

STAVENIŠTNÍ DEMOLIČNÍ ODPAD JAKO ZDROJ PRO VÝROBU RECYKLOVANÉHO KAMENIVA Z BETONU A CIHEL, LEGISLATIVNÍ A NORMOVÉ POŽADAVKY PRO JEHO VÝROBU A POUŽITÍ PRO VÝROBU BETONU S OBSAHEM RECYKLOVANÉHO KAMENIVA VYŠŠÍM, NEŽ STANOVÍ ČSN EN 206+A2

Lubomír Keim

Článek prezentuje výsledky řešení rozborového úkolu č. RÚ-0001/22 s názvem: „Analýza zdrojů druhotných surovin z betonu a cihel a podmínky a požadavky na jejich použití pro výrobu RC kameniva z betonu a cihel a stanovení vlastností betonu s obsahem RC kameniva vyšším, jak stanoví ČSN EN 206+A2“.

Řešitel úkolu	Výzkumný ústav pozemních staveb – Certifikační společnost, s.r.o.
Spolupráce, provedení a analýza laboratorních zkoušek	Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technologie stavebních hmot a dílců a zkušební laboratoř Centra ADMAS

Cirkulární ekonomika je způsob výroby a spotřeby, který díky sdílení, pronajímání, opětovnému používání, opravování, repasování nebo recyklaci zhodnocuje již existující výrobky, suroviny a materiály. Dokumentem Maximálně cirkulární Česko v roce 2040 [1] se prolíná apel na potřebu posílení předcházení vzniku odpadů, jelikož se jedná o nejvyšší stupeň hierarchie nakládání s odpady a je tak nedílnou součástí oběhového hospodářství. Snahou strategie je zkvalitňovat odpadové hospodářství, s důrazem na opětovné použití a recyklaci, zlepšením zejména v oblasti stavebního a textilního odpadu, bioodpadu apod. Pro průmysl, stavebnictví a energetiku je využívání druhotných surovin prioritou. Stát ve veřejných zakázkách podpoří ty podniky, které používají výrobky s obsahem druhotných surovin a recyklátů. Do procesu návrhu a výroby by měly firmy v maximální možné míře zavádět nové výrobní metody využívající nejmodernější technologie k cirkulárnímu cyklu produktů.

V současné době k tlaku na využívání recyklovaného kameniva pro výrobu betonu přispívá i nedostatek přírodního kameniva z důvodu vyčerpávání provozovaných přírodních zdrojů, kde je přírodní kamenivo těženo. S otvíráním nových lomů jsou velké problémy, proto se v podstatě neotevírají a nedochází tak k potřebnému navyšování výrobních kapacit.

Stavební výrobky, mezi které patří i kamenivo jakéhokoli původu, nejsou výrobky spotřební, ale jsou to výrobky určené pro realizaci staveb s životností 50 let i vyšší. V případě kameniva pro výrobu betonu se jedná o výrobek, který se nedá podle zásad cirkulární ekonomiky v průběhu životního cyklu stavby ve stavbě vyměnit nebo nahradit.

Výrobce stavebních výrobků musí deklarovat určené použití výrobku, které se vztahuje k funkci výrobku ve stavbě nebo její části, kterou musí výrobek plnit v rozsahu příslušných základních požadavků na stavby.

V případě kameniva do betonu není kamenivo koncovým stavebním výrobkem zabudovávaným do stavby nebo její části, ale je jednou ze složek pro výrobu betonu. Výrobce

deklarované vlastnosti kameniva jsou základním podkladem pro navrhování složení betonové směsi a limitují použití betonu pro stavební konstrukce se specifickými požadavky, zejména podle působení prostředí, provozní životnosti a funkce betonové konstrukce ve stavbě. To platí jak pro transportbeton, tak pro beton pro výrobu betonových výrobků.

Je na výrobcu betonu, aby pro výrobu betonu s recyklovaným kamenivem používal recyklované kamenivo s takovým rozsahem stálých výrobcem deklarovaných vlastností, které zajistí po dobu životnosti stavby vlastnosti betonu odpovídající třídě, vlivu prostředí a funkci betonové konstrukce ve stavbě.

Rozborový úkol byl zaměřen na recyklované kamenivo z betonu, nazývané výrobcu jako betonový recyklát, a recyklované kamenivo z pálených zdicích prvků – cihel, nazývané jako cihelný recyklát, která jsou určena pro výrobu stavebních betonových výrobků pro konstrukční použití, nebo pro výrobu transportbetonu pro nosné konstrukce pozemních staveb. Při splnění zásad cirkulární ekonomiky musí být zajištěna průmyslová výroba druhotných surovin pro výrobu recyklovaného kameniva sloužícího následně pro výrobu betonu. V intencích stavebního zákona a normových požadavků na známý zdroj recyklovaného kameniva by jeho výroba měla navazovat na výsledky stavebního průzkumu a příslušných zkoušek provedených v rámci projektové dokumentace pro odstranění stavby.

Předmětem rozborového úkolu bylo i provedení zkoušek recyklovaného kameniva odebraného od jeho výrobců i provedení zkoušek betonu s recyklovaným betonovým a cihelným recyklátem.

Výsledky i závěry rozborového úkolu byly diskutovány a připomínkovány členy TNK 36 – Betonové konstrukce i zástupci Svazu výrobců betonu ČR.

Základní pojmy

Využívání druhotných surovin jako odpadu souvisí s odpadovou legislativou, kterou je třeba zapracovat do systémů řízení výroby a přijímacích podmínek druhotných surovin. Je třeba pracovat s pojmy:

- druhotná surovina – materiály mající zejména charakter vedlejších produktů nebo upravených odpadů, které přestaly být odpadem poté, co splnily podmínky a kritéria, pokud jsou stanoveny, materiály získané z výrobků podléhajících zpětnému odběru ve smyslu zákona o výrobcích

s ukončenou životností, dále materiály z dalších výrobků využitelných pro další zpracování, včetně nespotřebovaných vstupních surovin a materiály předávané k novému využití; druhotná surovina slouží jako vstup pro výrobu a nahrazuje prvotní surovinu,

- odpad – každá movitá věc, které se osoba zbavuje, tj. má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. Má se za to, že osoba má úmysl zbavit se movité věci, pokud tuto věc není možné používat k původnímu účelu. (Zdroj: Zákon č. 574/2020 Sb. o odpadech [2]),
- stavební a demoliční odpad – odpad vznikající při stavebních a demoličních činnostech (Zdroj: Zákon č. 574/2020 Sb. o odpadech),
- recyklace odpadu – způsob využití odpadu, jímž je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky, ať pro původní nebo pro jiné účely; recyklace odpadu zahrnuje přepracování organických materiálů, ale nezahrnuje energetické využití a přepracování na materiály, které mají být použity jako palivo nebo jako zásypový materiál (Zdroj: Zákon č. 574/2020 Sb. o odpadech).

Normové požadavky na recyklované kamenivo z betonu nebo cihel

Až změna A1 normy ČSN EN 12620:2002 Kamenivo do betonu z roku 2008 [3], přinesla požadavky na recyklované kamenivo. Změna je datována rokem 2008 a tomu odpovídají požadavky a kategorizace složek hrubého recyklovaného kameniva, které však nevyhovují dnešním trendům, požadavkům ani používaným technologiím průmyslové výroby recyklovaného kameniva z druhotných surovin, původem ze stavebního demoličního odpadu. Tato norma v tabulce č. 20, využívá pro identifikaci jednotlivých neplovoucích částic hrubého recyklovaného kameniva ustanovení ČSN EN 933-11:2009, Zkoušení geometrických vlastností kameniva - Část 11: Klasifikace složek hrubého recyklovaného kameniva [4]. Podle této normy platí, že složka R_c hrubého recyklovaného kameniva může obsahovat částice betonu z rozdrčené betonové konstrukce či betonových výrobků, ale i z malty nebo betonových zdicích prvků. Složku R_c lze prakticky považovat za přetříděnou druhotnou surovinu – stavební demoliční odpad, obsahující betonovou hmotu a maltu – betonový recyklát. Obdobně je normou definována složka R_b zahrnující rozdrčené pálené zdící prvky (tj. cihly, tvárnice), vápenopískové zdící prvky ale i neplovoucí pórobeton.

Při použití kategorií a definovaného výskytu částic v dané kategorii je zřejmé, že nelze dle uvedené normy definovat, ani označit např. betonový recyklát z definovaného zdroje, kde známý zdroj je železobetonová konstrukce.

Je třeba zdůraznit, že ČSN EN 12620+A1:2008 stanovila v čl. 8.1 požadavky na identifikaci kameniva, tedy i recyklovaného obsahující:

- původ a výrobce, pokud materiál byl přemístěn na skládku, musí být uveden původ i skládka,
- druh kameniva,
- u recyklovaného kameniva uvést kategorie složek dle tabulky normy,
- frakce kameniva.

Tyto údaje jsou povinnými údaji, které výrobce musí dokumentovat v rámci řízení výroby podle normativní přílohy H, ČSN EN 12620+A1:2008.

Z analýzy ČSN EN 12620+A1:2008 vyplývá, že kategorizační složky hrubého recyklovaného kameniva podle tabulky č. 20 normy nemá potřebnou vypovídací schopnost, protože např. v kategorii R_c není obsažen jenom beton dříve použitý v konstrukci, ale i jiné částice včetně omítky, může se tedy jednat o směsný recyklát. Norma nezavádí značení s možností kategorizace jednoho druhu recyklovaného materiálu tvořícího recyklované kamenivo pro použití pro výrobu konstrukčních betonů tříd vyšších, než doporučuje ČSN EN 206+A2:2021 [5], a s vyšším objemem recyklovaného kameniva, např. recyklát z betonu.

Je třeba zmínit, že CEN dlouhodobě řeší normalizační úkol na vypracování nové evropské normy - prEN 17555-1 Aggregates for construction works - Part 1: Characteristics [6], která by měla nahradit normu EN 12620+A1:2008. Norma by měla specifikovat vlastnosti kameniva pro použití v betonu pro budovy, silnice a jiné inženýrské stavby, pro malty, asfaltové směsi pro povrchové úpravy pro silnice, letiště a jiné dopravní plochy, stmelené a nestmelené směsi. Část 2, této normy prEN 17555-2 Aggregates for construction works - Part 2: Complementary information [7] již není v seznamu normalizačních prací CEN, tedy lze předpokládat, že práce na této normě byly zastaveny.

Povinné požadavky na výrobce recyklovaného kameniva při uvádění a dodávání na trh

Kamenivo do betonu je stavební výrobek, u kterého je uvádění a dodávání na jednotný trh EU regulováno nařízením (EU) č. 305/2011. Povinnosti výrobců před uvedením výrobku na trh stanoví nařízení (EU) č. 568/2014, příloha V, které mění přílohu V, nařízení (EU) č. 305/2011. Výrobce recyklovaného kameniva v případě, že dodává recyklované kamenivo na trh podle harmonizované normy ČSN EN 12620+A1:2008, se řídí ustanovením této normy a na základě provedené počáteční zkoušky typu výrobku a provedené počáteční inspekce řízení výroby oznámeným subjektem je povinen vydat prohlášení o vlastnostech podle nařízení (EU) č. 574/2014, které mění přílohu III, nařízení (EU) č. 305/2011 (systém 2+).

Kamenivo do betonu, přírodní i recyklované, které neodpovídá požadavkům ČSN EN 12620+A1:2008 v rozsahu tříd, úrovní a kategorií, není výrobkem stanoveným k nařízení vlády č. 163/2002 Sb. [8]. To znamená, že jeho výrobce není vázán technickými požadavky podle tohoto nařízení a může uvádět recyklované kamenivo na trh bez povinného posouzení shody i pravidelných dozorů nad systémem řízení výroby zajišťující stálé plnění technických požadavků na výrobek.

Požadavky na kamenivo do betonu podle ČSN EN 206+A2:2021

ČSN EN 206+A2:2021, Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, stanoví požadavky na beton a jeho složky. Pro recyklované kamenivo, jako složku betonu, norma v článku 5.1.3 (2) stanoví, že recyklované a průmyslově vyráběné kamenivo z betonu nebo z cihel se může použít jako kamenivo do betonu, jestliže je jeho vhodnost uvedena v předpisech platných v místě použití.

Z odstavce (2) je možné usoudit, že když národní norma, nebo jiný národní předpis nestanoví vhodnost recyklovaného kameniva do betonu, tak není možné beton s re-

cyklováním kamenivem s doporučeným objemem podle tabulky E2 ČSN EN 206+A2:2021 použít, i kdyby splňoval požadavky ČSN EN 12620+A1:2008. Českou technickou normou, která stanoví vhodnost recyklovaného kameniva pro použití do betonu, je ČSN P 73 2404:2024 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda - Doplnující informace [9].

Pro používání recyklovaného kameniva je v informativní příloze E, normy ČSN EN 206+A2:2021 doporučeno maximální procento nahrazení hrubého kameniva recyklovaným kamenivem ze známého zdroje 50 % hmotnosti recyklovaného kameniva R_{c90} v betonu pro stupeň vlivu prostředí X0, nebo 30 % v betonu pro stupně vlivu prostředí XC1, XC2, XC3, XC4, XF1, XA1 a XD1.

Národní upřesnění požadavků na recyklované kamenivo ve vztahu k ČSN EN 206+A2:2021

ČSN P 73 2404:2024, Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda - Doplnující informace, doplňuje a upřesňuje požadavky ČSN EN 206+A2:2021 na národní úrovni.

Norma ČSN P 73 2404:2024 je také normou určenou k nařízení vlády č. 163/2002 Sb., jako norma ČSN EN 206+A2:2021, tedy používají se společně jak pro posuzování shody, tak ve stavební praxi. Normy blíže specifikují technické požadavky na stejné úrovni. Norma ČSN P 73 2404:2024 v čl. 5.1.3 doplňuje postup podle ČSN EN 206+A2:2021 s tím, že ho rozšiřuje o další ustanovení. Kromě jiného zavádí recyklát typu 1 a typu 2 a v tabulce N.1 stanovuje přípustný obsah hmot v jednotlivých typech recyklátů. Současně omezuje použití kameniva do betonu tříd C12/15 a vyšších pouze na recyklát typu 1, který sestává jen ze složky R_c drcením pouze betonu (betonové drti) a limituje obsah dalších složek, jako keramika, porézní cihelný střeš, vápenný pískovec, asfalt apod.

Souhrnné hodnocení normových požadavků na kamenivo do betonu a na beton

Souběžně s ČSN EN 12620+A1:2008 stanoví specifické požadavky na kamenivo do betonu i norma ČSN EN 206+A2:2021.

Z článku (2) normy ČSN EN 12620+A1:2008 lze usoudit, že v případě, kdy národní norma, nebo jiný národní předpis nestanoví vhodnost recyklovaného kameniva do betonu, to lze vnímat jako překážku použití betonu s recyklovaným kamenivem s doporučeným objemem podle tabulky E2 uvedené v ČSN EN 206+A2:2021. Na národní úrovni stanoví vhodnost recyklovaného kameniva ČSN P 73 2404:2024.

Norma ČSN EN 206+A2:2021 definuje dva typy recyklovaného kameniva podle jeho původu, typ A a typ B. Je-li znám zdroj recyklovaného kameniva, např. železobetonová stavební konstrukce, která byla zdrojem staveništního demoličního odpadu, jedná se o typ A. Když původ staveništního demoličního odpadu znám není, jedná se o typ B. Vzhledem k tomu, že kategorie R_c není deklarována jako čistý betonový recyklát, jsou zřejmě omezeny objemy náhrady hrubého přírodního kameniva recyklovaným uvedených kategorií podle ČSN EN 12620+A1:2008 a ČSN EN 933-11:2009.

Norma ČSN EN 206+A2:2021 je normou určenou k nařízení vlády č. 163/2002 Sb., tedy betony pevnostní třídy C12/15 a vyšší podle seznamu tabulky č. 1, pořadové č. 5, přílohy 2 k uvedenému nařízení jsou regulovány při uvádění a dodávání na trh. Splnění požadavků podle určené ČSN EN 206+A2:2021 v rozsahu základních požadavků na stavby je považováno za splnění požadavků právního předpisu.

Vyrábí-li výrobce beton neodpovídající požadavkům uvedené určené normy, musí být stanoveny požadavky na stavební výrobek ve stavebním technickém osvědčení v návaznosti na ustanovení §§ 2 a 3 nařízení vlády č. 163/2002 Sb. Požadavky se stanoví předem na základě výsledků provedených zkoušek zajišťujících dostatečnou úroveň ochrany oprávněného zájmu, ale minimálně takovou, jako skýtá příslušná určená norma. Rozsah zkoušek nutných pro vydání stavebního technického osvědčení se odvíjí podle určeného použití betonu ve stavbě. Pro konstrukční použití betonu musí být provedeny zkoušky vlastností potřebných pro návrh betonových konstrukcí v rozsahu požadavků Eurokódu 2, ČSN EN 1992-1-1 [10] s požadovanou četností, viz. čl. 5.5 ČSN EN 206+A2:2021, včetně modulu pružnosti a dalších vlastností podle prostředí použití betonu.

Doplnková ČSN P 73 2404:2024 stanovila nově typ recyklátu 1 jako jediný vhodný pro výrobu betonu, který je prakticky kategorií $R_{c,90}$ podle ČSN EN 12620+A1:2008, ale jen s částicemi z betonu (z betonové drtě). Připouští se ale stále maximálně 10 % složek jiných než beton a připouští se i částice FL (ostatní příměsi – plovoucí materiál), maximálně 0,2 % objemu. K takovému kamenivu ovšem nemůže být připojeno označení CE. U recyklátu kategorie R_b podle ČSN EN 12620+A1:2008 norma ČSN P 73 2404:2024 typ recyklátu ve smyslu tabulky N.1 s národní technickou specifikací nezavádí.

Na kamenivo do betonu, jiné než podle harmonizované normy ČSN EN 12620+A1:2008, nelze stanovit požadavky ve stavebním technickém osvědčení, protože stanoveným výrobkem k nařízení vlády č. 163/2002 Sb. je pouze kamenivo pro drážní stavby (příloha č. 2 nařízení, tabulka 9 „Zvláštní materiály, výrobky, konstrukce a zařízení“, pořadové č. 16).

Jedinou relevantní možností je požadavky na recyklované kamenivo z betonu nebo cihel na úrovni současného poznání zpracovat formou revize normy ČSN P 73 2404:2024, požadavky rozšířit na více typů betonového recyklátu a doplnit požadavky na cihelný recyklát v rozsahu typů podle požadavků stavební praxe.

V rámci revize ČSN P 73 2404:2024 by bylo vhodné zvážit zavedení národního značení recyklátu z betonové a cihelné drtě, odlišujícího tyto výrobky od výrobků deklarovaných podle ČSN EN 12620+A1:2008.

Rozsah stavebně technického průzkumu pro určení vhodnosti materiálů z betonu a cihel k jejich opětovnému využití jako druhotné suroviny

Odstraňování stavby nebo její části se řídí stavebním zákonem stanovujícím jak proces povolování, nebo vydávání rozhodnutí, tak i proces realizace odstranění stavby a její řízení. Odstraňování staveb se provádí na základě vypracované projektové dokumentace. Základním podkladem je provedení stavebního průzkumu a zkoušek zaměřených na identifikaci materiálů a jejich vlastností a zejména na identifikaci materiálů vyžadujících speciální postupy bourání, např. azbest.

Stavební průzkum by měl identifikovat množství a vlastnosti materiálů, které mohou být vhodnými druhotnými surovinami pro výrobu recyklovaného kameniva, v tomto případě pálených cihel a betonu z nosných a výplňových konstrukcí a podkladních vrstev, v intencích § 83, písm. b), vyhlášky č. 273/2021 Sb.

V poslední době proklamované „audity staveb“ jako podklad řízení demolice staveb, s cílem maximálního zpracování staveništního odpadu pro další použití ve stavebnictví, popř. pro výrobu stavebních hmot nemohou být prováděny jako volná činnost. Jedná se o činnosti prováděné osobami způsobilými podle zvláštního předpisu, jak stanoví stavební zákon.

Zpracování podkladů pro revizi ČSN P 73 2404:2024

Na uvedený rozborový úkol navazuje úkol zadaný Českou agenturou pro standardizaci, kde řešitelem je Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technologie stavebních hmot a dílců ve spolupráci s Výzkumným ústavem pozemních staveb - Certifikační společností, s.r.o. Cílem úkolu je zpracování podkladů pro revizi ČSN P 73 2404:2024 – stanovení požadavků na vlastnosti betonů pevnostních tříd C12/15 a vyšších a vymezení použití pro různé stupně vlivu prostředí s využitím recyklovaného kameniva z betonu nebo cihel jako náhrady přírodních kameniva. Součástí řešení je i stanovení požadavků na systém řízení výroby i návrh koncepce zpracování požadavků na recyklované kamenivo z betonu nebo cihel do stávajících normativních předpisů.

Současný trend při tvorbě technických norem je členit normy na monotematické části. Proto bude v rámci řešení úkolu zpracována analýza možnosti rozdělit ČSN P 73 2404:2024 na dvě samostatné části: část 1, která by byla věnována požadavkům na beton, jako doplňková norma k ČSN EN 206+A2:2021, vč. nově formulovaných požadavků na beton s recyklovaným kamenivem z betonu nebo cihel, nad rámec požadavků uvedených v ČSN EN 206+A2:2021, a část 2, která by se věnovala recyklovanému kamenivu z betonu nebo cihel, nad rámec požadavků ČSN EN 12620+A1:2008 a ČSN EN 206+A2:2021. Výhody tohoto členění jsou zřejmé. Část 2 by stanovila technické požadavky na recyklované kamenivo z betonu nebo cihel původem ze staveništního demoličního odpadu a požadavky na systém řízení výroby a sloužila by výrobcům recyklovaného kameniva do betonu z betonu a cihel a část 1 by byla určena výrobcům betonu z recyklovaného kameniva o obsahu vyšším, než je uvedeno v ČSN EN 206+A2:2021. Další výhodou by byla v tom, že každá část normy by mohla podléhat zvláštním změnám nebo revizím dle potřeby stavební praxe a nových poznatků.



Ing. Lubomír Keim, CSc.
Výzkumný ústav pozemních staveb - Certifikační společnost, s.r.o.
l.keim@vups.cz

Zdroje:

- [1] Strategický rámec cirkulární ekonomiky České republiky 2042 / Maximálně cirkulární Česko v roce 2042. Ministerstvo životního prostředí. 2021.
- [2] Zákon č. 574/2020 Sb. o odpadech
- [3] ČSN EN 12620:2002+A1:2008 Kamenivo do betonu
- [4] ČSN EN 933-11:2009 Zkoušení geometrických vlastností kameniva - Část 11: Klasifikace složek hrubého recyklovaného kameniva
- [5] ČSN EN 206+A2:2021 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [6] prEN 17555-1 Aggregates for construction works - Part 1: Characteristics
- [7] prEN 17555-1 Aggregates for construction works - Part 2: Complementary information
- [8] Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky
- [9] ČSN P 73 2404:2024 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda - Doplňující informace
- [10] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

eBETON

VÍTEJTE VE SVĚTĚ BETONU

Užitečné funkce:

- **on-line vyhledávání informací** v archivu časopisu Beton
- **jednoduché vytvoření specifikace** betonu podle ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404
- **jasná definice pojmu** z betonářského řemesla v encyklopedii (např. bednění)
- **vyhledání nejbližší betonárny** dle vaší aktuální polohy
- **novinky** ze světa betonu
- **kalendář** odborných školení, seminářů a konferencí

PF 2024

PŘEJEME VÁM KRÁSNÉ
A POŽEHNANÉ PROŽITÍ
VÁNOČNÍCH SVÁTKŮ
A VŠECHNO NEJLEPŠÍ
V NOVÉM ROCE.

REDAKCE
ČASOPISU BETON



ebeton.cz