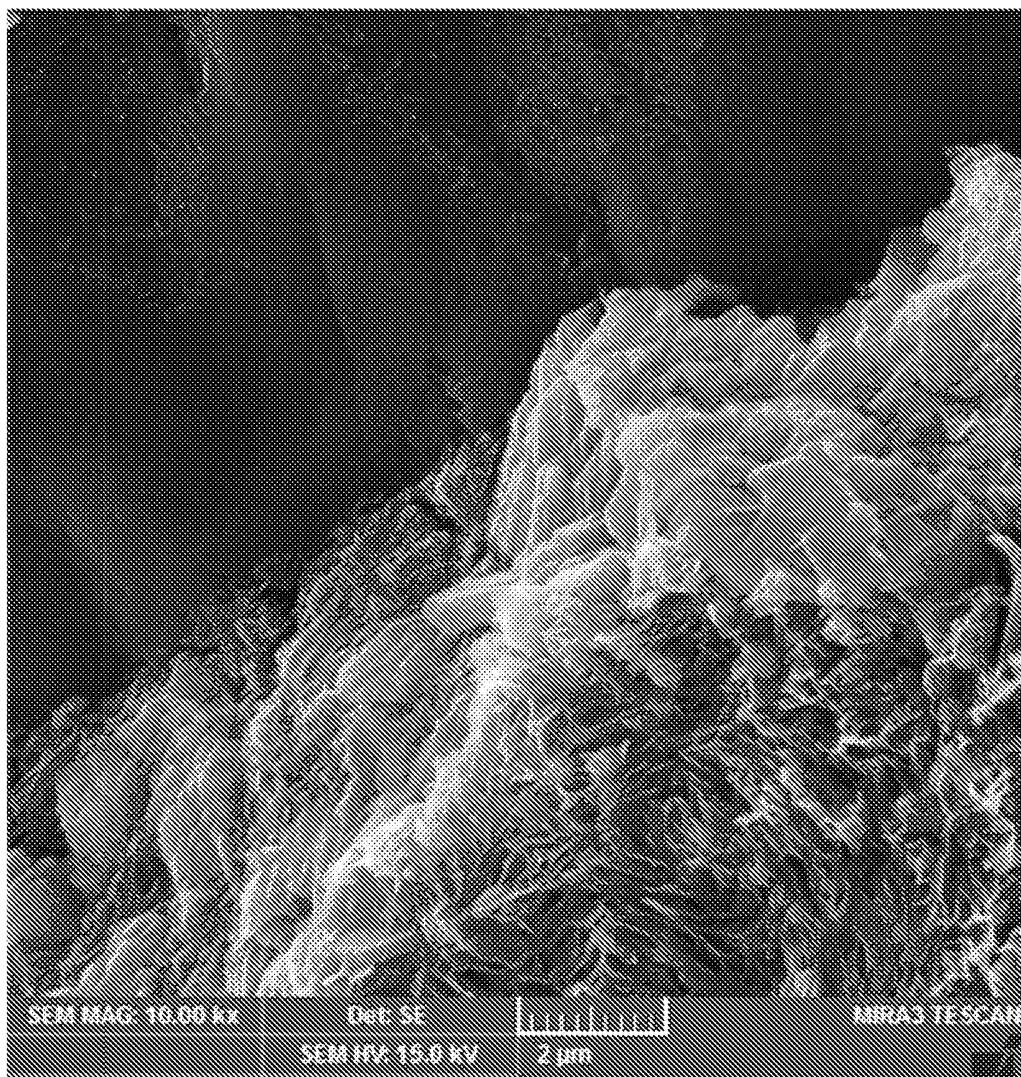
1. Způsob pro přípravu 1 m³ čerstvého betonu s využitím recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu, **vyznačující se tím**, že v průmyslové míchačce se 5 až 39,9 sekund promíchává 1000 až 2300 kg kameniva, které je ze 30 % hmotn. až 100 % hmotn. tvořené recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu s 10 až 27,9 kg mikrosiliky nebo jejího substituentu/substituentů nebo směsi mikrosiliky a alespoň jednoho jejího substituentu, přičemž při tření zrn kameniva dochází k intenzivnímu odírání zrn recyklátu z inertního stavebně demoličního odpadu a v důsledku toho ke zvětšení měrného povrchu tohoto recyklátu a k vytvoření jemného pucolánového prachu, přičemž mikrosilika a/nebo její substituent/substituenty obaluje/obalují společně s pucolánovým prachem částice kameniva a vyplňují póry v nich, a po jejich promíchání se k takto vytvořené směsi za stálého míchání během 1 až 20 sekund přidá 135 až 400 kg cementu, nebo se do ní za stálého míchání během 1 až 20 sekund přidá postupně v libovolném pořadí nebo současně cement a alespoň jeden jeho substituent v celkovém množství 135 až 600 kg, a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund, načež se za stálého míchání 5 až 39,9 sekund skrápí 50 až 300 kg záměsové vody, nebo se na ni během 5 až 39,9 sekund toto množství záměsové vody rozpráší, přičemž dochází k postupnému zvlhčování povrchu cementu a případně i jeho substituentu/substituentů a k postupnému nalepování vytvářeného tmelu na částice kameniva již obalené směsí mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů a pucolánového prachu, a po dalších 5 až 160 sekundách promíchávání se připraví čerstvý beton.
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že v průmyslové míchačce se nejprve 5 až 39,9 sekund promíchává kamenivo a po jeho promíchání se k němu během 1 až 15 sekund přidá celá dávka mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů a takto vytvořená směs se promíchává dalších 5 až 39,9 sekund.
3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že cement nebo cement a jeho substituent/substituenty se k vytvořené směsi přidají během 1 až 9,9 sekund.
4. Způsob podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že mikrosilika a/nebo její substituent/substituenty se ke kamenivu přidají během 1 až 9,9 sekund.
5. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že kamenivo má horní frakci 20 mm.
6. Způsob podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že kamenivo je dvoufrakční s frakcemi 0 až 8 mm a 8 až 20 mm.
7. Způsob podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že kamenivo je třífrakční s frakcemi 0 až 4 mm, 4 mm až 8 mm, a 8 až 20 mm.
8. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu je cihelný recyklát, který je zcela nebo alespoň z nadpoloviční většiny tvořený cihelnou drtí, nebo keramický recyklát, který je zcela nebo alespoň z nadpoloviční většiny tvořený keramickou drtí z keramických stavebních a zařizovacích předmětů, nebo betonový recyklát, který je zcela nebo alespoň z nadpoloviční většiny tvořený drtí z betonu nebo jiného stavebního materiálu obsahujícího cement, nebo směsný recyklát, který je tvořený drtí ze směsného stavebně demoličního odpadu.
9. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že substituentem mikrosiliky je metakaolín nebo lupek s obsahem oxidu křemičitého alespoň 45 % hmotn.
10. Způsob podle libovolného z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že až 40 % hmotn. celkového kameniva je tvořeno přírodním kamenivem.

11. Způsob podle nároku 1 až 7 nebo 10, **vyznačující se tím**, že až 40 % hmotn. celkového kameniva je tvořeno lehkým umělým kamenivem a/nebo škvárou a/nebo struskou a/nebo polystyrenem a/nebo alespoň jedním organickým plnivem a/nebo jinou složkou pro zlepšení tepelných a/nebo zvukových a/nebo protipožárních vlastností zatvrdlého betonu.
12. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že do vytvářené směsi se společně se záměsovou vodou nebo po ní přidá alespoň jedna přísada do betonu, přičemž celkové množství všech přidaných přísad do betonu je do 10 % hmotn. dávky cementu nebo dávky cementu a jeho substituentu/substituentů.
13. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že mikrosilika je zhutněná.
14. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že po přidání mikrosiliky a/nebo jejího substituentu/substituentů a po promíchání vytvořené směsi se do této směsi za stálého míchání během 5 až 30 sekund přidají výstužná vlákna alespoň jednoho druhu, přičemž celkové množství všech výstužných vláken je 0,6 až 25 kg/m³ čerstvého betonu.
15. Čerstvý beton připravený způsobem podle nároku 1 až 14, **vyznačující se tím**, že v 1 m³ obsahuje 50 až 300 kg vody, 135 až 400 kg cementu nebo 135 až 600 kg směsi cementu a alespoň jednoho jeho substituentu, 10 až 27,9 kg mikrosiliky, alespoň jednoho jejího substituentu nebo směsi mikrosiliky a alespoň jednoho jejího substituentu a 1000 až 2300 kg kameniva, přičemž 30 až 40 % hmotn. kameniva je tvořeno recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu, 0 až 40 % hmotn. kameniva je tvořeno přírodním kamenivem a 0 až 40 % hmotn. kameniva je tvořeno lehkým umělým kamenivem a/nebo škvárou a/nebo struskou a/nebo polystyrenem a/nebo alespoň jedním organickým plnivem a/nebo jinou složkou pro zlepšení tepelných a/nebo zvukových a/nebo protipožárních vlastností zatvrdlého betonu, přičemž zrna kameniva jsou obalena a jejich póry jsou vyplněny směsí mikrosiliky a/nebo alespoň jednoho jejího substituentu a pucolánového prachu, a cementový tmel je nalepený na částicích kameniva již obalovaných směsí mikrosiliky a/nebo alespoň jednoho jejího substituentu a pucolánového prachu.
16. Čerstvý beton podle nároku 15, **vyznačující se tím**, že 70 až 100 % hmotn. kameniva je tvořeno recyklátem z inertního stavebně demoličního odpadu.
17. Čerstvý beton podle nároku 15 nebo 16, **vyznačující se tím**, že až 40 % hmotn. celkového kameniva je tvořeno lehkým umělým kamenivem a/nebo škvárou a/nebo struskou a/nebo polystyrenem a/nebo alespoň jedním organickým plnivem a/nebo jinou složkou pro zlepšení tepelných a/nebo zvukových a/nebo protipožárních vlastností zatvrdlého betonu.
18. Čerstvý beton podle nároku 15, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje alespoň jednu přísadu do betonu, přičemž celkové množství všech přidaných přísad do betonu je do 10 % hmotn. dávky cementu nebo dávky cementu a jeho substituentu/substituentů.
19. Čerstvý beton podle nároku 15, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje výstužná vlákna v množství 0,6 až 25 kg/m³ čerstvého betonu.

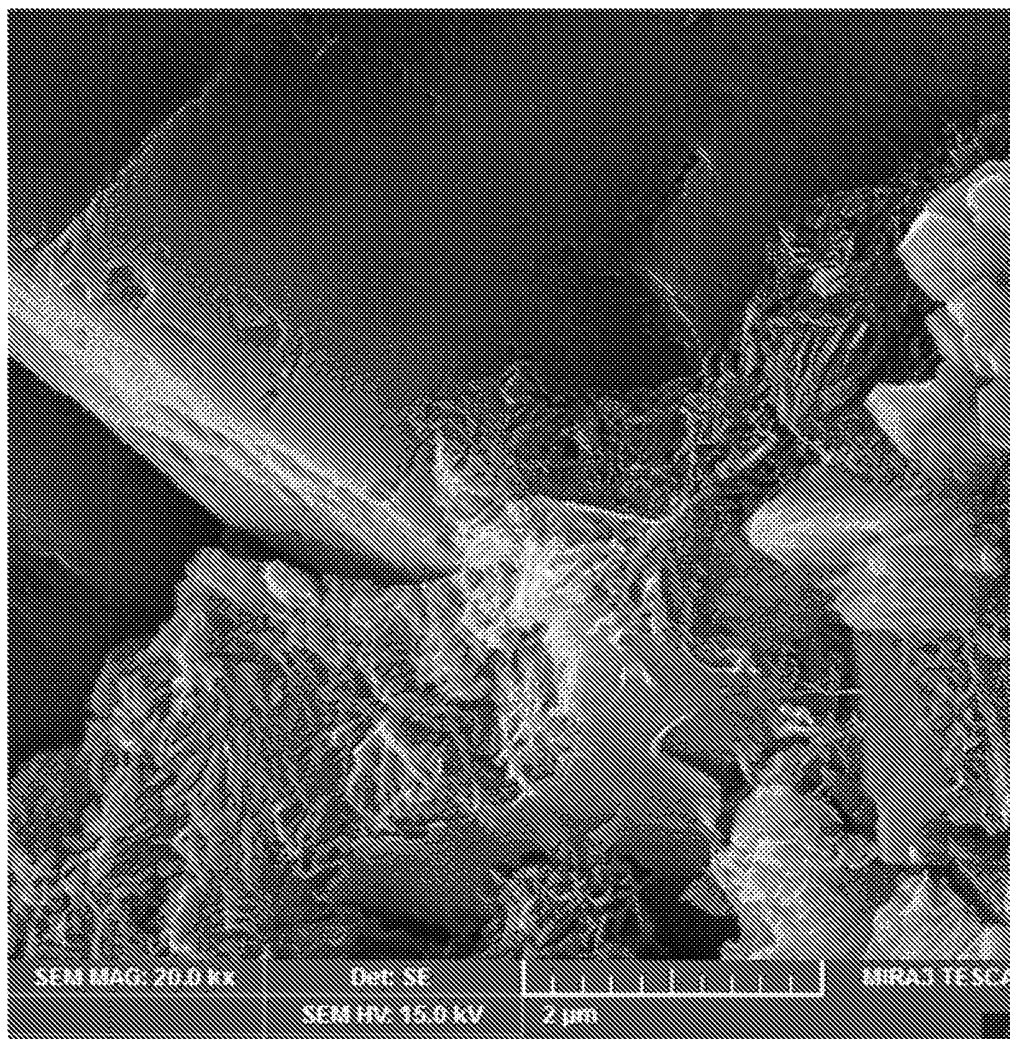
3 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3