



DOI: [10.71167/uaceg.2026.590220](https://doi.org/10.71167/uaceg.2026.590220)

Получена: 22.12.2025 г.

Приета: 12.03.2026 г.

АНАЛИЗ НА ОСНОВНИТЕ БАРИЕРИ ПРЕД УПОТРЕБАТА НА РЕЦИКЛИРАНИ ДОБАВЪЧНИ МАТЕРИАЛИ ЗА НАПРАВАТА НА БЕТОН

Р. Захариева¹, Б. Петров²

Ключови думи: рециклирани добавъчни материали, методи за изпитване, експлоатационни показатели, бетон, нормативна уредба

РЕЗЮМЕ

Рециклираните добавъчни материали за бетон (РДМ) имат някои особености, но европейската нормативна уредба ги отчита по адекватен начин чрез стандарт EN 12620, а стандарт EN 206 допуска до 50 % влагане на едри РДМ при направата на бетон. Анализът на бариерите за употреба на РДМ в България показва, че те имат различен характер – от непознаване на свойствата и недоверие у потребителите, предизвикано от съществуващата доскоро липса на пазара на висококачествени РДМ, през някои технологични и логистични предизвикателства за бетоновите възли, до твърде рестриктивните български национални приложения към посочените стандарти. След март 2025 г., благодарение на въвеждането в експлоатация край София на иновативната инсталация MOBICCON-PRO за рециклиране на строителни отпадъци и на проведените множество изследвания у нас върху свойствата на бетон с РДМ, част от тези бариери отпадат. Българската нормативна уредба се нуждае, обаче, от съществена преработка – например, ограничението на БДС EN 206/NA РДМ да се влагат само за класове на бетона до C16/20 е необосновано и трябва да отпадне. В настоящата публикация, освен анализа, са представени и предложения за промени в нормативната уредба, подкрепени с експериментални данни.

¹ Румяна Захариева, доц. д-р инж., кат. „Строителни материали и изолации“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: zahariewa_fce@uacg.bg

² Боян Петров, гл. ас. д-р инж., кат. „Строителни материали и изолации“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: bpetrov_fce@uacg.bg

1. Въведение

В България данните за количествата на строителните отпадъци (СО) в периода 2019 – 2023 година варират от около 400 хиляди тона до 2,5 милиона тона годишно [1]. Според изследвания върху морфологията на СО, над 90 % от тях са минерални – главно бетонни/стоманобетонни и в по-малка степен строителна керамика (тухли, керемиди, плочки), асфалтобетонни, стъкло и др.п. [2] и подлежат на икономически изгодно оползотворяване. Съгласно изискванията на европейското законодателство, транспонирани в ЗУО, към 2020 г. трябваше да бъдат материално оползотворени най-малко 70 % от СО [3]. Въпреки че България докладва за успешното постигане на тази цел, общоизвестно е, че не се спазва йерархията за управление на отпадъците, даваща приоритет на рециклирането на отпадъците в продукти, а степента на оползотворяване се дължи главно на влагането на инертните СО в обратни насипи и за нискоотговорни цели в пътното строителство (подобряване на земно легло, насипи, подосновни пластове). Потенциалът на СО като ресурс за добавъчни материали за бетони и разтвори остава неизползван, въпреки че световната практика отдавна е доказала, че рециклираните добавъчни материали (РДМ) могат да бъдат влагани в бетони и разтвори, т.е. вписват се успешно в концепцията за кръгова икономика в строителството [4] – страни като Дания и Нидерландия използват над 94 % от РДМ за направа на бетони [5].

Продуктовите стандарти за добавъчни материали EN 12620 [6] и за бетон EN 206 [7] още от 2013 година разглеждат РДМ като легитимни добавъчни материали за бетони и разтвори, а Еврокод 2 [8] допуска употребата им в стоманобетонни конструкции.

Настоящото изследване има за цел да анализира бариерите пред използването на РДМ у нас, да предложи решения за преодоляване на тези бариери и, въз основа на експериментални данни, да очертае подходящи области за приложение на РДМ при направата на бетони и разтвори.

2. Бариери пред приложението на РДМ у нас и начини за преодоляването им

Технически бариери

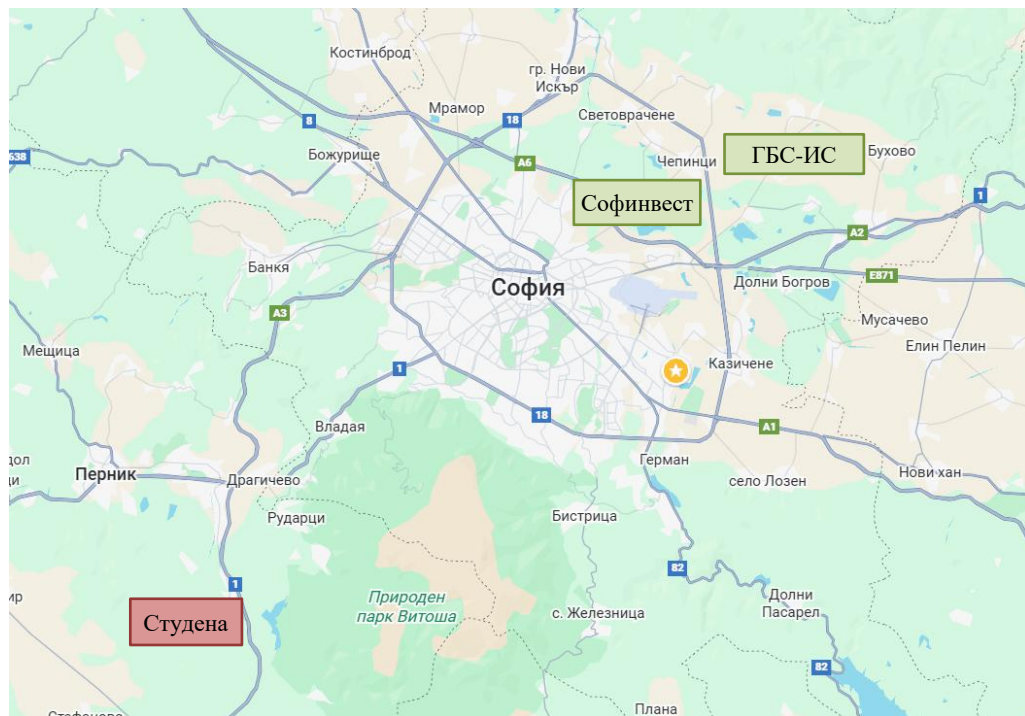
В зависимост от източника на СО и технологията на рециклиране, РДМ могат да имат свойства, сходни с тези на конвенционалните ДМ или да се отличават значително от тях. Най-често РДМ се характеризират с по-висока водопопиваемост и по-ниски механични характеристики [9, 10], което налага рецептурите на бетона да бъдат коригирани. За преодоляване на тези особености могат да се предприемат различни мерки – да се коригира съставът на бетона, например с увеличаване на количеството на свързващото вещество и/или на химичните добавки и/или да се подбере по-нисък процент на заместване на естествените с рециклирани добавъчни материали, и/или да се специфицират подходящи области на приложение на бетона с такива РДМ [9 – 11].

От друга страна, РДМ е един допълнителен компонент в бетона, който изисква да се осигури техническа възможност да бъде влаган в бетона. Например, повечето бетонови центрове разполагат с четири клетки за дозиране на добавъчни материали, които се използват ефективно. За да се използва още една или две фракции РДМ, е необходимо да се осигури поне още една допълнителна клетка за дозиране. Все пак, това са бариери, за които има технически решения.

Икономически бариери

Рециклирането на СО като РДМ е икономически изгодна дейност и обикновено РДМ са по-евтини от естествените добавъчни материали, тъй като процесите по производство са сходни, но производителите на ествени добавъчни материали плащат концесионна такса, докато производителите на РДМ налагат входна такса за приемане на СО. Например, инсталацията за третиране на СО на СОФИНВЕСТ ЕАД приема бетонни отпадъци на цена 6 лв./тон, отпадъци от тухли – 12,50 лв./тон СО и смеси от бетони, тухли, плочки и др. – 27 лв./тон [12].

В някои случаи, когато се прилага усложнена схема на рециклиране, включваща сортиране и пречистване, първоначалните инвестиции могат да оскъпят РДМ. При отчитане на транспортните разстояния, обаче, дори при изравнена себестойност на естествените и рециклираните добавъчни материали, цената на РДМ франко обекта може да е по-ниска, тъй като транспортните разстояния (респективно, разходи за транспорт) са обикновено по-ниски за РДМ, тъй като рециклиращите инсталации са в близост до градовете-източници на СО, а кариерите стават все по-отдалечени. За София кариерите за доставка на ДМ са край с. Студена (област Перник), а най-големите рециклиращи инсталации са в кв. Враждебна (оператор СОФИНВЕСТ) и кв. Кремиковци (оператор ГБС-ИС, по проект MOBICCON-PRO) – фиг. 1.



Фиг. 1. Разположение на кариерите за естествени добавъчни материали и някои от рециклиращите инсталации за строителни отпадъци около София

Недоверие у потребителите на РДМ

Формално, в България има множество инсталации за рециклиране на бетонни и керамични СО под формата на трошен камък. Само на територията на РИОСВ София, към

ноември 2025 г., са издадени на лица по чл. 25 на ЗУО, 14 разрешителни или регистрационни документи за извършване на дейност с код R05 „Рециклиране или възстановяване на други неорганични материали“ за отпадъци с кодове 170101, 170102, 170103 и 170107 [13]. В действителност, повечето от тези оператори по третиране на СО имат трошачни инсталации, но не произвеждат РДМ, а само трошен камък фракция 0/D mm, често дори без система за производствен контрол, т.е. произвеждат третирани строителни отпадъци, а не строителни продукти. Качеството на рециклираните материали не се контролира адекватно, допускат се много нежелани примеси в тях и това поражда, с основание, недоверие у потребителите. Допълнително, потребителите не познават терминологията и приравняват „рециклирани добавъчни материали“ (те са с произход СО) с други алтернативни добавъчни материали, например „изкуствени“, които са с произход производствени отпадъци (напр., доменни шлаки) и носят риск от замърсявания или вредни вещества.

Тази бариера е на път да отпадне – в края на 2024 г. бе въведена в експлоатация иновативна инсталация за рециклиране на строителни отпадъци край София, в рамките на проект MOBICCON-PRO [14]. Доколкото е известно на авторите, това е единствената сред 14-те споменати инсталации, която има сертифицирана система за производствен контрол (от март 2025 г.) по БДС EN 12620 и произвежда РДМ, чиито свойства се представят с Декларация за експлоатационни показатели.

Недоверието на потребителите на РДМ в България се „подхранва“ и от неадекватната и противоречива нормативна уредба, която не стимулира влагането на РДМ в строежите.

Национални регулаторни бариери

При въвеждане на Европейското законодателство, свързано с изискванията за оползотворяване на СО, посредством Наредбата за управление на строителните отпадъци и влагане на рециклирани строителни материали НУСОВРПСМ [15], беше предвидено за проектите, финансирани с публични средства, да бъдат влагани задължително рециклирани материали, в количество между 2 % (при строителство на сгради) и 10 % (при строителство на пътища). Това предполага употреба на РДМ за направата на бетон, тъй като конструкцията обикновено е около 70 % от масата на сградата и така, замяна на около 30 % от естествените с рециклирани, добавъчни материали, би осигурило около 2 % използване на рециклирани материали – табл. 1.

За съжаление, изпълнението на изискванията на НУСОВРПСМ много често е формално и няма ефективен механизъм за контролиране на влагането на рециклирани материали, тъй като акцентът при отчетността е поставен върху частта „управление на СО“. Ако се използват рециклирани материали, то е предимно в несвързани приложения (основни и подосновни пластове, насипи) и на практика не се влагат РДМ. Нещо повече, тъй като НУСОВРПСМ допуска посредством инертни строителни отпадъци за извършване на обратни насипи да се изпълняват целите за влагане, не се стимулира производството на рециклирани материали (а само натрошаване на строителни отпадъци).

В същото време националните приложения към стандартите, регламентиращи употребата на РДМ за направата на бетон (БДС EN 206/NA [16], БДС EN 12620/NA [17]) са много по-рестриктивни от европейските стандарти и не позволяват да се използва пълноценно потенциала на РДМ, защото приложенията се свеждат до използването на РДМ само в неконструктивни бетони. По този начин, икономическата тежест от производството на качествени РДМ се поема само от рециклаторите, без да бъде осигурен пазар за тези материали.

Таблица 1. Количествени цели за влагане на рециклирани строителни материали, съгласно Приложение № 8 на НУСОВРСМ [15]

Вид строителна дейност	След 2020 г.
Ново строителство на сгради и съоръжения	2 %
Ново строителство на пътища	10 %
Рехабилитация, основен ремонт и реконструкция на пътища	3 %
Ново строителство, реконструкция и основен ремонт на други строежи от техническата инфраструктура	8 %
Ново строителство на озеленени площи за обществено ползване или със специфично предназначение, вкл. мрежите и съоръженията на техническата инфраструктура за тяхното обслужване, увеселителни обекти с постоянно прикрепени към терена увеселителни съоръжения, открити обекти за спортни и културни дейности	10 %

По-надолу е направен подробен анализ на възможностите и ограниченията пред влагането на РДМ в бетони и разтвори.

3. Преглед на техническата нормативна уредба относно възможностите и ограниченията за приложение на РДМ за направа на бетон

Употребата на РДМ за производството на бетон се регламентира посредством стандарта за добавъчни материали за бетон БДС EN 12620:2002+A1:2008 [6] и националното му приложение БДС EN 12620:2002+A1:2008/NA:2017 [17], стандарта за бетон БДС EN 206:2013+A2:2021 [7] и националното му приложение БДС EN 206:2013+A2:2021/NA:2021 [16] и Еврокод 2 за проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции EN 1992-1-1:2023 [8].

Изисквания на стандарта за бетон и националното му приложение

Приложение Е на БДС EN 206 [7] съдържа препоръки за видовете, количеството и приложението на едри РДМ с $d \geq 4 \text{ mm}$. В Табл. 2 е възпроизведена Таблица Е.2 на стандарта [7]. Посочени са граници за заместване на естествените обикновени едри добавъчни материали (ЕДМ) с едри РДМ (до 50 %), в зависимост от класовете по въздействие на околната среда. Основен подход е, че допустимото влагане на РДМ зависи от техните строително-технически свойства, а те се определят от морфологичния състав на РДМ. Дефинирани са два типа РДМ:

- тип А, съдържаш зърна предимно от бетон, със съдържание на примеси до 10 % общо и под определени граници за някои примеси като асфалт, тухли, стъкло, леки и др.п.) и имащ плътност, не по-малка от 2100 kg/m^3 ; означението на РДМ от тип А се дава като състав така: (R_{C90} , R_{Cu95} , R_{b10} , R_{a1} , FL_2 , XR_{g1}), определен по БДС EN 933-11 [18] и отделните компоненти са както следва: най-малко 90 % (R_{C90}) рециклиран бетон и разтвор или най-малко 95 % (R_{Cu95}) рециклиран бетон, разтвор, несвързан и свързан ДМ и

естествен камък, не повече от 10 % (Rb_{10} .) глинени и калциево-силикатни блокове за зидария, газобетон (неплаващ), не повече от 1 % (Ra_1 .) битумни материали, не повече от 2 cm^3/kg (FL_2 .) плаващ материал в обема и не повече от 1 % (XRg_1 .) глина и почва, метали, неплаващо дърво, пластмаса и гума, гипс и стъкло;

- тип В, с означение на съставните материали (Rc_{50} , Rcu_{70} , Rb_{30} ., Ra_5 ., FL_2 ., XRg_2 .) (с допустимо по-голямо съдържание на примеси – до 30 % общо), имащ плътност, не по-малка от 1700 kg/m^3 . Тези РДМ имат по-ниски стойности на експлоатационните показатели и тяхната употреба е ограничена до клас по якост на натиск С30/37.

В Таблица Е.3 на EN 206 са дадени гранични стойности на различни характеристики, за да могат да бъдат класифицирани като Тип А или Тип В.

Таблица 2. Препоръки за влагане на РДМ съгласно таблица Е.2 от [7]

Тип рециклиран добавъчен материал	Класове по въздействие на околната среда			
	X0	XC1, XC2	XC3, XC4, XF1, XA1, XD1	Всички други класове по въздействие ^a
Тип А: (Rc_{90} , Rcu_{95} , Rb_{10} ., Ra_1 ., FL_2 ., XRg_1 .)	50 %	30 %	30 %	30 %
Тип В ^b : (Rc_{50} , Rcu_{70} , Rb_{30} ., Ra_5 ., FL_2 ., XRg_2 .)	50 %	20 %	0 %	0 %

^a Рециклирани добавъчни материали тип А от известен източник могат да се използват при клас по въздействие на околната среда, за който е проектиран бетона, при максимален процент на заместване 30 %.

^b Рециклирани добавъчни материали тип В не трябва да се използват в бетон с клас по якост на натиск > С30/37.

Ограниченията по влагане на РДМ, особено в условия на агресивни среди, са свързани с особеностите на РДМ – те са по-порести и улесняват проникването на агресивните среди, имат по-голяма абсорбционна способност и респективно, по-ниска мразоустойчивост и, в зависимост от свойствата на първияния бетон, могат да имат по-ниски механични характеристики, които да повлияят на поведението на бетона. По тази причина EN 206 (точка А.4) [7] изисква да бъдат определени експериментално съсъхването, пълзенето и модулът на еластичност на бетоните, съдържащи РДМ, предвид по-малката способност на РДМ да ограничават деформациите на циментови камък в бетона.

Националното приложение към EN 206, БДС EN 206+A2/NA [16] е доста по-рестриктивно – допуска се влагането на РДМ с големина на зърната над 2 mm, в количества според Таблица Е.2 на европейския стандарт [7] (табл. 2), но за производство на бетон с клас по якост на натиск до С16/20, т.е. на практика само за неконструкционни бетони. В момента, за да бъде преодоляна тази бариера, всеки производител на бетон с РДМ е необходимо да направи Българско техническо одобрение, въз основа на което да издава декларация за характеристики на тези бетони. Това е твърде голямо усилие (от гледна точка на време и разходи) и само малцина производители биха го положили.

През 2024 г. не се прие, макар и по други причини, предложението за промяна на БДС EN 206 +A2/NA, което предвиждаше употреба на РДМ до 20 (25 %) за бетони с клас до С 30/37.

Понастоящем, предвид промяната в основния стандарт EN 206, се подготвя ргБДС EN 206-1:2026 и ново национално приложение към него. То трябва да отразява както най-добрите европейски практики, така и натрупания национален опит и да не допуска необосновани рестриктивни клаузи.

Изисквания на Еврокод 2

Еврокод 2 за проектиране на стоманобетонни конструкции (EN 1992-1-1:2023) [8] позволява използването на РДМ в стоманобетонни конструкции, дори в предварително напрегнати конструкции (където изискванията към РДМ са завишени), при условие, че това няма да повлияе на носещата способност, дълготрайността, външния вид и износването на конструкцията, като и не трябва да води до замърсяване на почвени води и въздух. РДМ могат да се използват без специално съгласие, когато отговарят на изискванията на EN 206.

Има известно противоречие между Еврокод 2 и стандарта за бетон, тъй като Еврокод 2 допуска и употребата на рециклиран пясък, за разлика от EN 206, но при следните условия:

- при използването на РДМ от тип А (пясък или ЕДМ) до 20 % от общото количество на добавъчните материали, основните характеристики на бетона (например, Е-модул, съсъхване, коефициент на пълзене, якост на разцепване и др.) се отчитат таблично в зависимост от класа на бетона;
- при използването на РДМ от тип А (пясък или ЕДМ) от 20 % до 40 % от общото количество на ДМ, свойствата на бетона се коригират, като или се използват формули, или се правят изпитвания и се използват получените характеристики;
- при използването на РДМ от тип А (пясък или ЕДМ) над 40 % от общото количество на ДМ, трябва да се направят изпитвания и се използват получените характеристики.

При влагането на РДМ от тип В, горният подход е също приложим, но границите се намаляват наполовина (т.е. бетони с РДМ под 10 %, със съдържание между 10 % и 20 % и бетони с РДМ над 20 %).

Изисквания на стандарта за добавъчни материали и на националното му приложение

Повечето от характеристиките на РДМ са близки до тези на естествените добавъчни материали и за определянето им се прилагат идентични методи. РДМ имат, обаче, някои особености, които са отразени в европейския стандарт за добавъчни материали за бетон по следния начин:

- могат да съдържат примеси, поради което се прилага класификация на техните компоненти по БДС EN 933-11 [18];
- съдържанието на водоразтворими сулфати се проверява и се ограничава;
- определя се дали може да има водоразтворими материали, които да повлияят на скоростта на свързване и втвърдяване на бетона (по БДС EN 1744-6 [19]);

- ускореното изпитване за мразоустойчивост с $MgSO_4$ не се прилага, когато има компоненти с циментово съдържание (т.е. за РДМ от бетон);
- В системата за производствен контрол се прилага по-голяма честота на някои изпитвания.

Националното приложение, БДС EN 12620+A1/NA [17], специфицира минималните национални изисквания към добавъчни материали и фини пълнители, които се добиват чрез обработка на естествени, изкуствени или рециклирани материали и смеси от тези материали, и се използват за производство на бетон. Анализът показва, че някои от постановките не са адаптирани към свойствата на РДМ, както по отношение на граничните стойности, така и по отношение на методите на изпитване, например:

- метиленовото синьо (МВ, показател за наличието, или не, на глинести замърсявания в естествените добавъчни материали) с гранична стойност от 1 g/kg е неподходящ показател, тъй като в РДМ може да има други финопорести компоненти (напр., от стар циментов камък), които да водят до по-високи стойности МВ, без това да се отразява негативно върху свойствата на бетона. Вероятно това е причината МВ да не присъства в БДС EN 206 [7] като съществена характеристика на РДМ, а стандарт БДС EN 12620 да разглежда този показател само като един от 4 възможни критерия за оценяване на чистотата на фината фракция [6];
- определянето на леки органични замърсявания по маса съгласно БДС EN 1744-1 [20], точка 14.2, като компоненти, които влияят на времето на свързване и втвърдяване и специфицирането на гранични нива от 0,5 % за пясъка и 0,1% за ЕДМ е неадекватно по следните няколко причини: 1) методът класифицира като „леки“ частички с плътност под 2 g/cm³, т.е. строителна керамика, лек бетон и др.п. биха попаднали в категорията „леки органични“, а те са неорганични; 2) повечето леки примеси като частици от дървесина или пластмаси не влияят на времето на свързване, има други, по-подходящи, изпитвания, по същия стандарт, в тази посока; 3) точността на изразяване на резултатите е 0,1 %, което съпада с граничното ниво за ЕДМ; 4) леките примеси в РДМ се определят по друга методика (БДС EN 933-11 [18]).

Други изисквания на БДС EN 12620+A1/NA [17], например по отношение на устойчивостта на дробимост и формата на зърната са значително завишени в сравнение с препоръките на БДС EN 206 [7].

4. Оценка на пригодността на РДМ, произведени в индустриални условия, за направата на бетон

Анализиран са характеристиките на РДМ, произведени в индустриални условия на площадката за рециклиране на строителни отпадъци в кв. Кремиковци, с оператор ГБС ИС, където се прилага усъвършенствана технология: контрол на постъпващите строителни отпадъци, преарително раздробяване, натрошаване в роторна трошачка до фракция 0/31,5 (63) mm, магнитна сепарация на стоманената армировка от стоманобетонните отпадъци, пречистване с флотация и фракциониране. Тази технология позволява да бъде контролиран съставът на РДМ, да бъдат отстранени леките компоненти (дървесина, леки пластмаси), да бъдат отмити праховите частици и глина, както и голяма

част от водоразтворимите вещества (сулфати, хлориди), които биха имали негативно влияние върху свойствата на бетонната смес и бетона.

Всички изпитвания са проведени в акредитираната Университетска строително-изпитвателна лаборатория (УСИЛ) към УАСГ, според изискванията на действащите стандарти [6 и 17]. Получените резултати са представени в табл. 3 и табл. 4.

Съгласно получените резултати (табл. 3) за РДМ, всички фракции могат да бъдат охарактеризирани като Тип А: Rc_{90} , Rcu_{95} , Rb_{10-} , Ra_{1-} , FL_{2-} , XRg_{1-} .

Таблица 3. Класификация на компонентите на едрозърнести РДМ по БДС EN933-11

Фракция	Съдържание на компоненти					
	X	Rcu	Ra	Rg	Rb	FL
mm	%	%	%	%	%	cm ³ /kg
4/8	0,0	96,5	0,0	0,0	3,2	0,0
8/16	0,1	96,6	0,9	0,0	2,3	0,0
16/22,4	0,0	95,1	0,9	0,0	3,7	1,9
4/11,2	0,0	95,0	0,9	0,0	3,6	0,1
11,2/22,4	0,0	96,0	0,8	0,0	2,9	1,1

По отношение на плътността на зърната на едрия РДМ (ρ_{rd}) тя варира между 2200 и 2470 kg/m³, т.е. отговаря на изискванията за РДМ Тип А (над 2100 kg/m³) – табл. 4. Дребната фракция 0/4 mm е с малко по-ниска плътност на зърната (около 2050 kg/m³), тъй като в нея е по-голямо съдържанието на циментов разтвор – при натрошаване по-слабият материал се натрошава повече и остава в по-малките фракции. Това е и причината за значително по-голямата абсорбция на вода именно от тази фракция (над 8 %), докато абсорбцията на вода на фракциите едър РДМ е от порядъка на 3,2 % – 4,5 % (табл. 4).

Таблица 4. Физични и механични характеристики на РДМ

Фракция	Плътност			Абсорбция на вода WA24	Мразо-устойчивост Загуба на маса	Форма на зърната		Механични характеристики		Чистота	
	ρ_o	ρ_a	ρ_{rd}			FI	SI	LA	DR	MB	SE
mm	kg/m ³	Mg/m ³	Mg/m ³	%	%	%	%	%	%	g/kg	%
0/4	1261	2,369	2,052	8,7	–	–	–	–	–	0,3	94
4/8	1173	2,465	2,279	3,3	3,4	7,7	4,2	32	13,9	–	–
8/16	1188	2,510	2,324	3,2	3,6	11,6	6,8	35	13,4	–	–
16/22,4	1175	2,520	2,330	4,5	3,8	6,0	5,4	35	15,9	–	–

Метиленовото синьо (МВ) е под 1 g/kg, което показва, че няма голямо съдържание на глина и влагането на РДМ няма да влияе негативно на действието на използваните силно водонамаляващи добавки, използвани при направата на бетон. Пясъчният еквивалент е по-голям от 65 %, което отговаря на изискванията на БДС EN 12620/NA [17].

Тъй като абсорбцията на вода за 24 часа е над 1 %, РДМ не могат да се приемат за мразоустойчиви. Приложено е директно изпитване чрез прилагане на 10 цикъла замразяване и размразяване и е определена загубата на маса. Установено е, че загубата на маса е над 2 % и следователно РДМ, според БДС EN 12620/NA [17], не могат да бъдат приложени дори и в среди с ниска степен за замръзване и размръзване (XF1).

Индексът на плоски зърна и коефициентът на формата удовлетворяват изискванията на БДС EN 12620/NA [17] да бъдат най-много FI35 и SI40 (табл. 4), което прави едрият РДМ подходящ за всички видове бетони, без да доведе до проблеми с консистенцията на бетонната смес.

Устойчивостта на раздробяване при динамично въздействие (коефициент Los Angeles LA) показва отлични механични характеристики на всички фракции – класът е между LA15 и LA40, както се изисква по БДС EN 12620/NA [17]. Устойчивостта на дробимост при статично натоварване (DR) е национален показател за оценка на механичните характеристики на материала – колкото по-малка е стойността, толкова по устойчив е материалът. Според DR, ЕДМ със стойности от 12 % до 16 % може да бъде използван за бетони с клас по якост на натиск, не по-висок от C25/30. В случая, изпитваните РДМ попадат точно в тази категория.

В заключение, резултатите от изпитванията на РДМ, произведени в индустриални условия, показват, че когато едрият РДМ е тип А, при спазване на ограниченията на настоящия БДС EN 12620/NA [17], той може да се използва за направата на бетони от клас C25/30, които да не бъдат излагани на риск от замразяване и размразяване.

4. Заключение

Към настоящия момент основната бариера пред ефективното използване на РДМ в бетони е националната нормативна уредба:

- националното приложение към стандарта за добавъчни материали бетон БДС EN 12620+A1/NA [17] съдържа някои неподходящи методи за охарактеризиране на РДМ и необосновани гранични нива за някои показатели;
- националното приложение БДС EN 206+A2/NA не позволява употребата на РДМ за направата на бетон за конструкции.

Необходимо е своевременно да бъдат направени промени в националните приложения към европейските стандарти, които отразяват най-добрите световни практики и са подкрепени от изследвания на национално равнище.

Усилия трябва да бъдат насочени и към засилване на контрола за спазване на законодателството по управление на строителните отпадъци – да се идентифицират опасни компоненти, да се прилага селективно разрушаване, строителните отпадъци да се събират и транспортират разделно, да се прецизира режимът за издаване на документи за дейност R05 за рециклиране на минерални строителни отпадъци.

Отговорност на научната общност е да разпространява резултатите от изследванията за повишаване на доверието на строителния сектор в рециклираните материали и съдържащите ги бетони.

Употребата на РДМ за направата на конструкционен бетон има съществен принос към кръговата икономика в строителството и допринася за намаляване на екологичния отпечатък на сградите и съоръженията.

Благодарности

Изследването, представено в статията, е проведено в рамките на проект 101091679 – MOBICCON-PRO, финансиран по програмата HORIZON-CL-2022-TWINTRANZITION-01-10 на Европейския съюз. Авторите изказват благодарност за финансовата подкрепа на проекта.

Авторите изказват благодарност на ГБС-ИС за предоставянето на рециклирани добавъчни материали за нуждите на изследването.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. NSI, *Образувани отпадъци от дейността по икономически групи 2019 – 2023*. http://old.nsi.bg/sites/default/files/files/data/timeseries/Ecology_2.1.xls, посетен на 01.11.2025.
2. <https://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/filebase/Waste/cdw/NSPUO-SR-final.pdf>, посетен на 01.11.2025.
3. ZUO, *Обн.*, DV, br. 53 от 13.07.2012, <https://lex.bg/laws/ldoc/2135802037>.
4. *Sinoh, S., Othman, F., Onn, C.* Circular economy potential of sustainable aggregates for the Malaysian construction industry. *Sustain Cities Soc*, vol. 89, p. 104332, Feb. 2023, doi: 10.1016/J.SCS.2022.104332.
5. *Tam, V., Soomro, M., Evangelista, A.* A review of recycled aggregate in concrete applications (2000 – 2017). *Construction and Building Materials*, Volume 172, 2018, Pages 272 – 292, ISSN 0950-0618.
6. BDS EN 12620:2002+A1:2008 *Добавъчни материали за бетон*.
7. BDS EN 206:2013+A2:2021 *Бетон*. *Spetsifikatsia, svoystva, proizvodstvo i saotvetstvie*.
8. EN 1992-1-1:2023 *Evrokod 2: Proektirane na betonni i stomanobetonni konstruktsii. Chast 1-1: Obshti pravila i pravila za konstruktsii na sgradi, mostove i stroitelni saorazhenia*.
9. *Zaharieva, R., Dimitrov, G.* Impact of recycled aggregate properties on concrete performance. 2023 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1276 012003.
10. *Verian, K. P., Ashraf, W., Cao, Y.* Properties of recycled concrete aggregate and their influence in new concrete production. *Resources, Conservation and Recycling*, 133, 30 – 49, <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2018.02.005> 2018.
11. *Silva, C., Pereira, M., et al.* Concrete produced with recycled concrete aggregate exposed to treatment methods. *Case Studies in Construction Materials*, vol. 18, p. e01938, Jul. 2023, doi: 10.1016/J.CSCM.202.
12. <https://depo-vrajdebna.com/images/Images/07-2025/file28072025-1.pdf>, посетен на 01.11.2025.
13. <https://nwms.eea.government.bg/app/registers/waste-activities>, посетен на 01.11.25.
14. www.mobicon-pro.eu, посетен на 01.11.2025.
15. <https://lex.bg/bg/laws/ldoc/2137178691>, посетен на 01.11.2025.
16. BDS EN 206:2013+A2:2021/NA:2021 *Бетон*. *Spetsifikatsia, svoystva, proizvodstvo i saotvetstvie. Natsionalno prilozhenie (NA)*.
17. BDS EN 12620:2002+A1:2008/NA:2017 *Добавъчни материали за бетон*. *Natsionalno prilozhenie (NA)*.
18. BDS EN 933-11:2009 *Izpitvania za opredelyane na geometrichni karakteristiki na skalni materiali. Chast 11: Izpitvane za klasifikatsia na sastavnite chasti na edrozarnesti retsiklirani skalni materiali*.

19. BDS EN 1744-6:2007 Izpitvania za opredelyane na himichni karakteristiki na skalni materiali. Chast 6: Opredelyane na vliyanieto na ekstrat ot retsiklirani skalni materiali varhu vremeto na nachalo na svarzване na tsiment.

20. BDS EN 1744-1:2009+A1:2012 Izpitvania za opredelyane na himichni karakteristiki na skalni materiali. Chast 1: Himichen analiz.

ANALYSIS OF MAIN BARRIERS TO THE USE OF RECYCLED AGGREGATES IN CONCRETE PRODUCTION

R. Zaharieva¹, B. Petrov²

***Keywords:** recycled aggregate, testing methods, performances, concrete, regulatory framework*

ABSTRACT

Recycled concrete aggregates (RCAs) have some specific features, but the European regulatory framework adequately takes them into account through the EN 12620 standard, and the EN 206 standard allows up to 50 % use of coarse RCAs in the production of concrete. The analysis of the barriers to the use of RCAs in Bulgaria shows that they have a different nature – from ignorance of the properties and distrust among construction professionals, caused by the lack of high-quality RCAs on the market until recently, through some technological and logistical challenges of batching plants, to the too restrictive Bulgarian national annexes to the specified standards. After March 2025, thanks to the commissioning near Sofia of the innovative MOBICCON-PRO installation for construction and demolition waste recycling and the numerous studies conducted in our country on the properties of concrete with RCAs, some of these barriers will disappear. However, the Bulgarian regulatory framework needs significant revision – for example, restriction of BDS EN 206/NA to use RDM only for concrete classes up to C16/20 is unjustified and should be removed. In this paper, in addition to the analysis, proposals for changes in the regulatory framework are also presented, supported by experimental data.

¹ Roumiana Zaharieva, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Building Materials and Insulations”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: zaharieva_fce@uacg.bg

² Boyan Petrov, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. “Building Materials and Insulations”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: bpetrov_fce@uacg.bg