

Využití stavebně demoličního odpadu po tornádu na jižní Moravě v roce 2021 jako náhrada přírodního kameniva v betonu

Pavel Tesárek, Zdeněk Prošek, Rudolf Urban

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, ČR

e-mail: pavel.tesarek@fsv.cvut.cz

Karel Hurtig

České vysoké učení technické v Praze, Kloknerův ústav, Šolínova 7, 160 00 Praha 6, ČR

Jiří Podolský

MORAVOSTAV Brno, a.s. stavební společnost, Maříkova 1, 621 00 Brno, ČR

Abstrakt:

V roce 2021 se Fakulta stavební ČVUT v Praze podílela na monitoringu a výpočtu kubatur hald stavebního a demoličního odpadu, který vznikl po tornádu na jižní Moravě. Monitoring byl provedený ve 2 obdobích. Následně bylo 6 tun stavebního a demoličního odpadu dopraveno do recyklačního střediska v Modřicích společnosti Moravostav Brno, a.s. stavební společnost. V recyklačním středisku byl standardním způsobem recyklát upravený, naložený a dovezený na ČVUT v Praze. Na Fakultě stavební a Kloknerově ústavu ČVUT v Praze byl recyklát charakterizovaný a použitý do betonové směsi jako náhrada klasického kameniva. Příspěvek vznikl za podpory projektu TA ČR Prostředí pro život 3 č. SS03010302 Vývoj efektivních nástrojů pro minimalizaci vzniku stavebního a demoličního odpadu, jeho monitoring a opětovné využití a projektu HORIZON 2020+ č. 101058580 Automated solutions for sustainable and circular construction and demolition waste management.

Klíčová slova: *Recycling, Concrete, Coarse aggregate.*

Úvod

V rámci řešení projektu TA ČR Prostředí pro život 3 č. SS03010302 byl řešitelský tým přizván k řešení krizové situace na Jižní Moravě, kde dne 24. června 2021 po 19. hodině prošla obcemi na pomezí Břeclavska a Hodonínsku extrémní bouře s krupobitím a tornádem. Podle hodnocení Českého hydrometeorologického ústavu se jednalo o silné tornádo doprovázené savými víry, které dosáhlo síly F4. Prošlo úsekem dlouhým 26 kilometrů a širokým cca půl kilometru. Kriticky zasaženo bylo sedm obcí, nejvíce postiženy byly Moravská Nová Ves, Mikulčice, Hrušky, Lužice a městské části Hodonína Bažantnice a Pánov. V rámci projektu byly tedy podniknuty dvě služební cesty. První služební cesta za účelem monitoring objemu hald po tornádu pomocí dronů byla podniknuta ve dnech 12. až 13. června 2021. Předpokládalo se, že po tomto termínu budou všechny tři, nebo jen některé, skládky uzavřené, ale nestalo se tak. Zároveň byly ještě prováděné některé demoliční práce na objektech, a proto byla na žádost Odboru životního prostředí JmK naplánovaná druhá služební cesta na přelomu července a srpna 2021. V rámci pomoci bylo vyzkoušeno využití dronu pro charakterizaci a určení kubatur odpadního materiálu. Zájmové oblasti deponií se nacházely v Hodoníně, Mikulčicích a mezi obcemi Hrušky a Moravská Nová Ves. Výška letu byla volena průměrně okolo 45 m s podélným a příčným překrytem 70

procent. Pro konstrukci modelu bylo využito křížové snímkování z vrchu, které bylo doplněno u vysokých deponií i ze stran. Usazení modelu do závazného polohového systému JTSK a výškového systému Bpv bylo provedeno využitím vlíčovacích bodů v okolí deponií, které byly stabilizovány sololitovou deskou s černo-bílým křížem nebo vyznačením sprejem přímo na trosky v deponii. Konstrukce modelu pro vzorovou deponii Hrušky - Moravská Nová Ves lze vidět na Obr. 1 [1].



Obr. 1: Model deponie mezi obcemi Hrušky a Moravská Nová Ves složený z 828 snímků z dronu.

Dále bylo domluveno, že suť z živelné katastrofy rozšíří bude recyklována a bude proveden výzkum na její aplikaci do betonu. Firma Moravostav Brno v rámci projektu provedla recyklaci sutě ze živelné katastrofy. Jednalo se o vzorek cca 10 tun materiálu z haldy Hrušky - Moravská Nová Ves, který obsahoval množství příměsí – velké kusy dřeva, plastové rámy oken, vodovodní a jiné potrubí, plastové folie atd. (viz Obr. 2). Před recyklací bylo nutné větší kusy příměsí odstranit (strojově – nakladačem rozhrnutí a ručně vybrání kusů nežádoucích příměsí), viz Obr. 2. Poté byl vzorek předrcen na čelistovém drtiči a roztříděn na tři frakce 0/8 mm, 8/32 mm, 32/63 mm. Frakce 32/63 mm byla v podstatě nepoužitelná, vzhledem k velkému množství nežádoucích příměsí (úlomky dřeva, plastů, skla..), viz Obr. 2 a 3. V konečném součtu byla suť ze živelné katastrofy tvořena z:

- 0,2 tun vyseparovaný odpad příměsí (kovové trubky, plastové rámy, dřevo atd.),
- 5,5 tun frakce 0/8 mm,
- 2,5 tun frakce 8/32 mm,
- 1,8 tun frakce 32/63 mm.



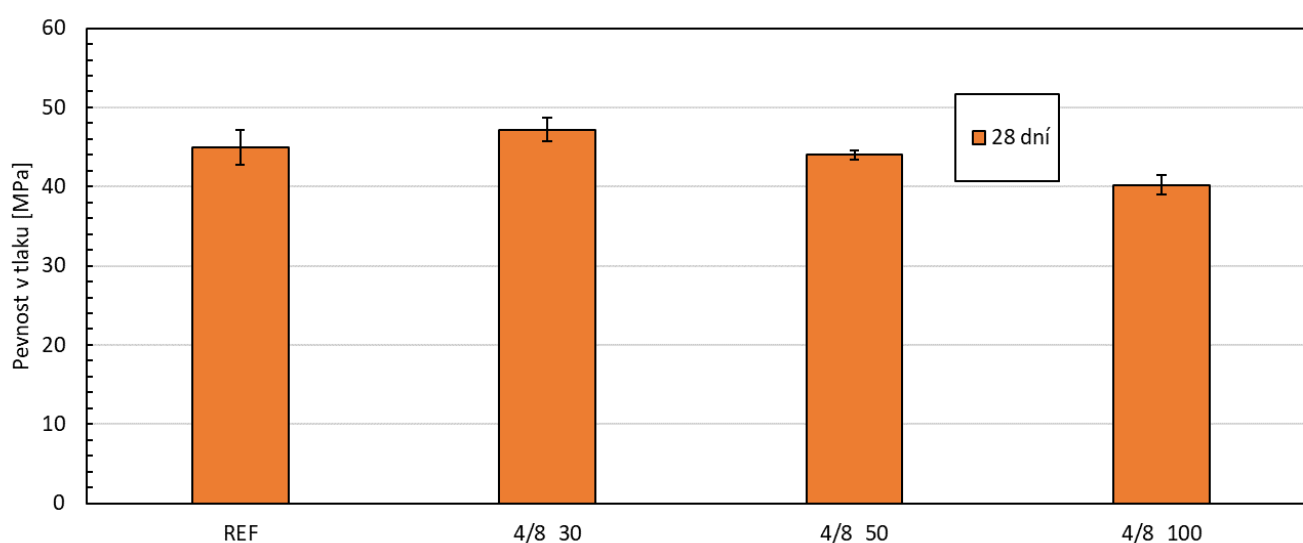
Obr. 2: Suť ze živelné katastrofy – vlevo, příměsí v sutí – vpravo.



Obr. 3: Recyklát: frakce 0/8 mm (vlevo), frakce 8/32 mm (uprostřed), frakce 32/63 mm (vpravo).

Materiály, vzorky a experimentální výsledky

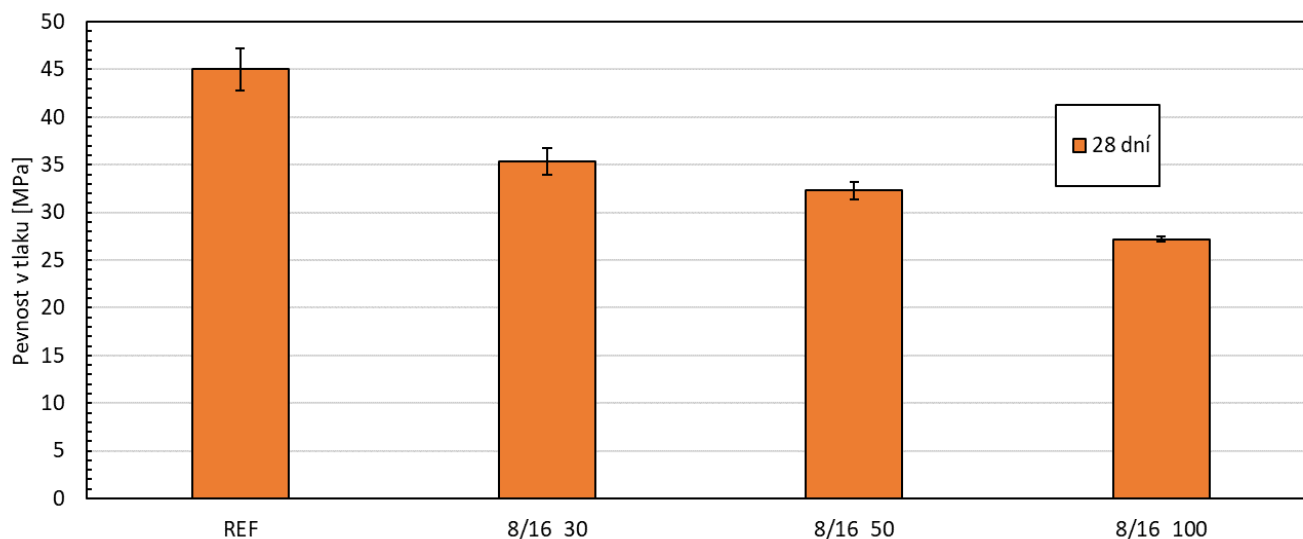
Pro každou zkušební sadu byly vyrobeny 3 zkušební tělesa. Jako zkušební tělesa byly použity betonové krychle o hraně 150 mm. Samotný beton obsahoval portlandský cement s označením CEM I 42,5 R, který pocházel ze závodu Mokrá. Dále bylo použito přírodní drobné kamenivo vymezené frakcí 0/4 mm ze štěrkovny Dobříň, která spadá pod správu společnosti Cemex. Přírodní hrubé kamenivo pochází z kamenolomu Zbraslav s použitými frakcemi 4/8 mm a 8/16 mm, které bylo nahrazeno smíšeným recyklátem vzniklým ze zpracování odpadu vzniklého po přírodní katastrofě na jižní Moravě. Složení referenčního betonu bylo následující: 300 kg/m³ cement CEM I 42,5R, 700 kg/m³ kamenivo frakce 0/4 mm, 538 kg/m³ kamenivo frakce 4/8 mm, 601 kg/m³ kamenivo frakce 8/16 mm a 165 kg/m³ voda. U dalších testovaných směsí byla nahrazena část přírodního kameniva frakce 4/8 mm nebo 8/16 mm recyklátem v 30, 50 a 100 hm. %.



Obr. 4: Pevnost v tlaku betonových těles s náhradou recyklátu (30, 50 a 100 hm. %) za přírodní kamenivo frakce 4/8 mm.

Porovnání výsledků pevnosti v tlaku je prezentováno na Obr. 4 a 5. Pro sadu vzorků s náhradou recyklátu při 50% hm. frakce 4/8 mm za přírodní kamenivo stejné frakce bylo dosaženo stejné hodnoty pevnosti v tlaku jako pro referenční materiál. Pro náhradu 30 % bylo dosaženo lepších výsledků náhradě než pro referenční materiál, naopak u náhrady 100% hm. recyklátu došlo k poklesu, a to asi o 5 MPa (Obr. 4).

Porovnání výsledků pevnosti v tlaku (Obr. 5) pro sadu vzorků s náhradou recyklátu při 30% hm. frakce 8/16 mm za přírodní kamenivo stejné frakce bylo dosaženo snížení pevnosti v tlaku o 10 MPa, při náhradě 100 hm. % snížení o cca 18 MPa. V obou případech se jednalo o 28 denní pevnosti v tlaku.



Obr. 5: Pevnost v tlaku betonových těles s náhradou recyklátu (30, 50 a 100 hm. %) za přírodní kamenivo frakce 8/16 mm

Závěr

Výzkumný úkol s recyklovaným kamenivem ze živelné katastrofy v roce 2021 na jižní Moravě dále pokračuje. Budou nás zajímat pevnostní charakteristiky i po delších časových obdobích, např. půl roku a rok, a dále další důležité charakteristiky jako nasákavost kameniva, mrazuvzdornost atd. V další fázi výzkumu bude testována i frakce 0/4 mm z recyklátu jako náhrady těžného písku a drobného kameniva.

Poděkování

Příspěvek byl podpořený projektem TA ČR Prostředí pro život 3 č. SS03010302 “Vývoj efektivních nástrojů pro minimalizaci vzniku stavebního a demoličního odpadu, jeho monitoring a opětovné využití” a projektu HORIZON 2020+ č. 101058580 “Automated solutions for sustainable and circular construction and demolition waste management”.

Literatura

[1] P. Tesárek, Podklady k přednášce na téma „Využití dronů v odpadovém hospodářství – zaměřování deponií a další možnosti“ prezentované na metodické poradě ORP JMK 23.-24. září 2021 Bzenec