

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
odbor transportních a stavebních strojů

**WP 1.A.1 Možnosti zvyšování využití recyklátů
ve stavebnictví**

**M1.A.1.1 Identifikace současného způsobu využívání recyklovaných
inertních minerálních odpadů ve stavebnictví a podmínek
pro zvýšení jejich podílu vůči přírodním nerostným
surovinám**

Závěrečná zpráva

Zhotovitel: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství
Ústav automobilního a dopravního inženýrství,
Odbor transportních a stavebních strojů
Technická 2, 616 69 Brno

Zpracoval: doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.
Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.
Ing. Lukáš Zeizinger, Ph.D.

V Brně dne 30. 12. 2022

Obsah

Obsah	1
1 Úvod.....	3
2 Původ stavebních a demoličních odpadů	3
2.1 Zdroje stavebních a demoličních odpadů	6
2.2 Poplatky za zpracování stavebních a demoličních odpadů	6
3 Materiálové toky v SDO a způsoby nakládání s nimi	8
3.1 Produkce a nakládání se stavebními a demoličními odpady celkem	8
3.2 Produkce a nakládání se SDO skupiny 1701 - Beton, cihly, tašky a keramika....	11
3.2.1 Produkce a nakládání s odpady skupiny 170101 - Betony	13
3.2.2 Produkce a nakládání s odpady skupiny 170102 - Cihly	14
3.2.3 Produkce a nakládání s odpady skupiny 170107 - směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků	16
3.3 Produkce a nakládání se SDO skupiny 170302 – asfaltové směsi neobsahující dehet.....	17
3.4 Produkce a nakládání se SDO skupiny 1705 - zemina, kamení, vytěžená jalová hornina a hlušina	19
3.4.1 Produkce a nakládání s odpady skupiny 17 05 04 zemina a kamení neuvedené pod číslem 17 05 03.....	19
3.4.2 Produkce a nakládání s odpady skupiny 17 05 06 Vytěžená jalová hornina a hlušina neuvedená pod číslem 17 05 05	22
3.4.3 Produkce a nakládání s odpady skupiny 17 05 08 Štěrky ze železničního svršku neuvedené pod číslem 17 05 07	23
3.5 Produkce a nakládání se SDO skupiny 17 09 04 Směsné stavební a demoliční odpady neuvedené pod čísly 17 09 01, 17 09 02 a 17 09 03	25
3.6 Celková produkce recyklovaných stavebních a demoličních odpadů.....	27
3.7 Využívání SDO na úpravy terénu, rekultivace a technologické zabezpečení skládek.....	28
3.8 Analýza substituce recyklovaných stavebních materiálů za přírodní kamenivo a štěrkopísky.....	30
4 Využívání SDO na rekultivace dobývacích prostor	33

4.1	Přehled některých prostor s ukončenou či končící těžbou, ve kterých dochází k masivní ukládce SDO (formou rekultivace).....	36
5	Poznátky o vlivu nové odpadové legislativy na proces recyklace SDO a způsobů uplatnění produktů (recyklátů).....	38
5.1	Problematika limitního obsahu škodlivin dle vyhl. 273/2021	38
5.2	Problematika uplatnění produktu recyklace jako stavebního výrobku	39
6	Technologie pro produkci recyklátů ze SDO s vyšší jakostí	40
6.1	Současný stav technologií v ČR a v Evropě	40
6.2	Větrné třídíče	42
6.2.1	Konstrukce třídíčů a ovlivňující konstrukční parametry	42
6.2.2	Efektivní parametry ovlivňující volbu konstrukce větrného třídíče	45
6.2.3	Shrnutí vlastností různých technologií větrných třídíčů	46
6.3	Trendy v užití větrných třídíčů	64
7	Závěr	65
8	Literatura	66

1 Úvod

Tato zpráva je zpracována v rámci řešení pracovního balíčku **WP 1.A Stavební a demoliční odpady**. Zahrnuje činnost **1.A.1 Možnosti zvyšování využití recyklátů ve stavebnictví**.

Tato část je rozdělena na dvě samostatné podkapitoly. První, která je řešena v této části se zabývá problematikou identifikace současného způsobu využívání recyklovaných inertních minerálních odpadů ve stavebnictví a podmínek pro zvýšení jejich podílu vůči přírodním nerostným surovinám.

Druhá část je řešena na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě stavební (ÚTSHD) a je věnována zejména problematice výzkumu v oblasti využívání recyklovaných inertních stavebních materiálů ve stavebních hmotách a stavebních dílcích.

2 Původ stavebních a demoličních odpadů

Stavební a demoliční odpady jsou dle zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech, odpady vznikající při stavebních a demoličních činnostech. Jedná se zejména o odpady, které vznikají při výstavbě a úpravě objektů, při jejich demolici a odstraňování. Konkrétně to jsou jak budovy (občanské vybavení, průmyslové objekty atd.), tak také liniové stavby (zejména silnice, dálnice, železnice atd.).

Stavebních a demoličních odpadů je celá řada a jsou uvedeny ve vyhlášce 8/2021 Sb., o katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů). Tato zpráva se v souladu s plánem činnosti projektu WP1.A.1 zaměřuje zejména na vznik a nakládání s inertními minerálními stavebními a demoličními odpady. Tyto odpady tvoří v ČR více než 50 % hmotnosti všech vzniklých odpadů. Zcela dominantní složku v nich tvoří odpady skupinu 17 05 04 „Výkopové zeminy neuvedené pod číslem 17 05 03“.

Stavební a demoliční odpady skupiny 17 01 „Beton, cihly, tašky a keramika“ a 17 03 02 „Asfaltové směsi neuvedené pod číslem 17 03 01“ mohou sloužit jako velmi kvalitní druhotná surovina při náhradě primárních surovin. Materiálovými toky těchto surovin (vznik a nakládání) se zabývají další kapitoly této zprávy.

Předpokladem pro vznik kvalitního recyklovaného inertního minerálního materiálu ze SDO je šetrné zacházení s ním v průběhu odstraňování stavby (demolice). Jednoznačně je v řadě zahraničních i domácích dokumentů prokázáno, že selektivní demolice je jedinou cestou k dosažení vysoké kvality recyklátů v procesu následné recyklace.

V období do poloviny roku 2021 nebylo vyžadování důsledné selektivní demolice výslovně nařízeno zásadními právními dokumenty. To se změnilo přijetím nové odpadové legislativy. V zákoně 541/2020 Sb. je v §15, odst. 2, bodu f uvedeno:

„Původce odpadu je povinen při odstraňování stavby, provádění stavby nebo údržbě stavby dodržet postup pro nakládání s vybouranými stavebními materiály určenými pro opětovné použití, vedlejšími produkty a stavebními a demoličními odpady tak, aby byla zajištěna nejvyšší možná míra jejich opětovného použití a recyklace“.

V souladu s §15, odst. 5 zákona o odpadech vydalo Ministerstvo životního prostředí v červenci 2021 Vyhlášku 273/2021 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady. Zde je proces vzniku stavebních a demoličních odpadů popsán podrobněji. Mělo by se jednat o výsledek, vzniklý selektivní demolicí, která vychází přímo z povinnosti odděleného soustředování jednotlivých druhů odpadů v rámci odstraňování, údržby či provádění staveb (§42 vyhlášky 273/2021 Sb.).

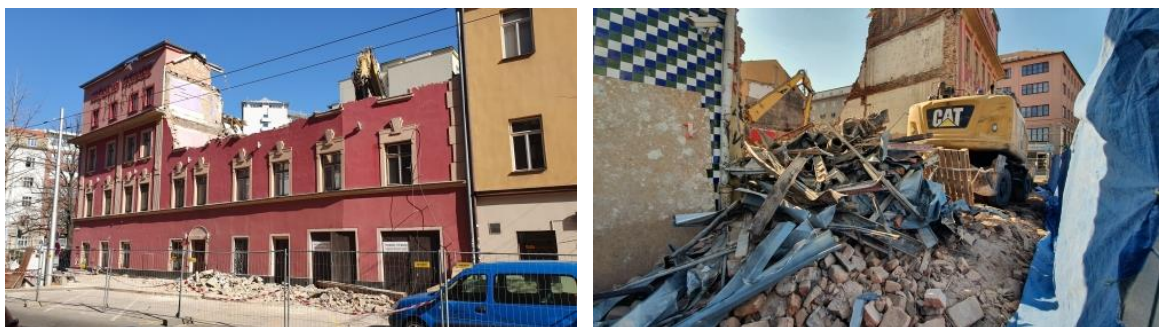
V oblasti inertních minerálních stavebních a demoličních odpadů vyhláška 273/2021 Sb. v příloze 24 definuje „*Vybourané stavební materiály, výrobky, vedlejší produkty a stavební a demoliční odpady, které musí být soustředovány odděleně*“.

Jedná se o neznečištěné vybourané stavební materiály a výrobky, které je možné opětovně použít nebo stavební a demoliční odpady, které je možné recyklovat. Ze zmíněných inertních minerálních stavebních a demoličních odpadů je to:

- beton a betonové konstrukce,
- cihly a zdicí prvky,
- střešní tašky,
- keramické obkladové prvky, další obkladové prvky a sanitární keramika,
- směsi betonu, cihel, tašek a keramických výrobků, které neobsahují nebezpečné látky
- asfaltové směsi, které neobsahují nebezpečné látky,
- zemina a kamení, které neobsahují nebezpečné látky,
- štěrk ze železničního svršku, který neobsahuje nebezpečné látky.

Jedná se tedy o jednotlivé skupiny stavebních a demoličních odpadů tak, jak jsou rozčleněné v Katalogu odpadů. Při dodržení pravidel odděleně soustředěných SDO by došlo jednoznačně ke zvýšení kvality produkce většiny recyklačních linek v ČR což by vedlo k rozšíření možností jejich uplatnění zejména jako plniva při výrobě stavebních hmot (betonů).

V současnosti se však při odstraňování staveb ještě výrazněji neprojevil vliv nové legislativy. Může to být způsobeno jak delším průběhem trvání vydání stavebního povolení k odstranění stavby, tak také určitou setrvačností v samotném procesu vydávání těchto povolení. Dalším problémem je takřka mizivá kontrolní a preventivní činnost orgánů státní správy při vzniku, údržbě a odstraňování staveb (viz Obr. 1).



a)

b)

Obr. 1 Dosud nejčastější způsob odstraňování staveb (Brno 28. 3. 2022)

Na fotografiích je vidět průběh odstraňování (demolice) bývalého malého hotelu v centru Brna pomocí strojní bourací techniky (rypadlo s demoličními nůžkami). Na budově při odstraňování zdiva zůstávají okna. Nejsou selektovány různé druhy odpadů (zdivo, kovový

odpad, dřevo atd.). Hlavním důvodem těchto přetrvávajících postupů je dle zkušeností striktní požadavek na minimalizaci ceny při odstraňování stavby. Demoliční suť na obr. 1b je z hlediska následné recyklace velice obtížně zpracovatelná, protože bude potřeba dodatečně provést separaci jednotlivých složek stavebních a demoličních odpadů.

Na druhé straně v případě demolice rozsáhlejších staveb s dostatečnou plochou lze provést separaci SDO velmi kvalitně. Jako pozitivní příklady může sloužit odstraňování staveb ze starých průmyslových zón, kde se počítá s následnou rozsáhlou občanskou výstavbou. V těchto případech bývá velmi podrobně prováděn předdemoliční audit a na základě jeho výsledků poté dochází k odstranění odpadů obsahující škodliviny. Rozlehlost a značné množství vzniklých SDO předurčuje tyto areály k provedení recyklace inertních minerálních odpadů přímo v místě jejich vzniku a také jejich následné využití jak v průběhu následné stavební činnosti (např. na staveništní komunikace) či jako podkladové vrstvy budoucích obslužných komunikací, parkovišť, hřišť apod.



Obr. 2 Demolice objektů v bývalém průmyslovém areálu a recyklace (Brno březen 2022)



Obr. 3 Recyklace SDO v bývalém průmyslovém areálu (Brno březen 2022)

Na obrázku 2 a 3 je dokumentováno nakládání se SDO v projektu „Nová Zbrojovka“, který vzniká na území bývalého rozsáhlého průmyslového závodu Zbrojovka takřka v centru Brna. Na Obr. je detailnější pohled na recyklační linku v areálu bývalého závodu.

2.1 Zdroje stavebních a demoličních odpadů

Zdroje stavebních a demoličních odpadů lze rozdělit do dvou velkých skupin:

- a) **budovy** – nadzemní stavby, včetně jejich podzemních částí, prostorově soustředěné a navenek převážně uzavřené obvodovými stěnami a střešní konstrukcí (Zákon 283/2021 Sb. stavební zákon,),
- b) **stavby dopravní a technické infrastruktury** - jedná se převážně o stavby, u nichž podstatně převládá jeden rozměr, tj. délka nad šířkou a výškou (stavby pozemních komunikací, drah, vodních cest, leteckých staveb a s nimi související stavby a zařízení), systémy a sítě technické infrastruktury a s nimi související stavby a zařízení pro zásobování vodou, energetika, produktovody (zákon 283/2021 Sb.).

Stavební a demoliční odpady z budov mohou mít velmi rozdílné složení. U masivních konstrukcí budovaných v posledních desetiletích z litého betonu nebo staveb prefabrikovaných dominuje beton včetně výztuže. K tomu dále náleží i nátěry jako tepelně izolační materiály nebo omítka a potěr. Starší masivní stavby se častěji staví z cihelného zdiva nebo zdiva z kamenů vázaných minerály, jako jsou vápenopískové cihly nebo lehčený beton [1]. U řady zejména obytných staveb vybudovaných či rekonstruovaných v posledních letech se k tomu přidávají i různé druhy zateplení. Zpravidla se jedná o tyto materiály: pěnový nebo grafitový polystyren, minerální vata, kamenná vlna a některé další.

Stavební a demoliční odpady ze staveb dopravní a technické infrastruktury jsou také značně rozdílného složení – záleží zejména na tom, o jakou stavbu se jedná. Dominantní objemy vznikají u dopravních staveb – zejména silnic, dálnic, místních komunikací, ale také mostů apod. Zde dominují jako odpad asfaltové směsi, betony, výkopové kamenivo a zemina (z podloží komunikací). U železničních staveb se jedná zejména o šterk ze železničního lože, který může být lokálně kontaminovaný úkapy ze železničních vozidel (zejména z úseků staničních a před semaforey).

Technologické kroky, které vedou při odstraňování staveb ke získání kvalitních druhotných nerostných surovin přímo ve zdroji jejich vzniku jsou podrobně popsány ve výsledcích pracovním balíčku WP 1.A.3 „Zlepšování postupů selektivní demolice v rámci prevence předcházení vzniku odpadů a dalšího využití stavebních a demoličních odpadů“.

2.2 Poplatky za zpracování stavebních a demoličních odpadů

Při předání stavebního a demoličního odpadu recyklačnímu centru je původce odpadu povinen uhradit poplatek za recyklaci. Ty skupiny stavebního a demoličního odpadu, ze kterých lze s poměrně malým úsilím vyrobit prodejné produkty, mají nižší poplatky za přijetí. Příkladem toho je vytríděný beton kusovitosti menších velikostí, které lze vkládat do drtiče bez předchozího dělení (zpravidla ca do rozměru 500 x 500 x 500 mm). Rozměrné díly vyžadují rozstříhání na menší kusy, což je spojeno s vyššími náklady recyklační firmy a proto jsou

poplatky za přijetí vyšší. Obdobně zvyšuje poplatky za přijetí i přítomnost ocelové výztuže v betonu.

U směsných stavebních sutí, které se obtížněji zpracovávají, je u nich třeba provádění separace nežádoucích příměsí (dřevo, papír, plasty apod.), jsou poplatky ještě vyšší. Výše poplatku tak motivuje původce odpadu jej před předáním do recyklačního závodu pokud možno pečlivě roztřídit do jednotlivých skupin. proti této motivaci však stojí zvýšené náklady na demolici stavby.

Tabulka 1 ukazuje některé poplatky platné pro rok 2022 za přijetí jedné tuny typických stavebních a demoličních odpadů u pěti recyklačních firem v ČR. I když mezi jednotlivými cenami pro stejné skupiny odpadů jsou na první pohled značné rozdíly, ve skutečnosti tomu tak není. Zásadním kritériem pro stanovení ceny je čistota (jednodruhovost) přebíraného SDO, podíl nežádoucích příměsí, kusovitost i některé další vlastnosti.

Tabulka 1 Poplatky za stavební a demoliční odpady v některých recyklačních firmách

Skupina SDO (dle kat. odpadů)	Název (upřesněný)	Cena za uložení jedné tuny [Kč] bez DPH u firmy číslo ¹⁾				
		1	2	3	4 ²⁾	5 ²⁾
170101	Beton (velikost 500 x 500 mm)	90	150	200	95	150
170101	Beton mírně vyztužený (500 x 500)	150	150			650
170101	Beton silně vyztužený (500 x 500)	250	370			650
170102	Cihly (s příměsí betonu a omítky)	250	340	500	390	
170103	Tašky a keramické výrobky	250	340		150	
170107	Směsi betonu, tašek a cihel	270	340		390	350
170302	Asfaltové směsi	600	150	500	550	350
170504	Zemina a kamení	330	690	270	390	150

Vysvětlivky:

1) označení firem:

- 1 DUFONEV RC, a.s., Brno,
- 2 AZS RECYKLACE ODPADU s.r.o., Plzeň,
- 3 RESTA s.r.o., Přerov,
- 4 MORAVOSTAV Brno, a.s., Modřice,
- 5 KENVI CZ s.r.o., Rychnov nad Kněžnou .

2)ceny jsou pro neznečištěné materiály. U znečištění příměsemi do 5% se cena zvyšuje o ca 30 až 40%, u znečištění 10% se poplatky zvyšují o ca 100%

3 Materiálové toky v SDO a způsoby nakládání s nimi

Stavební a demoliční odpady představují největší materiálové toky v odpadovém hospodářství. Sledování způsobu nakládání s nimi v delším časovém horizontu umožňuje zpětně posoudit jak vliv dopadu některých legislativních opatření, tak i postupnou akceptaci recyklovaných SDO ze strany odborné i laické veřejnosti.

S cílem posouzení nakládání s jednotlivými skupinami SDO, zejména s ohledem na jejich recyklovatelnost a možnosti následného využití v různých fázích stavební výroby, byla výchozí data analyzována za celou ČR, a nikoliv po jednotlivých krajích (to by podle názoru zpracovatelů znepřehlednilo výsledky a snížilo i vypovídací hodnotu).

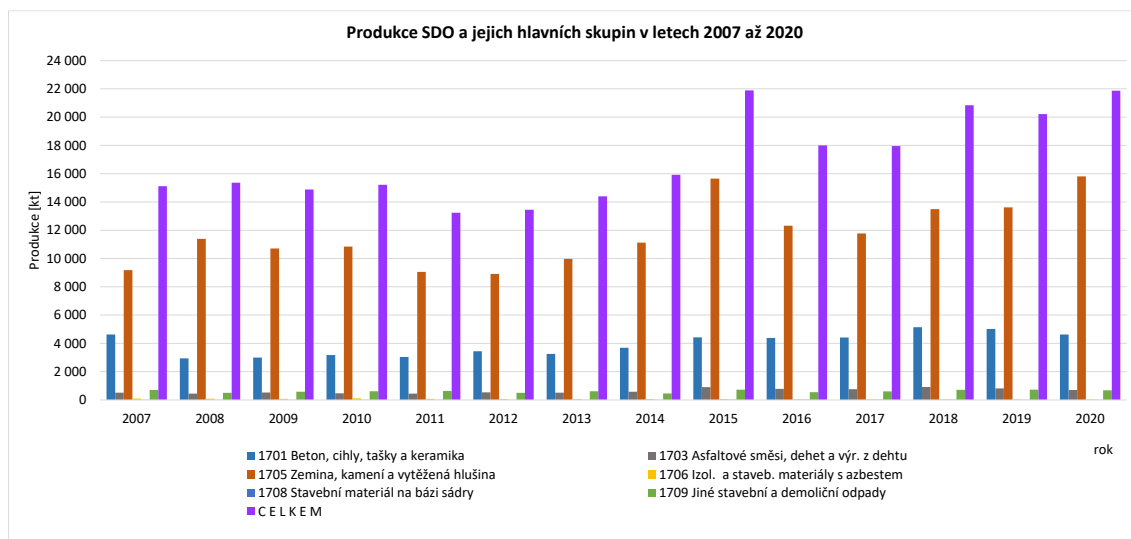
Byla analyzována data z databáze Ministerstva životního prostředí, které v současnosti vede a zpracovává Česká informační agentura životního prostředí (CENIA). Byla posuzována i možnost využít některé údaje, které vydává Český statistický úřad. Tato data však byla shledána jako málo podrobná, zachycující jen některé materiálové toky a s ohledem na zmíněnou databázi CENIA jako neúplná. Proto nebyla pro tuto zprávu využita. Kompletní tabulka produkcí a způsobu nakládání v jednotlivých letech a skupinách odpadů dle databáze CENIA je uvedena v příloze 1.

Do posuzovaných dat byly zahrnuty pouze inertní stavební minerální odpady skupiny 17 dle Katalogu odpadů. Nebyly zahrnuty skupiny obsahující nebezpečné látky nebo nebezpečnými látkami znečištěné. Dále nebyly posuzovány skupiny, které nepředstavují inertní minerální odpady (17 02 Dřevo, sklo a plasty, 17 04 Kovy - včetně jejich slitin).

Časové rozmezí posouzení dat bylo z plánovaných deseti let rozšířeno na čtrnáct. Důvodem pro to byly prokazatelné pozitivní změny ve využívání recyklovaných SDO ve stavebnictví jako alternativa k přírodnímu kamenivu.

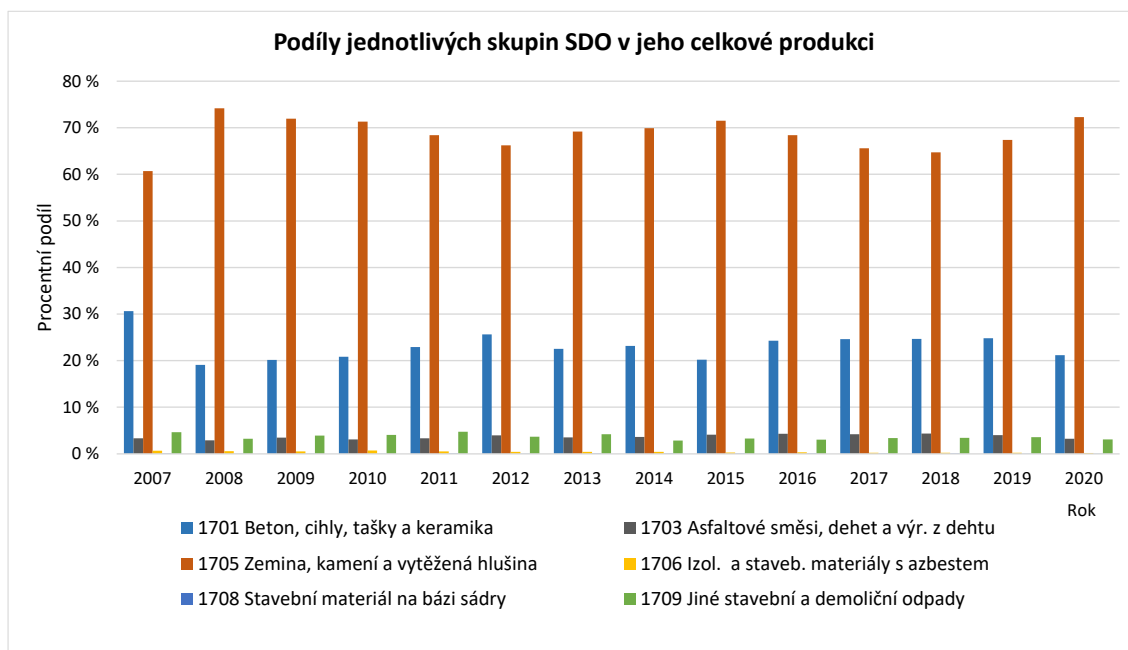
3.1 Produkce a nakládání se stavebními a demoličními odpady celkem

Na Obr. 2 je znázorněn sloupcový graf produkce stavebních a demoličních odpadů v letech 2007 až 2020. Pro každý rok je uvedena celková hodnota produkce a nalevo od této hodnoty jsou velikosti hlavních skupin těchto odpadů. Z obrázku je zřejmé, že dominantní je skupina odpadů 1705 zemina (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst), kamení, vytěžená jalová hornina a hlušina (rezavá barva). Druhou hlavní skupinu co do množství představují beton, cihly, tašky a keramika (skupina 1701) – modrá barva. Další skupiny SDO se již pohybují pod pětiprocentní hranicí celkového vykazovaného množství produkce. Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu (tmavě šedé sloupce) (1703), stejně tak jako jiné stavební a demoliční odpady (skupina 1709) – zelené sloupce, představují v jednotlivých letech pouze tři až čtyřprocentní podíl. Izolační stavební materiály (skupina 1706) se ve sledovaném období pohybovaly v hodnotách nižších než 0,8 % a Stavební materiál na bázi sádry (skupina 1708) nepřesáhl v žádném ze sledovaných roků hodnotu 0,1 % hmotnosti celkové produkce SDO.



Obr. 2 Produkce SDO a jejich hlavních skupin v letech 2007 až 2020

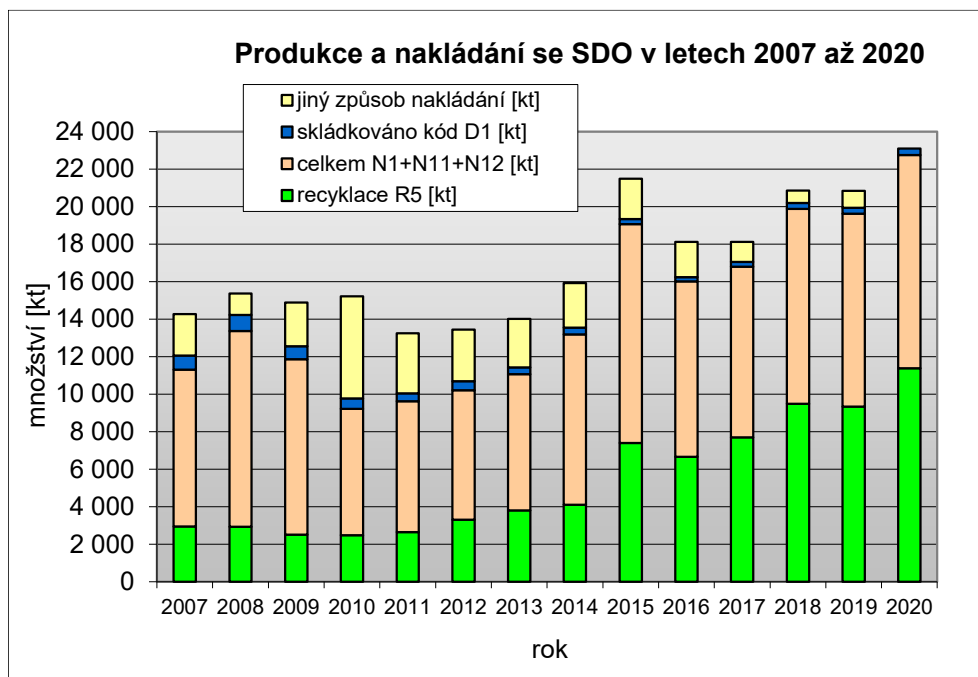
Na Obr. 3 je znázorněn graf produkce stavebních a demoličních odpadů v procentech. Produkce každého roku představuje 100 %. Barvy jednotlivých skupin SDO jsou shodné jako na Obr. 2. Je zcela zřejmé, že skupina odpadů 1705 zemina (včetně vytěžených zeminy z kontaminovaných míst), kamení, vytěžená jalová hornina a hlšina je zcela dominantní a s výjimkou roku 2007 představuje 65 až 75 % všech SDO. Další hlavní skupinou s již menším podílem je skupina 1701 beton, tašky a keramika s podíly v jednotlivých letech (s výjimkou roku 2007) 20 až 25 %.



Obr. 3 Podíly jednotlivých skupin SDO v jeho celkové produkci v letech 2007 až 2020

Na Obr. 4 je znázorněn graf produkce a způsobu nakládání se SDO v letech 2007 až 2020.

Z grafu je zřejmý postupný nárůst produkce inertních minerálních stavebních odpadů od rok 2013 až do roku 2020. V letech 2011 až 2012 je naopak zřejmý jejich mírný pokles, způsobený hospodářskou krizí, která přirozeně zasáhla i stavebnictví. Žluté části sloupců, označené jako „jiný způsob nakládání“, znázorňují rozdíly mezi množstvím SDO evidovaného na vstupech a sumou množství, se kterým bylo nakládáno konkrétně dle níže uvedených způsobů. Jedná se tak zpravidla o množství, která zůstávala na mezideponiích recyklačních závodů.



Obr. 4 Produkce a způsoby nakládání se SDO v letech 2007 až 2020

Z grafu je zřejmý také postupný nárůst produkce recyklovaných SDO (zeleně), přičemž množství SDO využité dle kódů XN1, XN11 a XN12¹ (kde X= A, B, C)² se výrazněji nemění.

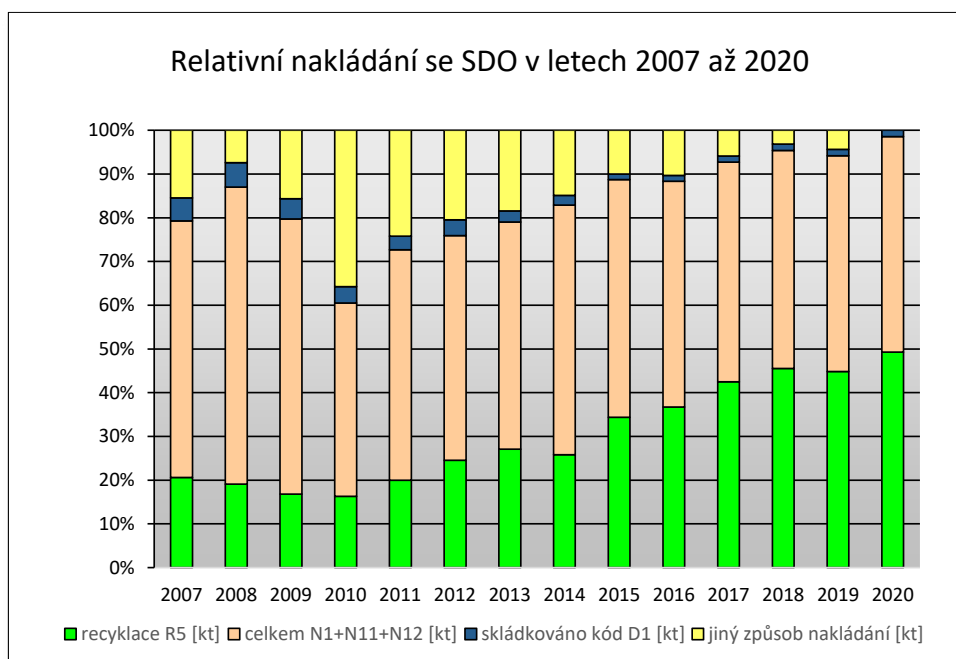
Pokud se sledovaná produkce SDO každého roku označí hodnotou 100 %, lze zřetelněji sledovat trendy ve způsobu nakládání – tedy zejména množství SDO, které bylo recyklováno a množství SDO, které bylo využito na terén, rekultivaci nebo zabezpečení skládek. Tento graf je na Obr. 5.

Z grafu je jednoznačně prokazatelné, že do roku 2011 se pohybovala míra recyklace SDO (včetně výkopových zemin a kameniva) v hodnotě mezi 18 až 20 % a množství SDO využívaných na terén, rekultivaci nebo zabezpečení skládek bylo dva až třikrát vyšší. Od roku

¹ N1využití odpadů na terénní úpravy
N 11 .. využití odpadu na rekultivace skládek
N 12 .. ukládání odpadů jako technologický materiál na zajištění skládky

² A = pro vlastní odpad
B = pro odpad převzatý
C = odpad odebraný ze zásob z předchozího roku

2012 začalo množství recyklovaných SDO postupně vzrůstat a v roce 2020 dosáhlo takřka 50 %, shodně jako SDO využívané na terén, rekultivaci nebo zabezpečení skládek.



Obr. 5 Relativní způsoby nakládání se SDO v letech 2007 až 2020

3.2 Produkce a nakládání se SDO skupiny 1701 - Beton, cihly, tašky a keramika

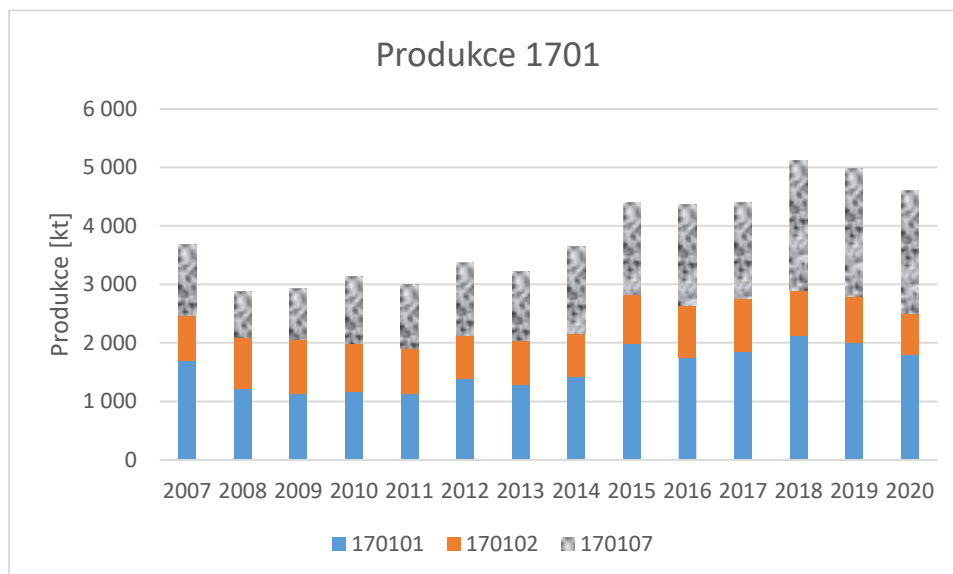
Z hlediska materiálového složení této skupiny odpadů se jedná typický minerální odpad, který je primárně určený pro recyklaci a opětovné využití recyklátů ve stavebnictví. Dle katalogu odpadů do něj patří tyto odpady:

- 17 01 01 Beton
- 17 01 02 Cihly
- 17 01 03 Tašky a keramické výrobky
- 17 01 06* Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků obsahující nebezpečné látky
- 17 01 07 Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06

Jak bylo výše uvedeno, do materiálových toků nebylo uvažováno se skupinou 170106* „Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků obsahující nebezpečné látky“. Je to z jedné strany z důvodu, že tyto materiály nelze s ohledem na obsah jejich škodlivin opětovně využívat a také proto, že v materiálovém toku skupiny 1701 je jejich podíl v jednotlivých letech zpravidla 1 až 2 %.

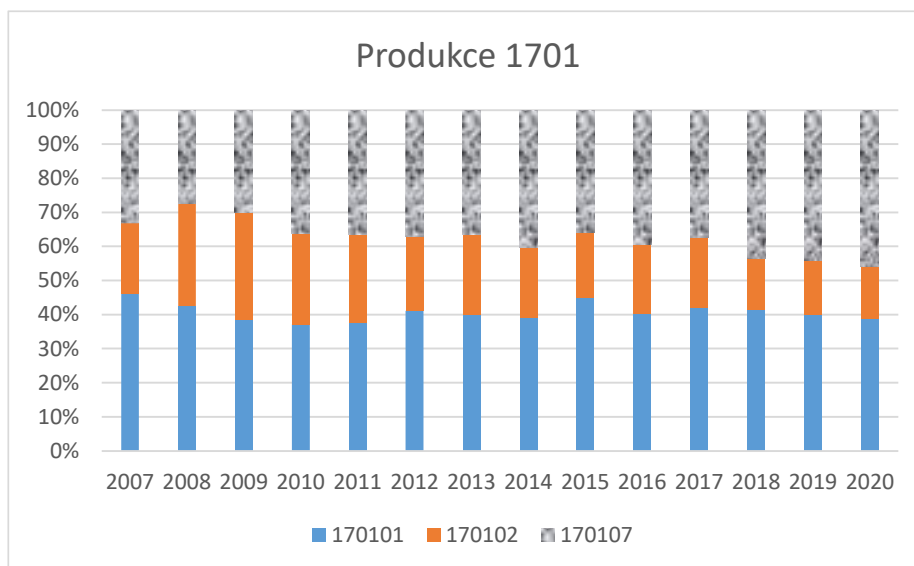
Z uvedené skupiny odpadů má po recyklaci nejvýhodnější vlastnosti beton. Proto je velmi žádoucí oddělovat odstraňované části betonu při demolici stavby vždy odděleně a vyhnout se jejich začlenění do skupiny 17 01 07 „Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků“. Možnosti využívání recyklovaného betonu jsou popsány v celé

řadě publikací a nejnovější výsledky jsou podrobněji uvedeny v další zprávě „Koncepce návrhu tezí technických parametrů recyklátu pro zpětné využití“, které zpracoval VUT v Brně, ÚTHD.



Obr. 6 Produkce hlavních složek skupiny odpadů 1701

Na obrázku 8 je znázorněná produkce hlavních složek skupiny odpadů 1701 – Betony, cihly a směsi betonů, cihel tašek a keramiky bez nebezpečných vlastností. Pro přehlednost zde není uváděna skupina 170103 Tašky a keramické výrobky. Je to z toho důvodu, že se jedná o zcela marginální množství, pohybující se ročně v hmotnosti pouhých ca 12 až 22 [kt], což je méně než 0,3 % skupiny 1701.



Obr. 7 Relativní produkce hlavních složek skupiny odpadů 1701

Na obrázku 9 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** je znázorněna relativní produkce hlavních složek skupiny odpadů 1701. Z obou obrázků je patrné, že v průběhu sledovaného období docházelo k mírnému zvyšování podílu skupiny 170107 – „Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků“ a to zejména na úkor podílu cihelného zdiva (170102). To může být mimo jiné dáno skutečností, že recyklované cihly jsou v běžné

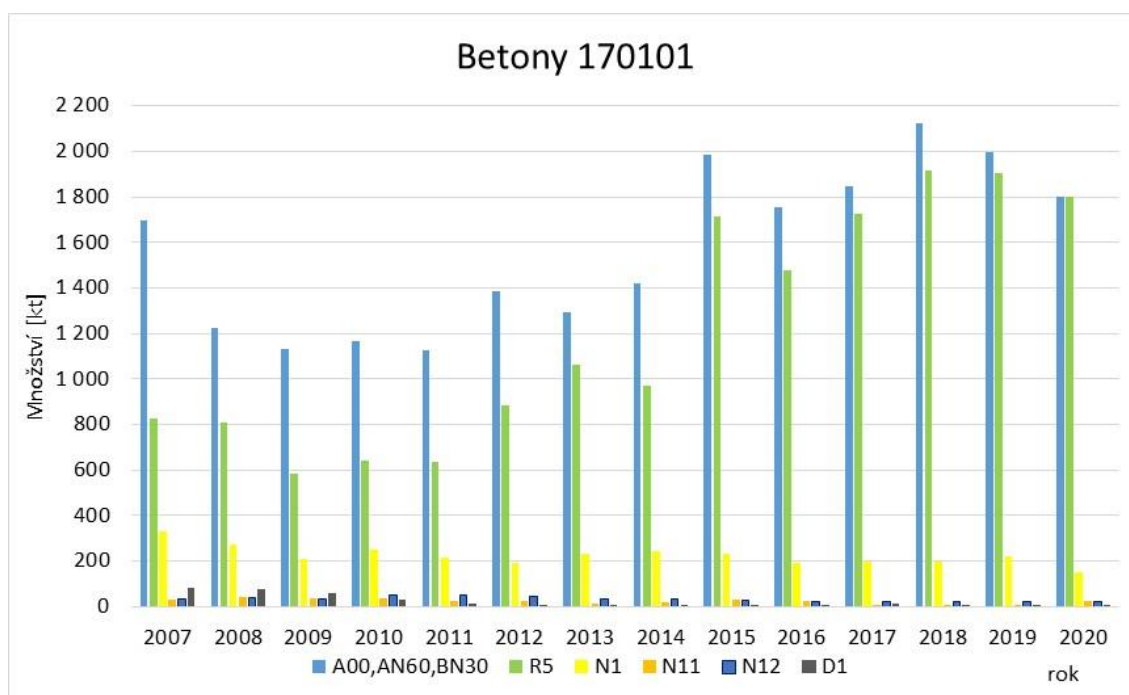
kvalitě, kdy je lze využít zejména na různé obsypy a podsypy některých inženýrských sítí, relativně hůře prodejné.

Je to dáno zejména skutečností, že v ČR běžně nedisponují recyklační linky technologiemi, které by umožnily získat velmi vysokou kvalitu drcených použitých cihel na výrobky typu antuka, okrasné zásypy apod. Příčina této skutečnosti je uvedena v jiné části této zprávy.

3.2.1 Produkce a nakládání s odpady skupiny 170101 - Betony

Jak bylo výše uvedeno, jedná se o skupinu odpadů, které lze zpravidla zpracovat v recyklačních zařízeních na velmi kvalitní recyklát (betonové kamenivo). Nezbytným předpokladem pro recyklaci je prokázání absence případných škodlivin dle platné legislativy a zamýšlenému způsobu použití. Granulometrické vlastnosti recyklátu lze modifikovat dle případných požadavků většího odběratele. Nejčastěji se produkují tyto frakce: 0/16, 0/32, 16/32 a 32/63.

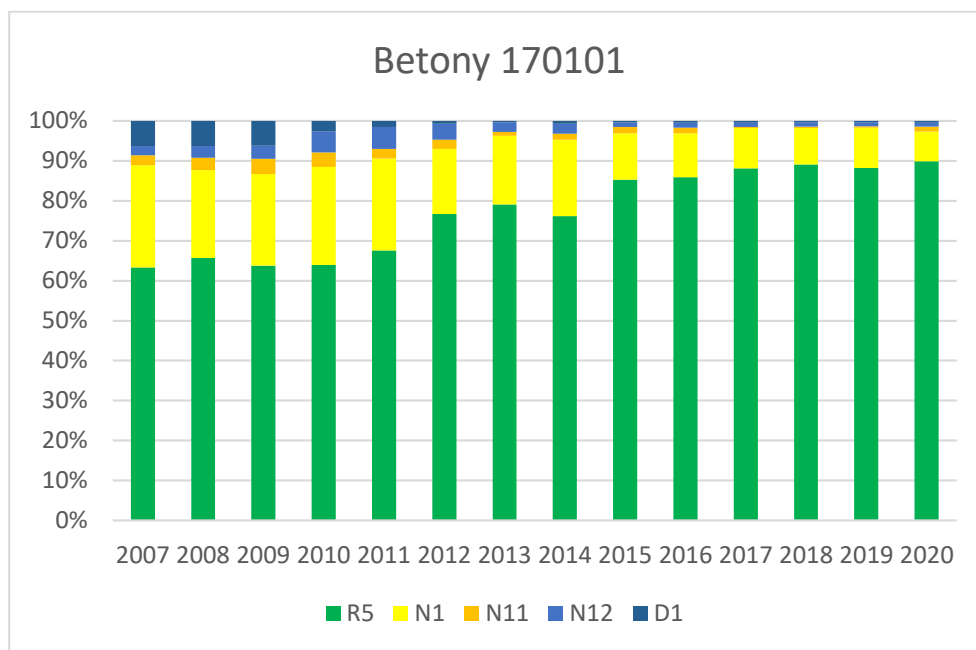
Na Obr. 8 je podrobněji dokumentována evidovaná produkce a způsoby nakládání s odpadními betony. Evidovaná produkce se ve sledovaném období pohybovala mezi ca. jedním a dvěma miliony tun ročně, přičemž patrný výraznější nárůst je zřetelný od roku 2015, od kdy produkce dosahuje bez větších výkyvů hodnoty ca. 2 miliony tun ročně.



Obr. 8 Produkce a způsoby nakládání s odpadními betony

Je zcela zřejmé, že dominantní většina tohoto materiálového proudu je recyklována. Relativně malá část (ca. do 10%) je v posledních letech využívána pro rekultivaci a na povrchu a zcela zanedbatelná množství jsou využívána jako technologické zabezpečení skládek či na jejich rekultivace. Z Obr. 9 je jednoznačně zřejmé, že recyklace betonů se z hodnot kolem 65 % v letech 2007 až 2010 zvýšila v posledních letech na 90%.

O recyklované materiály vyrobené z betonu je dlouholetý trvalý zájem a ceny betonových recyklátů se pohybují zpravidla v rozsahu 100 až 250 Kč / t, cena závisí zejména na granulometrickém složení.

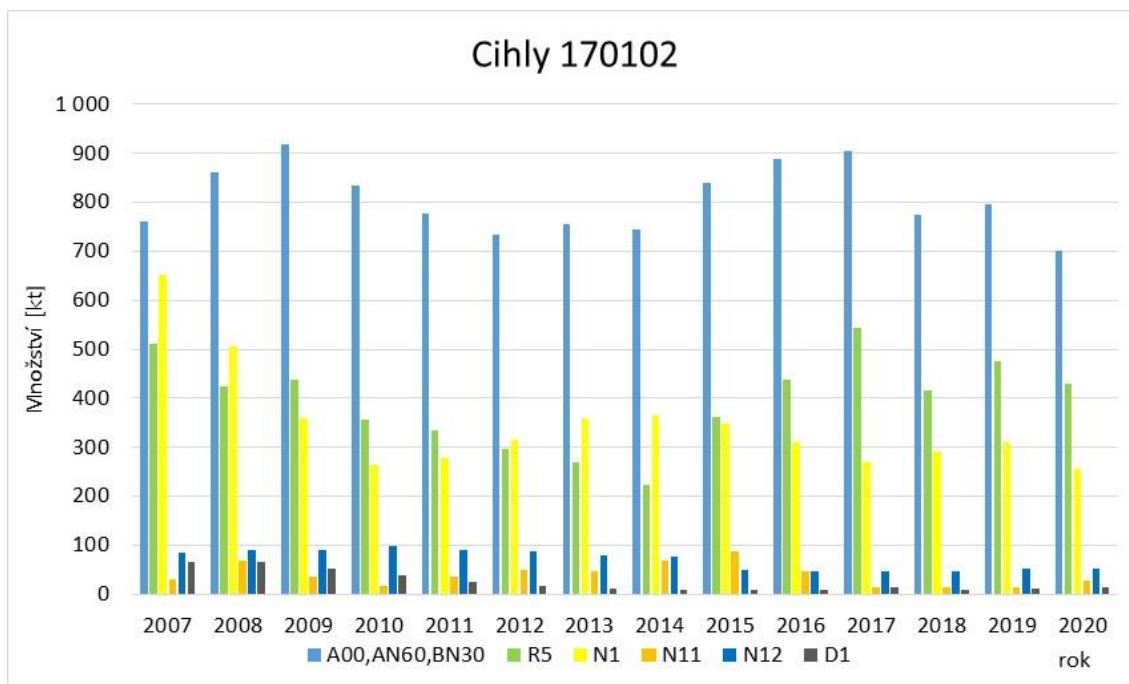


Obr. 9 Způsoby nakládání s odpadními betony v relativních hodnotách

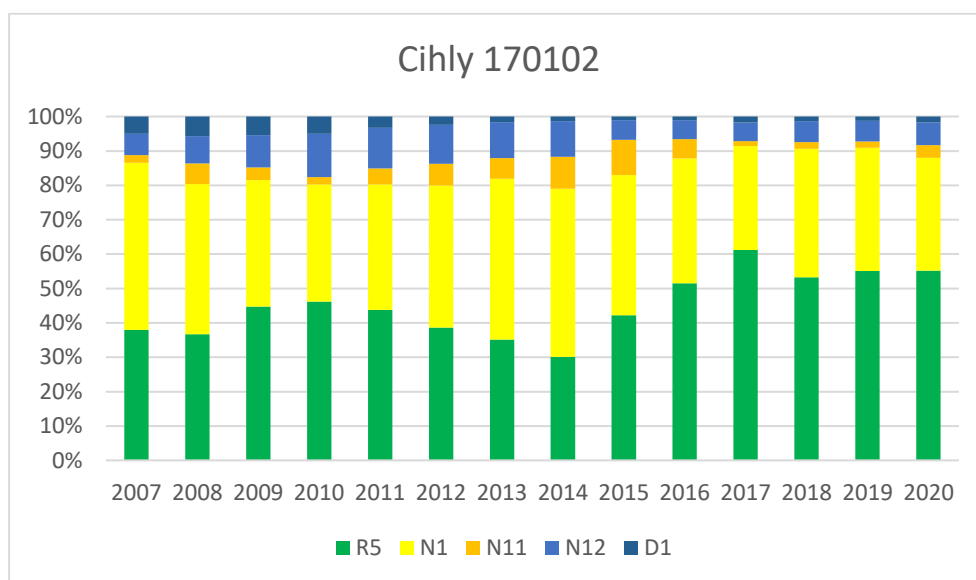
3.2.2 Produkce a nakládání s odpady skupiny 170102 - Cihly

I když je skupina odpadů nazvána cihly, jedná se zpravidla o cihelné zdivo, které obsahuje řadu jiných složek – zejména maltoviny a omítky. Jak je patrné z Obr. 10, je produkce této skupiny odpadů relativně nízká – od roku 2010 se pohybuje v hodnotách pouhých 800 tisíc tun ročně. Z tohoto množství je recyklováno v posledních dvou letech pouze o málo více než 50 % (viz Obr. 11). Pokles produkce skupiny SDO 170102 je kompenzován nárůstem produkce skupiny 170107 „Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků“ viz Obr. 13.

Přesun produkce skupiny 170102 do skupiny 170107, která je patrná i z obr 9 svědčí mimo jiné o tom, že pro původce odpadů je s ohledem na druhové složení jednodušší neselektovat skupinu 170102, ale zařadit ji do směsí. Tyto směsi nacházejí také v recyklovaných podobách častého využití – ale spíše pro méně náročné účely – např. zásypy a obsypy některých liniových vedení, materiál pro stavbu staveništních komunikací a manipulačních ploch apod. S ohledem na jejich velmi značnou druhovou rozmanitost je nelze až na ojedinělé výjimky (spíše výzkumného charakteru) využívat na výrobu stavebních hmot a dílců. Z grafu na Obr. 11 je jasně patrné, že míra recyklace se v letech 2018 až 2020 ustálila na hodnotě mírně nad 50 %. Více než 10% tohoto odpadu končí v rámci technologického zabezpečení skládek a jejich recyklace.



Obr. 10 Produkce a způsoby nakládání se skupinou odpadů 170102 – Cihly



Obr. 11 Způsoby nakládání s cihelným odpadem v relativních hodnotách

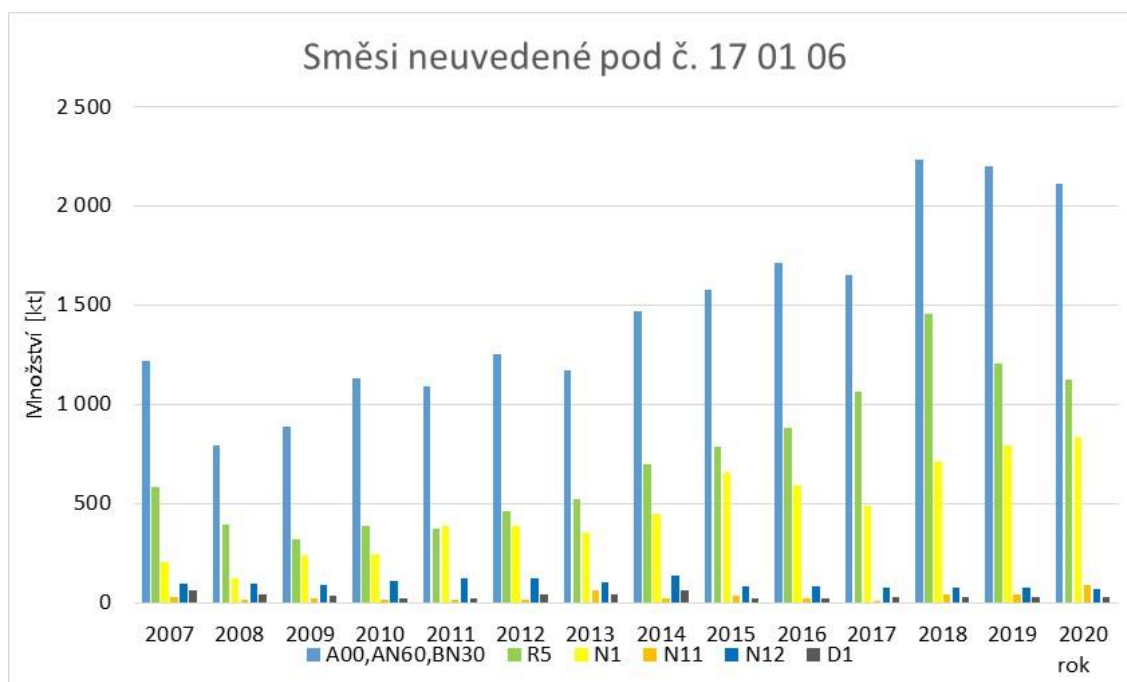
Jak bylo výše uvedeno, tento stav je způsobený tím, že v ČR není dosud k dispozici technologie, běžné např. v Rakousku, která by umožnila mokrou cestou získat čistý kvalitní cihelný recyklát viz Obr. 12.



Obr. 12 Cihelný recyklát 2/8 mm – Recycling Center Himburg GmbH, Rakousko

3.2.3 Produkce a nakládání s odpady skupiny 170107 - směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků

Do této skupiny odpadů jsou zařazovány SDO, získané především při odstraňování nadzemních budov, kde jsou přítomny jak složky betonu, tak i cihelného zdiva a případně i střešních tašek a keramiky. Původce odpadů neusiluje o důkladnější selekci jednotlivých složek buď pro to, že v nejbližší blízkosti odstraňované stavby nemá prostorové možnosti oddělovat od sebe betony a cihly, nebo charakter budovy je takový, že by to pro něj bylo z ekonomického hlediska ztrátové. Poplatky za předání těchto materiálů k recyklaci jsou zpravidla výrazně vyšší, než je tomu u betonů (viz tab. 1).

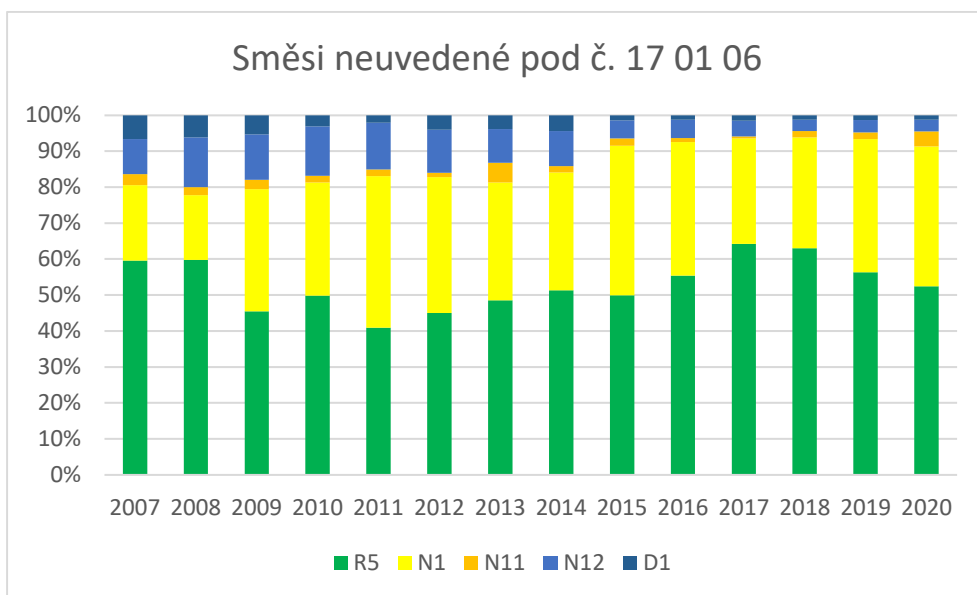


Obr. 13 Produkce a způsoby nakládání se skupinou odpadů 170107 - směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků

Evidovaná produkce a způsoby nakládání se směsmi nebo oddělenými frakcemi betonu, cihel, tašek a keramických výrobků je podrobněji dokumentována na Obr. 13. Evidovaná produkce se ve sledovaném období pohybovala ve značném rozsahu mezi ca šesti sty tisíci a 2,3 miliony tun ročně, přičemž patrný výraznější nárůst je zřetelný od roku 2018, od kdy produkce dosahuje bez větších výkyvů hodnoty více než 2 miliony tun ročně. Původ tohoto skokového nárůstu se nepodařilo identifikovat – v daném období nedošlo k výraznému poklesu v jiné skupině stavebních a demoličních odpadů (viz např. Obr. 8).

Při analýze způsobu nakládání s touto skupinou odpadů je přehlednější vycházet z grafu v relativních hodnotách, který je na Obr. 14. Je zřejmé, že míra recyklace je v této skupině odpadů v letech 2016 až 2020 vyšší než 50%, zároveň je však také jednoznačně prokazatelný trend mírného nárůstu využívání tohoto druhu odpadů na rekultivace, úpravy terénu a technologické zabezpečení skládek. Zde by z hlediska cílů cirkulární ekonomiky ve stavebnictví měla být spíše využívána zemina a kamenivo skupiny 170504.

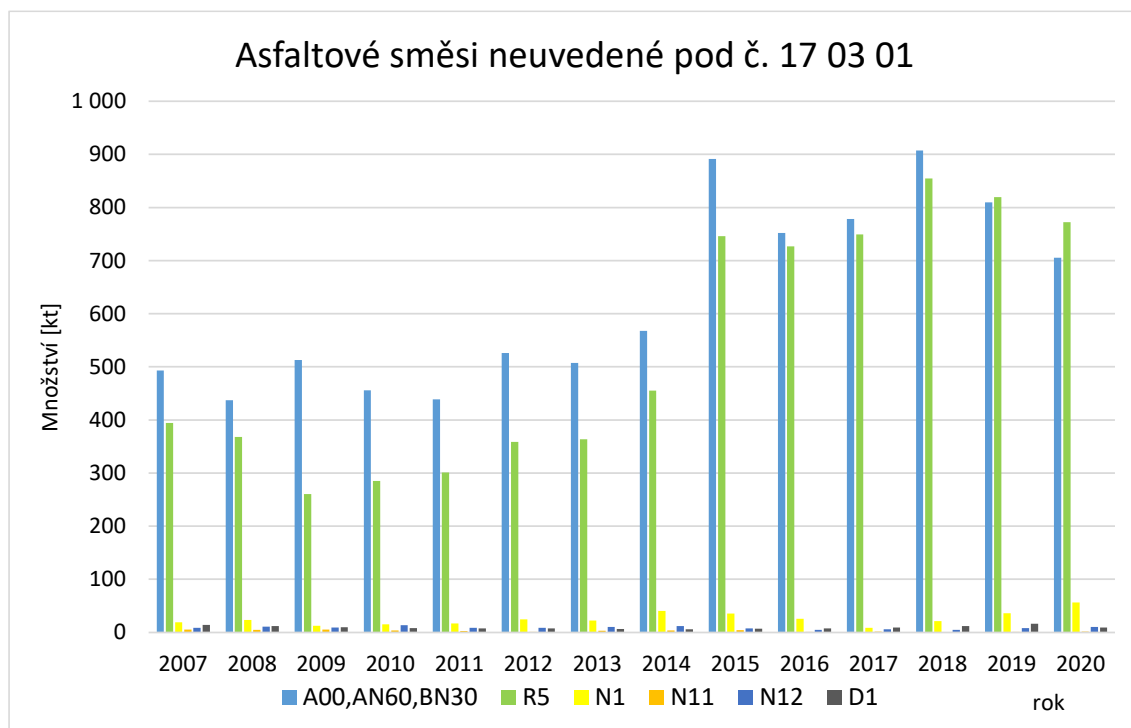
Na druhé straně je však skutečnost, že kvalita a materiálové složení SDO skupiny 170107 je velmi variabilní a procesem recyklace nelze zajistit využití recyklovaného materiálu pro náročnější aplikace ve stavebnictví. Využití tak zůstává pouze na obsypech a zásypech některých inženýrských sítí, případně jako materiál pro stavbu dočasných staveništních komunikací a manipulačních ploch.



Obr. 14 Způsoby nakládání se skupinou odpadů 170107 - směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků v relativních hodnotách

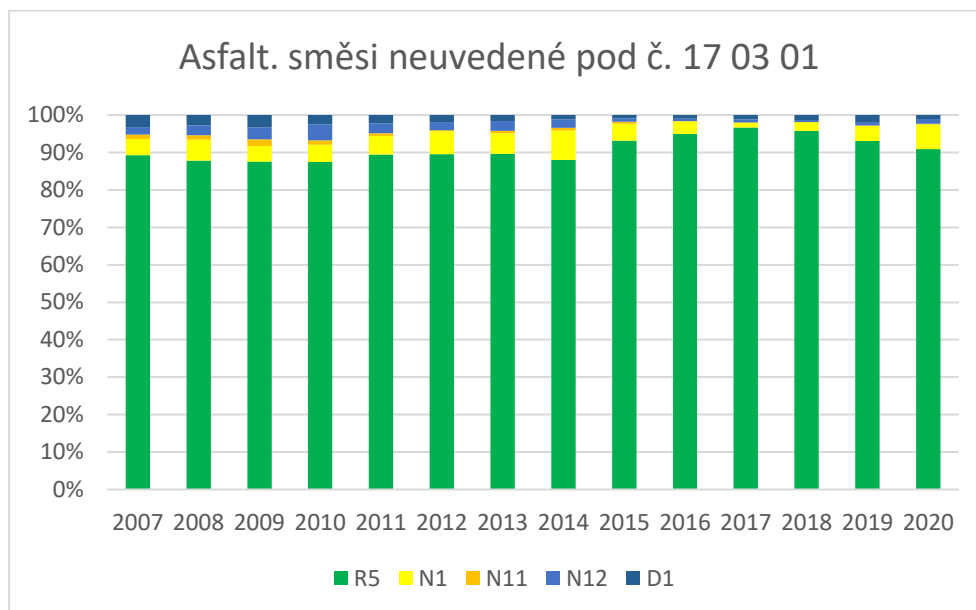
3.3 Produkce a nakládání se SDO skupiny 170302 – asfaltové směsi neobsahující dehet

Skupina SDO 170302 - asfaltové směsi neobsahující dehet je pracovní název. Dle katalogu odpadů zní název přesně „Asfaltové směsi neuvedené pod č. 170301“ přičemž skupina 170301 má název „Asfaltové směsi obsahující dehet“ a jedná se o nebezpečné odpady.



Obr. 15 *Produkce a způsoby nakládání se skupinou odpadů 170302 asfaltové směsi neobsahující dehet*

Údaje o produkci a způsobu nakládání s odpady této skupiny jsou uvedeny do konce roku 2020. Od 1. 6. 2019 došlo v nakládání s asfaltovými směsmi v souvislosti s nabytím účinnosti Vyhlášky 130/2019 Sb. o kritériích, při jejichž splnění je asfaltová směs vedlejším produktem nebo přestává být odpadem k zásadním změnám ve způsobu nakládání. Z hlediska produkovaného množství i způsobu nakládání nelze považovat rozdíl mezi údaji z let 2019 a 2020 a roků předchozích za výrazněji statisticky významný (viz Obr. 15). Produkce odpadních asfaltových směsí se v letech 2015 až 2020 750 až 910 tisíc tun.



Obr. 16 *Způsoby nakládání se skupinou odpadů 170302 asfaltové směsi neobsahující dehet*

Ke skokovému nárůstu produkce o 57 % došlo mezi roky 2014 a 2015. Příčinu tohoto skokového nárůstu nelze určitě hledat v tak prudkém nárůstu množství této skupiny odpadů, jako spíše v administrativních opatřeních vedoucích k zpřesnění vykazování.

Při analýze způsobu nakládání s asfaltovými směsmi neobsahujícími dehet je opět přehlednější vycházet z relativních hodnot produkce (viz Obr. 16).

Ze sloupcového grafu na Obr. 16 je zřejmé, že asfaltové směsi bez obsahu dehtu se recyklují v míře ca 90 až 95 %. Využití těchto recyklátů je nejčastěji dvěma způsoby:

- využití v nestmelené podobě při stavbě provizorních komunikací – zejména staveništních a částečně i ke zpevnění lesních a polních cest.
- využití jako část plniva v obalovnách.

Podle přílohy č. 24, odst. 2 vyhlášky 273/2021 Sb. jsou vybourané znovuzískané asfaltové směsi vedlejším produktem.

Využívání asfaltových recyklátů v nestmelené podobě např. při zpevňování polních a jim obdobných cest může být ohledem na možné nebezpečí zvýšeného obsahu dehtu poněkud rizikový. Při důsledném vyžadování a dodržování platné legislativy, která maximální obsah dehtu v asfaltovém recyklátu omezuje, však toto nebezpečí nehrozí.

Jednoznačně výhodnější je využívání asfaltového recyklátu jako přídavku do plniva v obalovnách asfaltových směsí. U standardních obaloven s jedním sušicím bubnem lze využít ca 10 % asfaltového recyklátu, v případě vyššího podílu recyklovaného asfaltu (do ca 35 %) musí být obalovna vybavena dvěma sušicími bubny, což je v podmínkách ČR výjimečné. U asfaltových obalovaných směsí s obsahem asfaltového recyklátu se při výrobě přidávají zpravidla i změkčovadla nebo rejuvenátory, které pomáhají obnovovat fyzikální a chemické vlastnosti asfaltového pojiva.

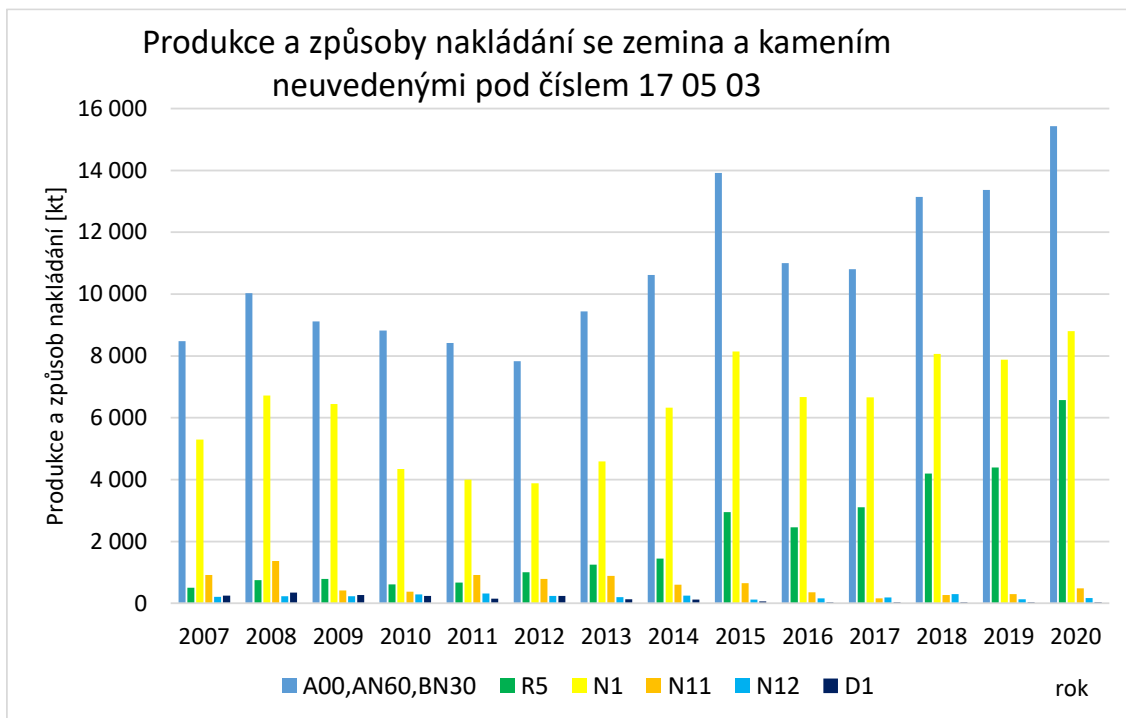
3.4 Produkce a nakládání se SDO skupiny 1705 - zemina, kamení, vytěžená jalová hornina a hlušina

Tato skupina odpadů představuje v podmínkách ČR ca 2/3 všech stavebních a demoličních odpadů (viz. kapitola 3.1). Podle současně platné legislativy (vyhl. 273/2021 Sb.). Podle přílohy č. 24, odst. 2 této vyhlášky jsou vybourané zeminy a kamení vedlejším produktem.

3.4.1 Produkce a nakládání s odpady skupiny 17 05 04 zemina a kamení neuvedené pod číslem 17 05 03

Zcela dominantní skupinou odpadu zde představuje skupina 17 05 04 zemina a kamení neuvedené pod číslem 17 05 03³. Produkované množství a způsoby jejího využívání v letech 2007 až 2020 jsou na Obr. 17. Z grafu je jednoznačně patrný postupný nárůst evidovaných SDO, který má určité nepravidelnosti. Mezi roky 2010 a 2020 se produkce těchto odpadů takřka zdvojnásobila.

³ 17 05 03* Zemina a kamení obsahující nebezpečné látky



Obr. 17 Produkce a nakládání s odpady skupiny 17 05 04 zemina a kamení bez nebezpečných vlastností

Výkopové zeminy a kamení vznikají při těžbě nebo odklizení půdních vrstev a podloží. Jedná se o zejména o tyto materiály:

- nekontaminovaný půdní výkopový materiál,
- materiál ze staveb tunelů,
- násypy a podsypové materiály (výkopový materiál z technických vrstev dopravních staveb, inženýrských sítí atd.)
- kontaminované výkopové zeminy, např. vytěžený materiál znečištěný stavebním odpadem nebo ropnými produkty.

Výkopový materiál tvoří převážně minerální složky - štěrk, písek, hlína, kameny atd. Podle typu zeminy a hloubky výkopu obsahuje značně rozdílné množství humózní organické složky.

Vzhledem k velkému produkovánému množství se většina nekontaminovaného vytěženého materiálu využívá formou zasypávání na rekultivace dobývacích prostor s končící či ukončenou těžbou, v podstatně menší míře i na rekultivaci skládek. Ve zpracované podobě s vhodným granulometrickým složením jej lze využít např. i pro různé zásypy a obsypy inženýrských sítí.

Nekontaminovaný výkopový materiál s vysokým obsahem organických látek, zejména humózní ornice a rašelinné zeminy, je vhodný pro použití při vytváření rekultivačních vrstev nebo pro opatření ke zlepšení půdy.

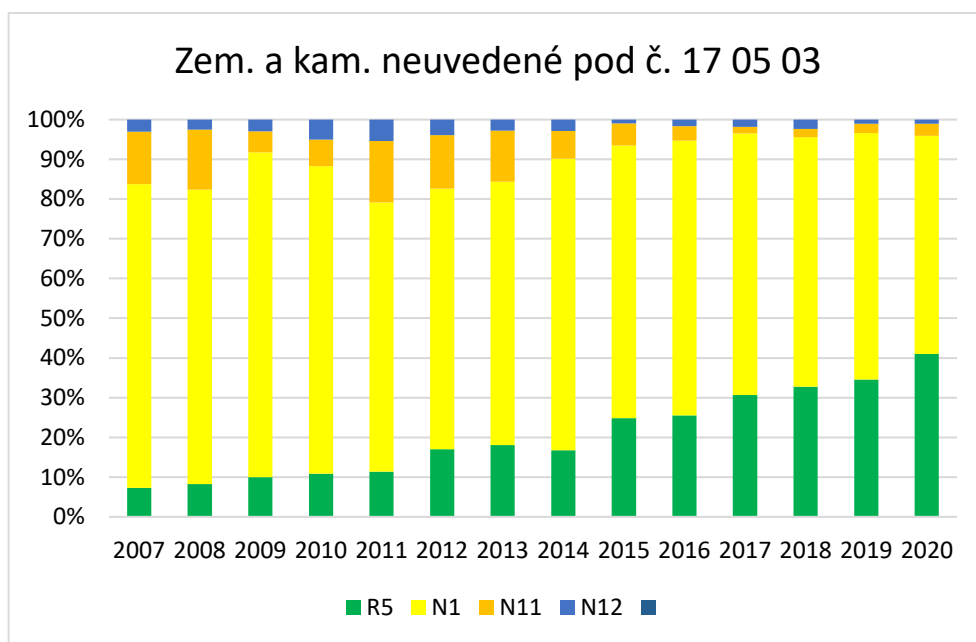
Výkopové zeminy se zvýšeným obsahem škodlivin se zpravidla vyskytují v těchto případech:

- úpravy bývalých průmyslových komerčních ploch,

- sanace a zabezpečení kontaminovaných míst jako např. čerpací stanice, průmyslové objekty,
- nehody nebo poruchy.

Vytvoření přesné hmotnostní bilance pro výkopové materiály je velmi problematické, protože značné podíly hmotnostního toku neprocházejí přes statistická sledování dat (ze zákona to žádná povinnost nevyžaduje). Týká se to zejména nekontaminovaného vytěženého materiálu, který je znovu použit přímo v místě původu.

Postupná změna způsobu nakládání s touto skupinou odpadů je také zřejmá z grafu relativních hodnot na Obr. 18. Zde je zcela zřejmé, že jednoznačně dominantní způsob využívání této skupiny odpadů v letech 2007 až 2011 (N1 – rekultivace a terénní úpravy) se postupně začal přesouvat směrem k recyklacím R5, které v roce 2020 dosáhly čtyřiceti procentního podílu v této skupině. Z obou grafů je dále prokazatelné, že jiné způsoby využívání (rekultivace, technologické zabezpečení skládek a skládkování) jsou takřka marginální.

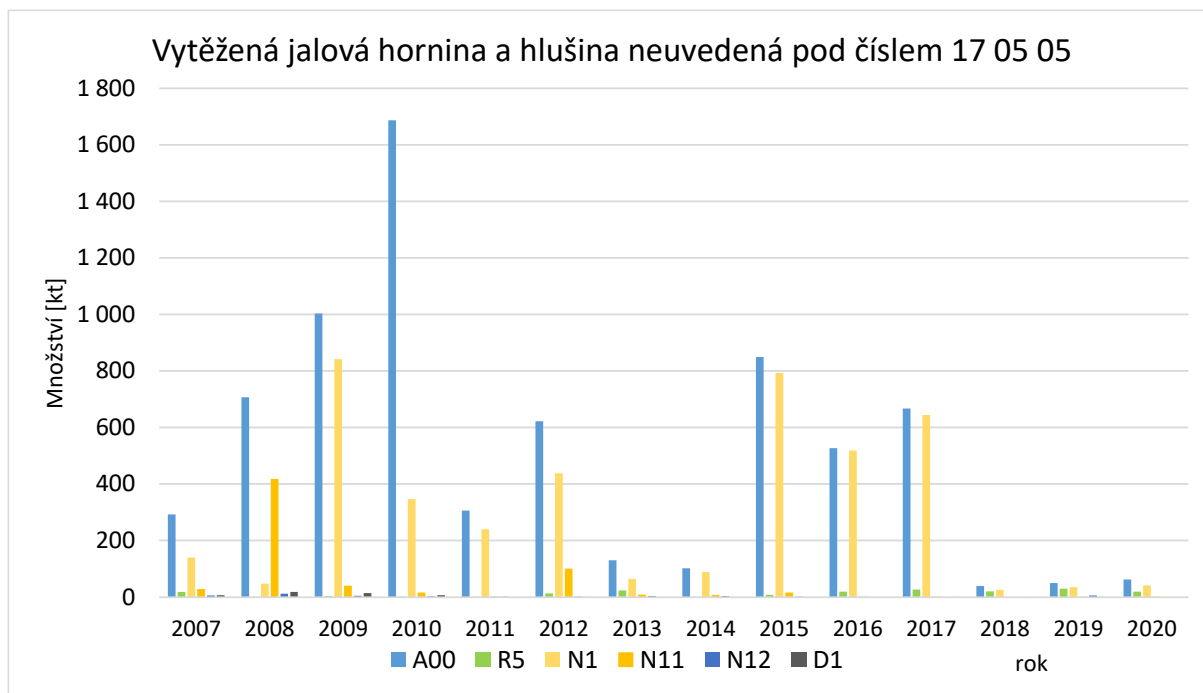


Obr. 18 Způsoby nakládání s odpady skupiny 17 05 04 zemina a kamení bez nebezpečných vlastností

Výkopová zemina je materiál, který je velmi vhodný k rekultivacím nejrůznějších dobývacích prostor. Pro tento účel se zpravidla používá v neupravené podobě. Řada recyklačních firem však v posledních letech procesem recyklace získává z těchto zemin zejména kamenivo vhodné pro využití ve stavbách, kde na kvalitu (zejména pevnostní vlastnosti) kameniva není kladen zvýšený důraz (toto kamenivo je získáváno z různých lokalit, má různorodé složení a nelze jím tedy nahrazovat lomový kámen s definovanými vlastnostmi).

3.4.2 Produkce a nakládání s odpady skupiny 17 05 06 Vytěžená jalová hornina a hlušina neuvedená pod číslem 17 05 05

Skupina odpadů „vytěžená jalová hornina a hlušina neuvedená pod číslem 17 05 05“⁴ představuje co do produkce odpadů skupinu s velmi proměnnými hodnotami. Výkopový materiál tvoří výhradně minerální složky – např. štěrk, písek, jíly, hlína, kameny atd. Produkce a způsoby nakládání jsou uvedeny na Obr. 19.

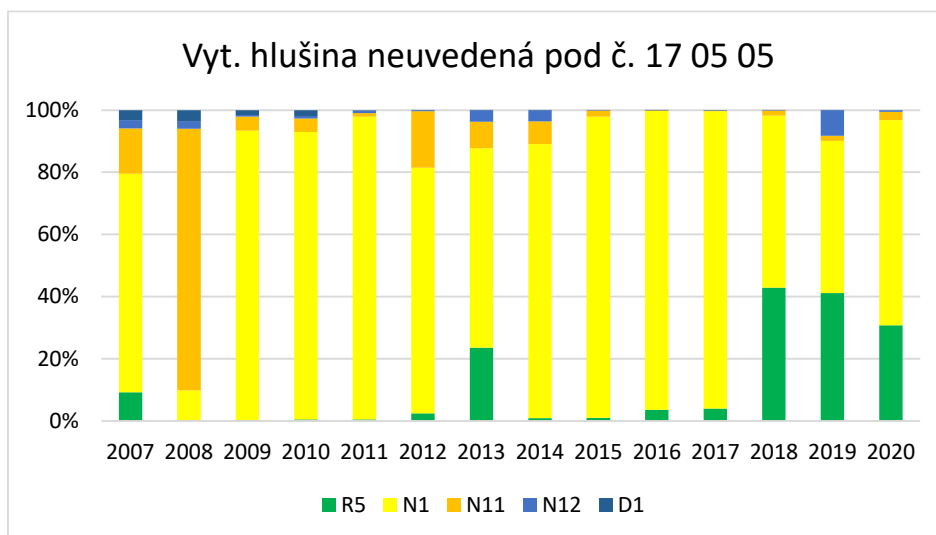


Obr. 19 Produkce a nakládání s odpady skupiny 170506 vytěžená jalová hornina a hlušina bez nebezpečných vlastností

Z grafu na Obr. 19 je zřejmé, že je tento odpad takřka výhradně využíván způsobem nakládání XN1 - využití odpadů na terénní úpravy apod. a částečně také na rekultivace skládek. Produkce těchto odpadů v posledních letech v souvislosti s omezováním povrchové těžby velmi výrazně poklesla a vůči ostatním skupinám SDO se od roku 2018 jedná o zcela marginální produkci ve výši pod 70 tisíc tun ročně.

Typický způsob nakládání s touto skupinou odpadů je zcela prokazatelný z Obr. 20. Zvýšený podíl recyklace odpadů této skupiny v letech 2018 až 2020 je dle našeho mínění pouze optický s ohledem na nízkou výchozí základnu v uvedených letech. V absolutních hodnotách se produkce recyklátů vyrobených z vytěžené jalové horniny a hlušiny pohybuje v letech 2016 až 2020 v rozmezí od 19 tisíc do 30 tisíc tun ročně.

⁴ 17 05 05* Vytěžená jalová hornina a hlušina obsahující nebezpečné látky



Obr. 20 Způsoby nakládání s odpady skupiny 170506 vytěžená jalová hornina a hlušina bez nebezpečných vlastností

3.4.3 Produkce a nakládání s odpady skupiny 17 05 08 Štěrky ze železničního svršku neuvedený pod číslem 17 05 07⁵

Jedná se o zcela specifickou skupinu odpadů, která vzniká v rámci rekonstrukcí železničních dopravních cest. Recyklace těchto odpadů se široce rozvinula v polovině 90. let minulého století v rámci modernizace tehdejších hlavních železničních koridorů, zejména 1. koridoru z Břeclavi přes Prahu do Děčína. Jeho stavba začala v roce 1993, ukončena byla koncem roku 2004 – tedy toto období není zahrnuto ve sledovaném období této zprávy.



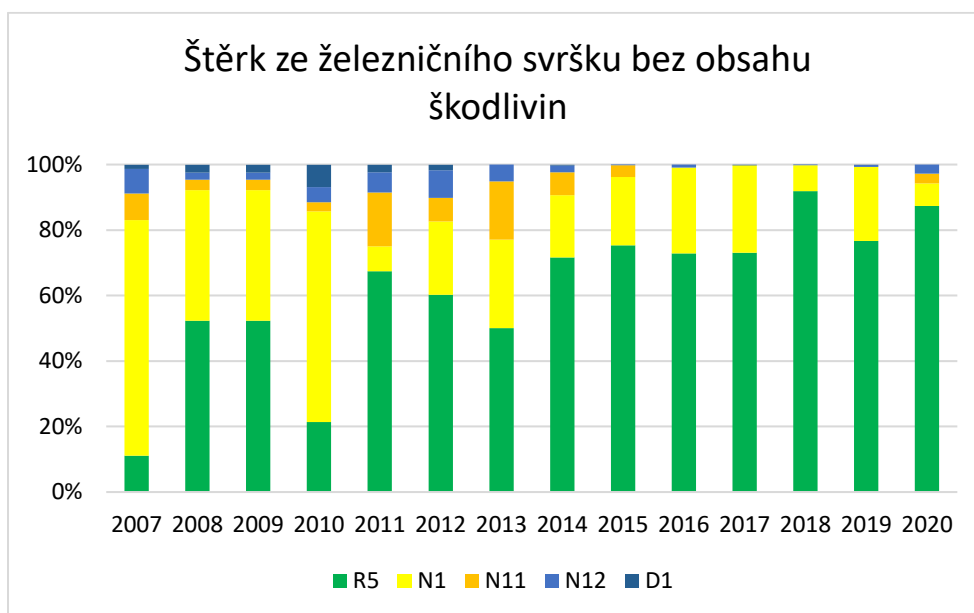
Obr. 21 Produkce a nakládání s odpady skupiny 17 05 08 Štěrky ze železničního svršku bez nebezpečných vlastností

⁵ 17 05 07* Štěrky ze železničního svršku obsahující nebezpečné látky

Dle databáze CENIA je produkce a způsoby nakládání se štěrkem ze železničního svršku přehledně zobrazen na Obr. 21. Z obrázku je zřejmé, že v první části sledovaného období je evidovaná produkce této skupiny kolem 100 tisíc tun za rok, od roku 2015 dochází ke skokovému navýšení na tři až pětinašobek původního množství.

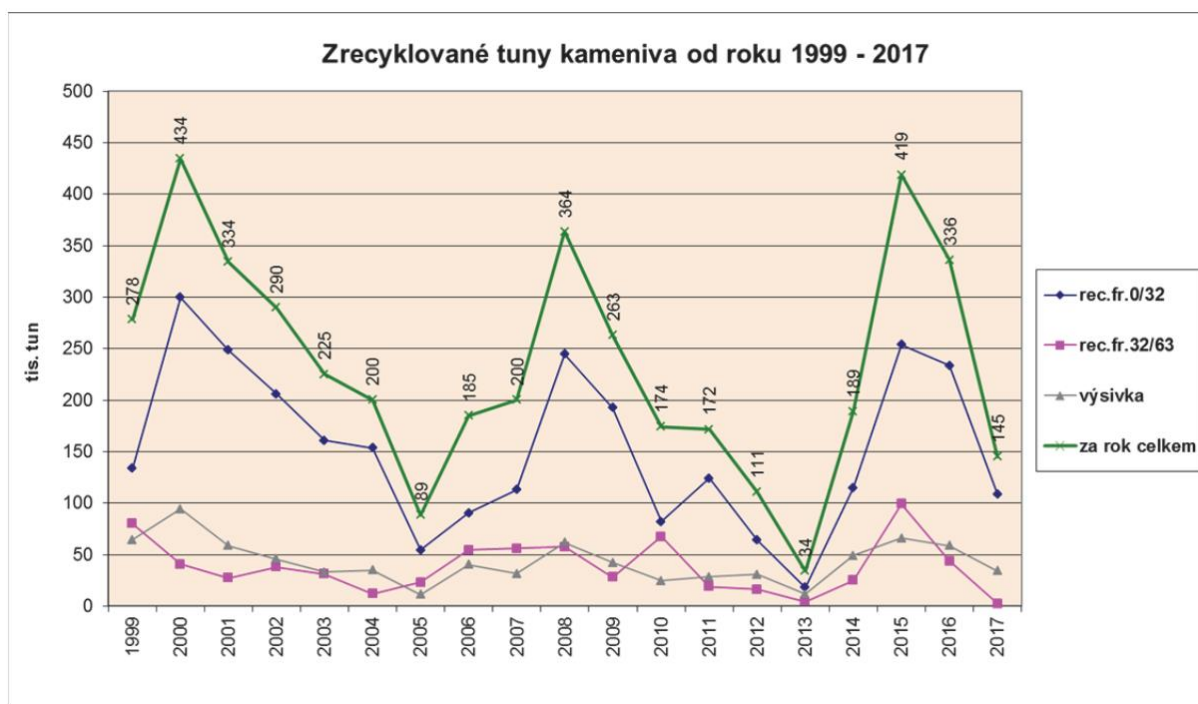
Způsob nakládání se štěrkem ze železničního svršku bez nebezpečných vlastností je patrný z Obr. 22. Z něj je patrné, že od roku 2014 je míra recyklace této skupiny odpadů 75 až 90 %, zbytek se využívá převážně na terén. S ohledem na velmi vysoké požadavky na jakost kameniva pro železniční svršek nelze ani v budoucnu předpokládat, že celé množství vytěženého štěrku ze železničního lože bude recyklováno.

Data evidovaná v databázi ISOH mohou být s ohledem na skutečné produkce deformována skutečností, že recyklovaný štěrk ze železničního svršku je v majetku státní organizace Správa železnic, která je také zpravidla v místě recyklace opět využívá (i když většinou z technologického hlediska na odlišný účel – toto kamenivo bývá většinou užíváno na stavbu náspů a obdobných částí a po recyklaci se nevrací s ohledem na své vlastnosti jako kamenivo pro železniční lože 32/63).



Obr. 22 Způsoby nakládání s odpady skupiny 170508 štěrk ze železničního svršku neuvedený pod číslem 170507

Stavbu železničního svršku v ČR až na malé výjimky zajišťuje Správa železnic, státní organizace. Ta velmi důsledně eviduje nakládání s vytěženým železničním štěrkem. Množství recyklovaného kameniva ze štěrku železničního svršku je uvedeno na Obr. 23 [3]. Z grafu je zřejmé, že evidovaná data produkce recyklovaného štěrku ze železničního svršku jsou od roku 2015 v dobré korelaci s daty evidovanými v databázi ISOH. V odkazovaném článku je také uvedeno, že „recyklací bylo získáno k opětovnému využití takové množství kameniva, které se pro železniční stavby v našich lomech vytěží za cca 3 roky obvyklé produkce“.



Obr. 23 Recyklace kameniva ze železničního svršku dle Správy železnic (zdroj [3])

3.5 Produkce a nakládání se SDO skupiny 17 09 04 Směsné stavební a demoliční odpady neuvedené pod čísly 17 09 01⁶, 17 09 02⁷ a 17 09 03⁸

Jedná se o skupinu stavebních a demoličních odpadů do kterých patří hlavně tzv. staveništní odpad, tedy různorodý odpad, který nelze zařadit do žádné z ostatních skupin SDO a zároveň neobsahuje složky, které mají nebezpečné vlastnosti. Do této skupiny se zpravidla zařazují odpady vzniklé při odstraňování staveb, které z nějakého důvodu nebyly v místě demolice nijak selektovány (s výjimkou selekce odpadů s nebezpečnými vlastnostmi). Typický příklad tohoto odpadu je na Obr. 1b.

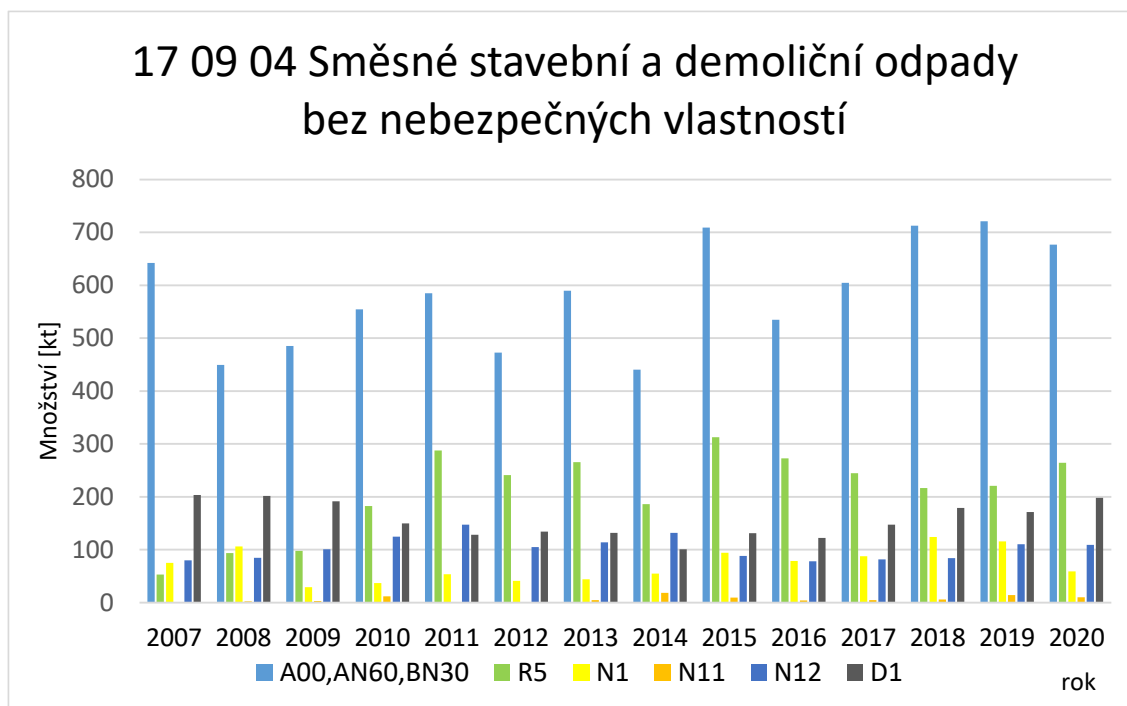
Tento odpad může být svým charakterem podobný odpadu skupiny 17 01 07 Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06, který obsahuje určité množství nežádoucích příměsí (např. papír, dřevo, kovy, plasty apod.). Pro tento případ neexistuje žádný přesný pokyn, který by stanovoval jednoznačně mezní množství nežádoucích příměsí, které by vedly k zařazení odpadu buď do skupiny 17 01 07 nebo 17 09 04.

Produkce SDO této skupiny je ve sledovaném časovém rozmezí 2007 až 2022 relativně stabilní a pohybuje se v rozmezí od ca 450 do 700 tisíc tun ročně – viz Obr. 25. Jedná se o naprosto odlišný průběh než u skupiny SDO 17 01 07 Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neobsahující škodlivé látky (viz Obr. 13).

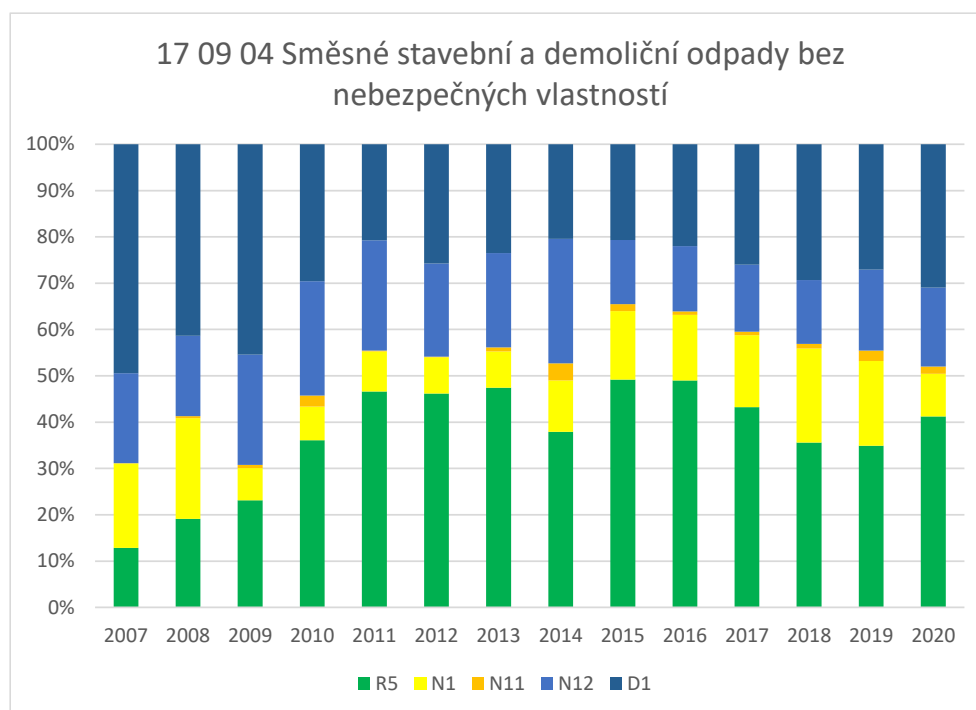
⁶ 17 09 01* Stavební a demoliční odpady obsahující rtuť

⁷ 17 09 02* Stavební a demoliční odpady obsahující PCB

⁸ 17 09 03* Jiné stavební a demoliční odpady obsahující nebezpečné látky



Obr. 25 Produkce a nakládání s odpady skupiny 17 09 04 Směsné stavební a demoliční odpady neuvedené pod čísly 17 09 01, 17 09 02 a 17 09 03



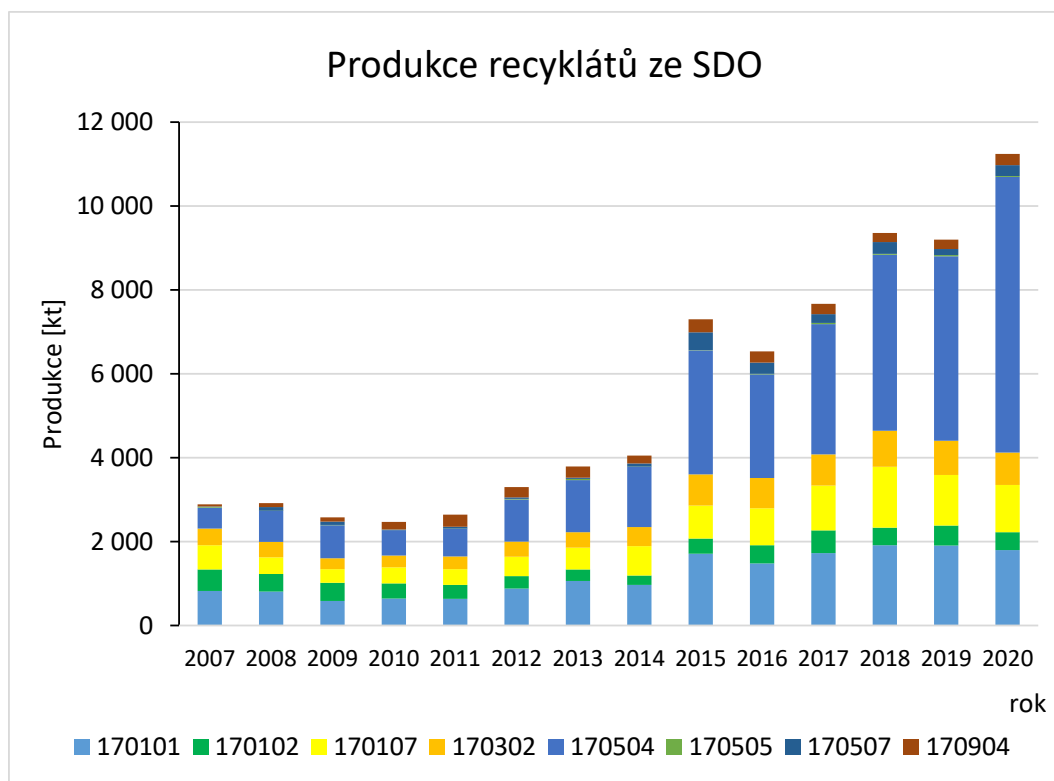
Obr. 24 Způsoby nakládání s odpady skupiny 17 09 04 Směsné stavební a demol. odpady neuvedené pod čísly 17 09 01, 17 09 02 a 17 09 03

Na Obr. 2 a Obr. 24 je znázorněný způsob nakládání s touto skupinou odpadů v relativních hodnotách (každý rok = 100 %). Je z něj jednoznačně patrný nárůst recyklace v letech 2007 až 2011, současně v uvedeném období klesá i podíl jeho množství odstraněného na skládkách. Část tohoto odpadu, která se využívala na terénní úpravy,

rekultivace a technologické zabezpečení skládek se ve sledovaném období výrazně neměnila a pohybovala se v hodnotách přibližně 20 až 35 %.

3.6 Celková produkce recyklovaných stavebních a demoličních odpadů

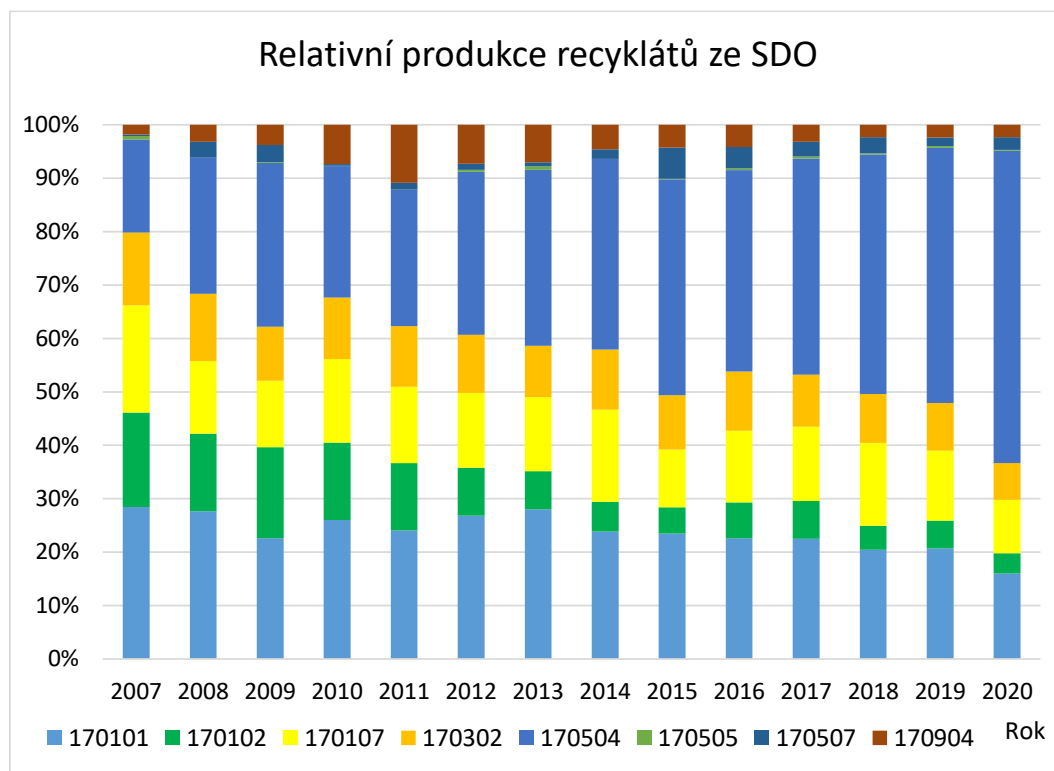
Z hlediska možnosti substituce minerálních nerostných surovin je důležité při trvale rostoucím množství produkovaného recyklátu ze SDO sledovat jeho materiálové složení, protože jenom některý recyklovaný SDO může plnohodnotně nahradit přírodní kamenivo a písky v náročnějších aplikacích. Typickým příkladem jsou betonové recykláty („recyklované kamenivo z betonu“) částečně využívané opět jako plnivo do betonu, nebo asfaltový recyklát jako doplňková složka při výrobě nových asfaltových směsí.



Obr. 26 Celková produkce recyklátů ze stavebního a demoličního odpadu

Celková produkce recyklátů ze stavebního a demoličního odpadu je uvedena na grafu na Obr. 26. Z něj je patrné, že produkce recyklátů se v letech 2007 až 2011 pohybovala v rozmezí 2.500 až 2.900 tisíc tun ročně, od roku 2012 začalo docházet ke znatelnému nárůstu až na hodnotu více než 11 milionů tun ročně, což je více než čtyřapůl násobek oproti roku 2010. Největší podíl na tomto nárůstu má recyklace skupiny odpadů 17 05 04 Zemina a kamení bez nebezpečných látek. U Recyklátů z betonů (skupina 17 01 01) je nárůst pouze ca dvojnásobný, u součtu recyklátů za skupinu 17 01 Beton, cihly, tašky a keramika je hodnota nárůstu obdobná.

Tyto skutečnosti jsou ještě zvýrazněny na grafu znázorňujícím relativní podíly recyklátů vyrobených z jednotlivých skupin SDO (viz Obr. 27). Zde je jednoznačně patrné, že zatímco podíl recyklované zeminy a kameniva byl na celkové produkci recyklátů v roce 2007 nižší než 20 %, v roce 2020 to byl již trojnásobek, ca 60 %.



Obr. 27 Relativní podíly recyklátů vyrobených z jednotlivých skupin SDO

Na základě průběžně prováděných šetření ve vybraných recyklačních firmách bylo zjištěno, že recyklace skupiny odpadů 17 05 04 se provádí zejména v případech, kdy lze ze zeminy získat kamenivo. I když toto kamenivo, jak je uvedeno v kapitole 3.4.1, nemůže mít jednoznačně deklarované stavebně technické vlastnosti, nachází ve stavebním procesu relativně široké uplatnění.

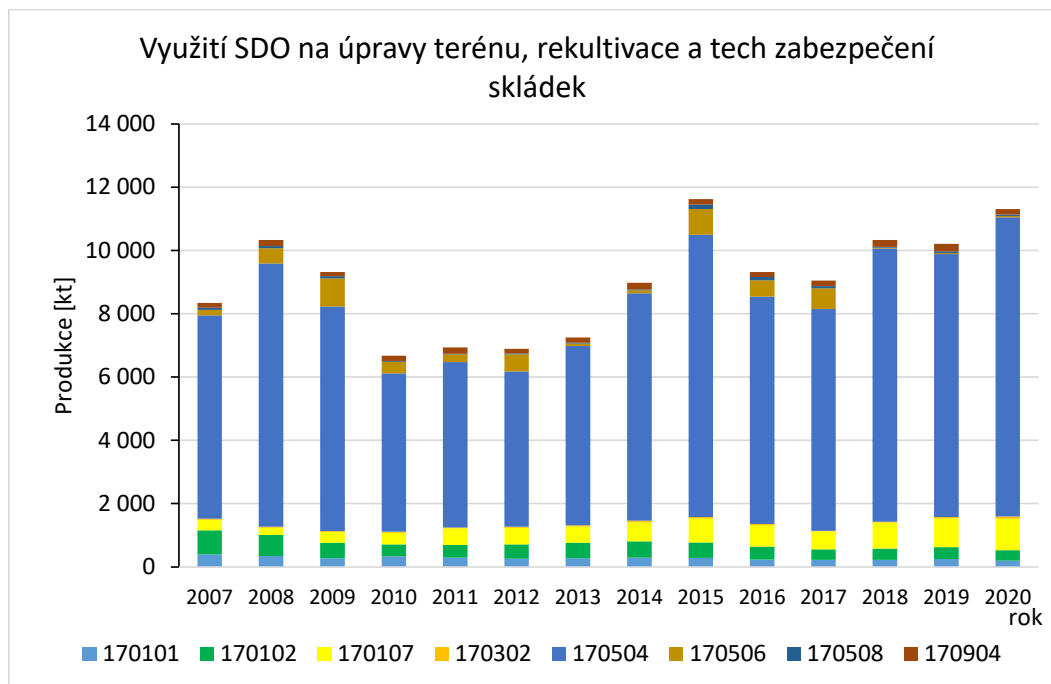
3.7 Využívání SDO na úpravy terénu, rekultivace a technologické zabezpečení skládek

Jedná se zde o způsob využívání SDO, který je v současném platném Zákonu o odpadech č. 541 / 2020 Sb. označený jako zasypávání. Dle § 11 odst. 1 v) je „zasypávání jakýkoli způsob využití, při němž je vhodný ostatní odpad použit pro účely rekultivace vytěžených oblastí nebo pro technické účely při terénních úpravách.“

Z hlediska základních principů cirkulární ekonomiky by k této činnosti neměly být využívány ty stavební a demoliční odpady, které je možno využívat jako více hodnotný recyklovaný materiál přímo ve stavební výrobě.

Evidovaná množství stavebních a demoličních odpadů, využívaná na úpravy terénu, rekultivace a technologické zabezpečení skládek jsou znázorněna v grafu na Obr. 28. Z něj je patrné, že množství SDO využívaná pro tyto účely se v průběhu sledovaného časového intervalu 2007 až 2020 výrazněji neměnila. Jednorázový razantní pokles mezi roky 2009 a 2010 a setrvávající až do roku 2013 může být způsobený tehdejší krizí ve stavebnictví. Následný skokový nárůst mezi roky 2014 a 2015 a od té doby postupný nárůst může mít mimo jiné souvislost i s přijetím Vyhlášky 61/2010 Sb., kterou se mění vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně

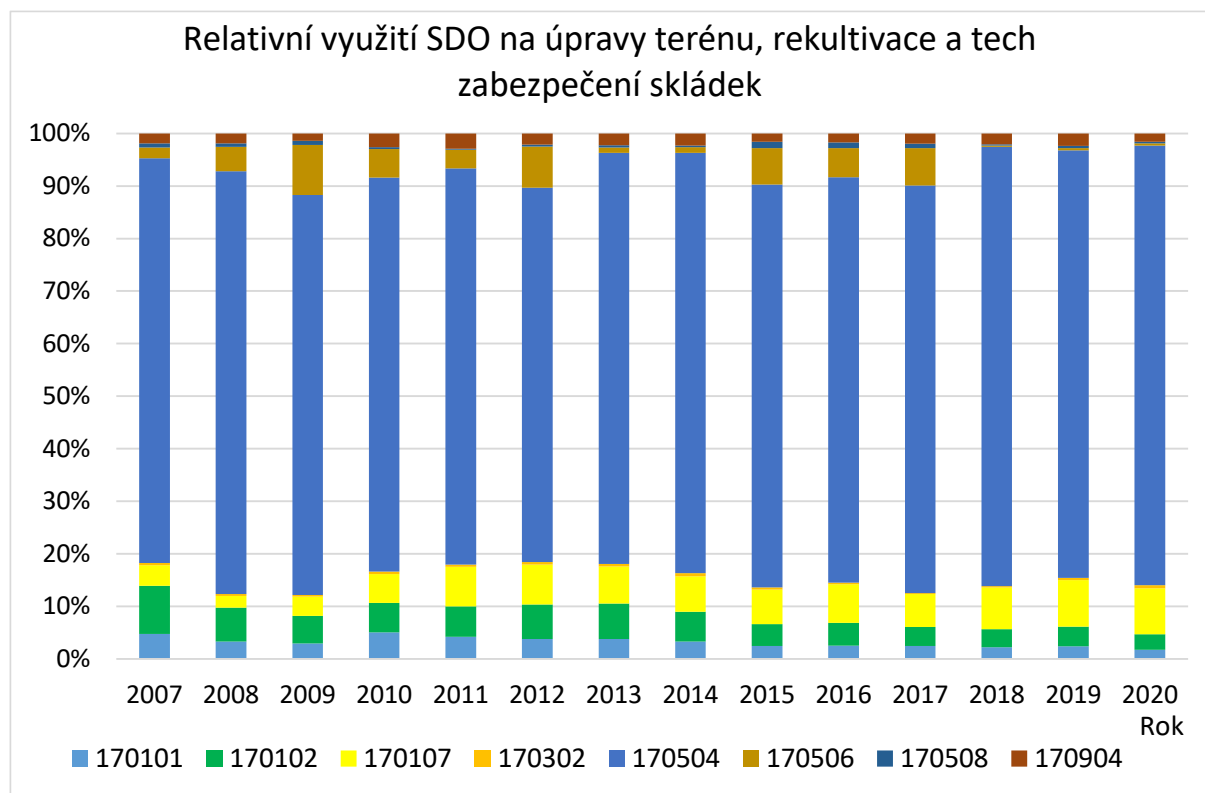
vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění vyhlášky č. 341/2008 Sb., a vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů. Podle jejího znění přestalo být možné využívání neupraveného stavebního a demoličního odpadu na povrchu terénu (s výjimkou vytěžené zeminy a hlušiny a upravené odpady v podobě recyklátu ze stavebního a demoličního odpadu nebo stavební a demoliční odpady, ze kterých byly odstraněny nebezpečné složky a lze z nich odebrat vzorek určený ke zkouškám) - §12, odst. 1, vyhlášky 294/2005 Sb. ve znění platnosti od 1. 4. 2010.



Obr. 28 SDO využívané na úpravy terénu, rekultivace a technologické zabezpečení skládek

Zcela dominantní složka SDO využívaná k zasypávání je skupina 170504 – Zemina a kamení a do roku 2017 také hlušina. Odpady skupiny 1701 Betony, cihly tašky a keramika jsou využívány pro účely zasypávání ve sledovaném období vcelku rovnoměrně v celkovém rozsahu v množství od 1 do 1,5 milionu tun ročně. I když se nejedná o významná množství (množství betonů využitých zasypáváním se z počátečních 400 tisíc tun ročně snížilo na 200 až 250 tisíc tun ročně v období 2016 až 2020), je nutno zdůraznit, že v zásypech by se uvedená skupina stavebních a demoličních odpadů neměla vyskytovat vůbec.

V grafu na Obr. 29 jsou uvedeny relativní hodnoty využívání SDO k zasypávání. Z grafu je patrný stále se snižující podíl skupiny 170101 Betony a více méně stálý podíl součtu skupin 170504 Zeminy a kamení bez nebezpečných látek a 170506 Vytěžená jalová hornina a hlušina bez nebezpečných látek, který se za celé sledované období pohyboval v rozsahu 79 % až 85 %, v posledních sledovaných letech 2015 až 2020 ležel v úzkém rozmezí 82,7 % až 84,7 %.



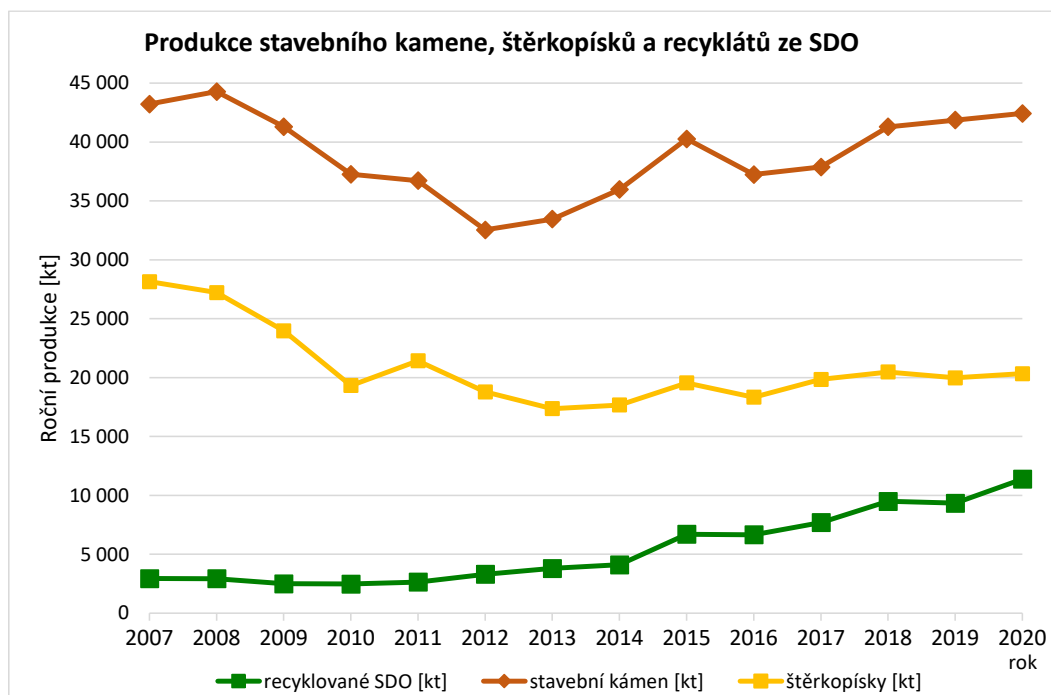
Obr. 29 Relativní využití SDO na úpravy terénu, rekultivace
a technologické zabezpečení skládek

3.8 Analýza substituce recyklovaných stavebních materiálů za přírodní kamenivo a štěrkopísky

Jak bylo výše uvedeno, představují recyklované stavební a demoliční odpady alternativu k nerostným přírodním surovinám. V této kapitole je posuzována schopnost náhrady stavebního kamene a štěrkopísků recyklovanými SDO.

Je nutno zdůraznit, že pro stavebnictví jsou základní nerostné suroviny – stavební kámen a štěrkopísky zcela nenahraditelné a využíváním recyklovaných SDO jich lze nahradit relativně malou část. Jejich produkce v ČR za roky 2007 až 2020 je uvedena v příloze 2. Hodnoty v této tabulce byly získány z ročenek Surovinové zdroje České republiky vydané Českou geologickou službou postupně v letech 2008 až 2021 (dostupné z <http://www.geology.cz/extranet/publikace/online/surovinove-zdroje> [cit. 9. 5. 2022]).

Grafické vyjádření produkce stavebního kamene a štěrkopísků (vždy v součtu za výhradní i nevýhradní ložiska) v letech 2007 až 2020 je uvedeno v grafu na Obr. 30. Pro názornost je do tohoto grafu doplněna i produkce recyklovaných stavebních a demoličních odpadů.



Obr. 30 Produkce stavebního kamene, štěrkopísků a recyklátů za SDO v letech 2007 až 2020

Z obr. 32 je zřejmé že od roku 2007 až 2008 nastal do roku 2013 postupný pokles těžby kamene a štěrkopísků a to až 71 % výchozí hodnoty. Od roku 2013 dochází k postupnému nárůstu těžby štěrkopísků až na hodnotu 20 000 tun ročně (což je výrazně méně než výchozí hodnota v roce 2007). Těžba stavebního kamene postupně narůstá (s určitými drobnými výkyvy v korelaci s produkcí stavebnictví) až do roku 2020, kdy dosahuje takřka výchozí hodnoty z roku 2007.

Produkce recyklátů byla v letech 2007 až 2008 ještě nízká a dosahovala hodnoty necelých 3000 tun ročně. V období 2009 až 2011 došlo v souvislosti s celosvětovou hospodářskou krizí k dalšímu mírnému poklesu. Na rozdíl od zde uvedených přírodních nerostných surovin začíná produkce recyklátů výrazně narůstat již od roku 2012, což je mimo jiné zcela patrné i na Obr. 26. Je tedy zřejmé, že od roku 2012 se začala postupně zvyšovat poptávka po této komoditě.

Pro vyjádření úspěšnosti substituce recyklovaných materiálů však není jenom prostý nárůst produkce, ale zejména je rozhodující kritériem stanovení velikosti jejich podílu na celkové produkci inertních minerálních materiálů – tedy v součtu stavebního kamene, štěrkopísků a recyklovaného kameniva.

Velikost tohoto podílu je stanovena dle rovnice

$$PPR = \frac{PR}{PR+PSK+PSP} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

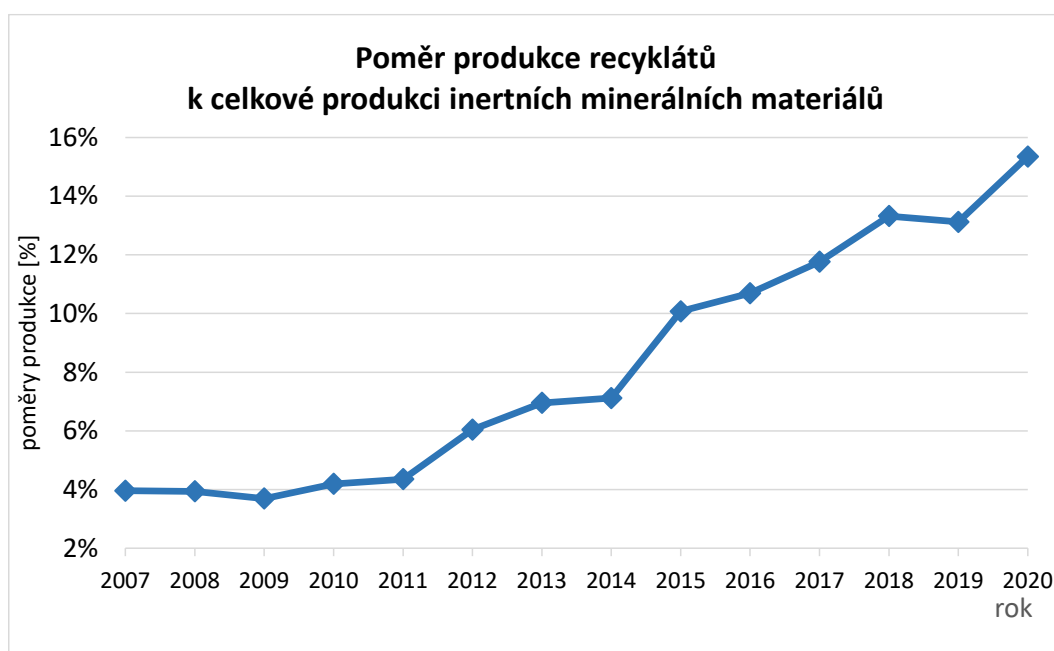
kde:

PR produkce recyklátů [kt]

PSK .. celková produkce stavebního kamene (výhradní + nevýhradní ložiska) [kt]

PSP .. celková produkce štěrkopísků (výhradní + nevýhradní ložiska) [kt]

Výsledky rovnice (1) jsou zobrazeny na Obr. 31.



Obr. 31 Poměr produkce recyklátů ze SDO k celkové produkci inertních minerálních materiálů pro stavebnictví

Z grafu je zcela prokazatelné, že v období od let 2007 až 2011 kdy se recyklované SDO podílely na trhu s inertními minerálními materiály pro stavebnictví hodnotou kolem 4%, došlo v období od roku 2012 až do posledního sledovaného roku 2020 k takřka lineárnímu růstu až na hodnotu 15,35 %, což představuje takřka čtyřnásobný nárůst. Příčiny tohoto pozitivního vývoje je možné dovodit např. z těchto změn:

- postupné změny odpadové legislativy vedoucí k větší podpoře využívání recyklovaných SDO,
- postupná akceptace recyklovaných SDO u stavebních firem jako levné náhrady přírodních nerostných surovin v jednodušších aplikacích (povrchy staveniště, zásypy a obsypy inženýrských sítí).

S výše uvedeným postupným nárůstem podílu recyklovaných SDO na trhu na druhé straně nijak nesouvisí sazba základního poplatku za ukládání odpadu (bez nebezpečných vlastností), který byl v letech 2009 až 2020 neměnný ve výši 500 Kč /t.

Protože ne všechny recyklované SDO jsou evidovány v databázi MŽP (CENIA), neboť se na původce SDO nevztahovala povinnost jejich ohlášení (využil je po recyklaci pro svou potřebu), bude skutečný podíl recyklátů ze SDO na trhu inertních minerálních materiálů pro stavebnictví ve skutečnosti ještě o něco vyšší.

Přílišný optimismus při pozorování příznivých statistických údajů však poněkud kalí skutečnost, že se v nich vyskytují pouze vyrobené recykláty, a není nijak doloženo, zda se tyto recykláty uplatnily na trhu stavebních výrobků nebo zůstaly neprodány u svých výrobců.

4 Využívání SDO na rekultivace dobývacích prostor

V ČR je v současnosti značné množství dobývacích prostor, ve kterých je v souladu se zákonem 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství (Horním zákonem) podle plánu ukončována těžba a probíhají v nich rekultivační práce.

Dle §31, Povinnosti a oprávnění organizace při dobývání výhradních ložisek, odst. 5 je organizace povinna zajistit sanaci a rekultivaci všech pozemků dotčených těžbou. Sanací se pro účely tohoto zákona rozumí uvedení území dotčeného vlivy hornické činnosti do stabilního a bezpečného stavu, který umožní provedení rekultivací podle jiného právního předpisu; součástí sanace je technická likvidace dolu nebo lomu. Sanace pozemků uvolněných v průběhu dobývání se provádí podle plánu otvírky, přípravy a dobývání.

Dle odst. 6 (§31) se technickou likvidací dolu nebo lomu pro účely tohoto zákona rozumí uvedení důlních děl vzniklých při hornické činnosti do stavu, který nebude vytvářet bezpečnostní riziko ani riziko vzniku ekologické škody nebo havárie.

Podmínky rekultivace jednotlivých vytěžených prostor byly schvalovány již při jejich otevírání, což ve většině případů bylo před více než 40 lety. Je samozřejmě nezbytné, že tyto podmínky rekultivace musí také odpovídat současné platné legislativě, která se od dob schválení původních podmínek rekultivace diametrálně změnila.

Pro realizaci ekologicky šetrných rekultivací s minimalizací využití stavebních a demoličních odpadů (zejména skupiny 1701 – Beton, cihly, keramika, které lze upravené využít při nové stavební výrobě) jsou důležitá zejména dvě hlediska:

1. Jaké materiály budou pro rekultivaci využity.
2. Jaký rozsah, z hlediska použitých objemů, bude pro rekultivaci nezbytný.

ad 1)

Pro rekultivace těchto prostor jsou využívány především stavební a demoliční odpady, zejména skupina odpadů 170504 Zemina a kamení, které neobsahují nebezpečné látky. Částečně jsou pro tuto činnost využívány i odpady skupiny 1701 Beton, cihly, keramika. Zde se jedná zejména o skupiny 170102 Cihly a 170107 Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků. Ve skutečnosti tak vzniká skládka inertních minerálních odpadů (která se tak ale v legislativě neoznačuje), což je pro právní subjekt, který ji realizuje z ekonomického hlediska velmi zajímavé a přitažlivé.

Do nabytí platnosti Vyhlášky 61/2010 Sb., kterou se mění vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu mohly být neupravené stavební a demoliční odpady neobsahující nebezpečné látky využívány na rekultivace, což se dělo relativně často. Poté, co vstoupila Vyhláška 31/2010 Sb. v platnost to přestalo být možné, neboť novelizovaná Vyhláška 294/2005 Sb. neumožňovala využívání neupraveného stavebního a demoličního odpadu na povrchu terénu (s výjimkou vytěžené zeminy a hlušiny a upravených odpadů v podobě recyklátu ze stavebního a demoličního odpadu nebo stavebních a demoličních odpadů, ze kterých byly odstraněny nebezpečné složky). Vliv této vyhlášky na složení SDO využívaných pro rekultivace je částečně zřejmý z kap. 3.7, která však zahrnuje i rekultivace skládek a jejich technologické využívání.

Přechod k cirkulární ekonomice ve stavebnictví mimo jiné předpokládá i maximalizaci opětovného využívání stavebních materiálů a dílů. Pokud se týká recyklace SDO, měly by být pro stavebnictví využívány především recyklované inertní materiály skupiny odpadů 1701 Beton, cihly, keramika. Tyto materiály by neměly být na rekultivace pískoven a kamenolomů pokud možno vůbec používány, pokud to není technologicky nezbytné (např. zpevnění svahů velkými betonovými bloky).

Jak je výše uvedeno, není v souladu s platnou legislativou v současnosti možné používat na rekultivace těžebních prostor. V příloze č. 4 vyhlášky 273/2021 („*Seznam odpadů, jejichž ukládání na skládku, využívání k zasypávání, využívání jako technologického materiálu pro technické zabezpečení skládek nebo pro účely uzavírání a rekultivace skládek*“) je uveden v bodě B seznam dalších odpadů, které je zakázáno využívat k zasypávání. Mezi nimi je v odst. 4 je uvedeno: „*Stavební a demoliční odpady s výjimkou zeminy, jalové horniny, hlušiny, sedimentů, inertního minerálního recyklovaného kameniva a vybouraných betonových nebo železobetonových bloků využívaných jako náhrada za lomový kámen k účelům, pro které není technicky možné využít recyklované kamenivo, pokud je jejich použití nezbytné z důvodu stabilizace terénu*“.

I když lze za inertní minerální kamenivo považovat (v souladu s technickými normami – např. ČSN EN 13242 „kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace“, ČSN EN 12620 „kamenivo do betonu“, které určují vlastnosti kameniva, získaného zpracováním přírodních, umělých nebo **recyklovaných** materiálů) i recyklované SDO skupiny 1701 (Beton, cihly keramika), je z hlediska ekonomického velmi nevýhodné používat tyto recyklované materiály na zasypávání v rámci rekultivace. Je to dáno tím, že recyklované betony a cihly jsou prodávány odběratelům za určité ceny (v rozsahu od 20 do 250 Kč/t – podle kvality produktu). Naproti tomu při využívání neupravených SDO pro rekultivaci těžebních prostor musí původce tohoto odpadu odběrateli (zde firmě realizující rekultivační práce) zaplatit (ca 150 až 400 Kč/t). Všechny ceny zde uvedené se rozumí bez DPH.

Na základě osobních zkušeností autorů této zprávy je v současnosti trendem firem, které provádějí rekultivaci vytěžených prostor, získat souhlas k nakládání s odpady dle platné legislativy. Po získání souhlasu tyto firmy fiktivně vykazují provádění recyklací SDO, ve skutečnosti však dochází k ukládce neupravených SDO skupiny 1701 (beton, cihly, keramika) do vytěžených prostor. Kontrolní orgány (např. ČIŽP apod.) nemají v rámci svých kompetencí i personálního zabezpečení takřka žádnou možnost takového protiprávní jednání prokázat.

S ohledem na podporu cirkulární ekonomiky ve stavebnictví by bylo možnou cestou vydat úplný zákaz používání stavebních a demoličních odpadů skupiny 1701 (s výjimkou „*vybouraných betonových nebo železobetonových bloků využívaných jako náhrada za lomový kámen pokud je jejich použití nezbytné z důvodu stabilizace terénu*“).

ad 2)

Z hlediska majitele rekultivovaného dobývacího prostoru je ekonomicky velmi výhodné uložit do něj v rámci rekultivací maximální možný objem (množství) SDO. Důvodem je to, že za odpad přivážený do rekultivovaného prostoru je nutno ze strany původce uhradit poplatek. Výše tohoto poplatku se pohybuje zpravidla o něco níže, než je výše poplatků za recyklaci SDO v recyklačních firmách. Na rozdíl od firem skutečně recyklujících SDO však mají majitelé

rekultivovaných dobývacích prostor s uložením přivezeného materiálu minimální náklady – nejčastěji souvisí s rozhrnutím (pásovým dozerem nebo nakladačem), zatímco provozovatelé recyklačních linek musejí investovat nemalé investice jak na jejich pořízení, tak i na provoz zahrnující nejenom pohonné hmoty a mzdy, ale také vysoké provozní náklady na údržbu drtičů a třídičů a výměnu opotřebitelných dílů.



Obr. 32 Rozsáhlejší pískovna jižně od Brna – příklad 1



Obr. 33 Rozsáhlejší pískovna jižně od Brna – příklad 2

Nelogičnost rekultivací pískoven s cílem návratu pozemků do zemědělského půdního fondu (což jinými slovy znamená zasypání celého vytěženého prostoru) je zřejmá z výše uvedených fotografií Obr. 32, Obr. 33. Poloha není záměrně přesněji lokalizována, neboť se jedná o pouze názorné příklady, kterých je v ČR značné množství.

V rámci řešení projektu bylo proto rozhodnuto provést průzkum zařízení, které mají schválenou činnost rekultivace a využívají při nich stavební a demoliční odpady. Data byla získána z ISOH - Registru zařízení, obchodníků a spisů. Byla vybrána data podle zákona 185/2001 Sb. s činností „Rekultivace, terénní úpravy“ a podle zákona 581/2020 Sb. s činností „Zasypávání“. Celkově bylo analyzováno 235 položek a u jednotlivých firem byly analyzovány nabídky a dokumenty z veřejných zdrojů související s rekultivací a nabídkami uložení

stavebního a demoličního odpadu (pokud byly dostupné). Přehledný seznam zařízení, která byla posuzována je uvedený v Příloze 3.

Podle těchto podkladů byla stanovena hodnota, určující pravděpodobnou míru zátěže životního prostředí ukládáním nepřiměřeně velkého množství SDO a jeho druhovým složením (jako negativum bylo chápáno přijímání SDO skupiny 1701 na rekultivace).

Na základě získaných veřejně dostupných podkladů byla vytipována zařízení, která s ohledem na množství ukládaného SDO a jeho druhovým složením pro účely rekultivace dobývacích prostor představují celkově vyšší míru zátěže životního prostředí (např. i tím, že recyklovatelné složky SDO, využitelné jako recyklované kamenivo v následné stavební výrobě, byly neužitečně zasypávány).

4.1 Přehled některých prostor s ukončenou či končící těžbou, ve kterých dochází k masivní ukládce SDO (formou rekultivace)

Níže uvedené lokality byly stanoveny na základě veřejně dostupných informací (zejména [6]), získaných takřka výhradně elektronickou cestou. V jednotlivých lokalitách byly hledány firmy, které mají schválený souhlas pro rekultivaci vytěžených prostor. Na základě veřejně dostupné dokumentace pak byl posouzený jejich rozsah i to, zda lokalita nabízí příjem neupravených inertních minerálních stavebních odpadů, zejména skupiny 1701. V níže uvedeném přehledu jsou zařazeny zejména rozsáhlejší lokality, které umožňují uložení větších množství SDO a ve kterých tato ukládka v současnosti probíhá.

Tabulka 2 Příklady těžebních prostor (v provozu i s ukončenou těžbou), kde dochází k ukládání stavebních a demoličních odpadů skupiny 1701

č.	Lokalita (název)	ORP	provozovatel	
1	Mydlovary	České Budějovice	DIAMO, státní podnik	rekultivace odkaliště
2	Vrábče	České Budějovice	SP Bohemia k.s.	rekultivace provozované pískovny
3	Volyně	Strakonice	ERB invest s.r.o.	rekultivace provozovaného kamenolomu
4	Dolní Lhota	Blansko	Kalcit s.r.o.	rekultivace provozované pískovny
5	Brno Černovice	Brno	Pískovna Černovice, spol. s r.o.	rekultivace provozované pískovny
6	Novosedly	Mikulov	ZEPIKO spol. s r.o.	rekultivace provozované pískovny
7	Krčmaň	Olomouc	ZEPIKO spol. s r.o.	rekultivace provozované pískovny
8	Oblekovice	Znojmo	ZEPIKO spol. s r.o.	rekultivace provozované pískovny
9	Žabčice	Židlochovice	ZEPIKO spol. s r.o.	rekultivace provozované pískovny
10	Orlovice	Vyškov	ZEPIKO spol. s r.o.	rekultivace provozované pískovny
11	Hodonice	Znojmo	Ekolom, s.r.o.	rekultivace pískovny

č.	Lokalita (název)	ORP	provozovatel	
12	Smolné Pece	Karlovy Vary	LB, spol. s r.o.	rekultivace provozovaného kamenolomu
13	Rynoltice	Liberec	Martin Čermák (IČ 74129511)	rekultivace provozované pískovny
14	Bernartice nad Odrou	Nový Jičín	Petr Očenášek (IČ 42062730)	rekultivace pískovny
15	Kaznějov	Kralovice	LB MINERALS, s.r.o.	rekultivace lomu DP Lomnička I – velký rozsah
16	Horní Bříza	Nýřany	LB MINERALS, s.r.o.	Kaolinka - zasypávání
17	Chotíkov	Nýřany	EUROVIA Kamenolomy, a.s.	rekultivace pískovny
18	Příšov	Nýřany	První RS Czech Republic, s.r.o.	rekultivace pískovny
19	Kyšice	Plzeň	LB MINERALS, s.r.o.	kaolinový důl rekultivace
20	Chlumčany	Přeštice	LB MINERALS, s.r.o.	kaolinový důl rekultivace
21	Bor	Tachov	Písky - Skviřín, s.r.o.	rekultivace pískovny
22	Nové Strašecí	Rakovník	České lupkové závody, a.s.	rekultivace lomu
23	Lužná	Rakovník	NZPK spol. s r.o.	rekultivace pískovny
24	k.ú. Lubná u Rakovníka	Rakovník	RAKO-LUPKY, spol. s r.o.	rekultivace pískovny
25	Údlice	Chomutov	KOBRA Údlice, s.r.o.	rekultivace pískovny
26	Staňkovice (dobývací prostor Selibice)	Žatec	PÍSKY - J. Elsnic spol. s r.o.	rekultivace pískovny
27	Nové Sedlo - Břežany	Žatec	První RS Czech Republic, s.r.o.	rekultivace pískovny
28	Holešov - Žopy	Holešov	Zlínské cihelny s.r.o.	rekultivace pískovny
29	Boršice	Uherské Hradiště	SLOVÁCKÁ TĚŽEBNÍ, s.r.o.	rekultivace pískovny

5 Poznatky o vlivu nové odpadové legislativy na proces recyklace SDO a způsobů uplatnění produktů (recyklátů)

Byl proveden průzkum u vybraných firem, které recyklují stavební a demoliční odpad. Z toho bylo vybráno šest firem, kde byly údaje zjišťovány podrobněji (Dufonev RC, a.s., AZS 98 s.r.o., Remex CZ a.s., Stavební firma PLUS, s.r.o., ŠUMBOR s.r.o., ŽSD, s.r.o.).

V rámci širšího pojatého průzkumu bylo zjištěno, že nově schválená legislativa při nakládání se stavebními a demoličními odpady (zejména zákon 541/2020 Sb. O odpadech, a vyhláška 273/2021 Sb. O podrobnostech nakládání s odpady) vyvolala u těchto firem řadu nezbytných změn. Tyto, pro firmy většinou nepopulární, změny se projevily i přesto, že se dle vyhlášky 273/2021 Sb. řídí proces nakládání a recyklace SDO do konce roku 2024 (pro zasypávání a obsahy škodlivin v recyklátech do konce roku 2023) původní legislativou (zejména vyhláškou 294/2005 Sb.).

Při podrobnějším průzkumu u výše provedených firem byly zjištěny dlouhodobě známé skutečnosti v problémech při schvalování provozních řádů a jiné dokumentace místně příslušnými krajskými úřady. V jedné a téže věci rozhoduje každý krajský úřad poněkud odlišně, což je dáno někdy až velmi individuálním přístupem odpovědných vedoucích pracovníků k výkladu platné legislativy. Tuto skutečnost nelze nijak významně ovlivnit z žádných jiných orgánů státní správy; případné zlepšení stavu a sjednocení výkladu by mohlo nastat po vynesení precedenčního rozhodnutí ze strany soudu.

Problematika nakládání se SDO a produkce recyklátů má dvě hlavní větve.

1. Problematika limitního obsahu škodlivin dle vyhl. 273/2021 v aktuálním znění (vyhl. 445/2022 Sb.).
2. Problematika uplatnění produktu recyklace jako stavebního výrobku.

5.1 Problematika limitního obsahu škodlivin dle vyhl. 273/2021

Dle původního znění vyhlášky byly v příloze č. 5, tab. 5.1 „Nejvýše přípustné koncentrace škodlivin v sušině odpadů“ stanovené nejvýše přípustné koncentrace škodlivin v sušině odpadů. Jako velmi problémová hodnota se ukázala limitní hodnota benzo(a)pyrenu, která byla stanovena na 15 µg/kg sušiny. V případě využití ve svrchní vrstvě v mocnosti 1 m od konečného povrchu terénu a v ochranných pásmech vodních zdrojů II. stupně nebo v případě využití odpadů pod úrovní hladiny podzemní vody to bylo pouze 5 µg/kg sušiny.

Obdobně byla neúnosně přísně nastavená i hodnota PAU (4) na 50 µg/kg sušiny (ve sloupci 1 tabulky 5,1).

Na základě připomínek odborné veřejnosti byla v průběhu roku 2022 ze strany MŽP předložena novela této vyhlášky, která mimo jiné i výrazně zvýšila výše limity tak, že jsou dosažitelné. Byla zrušen ukazatel „benzo(a)pyren“ a limitní hodnota PAU (12) je 6 mg/kg sušiny. V případě využití ve svrchní vrstvě v mocnosti 1 m od konečného povrchu terénu a v ochranných pásmech vodních zdrojů II. stupně nebo v případě využití odpadů pod úrovní hladiny podzemní vody to je pouze 3 mg/kg sušiny.

Novela vyhlášky 273/2021 Sb. vyšla ve sbírce zákonů dne 23. 12. 2022 pod označením „Vyhláška 445/2022 Sb., kterou se mění vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění vyhlášky č. 78/2022 Sb., a další související vyhlášky v oblasti odpadového hospodářství“.

Potřebnost a užitečnost vydání této novely pro nakládání se SDO co nejdříve (i když zmíněné limity budou platit až od 1. 1. 2024) spočívá mimo jiné jednak v jistotě zpracovatelů SDO (provozovatelů recyklačních linek) a dále v projekčních činnostech – zejména při liniových stavbách, kdy je nutno s předstihem plánovat způsoby nakládání zejména s vytěženou zemínou.

5.2 Problematika uplatnění produktu recyklace jako stavebního výrobku

Do provozů pro recyklaci stavebních a demoličních odpadů vstupují materiály jako odpad – výsledkem recyklačního procesu jsou tři hlavní materiálové proudy:

1. Recyklovaný stavební materiál dále využitelný ve stavební výrobě, v režimu upraveného odpadu
2. Stavební výrobek, který byl vznikl přepracováním přijatého SDO na výrobek dle příslušné ČSN EN, případně ČSN ISO nebo ČSN.
3. Zbytkové produkty procesu recyklace, které mají charakter odpadu a lze je obtížně využít (např. cizorodé látky – papír, dřevo, plasty apod.)

Provozovatel recyklačního zařízení je v souladu s vyhl. 273/2021 Sb. povinen zpracovat provozní řád zařízení. Jeho osnova je uvedena v příloze č. 1. vyhlášky. Podle bodu 10 musí provozní řád obsahovat mimo jiné i popis využitelných materiálů získávaných v zařízení z odpadů.

Pokud jsou stavební a demoliční odpady přepracovány ve výrobek, který má úmysl recyklační firma uvádět na trh se stavebními výrobky, musí odpovídat příslušným stavebním předpisům – např. ČSN 73 6133 Návrh a provádění tělesa pozemních komunikací.

Stavební normy a předpisy však používají zcela jinou odbornou terminologii než předpisy z oblasti nakládání se SDO. Proto při schvalování využitelných materiálů z recyklační linky krajskými úřady docházelo často k vážným výhradám a zamítáním, neboť terminologie neodpovídala přesně vyhlášce 273/2021 Sb., kde je využití recyklovaných SDO rámcově vymezeno v §83, odst. 2 b.

Proto bylo pro stavbu komunikací velmi důležité v rámci novely 273/2021 Sb. i doplnění § 83 odst. 2 písm. b) bod 9, který nyní zní:

„9. zemní těleso pozemních komunikací prováděné v souladu s technickou normou ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací ze dne 1. února 2010.“

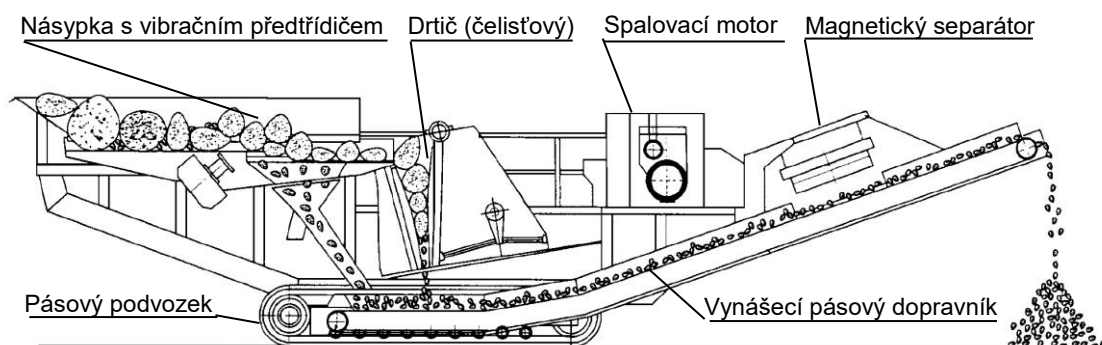
Tato změna by měla nově umožnit provozovatelům zařízení pro recyklaci SDO vyrábět z výkopových zemin a také betonů produkty, které budou jednoznačně výrobkem dle výše uvedené ČSN. Recyklační firma takového produktu bude přímo motivována odběratelem k dodržení požadované kvality, nezbytné pro stavbu zemního tělesa.

6 Technologie pro produkci recyklátů ze SDO s vyšší jakostí

6.1 Současný stav technologií v ČR a v Evropě

V současné době je většina provozů pro recyklaci stavebního a demoličního odpadu charakterizována jako stacionární zařízení (dle starého zákona o odpadech 185/2001 Sb.). Stroje, které v těchto recyklačních závodech pracují však jsou takřka výhradně mobilní (ve smyslu zákona 541/2020 Sb. o odpadech, §11, odst. 1s „Pro účely tohoto zákona se rozumí mobilním zařízením zařízení určené pro nakládání s odpady schopné samostatného pohybu a funkce, které přemístěním tuto svou funkci neztratí“.

Jedná se zpravidla o mobilní drtiče na pásových podvozcích. Drtiče jsou vybavené standardně vibračním roštovým podavačem, který slouží jako předtřídič a odstraňuje z odpadu přiváděného do drtiče podsítnou složku (zpravidla 0 – 20 mm). Poté je materiál přiváděn do komory drtiče (zpravidla jednovzpěrného čelistového nebo dynamického odrazového), kde dojde k jeho zdrobnění. Pod drtičem je umístěný vynášecí pás, kterým je zdrobněný materiál dopravován do prostoru pod feromagnetický odlučovač, kde dochází k separaci feromagnetických materiálů.



Obr. 36 Schéma mobilního čelistového drtiče pro recyklaci stavebních a demoličních odpadů

Druhým strojem, na kterém je v dalším kroku zpracován materiál zdrobněný drtičem je vibrační třídič. Ten také bývá zpravidla umístěný na pásovém podvozku, je vybavený standardně dvěma sítý, takže na jeho výstupu je podsítná složka (např. 0/16 mm), dále frakce (např. 16/32 mm) a nadsítná složka (zde > 32 mm).

Výstupní produkt z těchto dvou strojů však většinou nevyhovuje velmi náročným požadavkům, které jsou z hlediska granulometrického složení nezbytné pro použití jako plnivo při výrobě betonu (a to jak u betonového, tak i cihelného recyklátu). Problémem je velmi vysoký obsah prachových frakcí, které ulpí na všech vyrobených recyklátech, včetně hrubých frakcí a také častý výskyt cizorodých materiálů (zbytky plastů, dřeva apod.) [8].

Jedinou cestou, kterou lze jemné prachové částice a částečně i lehké cizorodé nežádoucí příměsi z recyklovaných betonů a cihel odstranit je jednak důsledná (většinou manuální) separace jak na vstupu do drtiče, tak i jeho výstupu, a dále zařazení větrných třídičů do technologického řetězce, ve kterých dochází k odstranění většiny prachových částic.

Pro odstranění prachových částic z výstupního produktu je možné také využít vodní separátory – jejich provoz je však oproti větrným separátorům výrazně dražší.

Autorům této zprávy nejsou v ČR známy recyklační firmy pro zpracování SDO, které by větrné či vodní separátory při výrobě recyklátů využívaly. Je to dáno zejména skutečností, že při jejich použití dojde ke zvýšení ceny výstupního produktu, tato cena však není konkurence schopná, protože recyklované betony a cihly se běžně nepoužívají na výrobu betonů, zejména takových, kde není možno akceptovat vyšší podíl prachové složky.

V ČR se také stále provádí recyklace v místě (či blízkosti) stavby – např. při rekonstrukcích dálnic, demolic starých výrobních areálů apod. Výše uváděné separátory (a to ani větrné) však nejsou mobilní zařízení, takže je lze využívat pouze ve výrobním areálu producenta recyklovaného SDO.

V zahraničí (např. Rakousko, Německo, Holandsko, Belgie) je použití větrných třidičů při výrobě betonových a cihelných recyklátů běžné. Tato zkušenost byla také prokázána při návštěvě dvou velkých recyklačních středisek ve Vídni.



obr. 37 Recyklační linka pro betonovou suť. RCH Recycling Center Himberg GmbH, Himberg bei Wien



a) rec. beton 32/63



b) rec. beton 0/32



c) rec. cihly 2/8

obr. 38 Příklady produktů recyklace v RCH Recycling Center Himberg GmbH, Himberg bei Wien

Z obr. 37 pořízeném v recyklačním středisku RCH Recycling Center Himberg GmbH, Himberg bei Wien je vidět kromě drtiče a třídičů i separátory a větrný třídič a také řešení toku materiálu v uzavřené smyčce (nadsítná složka se vrací zpět do drtiče). Příklady materiálů produkovaných v RCH Recycling Center jsou na obr. 38.

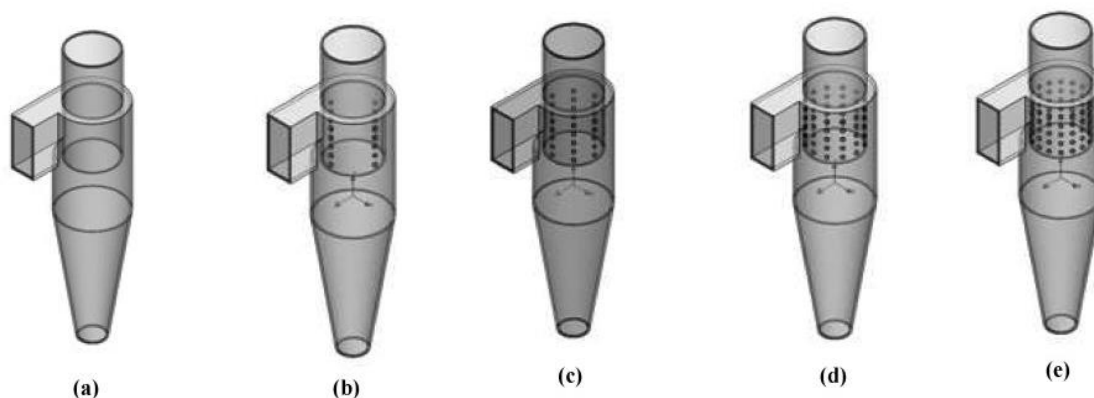
Proto byla závěrečná část řešení projektu věnována podrobné analýze větrných třídičů dostupných na evropském trhu, které jsou vhodné mimo jiné pro využití separace lehkých nežádoucích příměsí i prachových složek produkovaných recyklátů.

6.2 Větrné třídiče

Větrné třídiče pracují na principu rozdílného chování jednotlivých částic v proudu plynného média, nejčastěji vzduchu, v závislosti na jejich hmotnosti, tvaru a velikosti. Vhodným třídičem je možné provést přesnou diagnostiku účinnosti třídění v distribuční křivce a získat tak požadovanou velikost výstupního materiálu v zrnitosti od 2 μm do 10 mm. [9]

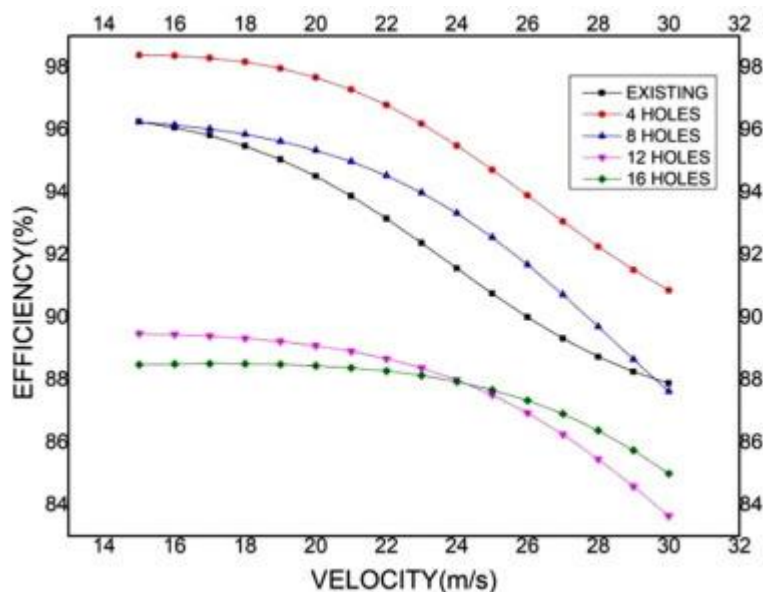
6.2.1 Konstrukce třídičů a ovlivňující konstrukční parametry

Konstrukce větrných třídičů je závislá na mnoha faktorech. Každý z faktorů (popsaný níže) může zásadně ovlivnit separovanou frakci a zároveň i separační efektivitu. Z tohoto důvodu se větrné separátory navrhuje na konkrétní aplikaci a druh materiálu. Na obrázku 39 je možno vidět rozdílné konstrukční řešení téhož větrného třídiče s různou rychlostí vzduchu a separační efektivitou.



Obr. 39: Konstrukční řešení větrného třídiče – a) návrh bez přídavných děr; b) návrh s 2 řadami děr; c) návrh s 4 řadami děr; d) návrh s 8 řadami děr; e) návrh s 16 řadami děr. [12]

Různé konstrukční úpravy mohou vést k rozmanitým výsledným vlastnostem a jsou silně závislé na konkrétní geometrii a konkrétním odlučovaném materiálu. Na obrázku 40 je možno vidět graf účinnosti větrného třídiče na rychlosti větrného proudu a konstrukci dle obrázku 39. Lze vyvodit, že přidáním děrových řad do konstrukce třídiče lze dosáhnout různých separačních efektivit při zachování všech ostatních vlastností.

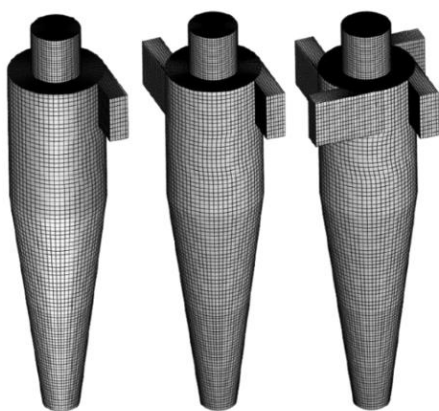


Obr.40: Znáznornění závislosti rychlosti větrného proudu a účinnosti odlučování. [12]

Vliv vstupního kanálu

Geometrické parametry vstupního kanálu, jako je počet (obr. 41), průřez, úhel a velikost ovlivňují setrvačnost částic. Kromě toho je třeba brát v úvahu vliv tlaku, teploty a vstupní rychlosti. Vstupní potrubí je obvykle umístěno v horní části hlavního válce.

Přední ohyby ve vstupním potrubí mají významný vliv na setrvačnost pevných látek. Proto může být důležitý úhel a poloměr ohybu, délka rovné trubky před ohybem a směr ohybu. Vliv ohybů vstupního potrubí na separační proces mají přímý vliv na účinnost separace v důsledku tvorby provazců částic na ohybu a jejich pomalého rozptýlu. Ohyb se sestupným tokem vede k vyšší účinnosti než ohyb se vzestupným tokem. Dále je z konstrukčních prvků možná instalace odrazné desky z horní části vstupního potrubí, která může zlepšit účinnost stávajícího ohybu se vzestupným tokem.



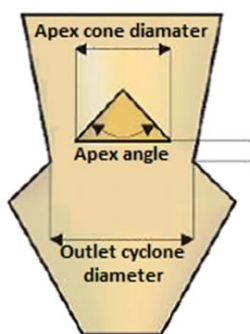
Obr. 41: Konfigurace cyklonu s jedním, dvěma a čtyřmi vstupy. [11]

Pokles tlaku jako hlavní kritérium pro návrh cyklonové geometrie lze snížit nebo zvýšit změnou rozměrů cyklonů. Nejvýznamnějšími geometrickými parametry jsou délka vstupní sekce, výška vstupní sekce a počet vstupních kanálů. Kromě zvýšení počtu vstupních kanálů je možno použít laminarizátor, který opět může zvýšit účinnost separace.

Vliv hlavního těla větrného třídiče

Délka cyklonu, průměr cyklonu, jeho materiál, různé tvary těla cyklonu včetně válcového, obdélníkového, elipsoidního atd. a tvar a velikost vrcholového kužele jsou některé parametry, které ovlivňují cyklonovou separaci. Vliv typu proudění a geometrických parametrů se může u jednotlivých cyklonů lišit. Typ proudění je turbulentní ve velkých cyklonech a může být laminární v malých cyklonech.

Čtvercový cyklonový separátor, prodloužený cyklon, cyklon se separačním zubem, látkový cyklon a štěrbínový kužel jsou některé cyklony navrženy ke zvýšení účinnosti separace podle typu materiálu a jejich separační frakce. Některé hlavní těla konstrukce větrného třídiče používají další konstrukční části nazývané stabilizátor víru nebo vrcholový kužel k omezení sekundární cirkulace separovaných částic. Vrcholový kužel může být umístěn nad spodním výstupem nebo pod kuželovou částí separátoru (obr. 42).

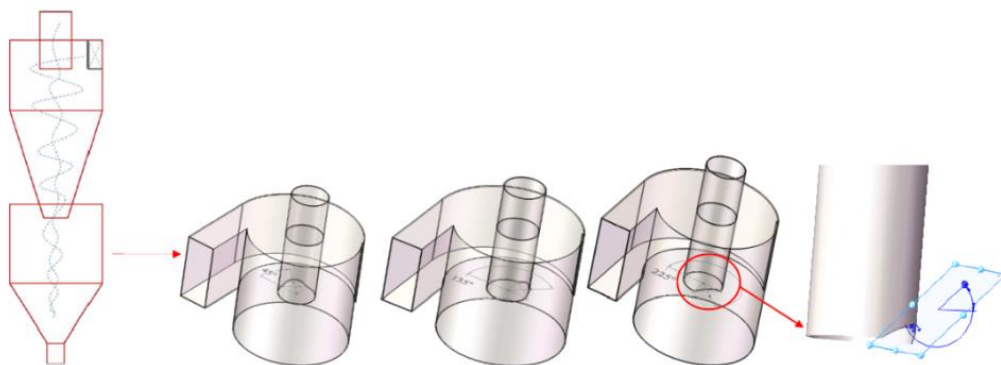


Obr. 42: Umístění vrcholu kužele na výstupu z těla separátoru [11].

Vliv usměrňovače vírů

Usměrňovač vírů je jednou z nejdůležitějších částí cyklonů s reverzním prouděním. Délka, průměr a tvar vírového usměrňovače mají významný vliv na účinnost třídění a tlakovou ztrátu. Jako zvláštní případy byly ke zvýšení účinnosti třídění použity kuželový stabilizátor víru, omezovač víru a vroubkovaný usměrňovač vírů. Vírový stabilizátor způsobuje redukci částic unikajících z cyklického kužele víru směrem k horní oblasti cyklonu. Pro zvýšení délky víru byl použit omezovač víru.

Efektivitu třídění zlepšuje také vroubkovaný usměrňovač vírů, tj. usměrňovač vírů je šikmo v řezu (obr. 43). Cyklon s vroubkovaným vírovým vyhledávačem dokáže oddělit částice o průměru větším než 3,5 μm , zatímco běžný cyklon může sbírat částice o průměru větším než 8 μm .



Obr. 43: Geometrie cyklonu a různé vrubové usměřovače vírů [11].

Další vlivy konstrukce

Vliv vlastností částic - Počáteční poloha částic na vstupu, jejich předchozí sedimentace a velikost ovlivňují tlak a koncentraci proudového pole v cyklonech.

Vliv vodicích lopatek a přepážek - Vstup a výstup axiálních průtokových cyklonů jsou koaxiální. Směs plynu a pevné látky vstupuje axiálně přes vstupní kanál a roztáčí se díky přítomnosti vodicích lopatek. Výhodou tohoto typu cyklonů je jejich menší velikost, vyšší účinnost sběru, vyšší propustnost vzduchu atd. ve srovnání s tangenciálními vstupy.

Vliv drsnosti povrchu - Koroze, abraze a dopad částic na vnitřní stěnu cyklonů mění drsnost povrchu jejich stěny, což má za následek velký vliv na účinnost třídění a pokles tlaku. Vliv drsnosti povrchu stěny se zvyšuje se vstupní rychlostí.

6.2.2 Efektivní parametry ovlivňující volbu konstrukce větrného třídiče

Doba setrvání částic v cyklonu závisí na velikosti částic, vstupní poloze ve vstupní sekci atd. Jinými slovy, tangenciální rychlost plynu je ovlivněna úhlem vstupu, počtem vstupů, rozměry vstupu a režimem proudění na vstupu. Průmyslové cyklony běžně používají normální spirálové vstupní potrubí.

Vstupní úhel ovlivňuje velikost cyklonu a v důsledku toho má dopad na účinnost třídění cyklonu a jeho koeficient poklesu tlaku. Kromě toho počet a rozměry vtoků mají významný vliv na účinnost třídění a tlakovou ztrátu. Použití ohybů ve vstupním potrubí může zlepšit výkon cyklonu. Dále pak vstupní teplota a tlak mají zásadní vliv na smykové napětí a sílu víru v cyklonech [3].

Konstrukce těla cyklonu lze rozdělit do dvou kategorií návrhu:

1) první z nich má za cíl **zlepšit geometrii konvenčních cyklonů**, včetně výšky cyklonu, průměru cyklonu, rozměrů kužele atd.

2) při **druhém návrhu se používá přídavné zařízení**, jako je kužel, šterbina, prodloužená trubice atd., aby se zvýšila účinnost separace nebo se snížil pokles tlaku. V těchto konstrukcích cyklonů je třeba se vyhnout zkratovému toku a obtoku plynu.

Výstupní potrubí obecně nepředstavuje problém v konstrukci cyklonů. Dvoustupňové cyklónové separátory jsou navrženy změnou struktury cyklonů. Výstupní potrubí dvoustupňových cyklonů může mít vyšší potenciál optimalizace než klasické cyklony.

6.2.3 Shrnutí vlastností různých technologií větrných třídačů

Různé technologické typy větrných třídačů mají odlišné vnější zástavbové rozměry, protože se liší vnitřními rozměry odlučovacího orgánu. Z toho důvodu je také pro různé větrné třídače zvolena odlišná rychlost větru a tlak vzduchu. Všechny tyto fyzikální vlastnosti předurčují dané větrné třídače odlučovat různé velikosti částic s určitou separační efektivitou. Základní rozdělení je možné vidět v tabulce níže. [11]

Tabulka 3: Rozdělení větrných třídačů a jejich základní vlastností [10].

Typ třídače (anglický název)	Velikost částice [μm]	Separační efektivita [%]	Rychlost vzduchu [m.s^{-1}]	Tlaková ztráta [Pa]	Geometrie třídače (délka/průměr/průměr víru) [mm]	Ref.
Circumfluent cyclone separator	1-6	95-99	20-30	1550- 2650	505/138/50	[16]
Stairmand cyclone with tangential inlet	50	10-100	5-25	–	(30,5–610) /30,5/–	[17]
Cyclone with different inlet section angles	26	54-68	5-15	200- 405	(173-503) /(102- 296)/(58-169)	[18]
Hydrocyclone	4,9-14	10-100	55-83	–	85/76/25	[19]
Stairmand cyclone separator	0,2-7	0-100	10-25	500- 2000	(1160-3480) /290/145	[20]
Aerocyclone	0,5-3,5	0-100	8-16	100- 600	77/31/15,5	[21]
Long-coned cyclone	1-10	10-100	5-10	740	820/205/102.5	[22]
Cyclone with a symmetrical inlet and a volute scroll outlet section	10	96.8-97	15.2	185- 205	355/102/51.5	[23]
Cyclone with helical-roof inlet	0.2-30	10-100	3.5	50-450	(1538-1881) /240/142	[24]
Square cyclones	0-2000	99	20-34	170- 700	(350-370)/(120- 320)/(60-160)	[25]
Single and double inlets cyclone	1-7	92-94	12-24	400- 1900	1200/300/150	[26]
Cyclone with slotted vortex finder	10	55-100	23	-	1117/250/200	[27]

Typ třídiče (anglický název)	Velikost částice [μm]	Separační efektivita [%]	Rychlost vzduchu [m.s ⁻¹]	Tlaková ztráta [Pa]	Geometrie třídiče (délka/průměr/průměr víru) [mm]	Ref.
Stairmand cyclone with tangential inlet	1-14	10-100	20	-	(1100-2030)/186/80	[28]
Cyclone with conventional single and spiral double inlet configurations	0-8	0-100	20,18	-	994/298/149	[29]
Axial flow cyclone separator	1-40	0-95	0,6-4	10-450	160/35/16	[30]
Conventional cyclone with prolonged vertical tube	0-10	45-100	10-20	100- 2700	756/200/65	[31]
Stairmand cyclone with tangential inlet	0,5-4	0-100	8-17	100- 600	77/31/15,5	[32]
Cyclone with a cone vortex stabilizer	0-10	20-100	0-40	0- 10000	410/200/85	[33]
Cyclone with separation tooth	0-37,5	20-100	5-200	0-150	250/125/25	[34]
Cyclone with different wall roughness	2-8	30-100	10-20	2300- 2800	1200/600/120	[35]
PM ₁₀ Cyclone Separator	1-13,4	11-94	1-2	-	65.25/45/14,85	[36]
Cyclone with the separation space	0-130	58-71	17	10- 1400	-	[37]
Axial flow cyclone separator	0,5-3,5	0-93	8-16	157- 704	77/31/15,5	[38]
Stairmand cyclone	0-10	5-100	4,9-19,5	1139- 1188	820/205/105	[39]
Cyclone with a double vortex finder	0-20	0-85	11	-	1360/400/200	[40]
Cylindrical cyclone separator	0-359	-	9-22	-	240/100/50	[41]
Plastic cyclone	0-1	-	30	-	89,21/35/8,54	[42]
Cyclone separator with a novel vortex finder	0-10	10-100	24	-	-/1236/364	[43]

Typ třídiče (anglický název)	Velikost částice [μm]	Separační efektivita [%]	Rychlost vzduchu [m.s ⁻¹]	Tlaková ztráta [Pa]	Geometrie třídiče (délka/průměr/průměr víru) [mm]	Ref.
Cyclone separators with one, two and three tangential inlets	0,1-134	70-85	8,75-35	20-1300	-	[44]
Cyclone with a counter-cone	15-200	50-100	15	1250-1371	874/789/550	[45]
A cyclone with different positions of deswirler in the vortex finder	0-10	0-100	22	-	-	[46]
Stairmand cyclone	0,5-6	65-80	5-25	10-2000	1160/290/145	[47]
Cyclone with a slit on the conical part	0,1-10	0-100	15	-	557,5/72,3/30	[48]
Gas cyclone	0,1-10	75-90	11-32	523-560	550/72/32	[49]
Multi-inlet cyclone	0,1-1,3	0-100	0-30	-	555/72/32	[50]
The twin cyclones in the first-stage of the preheater tower	0-305	79,3-87,76	7-20	523-560	10448/2524/1193	[51]
Two-stage cyclone separator	0,1-10	53-100	12-47	500-10500	300/64/32	[52]
Stairmand cyclone	0-3	4-100	15	-	585/90/45	[53]
Four-inlet cycloneseparator	2-11	75-100	10-25	218-1468	1314/290/145	[54]
Cyclone separatorwith a clottedvortex finder	2,5-15	80-91,72	17	799-1228	326/150/50	[55]
Cyclone separatorwith a finnedcylindrical body	0-3	15-100	20	160-345	800/200/100	[56]
Square free-vortexcyclone separator	65,6	98	15	459-1168	400/100/50	[57]
Cyclone separatorwith inner cylinder	0,5-6	25-100	15	8-600	950/138/50	[58]

Typ třídiče (anglický název)	Velikost částice [μm]	Separační efektivita [%]	Rychlost vzduchu [m.s ⁻¹]	Tlaková ztráta [Pa]	Geometrie třídiče (délka/průměr/průměr víru) [mm]	Ref.
Cyclone separator with various inlet structure	2	-	10	-	1919/140/50	[59]
Cyclone separator with different cylinder-to-cone ratios	0,3-0,6	5-100	20	983-1059	820/205/102,5	[60]
Cyclone with different cone lengths	-	-	10-30	278-2749	1566/290/145	[61]

Důležitým aspektem při volbě větrného třídiče je jeho hmotnostní tok za hodinu provozu. Tato hodnota je ovlivněná konstrukčními rozměry samotného větrného třídiče a zároveň zvoleným konstrukčním materiálem, který přímo ovlivňuje turbulentní vlastnosti vzduchu proudícího v odlučovacím orgánu. Všechny tyto aspekty silně ovlivňují výsledné separační vlastnosti větrného třídiče a nelze mluvit o konkrétních výkonnostních vlastnostech bez těchto souvislostí. Proto je nutné v tomto momentu porovnávat již konkrétní řešení výrobců dostupných na trhu.

Technologické rozřazení větrných třídičů podle výrobců

V kapitole budou popsány výrobky, nebo výrobní řady a jejich základní technologické parametry větrných třídičů různých výrobců. Následující informace byly poskytnuty jednotlivými výrobci převážně z webových prezentací, částečně při návštěvě veletrhu BAUMA 2022 v říjnu 2022.

ALPA Powder Technology Co., Ltd.; Čína

Výrobce dodává třídiče ve dvou technologických řadách a dvou konstrukčních modifikacích:

horizontální jednorotorový vzduchový třídič (obr. 44)

horizontální vícerotorový vzduchový třídič (obr. 44)

vertikální vícerotorový vzduchový třídič (obr. 45)



Obr. 44: Horizontální jednorotorový (vlevo) a vícerotorový (vpravo) vzduchový třídič ALPA [62].



Obr. 45: Vertikální jednorotorový (vlevo) a vícerotorový (vpravo) vzduchový třídič ALPA [62].

Působením ventilátoru se materiál pohybuje vysokou rychlostí do třídící oblasti ze spodního vstupu třídiče se vzestupným tahem. Působením silné odstředivé síly generované vysokorychlostní rotující klasifikační turbínou se materiál oddělí a jemné částice splňující požadavky na velikost částic vstupují do cyklónového odlučovače nebo sběrače prachu mezerou mezi lopatkami třídícího kola ke klasifikaci. Rychlost některých jemných částic unášených hrubými částicemi mizí po dopadu na stěnu a poté klesá k výstupu sekundárního

vzduchu podél stěny válce. Silným účinkem sekundárního vzduchu se oddělují hrubé a jemné částice, jemné částice stoupají do sekundární klasifikace v klasifikační oblasti a hrubé částice klesají do výstupního otvoru pro vypouštění.

Tabulka 4: Technické parametry horizontální jednorotorový vzduchový třídíč. [62]

Parametr / Model	FW120	FW200	FW280	FW400	FW520	FW630	FW800	FW1000
Procesní kapacita (kg/h)	1~10	10~200	30~500	50~800	100~1500	200~2500	400~3000	800~5000
Velikost částice D97 (μm)	2.5~45	2.5~45	2.5~45	2.5~45	2.5~45	2.5~45	4~45	5~45
Max. rychlost kovového třídícího kola (rpm)	18000	15000	8000	6000	4450	3550		
Max. rychlost keramického třídícího kola (rpm)	18000	15000		6000	4450	3550		
Třídící účinnost η%	60~80 %	60~80 %	60~80%	60~80 %	60~80%	60~80%	60~80%	60~80%
Výkon motoru (kW)	2.2	3	4	7.5/7.5	11/ 7.5	15;	22/30	30/37
Objem vzduchu (m³/h)	300	600~800	1000	1400	2200~2800	3000~3500	5500~6000	8500~9500

Tabulka 5: Technické parametry horizontální vícerotorový vzduchový třídíč. [62]

Parametr / Model	FW400/3	FW400/4	FW400/6	FW630/3	FW630/4	FW630/6
Procesní kapacita (kg/h)	200~1500	300~2000	1000~6000	1000~6000	2000~8000	3000~12000
Velikost částice D97 (μm)	2.5~45	2.5~45	2.5~45	2.5~45	2.5~45	2.5~45
Třídící účinnost η%	60~80%	60~80%	60~80%	60~80%	60~80%	60~80%
Výkon motoru (kW)	7.5/11*3	7.5/11*4	7.5/11*6	15/22*3	15/22*4	15/22*6
Objem vzduchu (m³/h)	4200	5600	11000	11000	14500	22000

Parametr / Model	FW800/3	FW800/4	FW800/6	FW1000/3	FW1000/4	FW1000/6
Procesní kapacita (kg/h)	2000~7500	3000~10000	5000~15000	5000~12000	8000~16000	20000~24000
Velikost částice D97 (μm)	3~45	3~45	3~45	4~45	4~45	4~45
Třídící účinnost η%	60~80%	60~80%	60~80%	60~80%	60~80%	60~80%
Výkon motoru (kW)	22/30*3	22/30*4	22/30*6	30/37*3	30/37*4	30/37*6
Objem vzduchu (m³/h)	17000	22500	33500	26500	35000	43000

Tabulka 6: Technické parametry vertikální jednorotorový vzduchový třídíč. [62]

Parametr / Model	FL200	FL300	FL360	FL450	FL600
Procesní kapacita (kg/h)	100~300	200~1000	300~1500	1000~3000	2000~6000
Velikost částice D97 (μm)	5~150	6~150	6~150	8~150	8~150
Max. rychlost třídícího kola (rpm)		2900	2930	1470	1470
Třídící účinnost $\eta\%$	60~90%	60~90%	60~90%	60~90%	60~90%
Výkon motoru (kW)	4	7.5	11	15	22
Objem vzduchu (m^3/h)	400~500	2400~2800	3500~4000	4500~6300	8000~11000

Parametr / Model	FL800/ITC4	FL900/ITC5	FL1000/ITC6	FL1200/ITC7	FL1500/ITC8
Procesní kapacita (kg/h)	5000~8000	6000~12000	8000~15000	12000~20000	15000~30000
Velikost částice D97 (μm)	10~150	15~150	15~150	20~150	25~150
Max. rychlost třídícího kola (rpm)	1480		820	490	
Třídící účinnost $\eta\%$	60~90%	60~90%	60~90%	60~90%	60~90%
Výkon motoru (kW)	37	37	45~55	55~75	75~90
Objem vzduchu (m^3/h)	14000~18000	18000~25000	26000~30000	32000~45000	50000~60000

Tabulka 7: Technické parametry vertikální vícerotorový vzduchový třídíč. [62]

Parametr / Model	FL360/3	FL360/4	FL360/6	FL450/3	FL450/4	FL450/6
Procesní kapacita (kg/h)	2000~6000	4000~8000	6000~15000	3000~9000	5000~12000	8000~24000
Velikost částice D97 (μm)	5~150	5~150	5~150	8~150	8~150	8~150
Třídící účinnost $\eta\%$	60~90%	60~90%	60~90%	60~90%	60~90%	60~90%
Výkon motoru (kW)	33	44	66	45	60	90
Objem vzduchu (m^3/h)	9000~10000	12000~15000	18000~24000	15000~18000	18000~24000	27000~32000

Comex AS; Norsko

Výrobce dodává třídíče ve třech technologických řadách:

ACX vzduchový třídíč

UCX vzduchový třídíč

Statický vzduchový třídíč ZZX

Třídíče ACX patří do hlavní skupiny produktů společností Comex. Aplikací ACX řady jsou realizovány především v těžebním, ale i recyklačním průmyslu. Mnoho aplikací souvisí s výrobou průmyslových nerostů o velikosti 3-150 μm . Třídíče ACX jsou schopny klasifikovat materiály až do $d_{97} = 2 \mu\text{m}$.

Klasifikátory UCX představují skupinu produktů pro ultra jemné aplikace. Tato řada třídíčů je určena pro náročné aplikace, kde se mají vyrábět jemné částice se stále vysokou

účinností třídění. Comex nabízí řadu velikostí klasifikátorů UCX, které jsou schopny produkovat materiály s horní velikostí $d_{97}=1,2 \mu\text{m}$ pro některé materiály. Současně mohou poskytovat vysokou klasifikační účinnost pro separaci hrubých částic.

Statický vzduchový třídič ZZX se skládá z diagonálních příček, kde je proud vzduchu aplikován směrem k hornímu výstupu. Přísun je zajištěn ve střední části a velké těžké částice slétají dolů, zatímco jemné lehké částice jsou proudem vzduchu zvedány nahoru. Tvar trubice třídiče je klikatý, aby poskytoval mnoho stupňů separace pro dosažení lepší účinnosti.

Tabulka 8: Technické parametry ACX vzduchový třídič. [63]

Classifier size ACX	Scale factor	Blower motor power [kW]	Classifier motor power [kW]	Capacity max. [t/h]	Air flow rate [m ³ /h]	Product fineness D97 [μm]
ACX 200	1	5,5	4	0,2 - 1,2	800	2 - 110
ACX 350	3	15	7,5	0,6 - 3,5	2500	3,5 - 130
ACX 500	6,25	30	15	1,2 - 8	5000	5 - 140
ACX 700	14	45	22	2,5 - 16	9000	6 - 160
ACX 900	20	55	30	4 - 28	16000	7 - 200
ACX 1200	36	110	37	8 - 50	28000	9 - 220
ACX 1500	56	200	45	12 - 75	45000	12 - 250

Tabulka 9: Technické parametry UCX vzduchový třídíč. [63]

Classifier type	Scale factor	Fan motor power [kW] *	Classifier motor power [kW]	Capacity [t/h]	Air flow rate [m³/h]	Product particle size D97 [µm]
UCX 200	1	4 - 7,5	7,5	0,3 - 1,2	800	2 - 300
UCX 350	3	7,5 - 15	15	0,9 - 3,6	2600	3 - 300
UCX 500	6,25	11 - 22	22	1,8 - 7,5	5500	4 - 300
UCX 750	14	15 - 30	30	4 - 18	14000	5 - 300
UCX 950	20	22 - 37	37	7 - 30	20000	6 - 300
UCX 1200	36	30 - 55	55	10 - 50	32000	8 - 300
UCX 1500	56	37 - 75	75	15 - 75	48000	10 - 300
UCX 1700	72	45 - 90	90	20 - 100	62000	12 - 300

* Fan motor power depending on classifier circuit configuration

Hosokawa Alpine AG; Německo

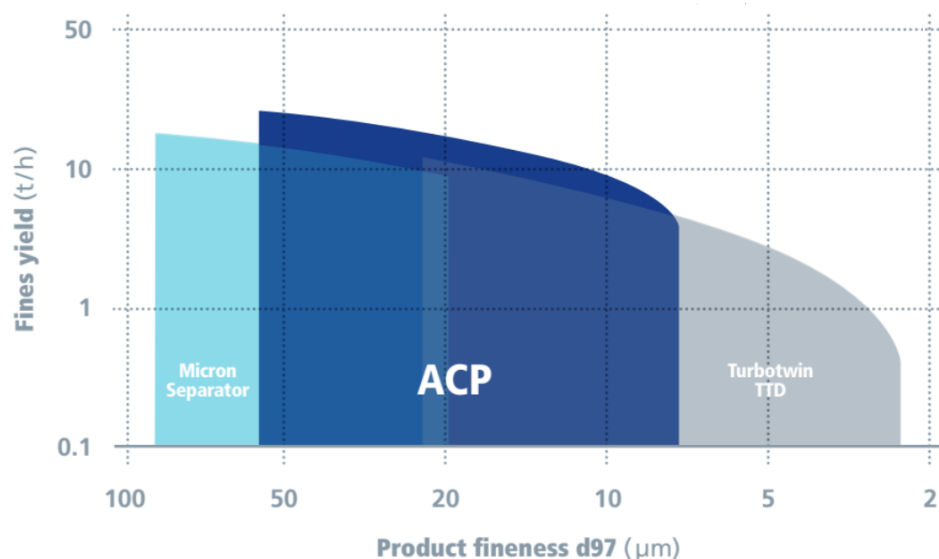
Výrobce dodává třídíče především pro neminerální materiály vzduchového třídění. Zaměření firmy je především na mletí a třídění materiálu pro výrobu pigmentů barev, grafitu pro psací potřeby, prášků pro farmacii atd. Produkce tříděného materiálu však dosahuje hmotnosti řádu tun. Výrobce dodává především celou procesní řadu od mlýnu pro třídící zařízení.

Název výrobkové řady má označení Alpine Calciplex **ACP** (tabulka 10).

Tabulka 10: Technické parametry **ACP** vzduchový třídíč firmy Hosokawa Alpine AG. [64]

ACP PRODUCT LINE	800	1000	1250
Scale-up factor	1	1,6	2,5
Velikost částice, max d ₉₇ (µm)	6	7	8
Výkon motoru (kW)	45	75	110
6 µm (kg/h)	1600		
8 µm (kg/h)	2700	4400	6800
10 µm (kg/h)	3600	5800	9000
20 µm (kg/h)	6300	10100	15800
45 µm (kg/h)	9500	15200	23800

Na obrázku 46 je možné vidět porovnání procesní kapacity použité technologie třídění ACP pro určený interval frakce s třídící kapacitou ostatních technologií třídících.



Obr. 46: Graf znázorňující třiditelné frakce se separační efektivitou 97% a s třídící kapacitou na hodinu provozu třídíče. [56]

Produktová řada Stratoplex ASP II je používána pro vysoký výkon v oblasti jemné až středně jemné separace. Optimalizovaná koncepce stroje má snížené opotřebení a nižší energetické nároky. Třídíč pro vysoký výkon v jemné až středně jemné separační rozsah $d_{97} = 10 - 150 \mu\text{m}$. Dále vysoký výkon jemných částic s vysokou účinností separace. Vzduchový třídíč. Stratoplex ASP II se používá například pro přípravu živců, křemene, nefelinu, wollastonitu nebo podobných materiálů. Verzi z oceli nebo nerezové oceli lze také použít pro potravinářské aplikace, jako jsou procesy přesouvání proteinů.

Tabulka 11: Technické parametry **ASP II** vzduchový třídíč firmy Hosokawa Alpine AG. [64]

Parametr / Typ	315	400	500	630
Výkon motor (kW)	5,5	11	15	30
Rychlost otáčení (rpm)	800 - 4000	640 - 3200	500 - 2500	400 - 2000
Nominální objem proudění vzduchu (m^3/h)	2500	4000	6300	10000
Velikost částice	12	12	14	16
Velikost částice	10	11	12	14

Parametr / Typ	800	1000	1250	1500
Výkon motor (kW)	45	55 - 75	75 - 100	90 - 160
Rychlost otáčení (rpm)	320 - 1600	250 - 1250	200 - 1000	170 - 840
Nominální objem proudění vzduchu (m^3/h)	16000	25000	40000	64000
Velikost částice max d	17	19	21	23
Velikost částice	15	17	18	20

Metso Outotec, Finsko

Výrobce je přední dodavatel pro zpracování minerálních i recyklačních materiálů.

Třídíče Metso Outotec kombinují gravitační, setrvačné, odstředivé a aerodynamické síly pro efektivní třídění materiálů od 300 až 75 μm . Vstupní materiál a primární vzduch vstupují do horní části jednotky a postupují dolů. Vzduch mění směr o 120° (obr. 47). Poté opouští lopatky a nese s sebou jemné částice. Hrubé částice, které jsou příliš těžké na to, aby změnily směr trajektorie pohybu, padají na dno, kde procházejí sekundárním vzduchem, než jsou vypuštěny ventilem. Sekundární vzduch, vstupující pod lopatky, prochází clonou padajících částic. Částice, jejichž velikost se blíží bodu řezu, jsou odváděny sekundárním proudem vzduchu do vířivého proudu v komoře ve tvaru srdce. Některé pokuty jsou zachyceny při vstupu do jednotky, zatímco jiné jsou vybírány z víru.

Ty jsou odváděny vystupujícím vzduchem do látkového filtru ke konečnému využití.

Odstředivé vzduchové třídíče (obr. 47). Tyto jednotky Metso Outotec využívají odstředivé síly, podobné cyklónům, k oddělení částic v bodech řezu mezi 20 a 100 μm . Řada vnitřních přepážek působí unášecími silami na hrubé částice a zároveň jimi umožňuje průchod vzduchu, což vede k oddělení jemných částic. Nejtěžší částice padají na dno třídíče, kde jsou vypouštěny ventilem. Před vypouštěním je sekundární vzduch vstřikován a prochází materiálem a částice blízké velikosti řezu se vracejí do cirkulační komory. Jemné částice se pohybují po spirále do výstupů umístěných na každé straně jednotky. Tyto dva proudy vzduchu se spojují a vstupují do cyklonu pro konečné získání jemných částic.

Gravitační vzduchové třídíče (obr. 47). Tyto inteligentně navržené jednotky jsou ideální pro klasifikaci hrubších řezů v rozsahu od 15 do 150 μm . Vstupní materiál se spouští do horní části třídíče. Padá do souvislé plnicí clony před lopatkami a prochází vzduchem o nízké rychlosti vstupujícím po straně jednotky. Směr proudění vzduchu se mění lopatkami z horizontálního na úhlově nahoru, což vede k oddělení a klasifikaci částic. Hrubé částice jsou účinně vypouštěny ventilem pod jednotkou. Jemné částice jsou dopravovány vzduchem do látkového filtru

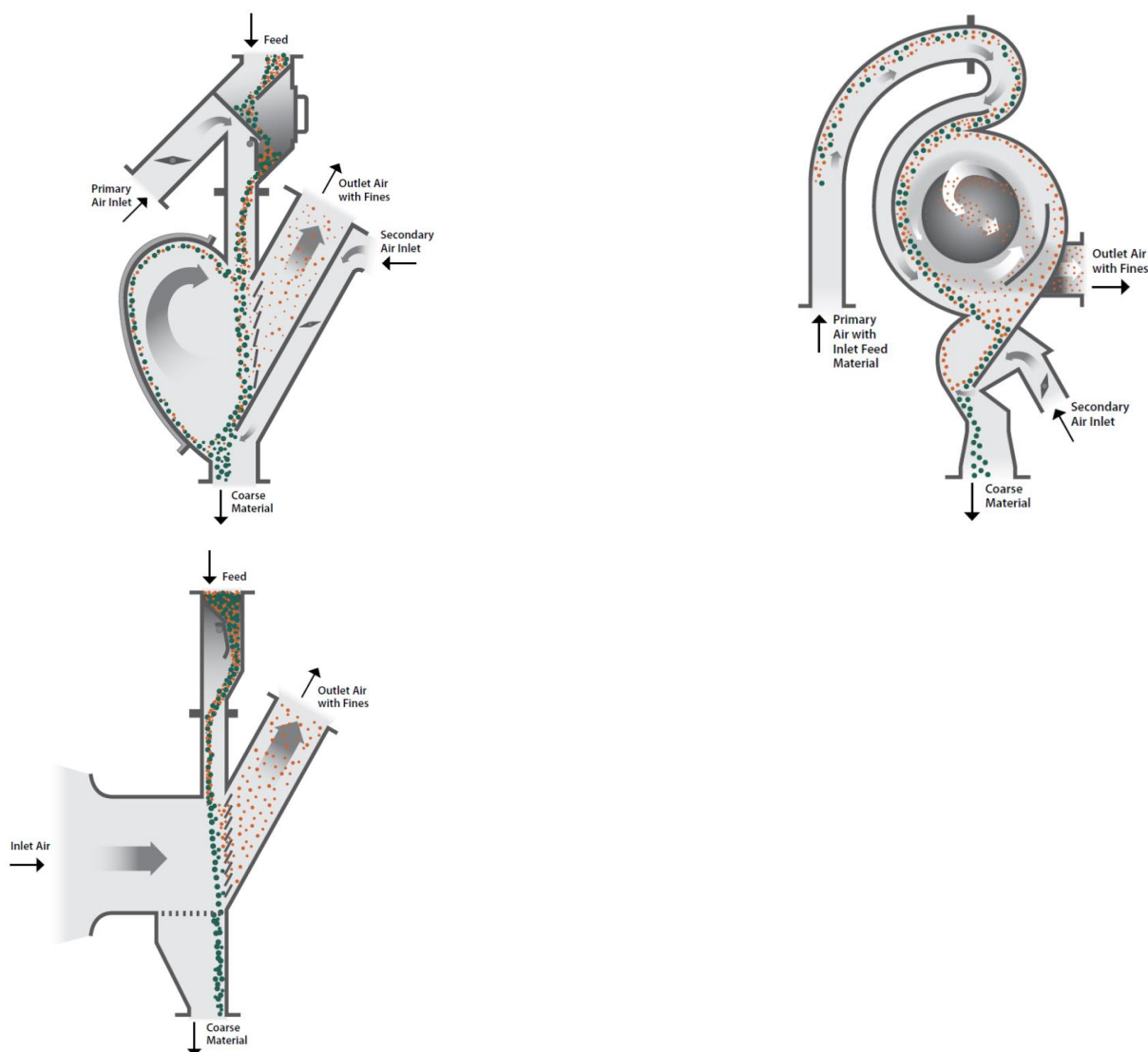
Pro separaci vzduchovým třídíčem dodává METSO třídíče typových řad dle vyžádané technologie:

G série – Gravitační vzduchové třídíče.

GI série - Gravitační inerciální vzduchové třídíče.

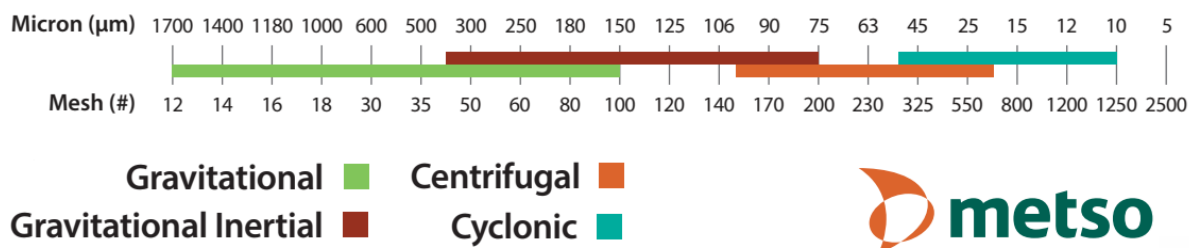
C série - Odstředivé vzduchové třídíče.

CU série – Cyklonové ultra vzduchové třídíče.



Obr. 47: Vzduchové třídače METSO; Gravitační inerciální vzduchový třídač (vlevo), Odstředivý vzduchový třídač (uprostřed), Gravitační vzduchový třídač (vpravo). [65]

Na obrázku 48 je možno vidět rozsahy tříděných frakcí u jednotlivých typů vzduchových třídačů od společnosti METSO Outotec.



Obr. 48: Rozsahy tříděných frakcí u jednotlivých typů vzduchových třídačů. [65]

NETZSCH GROUP AG, Německo

Výrobce NETZSCH je přední výrobce třídících zařízení pro těžbu a zpracování, ale i laboratoří. [66]

Pro separaci vzduchovým třídícím dodává výrobky **NETZSCH ECUTEC** třídíče typových řad dle vyžádané technologie a konstrukce:

MISTRAL – horizontální vzduchový třídíč

BORA – vertikální vzduchový třídíč

MONSOON – vertikální vzduchový třídíč

SCIROCCO - vertikální vzduchový třídíč

MISTRAL NETZSCH Ecutech vzduchový třídíč, který je vhodný nejnáročnější požadavky na jemnost produktů. Použití kompozitních materiálů pro konstrukci rotoru umožnilo dosáhnout rychlosti až 108 m/s. Vzduchové třídíče Mistral byly navrženy pro jemnou klasifikaci průmyslových minerálů, jako je kalcit, dolomit, křída, mastek atd. Technické parametry v tabulce 12.

Tabulka 12: Technické parametry MISTRAL vzduchový třídíč firmy NETZSCH [66]

Technical Data		180/2	360/2	510/2	720/2
Air throughput approx.	[m ³ /h]	4.000	12.000	24.000	48.000
Feedrate up to	[t/h]	2	6	12	24
Rotor speed max.	[rpm]	18.000	6.500	4.500	3.200
Installed drive	[kW]	75	160	200	315
Fineness d ₉₈	[μm]	1-30	2,5 - 40	2,5-30	3 - 30
A	[mm]	1.750	2.450	3.700	4.655
B	[mm]	1.840	2.580	4.185	5.005
C	[mm]	750	1.050	1.435	1.690

SCIROCCO NETZSCH Ecutech vzduchový třídíč patří do třídy turbo třídíčů s turbulentním prouděním vzduchu, nazývaných také odstředivé třídíče. Tyto třídíče dosahují velmi vysoké procesní kapacity při nízké měrné spotřebě energie.

Pro separační proces je produkt zaváděn vzduchem ze dna pro optimální rozptýlení nástríku. Tam, kde jsou požadovány hrubší separace, je možné zavádět přívod vzduchu z horní části třídíče a tato konfigurace pomáhá snížit spotřebu energie v důsledku snížení poklesu tlaku. Scirocco lze dodat s keramickým třídícím kotoučem a tělem vyloženým keramikou nebo polyuretanem jako ochranu proti opotřebení při zpracování abrazivních materiálů nebo pro zabránění kontaminaci železem. Hlava tohoto stroje je k dispozici také pro stávající pendulární válcové mlýny pro zlepšení kvality a kvantity produktu. Technické parametry v tabulce 13.

Tabulka 13: Technické parametry SCIROCCO vzduchový třídíč firmy NETZSCH [66]

Technical Data		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1.200
Air throughput approx.	[m ³ /h]	3.750	7.500	10.000	15.000	18.000	22.500	26.000	30.000	40.000	50.000
Feed rate approx.	[t/h]	2 - 3,8	4 - 7,5	7,5 - 10	7,5 - 15	15 - 18	11 - 22,5	18 - 25	15 - 30	30 - 40	25 - 50
Rotor speed approx.	[rpm]	4.600 - 5.900	3.250 - 4.300	2.000	2.500 - 3.000	1.500	2.000 - 2.500	1.200	1.550 - 2.150	1.150	1.000 - 1.450
Installed drive	[kW]	11 - 15	22 - 30	18,5	30 - 37	22	45 - 55	37	55 - 75	45	90 - 132
Fineness d ₉₈	[μm]	4 - 75	4 - 50	15 - 150	5 - 50	15 - 150	6 - 90	20 - 150	6 - 90	20 - 150	8 - 150
A	[mm]	1.350	1.600	1.600	1.900	1.900	2.260	2.260	2.500	2.500	3.520
B	[mm]	2.020	2.040	2.040	3.200	3.230	4.200	4.220	4.780	4.780	5.910
C	[mm]	350	500	500	630	630	700	700	750	750	1.210

BORA NETZSCH Ecutech vzduchový třídíč byl vyvinut sloučením technologie třídíčů Scirocco a Mistral a spojuje výhody obou strojů a vytváří vysoce výkonný třídíč za velmi konkurenceschopnou cenu. Třídíče Bora pokrývají rozsah proudění vzduchu od 360 do 6 000 m³/h a lze je použít buď v laboratorním prostředí, nebo pro průmyslové výrobní kapacity. Zpracovává abrazivní produkty jako křemen, oxid zirkonu atd. Lze oddělit bez vysokého opotřebení. Technické parametry v tabulce 14.

Tabulka 14: Technické parametry BORA vzduchový třídíč firmy NETZSCH [66]

Technical Data		Lab	25	50	100	360
Air throughput approx.	[m ³ /h]	360	900	1.800	3.600	6.000
Feed rate approx.	[t/h]	0,1 - 0,3	0,4 - 0,9	0,9 - 1,8	1,5 - 3	3 - 6
Rotor speed approx.	[rpm]	24.000	15.000	8.700	6.700	5.000
Installed drive	[kW]	3	5	10	15	45
Fineness d ₉₈	[μm]	2 - 100	2 - 100	2 - 100	5 - 60	5 - 60
A	[mm]	240	500	705	980	1.175
B	[mm]	640	1.430	2.150	2.405	3.670
C	[mm]	105	220	310	360	500

MONSOON NETZSCH Ecutech. Tento typ třídíče nevyžaduje žádné periferní zařízení, jako jsou ventilátory, filtry atd. Frakce vstupuje do třídíče Monsoon řízenou rychlostí shora a padá na rotující desku rozdělovače. Deska rozptyluje produkt do nastavitelného proudu vzduchu, který je generován vnitřním ventilátorem. Jemné produkty jsou přiváděny do proudu vzduchu a jsou přenášeny do vnějšího kužele, zatímco hrubé částice padají dolů do vnitřního kužele. Produkty jsou vypouštěny ze spodní části stroje.

Tento samostatný proces výrazně snižuje investiční náklady, náklady na údržbu a provoz. Třídíč Monsoon byl vyvinut pro separaci jemných produktů mezi 45-300 μm. Vysokých výnosů je dosaženo při velmi nízké specifické spotřebě energie. Pro zlepšení účinnosti třídění lze třídíč Monsoon ovládat před třídícím strojem. Třídíč Monsoon se používá k „odprašení“ přicházejícího materiálu na typicky 75-125 μm. Technické parametry v tabulce 15.

Tabulka 15: Technické parametry MONSOON vzduchový třídič firmy NETZSCH [66]

Technical Data		1.500	2.000	2.500	3.000	3.500
Feed rate approx.	[t/h]	1 - 10	3 - 20	7 - 35	12 - 50	15 - 80
Rotor speed approx.	[rpm]	600	430	350	280	220
Installed drive	[kW]	7,5	15	22	30	45
Fineness d ₉₈	[μm]	45 - 300	45 - 300	45 - 300	45 - 300	45 - 300
A	[mm]	1.740	2.585	2.970	3.560	3.969
B	[mm]	3.110	4.415	5.475	6.275	7.140
C	[mm]	350	370	480	515	640

PSP Engineering a.s., ČR

Výrobce PSP Engineering je přední výrobce komplexního zařízení pro zpracování nerostných surovin.

Pro separaci vzduchovými třídiči dodává výrobky PSP Engineering podle dvou základních typových řad [67]:

PRESEP – VTP – dynamický vzduchový třídič používaný v oběhových mechanických mlýnících s kulovými mlýny, případně v samostatných třídících linkách

PRESEP – LTR - dynamický vzduchový třídič, který se používá v oběhových pneumatických mlýnících v kombinaci s troubovými mlýny.

PRESEP – VTP – Materiál, určený ke třídění, je přiváděn jedním, dvěma až čtyřmi vstupy na rozhazovací talíř umístěný nad rotorem třídiče. Rozhazovací talíř zajišťuje rovnoměrné rozdělení tříděného materiálu po obvodu rotoru třídiče, přičemž jednotlivé částice jsou urychlovány v tangenciálním i radiálním směru a vrhány na tříštící stěnu. Nárazem částic na tříštící stěnu dochází k jejich desaglomeraci a vějířovitému rozptýlení do třídícího prostoru. Takto řešený přívod materiálu do třídiče zaručuje rovnoměrné zatížení třídící zóny a příznivě ovlivňuje účinnost třídiče.

Vzduch nebo jiné plyny jsou přiváděny do pracovního prostoru třídiče přes spirální skříň a rozváděcí žaluzie. Takto optimálně usměrněný proud propírá v příčném směru materiál procházející třídičem a odnáší jemné částice k obvodu rotoru třídiče a skrz koš na výstup do cyklonů nebo filtru. Větší částice neprojdou košem rotoru a padají ve směru osy rotoru třídiče do výsypky k opětovnému zpracování.

Třídění v širokém rozsahu zrnitosti od 20 do 300 μm, nastavení zrnitosti během provozu.

Tabulka 16: Technické parametry typů PRESEP – VTP vzduchový třídič firmy PSP Engineering [67]

typ	podávané množství	množství vzduchu	výkon motoru	výkon v cementu 3200 BI	výkon v surovině 12 % R90
	(t/h)	(m ³ /h)	(kW)	(t/h)	(t/h)
VTP 500	7,7	4 300	7,5	3,1	4,1
VTP 600	10,5	5 860	11,0	4,3	5,5
VTP 700	15,2	8 420	11,0	6,2	8,0
VTP 800	21,0	11 630	15,0	8,5	11,0
VTP 950	27,0	14 980	18,5	11,0	14,5
VTP 1100	39,0	21 655	30,0	16,0	20,5
VTP 1300	58,0	32 135	37,0	23,5	30,5
VTP 1500	76,0	42 215	45,0	31,0	40,0
VTP 1650	95,5	53 000	55,0	39,0	50,0
VTP 1800	117,0	64 800	75,0	47,0	61,0
VTP 1950	140,0	77 900	90,0	57,0	74,0
VTP 2100	166,0	91 875	110,0	67,0	87,0
VTP 2250	194,0	107 550	132,0	79,0	102,0
VTP 2400	224,0	124 325	160,0	90,0	117,0
VTP 2550	251,5	139 675	200,0	102,0	133,0
VTP 2700	286,0	158 690	200,0	116,0	150,0
VTP 2900	324,0	180 165	250,0	132,0	172,0
VTP 3100	386,0	214 775	315,0	157,0	214,0
VTP 3300	443,0	246 145	315,0	179,0	233,0
VTP 3600	528,0	293 490	350,0	214,0	278,0
VTP 3900	628,0	348 935	400,0	255,0	331,0
VTP 4200	736,0	409 170	450,0	299,0	388,0
VTP 4500	846,0	469 975	500,0	344,0	447,0
VTP 4900	1 014,0	563 535	630,0	412,0	536,0

PRESEP – LTR – Třídič LTR se používá v oběhových pneumatických mlýnících, ve kterých je melivo vynášeno ze mlýna proudem vzduchu. Třídič sestává z vnější kuželové komory, vnitřní kuželové komory, horní části s výstupním potrubím, rozváděcích lopatek, rotoru s uložením a pohonu. Řešení výpadové části je rozhodující pro konstrukci vzduchového třídiče LTR. Produkt je vynášen z vnitřní kuželové komory třídiče nebo společným výpadem. Následující modely mohou být použity pro kterýkoli způsob vynášení:

LTR-R - nejširší využití

LTR-U - pro výbušné materiály

LTR-M - s přídavným horním vstupem materiálu

U typu LTR-M může být část tříděného materiálu přiváděna na horní vstupy na rozhazovací talíř. Materiál prochází prostorem mezi kuželovými komorami, kde jsou odtříděny nejhrubší částice následkem snížení rychlosti plynu, které se vrací do mlýna.

Proud plynu pak unáší materiál dále do horní části třídiče, kde se nacházejí rozváděcí lopatky a rotor třídiče. Podle nastavení úhlu rozváděcích lopatek je usměrněn tok plynu do rotoru a snížena turbulence na vstupu rotoru.

Třídění v širokém rozsahu zrnitosti od 20 do 300 μm , nastavení zrnitosti během provozu.

Tabulka 17: Technické parametry typů PRESEP – LRT vzduchový třídič firmy PSP Engineering [67]

typ	průtokové množství plynů při vstupní rychlosti		příkon motoru při obvodové rychlosti 25 m/s	výkon
	20 m/s	16 m/s		
	m^3/h	m^3/h	kW	t/h*
LTR 580	9 505	7 605	5,0	5
LTR 720	11 135	8 910	7,5	8
LTR 820	13 680	10 945	9,0	10
LTR 900	16 635	13 310	11,0	12
LTR 1000	20 385	16 305	13,5	15
LTR 1100	24 815	19 850	16,5	18
LTR 1250	31 875	25 500	21,0	23
LTR 1400	40 015	32 010	26,5	29
LTR 1500	46 100	36 880	30,5	34
LTR 1650	55 680	44 540	36,5	40
LTR 1850	69 905	55 925	46,0	50
LTR 2000	81 660	65 325	53,5	60
LTR 2100	90 290	72 230	59,5	66
LTR 2350	113 135	90 505	74,5	83
LTR 2500	127 910	102 325	84,0	93
LTR 2700	149 110	119 290	98,0	110
LTR 3000	183 720	146 980	120,5	135
LTR 3250	215 735	172 585	142,5	160
LTR 3650	272 230	217 785	180,0	200

* Vztaheno na cementářskou surovinu o jemnosti 12-14 % R 0,09 mm

Sturtevant Mill Company of Europe (SMCE), Belgie (USA)

Výrobce Sturtevant Mill Company of Europe se zabývá dle informací poskytnutých na webu pouze výrobou vzduchových třídičů pro separaci prachových frakcí při zpracování nerostů.

Výrobce SMCE nabízí [60] vzduchové třídiče dle použité technologie konstrukce:

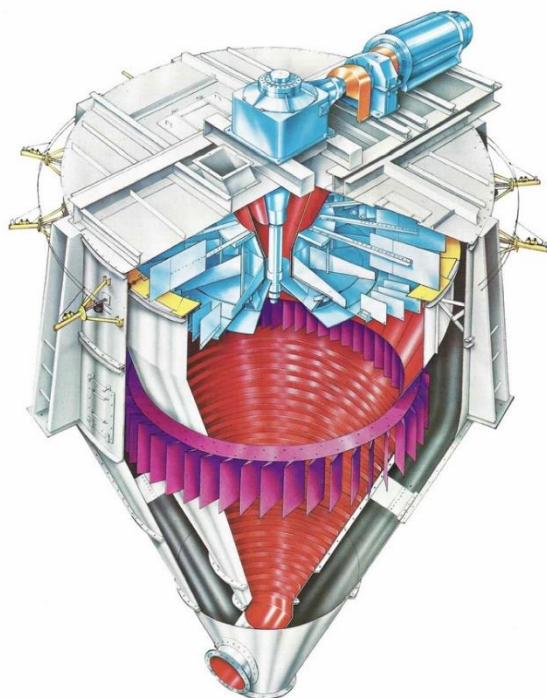
Vířivé odstředivé vzduchové třídiče
 Bočně vynášené vzduchové třídiče
 Horní odstředivé vzduchové třídiče
 Superjemné vzduchové třídiče

Vířivé odstředivé vzduchové třídiče jsou stroje pro oddělování jemného materiálu od hrubého materiálu (pro materiál od 60 do 600 μm). Jejich přesnost při výběru požadovaného jemného produktu je zaručená. Protože jsou vyráběny v mnoha velikostech od 20" do 24" v průměru s kapacitou od několika set kilogramů do více než sto tun za hodinu, lze zvolit velikost tak, aby poskytovala prakticky jakoukoli požadovanou tonáž (tabulka 17).

Tabulka 18: Technické parametry typů PRESEP – LRT vzduchový třídič firmy PSP Engineering [68]

WHIRLWIND AIR CLASSIFIERS							
SIZE	A	B	C	WEIGHT (lbs.)	H.P.	AIR FLOW Vent (CFM)	FEED RATE (tons/hr.)
20"	3' 9"	2' 5"	1' 9"	650	5-7.5	25-50	1
3'	6' 7"	3' 3"	3' 0"	1,500	7.5-10	65-125	3
4.5'	8' 8"	4' 10"	3' 0"	2,400	10-15	75-150	8
6'	10' 9"	6' 4"	3' 8"	6,800	15-25	90-175	14
8'	13' 0"	8' 4"	4' 8"	9,500	20-30	150-300	25
10'	15' 8"	10' 4"	4' 8"	13,000	30-40	190-375	40
12'	19' 1"	12' 4"	5' 6"	18,500	40-50	275-550	56
14'	21' 1"	14' 5"	5' 6"	21,500	50-75	400-800	77
16'	24' 5"	16' 5"	6' 3"	31,000	100-150	675-1,350	125
18'	27' 7"	18' 5"	8' 9"	50,000	250-300	1,000-2,000	200
20'	30' 9"	20' 5"	9' 0"	68,000	350-400	1,500-3,000	300
22'	33' 0"	22' 5"	9' 0"	87,000	450-500	2,000-4,000	450
24'	35' 10"	24' 5"	10' 9"	117,000	600-700	2,500-5,000	600
26'	38' 9"	26' 5"	10' 9"	125,000	600-800	3,000-6,000	800

Na obrázku 49 je možno vidět základní modelovou řadu vířivého odstředivého vzduchového třídiče od společnosti Sturtevant (SMCE).



Obr. 49: Základní modelová řada vířivého odstředivého vzduchového třídiče od společnosti Sturtevant (SMCE). [68]

6.3 Trendy v užití větrných třídičů

Získané informace o parametrech nabízených větrných (vzduchových) třídičů dávají přehled o nejvíce žádaných kapacitních kategoriích strojů, o jejich technologiích separace prachových frakcí a o účinnosti strojů při separaci.

Někteří výrobci poskytují velmi četné kapacitní kategorie při nabídce jen jednoho nebo dvou různých technologií. Někteří výrobci neposkytují žádné kapacitní parametry a informaci o technologiích dávají jen obecné. Jejich argumentem bývají rozdílná specifika při aplikaci v daném oboru a materiálu třídění, která nemohou klasifikovat do nějakých kategorií a vyrábí stroje na míru.

Pokud vyhodnotíme technické parametry uvedená v přehledu, tak absolutními technickými parametry pro výběr vzduchových třídičů jsou interval velikosti separované frakce (μm), kapacita separované frakce (t/h), kapacita vzduchu při separaci (m^3/h) a účinnost separování. Tyto parametry jsou ovlivněny především technologií třídění, které mohou být i kombinací několika fyzikálních principů navzájem.

Vedle těch absolutních parametrů jsou zásadní i poměrové parametry, jako je množství vzduchu na vyseparovanou tunu frakce, hmotnost třídiče vzhledem k hmotnosti nebo objemové kapacitě tříděného materiálu uvnitř třídiče a další. To jsou nepoměrně přínosné hodnoty, které nám v množství přibližně stejných třídičů mohou ukázat zásadní rozdíly. Mohou se zde projevit rozdílnosti přístupu výrobců při používání nových konstrukčních i antiabrazivních materiálů.

Někteří výrobci třídičů nabízejí pro stavební a demoliční odpady stroje pro separaci lehkých materiálů (dřevo, sklo ...) což není předmětem zájmu tohoto přehledu. Mělo by jít o

separaci stejného stavebního materiálu jako je jeho základ. Pro separaci prachových frakcí ze stavebních nebo demoličních odpadů je nutné uvědomit si znovu využitelnost velikosti frakce nastavit tak základní rozsah třídiče. Interval se v přehledu pohybuje v rozsahu od 50 do 150 μm . Převážná část výrobců tento rozsah má v nabídce.

Trend určuje několik faktorů. Je to především poptávka (zákazník), patentově chráněné technologie, zaseté a ověřené výrobní modely strojů. Zákazník může být konzervativní a požadovat ověřené modely. Ale je tu i jeho zájem o snížení energetického hlediska a tedy přechod k úspornějším novějším technologiím. Chráněné technologie díky numerickým výpočetním metodám dnes spíše motivují výrobce k novějším metodám, než aby je brzdily a svazovaly. Pro výrobce jsou výhodnější prodávat levné, výrobně zaseté a lety ověřené třídiče. Tím ale ztrácí konkurenční výhodu před energeticky úspornými stroji.

Trend v budoucí době budou udávat tyto parametry:

- Energeticky méně náročné větrné třídiče – to souvisí s technologií třídění.
- Účinnost separace.
- Dle použité technologie separace i nízká hmotnost a tím i zástavbové rozměry s ohledem na kapacitu procesu. Zvláště pak hmotnost rotačních nebo pohybových částí nebo změna materiálu.

V této oblasti získávání jemných frakcí při vzduchovém třídění je nutno dodržet legislativu především ze zdravotních důvodů. Legislativa nařizuje omezení prachových partikulárních látek směřovaných do ovzduší.

Při výrobě jemných směsí nebo plniv je zařazena operace separace ultra jemných částic z nosných vzdušin, které vychází z výdechů pneumatické dopravy výrobního procesu směřované do atmosféry. Podle současných aktuálních českých normativů je povoleno vypouštět prachové partikulární částice do ovzduší pouze tehdy, pokud se nejedná o částice materiálu zařazené do kategorie látek nebezpečných, a pokud množství těchto prachových partikulárních látek nepřesáhne hodnotu 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Světová zdravotnická organizace WHO však pro celoroční obsah prachových podílů předepisuje hodnotu 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pro PM_{10} a 10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pro $\text{PM}_{2.5}$.

US EPA předpisy jsou podobné, a to pro $\text{PM}_{2.5}$ jsou na úrovni 12 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Poněvadž překračování tohoto množství prachových podílů je sledováno a pokuty za překračování emisních limitů je v rámci EU plánováno výrazně zpřísnit, snaha o vybavení koncových výdechů všech technologií produkujících prachové emise větrnými separátory na jemné nebo ultra jemné frakce anebo účinnými filtry. [10]

7 Závěr

Předkládaná souhrnná závěrečná zpráva je součástí souhrnné zprávy k pracovnímu balíčku **WP1.A.1 Možnosti zvyšování využití recyklátů ve stavebnictví**. Tento balíček byl v rámci řešení rozdělen na dvě obsahově odlišné části, které naplňují řešení pracovního balíčku WP1A1 ze dvou hledisek.

První, která je řešena v této předkládané se zabývá problematikou identifikace současného způsobu využívání recyklovaných inertních minerálních odpadů ve stavebnictví a podmínek pro zvýšení jejich podílu ve stavební výrobě vůči přírodním nerostným surovinám (zejména cestou zvyšování kvality produkovaného recyklátu – viz. kap. 6).

Druhá část (WP1A.1.2) je řešena na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě stavební (ÚTSHD) a je věnována zejména problematice výzkumu v oblasti využívání recyklovaných inertních stavebních materiálů ve betonech.

Tato zpráva (WP1.A.1.1) obsahuje podrobnou analýzu nakládání se SDO v letech 2007 až 2020. Z této analýzy je jednak prokázáno, že podíl recyklátů ze SDO na trhu inertních minerálních materiálů (přírodní kamenivo, písky a recykláty) v letech 2011 až 2020 postupně narůstal ze 4 % až na 15,5 % - tedy čtyřnásobně.

Dále je z provedené analýzy patrné, že v současnosti je stále v rámci rekultivací těžebních prostor (zejména lomů a pískoven) v nepřiměřené míře využíván (na základě příslušného souhlasu) stavební a demoliční odpad skupiny 1701 Beton cihly a keramika, který by z hlediska optimalizace cirkulární ekonomiky ve stavebnictví měl být využíván především v recyklované podobě pro stavební činnosti a výrobu betonů.

V závěrečné části této zprávy je věnována pozornost problematice zvyšování kvality recyklátů, které jsou určeny pro výrobu betonů. Pro tento účel není v ČR dosud využívaná technologie (na rozdíl od např. Rakouska a Německa), která by umožnila snížit v recyklátu obsah nežádoucích (zejména lehkých) složek a hlavně minimalizovat obsah prachových částic v recyklátech. K tomu za optimální (z hlediska poměru cena/kvalita) považujeme větrné (vzduchové) separátory. Proto jim je věnována kapitola 6.2.

8 Literatura

- [1] MÜLLER Anette a Harald KURKOWSKI: Potenzialstudie zur Umsetzung eines Re-/Upcyclingkonzeptes im Gebiet der IRR GmbH – Schwerpunkt mineralische Baustoffe. Innovationsregion Rheinisches Revier GmbH, 2017.
- [2] Kvartální analýza českého stavebnictví Q1/2021. CEEC Research s.r.o. [cit. 10. 12. 2021] Dostupné na <https://www.ceec.eu/analyzy/?filtr=stavebni>
- [3] ČIHÁK, Jan: Milníky recyklace kameniva kolejového lože. 20. konference železniční dopravní cesta 2018. vydalo SŽDC Praha 2018. ss 86-92. [cit. 5. 12. 2021] Dostupné na <https://docplayer.cz/108363610-Sbornik-prispevku-20-konference-zeleznicni-dopravni-cesta-usti-nad-labem-dubna-2018.html>
- [4] ISOH - Registr zařízení, obchodníků a spisů. [cit. 20. 11. 2021] dostupné z <https://isoh.mzp.cz/RegistrZarizeni/Main/Vyhledat>
- [5] Stefan Abel & Thomas Nehls & Beate Mekiffer & Gerd Wessolek: Heavy metals and benzo[a]pyrene in soils from construction and demolition rubble. J Soils Sediments, DOI 10.1007/s11368-014-0959-4. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014
- [6] ISOH - mapa zařízení. [cit. 20. 10. 2022] dostupné z <https://isoh.mzp.cz/RegistrZarizeni/Main/Mapa>

- [7] <https://mjrecycling.com/waste-types/construction-and-demolition-waste/> [cit. 25. 10. 2022]
- [8] HELA, Rudolf, Miroslav KÝVALA a Klára KŘÍŽOVÁ: Výroba betonu z recyklovaného kameniva v české republice v roce 2022. In RECYCLING 2022" Cirkulární ekonomika ve stavebnictví, recyklace a využívání druhotných stavebních materiálů". Vysoké učení technické v Brně 2022, ISBN 978-80-214-6095-9. ss. 46 – 53. Dostupné z www.arsm.cz [cit. 30. 10. 2022]
- [9] Classifiers and Air Classifiers – Třídíče a Větrné Třídíče. *Alpinetech.cz: hosokawa-alpine* [online]. Praha: WordPress, 2022, 2022 [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://alpinetech.cz/hosokawa-alpine/stroje/classifiers-and-air-classifiers-tridice-a-vetrne-tridice/>
- [10] SVĚRÁK, Tomáš. *Dezintegrace, třídění a separace v procesech ultrajemného mletí*. Brno, 2018. Teze přednášky k profesorskému jmenovacímu řízení v oboru Chemie, technologie a vlastnosti materiálů. VUT v Brně.
- [11] DEHDARINEJAD, Ehsan a Morteza BAYAREH. An Overview of Numerical Simulations on Gas-Solid Cyclone Separators with Tangential Inlet. *ChemBioEng Reviews*. 2021, **8**(4), 375-391. ISSN 2196-9744. Dostupné z: doi:10.1002/cben.202000034
- [12] PRASANNA, N., Karthikeyan SUBRAMANIAN, S. AJAY, T. RAJAGOPAL a V. VIGNESHWARAN. CFD study on the performance of reducing pressure drop holes in cyclone separator. *Materials Today: Proceedings*. 2021, **43**, 1960-1968. ISSN 22147853. Dostupné z: doi:10.1016/j.matpr.2020.11.425
- [13] *Screening Solutions: Air Classifier* [online]. New York: WordPress, 2022 [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <http://www.3dprintingpowderrecycling.com/air-classifier/>
- [14] *The Sturtevant whirlwind classifier* [online]. London: Canada, 2019 [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: https://www.focusonaggregates.com/index.cfm?pge=prod&prod_id=2925&glb_id=1&contest_id=1
- [15] *ACX Air Classifier* [online]. Rud, Norway: Comex, 2016 [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <http://www.comex-group.com/products-and-solutions/powder-technology/air-classifiers>
- [16] ZHANG, Pan, Jihai DUAN, Guanghui CHEN a Weiwen WANG. Numerical Investigation on Gas-solid Flow in a Circumfluent Cyclone Separator. *Aerosol and Air Quality Research*. 2019, **19**(5), 971-980. ISSN 16808584. Dostupné z: doi:10.4209/aaqr.2018.05.0197
- [17] MASOUD, Dorfeshan a M.S. SHAHIDZADE. A CFD Study of the Effect of Vortex Finder Thickness on Gas Cyclone Separator Performance. *Journal of Applied Sciences*. 2011, **11**(14), 2570-2577. ISSN 18125654. Dostupné z: doi:10.3923/jas.2011.2570.2577
- [18] ZHAO, B., Y. SU a J. ZHANG. Simulation of Gas Flow Pattern and Separation Efficiency in Cyclone with Conventional Single and Spiral Double Inlet Configuration. *Chemical Engineering Research and Design*. 2006, **84**(12), 1158-1165. ISSN 02638762. Dostupné z: doi:10.1205/cherd06040
- [19] BHASKAR, K. Udaya, Y. Rama MURTHY, M. Ravi RAJU, Sumit TIWARI, J.K. SRIVASTAVA a N. RAMAKRISHNAN. CFD simulation and experimental validation studies on hydrocyclone. *Minerals Engineering*. 2007, **20**(1), 60-71. ISSN 08926875. Dostupné z: doi:10.1016/j.mineng.2006.04.012
- [20] BRAR, L. S., R. P. SHARMA a R. DWIVEDI. Effect of Vortex Finder Diameter on Flow Field and Collection Efficiency of Cyclone Separators. *Particulate Science and*

- Technology. 2015, **33**(1), 34-40. ISSN 0272-6351. Dostupné z: doi:10.1080/02726351.2014.933144
- [21] CHUAH, T.G., Jolius GIMBUN a Thomas S.Y. CHOONG. A CFD study of the effect of cone dimensions on sampling aerocyclones performance and hydrodynamics. *Powder Technology*. 2006, **162**(2), 126-132. ISSN 00325910. Dostupné z: doi:10.1016/j.powtec.2005.12.010
- [22] LI, Caiting, Shanhong LI, Guangming ZENG, Fei WANG, Dayong WANG, Hongliang GAO a Wei GUO. Airflow Simulation of an Umbrella Plate Scrubber. *2008 2nd International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering*. IEEE, 2008, 2008, 3794-3797. ISBN 978-1-4244-1747-6. Dostupné z: doi:10.1109/ICBBE.2008.450
- [23] ZHANG, Pan, Jihai DUAN, Guanghui CHEN a Weiwen WANG. Numerical Investigation on Gas-solid Flow in a Circumfluent Cyclone Separator. *Aerosol and Air Quality Research*. 2019, **19**(5), 971-980. ISSN 16808584. Dostupné z: doi:10.4209/aaqr.2018.05.0197
- [24] MISIULIA, Dzmitry, Anders Gustav ANDERSSON a Tord Staffan LUNDSTRÖM. Effects of the inlet angle on the flow pattern and pressure drop of a cyclone with helical-roof inlet. *Chemical Engineering Research and Design*. 2015, **102**, 307-321. ISSN 02638762. Dostupné z: doi:10.1016/j.cherd.2015.06.036
- [25] RAOUFI, Arman, Mehrzad SHAMS, Meisam FARZANEH a Reza EBRAHIMI. Numerical simulation and optimization of fluid flow in cyclone vortex finder. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. 2008, **47**(1), 128-137. ISSN 02552701. Dostupné z: doi:10.1016/j.cep.2007.08.004
- [26] SIADATY, Moein, Saeid KHERADMAND a Fatemeh GHADIRI. Study of inlet temperature effect on single and double inlets cyclone performance. *Advanced Powder Technology*. 2017, **28**(6), 1459-1473. ISSN 09218831. Dostupné z: doi:10.1016/j.apr.2017.03.015
- [27] WANG, Li-yang, Zhi-chu ZHENG, Ying-xiang WU, Jun GUO, Jun ZHANG a Chi TANG. Numerical and Experimental Study on Liquid-Solid Flow in a Hydrocyclone. *Journal of Hydrodynamics*. 2009, **21**(3), 408-414. ISSN 1001-6058. Dostupné z: doi:10.1016/S1001-6058(08)60164-X
- [28] XU, Weiwei, Qiang LI, Jianjun WANG a Youhai JIN. Performance evaluation of a new cyclone separator – Part II simulation results. *Separation and Purification Technology*. 2016, **160**, 112-116. ISSN 13835866. Dostupné z: doi:10.1016/j.seppur.2016.01.012
- [29] HELLSTEN, Antti a Seppo LAINE. Extension of k- W Shear-Stress Transport Turbulence Model for Rough-Wall Flows. *AIAA Journal*. 1998, **36**(9), 1728-1729. ISSN 0001-1452. Dostupné z: doi:10.2514/2.7543
- [30] ZHOU, Yu, Zhao MINGFEI a Chunyuan MA. Experimental and numerical investigations of a dynamic cyclone. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*. 2014, **228**(5), 536-549. ISSN 0957-6509. Dostupné z: doi:10.1177/0957650914534839
- [31] QIAN, F, J ZHANG a M ZHANG. Effects of the prolonged vertical tube on the separation performance of a cyclone. *Journal of Hazardous Materials*. 2006, **136**(3), 822-829. ISSN 03043894. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhazmat.2006.01.028
- [32] GIMBUN, Jolius, T.G. CHUAH, A. FAKHRU'L-RAZI a Thomas S.Y. CHOONG. The influence of temperature and inlet velocity on cyclone pressure drop: a CFD study.

- Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. 2005, **44**(1), 7-12. ISSN 02552701. Dostupné z: doi:10.1016/j.cep.2004.03.005
- [33] MASOUD, Dorfeshan a M.S. SHAHIDZADE. A CFD Study of the Effect of Vortex Finder Thickness on Gas Cyclone Separator Performance. *Journal of Applied Sciences*. 2011, **11**(14), 2570-2577. ISSN 18125654. Dostupné z: doi:10.3923/jas.2011.2570.2577
- [34] WU, Xuecheng, Xiao WANG a Yonggang ZHOU. Experimental study and numerical simulation of the characteristics of a percussive gas–solid separator. *Particuology*. 2018, **36**, 96-105. ISSN 16742001. Dostupné z: doi:10.1016/j.partic.2017.04.007
- [35] CI, Hui a Guogang SUN. Effects of Wall Roughness on the Flow Field and Vortex Length of Cyclone. *Procedia Engineering*. 2015, **102**, 1316-1325. ISSN 18777058. Dostupné z: doi:10.1016/j.proeng.2015.01.262
- [36] SINGH, Prashant, Ivo COUCKUYT, Khairy ELSAYED, Dirk DESCHRIJVER a Tom DHAENE. Shape optimization of a cyclone separator using multi-objective surrogate-based optimization. *Applied Mathematical Modelling*. 2016, **40**(5-6), 4248-4259. ISSN 0307904X. Dostupné z: doi:10.1016/j.apm.2015.11.007
- [37] SAFIKHANI, Hamed a Pegah MEHRABIAN. Numerical study of flow field in new cyclone separators. *Advanced Powder Technology*. 2016, **27**(2), 379-387. ISSN 09218831. Dostupné z: doi:10.1016/j.apr.2016.01.011
- [38] QIANG, Li, Wang JIANJUN, Xu WEIWEI a Zhang MENG. Investigation on separation performance and structural optimization of a two-stage series cyclone using CPFD and RSM. *Advanced Powder Technology*. 2020, **31**(9), 3706-3714. ISSN 09218831. Dostupné z: doi:10.1016/j.apr.2020.07.006
- [39] VAHEDI, S. M., A. ZARE GHADI a M. S. VALIPOUR. Application of Response Surface Methodology in the Optimization of Magneto-Hydrodynamic Flow Around and Through a Porous Circular Cylinder. *Journal of Mechanics*. 2018, **34**(5), 695-710. ISSN 1727-7191. Dostupné z: doi:10.1017/jmech.2018.1
- [40] KEPA, Arkadiusz. Division of outlet flow in a cyclone vortex finder—The CFD calculations. *Separation and Purification Technology*. 2010, **75**(2), 127-131. ISSN 13835866. Dostupné z: doi:10.1016/j.seppur.2010.08.009
- [41] JAYASUNDARA, C.T., R.Y. YANG, A.B. YU a D. CURRY. Discrete particle simulation of particle flow in IsaMill—Effect of grinding medium properties. *Chemical Engineering Journal*. 2008, **135**(1-2), 103-112. ISSN 13858947. Dostupné z: doi:10.1016/j.cej.2007.04.001
- [42] XUAN, Liang, Chao XIE, Tianmin GUAN, Lei LEI a Heng JIANG. Research on dynamic modeling and simulation verification of a new type of FT pin-cycloid transmission. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*. 2019, **233**(17), 6276-6288. ISSN 0954-4062. Dostupné z: doi:10.1177/0954406219861999
- [43] QIANG, Li, Wang QINGGONG, Xu WEIWEI, Zhu ZILIN a Zhu KONGHAO. Experimental and computational analysis of a cyclone separator with a novel vortex finder. *Powder Technology*. 2020, **360**, 398-410. ISSN 00325910. Dostupné z: doi:10.1016/j.powtec.2019.10.073
- [44] SAFIKHANI, Hamed, Javid ZAMANI a Mohammadreza MUSA. Numerical study of flow field in new design cyclone separators with one, two and three tangential inlets.

- Advanced Powder Technology*. 2018, **29**(3), 611-622. ISSN 09218831. Dostupné z: doi:10.1016/j.apr.2017.12.002
- [45] WASILEWSKI, Marek. Analysis of the effect of counter-cone location on cyclone separator efficiency. *Separation and Purification Technology*. 2017, **179**, 236-247. ISSN 13835866. Dostupné z: doi:10.1016/j.seppur.2017.02.012
- [46] MISIULIA, Dzmitry, Sergiy ANTONYUK, Anders Gustav ANDERSSON a Tord Staffan LUNDSTRÖM. Effects of deswirlor position and its centre body shape as well as vortex finder extension downstream on cyclone performance. *Powder Technology*. 2018, **336**, 45-56. ISSN 00325910. Dostupné z: doi:10.1016/j.powtec.2018.05.034
- [47] PANDEY, Satyanand, Indrashis SAHA, Om PRAKASH, Tathagata MUKHERJEE, Jawed IQBAL, Amit Kumar ROY, Marek WASILEWSKI a Lakhbir Singh BRAR. CFD Investigations of Cyclone Separators with Different Cone Heights and Shapes. *Applied Sciences*. 2022, **12**(10). ISSN 2076-3417. Dostupné z: doi:10.3390/app12104904
- [48] HUANG, An-Ni, Keiya ITO, Tomonori FUKASAWA, Hideto YOSHIDA, Hsiu-Po KUO a Kunihiro FUKUI. Classification performance analysis of a novel cyclone with a slit on the conical part by CFD simulation. *Separation and Purification Technology*. 2018, **190**, 25-32. ISSN 13835866. Dostupné z: doi:10.1016/j.seppur.2017.08.047
- [49] MUTHA, Mayuresh, Vineet KATKAMWAR, Bageerathan THIRUNAVUKKARASU, Raj R THUNDIL KARUPPA a P SIVAMURUGAN. Numerical Validation and Study of Particulate Flow in Cyclone Separator using Commercial Computational Fluid Dynamics Code. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019, **312**(1). ISSN 1755-1307. Dostupné z: doi:10.1088/1755-1315/312/1/012027
- [50] BRAR, Lakhbir Singh, R.P. SHARMA a Khairy ELSAYED. The effect of the cyclone length on the performance of Stairmand high-efficiency cyclone. *Powder Technology*. 2015, **286**, 668-677. ISSN 00325910. Dostupné z: doi:10.1016/j.powtec.2015.09.003
- [51] KUMAR, Vikash a Kailash JHA. Numerical investigations of the cone-shaped vortex finders on the performance of cyclone separators. *Journal of Mechanical Science and Technology*. 2018, **32**(11), 5293-5303. ISSN 1738-494X. Dostupné z: doi:10.1007/s12206-018-1028-5
- [52] CHEN, Jihe, Zhong-an JIANG a Jushi CHEN. Effect of Inlet Air Volumetric Flow Rate on the Performance of a Two-Stage Cyclone Separator. *ACS Omega*. 2018, **3**(10), 13219-13226. ISSN 2470-1343. Dostupné z: doi:10.1021/acsomega.8b02043
- [53] BUMRUNGTHAICHAICHAN, Eakarach. How can the appropriate near-wall grid size for gas cyclone CFD simulation be estimated?. *Powder Technology*. 2022, **396**, 327-344. ISSN 00325910. Dostupné z: doi:10.1016/j.powtec.2021.10.031
- [54] LE, Dang Khoi a Joon Yong YOON. Numerical investigation on the performance and flow pattern of two novel innovative designs of four-inlet cyclone separator. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*. 2020, **150**. ISSN 02552701. Dostupné z: doi:10.1016/j.cep.2020.107867
- [55] SUN, Yaquan, Junzhi YU, Weibing WANG, Shanglin YANG, Xue HU a Jingan FENG. Design of vortex finder structure for decreasing the pressure drop of a cyclone separator. *Korean Journal of Chemical Engineering*. 2020, **37**(5), 743-754. ISSN 0256-1115. Dostupné z: doi:10.1007/s11814-020-0498-1
- [56] DASAR, Mahesh a Ranjit S. PATIL. Hydrodynamic characteristics of a 2D2D cyclone separator with a finned cylindrical body. *Powder Technology*. 2020, **363**, 541-558. ISSN 00325910. Dostupné z: doi:10.1016/j.powtec.2020.01.021

- [57] HAAKE, Jairo, Tommaso OGGIAN, Jonathan UTZIG, Leonardo M. ROSA a Henry F. MEIER. Investigation of the pressure drop increase in a square free-vortex cyclonic separator operating at low particle concentration. *Powder Technology*. 2020, **374**, 95-105. ISSN 00325910. Dostupné z: doi:10.1016/j.powtec.2020.07.008
- [58] DUAN, Jihai, Shun GAO, Yuanchun LU, Weiwen WANG, Pan ZHANG a Chaojie LI. Study and optimization of flow field in a novel cyclone separator with inner cylinder. *Advanced Powder Technology*. 2020, **31**(10), 4166-4179. ISSN 09218831. Dostupné z: doi:10.1016/j.appt.2020.08.020
- [59] GAO, Zhuwei, Juan WANG, Zhongxin LIU, Yaodong WEI, Jiangyun WANG a Yu MAO. Effects of different inlet structures on the flow field of cyclone separators. *Powder Technology*. 2020, **372**, 519-531. ISSN 00325910. Dostupné z: doi:10.1016/j.powtec.2020.06.014
- [60] SHASTRI, Ravi a Lakhbir Singh BRAR. Numerical investigations of the flow-field inside cyclone separators with different cylinder-to-cone ratios using large-eddy simulation. *Separation and Purification Technology*. 2020, **249**. ISSN 13835866. Dostupné z: doi:10.1016/j.seppur.2020.117149
- [61] HAMDY, Osama, Magdy A. BASSILY, Hesham M. EL-BATSH a Tarek A. MEKHAIL. Numerical study of the effect of changing the cyclone cone length on the gas flow field. *Applied Mathematical Modelling*. 2017, **46**, 81-97. ISSN 0307904X. Dostupné z: doi:10.1016/j.apm.2017.01.069
- [62] ALPA Powder, dostupné z: < <https://www.alpapowder.com/machines/classifier/> >
- [63] COMEX AS, , dostupné z: < <http://www.comex-group.com/products-and-solutions/powder-technology> >
- [64] Hosokawa Alpine AG, dostupné z: < <https://www.hosokawa-alpine.com/powder-particle-processing/machines/classifiers-air-classifiers/> >
- [65] Metso Outotec, dostupné z: < <https://www.mogroup.com/products-and-services/plants-and-capital-equipment/classifiers/air-classifiers/> >
- [66] NETZSCH ECUTEC, dostupné z: < <https://grinding.netzsch.com/en/products-and-solutions/classifying> >
- [67] PSP Engineering a.s., dostupné z: < <http://www.pspeng.com/cz/vzduchove-tridice/> >
- [68] Sturtevant Mill Company of Europe (SMCE), dostupné z: < https://sturtevant.eu/sturtevant_whirlwind_centrifugal_air_classifier_separator_classification.html >

Přílohy:

čís.	Název	str.
1	Produkce a nakládání se SDO v ČR v letech 2007 až 2020	72 - 74
2	Produkce stavebního kamene a štěrkopísků v ČR v letech 2007 až 2020	75
3	Přehled zařízení s činnostmi „Rekultivace, terénní úpravy“ (dle zákona 185/2001 Sb.) a „Zasypávání“ (dle zákona 581/2020 Sb.)	76 - 80

Příloha 1 Produkce a nakládání se SDO v ČR v letech 2007 až 2020

Produkce vybraných odpadů skupiny 17 dle jednotlivých katalogových čísel, vybrané způsoby nakládání,

Zdroj dat: pracovní databáze ISON (IPDISOH)

Period: 2015 - 2020

Číslo katalogové číslo 170101, 170102, 170103, 170107, 170302, 170504, 170506, 170508, 170604, 170802, 170904 - výhradní katalogová čísla jednotlivých skupin 17 dle požadavku

Číslo nakládání produkce od padů - A00, AN60, BN30 od občanů obce

kód n adedani - X.85. X.N1. X.N11. X.N12. X.D1 kde X = A,B,C

KATALOGOVÉ ČÍSLO ODPADU	NÁZEV ODPADU	ROK 2007						ROK 2008						ROK 2009					
		PRODUKCE (A00, A060, B300 pod obědno) (kt)	KOD NAKLADÁNÍ (K05 (kt))	KOD NAKLADÁNÍ (K01 (kt))	KOD NAKLADÁNÍ (K02 (kt))	KOD NAKLADÁNÍ (K03 (kt))	KOD NAKLADÁNÍ (K04 (kt))	PRODUKCE (A00, A060, B300 pod obědno) (kt)	KOD NAKLADÁNÍ (K05 (kt))	KOD NAKLADÁNÍ (K01 (kt))	KOD NAKLADÁNÍ (K02 (kt))	KOD NAKLADÁNÍ (K03 (kt))	KOD NAKLADÁNÍ (K04 (kt))	PRODUKCE (A00, A060, B300 pod obědno) (kt)	KOD NAKLADÁNÍ (K05 (kt))	KOD NAKLADÁNÍ (K01 (kt))	KOD NAKLADÁNÍ (K02 (kt))	KOD NAKLADÁNÍ (K03 (kt))	KOD NAKLADÁNÍ (K04 (kt))
17 01	Beton, dny, talby a keramika	3 775	1 920	1 193	92	215	217	2 934	1 630	914	1 23	224	186	2 998	1 347	821	91	214	150
17 01 01	Beton	1 698	823	332	32	30	82	1 224	805	269	38	36	77	1 132	583	209	35	30	57
17 01 02	Cihly	761	511	653	30	84	66	861	425	505	70	92	65	919	439	360	36	91	53
17 01 03	Talby a keramické výrobky	12	3	4	1	6	4	13	4	11	1	4	3	15	4	5	2	4	3
17 01 07	Směs nebo oddělené frakce betonu, cihel, talb a keramických výrobků neuvěřené pod číslm 17 01 06	1 222	581	204	30	95	64	793	396	119	15	92	41	886	320	239	18	89	38
17 03	Asfaltové směs, dehet a výrobky z dehtu	505	394	19	0	9	15	445	370	23	5	11	12	516	261	13	5	9	10
17 03 02	Asfaltové směs neuvěřené pod číslm 17 03 01	480	384	19	0	9	14	437	368	23	5	11	12	513	261	12	5	9	10
17 05	Zemina (včetně vytěžených zemin z kontaminovaných míst), kamení, vytěžená jádva hornina a hlína	9 176	545	5 493	953	221	264	11 396	832	6 861	1 791	246	370	10 708	797	7 330	464	239	281
17 05 04	Zemina a kamení neuvěřené pod číslm 17 05 03	8 481	503	5 298	918	210	254	10 026	745	6 717	1 368	230	348	9 116	791	6 444	419	231	267
17 05 06	Vytěžená hlína neuvěřená pod číslm 17 05 05	292	18	140	29	5	6	707	1	48	419	12	18	1 003	3	842	41	5	14
17 05 08	Štěrk se železného srůstu neuvěřený pod číslm 17 05 07	79	8	54	6	6	1	175	83	63	5	4	4	54	3	9	5	4	0
17 06	Trčební materiály a stavební materiály, s obsahem azbestu	96	0	8	0	2	0	86	0	7	1	13	83	74	0	1	2	8	54
17 06 04	Trčební materiály neuvěřené pod číslm 17 06 01 a 17 06 03	84	0	8	0	2	69	69	0	7	1	13	53	55	0	1	2	8	29
17 08	Stavební materiál na blátě štěrky	10	1	5	0	1	3	6	1	5	0	1	3	7	0	4	0	1	3
17 08 02	Stavební materiál na blátě štěrky neuvěřený pod číslm 17 08 01	10	1	5	0	1	3	6	1	5	0	1	3	7	0	4	0	1	3
17 09	lině stavební a demoliční odpady	702	83	77	0	80	204	497	99	128	2	85	202	580	98	56	3	101	192
17 09 04	Směs stavební a demoliční odpady neuvěřené pod číslm 17 09 01, 17 09 02 a 17 09 03	642	53	75	0	80	203	449	93	106	2	85	202	485	98	29	3	101	192
	celkem	14 264	9 943	6 796	1 048	523	750	15 365	2 932	7 939	1 922	578	856	14 883	2 502	8 225	566	572	690

KATALOGOVÉ ČÍSLO ODPADU	NÁZEV ODPAKU	ROK 2010						ROK 2011						ROK 2012					
		PRODUKCE (A00, A50, B30)	KÓD NAKLADÁNÍ KRS (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN1 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN12 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN12 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN12 (kt)	PRODUKCE (A00, A50, B30)	KÓD NAKLADÁNÍ KRS (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN1 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN12 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN12 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN12 (kt)	PRODUKCE (A00, A50, B30)	KÓD NAKLADÁNÍ KRS (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN1 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN12 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN12 (kt)	
17 01	Beton, dřevo, tráva a keramika	3 187	1 359	738	68	260	92	3 033	1 349	684	75	268	59	3 485	1 645	896	87	260	69
17 01 01	Beton	1 163	643	37	52	27	27	1 127	635	217	22	52	14	1 305	884	188	26	46	8
17 01 02	Cihly	834	357	264	17	98	39	776	334	278	35	90	25	735	296	316	48	87	18
17 01 03	Tráva a keramika	18	3	4	0	4	2	11	4	2	1	4	1	14	3	3	1	4	1
17 01 04	Tráva nebo oddělené frakce betonu, dřeva, tabule a keramických výrobků	1 130	386	244	14	106	24	1 092	376	387	17	120	19	1 250	462	388	12	123	41
17 03	Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu	466	285	25	4	14	9	443	301	17	2	9	8	531	359	25	1	9	7
17 03 02	Asfaltové směsi neuvaděné pod číslům 17 03 01	456	285	15	4	14	8	439	301	17	2	9	8	526	359	25	1	9	7
17 05	Zemina (včetně vyřazené směsi z kontaminovaných mříží), kamení, vyřazená jádra hornina a hlína	10 845	618	4 720	392	288	246	9 053	708	4 253	926	321	149	8 908	1 055	4 335	897	241	244
17 05 04	Zemina a kamení neuvaděné pod číslům 17 05 03	8 875	607	4 348	375	283	237	8 420	674	3 997	916	316	147	7 832	1 005	3 884	792	234	243
17 05 05	Vyřazená hlína neuvaděná pod číslům 17 05 05	1 687	2	347	16	3	7	306	1	240	3	2	0	622	14	438	101	2	0
17 05 08	Směs ze železitého srůstu neuvaděné pod číslům 17 05 07	47	7	21	1	2	2	60	32	4	8	3	1	64	36	14	4	5	1
17 06	Tržební materiály a stavební materiály s obsahem azbestu	111	0	5	4	9	66	71	0	5	2	6	63	59	0	2	1	4	29
17 06 04	Tržební materiály neuvaděné pod číslům 17 06 01 a 17 06 03	80	0	5	4	9	28	44	0	5	2	6	30	36	0	2	1	4	29
17 08	Stavební materiály na bázi dřeva	7	1	1	0	1	2	8	1	2	0	1	3	7	0	2	0	1	3
17 08 02	Stavební materiály na bázi dřeva neuvaděné pod číslům 17 08 01	7	1	1	0	1	2	8	1	2	0	1	3	7	0	2	0	1	3
17 09	Jiní stavební a demoliční odpady	614	182	46	12	125	150	610	288	60	1	147	132	496	241	41	1	105	134
17 09 04	Směs stavební a demoliční odpady neuvaděné pod číslům 17 09 01, 17 09 02 a 17 09 03	555	182	37	12	125	150	585	288	54	1	147	128	473	241	41	1	105	134
	celkem	15 210	2 475	5 555	480	697	565	13 239	2 647	5 221	1 007	750	413	13 447	3 300	987	619	487	484

KATALOGOVÉ ČÍSLO ODPADU	NÁZEV ODPADU	ROK 2013						ROK 2014						ROK 2015					
		PRODUKCE (A00, A960, B930) (t)	KÓD NAKLADÁNÍ (K5 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K1 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K11 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K12 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K1 (t))	PRODUKCE (A00, A960, B930) (t)	KÓD NAKLADÁNÍ (K5 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K1 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K11 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K12 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K1 (t))	PRODUKCE (A00, A960, B930) (t)	KÓD NAKLADÁNÍ (K5 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K1 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K11 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K12 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K1 (t))
17 01	Beton, cihly, tašky a keramika	3 249	1 863	948	117	222	60	3 688	1 896	1 064	115	250	78	4 418	2 867	1 240	152	154	39
17 01 01	Beton	1 292	1 063	231	13	32	5	1 422	967	244	19	32	8	1 985	1 714	234	31	24	6
17 01 02	CIHLY	757	270	359	46	81	12	745	224	364	69	77	9	840	361	348	87	49	9
17 01 03	Tašky a keramická výroba	12	6	2	0	4	1	16	4	5	3	4	1	14	6	3	2	2	1
17 01 07	Směsí nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků	1 172	524	354	58	102	41	1 473	701	449	23	134	60	1 580	787	655	31	79	23
17 03	Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu	510	364	22	3	10	7	573	455	41	4	12	6	891	746	36	4	7	7
17 03 02	Asfaltové směsi neuvedené pod číslům 17 03 01	508	364	22	3	10	7	568	455	41	4	12	6	881	746	36	4	7	7
17 05	Zemina (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst), kamení, vyřezaná jalová hornina a hlína	9 651	1 303	4 668	905	202	133	10 883	1 518	6 434	615	256	119	15 343	3 381	9 051	693	122	65
17 05 04	Zemina a kamení neuvedené pod číslům 17 05 03	9 442	1 249	4 587	886	196	133	10 619	1 446	6 326	601	250	119	13 916	2 947	8 140	656	120	65
17 05 06	Vyřezaná hlína neuvedená pod číslům 17 05 05	130	24	65	9	4	0	102	1	89	7	4	0	850	8	792	16	1	0
17 05 08	Síra ze železného vrstev neuvedený pod číslům 17 05 07	80	30	16	11	3	0	112	72	19	7	2	0	578	426	118	21	1	0
17 06 04	Izolční materiály a stavební materiály s obsahem azbestu	35	0	2	1	4	28	40	0	4	0	7	28	42	0	2	1	4	31
17 06 04	Izolční materiály neuvedené pod čísl 17 06 01 a 17 06 03	35	0	2	1	4	28	40	0	4	0	7	28	42	0	2	1	4	31
17 08	Stavební materiál na bázi sádry	9	2	3	0	2	2	11	54	9	0	4	2	14	83	10	0	4	2
17 08 02	Stavební materiál na bázi sádry neuvedené pod číslům 17 08 01	9	2	3	0	2	2	11	54	9	0	4	2	14	83	10	0	4	2
17 09	Jiné stavební a demolční odpady	590	266	44	5	114	132	441	186	54	18	132	101	709	313	94	9	88	131
17 09 04	Směsné stavební a demolční odpady	590	266	44	5	114	132	441	186	54	18	132	101	709	313	94	9	88	131
celkem		14 045	3 797	5 687	1 031	555	361	15 585	4 110	7 606	752	661	334	21 417	7 390	10 433	859	379	276

KATALOGOVÉ ČÍSLO ODPADU	NÁZEV ODPADU	ROK 2016						ROK 2017						ROK 2018					
		PRODUKCE (A00, A960, B930) (t)	KÓD NAKLADÁNÍ (K5 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K1 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K11 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K12 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K1 (t))	PRODUKCE (A00, A960, B930) (t)	KÓD NAKLADÁNÍ (K5 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K1 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K11 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K12 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K1 (t))	PRODUKCE (A00, A960, B930) (t)	KÓD NAKLADÁNÍ (K5 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K1 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K11 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K12 (t))	KÓD NAKLADÁNÍ (K1 (t))
17 01	Beton, cihly, tašky a keramika	4 376	2 802	1 088	91	151	37	4 436	3 344	955	30	141	52	5 143	3 796	1 202	63	145	48
17 01 01	Beton	1 755	1 478	189	25	21	8	1 845	1 725	197	7	19	9	2 121	1 916	197	7	22	7
17 01 02	CIHLY	889	438	309	48	47	8	905	544	268	13	47	15	774	417	292	15	48	10
17 01 03	Tašky a keramická výroba	15	8	3	1	2	1	15	10	4	0	2	1	17	10	2	0	2	1
17 01 07	Směsí nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků	1 716	877	588	18	80	20	1 651	1 064	486	9	72	26	2 232	1 453	710	40	73	29
17 03	Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu	752	727	26	1	5	7	778	750	9	2	6	9	907	855	21	0	5	12
17 03 02	Asfaltové směsi neuvedené pod číslům 17 03 01	752	727	26	1	5	7	778	750	9	2	6	9	907	855	21	0	5	12
17 05	Zemina (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst), kamení, vyřezaná jalová hornina a hlína	11 932	2 746	7 287	356	160	34	11 774	3 343	7 388	167	188	35	13 495	4 501	8 115	271	298	36
17 05 04	Zemina a kamení neuvedené pod číslům 17 05 03	11 006	2 463	6 674	355	157	34	10 802	3 103	6 665	165	188	34	13 147	4 197	8 065	270	298	36
17 05 06	Vyřezaná hlína neuvedená pod číslům 17 05 05	527	20	518	1	0	0	667	27	645	1	0	0	40	20	26	1	0	0
17 05 08	Síra ze železného vrstev neuvedený pod číslům 17 05 07	399	263	94	0	3	0	305	213	78	0	0	0	309	284	24	0	1	0
17 06 04	Izolční materiály a stavební materiály s obsahem azbestu	36	1	0	0	2	31	40	0	0	0	3	32	43	1	0	0	3	38
17 06 04	Izolční materiály neuvedené pod čísl 17 06 01 a 17 06 03	36	1	0	0	2	31	40	0	0	0	3	32	43	1	0	0	3	38
17 08	Stavební materiál na bázi sádry	17	106	20	0	3	4	13	103	45	0	1	4	14	124	49	0	1	4
17 08 02	Stavební materiál na bázi sádry neuvedené pod číslům 17 08 01	17	106	20	0	3	4	13	103	45	0	1	4	14	124	49	0	1	4
17 09	Jiné stavební a demolční odpady	535	273	78	4	78	122	605	245	88	4	82	147	713	217	124	6	84	179
17 09 04	Směsné stavební a demolční odpady	535	273	78	4	78	122	605	245	88	4	82	147	713	217	124	6	84	179
celkem		17 646	6 654	8 500	452	399	235	17 626	7 784	8 484	202	421	279	20 317	9 493	9 511	340	535	316

KATALOGOVÉ ČÍSLO ODPADU	NÁZEV ODPADU	ROK 2019						ROK 2020					
		PRODUKCE (A00, A90, B30 od občanů) (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XRS (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN1 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN11 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN12 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XD1 (kt)	PRODUKCE (A00, A90, B30 od občanů) (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XRS (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN1 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN11 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XN12 (kt)	KÓD NAKLADÁNÍ XD1 (kt)
17 01	Beton, cihly, tašky a keramika	5 014	3 604	1 330	61	149	49	4 628	3 363	1 242	142	143	50
17 01 01	Beton	1 995	1 905	219	7	21	8	1 798	1 798	150	25	18	9
17 01 02	Cihly	795	476	310	16	52	10	702	429	256	28	51	13
17 01 03	Tašky a keramické výrobky	22	17	6	0	2	1	15	13	3	0	2	1
17 01 07	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvečené pod číslem 17 01 06	2 202	1 206	794	38	74	29	2 112	1 124	833	89	71	26
17 03	Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu	810	819	36	1	8	16	705	773	56	2	10	9
17 03 02	Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu	810	819	36	1	8	16	705	773	56	2	10	9
17 05	Zemina (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst), kamení, vytěžená jalová hornina a hlšina	13 622	4 572	7 958	296	140	28	15 805	6 857	8 862	499	183	36
17 05 04	Zemina a kamení neuvečené pod číslem 17 05 03	13 369	4 397	7 880	295	132	28	15 429	6 574	8 800	488	174	36
17 05 06	Vytěžená hlšina neuvečená pod číslem 17 05 05	50	30	35	1	6	0	62	19	41	2	0	0
17 05 08	Štěrka ze železničního svršku neuvečená pod číslem 17 05 07	203	146	43	0	1	0	314	263	21	9	8	0
17 06	Izolační materiály a stavební materiály s obsahem azbestu	41	1	0	0	2	36	40	0	0	0	4	34
17 06 04	Izolační materiály neuvečené pod čísly 17 06 01 a 17 06 03	41	1	0	0	2	36	40	0	0	0	4	34
17 08	Stavební materiál na bázi sádky	11	125	59	0	1	5	11	122	51	0	1	6
17 08 02	Stavební materiály na bázi sádky neuvečené pod číslem 17 08 01	11	125	59	0	1	5	11	122	51	0	1	6
17 09	Jiné stavební a demolční odpady	721	221	116	14	111	171	677	264	59	10	109	198
17 09 04	Směsné stavební a demolční odpady neuvečené pod čísly 17 09 01, 17 09 02 a 17 09 03	721	221	116	14	111	171	677	264	59	10	109	198
	celkem	20 219	9 342	9 498	372	410	305	21 866	11 379	10 270	653	449	333

Příloha 2

Produkce stavebního kamene a štěrkopísků v ČR v letech 2007 až 2020

Produkce stavebního kamene a štěrkopísků v ČR

		rok	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stavební kámen	Stavební kámen - výhradní ložiska	[m ³]	14 655	14 799	13 947	12 350	12 299	10 950	11 420	12 341	13 740
	Stavební kámen - výhradní ložiska	[m ³]	1 350	1 600	1 350	1 450	1 300	1 100	969	982	1 171
	Celkem stavební kámen	[m ³]	16 005	16 399	15 297	13 800	13 599	12 050	12 389	13 323	14 911
	Produkce v [kt] při hustotě 2,7 t/m3	[kt]	43 214	44 277	41 302	37 260	36 717	32 535	33 450	35 972	40 260
Štěrkopísky	Štěrkopísky - výhradní ložiska	[m ³]	9 185	8 770	7 269	6 187	6 902	6 136	5 346	5 753	6 063
	Štěrkopisk - výhradní ložiska	[m ³]	6 450	6 350	6 050	4 550	5 000	4 300	4 297	4 063	4 796
	Celkem Štěrkopisk	[m ³]	15 635	15 120	13 319	10 737	11 902	10 436	9 643	9 816	10 859
	Produkce [kt] při hustotě 1,8 t/m3	[kt]	28 143	27 216	23 974	19 327	21 424	18 785	17 357	17 669	19 546
	Celková produkce		71 357	71 493	65 276	56 587	58 141	51 320	50 808	53 641	59 806

zdroj: Česká geologická služba - ročenky Surovinové zdroje České republiky 2008 až 2021

		rok	2016	2017	2018	2019	2020
Stavební kámen	Stavební kámen - výhradní ložiska	[m ³]	12 385	12 776	14 140	14 057	14 247
	Stavební kámen - výhradní ložiska	[m ³]	1 408	1 251	1 151	1 449	1 465
	Celkem stavební kámen	[m ³]	13 793	14 027	15 291	15 506	15 712
	Produkce v [kt] při hustotě 2,7 t/m3	[kt]	37 241	37 873	41 286	41 866	42 422
Štěrkopísky	Štěrkopísky - výhradní ložiska	[m ³]	6 143	6 198	6 499	6 204	6 476
	Štěrkopisk - výhradní ložiska	[m ³]	4 042	4 829	4 875	4 897	4 821
	Celkem Štěrkopísk	[m ³]	10 185	11 027	11 374	11 101	11 297
	Produkce [kt] při hustotě 1,8 t/m3	[kt]	18 333	19 849	20 473	19 982	20 335
	Celková produkce		55 574	57 722	61 759	61 848	62 757

Pozn.

Výhradní ložiska pro stavební kámen i štěrkopísky jsou ve vlastnictví státu a jsou oddělena od vlastního pozemku dobývacího prostoru.

Příloha 3

Přehled zařízení s činností „Rekultivace, terénní úpravy“ (dle zákona 185/2001 Sb.)
a „Zasypávání“ (dle zákona 581/2020 Sb.).

IČZ	Ulice	Obec	Aktuální nebo poslední provozovatel	IČO	V provozu	ORP	Kraj
CZC01303	Odkaliště K IV/C1Z	Mydlovary	DIAMO, státní podnik	00002739	Ano	České Budějovice	JČ
CZC01501	Mydlovary	Mydlovary	DIAMO, státní podnik	00002739	Ano	České Budějovice	JČ
CZC00375	Ševětín	Mydlovary	Kámen a písek, spol. s r.o.	42396158	Ano	České Budějovice	JČ
CZC00380	Řídká Blana	Ševětín	LB MINERALS, s.r.o.	27994929	Ano	České Budějovice	JČ
CZC00412	pískovna Vrábče	Vrábče	První RS Czech Republic, s.r.o.	02771012	Ano	České Budějovice	JČ
CZC01290	Mydlovary	Mydlovary	QUAIL spol. s r.o.	49969226	Ano	České Budějovice	JČ
CZC01493	kalojem KIV/C1Z	Olešník	QUAIL spol. s r.o.	49969226	Ano	České Budějovice	JČ
CZC01511	Olešník	Olešník	QUAIL spol. s r.o.	49969226	Ano	České Budějovice	JČ
CZC01289		Olešník	REKA s.r.o.	62496883	Ano	České Budějovice	JČ
CZC01376		Dívčice	Aeroklub Jindřichův Hradec z. s.	42409209	Ano	Jindřichův Hradec	JČ
CZC00509	Otín	Jindřichův Hradec	AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o.	49356089	Ano	Jindřichův Hradec	JČ
CZC01257	Jindřiš 2	Jindřichův Hradec	Bohumír Plachý	49047752	Ano	Jindřichův Hradec	JČ
CZC01326	Černětice	Rodvínov	ERB invest s.r.o.	27375625	Ano	Strakonice	JČ
CZC00737	Nišovice skládka S-003	Nišovice	Město Volyně	00252000	Ano	Strakonice	JČ
CZC00692	Kuřimany	Cehnice	REKA s.r.o.	62496883	Ano	Strakonice	JČ
CZC00926	č.p.167/2, Nové Strakonice	Strakonice	Technické služby Strakonice s.r.o.	25156888	Ano	Strakonice	JČ
CZC01626	místní komunikace Chýnov-Lažany, Chýnov, 39155	Strakonice	ASTON - služby v ekologii, s.r.o.	26072602	Ano	Tábor	JČ
CZC00217	rekultivace pískovny, Planá nad Lužnicí, 39111	Planá nad Lužnicí	Českomoravský štěrk, a.s.	25502247	Ano	Tábor	JČ
CZC00217	rekultivace pískovny, Planá nad Lužnicí, 39111	Planá nad Lužnicí	Českomoravský štěrk, a.s.	25502247	Ano	Tábor	JČ
CZC01214	Hůrka 2, Planá nad Lužnicí, 39111	Planá nad Lužnicí	Českomoravský štěrk, a.s.	25502247	Ano	Tábor	JČ
CZC00379	Vodárenská 170	Borovany	LB MINERALS, s.r.o.	27994929	Ano	Trhové Sviny	JČ
CZC00399	Chelčice - pískovna	Chelčice	Obec Chelčice	00251241	Ano	Vodňany	JČ
CZB00629	Lom Dolní Lhota	Blansko	Kalčí z s.r.o.	26245311	Ano	Blansko	JM
CZB00989	dobývací prostor Boskovice II	Boskovice	Petr Očenášek	42062730	Ano	Boskovice	JM
CZB01331	pískovna Drnovice, Drnovice, 67976	Boskovice	Pískovna ŠAMŠULA, a.s.	29272866	Ano	Boskovice	JM
CZB01169	pískovna Černovice (DP V)	Brno	Pískovna Černovice, spol. s r.o.	60697318	Ano	Brno	JM
CZB01707	parcela č. 5657, k.ú. Bystřice, Brno, 63500	Brno	Povodí Moravy, s.p.	70890013	Ano	Brno	JM
CZB00235	DP 1 Poštorná	Břeclav	Sedlecký kaolín a. s.	63509911	Ano	Břeclav	JM
CZB01164	DP Valtice 7 1171	Valtice	ZECHMEISTER, spol. s r.o.	25301063	Ano	Břeclav	JM
CZB01147	hliniště cihelny Hodonín	Hodonín	MS la verita s.r.o.	03974260	Ano	Hodonín	JM
CZB01597	Němčický, Němčický, 66466	Hodonín	Twigen s.r.o.	24141836	Ano	Ivančice	JM
CZB01510	DP ev. č. 6 0006, parc. č. 279/1, k. ú. Čebín	Čebín	Rosa, s.r.o.	46961470	Ano	Kuřim	JM
CZB01510	DP ev. č. 6 0006, parc. č. 279/1, k. ú. Čebín, 66423	Čebín	Rosa, s.r.o.	46961470	Ano	Kuřim	JM
CZB00066	pískovna Novosedly	Novosedly	ZEPIKO spol. s r.o.	46971360	Ano	Mikulov	JM
CZB00990	pískovna Smolín III	Pohořelice	M&M Dresler s.r.o.	26930030	Ano	Pohořelice	JM
CZB01585	Smolín	Pohořelice	SETRA, spol. s r. o.	00220159	Ano	Pohořelice	JM
CZB01741	Zastávka, Zastávka, 66484	Pohořelice	DOTORE s.r.o.	06251986	Ano	Rosice	JM
CZB01278	č. ev. 75	Omice	HUTIRA - OMICE, s.r.o.	25597345	Ano	Šlapanice	JM
CZB00338	Zemědělská	Šlapanice	SATESO, s.r.o.	60746718	Ano	Šlapanice	JM
CZB01565	parcela č. 1072, Deblín, 66475	Šlapanice	Ing. Karel Weigl	67597777	Ano	Tišnov	JM
CZB01097	Manerov	Bohdalovice-Pavlovice	CASPER Vyškov, spol.s r.o.	60704381	Ano	Vyškov	JM
CZB01151	Pískovna Božice	Božice	Českomoravský štěrk, a.s.	25502247	Ano	Znojmo	JM
CZB01735	pískovna Tasovice, Tasovice, 67125	Božice	Českomoravský štěrk, a.s.	25502247	Ano	Znojmo	JM
CZB00535	pískovna	Hodonice	Ekolom s.r.o.	60726580	Ano	Znojmo	JM
CZB00439	bývalé hlinišťe	Lechovice	Jaroslav Kroulík	40955567	Ano	Znojmo	JM
CZB01554	Blížkovice, Blížkovice, 67155	Lechovice	Městys Blížkovice	00292516	Ano	Znojmo	JM

IČZ	Ulice	Obec	Aktuální nebo poslední provozovatel	IČO	V provozu	ORP	Kraj
CZB01308	dobývací prostor	Šatov	Městys Šatov	00293580	Ano	Znojmo	JM
CZB01609	Tvoříhráz, Tvoříhráz, 67134	Šatov	Obec Tvoříhráz	00637068	Ano	Znojmo	JM
CZB00769	Oblekovic	Znojmo	ZEPIKO spol. s r.o.	46971360	Ano	Znojmo	JM
CZB00640	pískovna Žabčice	Žabčice	PISEK ŽABČICE spol. s r.o.	60726041	Ano	Židlochovice	JM
CZB01446	pískovna Bratčice, Medlov, 66466	Žabčice	PÍSKOVNY MORAVA spol. s r.o.	26041782	Ano	Židlochovice	JM
CZB01758	Židlochovice, Židlochovice, 66701	Žabčice	THERMOSERVIS - TRANSPORT s.r.o.	26912643	Ano	Židlochovice	JM
CZH00511	Velký Třebešův 59, Velký Třebešův, 55203	Opočno	Technické služby města Opočna, s.r.o.	28777981	Ano	Dobruška	KH
CZH00798	Velká Ledská	Kopidlno	CIHELNY STAMP MISKOLEZY, s.r.o.	62025201	Ano	Jaroměř	KH
CZH00418	Hoříčky	Hříbiny-Ledská	Město Kopidlno	00271705	Ano	Jičín	KH
CZH00428	Ke Skládece	Nová Ves	OBEC HRIBINY-LEDSKÁ	00579271	Ano	Kostelec nad Orlicí	KH
CZH00543	Radec	Hoříčky	ODEKO s.r.o.	62062760	Ano	Kostelec nad Orlicí	KH
CZH01010	Dolní Olešnice, Dolní Olešnice, 54375	Hoříčky	OBEC HOŘIČKY	00272671	Ano	Náchod	KH
CZH01098	Ke Skládece	Trutnov	PDV Stavby s.r.o.	03717721	Ano	Trutnov	KH
CZH01046	Radec	Úpice	Společnost Horní Labe a.s.	46506306	Ano	Trutnov	KH
CZH01045	Dolní Branná	Dolní Branná	Technické služby města Úpice	00053015	Ano	Trutnov	KH
CZK00339	p.p.č. 417/12-16, 417/41-43, 527/5, 527/8-10, 52 Cheb	Úpice	Marius Pedersen a.s.	42194920	Ano	Vrchlabí	KH
CZK00339	p.p.č. 417/12-16, 417/41-43, 527/5, 527/8-10, 52 Cheb	Úpice	České šterkopský spol. s r.o.	27584534	Ano	Cheb	KV
CZU00223	Tušíme 16, Kadaň, 43201	Úpice	České šterkopský spol. s r.o.	27584534	Ano	Cheb	KV
CZK00466	p.p.č. 531/2, 531/3, 532, 535/5	Smolné Pece	Severočeské doly a.s.	49901982	Ano	Kadaň	KV
CZK00476	p.p.č. 703/1, 1697/2, st.p.č. 365, 380, 225 k.ú. Bk Božičany	Smolné Pece	LB, spol. s r.o.	46882049	Ano	Karlovy Vary	KV
CZK00102	p.p.č. 244/10, 244/3, 249, 352, 353	Karlovy Vary	Město Nová Role	00254819	Ano	Karlovy Vary	KV
CZK00307	část p.p.č. 4707/1 a 4707/2, k.ú. Kraslice	Kraslice	Vladimír MAREK s.r.o.	26371685	Ano	Karlovy Vary	KV
CZK00490	Vintřov	Vintřov	Technické služby města Kraslic, příspěvková organizace 70897816	26348349	Ano	Kraslice	KV
CZL00173	Boleslav	Frydlant	Sokolovská uheřná, právní nástupce, a.s.	05604842	Ano	Sokolov	KV
CZL00641	Valteřice	Frydlant	CEMVIN s.r.o.	00275735	Ano	Frydlant	LI
CZL00931	Rynoltice	Horní Branná	Obec Horní Branná	74129511	Ano	Jilemnice	LI
CZL00931	Rynoltice, Rynoltice, 46353	Rynoltice	Martin Čermák	74129511	Ano	Liberec	LI
CZL00982	Andělská Hora, Chrastava, okres Liberec, Liberec, Chrastava, 46331	Rynoltice	Martin Čermák	74129511	Ano	Liberec	LI
CZL00798	Košálov - rekultivace	Košálov	REPPE Plus, s.r.o.	25045679	Ano	Liberec	LI
CZT01796	Revoluční, Bohumín, 73581	Košálov	Marius Pedersen a.s.	42194920	Ano	Semily	LI
CZT01239	Cihelní	Řepiště	MS UTILITIES & SERVICES a.s.	29400074	Ano	Bohumín	MS
CZT01242	Panské Nové Dvory 3197	Frydek-Místek	FCC Česká republika, s.r.o.	45809712	Ano	Frydek-Místek	MS
CZT01388	Starý 315	Starý	Frydecká skládka, a.s.	47151552	Ano	Frydek-Místek	MS
CZT01716	Solecká	Starý	SKLADEKO s.r.o.	45194360	Ano	Frydek-Místek	MS
CZT00858	Zábřeh, Dolní Benešov,	Horní Suchá	Depos Horní Suchá, a.s.	47677287	Ano	Havířov	MS
CZT01320	59	Markvartovice	SOMA Markvartovice a.s.	47677902	Ano	Hlučín	MS
CZT00153	Podzámčí	Dolní Benešov	TALPA - RPF, s.r.o.	64615391	Ano	Hlučín	MS
CZT01184	Podzámčí	Petrovice u Karviné	Vladislav Durczok	49592769	Ano	Karviná	MS
CZT00884	Slovenská	Bernartice nad Odrou	Petr Očenášek	42062730	Ano	Nový Jičín	MS
CZT00350	skládky Holasovice II, č.p. 202	Chlebičov	EKO - Chlebičov a.s.	47676591	Ano	Opava	MS
CZT00877	Podzámčí	Holasovice	ELIO Slezsko a.s.	60913860	Ano	Opava	MS
CZT01572	Podzámčí	Ostrava	AWT Rekultivace a.s.	47676175	Ano	Ostrava	MS
CZT00415	Slovenská	Ostrava	AWT Rekultivace a.s.	47676175	Ano	Ostrava	MS
CZT00246	Bohumínská	Ostrava	ECOCOAL, s.r.o.	61946770	Ano	Ostrava	MS
CZT01725	Konská	Ostrava	INGEA realizace s.r.o.	60776986	Ano	Ostrava	MS
CZT01053	Konská	Třinec	OZO Ostrava s.r.o.	62300920	Ano	Ostrava	MS
			TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s.	18050646	Ano	Třinec	MS

IČZ	Ulice	Obec	Aktuální nebo poslední provozovatel	IČO	V provozu	ORP	Kraj
CZM01245	Kamenolom Hrabůvka	Hrabůvka	Českomoravský štěrk, a.s.	25502247	Ano	Hranice	OL
CZM01274		Malhotice	Revita Bečva s.r.o.	26818566	Ano	Hranice	OL
CZM01169	Bělotínská	Hranice	Wienerberger s.r.o.	00015253	Ano	Hranice	OL
CZM01299	DP Březce	Štěpánov	KAMENOLOMY ČR s.r.o.	49452011	Ano	Olomouc	OL
CZM01188	parc. číslo 571/19	Drahanovice	SLOUPSKÝ s.r.o.	25844431	Ano	Olomouc	OL
CZM01170		Majetín	ZEPIKO spol. s r.o.	46971360	Ano	Olomouc	OL
CZM00693	Držovice TÚ	Držovice	Petr Očenášek	42062730	Ano	Prostějov	OL
CZM00730	pozemky k.ú. Ondratice a Želeč, Brodek u Prostějova, 79807		Těžba šterkopisku spol. s r.o.	47904739	Ano	Prostějov	OL
CZM01159	Žeravice pod skládkou p. č. 1528/3	Přerov	Silack s.r.o.	26840081	Ano	Přerov	OL
CZM01314	piškovna	Rokytnice	ŽSD a.s.	64511359	Ano	Přerov	OL
CZM01358	Terénní úpravy Libina, Libina, 78805		FORTE STAVBY s.r.o.	08516774	Ano	Šumperk	OL
CZE00813	Nasavrky 296	Nasavrky	AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o.	49356089	Ano	Chrudim	PCA
CZE00959	lom Litická, Skuteč, 53973		GRANITA Lomy s.r.o.	11862459	Ano	Chrudim	PCA
CZE00921	č.p. 54	Zderaz	Obec Zderaz	15054225	Ano	Chrudim	PCA
CZE00991	Čistá, Čistá, 56956		PN Real s.r.o.	10757961	Ano	Litomyšl	PCA
CZE00915	Dvorní ulice, Moravská Třebová, 57101		Krtek, spol. s r.o.	25324853	Ano	Moravská Třebová	PCA
CZE01002	Boršov, p.č. 4153 k.ú. Boršov u Moravské Třebové, Moravská Třebová, 57101		Město Moravská Třebová	00277037	Ano	Moravská Třebová	PCA
CZE00866	Rychnov na Moravě, Rychnov na Moravě, 57871		PUKKI TRADE s.r.o.	29197856	Ano	Moravská Třebová	PCA
CZE00902	Kostelnice 91, Kostelnice, 53002		ALBA WASTE a.s.	24791075	Ano	Pardubice	PCA
CZE00472	Bukovina nad Labem		Elektřárny Opatovice, a.s.	28800621	Ano	Pardubice	PCA
CZE00990	Jedlová, Jedlová, 56991	Opatovice nad Labem	APOLO CZ s.r.o.	27492851	Ano	Polička	PCA
CZE01004	Modřec, Polička, 57201		FCC Česká republika, s.r.o.	45809712	Ano	Polička	PCA
CZE00997	Újezd u Chocně 30, Újezd u Chocně, 56501		P S K, s.r.o. CHOČEŇ	63220369	Ano	Vysoké Mýto	PCA
CZE00910	ul. Na Bílé, Písník Běštovice	Chocně	Stavební firma Balcar s.r.o.	25261126	Ano	Vysoké Mýto	PCA
CZE00658	Kamenolom Jablonné n/O, Jablonné nad Orlicí, 56164		Českomoravský štěrk, a.s.	25502247	Ano	Žamberk	PCA
CZE00704	Kamenolom Jablonné nad Orlicí, Jablonné nad Orlicí, 56164		Českomoravský štěrk, a.s.	25502247	Ano	Žamberk	PCA
CZP00083	p.p.č. 1056/1 v k.ú. Koloveč	Koloveč	Městys Koloveč	00253481	Ano	Domažlice	PL
CZP00723	p.p.č. 442/1 v k.ú. Bořice u Domažlic	Zahořany	Obec Zahořany	00253880	Ano	Domažlice	PL
CZP00085	rekultivace Hodousice	Nýrsko	Město Nýrsko	00255921	Ano	Klatovy	PL
CZP00504	rekultivace lomu v DP Lomnička I.	Plasy	LB MINERALS, s.r.o.	27994929	Ano	Kralovice	PL
CZP00038	piškovna Chotíkov	Chotíkov	EUROVIA Kamenolomy, a.s.	27096670	Ano	Nýřany	PL
CZP00484		Phovany	EUROVIA Kamenolomy, a.s.	27096670	Ano	Nýřany	PL
CZP00107	rekultivace lomu kyzových břidel Chotiná	Hromnice	Ladislav Pechman	42804001	Ano	Nýřany	PL
CZP01270	Na Kaolince	Horní Bříza	LB MINERALS, s.r.o.	27994929	Ano	Nýřany	PL
CZP01270	DP Trnová I, Trnová, 33012		LB MINERALS, s.r.o.	27994929	Ano	Nýřany	PL
CZP00661	skládka Chotíkov	Chotíkov	Pleznická tepleárenská, a.s.	49790480	Ano	Nýřany	PL
CZP00368		Chotíkov	První RS Czech Republic, s.r.o.	02771012	Ano	Nýřany	PL
CZP00983	p.č. 11248/24, 11251/9, 11251/15 a 12728/3 v k.ú. Plzeň, Plzeň, 30100	Příšov	První RS Czech Republic, s.r.o.	02771012	Ano	Nýřany	PL
CZP01324	rekultivace kaolinového lomu Kyšice	Kyšice	BERGER BOHEMIA a.s.	45357269	Ano	Plzeň	PL
CZP00354	lom v k.ú. Koterov	Plzeň	LB MINERALS, s.r.o.	27994929	Ano	Plzeň	PL
CZP00401	kaolinový lom	Plzeň	RKM - Rekult a.s.	26356996	Ano	Plzeň	PL
CZP01283	odkliz Klementka - Bašta	Chlumčany	LB MINERALS, s.r.o.	27994929	Ano	Přeštice	PL
CZP00656	Břasy	Břasy	ELRON CZ s.r.o.	26387841	Ano	Rokyčany	PL
CZP01260	parc. č.348/A, 348/7, 348/8	Klabava	Obec Břasy	00258628	Ano	Rokyčany	PL
CZP01094	skládka Vysoká	Dobřany	STRABAG a.s.	60838744	Ano	Rokyčany	PL
CZP01280	Lažany	Černošín	Marius Pedersen a.s.	42194920	Ano	Stod	PL
			EKODEPON s.r.o.	49790927	Ano	Stříbro	PL

ICZ	Ulice	Obec	Aktuální nebo poslední provozovatel	IČO	V provozu	ORP	Kraj
CZP00032	p.č. 4152/13,34, k.ú. Zadní Chodov	Zadní Chodov	DIAMO, státní podnik	00002739	Ano	Tachov	PL
CZP00719	1370/2, 1370/4, 1370/6 k.ú. Skvířín	Bor	Pisky - Skvířín, s.r.o.	25219324	Ano	Tachov	PL
CZP00507	pp.č. 550/1, 550/2, 557/6, 505/11, 530 a 557/2	Bor	STAKUS - písek s.r.o.	25221621	Ano	Tachov	PL
CZP00805	k.ú. Stašov	Stašov	AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o.	49356089	Ano	Beroun	SČ
CZS02579	k.ú. Trněný Újezd		LOMY MOŘINA spol. s r.o.	61465569	Ano	Beroun	SČ
CZS02335			Václav Merhulík	43162509	Ano	Beroun	SČ
CZS02537	k.ú. Horoušany	Horoušany	KERACLAY, a.s.	29140277	Ano	Brandýs nad Labem-Stará	SČ
CZS00799	Hejřof 1666	Čáslav	AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o.	49356089	Ano	Čáslav	SČ
CZS00800	Hejřof 1666	Čáslav	AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o.	49356089	Ano	Čáslav	SČ
CZS00533	poz. parc.č. 464/1 a 464/20, k.ú. Hradištko	Hradištko	Obec Hradištko	00241245	Ano	Černošice	SČ
CZS02281	k.ú. Daleké Dušníky	Daleké Dušníky	Marie Beranová	63803542	Ano	Dobříš	SČ
CZS02265	areál skládky Hořovice-Hrádek	Hořovice	AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o.	49356089	Ano	Hořovice	SČ
CZS01524	lom v k.ú. Družec	Družec	CEMEX Sand, k.s.	47906201	Ano	Kladno	SČ
CZS02436	k.ú. Bratronice	Bratronice	Ing. Jiří Herd	13293516	Ano	Kladno	SČ
CZS00752	k.ú. Radim u Kolina	Radim	Obec Radim	00235661	Ano	Kolín	SČ
CZS02406	k.ú. Ledčice	Ledčice	KAMEN Zbraslav, a.s.	01820460	Ano	Kralupy nad Vltavou	SČ
CZS00755	p.č.463/10,433/204,433/205... k.ú.Veltrusy	Veltrusy	SYNTHOS Kralupy a.s.	28214790	Ano	Kralupy nad Vltavou	SČ
CZS02793	k.ú. Úžice, Úžice, 28504		Obec Úžice	00236543	Ano	Kutná Hora	SČ
CZS00852	k.ú. 700274 Mšeno	Mšeno	AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o.	49356089	Ano	Mělník	SČ
CZS02241	Velký Újezd	Chorůvice	Obec Chorůvice	00236861	Ano	Mělník	SČ
CZS01678	Průmyslová 1002	Benátky nad Jizerou	AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o.	49356089	Ano	Mladá Boleslav	SČ
CZS00751	Michalovice	Mladá Boleslav	COMPAG MLADÁ BOLESLAV s.r.o.	47551984	Ano	Mladá Boleslav	SČ
CZS01702	areál skládky Michalovice	Mladá Boleslav	COMPAG MLADÁ BOLESLAV s.r.o.	47551984	Ano	Mladá Boleslav	SČ
CZS01533	Klášteř Hradiště nad Jizerou 2	Klášteř Hradiště nad Jizerou	SKLÁDKA KLÁŠTEŘ s.r.o.	27238695	Ano	Mnichovo Hradiště	SČ
CZS01911	Klášteř Hradiště nad Jizerou 2	Klášteř Hradiště nad Jizerou	SKLÁDKA KLÁŠTEŘ s.r.o.	27238695	Ano	Mnichovo Hradiště	SČ
CZS00809	p.č.355/7, st.p.393-395 k.ú. Tíšice	Tíšice	SPOLANA s.r.o.	45147787	Ano	Neratovice	SČ
CZS02754	Chrašnice, Chrašnice, 26272		Obec Chrašnice	00242331	Ano	Příbram	SČ
CZS01856	Šachta č. 10 - kalové pole	Příbram	SVZ Centrum s.r.o.	26092212	Ano	Příbram	SČ
CZS01831	Lom Babin	Nové Strašecí	České lupkové závody, a.s.	26423367	Ano	Rakovník	SČ
CZS00708	lom Babin II., k.ú.Rynholec	Rynholec	E K O L O G I E s.r.o.	47540346	Ano	Rakovník	SČ
CZS01690	lom Babin II., k.ú.Rynholec	Rynholec	E K O L O G I E s.r.o.	47540346	Ano	Rakovník	SČ
CZS02247		Lužná	NZPK spol. s r.o.	44222661	Ano	Rakovník	SČ
CZS02120	k.ú. Lubná u Rakovníka	Rakovník	RAKO-LUPKY spol.s r.o.	16980832	Ano	Rakovník	SČ
CZS02478	k.ú. Uhý	Uhý	FCC Uhý, s.r.o.	62586611	Ano	Slaný	SČ
CZS00709	k.ú. Votice	Votice	COMPAG VOTICE s.r.o.	47542080	Ano	Votice	SČ
CZS02363	k.ú. Votice	Votice	COMPAG VOTICE s.r.o.	47542080	Ano	Votice	SČ
CZU00614	kamenolom Soutěšky, Malá Veleň, 40502	Malá Veleň	Kalivoda DC s.r.o.	28680065	Ano	Děčín	ÚS
CZU00614	kamenolom Soutěšky	Údlice	WEISS spol. s r.o.	44564015	Ano	Děčín	ÚS
CZU00464	Přečaply 100	Travčice	KOBRA Údlice, s.r.o.	25041703	Ano	Chomutov	ÚS
CZU00518	Nučníčky - Pískovna		KRAUN spol. s r.o.	64050947	Ano	Litoměřice	ÚS
CZU01158	pískovna Postoloprty, Postoloprty, 43942	Postoloprty	EUROVIA kamenolomy, a.s.	27096670	Ano	Louny	ÚS
CZU00616	Lounský Chlum, Louny, 44050	Most	Technická správa města Loun s.r.o.	27290981	Ano	Louny	ÚS
CZU00257	dobývací prostor		Vřánská uhelná a.s.	28678010	Ano	Most	ÚS
CZU01263	dobývací prostor Petrohrad, 43985	Šluknov	Pavel Šilhánek	10439528	Ano	Podbořany	ÚS
CZU00545	Rožany skládka		Marius Pedersen a.s.	42194920	Ano	Rumburk	ÚS
CZU00222	Ke Sběrnému dvoru 403/4	Ústí nad Labem	AVE Ústí nad Labem s.r.o.	61329002	Ano	Ústí nad Labem	ÚS
CZU01349	rekultivace území Jedlová Hora, Ústí nad Labem, 40001		JUROS, s.r.o.	25423363	Ano	Ústí nad Labem	ÚS

IČZ	Ulice	Obec	Aktuální nebo poslední provozovatel	IČO	V provozu	ORP	Kraj
CZU01026	dobývací prostor Selbice	Staňkovice	PÍSKY - J. Elsnic spol. s r.o.	63147939	Ano	Žatec	ÚS
CZU01060	Břežany	Nové Sedlo	První RS Czech Republic, s.r.o.	02771012	Ano	Žatec	ÚS
CZJ00976		Rožná	DIAMO, státní podnik	00002739	Ano	Bystřice nad Pernštejnem	VY
CZJ00168	Skládka S-IO Železinka	Věchnov	TS města a.s.	25303660	Ano	Bystřice nad Pernštejnem	VY
CZJ01101	Mírovka, Baštinov, Havlíčkův Brod, 58601		Bergasto a.s.	28340957	Ano	Havlíčkův Brod	VY
CZJ00468	lom Merano, Kamenice, 58823		Městys Kamenice	00286079	Ano	Jihlava	VY
CZJ00241	Velký Beranov	Velký Beranov	Skládky VHS Jihlava s.r.o.	27726983	Ano	Jihlava	VY
CZZ00542	Holešov-Žopy 76	Holešov	Zlínské cihelny s.r.o.	60714671	Ano	Holešov	ZL
CZZ00956	Stavbařů	Kroměříž	BIOTREND MORAVA s.r.o.	25356917	Ano	Kroměříž	ZL
CZZ00676	27	Zdounky	DEPOZ, spol.s r.o.	49445138	Ano	Kroměříž	ZL
CZZ00616	skládka Kvítkovice	Otrokovice	Moravská skládková společnost a.s.	46343687	Ano	Otrokovice	ZL
CZZ00938	Boršice	Boršice	SLOVÁCKÁ TĚŽEBNÍ, s.r.o.	26943026	Ano	Uherské Hradiště	ZL
CZZ00938	Boršice, Boršice, 68601		SLOVÁCKÁ TĚŽEBNÍ, s.r.o.	26943026	Ano	Uherské Hradiště	ZL
CZZ00686	Centrum Prackická	Prackšice	RUMPOLD UHB, s.r.o.	60704756	Ano	Uherský Brod	ZL
CZZ00932	skládka Smolína	Valašské Klobouky	Valašskokloboucké služby s.r.o.	26233771	Ano	Valašské Klobouky	ZL