

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

309 492

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.:

C04B 18/16 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2021-595
(22) Přihlášeno: 23.12.2021
(40) Zveřejněno: 22.02.2023
(Věstník č. 8/2023)
(47) Uděleno: 16.01.2023
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 22.02.2023
(Věstník č. 8/2023)

(56) Relevantní dokumenty:
CZ 2007-206 A3; CZ 2009-799 A3.

(73) Majitel patentu:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
(72) Původce:
doc. Ing. Jan Vodička, CSc., Praha 6, Dejvice, CZ
Ing. Luboš Musil, Sedlec-Prčice, Prčice, CZ
Ing. Hana Hanzlová, CSc., Praha 6, Řepy, CZ
(74) Zástupce:
Ing. Lenka Bobková, patentový zástupce, Kosmická
755/37, 149 00 Praha 4

(54) Název vynálezu:
**Opakovatelně recyklovatelný mezerovitý
vláknobetonový kompozit z odpadních
materiálů ze stavební výroby**

(57) Anotace:
Opakovatelně recyklovatelný mezerovitý vláknobetonový kompozit z odpadních materiálů ze stavební výroby spočívá v tom, že vykazuje mezerovitost od 27 do 45 %, v závislosti na křivce zrnitosti a velikosti maximálního zrna $D_{i,max}$, a obsahuje vždy jednu vybranou frakci recyklovaného betonového kameniva z konstrukčního betonu široké čáry zrnitosti omezené pouze $D_{i,max}$, z deponií tříděných podle velikosti maximálního zrna $D_{i,max}$: 8, 16, 22, 24, 32 mm, jehož zrna jsou obalena minimálním množstvím cementového tmelu; a dále rovnoměrně rozptýlená syntetická mechanicky kotvená vlákna mezi zrna recyklovaného kameniva délky alespoň $3 D_{i,max}$ v objemu 0,2 až 3 % obj. vztaženo na celkový objem vyráběného kompozita; a vodu potřebnou pro úpravu konzistence směsi kompozita pro zpracování péčováním, válcováním, lisováním. Je rovněž popsán způsob výroby tohoto opakovatelně recyklovatelného mezerovitého vláknobetonového kompozitu.

Opakovatelně recyklovatelný mezerovitý vláknobetonový kompozit z odpadních materiálů ze stavební výroby

5 Oblast techniky

- Vynález se týká výroby recyklovatelného mezerovitého vláknobetonového kompozitu s využitím recyklovaných materiálů ve stavební praxi při minimálním použití pojivé složky cementového tmelu. Základními charakteristikami recyklovatelného mezerovitého vláknobetonového kompozitu je pevnost v tahu i po vzniku trhlin a opětovná recyklovatelnost.

Dosavadní stav techniky

- 15 Velké nároky na bytovou výstavbu a objekty občanské vybavenosti u nás na přelomu století současně vyžadují i nároky na materiály pro novou bytovou výstavbu, objekty stavební a průmyslové výroby. Současně to vyžaduje nároky na likvidaci dosloužilých staveb objektů a volné stavební pozemky.
- 20 Na řešení této skutečnosti lze uplatnit technologii recyklace demolic staveb nebo i cestu demontáží panelové výstavby podobně jak se děje například v dřívější NDR a likvidaci provádět cestou prodejem celých panelů pro novou výstavbu bytů. V České republice je recyklace demolic staveb velmi rozšířena, existuje velký počet recyklačních středisek vybavených potřebným strojním
- 25 zařízením a zkušeností získaných recyklací nejrozličnějších stavebních materiálů, které se v demolicích vyskytují i nevyužitých materiálů z průmyslové výroby. V případě demolic staveb je u nás preferována cesta recyklace stavebních materiálů a jejich možné opětovné využití v nové výstavbě. Přesto se velmi často stává, že dochází k nadprodukcí stavebních materiálů v recyklačních střediscích a také k jejich skladování, velmi často i na černých skládkách.
- 30 Dosavadní využití produktů recyklace, především u betonového recyklátu, kde beton je nejrozšířenějším stavebním materiálem, se betonový recyklát využívá k zásypům výkopů vedení inženýrských sítí, kaveren a důlních prostor a úpravám povrchových ploch, cest, stavenišť.

- 35 Značný rozvoj stavební výroby a stavebních objektů na přelomu století vedl a vede k nadprodukcí stavebních materiálů získaných z demolic a také nevyužitých materiálů ze stavební výroby k nadprodukcí v recyklačních střediscích. Je na celé společnosti zabývat se jeho opětovným a smysluplným využitím ve stavební praxi. V případě využití demolic staveb a technologii recyklace je třeba v první řadě řešit řádné třídění. Prvořadým úkolem společnosti je zabývat se řádným tříděním betonového recyklátu podle původu, jakosti, stavu jeho případné kontaminace a zrnitosti
- 40 ve vytvořených deponiích v recyklačních střediscích.

- Úkolem celé této společnosti je také zabývat se tímto stavem vzhledem k životnímu prostředí a recyklovaný materiál upravit pro využití v praxi. A ne hledání míst ke skládce, případně řešením černých skládek jejich likvidací.

- 45 Způsob náhrady přírodního kameniva betonovým recyklátem při výrobě konstrukčních betonů se ukazuje jako velmi náročný v úpravě betonových recyklátů, vzhledem ke zdrojům a výrobě betonového recyklátu, původu a vlastnostem vstupního materiálu z demolic staveb, jeho kontaminaci, zrnitosti přesto, že finální úprava drcení je shodná s přípravou přírodního kameniva.
- 50 Velmi náročný se ukazuje klasifikovat betonový recyklát ve všech zkouškách, které by ve výsledcích odpovídaly zkouškám přírodního kameniva, kterými se prokazuje vhodnost přírodního kameniva do betonu.

- Ukazuje se, že je potřeba samostatně z betonových recyklátů vyrábět cementové kompozity a přispět tak k novému smysluplnému využití tohoto produktu recyklace, což je dále předmětem

vynálezu.

Podstata vynálezu

5

Podstatou vynálezu je opakovatelně recyklovatelný mezerovitý vláknobetonový kompozit z odpadních materiálů ze stavební výroby, který vykazuje mezerovitost od 27 do 45 %, v závislosti na křivce zrnitosti a velikosti maximálního zrna $D_{i,max}$. Obsahuje vždy jednu vybranou frakci recyklovaného betonového kameniva z konstrukčního betonu široké čáry zrnitosti omezené pouze 10 $D_{i,max}$, z deponií tříděných podle velikosti maximálního zrna $D_{i,max}$: 8, 16, 22, 24, 32 mm, jehož zrna jsou obalena minimálním množstvím cementového tmelu, vypočítaným podle povrchu zrn, stanoveném na základě křivky zrnitosti podle vzorce

$$A_{t,k} = k * \frac{\rho_{t,k}}{\rho_{v,k}} * \sum \frac{p_i}{d}$$

15

kde:

k je konstanta závislá na tvaru kameniva, přičemž hodnota 6 je uvažována pro tvar blízký kulovému tvaru zrn, a hodnota 10 až 12 pro přírodní drcené kamenivo,

20

$\rho_{t,k}$ je sypaná hmotnost zhutněné směsi kameniva,

$\rho_{v,k}$ je objemová hmotnost směsi kameniva,

25

$$\sum \frac{p_i}{d}$$

je poměr určený ze síťového rozboru kameniva pro zrna větší než 0,25 mm a minimálním vodním součiniteli $w/c = 0,27$.

30

Dále obsahuje rovnoměrně rozptýlená syntetická vlákna, mechanicky kotvená mezi zrny recyklovaného kameniva o délce alespoň $3D_{i,max}$ v objemu 0,2 až 3 % obj. vztaženo na celkový objem vyráběného kompozitu a vodu potřebnou pro úpravu konzistence směsi kompozita pro zpracování pěchováním, válcováním, lisováním.

35

Betonový recyklát je získaný pouze recyklací konstrukčních betonů.

40

Výhodně jsou mechanicky kotvená syntetická vlákna s cementem nesoudržná a mají délku alespoň $3,5 D_{i,max}$.

45

Opakovaně recyklovatelný mezerovitý vláknobetonový kompozit má ve výhodném provedení nezaplňené mezery, je propustný a vhodný pro zemní konstrukce, zejména pro ztužení jejich průřezů.

50

Způsob výroby opakovaně recyklovatelného mezerovitého vláknobetonového kompozita podle vynálezu je následující: nejprve se odebere recyklované betonové kamenivo z konstrukčního betonu z jedné vybrané deponie z deponií tříděných podle velikosti maximálního zrna $D_{i,max}$: 8, 16, 22, 24, 32 mm. Poté se homogenizuje a v dalším kroku se maximálně nasákne vodou, zbaví se vody na povrchu zrn. Tím je recyklované betonové kamenivo z konstrukčního betonu upraveno do stavu saturovaného recyklovaného betonového kameniva, dává se do míchačky a mísí se s cementovým tmelem. Cementový tmel je v objemu potřebném pouze k obalení zrn saturovaného recyklovaného betonového kameniva, který byl vypočítán podle povrchu zrn, stanoveném na základě křivky zrnitosti podle vzorce

$$A_{t,k} = k * \frac{\rho_{t,k}}{\rho_{v,k}} * \sum \frac{p_i}{d}$$

kde:

- 5 k je konstanta závislá na tvaru kameniva, přičemž hodnota 6 je uvažována pro tvar blízký kulovému tvaru zrn, a hodnota 10 až 12 pro přírodní drcené kamenivo,

$\rho_{t,k}$ je sypaná hmotnost zhuštěné směsi kameniva,

- 10 $\rho_{v,k}$ je objemová hmotnost směsi kameniva,

$$\sum \frac{p_i}{d}$$

je poměr určený ze síťového rozboru kameniva pro zrna větší než 0,25 mm a minimálního vodního součinitele 0,27.

15

Poté se postupně za stálého míchání přidávají syntetická vlákna v délce alespoň $3D_{i,max}$ v objemu 0,2 až 3 % obj. vztaženo na celkový objem vyráběného kompozitu tak, aby se dosáhlo maximálního rovnoměrného rozptýlení vláken ve struktuře kompozitu, a nakonec se přidává voda potřebná pro úpravu konzistence směsi odolné proti stékání cementového tmelu při zpracování pěchováním, válcováním, lisováním.

20

- Čerstvá směs opakovaně recyklovatelného mezerovitého vláknobetonového kompozita podle vynálezu se s výhodou dále zpracovává následujícími technologiemi: pěchováním, válcováním, lisováním bez použití vibrace tak, aby se zajistil lepší kontakt mezi obalenými zrny a snížilo se stékání cementového tmelu ze zrn recyklátu.

25

Pro technologii výroby navrhovaného kompozitu podle vynálezu postačuje pouze funkční betonárna z běžného provozu, postup dávkování je třeba přizpůsobit k dosažení rovnoměrného rozložení vláken ve směsi.

30

Z výsledků uvedených zkoušek se ukázala výrazná mezerovitost kompozitu, která je výsledkem jeho základního složení. Mezerovitost lze považovat za významný výsledek kompozitu, neboť umožňuje propustnost, na povrchu konstrukce vyšší interakci se zemínou a tak dále.

35

V současné době je výroba betonového recyklátu v recyklačních střediscích tříděna do depozit podle velikosti maximálních zrn. Čára zrnitosti deponie obsahuje od nejmenších zrn až k velikosti maximálního zrna $D_{i,max}$. Třídění přírodního kameniva pro výrobu konstrukčních betonů probíhá na normou předepsané frakce, to je například 0/4, 0/8, 4/8, a tak dále, což představuje v deponii velikosti vyskytujících se zrn v uvedených rozmezích velikostí. Nelze tudíž využít zrnitost podobně jako při návrhu směsí betonových konstrukcí v úpravě například ideální čáry zrnitosti podle Bolomeye nebo upravit zrnitost na dosažení minimální mezerovitosti přírodního kameniva, což bývá základní podmínkou při návrhu betonových směsí pro výrobu konstrukčních betonů.

40

- Za podmínek využití betonového recyklátu se spotřebou jeho větších objemů a návrhu jednoduché technologie výroby, bylo rozhodnuto, že prvním krokem využití bude pouze jako betonový recyklát výchozí přímo k výrobě mezerovitých kompozit. Kombinace betonového recyklátu a frakce přírodního kameniva v mezerovitém betonu se jeví jako obtížná.

45

- Předností takového kompozitu je získání různých velikostí objemu mezer podle užitého recyklátu z deponií dle $D_{i,max}$. Pevnostní charakteristiky vyrobeného kompozitu jsou závislé především na zvoleném $D_{i,max}$, křivce zrnitosti recyklátu a objemu mezer.

50

Protože objem mezer přímo ovlivňuje pevnostní charakteristiky a cementový tmel je použit pouze pro obalení zrn recyklátu, kontakt mezi zrny se výhodněji zpevní za podmínky, že při zpracování kompozitu nebude užito vibrace a že cementový tmel bude v konzistenci, která přispěje ke stabilitě obalení zrn z recyklovaného betonu. Ve styku mezi zrny dojde ke zpevnění struktury kompozitu, skeletu kompozitu.

Způsobem podle vynálezu byl získán kompozit, který při prvních destruktivních experimentálních zkouškách vykazoval charakteristiky, které jsou vhodné při využití zemních a vodních hrází, ztužení průřezu konstrukcí liniových staveb, jak je uvedeno dále v odstavci průmyslová využitelnost mezerovitěho vláknobetonu v praxi. Výhodou mezerovitěho vláknobetonového kompozitu s minimálním množstvím cementu je dostatečná únosnost pro vybrané aplikace, ale současně minimální množství cementu umožňuje jednoduchou opětovnou recyklaci, čímž podporuje oběhové hospodářství.

Betonový recyklát plně nahrazuje přírodní kamenivo a tvoří nosnou strukturu, skelet kompozitu, má vliv na pevnosti kompozitu v tlaku. Syntetická vlákna ztužují strukturu kompozitu a mají vliv na tahové pevnosti, a to i po vzniku trhlin včetně získání jeho duktility a cementový tmel je v objemu pouze k obalení zrn recyklátu a ztužení kontaktů mezi zrny.

Příklady uskutečnění vynálezu

Příkladné směsi opakovaně recyklovatelného mezerovitěho vláknobetonového kompozitu podle vynálezu byly připraveny následujícím postupem. Nejprve se odebralo recyklované betonové kamenivo z konstrukčního betonu z jedné vybrané deponie z deponií tříděných podle velikosti maximálního zrna $D_{i,max}$: 8, 16, 22, 24, 32 mm. Betonový recyklát se odebírá přímo z depozit recyklačních středisek podle velikosti $D_{i,max}$ a podle potřebného využití v praxi. Nezbytné zkoušky, které je třeba vykonat, jsou zkoušky objemových hmotností recyklátů volně sypaného ρ_b a setřeseného ρ_v , čára zrnitosti a stanovení mezerovitosti μ .

Poté se recyklované betonové kamenivo z konstrukčního betonu homogenizovalo a v dalším kroku se maximálně nasáklo vodou, zbavilo se vody na povrchu zrn a tím bylo upraveno do stavu saturovaného recyklovaného betonového kameniva. Pak se dávkovalo do míchačky a mísilo se s cementovým tmelem, který je v objemu potřebném pouze k obalení zrn saturovaného recyklovaného betonového kameniva a který byl vypočítán podle povrchu zrn a minimálního vodního součinitele 0,27. Cementový tmel v objemu potřebném pouze k obalení zrn saturovaného recyklovaného betonového kameniva, byl vypočítán podle povrchu zrn, stanoveném na základě křivky zrnitosti podle vzorce

$$A_{t,k} = k * \frac{\rho_{t,k}}{\rho_{v,k}} * \sum \frac{p_i}{d}$$

kde:

k je konstanta závislá na tvaru kameniva, přičemž hodnota 6 je uvažována pro tvar blízký kulovému tvaru zrn, a hodnota 10 až 12 pro přírodní drcené kamenivo,

$\rho_{t,k}$ je sypaná hmotnost zhutněné směsi kameniva

$\rho_{v,k}$ je objemová hmotnost směsi kameniva

$$\sum \frac{p_i}{d}$$

je poměr určený ze síťového rozboru kameniva pro zrna větší než 0,25 mm.

Poté se postupně za stálého míchání přidávala syntetická vlákna v délce alespoň $3D_{i,max}$ v objemu 0,2 až 3 % obj. vztaženo na celkový objem vyráběného kompozitu tak, aby se dosáhlo maximálního rovnoměrného rozptýlení vláken ve struktuře kompozitu. Syntetická vlákna byla o pevnosti R přibližně 600 MPa a více, v délkách $l \approx 3 D_{i,max}$ a hmotnostní dávky 0,3 až 2 % jsou podle požadavků na pevnostní a duktilní charakteristiky kompozitu a pevnosti užitých vláken.

Nakonec se přidávala voda potřebná pro úpravu konzistence směsi odolné proti stékání cementového tmelu při zpracování přechováním, válcováním, lisováním.

Níže jsou uvedené konkrétní příklady složení jednotlivých směsí a jejich pevnostní charakteristiky dle experimentálních zkoušek v laboratoři. Výsledné hodnoty jsou aritmetickým průměrem vždy minimálně tří vzorků normového tělesa dle požadavků platných norem. Jak již bylo zmíněno v předchozích odstavcích, návrh receptury je závislý na křivce zrnitosti, objemové/sypné hmotnosti a mezerovitosti recyklátu. Tyto parametry mají rovněž vliv na pevnostní charakteristiky, kdy obvykle menší frakce s menší mezerovitostí mají vyšší pevnostní charakteristiky, viz příklady složení směsí. Velmi důležitý vliv na pevnostní charakteristiky mají samozřejmě původní pevnosti betonového recyklátu, jeho stáří, agresivita prostředí, a tak dále.

Příklad 1

Shora uvedeným postupem byl připraven příkladný kompozit následujícího složení: 864,4 kg recyklovaného betonu frakce 0/32, 75,2 kg cementu, 1,37 kg syntetických vláken do betonu o délce 110 mm, 33,84 l vody, bez vody na saturování recyklovaného betonu, to znamená, že je uvažována pouze na reakci cementu. Výsledné pevnostní charakteristiky po 28 dnech byly: pevnost v tahu za ohybu 1,9 MPa, pevnost v tlaku 12,8 MPa.

Příklad 2

Dále byl shodným postupem připraven příkladný kompozit následujícího složení: 945,7 kg recyklovaného betonu frakce 0/24, 83,7 kg cementu, 1,37 syntetických vláken do betonu o délce 110 mm, 37,67 l vody, uvedeno bez vody na saturování recyklovaného betonu, je uvažována pouze na reakci cementu. Výsledné pevnostní charakteristiky po 28 dnech byly: pevnost v tahu za ohybu 2,1 MPa, pevnost v tlaku 14,3 MPa.

Na základě podrobnějšího zkoušení byla určena přibližná rozmezí mechanicko-fyzikálních charakteristik pro tyto kompozity. Objemová hmotnost zatvrdělého kompozitu je v rozmezí 1930 až 2240 kg/m³, pevnost v tlaku je 10 až 35 MPa, pevnost v tahu za ohybu 1,6 až 2,7 MPa a modul pružnosti se pohybuje v rozmezí 12 až 17 GPa.

Součástí je rovněž ověření aplikací, kde byl vymodelován v počítačovém programu GEO5 Stabilita svahu násyp s šířkou v patě 60 m, šířkou koruny 20 m a výškou 15 m. Násyp byl uvažován jednou bez vyztužení recyklátem a jednou s vyztužením. Uvažované parametry podloží, násypu a recyklátu, výztuh jsou uvedeny v tab. 1. Výztuhy z betonového recyklátu jsou uvažovány jako zemina s Mohr-Coulombovými parametry, které byly získány převodem z charakteristik recyklátu. Při výpočtu stability svahu byl stanoven požadovaný stupeň bezpečnosti $FS = 1,5$. Pro násyp bez výztuh je $FS = 1,29$ nevyhovuje dlouhodobě, s výztuhou $FS = 1,85$, což ukazuje na pozitivní vliv výztuh a možné úspory zeminy v liniové konstrukci a úspory záboru pozemku.

Tabulka 1

	γ [kN/m ³]	E [MPa]	ν [–]	φ [°]	c [kPa]
Jílovitá zemina	18,5	10	0.4	28	15
Násyp	20	30	0.3	30	10
Recyklát	24	13000	0,2	35	365

5

Průmyslová využitelnost

- S ohledem na aktuální trend oběhového hospodářství se přímo nabízí využití opakovatelně recyklovatelného mezerovitého vláknobetonového kompozitu z odpadních materiálů ze stavební výroby podle vynálezu s minimálním množstvím pojiva cementového tmelu do rozsáhlých stavebních projektů. Velkou výhodou je masivní spotřeba recyklátů, které lze vhodně využít, uložit do konstrukcí a jednoduše opětovně recyklovat. Mezi tyto stavby patří například podloží komunikací, kde mezerovitý vláknobetonový kompozit tvoří nosnou a drenážní vrstvu konstrukce.
- Dalším využitím je díky tahovým pevnostem, duktilnímu chování a vhodné interakci se zeminou v liniových stavbách. Při výstavbě lze výhodně využít po výšce konstrukce průběžné vodorovné monolitické desky z mezerovitého vláknobetonového kompozitu v násypech, zemních hrázích atd. V tomto případě je možnost zpracování kompozitu stejnými technologiemi hutnění jako zeminu: válcování, pěchování, bez vibrace. Rovněž je možné použít i prefabrikované dílce. Desky z mezerovitého vláknobetonového kompozitu mají zásadní vliv na smykovou plochu násypu a podloží násypu liniových zemních konstrukcí a pozitivně ovlivňují stabilitu svahu násypu. V praxi to znamená strmější sklon násypu čili úspora zeminy v násypu a úspora potřebné plochy pro stavbu. V případě vodních hrázích brání průběžné desky vláknobetonového kompozitu protrhnutí hráze při přelití vodou a následně zjednodušují jejich opravu na pouhé dosypání svahu. V případě použití mezerovitého vláknobetonového kompozitu ve vodních hrázích je nutné respektovat průsakovou křivku hráze.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Opakovatelně recyklovatelný mezerovitý vláknobetonový kompozit z odpadních materiálů ze stavební výroby, **vyznačující se tím**, že vykazuje mezerovitost od 27 do 45 %, v závislosti na křivce zrnitosti a velikosti maximálního zrna $D_{i,max}$, obsahuje vždy jednu vybranou frakci recyklovaného betonového kameniva z konstrukčního betonu široké čáry zrnitosti, omezené pouze $D_{i,max}$, z deponií tříděných podle velikosti maximálního zrna $D_{i,max}$: 8, 16, 22, 24, 32 mm, jehož zrna jsou obalena minimálním množstvím cementového tmelu, vypočítaným podle povrchu zrn, stanoveném na základě křivky zrnitosti podle vzorce

$$A_{t,k} = k * \frac{\rho_{t,k}}{\rho_{v,k}} * \sum \frac{p_t}{d}$$

kde:

k je konstanta závislá na tvaru kameniva, přičemž hodnota 6 je uvažována pro tvar blízký kulovému tvaru zrn, a hodnota 10 až 12 pro přírodní drcené kamenivo,

$\rho_{t,k}$ je sypaná hmotnost ztuhlé směsi kameniva,

$\rho_{v,k}$ je objemová hmotnost směsi kameniva,

$\sum \frac{p_t}{d}$ je poměr určený ze síťového rozboru kameniva pro zrna větší než 0,25 mm a minimálním vodním součiniteli $w/c = 0,27$;

rovnoměrně rozptýlená syntetická vlákna mechanicky kotvená mezi zrny recyklovaného kameniva, o délce alespoň 3 $D_{i,max}$ v objemu 0,2 až 3 % obj., vztaženo na celkový objem kompozitu, a

vodu pro úpravu konzistence směsi kompozita pro zpracování pěstováním, válcováním, lisováním.

2. Opakovatelně recyklovatelný mezerovitý vláknobetonový kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že syntetická mechanicky kotvená vlákna jsou s cementem nesoudržná vlákna a mají délku alespoň 3,5 $D_{i,max}$.

3. Opakovatelně recyklovatelný mezerovitý vláknobetonový kompozit podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že má nezaplňené mezery, je propustný a vhodný pro zemní konstrukce, zejména pro ztužení jejich průřezů.

4. Způsob výroby opakovatelně recyklovatelného mezerovitého vláknobetonového kompozitu podle nároku 1 až 3, **vyznačující se tím**, že se nejprve odebere recyklované betonové kamenivo z konstrukčního betonu z jedné vybrané deponie z deponií tříděných podle velikosti maximálního zrna $D_{i,max}$: 8, 16, 22, 24, 32 mm, které se poté homogenizuje a v dalším kroku se maximálně nasákne vodou, zbaví se vody na povrchu zrn a tím je recyklované betonové kamenivo z konstrukčního betonu upraveno do stavu saturovaného recyklovaného betonového kameniva, které se dávkuje do míchačky a mísí se s cementovým tmelem, který je v objemu potřebném pouze k obalení zrn saturovaného recyklovaného betonového kameniva, který byl vypočítán podle povrchu zrn, stanoveném na základě křivky zrnitosti podle vzorce

$$A_{t,k} = k * \frac{\rho_{t,k}}{\rho_{v,k}} * \sum \frac{p_t}{d}$$

kde:

k je konstanta závislá na tvaru kameniva, přičemž hodnota 6 je uvažována pro tvar blízký kulovému tvaru zrn, a hodnota 10 až 12 pro přírodní drcené kamenivo,

$\rho_{t,k}$ je sypná hmotnost zhutněné směsi kameniva,

$\rho_{v,k}$ je objemová hmotnost směsi kameniva,

5 $\sum \frac{p_i}{d}$ je poměr určený ze síťového rozboru kameniva pro zrna větší než 0,25 mm a minimálního vodního součinitel 0,27;

10 poté se postupně za stálého míchání přidávají syntetická vlákna v délce alespoň $3D_{i,max}$ v objemu 0,2 až 3 % obj. vztaženo na celkový objem vyráběného kompozitu tak, aby se dosáhlo maximálního rovnoměrného rozptýlení vláken ve struktuře kompozitu a nakonec se přidává voda potřebná pro úpravu konzistence směsi odolné proti stékání cementového tmelu při zpracování pýchováním, válcováním, lisováním bez vibrace.