

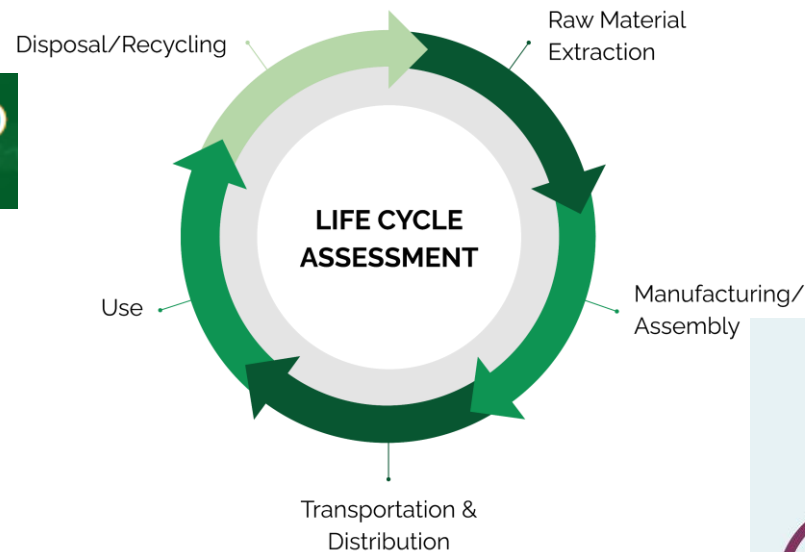
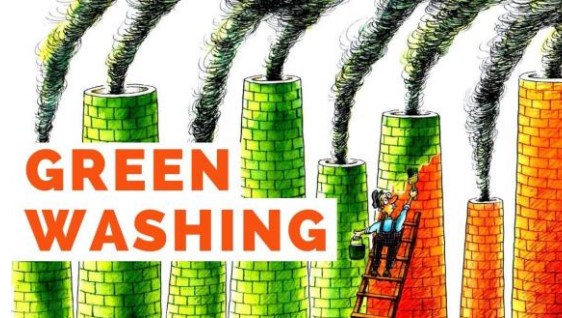
ZELENÁ BUDOUCNOST BETONU

VÝHODY, RIZIKA, LEGISLATIVA

Robert Coufal

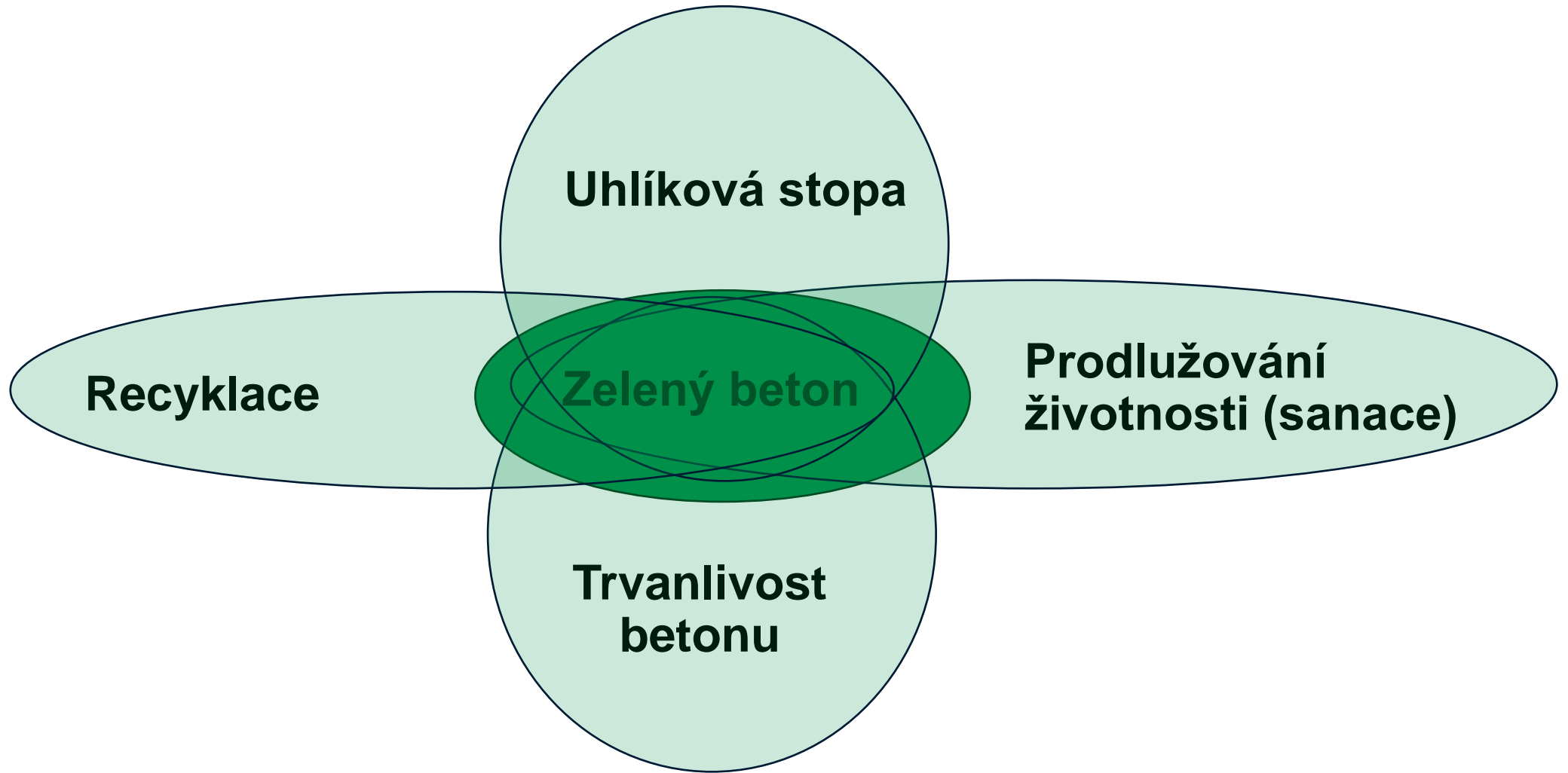
Alena Procházková

CO JE TO „ZELENÝ BETON“?



Beton pro příští generace

JAK CHÁPAT UDRŽITELNOST V BETONAŘINĚ?



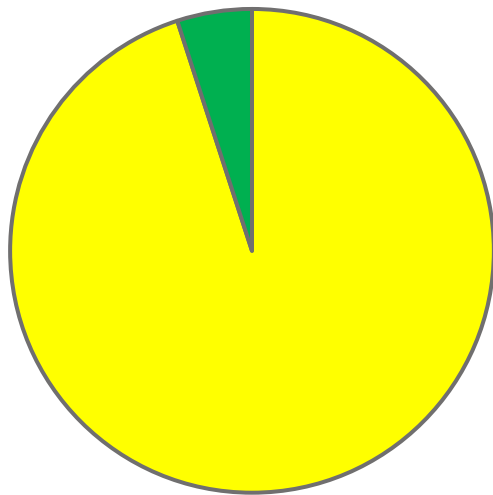
ZELENÝ BETON Z POHLEDU CO₂ = BETON S NÍZKÝM OBSAHEM SLÍNKU ALE KAM S NÍM?



OBSAH SLÍNKU V CEMENTU – ZÁSADNÍ PRO UHLÍKOVOU STOPU

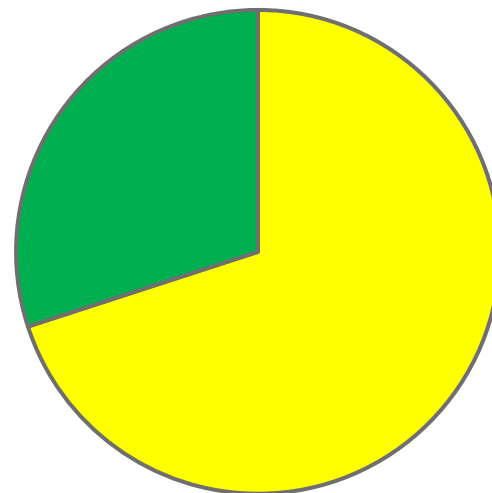
- 1 tuna slínku = cca 0,7 - 0,8 tuny CO₂
 - = cca 3 m³ betonu (z cementu CEM I)
 - = cca 9 m³ betonu (z cementu CEM III)
 - = cca 6000 km, ujetých Škodou Octavia (2,0 tdi)

CEM I 42,5 R



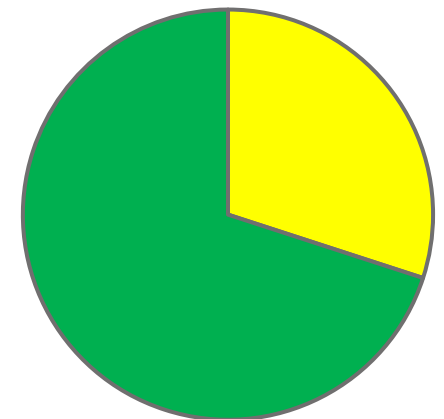
■ Slínek ■ Další složky

CEM II/B-S 32,5 R



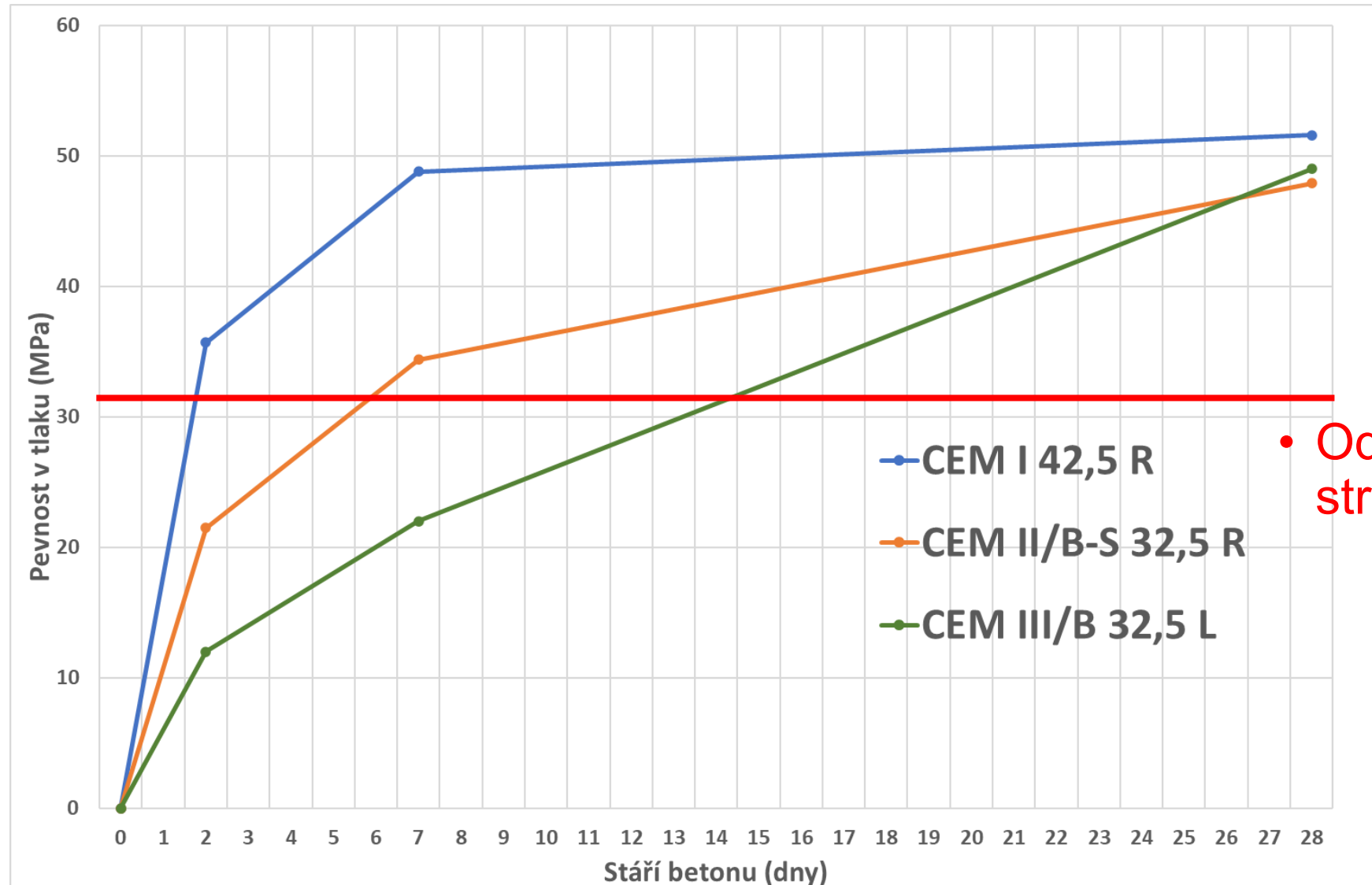
■ Slínek ■ Další složky

CEM III/B 32,5 L - LH/SR



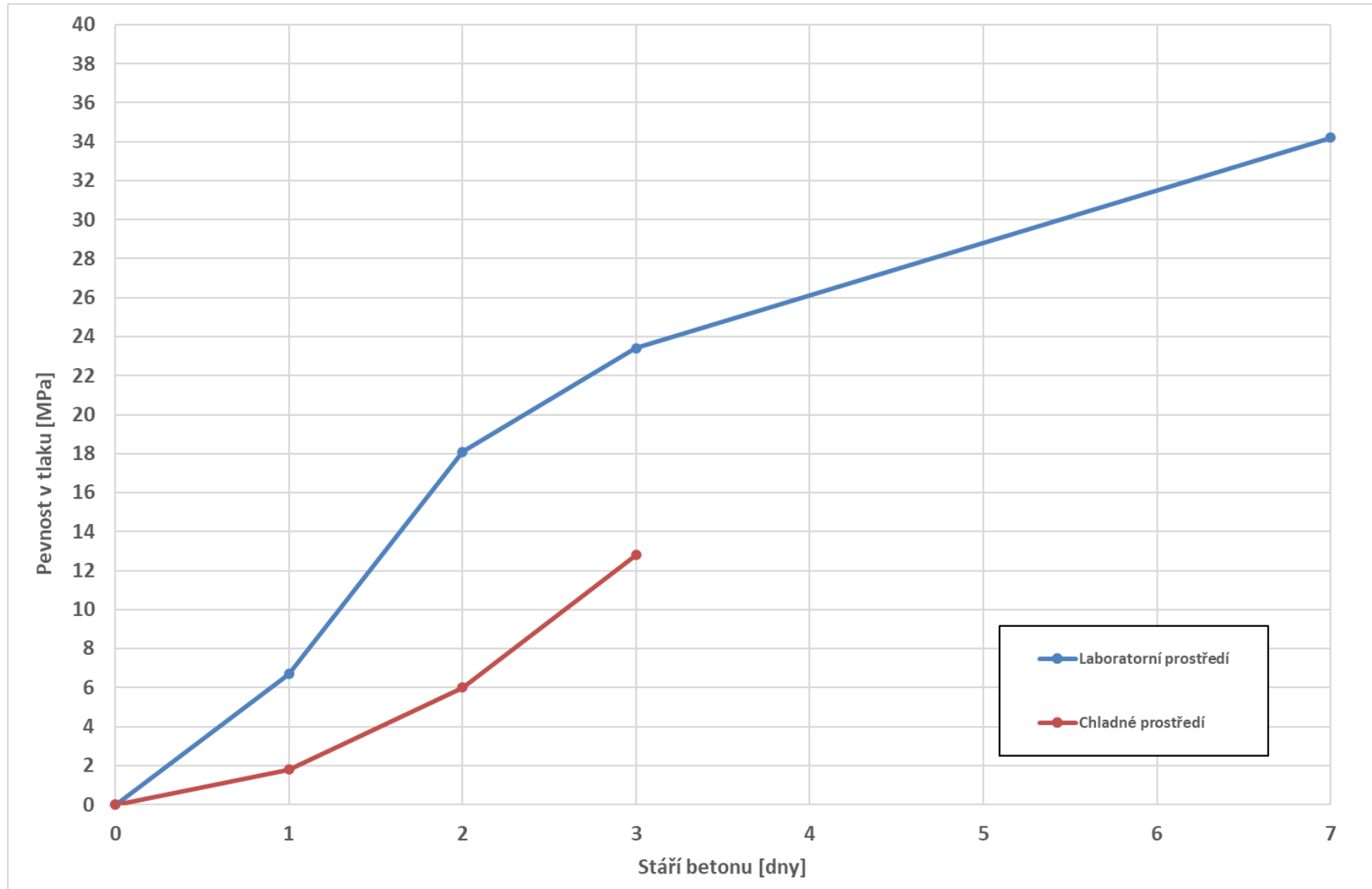
■ Slínek ■ Další složky

SROVNÁNÍ NÁRŮSTU PEVNOSTÍ V LABORATORNÍCH PODMÍNKÁCH (C35/45)



• Odbednění stropů (70%)

VLIV TEPLoty PROSTŘEDÍ

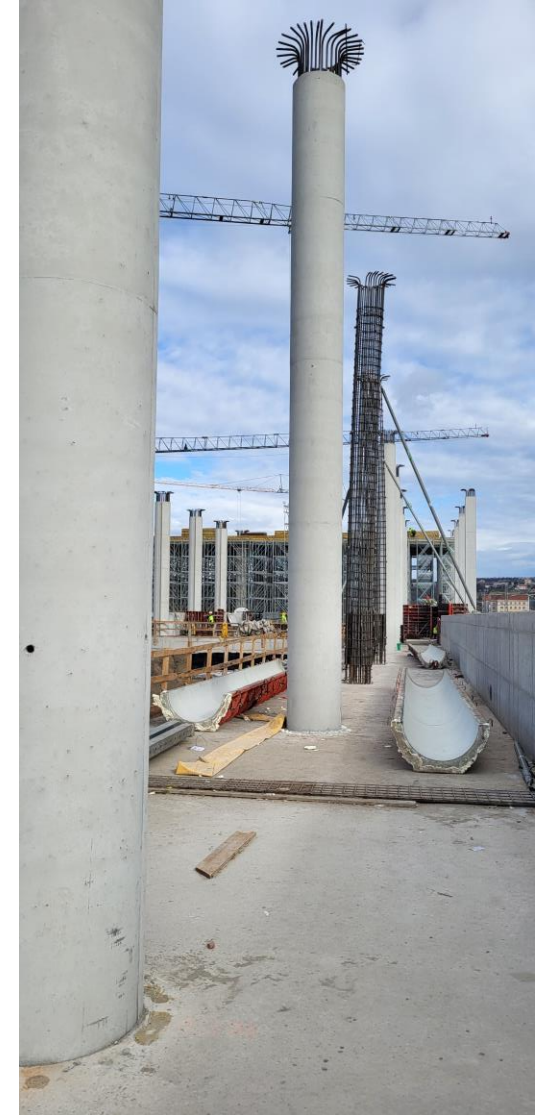


KDE TEDY BETON S NÍZKOU UHLÍKOVOU STOPOU POUŽÍT?



• Stěny

- Bílé vany – základové desky a stěny (PERMACRETE)



• Sloupy

- Stropy



SNIŽOVÁNÍ UHLÍKOVÉ STOPY



- Motivace
 - Požadavek zákazníka / investora
 - „Zelené hodnocení“ má vliv na financování stavby
 - První dvě soutěže s prioritou na uhlíkovou stopu
 - Centrum Černý Most – 3300m³
 - ČS Campus – 82 000 m³ betonu
- Problémy
 - Chybějící univerzální metodika pro srovnání nabídek – EPD je jen základ, pro srovnání problematické
 - Požadavek na snížení uhlíkové stopy při zachování rychlosti výstavby
 - Tlak z obou stran, dodržet parametry i CO₂

PŘÍKLAD SPECIFIKACE – CENTRUM ČERNÝ MOST

- Zhotovitel zahrnul do Ceny Díla náklady na realizaci železobetonové konstrukce s *použitím betonové směsi s cementem s nízkým obsahem portlandského slinku (nízko slinkový cement)* a tedy zajištění redukci uhlíkové stopy na životní prostředí z hlediska produkce CO₂. *Návrh betonové směsi je plně v kompetenci Zhotovitele, avšak návrh nesmí ovlivnit harmonogram výstavby, statické požadavky na konstrukci (pevnostní, modul pružnosti, apod.), ani jiné vlastnosti či požadavky dané zadávací dokumentací (životnost, vodotěsnost, apod.).* Požadavek na úsporu produkce CO₂ pro celou konstrukci se předpokládá s minimálním snížením o 30%, a zároveň o minimálně o 300 tun CO₂ oproti použití standardních cementů. Standardní cementy jsou uvažovány s uhlíkovou stopou na 1tunu cementu cca 0,7t CO₂.
- Zhotovitel ve své cenové nabídce bude uvažovat s realizací nosných kcí z *betonu s cementem s nižším CO₂ „zeleného betonu“*. Zhotovitel *garantuje, že dosáhne uhlíkové stopy nižší než 160kg CO₂ /1m³ betonu*. Zhotovitel doloží výpočet uhlíkové stopy. Zhotovitel navrhne technologický postup prací a samotný postup realizace prací tak, aby byly splněny termíny dle zadávacího harmonogramu prací a požadovaná připravenost pro nástup jiných dodavatelů v požadovaných termínech dle harmonogramu prací.

PŘÍKLAD SPECIFIKACE – ČESKÁ SPOŘITELNA SMÍCHOV

1. Požadavky na svázané emise CO_{2e} v materiálech

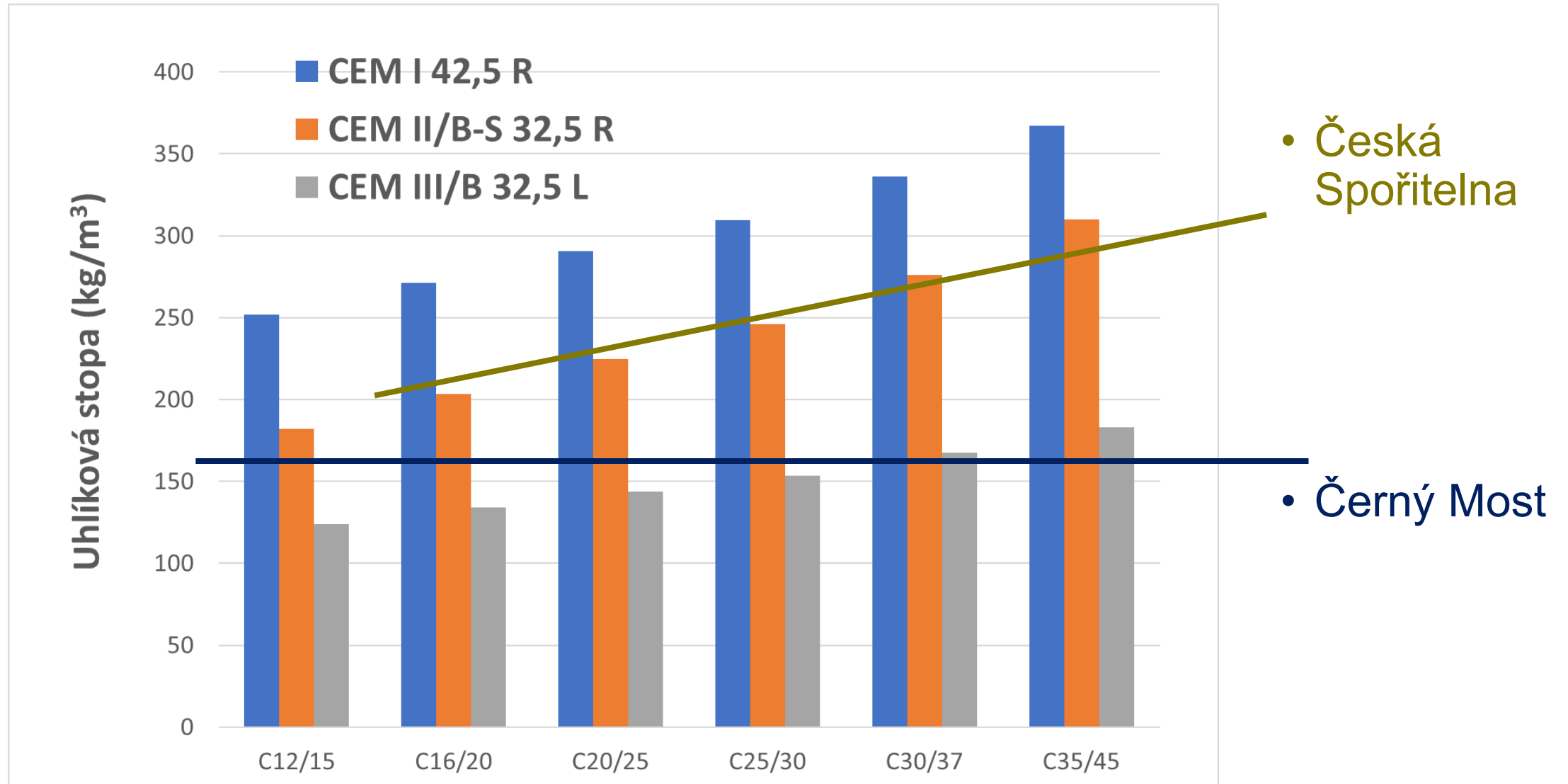
1.1. Beton

Beton použitý při výstavbě musí splňovat hodnoty uvedené v následující tabulce nebo nižší. Nižších hodnot lze dosáhnout nahrazením portlandského cementu struskoportlandským směsným cementem C II, popřípadě vysokopecními cementy C III s vyšším podílem granulované vysokopecní strusky.

Maximální hodnoty kgCO _{2e} na m ³						
Pevnostní třída betonu	20/25 (20/25 MPa)	25/30 (25/30 MPa)	28/35 (28/35 MPa)	32/40 (32/40 MPa)	35/45 (35/45 MPa)	40/50 (40/50 MPa)
kgCO _{2e} / m ³	208,9	221,5	234,8	259,3	274,8	293,5

Tabulka 1 – Požadavky na svázané emise CO_{2e} betonu

ZÁVISLOST UHLÍKOVÉ STOPY NA PEVNOSTÍ TŘÍDĚ A TYPU CEMENTU (VÝPOČET NA ZÁKLADĚ EPD)



JAK PROKÁZAT UHLÍKOVOU STOPU BETONU?

- LCA – life cycle assesment – posouzení životního cyklu
 - Studie, provádíme si sami podle normy ČSN EN 15804+A2
 - Typ LCA „od kolébky po bránu s možnostmi“
- EPD – Enviromental product declaration – Enviromentální prohlášení o produktu
 - My vydáme EPD (enviromentální prohlášení o produktu) na základě LCA
 - Ověření EPD ověřovatelem (TZÚS)
 - Uveřejněno v agentuře CENIA
 - Základ pro „zelené projekty“
 - Problematické vyhodnocení soutěže na základě EPD
- EPD cementu
 - Nezohledňují se reálné hodnoty uhlíkové stopy konkrétního cementu
 - počítá se s tabulkovými hodnotami z programu SimPro

UHLÍKOVÁ STOPA BETONU - ZÁVĚR

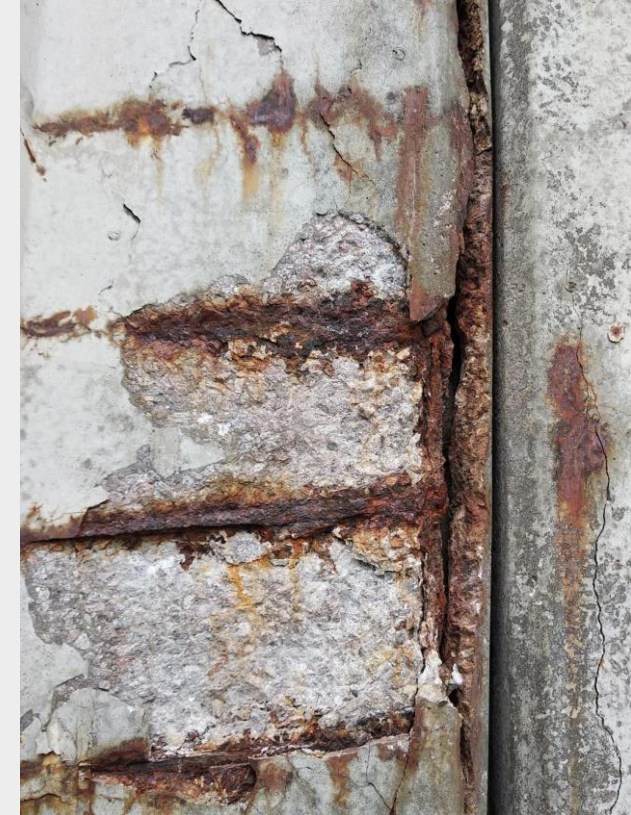
- Soutěže na základě uhlíkové stopy už jsou
- Není důležitá značka, nebo procentuální snížení uhlíkové stopy. **Zásadní je deklarace konkrétní hodnoty uhlíkové stopy**
- Hodnota uhlíkové stopy musí být spočítána na základě **LCA a EPD**
- Velmi **složitá kontrola** ze strany odběratele betonu
- Příprava LCA a EPD velmi **časově i finančně náročná**

TRVANLIVOST NEBO CO₂?



TRVANLIVOST BETONU = ZÁKLAD PRO UDRŽITELNOST

- Beton musí ochránit výztuž před korozi
- Trvanlivost betonu v prostředí XF (mrazové cykly)
 - Větší variabilita výsledků CHRL a mrazuvzdornosti u betonů s cementy CEM II a CEM III
 - Velký rozdíl mezi výsledky na laboratorních vzorcích a na reálné konstrukci
 - V podmínkách stavby je problematické dlouhodobé ošetřování, nutné zejména u cementů CEM III (ošetřování teplotní i vlhkostní)



BETONY Z RECYKLOVANÉHO KAMENIVA?



R-CRETE®



• Cirkulární ekonomika



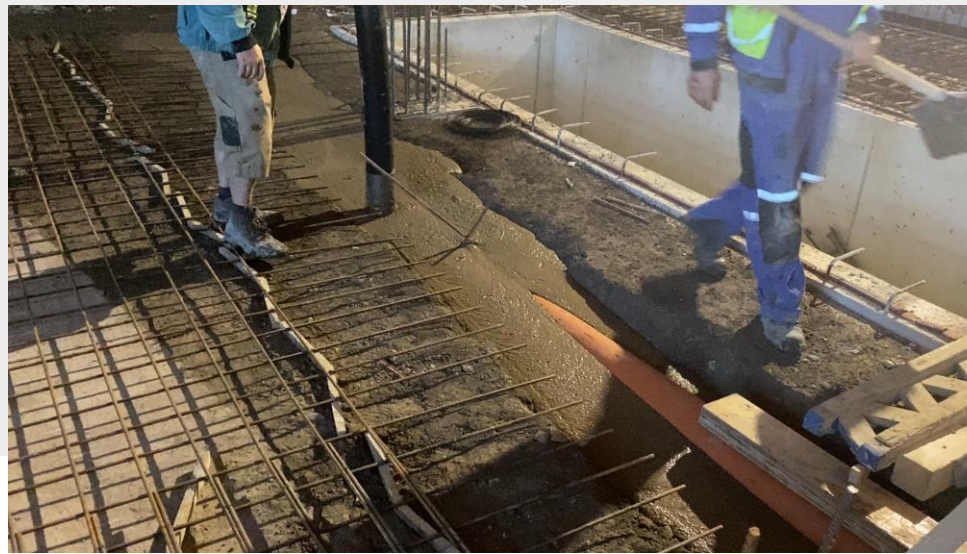
• CO₂





R-CRETE®

- Beton z recyklovaného kameniva
 - Beton z recyklátů jako dobrá ukázka cirkulární ekonomiky
 - Skvělé pro PR
 - Lépe představitelné než množství uhlíkové stopy
 - Pomáhá snižovat cenu betonu pro určitý typ konstrukcí
 - Skvělé pro nekonstrukční výplně - Terraflow
 - Z pohledu uhlíkové stopy neutrální



MŮŽE BÝT UHPC ZELENÉ?



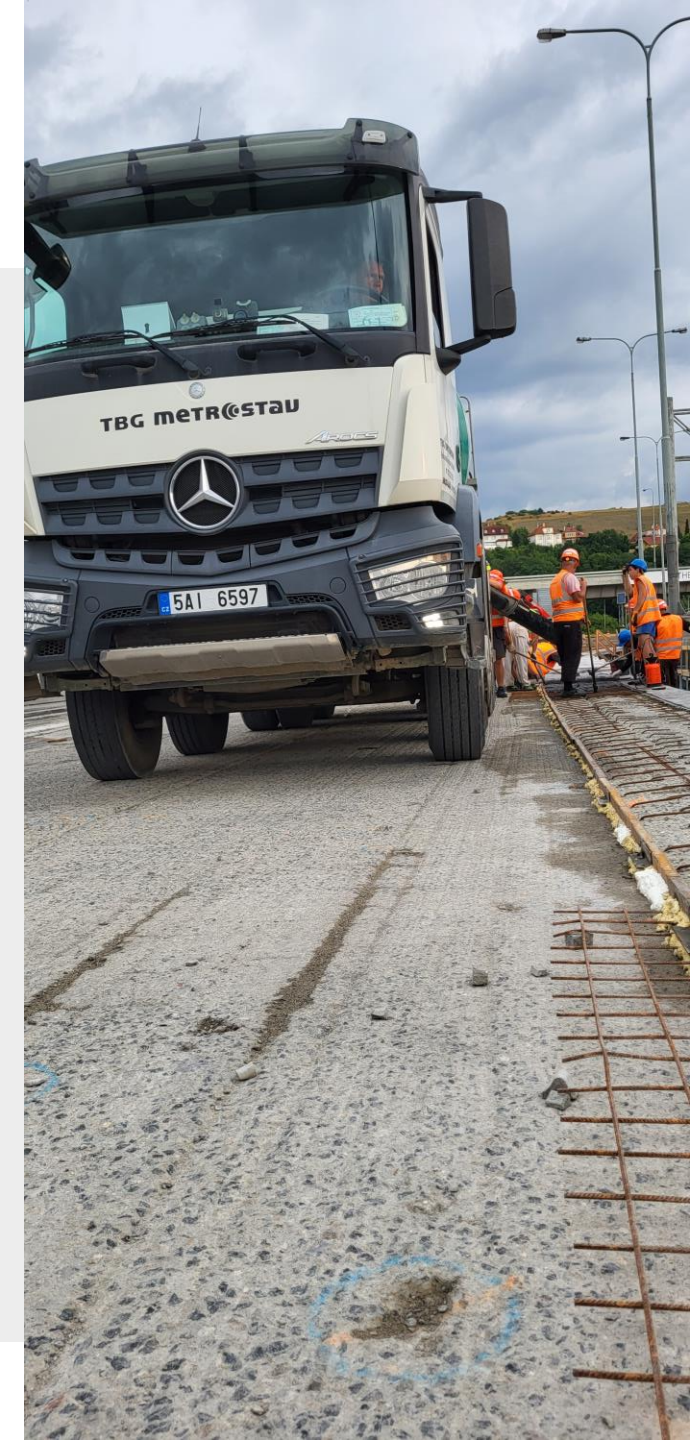
PRODLUŽOVÁNÍ ŽIVOTNOSTI STAVEB - SANACE

- UHPC

- vysoká uhlíková stopa, ale malá spotřeba
- velmi vysoká odolnost vůči vlivům prostředí
- 2x vyšší uhlíková stopa oproti betonu C35/45 XF4

- Řešení:

- Sanace stávajících konstrukcí
- Jádro konstrukce ze zeleného betonu a ochranná vrstva z UHPC



NÁŠ PŘÍSTUP - ZÁVĚR

- Stav - návrh receptur zeleným směrem už dnes řídí ekonomika
 - Dominantním cementem CEM II/B-S 32,5 R
 - Cementy CEM I a CEM III pro specifické aplikace
- **Zákazník náš pán**, chápat jeho potřeby a netlačit svojí ideologií (oba směry)
- Mít pro zákazníka kompletní podklady (**LCA + EPD**)
- Beton z recyklovaného kameniva v nabídce = **R-CRETE**
- Beton s minimalizovanou uhlíkovou stopou = **PERMACRETE**

DĚKUJI ZA POZORNOST

ROBERT COUFAL

