

# BETON Z RECYKLOVANÉHO KAMENIVA PRO OBYTNÝ SOUBOR ČERTŮV VRŠEK

Jan Tichý, Petr Dušta

V prosinci 2021 dokončila společnost Skanska Residential na jednom z libeňských kopců v Praze výstavbu rezidence Čertův vršek, jež získala ocenění Best of Realty. Jedná se o projekt, při jehož výstavbě byl kladen důraz na využití inovativních technologií a materiálů šetrných k přírodě. Zároveň se jedná o první obytné domy, jejichž základy, opěrné stěny, vnitřní stěny i výtahové šachty byly vyrobeny z betonu s recyklovaným kamenivem.

## RECYCLED AGGREGATE CONCRETE FOR RESIDENTIAL COMPLEX ČERTŮV VRŠEK

In December 2021, Skanska Residential completed the construction of the Čertův Vršek Residence on one of the Libeň Hills in Prague, which won the Best of Realty Award. This is a project, during the construction of which emphasis was placed on the use of innovative technologies and environmentally friendly materials. At the same time, these are the first residential houses whose foundations, retaining walls, internal walls and elevator shafts were made of concrete with recycled aggregate.



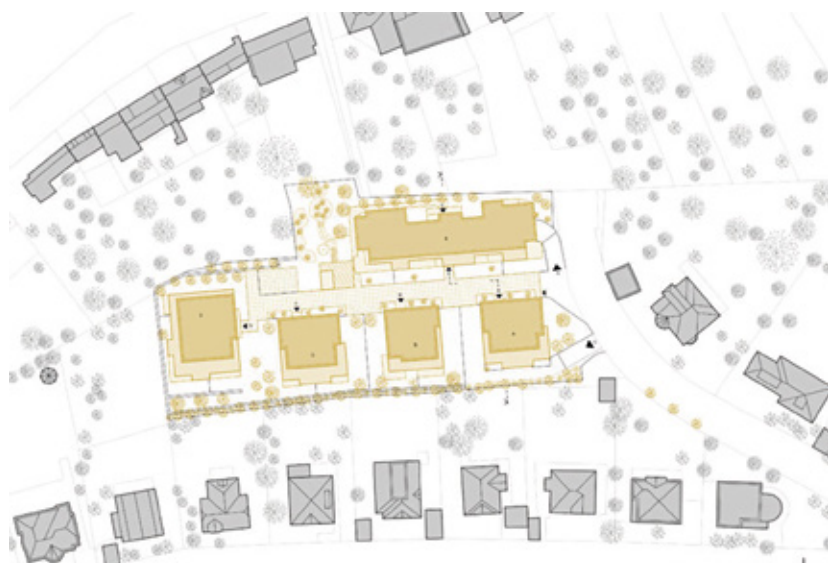
<b>Investor</b>	Skanska Residential a.s.
<b>Architekt</b>	CASUA, spol. s r.o.
<b>Generální zhotovitel</b>	Skanska a.s.
<b>Dokončení</b>	prosinec 2021

Obytný soubor Čertův vršek je členěn do pěti sekcí, které mají tři až čtyři nadzemní patra. Jednotlivé sekce jsou rozmístěny do dvou téměř rovnoběžných linií, které mezi sebou svírají uličku ústící do společné relaxační zahrádky. Celý areál je oplocen, má vjezdovou bránu a je vybaven kamerovým bezpečnostním systémem. Celkové rozmístění objektů a jejich uspořádání je přiblíženo na obr. 1 a 2.

Do budoucna si tento soubor budov odnáší velké prvenství. Jedná se o první projekt, kdy byl poprvé v ČR při výstavbě monolitických konstrukcí použit beton, při jehož výrobě bylo přírodní kamenivo ze 100 % nahrazeno kamenivem recyklovaným.

## Beton z recyklovaného kameniva

Beton je nejpoužívanější stavební materiál, který však ve značné míře spotřebovává přírodní zdroje jako je cement a kamenivo. Standardně se pro výrobu betonu jako plnivo používá přírodní kamenivo, a to buď těžené, nebo drčené, které se pak třídí na jednotlivé frakce. Zdroje přírodního kameniva jsou však limitované a neobnovitelné (více v článku Josefa Godányho v *Betonu 1/2021 – pozn. red.*). Dostupnost kameniva na trhu se tak neustále snižuje a v souvislosti



1 Vizualizace 2 Situace 3 Konstrukce z Rebetongu: a) čerstvý podkladní beton, b) opěrná stěna, c) vnitřní stěna, d) hotová výtahová šachta

1 Visualisation 2 Situation 3 Constructions from Rebetong: a) fresh concrete base slab, b) retaining wall, c) internal wall, d) finished elevator shaft



3a



3b



3c



3d

s tím markantně roste jeho cena. Tento trend se předpokládá i nadále, dokonce s větší intenzitou. Pro dosažení udržitelnosti stavebnictví, speciálně výroby betonu, a pro podporu cirkulárního hospodářství je tedy kladen zvláštní důraz na větší využívání druhotných surovin, v tomto případě méně kvalitního kameniva, byť nesplňuje některé požadavky pro výrobu betonu, např. nasákavost. Jeho použití do betonu je v technických předpisech značně limitováno nebo zakázáno z obavy, aby při standardní výrobě nebyly ohroženy výsledné vlastnosti betonu [1].

Recyklované kamenivo je vyráběno ze stavebně demoličních sutí vzniklých demolicí stavebních konstrukcí. Skládá se tedy z betonu, cihel, střešních tašek, keramiky ad., vyrábí se drčením a tříděním na jednotlivé frakce. Vzniká jako samostatný produkt specifickým výrobním postupem a ve většině případů nesplňuje požadavky na hutné kamenivo do betonu. Některé jeho vlastnosti lze však vylepšit do té míry, aby při jeho použití dosáhl výsledný produkt – beton – požadovaných užitečných vlastností [2].

Společnost Skanska provedla řadu laboratorního a provozního testování betonu s recyklovaným kamenivem, jenž je označován jako Rebetong.

Po tomto testování bylo přistoupeno k certifikaci systému řízení výroby (SŘV) betonu z recyklátu podle podnikové normy č. TN TRB 03/2019 na betonárně v Olomouci. Po skončení certifikačního procesu bylo v září 2019 vydáno stavební technické osvědčení (STO) č. 060-0449062 a v roce 2020 následovala certifikace dalších betonáren společnosti Skanska Transbeton pro výrobu betonu z recyklátu, a to v Praze-Uhřetíněvsi, Praze-Řeporyjích, ve Veltřech a v Brně. První praktické použití betonu se 100% náhradou přírodního kameniva recyklovaným bylo realizováno při výstavbě parkourového hřiště pro děti v komunitním areálu Cukrkandl v Praze-Modřanech (více v článku *Bohuslava Slánského v Betonu 1/2021 – pozn. red.*).

### Výstavba OS Čertův vršek

Při výstavbě obytného souboru Čertův vršek byly z betonu s recyklovaným kamenivem vyrobeny tyto monolitické konstrukce:

- podkladní betony: květen až červen 2020 (obr. 3a),
- opěrná stěna: červen 2020 (obr. 3b),
- vnitřní stěny: od července 2020 (obr. 3c),
- výtahové šachty: květen až srpen 2020 (obr. 3d).

### Zkoušky betonu

Pro kolaudaci objektů bylo nezbytné provést mimo jiné zkoušku vzduchové neprůzvučnosti. Pro vlastní potřebu jsme si zároveň sami provedli zkoušku přídržnosti omítky.

### Odrhová zkouška

Ve zvolené místnosti bylo na stěnu z Rebetongu, která byla napenetrována a opatřena omítkou Baunit, nalepeno pět terčíků podle ČSN 73 6242 přílohy B. Po zatvrdnutí byly provedeny odtrhy. Ve všech případech byl charakter porušení dle třídy B – kohezní porucha v sádrové omítkce. Pevnost v tahu za ohybu byla větší než 0,4 MPa.

### Stanovení vzduchové neprůzvučnosti

V rámci ověřovacích zkoušek jsme si nechali provést posouzení vzduchové neprůzvučnosti stěnové konstrukce z materiálu Rebetong výpočtem. Akustickou studii provedla společnost Greif-akustika [4], přičemž konstrukce vyhověla požadavkům dle ČSN 73 0532 ( $\geq 53$  dB). Dosažené výsledky jsou uvedeny v tab. 1.

Pro kolaudaci objektů bylo nutné provést zkoušku vzduchové neprůzvučnosti i přímo na stavbě. Byly vybrány dvě místnosti (č. 203.21 a 205.21),

**Tab. 1** Posouzení vzduchové neprůzvučnosti stěnové konstrukce z Rebetongu (min. 2 120 kg/m<sup>3</sup>) výpočtem**Tab. 1** Assessment of the airtightness of the Rebetong wall structure (min. 2 120 kg/m<sup>3</sup>) by calculation

	stěnová konstrukce		mezibytová stěnová konstrukce (+ 2× 15 mm sádrové omítky)	
	tloušťka 200 mm	tloušťka 220 mm	tloušťka 200 mm	tloušťka 220 mm
vypočtená vážená laboratorní neprůzvučnost	57 dB	58 dB	≥ 55 dB	≥ 56 dB

kde bylo 27. května 2021 od 16:15 do 17:30 h provedeno měření a vyhodnocení. Měření provedla společnost Akustické centrum [5]. Naměřená vážená stavební neprůzvučnost dosáhla v místnosti 203.21 hodnoty 58 dB, v místnosti 205.21 to bylo 57 dB. Konstrukce tak vyhověly požadavkům dle ČSN 73 0532.

### Kvalita a udržitelnost projektu

Společným jmenovatelem celého projektu je kvalita a udržitelnost, mezi něž patří i certifikovaný způsob výstavby, unikátní systém hospodaření s vodou, parkové úpravy i kvalitní zabezpečení celého areálu.

### Využití šedé a dešťové vody

Čertův vršek je teprve druhým českým developerským projektem, kde obyvatelé využívají recyklovanou, tzv. šedou vodu. Ta zajišťuje zejména snížení spotřeby pitné vody, a to až o čtvrtinu. Inovativní technologie se nachází v suterénu objektu a funguje tak, že odpadní voda z umyvadel, van a sprch se v technické místnosti přečistí a vrátí se zpět do oběhu pro účel splachování toalet.

#### 4 Pohled z libeňského kopce z nejvyššího patra residence

4 View of the Libeň Hill from the top floor of the residence



V rámci šetrného hospodaření s vodou byla v areálu instalována také akumulární nádrž zachycující dešťovou vodu, kterou obyvatelé využívají k zalévání předzahrádek a sdílené zahrady.

### Střecha domu šetří energii

Spotřebu energie pomáhají snižovat fototermitické panely, které jsou umístěny na střeše jedné ze sekcí. Solární energie předehřívá teplou užitkovou vodu a v průměru šetří až 60 % spotřeby zemního plynu, životnost kotle a životní prostředí. Na ostatních střechách je vysazena extenzivní zeleň, která přispívá ke zlepšení mikroklimatu v lokalitě a zachycuje téměř 100 % dešťových srážek. Díky důkladnému zateplení obálky budovy a kvalitním oknům s trojskly dosahuje projekt nízkoenergetického standardu s průkazem energetické náročnosti budovy kategorie B – velmi úsporná. Všechny bytové jednotky navíc disponují rekuperací, která pomáhá udržovat příjemné a zdravé vnitřní klima a zároveň snižuje náklady na ohřívání vzduchu v místnosti.

### Závěr

Čertův vršek zvítězil v prestižní soutěži Best of Realty (Nejlepší z reality), jež oceňuje výjimečné projekty již od roku 1999. V úterý 15. listopadu 2022 proběhlo slavnostní vyhlášení 24. ročníku, na kterém zvítězil v tradičně nejsilnější zastoupené kategorii rezidenčních projektů. Porotci ocenili především vysokou míru využití inovativních technologií a materiálů šetrných k přírodě, zároveň také architekturu respektující okolní zástavbu a moderní řešení společných částí bytového domu.

Výjimečná je rozhodně i výstavba několika železobetonových konstrukcí z betonu s recyklovaným kamenivem, jenž je patentem společnosti Skanska a jenž respektuje zásady cirkulární ekonomiky, kdy lze inertní stavební suť proměnit zpět na stavební materiál s dobrými vlastnostmi.

Na tuto stavbu bylo použito 808 m<sup>3</sup> Rebetongu, což představuje přibližně 20 % z celkového množství betonu použitého na výstavbu, v důsledku čehož bylo ušetřeno téměř 2 000 t přírodního kameniva.

Vzhledem ke stále se snižující zásobě přírodních zdrojů kameniva je využití alternativních zdrojů ekonomicky i environmentálně výhodné. Společnost Skanska nyní prosazuje použití betonu s recyklovaným kamenivem na všech svých stavbách.

Fotografie: Skanska



Ing. Jan Tichý, CSC.  
Skanska a.s.  
jan.tichy@skanska.cz



Ing. Petr Duša  
Skanska Residential a.s.  
petr.dusta@skanska.cz



# Nové řešení pro napojení nosných konstrukcí ušetří energie na vytápění

STĚNY A SLOUPY ZPŮSOBUJÍ 40 % VŠECH TEPELNÝCH MOSTŮ A VAZEB. JSOU ZODPOVĚDNÉ PŘIBLIŽNĚ ZA 10 % TEPELNÝCH ZTRÁT. SPOLEČNOST SCHÖCK NABÍZÍ UŽIVATELSKY PŘÍVĚTIVÉ A KVALITNÍ ŘEŠENÍ, KTERÉ PŘÍSPÍVÁ K TRVALE UDRŽITELNÉMU KONCEPTU BUDOV.

## Z PRAXE

„Od roku 2022 se v Česku znovu zpřísnily energetické požadavky na výstavbu nových budov. Jde o další krok směrem k energeticky nulovým budovám ZEB. Použitím produktů Schöck Sconnex® se může v případě jejich podrobného zohlednění ve výpočtu průkazu energetické náročnosti budovy výrazně přispět ke splnění požadavků na energetickou náročnost budov s téměř nulovou spotřebou. Reálně tak tyto produkty sníží tlak na realizaci účinných technologií či obnovitelných zdrojů energie.“

Ing. Michal Čejka  
 certifikovaný projektant pasivních domů

## VÝHODY PRODUKTOVÉ SKUPINY SCHÖCK SCONNEX®

### Stavební fyzika

- Redukce tepelných mostů a vazeb zvyšuje energetickou účinnost.
- Souvislá tepelněizolační vrstva zajišťuje bezpečné projekty.
- Vysoké povrchové teploty stěn předcházejí možným stavebním poruchám.

### Vzhled

- Elegantní vzhled, protože se izolace nevyvádí na navazující konstrukce.
- Architektonická svoboda u termicky namáhaných stavebních konstrukcí.
- Větší možnosti při návrhu náročných geometrií budov.

### Hospodárnost

- Vyšší kvalita a udržitelnost.
- Snížení nákladů, protože odpadá vyvádění izolace na navazující konstrukce.
- Systematické používání vede ke zmenšení tloušťky vnějšího zateplení.

Ať se již jedná o novostavby nebo o sanace, společnost Schöck nabízí progresivní stavební řešení a systémy, které splňují nejrůznější požadavky z hlediska stavebněfyzikálního, statického i konstrukčního.

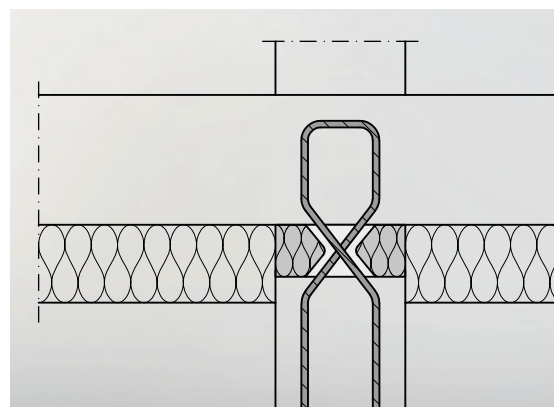
## Kontakt

### Schöck-Witteck s.r.o.

www.schoeck.com

Obchodní poradenství: wittek@wittek.cz

Technické poradenství: technici@wittek.cz



## SCHÖCK SCONNEX® TYP W

Prvek k přerušení tepelných mostů a vazeb u železobetonových stěn Schöck Sconnex® typ W přenáší velmi vysoké tlakové, tahové a smykové síly v podélném i příčném směru vůči stěně. Přenos zatížení lze přitom optimálně ovlivnit úpravou vzdálenosti mezi prvky a volbou vhodné typové varianty.



## SCHÖCK SCONNEX® TYP P

Schöck Sconnex® typ P je produktové řešení ke snížení tepelného toku u čtvercových, obdélníkových a také kruhových železobetonových sloupů. Skládá se z tepelněizolačního prvku a výztužného prvku, jež jsou oba nutné pro přenos zatížení. Tepelněizolační prvek má pevnou strukturu z lehčeného betonu, jehož speciální vlastnosti výrazně snižují tepelný tok, takže není nutné vyvádět tepelnou izolaci na sloupy.