

# RECYKLOVANÝ MATERIÁL A JEHO VYUŽITÍ

## UTILIZATION OF RECYCLED MATERIAL

Ing. Miriam Ledererová, Ph.D.; Ing. Katarína Prokopčáková, Ph.D.

### ABSTRAKT

Závažnosť a rozsah poškodenia životného prostredia a s tým súvisiace ohrozenie samotnej existencie ľudskej spoločnosti, otvára problematiku trvalo udržateľného rozvoja spoločnosti, ktorého základný princíp spočíva v zavádzaní technológií šetrných k prírode, s nižšími nárokmi na materiály a energie propagujúce recykláciu materiálov.

**Kľúčové slová:** odpad, recyklovaný materiál, demolácie

### ABSTRACT

The severity and extent of environmental damage and the related threat to the very existence of human society, opens up the issue of sustainable development of the society, whose basic principle lies in the introduction of technologies that protect the nature, a low-energy materials and promoting the recycling of materials.

**Key words:** waste, recycled material, demolition

## 1 ÚVOD

Stavebný a demolačný odpad predstavuje v EÚ aj na Slovensku veľmi výrazný podiel na celkovej produkcii odpadu, pretože sa zároveň jedná aj o významný zdroj druhotných surovín. Drobný stavebný odpad vzniká pri stavebných prácach. Pokiaľ nie je znehodnotený chemikáliami, nebezpečnými látkami tak, že nedochádza k žiadnym významným fyzikálnym, chemickým a biologickým premenám, radíme ho medzi inertný odpad. Takýto odpad vieme znova spracovať a používať napr. aj pri stavebných prácach.

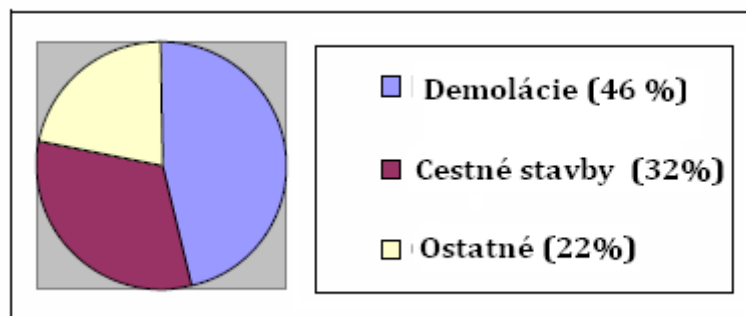
Použitie recyklovaných materiálov v stavebníctve je nevyhnutným predpokladom pre trvale udržateľný rozvoj výstavby a napredovanie stavebných činností. Zdroje a materiály je preto treba chápať ako obnoviteľné, nakoľko prišla doba, keď používanie nových zdrojov alebo materiálov sa stáva stále viac z ekonomického a ekologického hľadiska neúnosné.

## 2 STAVEBNÝ ODPAD

Recyklácia mnohých častí stavebného a demolačného odpadu často čelí prekážkam spojeným s trhovými nedostatkami. Nákladmi na odstránenie prípadných environmentálnych škôd, ktoré nie sú zahrnuté ani v poplatkoch za skládky, ani v nákladoch na primárne materiály, spôsobuje predraženie recyklovaných materiálov v porovnaní s primárnymi materiálmi [5].

Nejednotnosť motivačných faktorov v hodnotovom reťazci stavebného a demolačného odpadu, rámci ktorého náklady na demontáž, triedenie a nakladanie s odpadom väčšinou vzniknú vo fáze demolácie, zatiaľ čo potenciálne výhody vyplývajúce z použitia recyklovaných materiálov sa zvyčajne zvýšia až vo výrobné fáze. Pre použitie recyklovaných materiálov musia platiť pravidlá, ktoré zabezpečia

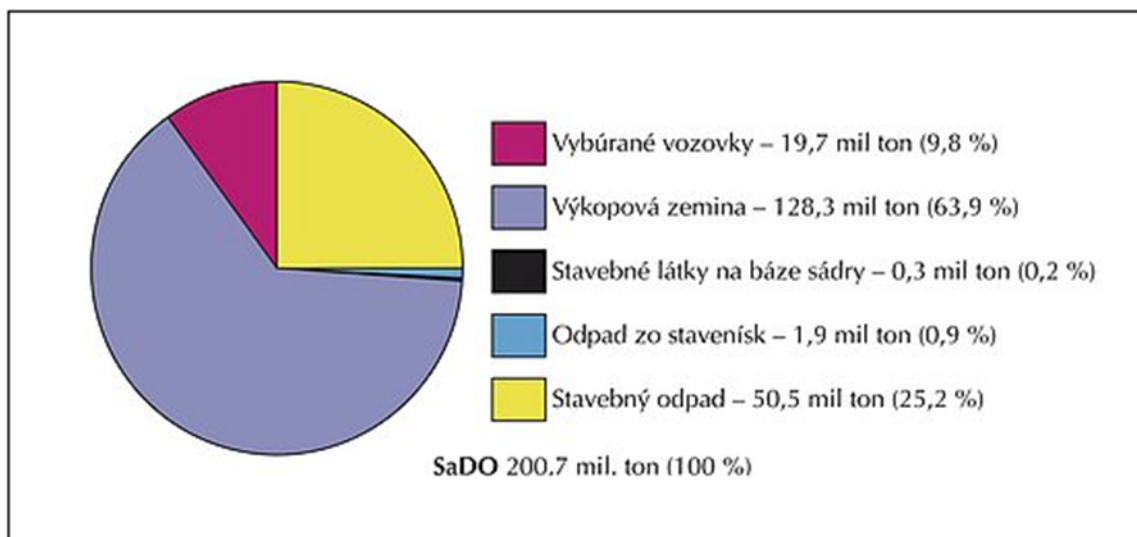
prijateľné technické parametre budovaných konštrukcií a zároveň zaručia, aby používanie recyklovaných materiálov nadmerne nezaťažovalo životné prostredie.



**Obr. 1 Zdroje betónu pre recykláciu**

Stavebný a demolačný odpad (SOD), je hlavným prispievateľom k vzniku a záťaži vzhľadom na životné prostredie. Sklárky znižujú priestor, zaťažujú ŽP, žiadne nové sklárky nie je možné vytvárať a preto je potrebné vytvoriť všetky predpoklady k zníženiu množstva odpadu, obmedziť používanie prírodných materiálov (kde je to možné a reálne) a v maximálnej miere využívať recyklované materiály. Jeden taký materiál s vysokým potenciálom pre ďalšie použitie, je betón (obr.1).

Betón tvorí najväčšiu časť odpadu [2]. Miliardy ton betónu sa používajú už dlhé roky, od druhej svetovej vojny sa betón používa na výstavbu budov, mostov, priehrad, ciest a na inú stavebnú činnosť. Keď sa životnosť u týchto materiálov a stavieb skončí, materiály, z ktorých boli použité je potrebné v max. možnej miere znovupoužiť a nie skládkovať.



**Obr. 2 Množstvo minerálneho stavebného odpadu**

Objem recyklovaného materiálu v SR z roka na rok rastie a jeho využitie nie je vždy adekvátne (obr.2). Je prioritou každej krajiny v rámci POH zhodnocovať odpady všeobecne a sem patrí aj stavebný odpad a čo najefektívnejšie ho využívať. Stavebný odpad, predovšetkým betónový recyklát má široké uplatnenie a pri dodržiavaní určitých zásad aj kvalitné využitie. Pri výrobe nového betónu je potrebné využívať recyklát z betónu v maximálne možnej miere ako náhradu prírodného kameniva.

Využitie takéhoto kameniva je v súčasnej dobe diskutabilné, nakoľko hospodárska kríza negatívne zasiahla do zhodnocovania odpadov všeobecne. Ale aj napriek tomuto nepriaznivému vývoju zhodnocovanie odpadov má pozitívny dopad na tvorbu životné prostredie a v nastúpenom trende by sa malo pokračovať.

### 3 RECYKLOVANÝ MATERIÁL

Stanoveným cieľom úpravy recyklovaných stavebných materiálov je dosiahnutie kvalitatívnej normy, ktorá zodpovie neskoršiemu účelu použitia opätovne upravených recyklovaných stavebných materiálov v stavebnej praxi [4].

Využitie kameniva z recyklovaného betónu, drveného kameniva z odpadových hornín má pozitívny vplyv na prírodné zdroje kameniva (vyčerpatelné), na množstvo vzniknutého recyklátu a na náklady spojené s likvidáciou odpadu. Výroba betónu z recyklovaného kameniva, drveného kameniva z odpadových hornín je čiastočne komplikovaná. Je to dané predovšetkým rozdielnymi vlastnosťami získaných materiálov – kameniva. Väčšie skúsenosti sú s využívaním hrubého recyklátu (veľkosť zrna nad 4 mm) ako novej náhrady prírodného kameniva. Jedna z možností ako využiť napr. akéto betóny je upraviť recyklované (odpadové) kamenivo do betónu. Prvoradým cieľom musí byť overiť základné parametre jednotlivých materiálov a porovnať ich s prírodným materiálom.

Vlastnosti, kvalitu a vhodnosť kameniva do rôznych konštrukcií určuje pôvod, druh a stav použitej horniny, prípadne umelého alebo recyklovaného kameniva [3].

**Betónový recyklát** (obr. 3,4) – je možné využívať ako plnivo do betónu. Betónový recyklát má využitie do podkladných vrstiev vozoviek stmelených cementom a ochranných vrstiev cestných komunikácií. Jeho využitie je možné aj ako výplň do betónov, náhrada prírodného kameniva, náhrada prírodného kameniva do konštrukčných betónov nižších tried.



Obr. č. 3



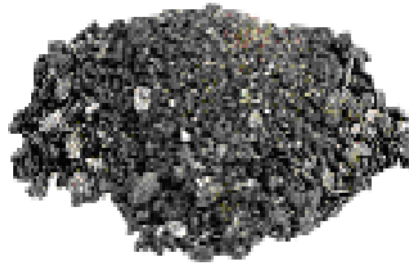
Obr. č. 4

**Asfaltový recyklát** (obr. 5) - vzniká pri rekonštrukcii samotných komunikácií, rekonštrukciách a budovaní inžinierskych sietí pod vozovkami, pri likvidácii starých ciest za súčasného budovania nových ciest a diaľnic a pod.

Pri týchto zásahoch vznikajú 2 skupiny odpadov :

- vrchná vrstva tvorená prevažne živíčnym krytom,
- spodné vrstvy tvorené betónom, resp. kamenivom.

Najvhodnejšie využitie asfaltového recyklátu je využitie technológie opätovného použitia cestných materiálov (kamenivo, spojivo) zo starých vozoviek, využitie asfaltového recyklátu bez pridania nového spojiva k recyklátu pre spodné podkladové vrstvy pre málo zaťažované vozovky, menej namáhavé dopravné plochy (parkoviská) alebo pridaním hydraulického spojiva (cement, vápno, troska) pre nové stmelenie podkladovej vrstvy vozoviek.

**Obr. č. 5**

**Tehlový recyklát** (obr. č. 6) – kamenivo z tehlovej drviny. Takéto kamenivo sa získava drvením úlomkov tehál alebo tehlovej sutiny. Z hľadiska požiadaviek na tehlovú drvinu je dôležité dodržiavať separáciu jednotlivých materiálov zo sutiny. Tehlový recyklát pri dôslednom triedení a drvení je možné využívať do cementových mált alebo na úpravu nestmelených povrchov vozoviek. Zmesový tehlový recyklát výborne prepúšťa vodu a pri nestmelených povrchoch vozoviek sa preukázali jeho dobré úžitkové vlastnosti. Pritom využitie zmesového tehlového recyklátu takýmto spôsobom pri budovaní vozoviek výrazne znižuje náklady (až do 80 %) v porovnaní s použitím tradičného spôsobu využívajúceho primárne suroviny.

**Obr. č. 6**

**Zmiešaný stavebný minerálny odpad** (obr. č. 7) predstavuje najväčšie % podiel spracovávaného odpadu a zároveň širokú zmes stavebných látok. Takýto druh odpadu vzniká predovšetkým pri rekonštrukciách objektov, demoláciách starých budov a priemyselných objektov a z hľadiska výroby recyklátu je nutné ho dotriediť na ďalšie využitie vzniknutej suroviny v stavebníctve.

**Obr. č.7**

Opätovné využitie stavebného odpadu je reálne takmer na 90 %. V skutočnosti sa využíva omnoho menšia časť. Na odstránenie nedostatkov využívania recyklácie stavebného odpadu je potrebné odstrániť všetky bariéry na jednotlivých úrovniach uplatňovaním legislatívnych, technických a ekonomických zásad. Recyklované stavebné odpady sa v prevažnej miere využívajú na zásypové a obsypové materiály.

### 3.1 Hodnotenie vlastností recyklovaného materiálu

Pri vyberaní rozhodujúcich vlastností recyklátu treba vychádzať z účelu konečného použitia na základe kategórií uvádzaných v normách pre výrobky z kameniva, ktoré uvádzajú požiadavky na prírodný, umelý alebo recyklovaný materiál a zmesi týchto materiálov.

Stanovenie základných fyzikálnych vlastností a chemického zloženia by malo byť vždy prvoradé na posúdenie vhodnosti odpadu na určité použitie. V súčasnosti vystupuje do popredia problematika životného cyklu stavby, ako konečného stavebného výrobku a environmentálne hľadisko. Tieto pozitívne environmentálne dopady zužitkovania recyklátu sú zjavné najmä z hľadiska trvalo udržateľného rozvoja a sú prioritnou celospoločenskou požiadavkou. Toto by z pohľadu udržania kvalitného životného prostredia malo byť podriadené a prípadná ekonomická nevýhodnosť použitia odpadu v určitej technológii by mala byť kompenzovaná prostredníctvom ekonomických nástrojov štátu.

Z hľadiska životného prostredia a zdravia ľudí sa odporúča posúdiť, resp. zhodnotiť nebezpečné vlastnosti budúceho stavebného odpadu už pred začatím prác viazaných na údržbu, rekonštrukciu či odstránenie stavby, pri ktorých odpad vznikne. Hodnotenie nebezpečných vlastností odpadu (stavby alebo časti stavby) vychádza z požiadavky na zaraďovanie odpadu podľa kategórií v súlade s § 19 Zákona o odpadoch č. 79/2015 Z. z..

Využitie kameniva z recyklovaného betónu má pozitívny vplyv na prírodné zdroje kameniva (vyčerpatel'né), na množstvo vzniknutého recyklátu a na náklady spojené s likvidáciou odpadu. Výroba betónu s recyklovaného kameniva je čiastočne komplikovaná. Je to dané predovšetkým rozdielnymi vlastnosťami základnej frakcie kameniva (štrk, piesok). Väčšie skúsenosti sú s využívaním hrubého recyklátu (veľkosť zrna nad 4 mm) ako náhrady prírodného kameniva (obr.3). Jedna z možností ako využiť takéto betóny je upraviť recyklované kamenivo do betónu. Prvoradým cieľom musí byť overiť základné parametre jednotlivých materiálov a porovnať ich s prírodným materiálom.

Pri posudzovaní stavebného výrobku z hľadiska zdravých životných podmienok je nevyhnutné určiť, či je možné na základe jeho zloženia predpokladať uvoľňovanie škodlivých látok do prostredia pri danej technológii a použití výrobku na stavbe, odhadnúť hygienické riziká. Tieto riziká súvisia s umiestnením výrobku na stavbe (interiér, exteriér, kontakt s vodou alebo s potravinami a pod.).

Posudzovanie zdravotného rizika a vplyvu na životné prostredie sa robí tromi skúškami:

- Chemická analýza výluhu v rozsahu úmernom použitiu výrobku z odpadu.
- Skúšky ekotoxicity na živých organizmoch.
- Meranie hmotnostnej aktivity materiálu, najmä Ra226.

Pri recyklácii starého betónu vzniká relatívne vysoký podiel frakcie do 0/4 mm, ktorá prevažne obsahuje cementový kameň, (z časti je skorodovaný) a je jednoducho drviteľný. Drobná frakcia má vyššiu pórovitosť, nasiakavosť a v dôsledku toho nižšiu pevnosť. Vzhľadom k vyššej nasiakavosti sa vyžaduje zvýšenie množstva cementu čo spôsobuje horšiu spracovateľnosť betónu. Preto sa musí časť drobnej frakcie nahradiť prírodným kamenivom.

Fyzikálnomechanické vlastnosti recyklátu treba kontrolovať rovnakým postupom ako v prípade prírodného kameniva, navyše sa musia podrobnejšie overovať jeho chemické vlastnosti, ktoré vyplývajú zo spôsobu prvotného použitia, prípadne odstraňovania.

## 4 ZÁVER

Recyklácia a opätovné využitie materiálov ponúka prínosy pre životné prostredie a aj ostatné odvetvia hospodárstva. Recyklované materiály by sa mali dostať ako prvé do úvahy pri výbere materiálu na znovupoužitie. Na podporu znovupoužitia výrobkov a na prípravu činností súvisiacich s opätovným

využitím treba prijať vhodné opatrenia, najmä prostredníctvom vytvárania a podpory sietí opätovného využívania a spracovania, využívania hospodárskych nástrojov, kritérií na obstarávanie, kvantitatívnych cieľov alebo iných opatrení. Treba prijať opatrenia na podporu recyklácie materiálov vysokej kvality a s týmto cieľom zriadiť systémy na triedený zber podľa toho, kde to bude technicky, environmentálne a hospodársky praktické a vhodné, aby sa splnili potrebné kvalitatívne normy pre príslušné oblasti recyklácie.

Do roku 2020 sa má zvýšiť príprava na znovupoužitie, recykláciu a konverziu materiálu, vrátane prác pri zasypávaní s použitím odpadu z bezpečných konštrukcií a sutín z demolácií, ako náhradu za iné materiály, bez využívania prirodzene sa vyskytujúceho materiálu definovaného v kategórii 17 05 04 v zozname odpadu, najmenej na 70 % podľa hmotnosti.

### Použitá literatúra

- [1] Grünner, K. : Podmienky na zriadenie recyklačného závodu v intenciách nového zákona o odpadoch. *In: Možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin*, RECYCLING 2010, Brno, 2010.
- [2] Lauritzen, K.,: Recycling concrete - an overview of development and challenges [online]. *In: 2nd International symposium on Nanotechnology in construction, 2005*. Dostupné na internete: [http://www.mmsconferencing.com/nanoc/pdf/034-ID\\_193.pdf](http://www.mmsconferencing.com/nanoc/pdf/034-ID_193.pdf)
- [3] Ledererová, M. : Utilization of waste stake in construction. In *Construmat 2016 - Conference on Structural Materials: [elektronický zdroj] sborník příspěvků z 22. mezinárodní konference o stavebních materiálech. Stará Živošť, ČR, 1. - 3. 6. 2016*. 1. vyd. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2016, s. 359--363. ISBN 978-80-01-05958-6.
- [4] Svoboda, K: Využití stavebních a demoličních odpadů, *Závěrečná zpráva projektu VaV 720/2/03, Praha 2004*
- [5] Prokopčáková, K. Prokopčák L. : Utilization of the construction waste. *Advanced Materials Research: EnviBUILD Buildings and Environment 2013. International Conference, Bratislava, SR, 17. 10. 2013*, 899. s. 619--622. ISSN 1022-6680.