



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.

Pro Vaši důvěryhodnost.

Využití směsných stavebních recyklátů jako kameniva do betonu, vlastnosti betonů z recyklátů

Konference Odpady ze a pro stavebnictví, Hustopeče 17.-19.10.2023

www.tzus.cz

Z historie betonů z recyklovaných materiálů:

Pokusy s využitím předrceného betonu jako kameniva probíhaly v ČR už v **70. a 80. letech 20. století**, zejména u betonu ze starých železničních pražců.

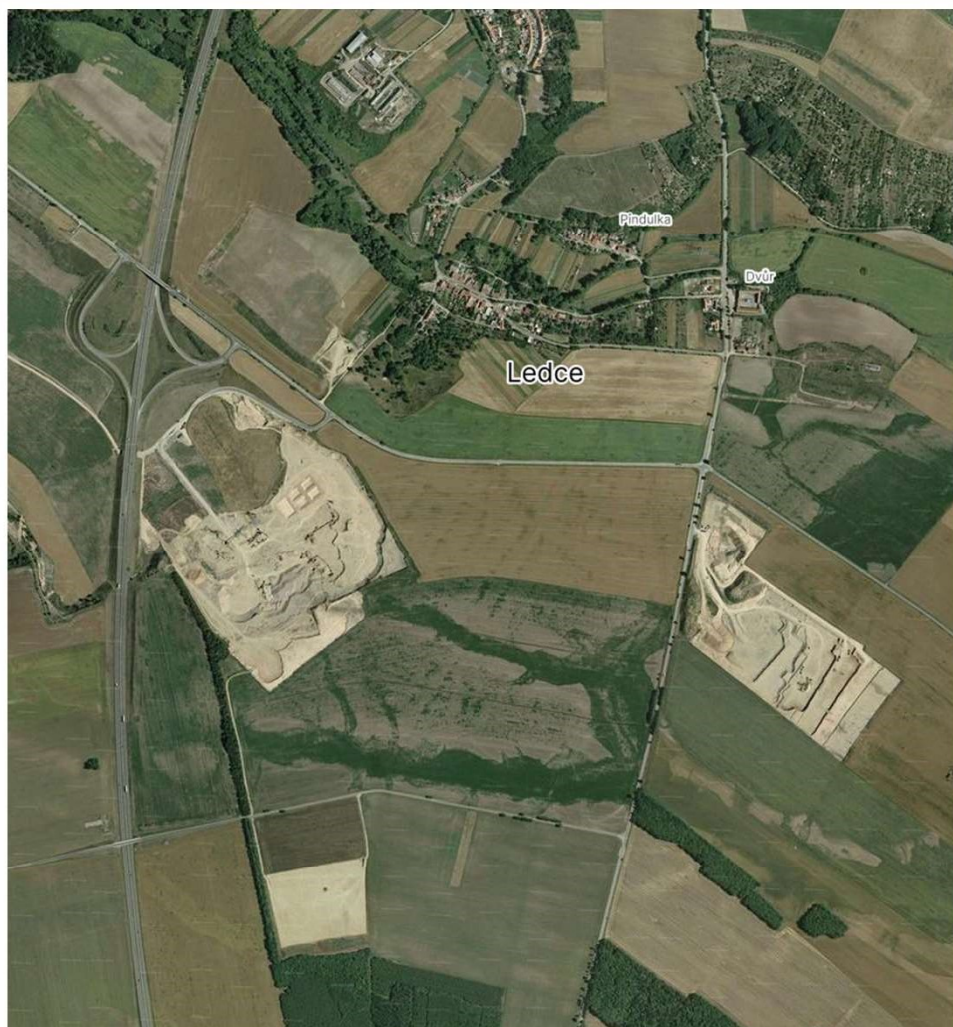
Skončily na zjištění, že beton takto vyrobený má horší přetvárné vlastnosti, které nezaručují trvanlivost únosnosti předpjatých prvků.

V Evropě se betony z cihelného recyklátu (cihlobeton) údajně používaly **v Německu po 2. světové válce** za účelem využití cihelné suti z vybombardovaných budov.

Stavební zákon č. 283/2021 Sb.

- § 145 Technické požadavky na stavby
- Základní požadavky na stavby
- (1) Stavba musí být navržena a provedena tak, aby byla vhodná pro určené využití a **po celou dobu trvání** plnila při běžné údržbě a působení běžně předvídatelných vlivů základní požadavky na stavby, kterými jsou:
 - a) mechanická odolnost a stabilita,
 - b) požární bezpečnost,
 - c) ochrana zdraví,
 - d) ochrana životního prostředí, (myšleno včetně ochrany proti hluku)
 - e) bezpečnost při užívání, provozu a údržbě,
 - f) úspora energie,
 - g) udržitelné využívání přírodních zdrojů.

Únosnost betonových konstrukcí zpravidla přináleží do nejdůležitějšího 1. základního požadavku „Mechanická odolnost a stabilita“. Únosnost je přitom přímo závislá na pevnosti betonu v tlaku, případně na jeho dalších mechanických vlastnostech.



Pískovny jižně od Brna v letech 2001-2003 (vlevo) a 2019-2021 (vpravo)

Požadavky na mechanické vlastnosti betonu plynou z normy pro navrhování betonových konstrukcí:

ČSN EN 1992-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Na tuto základní normu navazují další díly pro specifické druhy konstrukcí, případně i konstrukční typy (spřážené konstrukce).

Norma specifikuje pevnostní třídy betonu podle způsobu použití, pro konstrukční použití (tj. nosné účely) stanovuje jako minimální pevnostní třídu C16/20 s požadovanou krychelnou pevností 20 MPa. Pro náročnější použití jsou pak požadovány pevnosti vyšší.

Dosažitelné vlastnosti betonů z recyklovaného kameniva

(obsah recyklátu cca 80 % hmotnosti kameniva):

Pevnost v tlaku:	do 40 MPa
Pevnost v příčném tahu:	do 3,0 MPa
Modul pružnosti v tlaku:	do 20 GPa, spíše ale nižší
Mrazuvzdornost:	odolný po 100 cyklech zmrazování
Odolnost vůči mrazu a posypovým solím:	odpad do 1000 g/m ²

Tyto vlastnosti umožňují použití betonu z recyklovaného kameniva pro jednodušší konstrukční účely.

Nižší modul pružnosti vyžaduje zohlednění jeho hodnoty při statickém návrhu výrobku nebo konstrukce.

Betony z recyklovaného kameniva nejsou vhodné pro předpjaté konstrukce.

Zkoušky betonu z cihelného recyklátu pro výrobu betonových stěnových dílců probíhaly v TZÚS Praha s.p., pobočce Brno, už v letech 2000-2002.

Už tehdy se podařilo dosáhnout krychelné pevnosti přesahující 40 MPa. Výroba se však v dané době neujala.

Zkoušky využití recyklátu z betonové vozovky pro jádrovou vrstvu dálničního cementobetonového krytu proběhly v TZÚS Praha s.p., pobočce Brno, již před rokem 2012.

Systematické zkoušky betonů z recyklátů začaly v TZÚS Praha s.p., pobočce Brno, v roce 2015.

Možnosti využití znovu použitého drceného kameniva v betonových dílcích:

ČSN EN 13369:2018 Společná ustanovení pro betonové prefabrikáty

Příloha N: Znovu použité drcené a recyklované hrubé kamenivo do betonu

1. Znovu použité drcené a recyklované hrubé kamenivo do betonu z rozdrcené betonové suti z vlastních zdrojů výrobce

- do 10 % bez nutnosti dalšího zkoušení
- do 20 % za podmínek provedení dodatečných zkoušek hotových dílců
- nad 20 % za podmínek stanovení vlastností betonu zkouškami a provedení dodatečných zkoušek hotových dílců
- nečistoty v recyklovaném kamenivu z vlastních zdrojů se nepřipouštějí
- recyklované kamenivo se nemá používat do betonů s vyššími požadavky na trvanlivost, než byly kladeny na beton, ze kterého kamenivo pochází (neplatí pro stupně vlivu prostředí X0, XC1, XC2)

2. Recyklované hrubé kamenivo z vnějších zdrojů, posuzované výrobcem

- použití možné za stejných podmínek, pokud výrobce zná zdroj a vlastnosti z rozdrceného betonu

3. Další recyklované hrubé kamenivo

- musí být deklarováno podle EN 12620, má vyhovět třídě RC90 a množství nesmí překročit polovinu hodnot podle případu 1.

Úskalí při použití betonů z recyklovaného kameniva

- **Stálost složení recyklovaného kameniva**, zejména z cizích zdrojů
- Nutnost **použití speciálních přísad do betonu** k úpravě vlastností čerstvého betonu (recyklát má významně jinou nasákavost než přírodní kamenivo, to ovlivňuje vlastnosti čerstvého betonu při ukládání a hutnění)
- Nedůvěra uživatelů ve **stálost vlastností**
- **Nutnost významných investic** do rozšíření kapacity pro skladování a dávkování kameniva (nejméně dva další zásobníky, s tím související dopravní cesty a dávkování)
- Nutnost investice do **dávkování speciálních přísad** (pozor: přísady určené pro betony z recyklátů s přírodním kamenivem nefungují – máme ověřeno zkouškami!)
- Nutnost zohlednění vlastností betonu z recyklátu ve statickém návrhu (zejména nižší modul pružnosti), případně ověření vhodnosti zkouškami.

Dosavadní zkušenost:

Betonové dílce, zhotovené z betonu z recyklátů certifikujeme v TZÚS Praha s.p., pobočce Brno, od roku 2019.

Pokud jsou náklady na výrobek a jeho použití **shodné** u výrobku z recyklovaného kameniva jako u výrobku z nového přírodního kameniva, **uživatel dá zpravidla přednost výrobku z nového přírodního kameniva.**

Děkuji za pozornost.



Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.

Prosecká 811/76a, Prosek, 190 00 Praha 9

www.tzus.cz

Kontakt: Ing. Miroslav Procházka

E-mail: prochazka@tzus.cz

Mobil: 602 571 445