

**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ**

Recyklace v oblasti podkladních vrstev a podloží pozemních komunikací

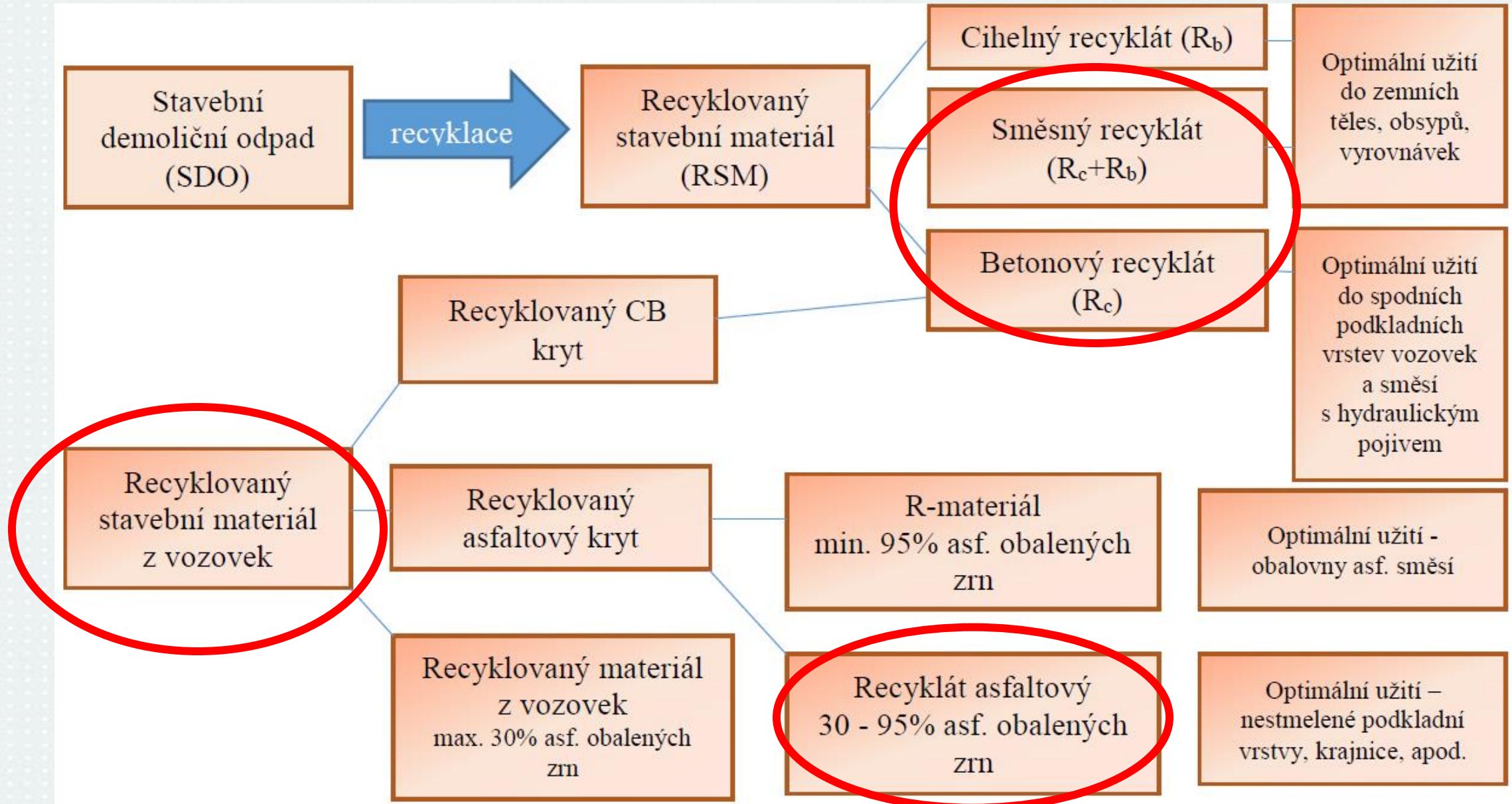
Využití stavebních recyklátů jako hlavní aspekt dekarbonizace spodní stavby pozemní komunikace.

Dekarbonizace při stavbě podkladních vrstev vozovek pozemních komunikací je významným tématem v oblasti udržitelné výstavby a inženýrství. Tento proces zahrnuje snížení emisí oxidu uhličitého (CO₂) a dalších skleníkových plynů, které **jsou spojené s výrobou, dopravou a zpracováním materiálů** použitých při stavbě těchto vrstev.

Použití recyklovaných stavebních materiálů, jako je
recyklovaný beton (***Rc1 a Rc2***),
recyklát směsný (***Rc+Rb+Ra+Ru***),
recyklát asfaltový (***Ra***)

je jednou z klíčových strategií pro snížení emisí CO₂. Recyklace snižuje potřebu těžby nových surovin a také zkracuje přepravní vzdálenosti, což snižuje emise spojené s dopravou.

Použití stavebních recyklátů do konstrukčních částí PK



Směsný recyklát do podloží vozovky



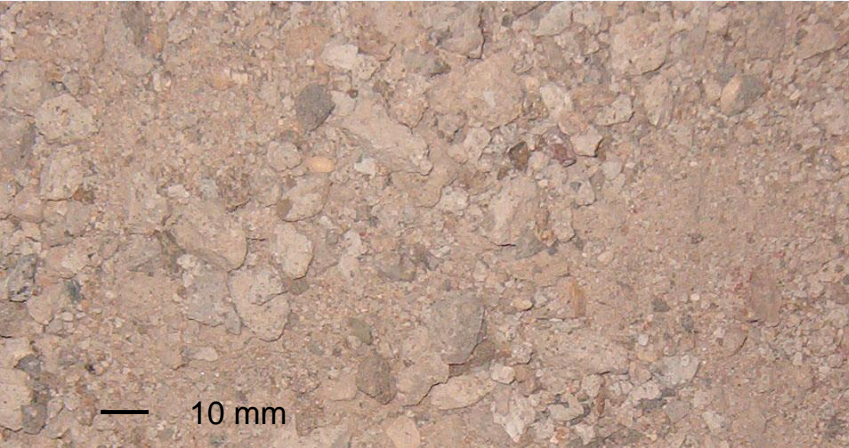
Zdroj: Krčmová, VUT Brno

Pro úpravu nevhodné zeminy v podloží vozovky (optimálně ve frakci 0/63 mm):

- Úplná výměna 200 – 300 mm optimálně (lokální úprava);
- Mechanická úprava – smíchání 1:1 s nevhodnou zeminou;
- Vyplnění lokálních míst nerovností (účelové komunikace).

Nenamrzavá úprava při množství cihelného střepu do 30 % objemu směsného recyklátu.

Recyklát z betonu do podkladních vrstev vozovek



Zdroj: Krčmová, VUT Brno

Pro nestmelené vrstvy – MZ (ŠD) optimálně ve frakci 0/32 mm, typ Rc2

- Spodní podkladní vrstvy, vyrovnávky zemní pláně.
- Podkladní vrstvy parkovišť a jiných dopravních ploch intravilánu.

Pro stmelené vrstvy hydraulickým pojivem – $C_{3/4}$ $C_{5/6}$

- horní podkladní vrstvy, spodní podkladní vrstvy.
- Podkladní vrstvy parkovišť a jiných dopravních ploch intravilánu zatížených těžkou dopravou.
- Podkladní vrstvy pod dlažbou zatíženou nákladní dopravou.

Pro spodní vrstvu CB krytu ($C_{30/37}$) – jako kamenivo 0/32 mm, typ Rc1

Recyklát asfaltový do podkladních vrstev vozovek



Zdroj: Krčmová, VUT Brno

Nejedná se ve většině případů o R-materiál !!!

Dle TP 210 je definovaný jako **recyklát asfaltový (Ra)** (dle vyhlášky č. 283/2023 nejčastěji ZAS T3).

Použití:

Za studena s cementem (cca 3% hm.) a/nebo asfaltovou emulzí $C_{3/4}$ - Recyklace za studena dle ČSN 73 6147,

Z míchacího centra jako stmelená směs $C_{5/6}$, $C_{8/10}$

Nestmelená směs Ra do (jako součást) podkladní vrstvy MZ.

Nestmelená směs Ra do nezpevněných krajnic.

Pozn. po splnění požadavků vyhl. č. 283/2023

Dekarbonizace v kontextu stavby podloží vozovek

!!! Maximální využití recyklátů není, především kvůli omezenému množství, komplexním řešením dekarbonizace na stavbách PK !!!

- Navrhování vrstevnatých násypů se střídáním ztužujících a poddajných vrstev.
- Eliminace používání štěrkodrtí do násypových těles, včetně aktivní zóny.
- Eliminace používání štěrkodrtí do zpevněných krajnic vozovek.
- **Homogenizovaná a vytříděná zemina z výkopů**, která bude zhotovitelem dále využita je zemina, která se nestává odpadem, ale vedlejším produktem, protože vlastník má pro ni využití, nechce se ji zbavit a zůstává u něj ve vlastnictví a bude využita v rámci stavby, na které vznikla, případně na jiných konkrétně určených stavbách při splnění požadavků ČSN 73 6133 a Zákona č.541/2020 Sb. a vyhlášky 273/2021 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

Dekarbonizace v kontextu stavby podkladních vrstev vozovek

Nestmelené směsi

- MZK jen do vozovek s TDZ S, I, II
- Probíhá výzkum použití MZ 0/125 mm a ŠD_B 0/90 mm
- Pro intravilán znovuobjevit vibrovaný štěrk s využitím betonového a asfaltového recyklátu (100%)

Směsi stmelené hydraulickým pojivem

- V projektech často min. pevnost v tlaku C_{8/10}
- Častěji využívat poloviční dávkování pojiv na min. pevnost v tlaku C_{3/4} a C_{5/6}
- Častější využití recyklátů v intravilánu.

Prolévané vrstvy

- V intravilánu častěji využívat frakci 32/63 mm, prolitou cementovou maltou z těžené 0/4 mm. (ŠCM apod.)
- Vyzkoušet nové receptury s výplňovou maltou z těžené 0/4 mm a alternativními (silničními) pojivy

Důraz na eliminaci použití výrazného množství cementu a šetření frakcí kameniva 4/8; 8/11; 8/16 pro „ostatní“ pozemní komunikace.

Shrnutí současných možností recyklace v oblasti podkladních vrstev a podloží pozemních komunikací ve vztahu k dekarbonizaci staveb

Dekarbonizace staveb podkladních vrstev a podloží pozemních komunikací je důležitou součástí širší strategie snižování emisí v silničním stavebnictví. Hlavními potřebami dekarbonizace v této oblasti jsou:

Snížení emisí CO₂ z výroby a dopravy materiálů: +

- Klasické materiály jako je portlandský cement a beton, mají vysokou uhlíkovou stopu. Pro dekarbonizaci je třeba upřednostňovat materiály s nižšími emisemi, jako jsou recyklované materiály (např. směsný recyklát, recyklovaný beton) nebo materiály s nižší energetickou náročností při výrobě (např. asfaltové směsi za studena) a alternativní pojiva především směsné cementy.

Optimalizace energetické náročnosti stavby: -

- Efektivní řízení stavebních procesů, využití strojů s nízkými emisemi nebo strojů poháněných obnovitelnými zdroji energie může výrazně snížit celkovou energetickou náročnost a s tím i uhlíkovou stopu stavby.

Inovace v konstrukčních metodách: + -

- Využití pokročilých stavebních metod a technologií, jako jsou prefabrikované moduly nebo nové typy nízkoemisních pojmů, může významně přispět k dekarbonizaci stavebních projektů.

Shrnutím těchto potřeb dekarbonizace je klíčové zaměřit se na výběr materiálů, zlepšení stavebních procesů, efektivnější využití zdrojů a inovace, které sníží emise nejen při výstavbě, ale i během životního cyklu pozemních komunikací.

Děkuji za pozornost
dusan.stehlik@vut.cz