



Výskum a inovácie pre dekarbonizáciu stavebnej činnosti prostredníctvom nízkoemisných stavebných procesov a materiálov v cirkulárnej ekonomike (DEKAST)

Kód projektu: 09I04-03-V02-00051

Financované Európskou úniou
z prostriedkov Plánu obnovy
a odolnosti SR



Financovaný
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



ÚRAD PODPRESEDU VLÁDY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY
PRE PLÁN OBNOVY
A ZNALOSTNÚ EKONOMIKU



VÝSKUMNÁ
AGENTÚRA

Výstup 10. Prezentačný materiál

k projektu s názvom „Výskum a inovácie pre dekarbonizáciu stavebnej činnosti prostredníctvom nízkoemisných stavebných procesov a materiálov v cirkulárnej ekonomike“

v rámci pracovného balíka KPB7 s názvom Analýza rozhodovania aktérov

Prezentačný materiál

august 2026

Zväz stavebného priemyslu Slovenska

Technická univerzita v Košiciach

www.tuke.sk/dekast



Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPÓRTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Obsah

1	ÚVOD	4
2	Charakteristika projektu a štruktúra riešenia	6
3	Hodnotenie uhlíkovej stopy budov počas životného cyklu	8
4	Uhlíková stopa stavebných materiálov a možnosti jej znižovania	12
5	Emisie skleníkových plynov v procese výstavby	16
6	Environmentálne hodnotenie prevádzky budov	20
7	Dekarbonizácia obnovy existujúceho fondu budov	22
8	Koncept nízkouhlíkovej budovy a zásady jej návrhu	24
9	Analýza rozhodovania aktérov trhu	26
10	Stratégia dekarbonizácie stavebníctva SR	30
11	Klimatická odolnosť a sociálna dostupnosť	32
12	Spoločné údaje, overovanie a ukazovatele pokroku	33
13	Odporúčania pre aktérov stavebného sektora	35
14	Komunikácia a prenos výsledkov	38
15	Záver	40
16	Zoznam skratiek	41
17	Zdroje	42

1 ÚVOD

Budovy a stavebníctvo sa podieľajú približne 40 % na globálnych emisiách CO₂ spojených s energiou a slovenské stavebníctvo vytvára 8,6 % hrubej pridanej hodnoty, najviac spomedzi porovnávaných krajín. O budúcej uhlíkovej stope rozhodujú rozhodnutia, ktoré sa v sektore prijímajú už dnes.

7 prepojených pracovných balíkov	> 2 000 analyzovaných EPD stavebných výrobkov	222 aktérov trhu zapojených do prieskumu	5 strategických smerov dekarbonizácie
---	---	---	--

Projekt DEKAST „Výskum a inovácie pre dekarbonizáciu stavebnej činnosti prostredníctvom nízkoemisných stavebných procesov a materiálov v cirkulárnej ekonomike“ realizovali Technická univerzita v Košiciach a Zväz stavebného priemyslu Slovenska. Jeho cieľom bolo vytvoriť odborné a metodické východiská pre transformáciu sektora – od výskumu nízkouhlíkových materiálov cez hodnotenie stavebných procesov, prevádzky a obnovy budov až po Stratégiu dekarbonizácie stavebníctva SR.

Tento prezentačný materiál bol vypracovaný v rámci pracovného balíka PB7, zameraného na analýzu rozhodovania aktérov stavebného sektora a prepojenie výsledkov výskumu s požiadavkami stavebnej praxe. Sprostredkúva kľúčové výsledky projektu v prehľadnej podobe a ukazuje, čo z nich vyplýva pre jednotlivé skupiny aktérov.

Každý adresát potrebuje z výsledkov iný typ informácie. Investor potrebuje rozumieť nákladom, prínosom a rizikám, projektant porovnateľným vstupom a jasnému technickému zadaniu, zhotoviteľ uskutočniteľným podmienkam realizácie a výrobca tomu, aké údaje má odovzdávať zákazníčkovi. Verejná správa potrebuje odlišiť systémové opatrenia od úloh jedného projektu. Materiál tieto pohľady prepája tak, aby sa pri odovzdávaní projektu medzi aktérmi nestrácali jeho pôvodné ciele.

Materiál je určený pre:

- **stavebné podniky** – ako merať a riadiť emisie stavby a znižovať ich spolu s nákladmi,
- **výrobcov stavebných materiálov** – kde je najväčšia páka dekarbonizácie výroby a aký dopyt po údajoch prichádza,
- **architektov a projektantov** – ako uplatniť hodnotenie životného cyklu už v počiatočných fázach návrhu,
- **súkromných a verejných investorov** – ako porovnávať varianty podľa emisií aj nákladov životného cyklu,
- **vlastníkov a prevádzkovateľov budov** – ako pripraviť obnovu na základe meraných údajov,
- **finančné inštitúcie a verejnú správu** – ako nastaviť podporu, financovanie a regulačné nástroje.

Hlavné zistenia projektu:

1. **Emisie skleníkových plynov treba sledovať počas celého životného cyklu.** Popri prevádzkovej energii rastie význam emisií z materiálov, výstavby a obnovy.
2. **Najväčší vplyv majú materiály s vysokou uhlíkovou náročnosťou.** Cement a vápno tvoria 7,6 % výdavkov stavebných prác, ale 33,2 % uhlíkovej stopy ich vstupov.
3. **GHG emisie stavby sa dajú riadiť.** Doprava a mechanizácia tvoria väčšinu emisií výstavby a vhodné opatrenia ich môžu znížiť o 30 – 50 %.
4. **Významná obnova budov je ťažiskom dekarbonizácie.** Hĺbková obnova s nízkouhlíkovými materiálmi znižuje emisie a v prípadových štúdiách nepreukázala vyššie finančné náklady.
5. **Bez merania nie je overená úspora.** Projektovaná hospodárnosť budovy sa musí potvrdiť v reálnej prevádzke.
6. **Trh potrebuje stabilné pravidlá, financovanie a jednoduché metodiky.** Priemerná pripravenosť organizácií je len 2,52 z 5.

Navrhované postupy a ukazovatele uvedené v materiáli predstavujú návod na uplatnenie výsledkov projektu. Ich uvedenie neznamena, že už boli zrealizované alebo schválené verejnou autoritou. Materiál je vhodné využiť pri príprave investičných zámerov, na odborných stretnutiach, pri vzdelávaní a konzultáciách; výsledkom diskusie má byť pomenovaný ďalší krok – doplnenie údajov, porovnanie variantov, pilotné overenie alebo zmena zadania.

2 Charakteristika projektu a štruktúra riešenia

Projekt sa realizoval od januára 2025 do augusta 2026 v rámci Plánu obnovy a odolnosti SR. Nadväzoval na projekt GreenDeal4Buildings – Zelená dohoda pre budovy, ktorý v rokoch 2021 – 2024 vytvoril slovenské cestovné mapy pre rezidenčné, nebytové a priemyselné budovy a mestskú infraštruktúru. DEKAST tento rámec neopakuje: dopĺňa ho o detailnejší technický výskum, aktuálne údaje o slovenskom sektore, prieskum trhu, nový regulačný kontext a výraznejší dôraz na uhlík počas celého životného cyklu.

Odborná práca bola rozdelená do siedmich vzájomne prepojených častí. Prvých päť skúma technické riešenia v jednotlivých fázach životného cyklu budovy, prieskum trhu ich konfrontuje s pripravenosťou aktérov a stratégia ich prepája s reguláciou, financovaním, kapacitami, dátami a zodpovednosťou jednotlivých aktérov.

Tabuľka 1 Štruktúra riešenia projektu DEKAST a jeho hlavné výstupy

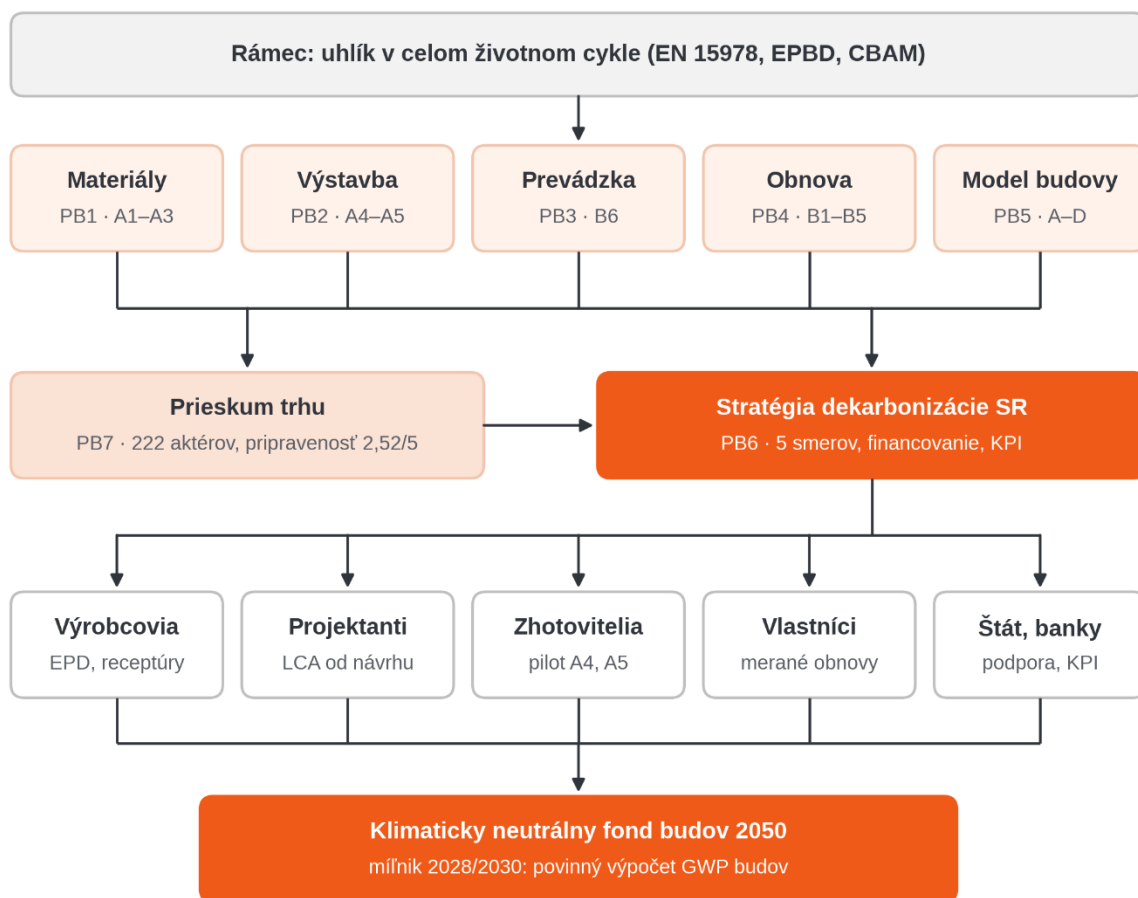
Časť	Zameranie	Hlavný výstup	Rozhodnutie podporované výsledkami
PB1	Stavebné materiály	uhlíková stopa kľúčových materiálov, inovatívne nízkouhlíkové materiály	ktoré materiálové varianty ďalej overovať a porovnávať
PB2	Proces výstavby	metodika emisií A4 a A5, inovatívny koncept procesu výstavby	kde merať spotrebu a znižovať emisie realizácie
PB3	Prevádzka budov	LCA a LCC administratívnych budov, rozdiel medzi vypočítanou a skutočnou spotrebou	ako riadiť a overovať skutočnú spotrebu
PB4	Obnova budov	prípadové štúdie významnej obnovy, vegetačné strechy, zásady obnovy	ako vybrať vzájomne zladený súbor opatrení
PB5	Nízkouhlíková budova	model a desať zásad návrhu nízkouhlíkovej budovy	ako spojiť technické a environmentálne hodnotenie návrhu
PB6	Stratégia dekarbonizácie	Stratégia dekarbonizácie stavebníctva SR s KPI	aké priority a podmienky rozvíjať v sektore
PB7	Rozhodovanie aktérov	prieskum 222 aktérov trhu, prezentačný materiál	ako výsledky vysvetliť a preniesť do praxe

Jednotlivé časti preto nemožno hodnotiť ako izolované zoznamy technológií. Materiálový variant ovplyvní realizáciu, prevádzkové požiadavky ovplyvnia návrh a finančné možnosti vlastníka ovplyvnia poradie obnovy.

Funkčná schéma projektu

Schéma zhrňa logiku celého riešenia. Rámec hodnotenia uhlíka počas celého životného cyklu určuje, čo sa sleduje. Päť technických častí prináša výsledky pre jednotlivé fázy životného cyklu budovy. Prieskum trhu ich konfrontuje s pripravenosťou aktérov a

stratégia z nich vytvára päť strategických smerov, financovanie a ukazovatele. Z nich vyplývajú konkrétne úlohy pre výrobcov, projektantov, zhotoviteľov, vlastníkov budov, štát a finančný sektor, ktorí spoločne smerujú ku klimaticky neutrálnemu fondu budov.

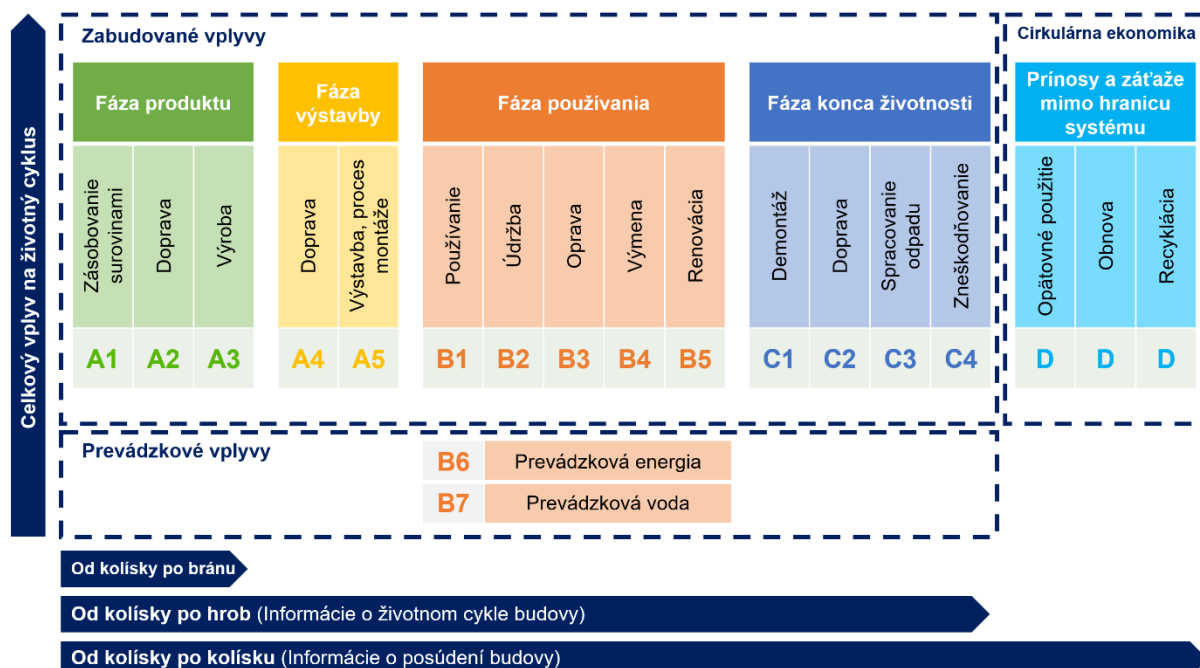


Obrázok 1 Funkčná schéma projektu DEKAST

3 Hodnotenie uhlíkovej stopy budov počas životného cyklu

Doterajšia transformácia budov sa sústreďovala najmä na energiu počas prevádzky. To už nestačí. Emisie vznikajú aj pri výrobe materiálov, doprave a výstavbe, neskôr pri údržbe a obnove a napokon pri demolácii či opätovnom využití prvkov. Približne 70 % emisií budov dnes tvorí prevádzka a približne 30 % zabudovaný uhlík; s dekarbonizáciou energetiky sa tento pomer posúva v prospech materiálov. DEKAST preto pracuje s princípom Whole Life Carbon: prevádzkový aj zabudovaný uhlík sa posudzujú spolu, ideálne už pri prvých investičných a projektových rozhodnutiach.

Samotná efektívnosť pritom nestačí. Podľa UNEP globálne prevádzkové emisie budov v roku 2024 vzrástli o 1 % na 9,9 Gt CO₂, hoci energetická intenzita budov sa od roku 2015 znížila o 8,5 % [1]. Efektívnejšia prevádzka jednotlivých budov teda ešte nezaručuje pokles celkových emisií rastúceho fondu – treba sledovať absolútne emisie aj to, či budova poskytuje porovnateľnú službu. Nižšia spotreba dosiahnutá skrátením prevádzky školy nie je rovnaký výsledok ako nižšia spotreba pri zachovaní vyučovania a kvality prostredia.



Obrázok 2 Životný cyklus budovy podľa normy EN 15978

Hodnotenie životného cyklu (LCA) podľa noriem EN 15804 a EN 15978 člení emisie do modulov. Hlavným ukazovateľom je potenciál globálneho otepľovania (GWP) vyjadrený ako ekvivalent oxidu uhličitého (kg CO₂e) – nejde len o hmotnosť samotného CO₂, ale o spoločné vyjadrenie klimatického účinku všetkých zahrnutých skleníkových plynov. LCA hodnotí environmentálne vplyvy, WLC označuje emisie počas celého životného cyklu a LCC sleduje náklady v čase; tieto pohľady sa dopĺňajú, ale nie sú navzájom zameniteľné.

Tabuľka 2 Etapy životného cyklu budovy a rozhodnutia aktérov

Etapa	Obsah hodnotenia	Rozhodnutia aktérov
A1 – A3	suroviny a výroba stavebných výrobkov	materiál, množstvo, výrobný postup
A4 – A5	doprava na stavbu a realizácia	logistika, mechanizácia, straty
B1 – B5	užívanie, údržba, opravy a renovácia	životnosť, opraviteľnosť, obnova
B6 – B7	prevádzková energia a voda	obal budovy, technológie, riadenie spotreby
C1 – C4	demontáž, doprava a spracovanie odpadu	selektívny postup, triedenie, nakladanie
D	prínosy a záťaže za hranicou systému	opätovné použitie a ďalšie materiálové využitie

Porovnávanie alternatív

Varianty sa dajú porovnať len pri rovnakom východisku: rovnakej funkcii, rovnakom rozsahu a rovnakom období hodnotenia. Stena s odlišnou nosnosťou alebo životnosťou nie je porovnateľná iba podľa emisií jednej tony materiálu a aj výrobok s nízkou jednotkovou stopou môže viesť k vyššiemu výsledku, ak ho treba použiť viac alebo častejšie vymieňať. Pre rozhodovanie je vhodné uvádzať súčasne absolútnu stopu variantu aj merný ukazovateľ s jasne určenou plochou a obdobím hodnotenia. Výsledok bez hraníc systému, jednotky a scenára nie je dostatočným podkladom na výber riešenia. Spoločný jazyk takéhoto hodnotenia ponúka európsky rámec Level(s), ktorý prepája uhlík, materiály, vodu, zdravie, komfort a klimatické vplyvy počas životného cyklu budovy [4].

Regulačný rámec

Posun k nízko-uhlíkovému stavebníctvu počas životného cyklu už nie je len odborným odporúčaním, ale súčasťou európskej legislatívy. Včasná príprava na nové požiadavky môže znížiť budúce investičné náklady a zvýšiť konkurencieschopnosť firiem.

Tabuľka 3 Vybrané regulačné míľniky s dopadom na stavebný sektor

Termín	Regulácia	Čo sa mení
1. 1. 2026	CBAM	uhlíkové vyrovnanie na hraniciach EÚ pre dovážaný cement, železo, oceľ a hliník
4. 5. 2026	EPBD	delegované nariadenie Komisie (EÚ) 2026/52 – spoločný rámec národného výpočtu GWP
31. 12. 2026	EPBD	finálny Národný plán obnovy budov
do 1. 1. 2027	EPBD – GWP	zverejnenie národných cestovných máp limitných hodnôt GWP a ich oznámenie Komisii
2027 / 2028	ETS2	predbežné aukcie od roku 2027, plná prevádzka emisného obchodovania pre budovy a dopravu v roku 2028
od 1. 1. 2028	EPBD	nové budovy verejných subjektov s nulovými emisiami (ZEB); výpočet GWP a jeho uvedenie v energetickom certifikáte nových budov nad 1 000 m ²
od 1. 1. 2030	EPBD	ZEB a vykazovanie GWP pre všetky nové budovy v rozsahu smernice
2034	CBAM	koniec bezplatných kvót, CBAM funguje na 100 %
2050	Európsky klimatický zákon	klimatická neutralita EÚ

Vplyv aktérov na fázy životného cyklu

Každý aktér hodnotového reťazca ovplyvňuje iné fázy životného cyklu. Najširší vplyv majú projektanti a investori, ktorí rozhodujú o koncepcii, materiáloch aj prevádzke. Výrobcovia rozhodujú najmä o fáze výroby a recyklačnom potenciáli, stavebné podniky o výstavbe a konci životnosti.

Tabuľka 4 Vplyv aktérov na fázy životného cyklu budovy

Aktér	A1 – A3	A4 – A5	B1 – B7	C1 – C4	D
Výrobcovia stavebných materiálov	●●●	●	●	●●	●●●
Architekti a projektanti	●●●	●●	●●●	●●●	●●●
Súkromní investori	●●●	●●	●●●	●●	●●
Verejní investori	●●●	●●	●●●	●●	●●
Stavebné podniky	●	●●●	●	●●●	●●

Legenda: ●●● vysoký vplyv, ●● stredný vplyv, ● mierny vplyv

3.1 Slovenské východiská a kvalita údajov

Obnova sa na Slovensku odohráva v prostredí mnohých vlastníkov, rozdielnych technických stavov a odlišných finančných možností. Rozhodnutie domácnosti o rodinnom dome vzniká inak než rozhodnutie samosprávy o škole alebo správcu rozsiahleho portfólia. Podobne treba vykladať rozdrobenosť stavebných podnikov: živnostníci tvoria veľkú časť počtu subjektov, ale menší podiel produkcie, preto je pri zavádzaní nových postupov vhodné pracovať súčasne s väčšími objednávatelmi a s jednoduchými nástrojmi dostupnými malým firmám.

Stratégia upozorňuje aj na obmedzenia štatistík. V niektorých členeniach sú nová výstavba, rekonštrukcie a modernizácie spojené, takže z nich nemožno priamo odvodiť tempo energetickej obnovy; ani počet vydaných energetických certifikátov sa nerovná počtu obnovených budov. Pri každej podporenej alebo sledovanej budove je preto vhodné viesť stabilný identifikátor, dôvod hodnotenia, rozsah zásahu a dátum uvedenia do prevádzky, energetický údaj viazať na plochu, spôsob užívania a metodiku a pri emisnom údaji uvádzať použité faktory a obdobie.

Tri hranice interpretácie výsledkov

1. **Meranie verus model** – meranie vypovedá o konkrétnej prevádzke, model o výsledku pri zvolených predpokladoch.
2. **Sektorová štatistika verus konkrétna budova** – priemer sektora nemusí platiť pre jednotlivý objekt.
3. **Názor respondentov verus overený výkon** – sebahodnotenie nie je nezávislým technickým meraním.

Zlúčenie týchto rovín vytvára zdanlivo presné, ale nesprávne závery; v materiáli sú preto jednotlivé typy údajov rozlišované.

4 Uhlíková stopa stavebných materiálov a možnosti jej

znižovania

Analýza uhlíkovej stopy slovenských stavebných prác ukázala výrazný nepomer medzi nákladmi a emisiami. Materiálová dekarbonizácia sa preto musí sústrediť na niekoľko kľúčových výrobkov s vysokou uhlíkovou náročnosťou.

7,6 % podiel cementu a vápna na výdavkoch stavebných prác	33,2 % ich podiel na uhlíkovej stope vstupov	693 kg CO ₂ e na tonu cementu (priemer 365 EPD)	-95,4 % potenciál elektrifikácie výroby tehál do roku 2050
--	---	---	---

Výskum vyhodnotil viac ako 2 000 environmentálnych vyhlásení o produkte (EPD) z medzinárodných databáz pre osem skupín materiálov a pre každú určil hlavné zdroje emisií a dekarbonizačné opatrenia.

Tabuľka 5 Uhlíková stopa kľúčových stavebných materiálov vo fáze výroby (A1 – A3)

Materiál	Počet EPD	Priemerný GWP-GHG	Hlavná páka dekarbonizácie
Kamenivo	80	2,88 kg CO ₂ e/t	lokálne zdroje, efektívna výroba, železničná doprava
Cement	365	693 kg CO ₂ e/t	nižší podiel slinku, doplnkové cementárske materiály, CCUS
Betón	329	232 kg CO ₂ e/m ³	optimalizácia množstva a druhu cementu
Oceľ	678	2 061 kg CO ₂ e/t	recyklovaný šrot, elektrické oblúčkové pece
Hliník	250	6,72 kg CO ₂ e/kg	recyklácia, separácia zliatin, nízkouhlíková elektrina
Sklo	238	46,1 kg CO ₂ e/m ²	elektrifikácia tavenia, recyklované črepy
Plasty	80	3,48 kg CO ₂ e/kg	podiel recyklátu, výber polyméru
Pálené tehly (SR)	–	81,7 kg CO ₂ e/t	elektrifikácia výpalu, dekarbonizovaný energetický mix

Dekarbonizačné opatrenia podľa skupín materiálov

- **Cement a betón:** samotná energetická efektívnosť zníži emisie cementárne len o 4 – 8 %, pretože väčšina emisií vzniká pri kalcinácii vápenca. Rozhodujúce je znižovanie podielu slinku, doplnkové cementárske materiály, alternatívne spojivá a palivá, elektrifikácia a perspektívne CCUS.
- **Oceľ a hliník:** kľúčové sú recyklovaný šrot, elektrické oblúčkové pece, recyklácia a nízkouhlíková elektrina; od roku 2026 ich dovoz zaťažuje aj CBAM.

- **Kamenivo:** slovenské EPD vykazujú 2,07 – 3,30 kg CO₂e/t; pri veľkých objemoch rozhoduje lokálnosť, efektívna výroba a doprava.
- **Drevo:** viaže atmosférický uhlík; podmienkou je udržateľné obhospodarovanie lesov a dlhá životnosť výrobkov.
- **Údaje:** Slovensko zatiaľ nemá národnú databázu materiálov ani cestovnú mapu limitov uhlíkovej stopy budov, akú majú Francúzsko, Dánsko či Holandsko.

4.1 Inovatívne nízkouhlíkové stavebné materiály

Experimentálna časť projektu overila dve línie vývoja materiálov z druhotných surovín. Hodnotenie nesledovalo len uhlíkovú stopu, ale aj technické vlastnosti a širšie princípy cirkulárnej ekonomiky – zhodnocovanie odpadov, úsporu primárnych surovín a uzatváranie materiálových tokov.

Ľahké stavebné hmoty na báze recyklovaných surovín

Testovali sa zmesi s tehlovým, betónovým, keramickým a pórobetónovým recyklátom a plastovou drvinou. Ľahké hmoty dosiahli objemovú hmotnosť pod 2 000 kg/m³ pri spoľahlivo použiteľných pevnostiach; najlepší potenciál pre nízku objemovú hmotnosť majú tehlový a pórobetónový recyklát a plastová drvina. Sú vhodné na ľahké potery, vyrovnávacie a izolačné vrstvy, výplňové tvarovky, priepustné vrstvy spevnených plôch či protihlukové bariéry.

Tabuľka 6 Uhlíková stopa zmesí s recyklovaným kamenivom (A1 – A3)

Zmes	GWP (kg CO ₂ e/m ³)	Zmena oproti referencii
B1 – referenčná zmes	432,21	–
B2 – tehlový recyklát	433,64	+0,33 %
B3 – pórobetónový recyklát	428,57	–0,84 %

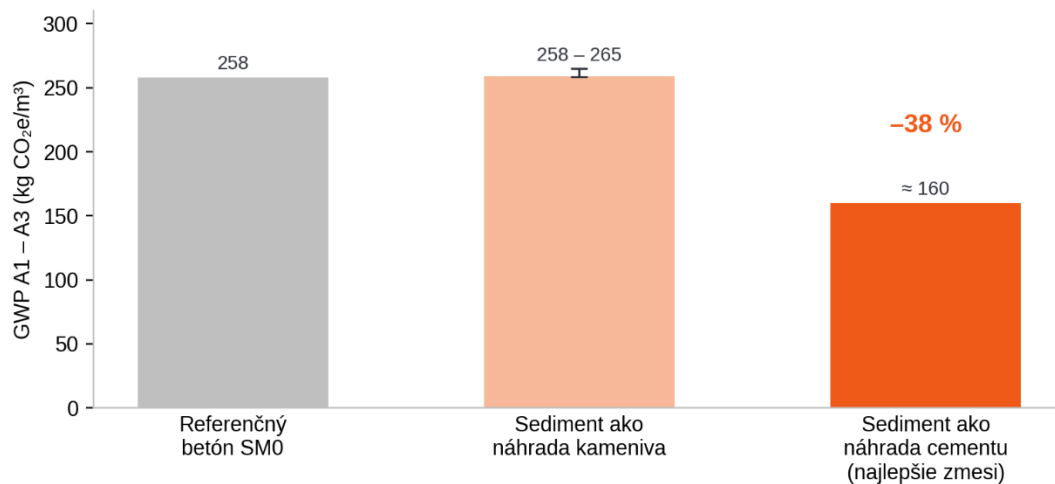
Náhrada kameniva recyklátom teda uhlíkovú stopu takmer nemení, pretože rozhoduje spojivo. Prínos recyklátov spočíva najmä v úspore primárnych surovín a znížení množstva stavebného a demolačného odpadu.

Dnové sedimenty z vodných nádrží

Sedimenty dnes zanášajú vodné nádrže, znižujú ich retenčnú kapacitu a pri odbahňovaní končia ako odpad. Výskum ukázal, že môžu byť cennou surovinou – ako náhrada kameniva aj ako náhrada cementu.

- **Náhrada kameniva:** pri 20 % náhrade frakcie 4/8 mm boli pevnosti dokonca vyššie ako pri referenčnom betóne, pri úplnej náhrade nižšie len približne o 15 %. GWP sa prakticky nemení, šetrí sa však prírodný piesok, ktorého je v regióne čoraz menej.
- **Náhrada cementu:** GWP zmesí kleslo o 19 až 38 %; najlepšie zmesi dosiahli približne 160 kg CO₂e/m³ oproti 258,12 kg CO₂e/m³ referenčnej zmesi.

- **Trvanlivosť:** po 50 cykloch zmrazovania a rozmrazovania si kompozity zachovali 85 – 93 % pevnosti v ťahu pri ohybe, pri strate hmotnosti 1,33 – 2,5 %.



Obrázok 3 Vplyv spôsobu využitia sedimentu na uhlíkovú stopu betónu

Ďalším krokom je overenie dlhodobej trvanlivosti (odolnosť voči síranom, mrazu a rozmrazovaniu), optimalizácia receptúr a prechod z laboratória do výroby spolu s vyjasnením legislatívneho postavenia sedimentov.

Postup zavádzania nových materiálov do praxe

1. **Výrobca** vytvorí technickú kartu variantu, určí zamýšľané použitie a doloží vlastnosti relevantné pre danú aplikáciu.
2. **Projektant** preverí, či variant spĺňa požiadavky konštrukcie a či sú environmentálne údaje použiteľné v spoločnom výpočte.
3. **Zhotoviteľ** overí podmienky spracovania a kontrolu kvality.
4. **Investor** schváli riešenie po zohľadnení nákladov, rizík a dostupnosti.

V komunikácii je potrebné odlišovať laboratórny výsledok, pilotné overenie a bežnú výrobu. Vyšší podiel recyklátu nie je sám osebe dôkazom nižšej stopy hotovej konštrukcie – zmeniť sa môže dávka spojiva, spracovateľnosť, potrebná hrúbka alebo doprava.

4.2 Odporúčania pre dekarbonizáciu stavebných materiálov v SR

Analýza stratégií Francúzska, Dánska, Holandska, Fínska, Švédska, Nórska, Nemecka, Česka a Maďarska ukázala spoločnú postupnosť: národná metodika LCA, národná databáza materiálov, EPD ako zdroj dát, povinné vykazovanie, limity Whole Life Carbon sprísňované každých 3 – 5 rokov a Digitálny pas stavebných výrobkov. Pre Slovensko z toho vyplýva šesť odporúčaní:

1. pripraviť podmienky na Digitálny pas stavebných výrobkov a hodnotenie Whole Life Carbon s využitím skúseností slovenskej platformy EPDsquare,
2. prioritizovať dekarbonizáciu materiálov podľa potenciálu znižovania emisií – cement, betón, oceľ, hliník,
3. podporovať výber materiálov na základe environmentálnych vlastností počas celého životného cyklu,
4. podporovať integrovanú dekarbonizáciu energeticky náročných výrob – elektrifikácia, OZE, rekuperácia tepla, CCUS,
5. posilniť obehové hospodárstvo – selektívna demolácia, kvalitné triedenie, trh s recyklátmi a zhodnocovanie sedimentov,
6. prepojiť výskum, inovácie, vzdelávanie a prax vrátane integrácie LCA do BIM.

4.3 Environmentálne vyhlásenia o produkte a porovnávanie výrobkov

Environmentálne vyhlásenie o produkte (EPD) poskytuje štandardizované údaje o environmentálnych vplyvoch výrobku. EPD je podklad na hodnotenie, ktorého použiteľnosť závisí od pravidiel, jednotky a rozsahu. Investor má preto požadovať zrozumiteľné vysvetlenie výsledku, nie iba prítomnosť dokumentu v ponuke [6].

Tabuľka 7 Poskytnutie environmentálnych údajov

Kontrolná oblasť	Otázka pred použitím údajov
Identita výrobku	pokrýva EPD dodávaný produkt, jeho variant a výrobný závod
Časová platnosť	je dokument platný a jeho verzia jednoznačne určená
Jednotka	je údaj na kg, tonu, m ³ alebo funkčný prvok a je k dispozícii objemová hmotnosť na prepočet
Rozsah	ktoré moduly, kategória GWP a scenáre sú zahrnuté
Technická funkcia	spĺňajú porovnávané varianty rovnaké požiadavky na nosnosť, tepelnú ochranu, požiaru bezpečnosť a odolnosť
Prepojenie na stavbu	je známe skutočné množstvo, doprava, životnosť a počet výmen

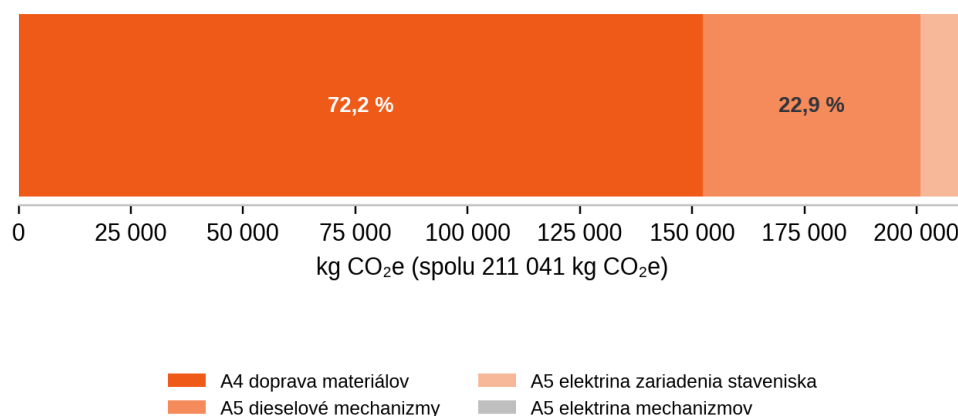
Údaje majú byť súčasťou dodávky. Zmluva má určiť, kto ich poskytne, v akom formáte a termíne; pri zmene výrobku počas realizácie sa má preveriť aj environmentálny výpočet a správca má pri odovzdaní dostať dokumentáciu skutočne zabudovaných výrobkov. Nové nariadenie o stavebných výrobkoch (CPR) vytvára rámec pre environmentálne informácie a digitalizáciu, prechod produktových rodín však prebieha postupne podľa harmonizovaných špecifikácií – pre konkrétny výrobok treba overiť príslušný režim [7].

5 Emisie skleníkových plynov v procese výstavby

Časť Proces výstavby presúva pozornosť priamo na stavenisko. Vytvorila metodiku, ktorá stavbu člení na technologické etapy a ku každej priraduje mechanizmy, energetické vstupy a zdroje emisií. Vstupom sú údaje, ktoré stavba bežne generuje: spotreba nafty, benzínu, LPG, elektriny a plynu, prevádzkové hodiny mechanizmov a preprava materiálov a odpadu v tonokilometroch.

211 041 kg CO ₂ e spolu A4 a A5	72,2 % podiel dopravy materiálov A4	27,8 % podiel realizácie stavby A5	82,6 % podiel nafty v A5
--	---	--	------------------------------------

Metodika bola overená na prípadovej štúdii bytového domu Tramín. Emisie dopravy materiálov a realizácie stavby dosiahli 58,62 kg CO₂e na m² podlahovej plochy, čo predstavuje približne 1,9 % uhlíkovej stopy budovy za 50 rokov. Ide však o emisie, ktoré vznikajú ešte pred odovzdaním budovy a dajú sa výrazne ovplyvniť bez zmeny architektonického riešenia.



Obrázok 4 Štruktúra emisií dopravy a realizácie bytového domu Tramín

Najvyššie emisie vznikajú pri zemných prácach a odvoze zeminy, zakladaní a betonáži, prevádzke vežových žeriavov, výťahov a čerpadiel betónu a pri zariadení staveniska. Dokončovacie práce sú energeticky podstatne menej náročné, ale generujú veľa materiálových tokov a odpadu.

Tabuľka 8 Opatrenia na dekarbonizáciu staveniska podľa investičnej náročnosti

Horizont	Opatrenia	Investícia	Efekt na CO ₂
Okamžité	vypínanie motorov pri nečinnosti, 100 % LED osvetlenie, dôsledné triedenie odpadu	nízka	nízky až stredný
Strednodobo	palivo HVO100 (až –90 % GHG), prenájom elektrických minirýpadiel, batériové úložiská namiesto generátorov	stredná	vysoký
Strategicky	ťažká elektrická mechanizácia, BIM modelovanie logistiky, solárne stavebné bunky	vysoká	veľmi vysoký

Pri elektrifikácii mechanizmov sa majú posúdiť výkon, dostupnosť napájania, prevádzkové podmienky a emisný faktor elektriny – rozhodnutie sa nemá opierať iba o absenciu výfuku na stavenisku. Pri prefabrikácii treba hodnotiť výrobu, dopravu, montáž aj výsledné materiálové straty. Samotná prípadová štúdia nepreukazuje univerzálnu mieru úspor pre ostatné stavby; zhotoviteľ má preto vybrať niekoľko významných procesov, stanoviť východiskový stav a overiť zmenu na porovnateľnej práci.

Tabuľka 9 Minimálny údajový záznam zo staveniska

Položka	Zaznamenávaný údaj	Doklad alebo kontrola
Mechanizmus	identifikátor, typ, pracovná činnosť	zoznam zariadení a evidencia práce
Palivo	druh a množstvo za obdobie	výdaj paliva alebo meranie
Elektrina	spotreba a miesto odberu	elektromer alebo fakturačný údaj
Doprava	hmotnosť, trasa, vzdialenosť, druh vozidla	dodací list a prepravný záznam
Materiálové straty	dodané a zabudované množstvo	súpis prác a skladová evidencia
Odpad	druh, hmotnosť, spôsob odovzdania	evidencia a doklad príjemcu

Rozsah záznamu má byť primeraný veľkosti stavby – pri menšom projekte postačí zjednotený mesačný záznam, pri väčšej stavbe členenie podľa technologických etáp. Metóda musí zabrániť dvojitému započítaniu tej istej jazdy cez spotrebu paliva aj tonokilometre a výsledok má obsahovať absolútnu hodnotu aj vzťah k vykonanej práci, pretože nižšia spotreba môže byť aj dôsledkom menšieho objemu zákazky.

5.1 Inovatívny koncept procesu výstavby

Inovatívny koncept posúva metodiku z dodatočného výpočtu do každodenného riadenia stavby. Výstavba sa mení z postupnosti samostatne riadených činností na jeden merateľný tok rozhodnutí: každá technologická etapa dostane uhlíkový rozpočet, vlastníka dát, digitálny kontrolný bod a vopred určené nápravné opatrenie.

Cieľový proces riadený dátami a rozhodovacími bránami

Každá etapa má vlastníka dát, uhlíkový rozpočet, kontrolný bod a nápravné opatrenie.



Obrázok 5 Cieľový proces výstavby riadený digitálnymi bránami

Sedem návrhových princípov konceptu:

1. **Jedna verzia údajov** – harmonogram, množstvá, doprava, spotreby a emisie sa evidujú v spoločnom dátovom prostredí.
2. **Rozhodovanie pred vznikom GHG emisií** – alternatívy sa porovnávajú pred objednávkou alebo nasadením stroja.
3. **Riadenie podľa technologických etáp** – každá etapa má vstupné podmienky, rozpočet, meranie a výstupné overenie.
4. **Meranie pri zdroji** – údaj sa zaznamená pri dodávke, tankovaní, nabíjaní či odovzdaní odpadu.
5. **Odchýlka spúšťa činnosť** – dashboard bez vlastníka a reakcie nie je riadiaci nástroj.
6. **Uhlík spolu s časom a nákladmi** – optimalizácia nesmie zhoršiť bezpečnosť, kvalitu ani kritickú cestu.
7. **Opakovateľnosť** – dátová štruktúra a kontrolné brány sa používajú na každom projekte.

Osem rozhodovacích brán (G0 – G7) – od schválenia uhlíkového rámca cez uvoľnenie dodávky a etapy až po digitálne odovzdanie – zabezpečuje, že sa práce ani dodávky neuvoľnia bez overenia kvality, bezpečnosti, času, nákladov a uhlíka. Odchýlka sa rieši podľa jednoduchého semafora: v tolerancii sa pokračuje, pri oranžovej vlastníik do 24 hodín určí príčinu a opatrenie, pri červenej sa ďalšia dodávka alebo pracovný cyklus neuvoľní bez rozhodnutia vedenia stavby.

Tabuľka 10 Odporúčané pilotné ukazovatele riadenia emisií na stavbe

Ukazovateľ	Frekvencia	Odporúčaný pilotný cieľ
Emisie dopravy materiálov A4	mesačne a po etape	zníženie najmenej o 15 % oproti základni
Emisie realizácie stavby A5	mesačne a po etape	zníženie najmenej o 20 % oproti základni
Vyťaženosť vozidiel	týždenne	najmenej 80 % pri plánovateľných dodávkach
Čakanie vozidiel	denne	medián najviac 20 minút
Voľnobeh mechanizmov	denne a týždenne	najviac 10 % motohodín
Materiálová strata	po materiálovej skupine	pod 3 % pri štandardných položkách
Zhodnotenie odpadu mimo skládky	mesačne	najmenej 90 % pri zhodnotiteľných odpadoch
Úplnosť povinných dát	týždenne	najmenej 95 %

Postup zavedenia konceptu**Tabuľka 11** Odporúčaný postup zavedenia konceptu

Obdobie	Fáza	Hlavné kroky	Výstup
0 – 30 dní	Príprava	tím, hranice A4 a A5, dátový slovník, základňa, pilotné KPI a etapy	schválený pilotný plán
31 – 60 dní	Nastavenie	formuláre a integrácie, označenie objektov a strojov, časové okná, merače, školenie	funkčný zber údajov
61 – 90 dní	Pilotná prevádzka	denné a týždenné cykly, sledovanie odchýlok, overenie dôkazov	prvý uzavretý cyklus etapy
4 – 6 mesiacov	Rozšírenie	ďalšie etapy, dodávatelia, odpadové toky, automatizovaný reporting	projektový dashboard A4 a A5
po dokončení	Štandardizácia	vyhodnotenie základne, aktualizácia cieľov, šablóny pre ďalšie projekty	podnikový štandard

Prvým výsledkom nemá byť rozsiahly informačný systém, ale spoľahlivý týždenný riadiaci cyklus s preukázateľnými údajmi o doprave, palivách, energii, odpade a výkone. Tieto kroky sa prekrývajú s produktivitou – menej jazd, prestojov, odpadu a materiálových strát znamená spravidla aj nižšie náklady.

6 Environmentálne hodnotenie prevádzky budov

Časť Prevádzka budov ukazuje, že prevádzková energia zostáva v existujúcich budovách najväčšou položkou uhlíkovej stopy a že projektovaný výkon sa musí potvrdiť v reálnej prevádzke. Bez merania nemožno spoľahlivo overiť úspory ani odhaliť odchýlku medzi projektovanou a skutočnou spotrebou.

> 40 % nižšie prevádzkové emisie budovy s biosolárnou strechou	58,7 % podiel prevádzkovej energie B6 na celkovom vplyve	60 – 180 rokov životnosti v analyzovaných scenároch	5 porovnaných administratívnych budov
---	---	--	--

Porovnanie budovy s biosolárnou a konvenčnou strechou

Hodnotenie životného cyklu dvoch slovenských administratívnych budov počas 60 rokov s reálnou spotrebou energie a vody ukázalo, že budova s biosolárnou strechou má síce vyššie emisie pri výrobe a výstavbe, ale výrazne nižšie emisie z prevádzkovej energie. Z hľadiska celého životného cyklu vychádza lepšie a s predlžovaním životnosti sa rozdiel zväčšuje – po 180 rokoch dosahuje 3 470 oproti 4 682 kg CO₂e/m².



Obrázok 6 Porovnanie uhlíkovej stopy budovy s biosolárnou a konvenčnou strechou

Vypočítaná a skutočná spotreba energie

Štúdiá piatich administratívnych budov prepojila LCA, LCC a multikriteriálnu analýzu a porovnala spotrebu vypočítanú v energetických certifikátoch so skutočne nameranou spotrebou.

- **Statické výpočty môžu skresliť realitu:** pri trhovom scenári cien a emisných faktorov sa poradie budov podľa optimality výrazne menilo.
- **Najstabilnejšie riešenie:** budova s nízko-teplotným tepelným čerpadlom zem-voda a systémom aktivácie betónového jadra (TABS), s 48,8 % obnoviteľných vstupov celého súboru.

- **Ekonomika:** vyššie investičné náklady tepelného čerpadla sa počas 50 rokov kompenzujú nižšími prevádzkovými nákladmi.
- **Trend:** s dekarbonizáciou elektriny je prevádzka čistejšia a rastie relatívny význam zabudovaného uhlíka materiálov.

Súčasťou riešenia bola aj kvantifikácia emisií zo spotreby elektriny v meste Košice za roky 2019 – 2023 podľa odvetví, ktorá ukázala, že vývoj emisií nie je stabilne klesajúci a vyžaduje sústavné sledovanie.

Overovanie úspor

Na vyhodnotenie zmeny je potrebný východiskový stav – spotreba, charakter prevádzky, podmienky merania a relevantné vonkajšie vplyvy. Po realizácii opatrenia sa porovná stav pri primerane zohľadnených rozdieloch. Ak budova pred obnovou nebola dostatočne vykurovaná a po obnove poskytuje vyšší komfort, časť prínosu sa prejaví zlepšením služby, nie poklesom účtu za energiu. Energetický, emisný a finančný výsledok je preto potrebné oddeľovať: spotreba môže klesnúť, kým cena za jednotku vzrastie, a emisie sa menia aj zmenou emisného faktora dodanej energie.

Odporúčania pre vlastníkov a prevádzkovateľov budov

- zaviesť energetický manažment, ktorý sleduje, kde, kedy a na čo sa energia spotrebúva, a merať samostatne významné energetické toky (vykurovanie, teplá voda, chladenie),
- v prevádzkovom pláne určiť, kto kontroluje údaje, reaguje na výstrahy riadiaceho systému a môže meniť nastavenia,
- pri odovzdaní budovy zabezpečiť zaškolenie správcu, prístupy a popis funkcií a zaznamenávať zmeny prevádzkových režimov,
- pravidelne porovnávať skutočnú spotrebu s projektovanou a vysvetľovať odchýlky v krátkom prevádzkovom prehľade,
- pri výmene zdrojov tepla uprednostniť tepelné čerpadlá a obnoviteľné zdroje energie.

7 Dekarbonizácia obnovy existujúceho fondu budov

Takmer deväť z desiatich domov na Slovensku sú rodinné domy, dve tretiny fondu vznikli pred rokom 1980 a takmer dve pätiny domov neprešli žiadnou rekonštrukciou. Nová výstavba nestačí fond nahrádzať, takže o budúcich emisiách rozhodne obnova. Časť Obnova budov potvrdzuje, že obnova musí spájať energetiku, uhlík a ekonomiku životného cyklu.

6 – 14 % nižšie zimné tepelné straty vegetačných striech	–50,5 % uhlíkovej stopy pri obnove kultúrneho domu	3,2 × viac biogénneho uhlíka s bio- izoláciami	144 tis. eur úspora na údržbe a výmenách na objekt
---	---	---	---

Vegetačné strechy – experiment greenIZOLA

Na experimentálnej platforme greenIZOLA sa sledovala tepelná odozva vegetačných striech v lete bez dažďa, v daždivom lete, v zime a v zime so snehovou pokrývkou. Dve sledované skladby znížili v zimných obdobiach tepelné straty približne o 6 – 14 % oproti referenčnej štrkovej streche. Vegetačné strechy zároveň stabilizujú povrchové teploty, zadržiavajú zrážkovú vodu a zlepšujú mikroklimu – prispievajú k energetike, adaptácii na zmenu klímy aj kvalite mestského prostredia. Údaj sa vzťahuje na sledované skladby a podmienky experimentu a nemožno ho preniesť na ročnú úsporu energie celej budovy ani na každú vegetačnú strechu.

Prípadové štúdie významnej obnovy

Tabuľka 12 Vybrané výsledky prípadových štúdií obnovy budov

Objekt	Riešenie	Hlavný výsledok
Kultúrny dom	betón C25/30 so 75 % vysokopecnej trosky, zachovanie konštrukcií	zabudovaný uhlík –57,1 %, celková uhlíková stopa –50,5 %, investičné náklady –7,2 % (–140 977 €)
Rozšírenie základnej školy	nízkouhlíkový variant materiálov	úspora 111 716 kg CO ₂ e, náklady životného cyklu –3,2 % (–54 688 €)
Školy a kultúrne domy	izolácie na báze obnoviteľných surovín	emisie z výroby materiálov –6,8 %, 3,2-násobne viac biogénneho uhlíka, recyklačný potenciál +10 %
Administratívna budova	postupná modernizácia zdroja tepla 1996 – 2025	potreba tepla –70 %, primárna energia –69 %, emisie CO ₂ –98 %
Školské budovy	fotovoltaika a batériové úložiská	fotovoltaika pokrýva 23,3 % spotreby elektriny, batérie ďalších 16,6 %

Scenár s biomateriálmi si vyžiadal približne o 4,3 % vyššie investičné náklady, ktoré sa však vrátili v nižších nákladoch na údržbu a výmeny. Nižšia uhlíková stopa teda nemusí znamenať drahšiu obnovu – rozhoduje, či sa varianty porovnávajú počas celého životného cyklu.

Odporúčaná postupnosť prípravy obnovy

1. zmapovať stav budovy a jej reálnu spotrebu,
2. vytvoriť varianty obnovy,
3. posúdiť ich energeticky, uhlíkovo aj ekonomicky (LCA a LCC),
4. kvalitne naprojektovať a zrealizovať zvolený variant,
5. po obnove merať výsledok a porovnať ho s predpokladom.

Práve posledný krok je slabým miestom trhu – bez prevádzkových dát sa nedá odlíšiť deklarovaná úspora od skutočne dosiahnutej.

Začiatkom má byť technická diagnostika a potvrdenie budúcej funkcie budovy: stav konštrukcií, vlhkostné problémy, technické systémy, skutočná spotreba a potreby používateľov. Energetické opatrenie sa nemá navrhovať oddelene od porúch, ktoré môžu ohroziť jeho životnosť. Varianty – udržanie bezpečnej prevádzky, čiastková obnova a hlbšie zladené riešenie – majú mať rovnaké obdobie hodnotenia a z ekonomického pohľadu je užitočné odlíšiť náklady na odstránenie existujúcich porúch od dodatočných nákladov na vyššiu energetickú a environmentálnu kvalitu.

Pri etapovej obnove musí byť určené konečné smerovanie. Ak sa najprv zmení zdroj tepla a až neskôr výrazne zníži potreba tepla, prvá investícia môže byť dimenzovaná pre už neaktuálnu záťaž; pri výmene okien treba vopred riešiť vetranie, detaily budúceho zateplenia a letnú tepelnú pohodu. Nástrojom takéhoto plánovania je pas obnovy, ktorý rozkladá hĺbkovú obnovu konkrétnej budovy do nadväzujúcich krokov; nenahrádza však financovanie, projektovú dokumentáciu ani kontrolu realizácie [5].

Desať zásad dekarbonizácie obnovy

1. uprednostniť komplexnú obnovu pred demoláciou a novou výstavbou,
2. realizovať integrovanú obnovu obálky budovy,
3. dekarbonizovať technické systémy budov,
4. minimalizovať zabudovaný uhlík stavebných materiálov,
5. integrovať princípy cirkulárnej ekonomiky do procesu obnovy,
6. uplatňovať hodnotenie životného cyklu pri rozhodovaní,
7. rozširovať využívanie prírode blízkych adaptačných opatrení,
8. zavádzať inteligentné riadenie a digitálny monitoring budov,
9. podporovať obnovu budov na základe reálnych prevádzkových dát,
10. uplatňovať integrované rozhodovanie počas celého životného cyklu budovy.

8 Koncept nízkouhlíkovej budovy a zásady jej návrhu

Časť Nízkouhlíková budova spája poznatky z materiálov, výstavby, prevádzky a obnovy do jedného modelu. Nízkouhlíková budova nie je jedno opatrenie, ale integrovaný systém rozhodnutí prijatých už v počiatočných fázach návrhu, keď sú zmeny najlacnejšie a ich vplyv na uhlíkovú stopu najväčší.

Model spája pasívne princípy návrhu, nízkouhlíkové materiály, obnoviteľné zdroje energie, inteligentné riadenie a hodnotenie celého životného cyklu. Analýza zahraničných a slovenských príkladov – Powerhouse Brattørkaia, Bosco Verticale, BedZED, Bullitt Center, The Edge, Einpark, Ekocentrum SOSNA či pasívne rodinné domy – potvrdila, že univerzálny model neexistuje, väčšina technológií je však plne aplikovateľná aj na Slovensku.

Desať zásad návrhu nízkouhlíkovej budovy

1. **Kompaktný tvar** s nízkym faktorom tvaru.
2. **Optimálna orientácia** pre solárne zisky, denné svetlo a OZE bez prehrievania.
3. **Kvalitná obálka budovy** s vysokou tepelnou ochranou.
4. **Eliminácia tepelných mostov.**
5. **Maximálne využitie denného svetla.**
6. **Riadené vetranie** s rekuperáciou tepla.
7. **Obnoviteľné zdroje energie** – fotovoltika, tepelné čerpadlá, solárne kolektory, geotermia.
8. **Inteligentné riadenie** – BMS, IoT, umelá inteligencia, energetický manažment.
9. **Nízkouhlíkové materiály** – drevo, CLT, prírodné izolácie, recykláty, nízkouhlíkové betóny.
10. **Hodnotenie životného cyklu** podľa LCA a Whole Life Carbon.

Tabuľka 13 Odporúčania pre aktérov z pohľadu nízkouhlíkovej budovy

Aktér	Kľúčové odporúčania
Projektanti	LCA od prvých fáz návrhu, BIM, princíp Whole Life Carbon, rámec Level(s), Digitálne produktové pasy
Investori	rozhodovanie podľa nákladov a uhlíkovej stopy životného cyklu, investície do obálky a OZE, kritériá ESG
Verejná správa	zelené financovanie a dotácie, postupné zavádzanie povinného LCA, implementácia EPBD 2024 a CPR 2024
Akademická sféra	výskum nízkouhlíkových a bio-based materiálov, vzdelávanie v LCA, BIM, WLC a ESG

Hlavnými bariérami zostávajú vyššie počiatočné náklady, nedostatok odborníkov, obmedzená dostupnosť niektorých materiálov a environmentálnych údajov, pomalé legislatívne zmeny a konzervatívny prístup časti investorov.

8.1 Priebeh integrovaného návrhu a úloha BIM

Výber najlepšej jednotlivej technológie nemusí viesť k najlepšej budove. Veľkosť a členitosť budovy ovplyvňujú množstvo materiálu aj potrebu energie, zdroj tepla súvisí s teplotným režimom sústavy a parametrami obalu a zasklenie ovplyvňuje denné svetlo, tepelné straty aj prehrievanie. Návrh má tieto väzby riešiť včas, v spolupráci investora, architekta, statika, energetika, profesií technického zariadenia budov a odborníka na environmentálne hodnotenie.

Tabuľka 14 Rozhodovacie body integrovaného návrhu

Rozhodovací bod	Obsah	Výstup
Zadanie	funkcia budovy, časový horizont, požadované výsledky	schválené zadanie investora
Koncepcia	porovnanie koncepčných variantov vrátane využitia existujúceho objektu	schválená koncepcia
Materiálové varianty	spresnenie množstiev, technických systémov a prevádzkových scenárov	schválený variant s LCA a LCC
Realizácia	kontrola zmien a náhrad výrobkov	evidencia zmien a ich dôsledkov
Odovzdanie	potvrdenie skutočného vyhotovenia	aktualizovaný protokol o výbere variantu

BIM uľahčuje prepojenie množstiev s environmentálnymi údajmi, výpočet však zostáva závislý od správnosti modelu – ak chýbajú vrstvy konštrukcie alebo nie je jasné, či výkaz uvádza čisté alebo objednávané množstvo, automatizácia chybu neodstráni. Model má niesť informácie potrebné na rozhodovanie: pre uhlíkové hodnotenie množstvo, materiál, pôvod údaje, životnosť a predpoklad výmeny, pre prevádzku identifikátory zariadení a nastavenia a pre budúcu obnovu informácie o prístupnosti a demontáži. Výsledkom má byť stručný protokol, ktorý vysvetlí, prečo bol variant zvolený a od čoho závisia očakávané prínosy.

9 Analýza rozhodovania aktérov trhu

Aby technické riešenia prenikli do praxe, musí byť na ne pripravený trh. Projekt preto uskutočnil online prieskum (február – máj 2026) so 69 otázkami v jedenástich okruhoch – vnímanie dekarbonizácie, pripravenosť, materiály, stavebné procesy, obnova, klimatické riziká, financovanie, očakávania od štátu, obstarávanie a predstava nízkouhlíkovej budovy.

3,21 / 5 význam dekarbonizácie pre organizáciu	2,52 / 5 pripravenosť organizácie konať	2,23 / 5 dostatok informácií	7 % vie systematicky doložiť uhlíkovú stopu
--	---	--	---

9.1 Vzorka a výpovedná hodnota prieskumu

Tabuľka 15 Zloženie respondentov prieskumu

Skupina respondentov	Počet	Podiel
Verejní vlastníci a investori	148	67 %
Projektanti a architekti	38	17 %
Zhotovitelia stavieb	16	7 %
Dodávatelia materiálov a výrobkov	13	6 %
Súkromní vlastníci a investori	7	3 %
Spolu	222	100 %

Dve tretiny odpovedí pochádzajú z verejného sektora, prieskum preto poskytuje najmä pohľad inštitucionálnych vlastníkov a zadávateľov obnovy. Vzorka prakticky nezachytáva mikrofirmy, živnostníkov a vlastníkov rodinných domov a výsledky nemožno považovať za reprezentatívny obraz celého slovenského stavebníctva. Pri otázkach s viacerými odpoveďami môže súčet percent presiahnuť 100 % a sebahodnotenie pripravenosti nie je odborným auditom.

9.2 Pripravenosť a zrelosť jednotlivých oblastí

Rozdiel medzi významom témy (3,21) a pripravenosťou konať (2,52) ukazuje medzeru medzi vnímanou dôležitosťou a podmienkami na riešenie; 37 % respondentov dekarbonizáciu zatiaľ nerieši vôbec. Zrelosť sa výrazne líši podľa oblastí:

Tabuľka 16 Oblasti riešené interne alebo externe

Oblasť	Počet z 222	Podiel
Energetická efektívnosť	188	85 %
Klimatická odolnosť	141	64 %
Uhlíková stopa projektov alebo výrobkov	100	45 %
Výber nízkouhlíkových materiálov	97	44 %
Dekarbonizácia procesov výstavby	86	39 %

Energetickú efektívnosť zo 188 respondentov zabezpečuje 80 vlastnými silami a 108 externe. To vytvára priestor rozšíriť existujúce odborné služby o uhlíkové hodnotenie, zároveň to však ukazuje význam dostupnosti externých kapacít – vlastník musí vedieť, akú službu objednáva a aký výsledok má prevziať.

9.3 Bariéry podľa oblastí

Tabuľka 17 Najčastejšie uvádzané bariéry (otázky s viacerými odpoveďami, n = 222)

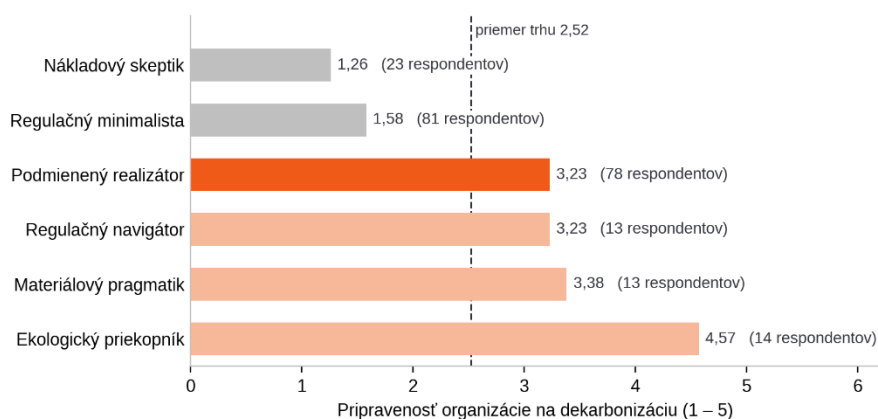
Oblasť	Bariéra	Počet
Pripravenosť organizácie	nedostatok financií	132
	nejasné pravidlá alebo metodiky	71
	nedostatok odborníkov	57
Práca s uhlíkovou stopou	časová a nákladová náročnosť	96
	chýbajúce jednotné metodiky	89
	nedostatok údajov od dodávateľov	78
Nízkouhlíkové materiály	vyššia cena	147
	nedostatok informácií o odolnosti	58
	nedôvera v technické vlastnosti	40
	riziko zodpovednosti za výber neznámeho materiálu	38
Významná obnova	nedostatok financovania	159
	nízka návratnosť	81
	nezáujem vlastníkov	60
	komplexnosť projektov	52

Dopyt po uhlíkových údajoch je zatiaľ slabý: 184 respondentov uviedlo, že od nich nikto nepožaduje uhlíkovú stopu firmy. Systematicky ju vie doložiť 15 respondentov, pre časť projektov kvantitatívne 26 a orientačne 53. EPD má k dispozícii 46 respondentov, ale konkrétne údaje o uhlíkovej stope výrobkov uviedlo len 15 – údaje teda existujú, no nemusia sa dostať k rozhodnutiu. Za účinné finančné nástroje respondenti označili najmä stabilné dlhodobé dotačné schémy (126, t. j. 57 %) a zvýhodnené úvery alebo záruky (106); tieto preferencie treba čítať so zreteľom na prevahu verejného sektora vo vzorke.

9.4 Rozdiely medzi skupinami a archetypy trhu

Priemerná pripravenosť sa medzi skupinami líši: verejný sektor 2,37, projektanti a architekti 2,47, zhotovitelia 2,81 a dodávatelia materiálov 3,38. Verejný sektor najčastejšie zdôrazňoval financie – zo 148 respondentov uviedlo 109 nedostatok financií a 120 dotácie ako motivátor. Projektanti častejšie poukazovali na slabý dopyt (19 z 38) a potrebu stabilných pravidiel (17), pri zhotoviteľoch označili slabý dopyt dve tretiny. Samotné zvyšovanie ponuky odborných riešení preto nemusí stačiť bez zmeny investičných zadaní.

Z kombinácie hodnotení, motivácií a bariér bolo vymedzených šesť archetypov trhu. Najväčší priestor pre zmenu majú podmienení realizátori (35 % vzorky), ochotní konať pri financovaní, návode a stabilných pravidlách.



Obrázok 7 Archetypy aktérov trhu podľa pripravenosti na dekarbonizáciu

Odporúčania vyplývajúce z prieskumu

1. finančná podpora ako jadro stratégie, nie doplnok,
2. dlhodobý a predvídateľný finančný rámec,
3. overovanie skutočne dosiahnutých úspor ako podmienka dotácie,
4. jednoduché metodiky a slovenské referenčné hodnoty namiesto ďalších reportingových povinností,
5. zber údajov u výrobcov a dopyt cez zelené verejné obstarávanie,

6. verejný sektor ako vzor, nie pasívny príjemca,
7. riešenie zodpovednosti za nové materiály cez poistenie, certifikáciu a pilotné projekty.

10 Stratégia dekarbonizácie stavebníctva SR

Technické výstupy projektu sa v stratégii stretávajú s analýzou slovenského trhu, regulačného rámca, financovania a prieskumom aktérov. Stratégia má hlavný implementačný horizont do roku 2030 a výhľad ku klimaticky neutrálnemu fondu budov v roku 2050. Rozhodovanie má riadiť jednoduchá hierarchia: predchádzať zbytočnej spotrebe zdrojov, maximálne využiť existujúce budovy, znížiť energetickú a materiálovú náročnosť a až potom dekarbonizovať zostávajúcu potrebu.

Tabuľka 18 Päť strategických smerov

Smer	Obsah
Urýchliť a skvalitniť obnovu fondu budov	zvýšiť nielen počet obnovovaných budov, ale aj hĺbku a kvalitu obnovy a zabrániť technologickému uzamknutiu pri čiastkových zásahoch
Zaviest' uhlíkovú stopu životného cyklu do rozhodovania	vybudovať metodiky, referenčné hodnoty, environmentálne údaje o výrobkoch a odborné kapacity pre GWP a WLC
Vytvoriť trh pre nízkouhlíkové materiály, technológie a procesy	predvídateľný dopyt, verejné a súkromné obstarávanie, údaje, inovácie a cirkulárne riešenia
Prepojiť verejné zdroje, súkromný kapitál a kvalitnú prípravu projektov	financovanie vo veľkom rozsahu, dostupné aj sociálne zraniteľným skupinám
Vybudovať spoločné implementačné prostredie	koordinácia politík, odborné kapacity, spoločné metodiky a údaje, digitálna podpora, monitorovanie a aktualizácia stratégie

Päť smerov sa má rozvíjať súbežne: obnova potrebuje financovanie, financovanie kvalitnú prípravu, príprava údaje a údaje dopyt po ich používaní. Uhlíkový výpočet má vstupovať do rozhodovania v čase, keď možno meniť návrh, a chýbajúce údaje sa nemajú nahrádzať nulou, ale označiť a doplniť primeraným odhadom.

Financovanie

13,2 mld. eur – investičná potreba obnovy budov do roku 2030	1,1 – 1,3 mld. eur potrebných investícií ročne	~ 10 % pokrytie potreby z verejných zdrojov	–48,9 % emisnej intenzity stavebníctva od roku 2015
--	--	---	---

Verejné zdroje z Programu Slovensko a Plánu obnovy a odolnosti pokrývajú približne desatinu potreby. Stratégia preto navrhuje finančnú architektúru, v ktorej verejné zdroje mobilizujú bankové a súkromné financovanie, podporuje postupnú obnovu podľa pasu obnovy a prepája podporu s overovaním skutočne dosiahnutých výsledkov. Emisná

intenzita slovenského stavebníctva je síce najvyššia zo sledovaných krajín, od roku 2015 však klesla o 48,9 % – Slovensko ako jediné súčasne znížilo emisie a zvýšilo pridanú hodnotu sektora.

Verejná podpora má odstraňovať konkrétnu bariéru: dotácia znižuje vstupný náklad, záruka mení riziko financujúcej inštitúcie a technická pomoc zlepšuje pripravenosť projektu. Príkladom samostatného financovania projektovej kapacity je nástroj ELENA Európskej investičnej banky, ktorý môže pri splnení podmienok pokryť grantom až 90 % nákladov prípravy investícií – nie samotných stavebných prác [11]. Taxonómia EÚ poskytuje klasifikačný rámec environmentálne udržateľných činností, nie je však automatickým prísľubom úveru; splnenie environmentálnych kritérií treba oddeliť od úverového posúdenia a schopnosti splácať [12].

Náklady životného cyklu (LCC) majú pri porovnaní variantov používať rovnaký cenový základ, obdobie a pravidlá diskontovania a pri energiách oddeľovať cenu, spotrebu a predpoklad ich vývoja [10]. Jednoduchá návratnosť je len orientačný údaj, pretože nepostihuje výmeny, zostatkovú hodnotu ani rozdiely v životnosti. Pri komplexnej obnove treba odlíšiť energetickú časť od opráv, ktoré by vlastník musel vykonať aj bez dekarbonizačného cieľa, a výsledok testovať na citlivosť voči cene energie, investičnému nákladu a životnosti.

Monitorovanie pokroku

Tabuľka 19 Strategické ukazovatele (KPI)

Oblasť	Strategický ukazovateľ
Tempo obnovy	ročná miera obnovy budov (%)
Hĺbka obnovy	podiel hĺbkovej obnovy na realizovaných obnovách (%)
GWP životného cyklu	podiel nových budov s vypočítaným GWP životného cyklu (%)
Pasy obnovy	počet a podiel budov s pasom obnovy podľa segmentu
Environmentálne údaje	dostupnosť platných EPD pre stavebné výrobky
Financovanie	mobilizované verejné a súkromné zdroje (€/rok)
Odborné kapacity	počet absolventov prioritných vzdelávacích programov
Implementácia	podiel realizovaných systémových opatrení

Stratégia je koncipovaná ako živý dokument. Pre každú skupinu aktérov určuje zodpovednosti, priority do roku 2030 a vlastné ukazovatele a má sa pravidelne vyhodnocovať a aktualizovať.

11 Klimatická odolnosť a sociálna dostupnosť

Budova s nízkou spotrebou energie musí zostať bezpečná a použiteľná aj pri meniacich sa klimatických podmienkach. Európske hodnotenie klimatických rizík identifikuje závažné riziká pre zdravie, infraštruktúru, vodu a ekonomiku [13]; pre konkrétnu budovu je však potrebné posúdiť miestne vystavenie horúčavám, zrážkam, povodňam a ďalším javom.

134 respondentov považuje za riziko horúčavy	114 prívalové dažde a povodne	88 sucho	51 systematicky pracuje s klimatickými rizikami
---	---	--------------------	--

Výsledky prieskumu podporujú zaradenie adaptácie do projektovej prípravy, neurčujú však pravdepodobnosť škody v konkrétnej budove. Hodnotenie odolnosti má začať funkciou budovy, citlivosťou používateľov a miestnymi podmienkami; potom sa posúdi vplyv rizík na bezpečnosť, prevádzku a údržbu a opatrenia sa porovnajú aj z pohľadu energetických a materiálových dôsledkov. Letnú tepelnú pohodu nemožno odvodiť iba z hrúbky izolácie – rozhodujú solárne zisky, vnútorné zdroje tepla, nočné ochladzovanie a režim používania. Pri zadržiavaní vody treba preveriť nosnosť, hydroizoláciu, odvodnenie a údržbu.

Sociálna dostupnosť obnovy

Domácnosť s obmedzenými príjmami nemusí vedieť predbežne financovať projekt ani pri neskoršom poskytnutí podpory, v bytových domoch komplikuje rozhodovanie rozdielna finančná situácia vlastníkov a vo verejných budovách súťaží investícia s inými naliehavými službami. Etapová obnova môže rozložiť náklady, ak zachová správne poradie zásahov a vlastníci vidí konečný stav. Pri sociálne citlivých projektoch je významným prínosom aj lepšia tepelná pohoda, kvalita vzduchu a spoľahlivosť prevádzky – tieto prínosy sa majú sledovať samostatne a neskrývať do súhrnného percenta úspory.

12 Spoločné údaje, overovanie a ukazovatele pokroku

Stratégia požaduje spoločné metodiky, dostupné údaje a digitálnu podporu. Najlepším začiatkom je minimálny záznam, ktorý umožní porovnanie a neskoršie overenie; každý údaj má mať vlastníka, zdroj, dátum a význam.

Tabuľka 20 Návrh minimálneho dátového záznamu budovy

Oblasť	Minimálny záznam	Účel
Budova	identifikátor, funkcia, plocha a jej definícia	jednoznačné priradenie výsledku
Energetika	spotreba podľa nosičov, obdobie, využitie	východiskový stav a prevádzková kontrola
Materiály	množstvo, jednotka, výrobok, zdroj údajov	výpočet a kontrola skutočného vyhotovenia
Scenár	životnosť, výmeny, údržba, koniec životnosti	porovnateľnosť variantov
Ekonomika	cenová úroveň, náklady a časovanie	transparentné investičné rozhodnutie
Overenie	autor, kontrolór, verzia, dátum	dohľadateľnosť a zodpovednosť

Pri kontrole kvality treba rozlišovať primárne merané údaje, produktové deklarácie, databázové údaje a odhady. Chýbajúci údaj sa nemá považovať za nulový dopad; ak sa použije náhradný údaj, zaznamená sa dôvod, obmedzenie a plán spresnenia. Výsledok sa kontroluje z pohľadu jednotiek, úplnosti a dvojitého započítania. Kontrolovať treba aj tvrdenie, ktoré z výsledku vyplýva: zníženie GWP výrobnej fázy nie je automaticky znížením stopy celej budovy v rovnakom pomere a návratnosť jedného opatrenia nie je návratnosťou celej obnovy. Verejne komunikované súhrny sa majú oddeliť od zmluvných, obchodných a osobných informácií.

Ukazovatele na úrovni projektov a organizácií

Strategické KPI uvedené v kapitole 10 sledujú pokrok sektora. Na úrovni jednotlivých organizácií a pilotov sa navrhujú nasledujúce ukazovatele; pred použitím treba stanoviť metodiku, zdroj a zodpovednú osobu.

Tabuľka 21 Návrh ukazovateľov pre uplatnenie výsledkov v praxi

Oblasť	Ukazovateľ	Čo treba uviesť
Príprava	počet projektov s porovnaním variantov	celkový počet relevantných projektov
Údaje	pokrytie významných materiálov vhodnými údajmi	spôsob váženia a hranice súboru
Výstavba	spotreba a emisie vybraného procesu	objem práce a porovnateľné podmienky
Prevádzka	spotreba energie pred zásahom a po ňom	počasie, využitie a rozsah merania
Uhlík	absolútne GWP a zvolená intenzita	moduly, plocha a hodnotiace obdobie
Financovanie	realizovaná investícia a štruktúra zdrojov	verejná podpora a súkromné zdroje
Prenos poznatkov	podiel oslovených s konkrétnym ďalším krokom	definícia kroku a spôsob zistenia

Pri agregovaní treba zabrániť dvojitému započítaniu rovnakého projektu: úspora modelovaná v návrhu sa nemá súčasne započítať ako meraná úspora tej istej budovy a emisné úspory sa sčítajú len pri porovnateľných hraniciach. Aj neúspešný alebo nejednoznačný pilot má hodnotu – odhalí chýbajúce údaje či nevhodné predpoklady a zabráni nekritickému rozšíreniu riešenia.

13 Odporúčania pre aktérov stavebného sektora

Výsledky projektu nevyžadujú čakať na novú reguláciu. Každá skupina aktérov môže začať krokmi, ktoré sú overené na slovenských údajoch a budovách a ktoré ju pripravujú na požiadavky prichádzajúce v rokoch 2027 – 2030.

Tabuľka 22 Prvé kroky pre jednotlivých aktérov a podpora z výsledkov projektu

Aktér	Čo môže urobiť hneď	Čo mu poskytuje DEKAST
Výrobcovia materiálov	rozširovať EPD, znižovať podiel najnáročnejších vstupov, pripravovať sa na Digitálny pas výrobkov a CBAM	referenčné hodnoty GWP z viac ako 2 000 EPD, overené receptúry s recyklátmi a sedimentmi
Architekti a projektanti	hodnotiť uhlíkovú stopu už pri prvých variantoch, pracovať s BIM a LCA	desať zásad návrhu nízkouhlíkovej budovy, prípadové štúdie
Stavebné podniky	zaviesť meranie palív, energie a dopravy na vybranej stavbe, spustiť 90-dňový pilot	metodika A4 a A5, koncept riadenia s bránami a pilotnými KPI
Investori	porovnávať varianty podľa emisií aj nákladov životného cyklu, vyžadovať údaje v zadaní	výsledky LCA a LCC z prípadových štúdií obnovy a prevádzky
Vlastníci a správcovia budov	merať skutočnú spotrebu, pripravovať obnovu podľa dát a pasu obnovy	postupnosť prípravy obnovy a desať zásad dekarbonizácie obnovy
Finančné inštitúcie	rozlišovať kvalitu budov pri financovaní, viazať podmienky na overený výsledok	návrh finančnej architektúry a ukazovatele stratégie
Verejná správa	uplatňovať zelené obstarávanie, byť vzorom pri obnove verejných budov	Stratégia dekarbonizácie stavebníctva SR, výsledky prieskumu trhu

13.1 Súkromní investori a vlastníci

Investor rozhoduje o rozsahu, rozpočte a požadovanom výkone ešte pred podrobným projektovaním. Nemusí sám vykonávať LCA, musí však rozumieť, aké rozhodnutie výpočet podporuje a ktoré údaje sú merané, ktoré predpokladané a ktoré sa doplnia až pri výbere dodávateľa. V nájomných budovách, kde investíciu platí vlastník a úsporu získava užívateľ, treba vopred dohodnúť prístup k údajom, povinnosti údržby a rozdelenie nákladov a prínosov.

Tabuľka 23 Rozhodovacie body investora

Fáza	Výstup	Kontrolná otázka
Investičný zámer	funkčné zadanie a východiskový stav	je potreba investície a jej rozsah potvrdený
Varianty	porovnanie energie, emisií a nákladov	sú alternatívy funkčne porovnateľné
Projekt	overiteľné technické a dátové požiadavky	vie dodávateľ preukázať splnenie
Realizácia	evidencia zmien a skutočných výrobkov	zachováva zmena schválené parametre
Odobzdenie	funkčné skúšky a podklady pre správu	je budova pripravená na správnu prevádzku
Užívanie	vyhodnotenie merania a odchýlok	dosahuje sa cieľ pri dohodnutých podmienkach

13.2 Verejní investori a obstarávanie

Verejný investor má viesť prehľad objektov s údajmi o využití, spotrebe, poruchách a pripravovaných investíciách a vyberať projekty podľa potreby a očakávaného prínosu, nie iba podľa dostupnosti jednej výzvy. Zelené verejné obstarávanie znamená nákup s nižším environmentálnym dopadom počas životného cyklu pri zachovaní rovnakej funkcie [9]; pri použití nákladov životného cyklu majú súťažné podklady určiť metódu výpočtu a požadované údaje [10]. Zadanie má požadovať parametre, ktoré sa dajú doložiť a skontrolovať, a zmluva má nadviazať na kritériá ponuky kontrolou pri realizácii aj odovzdaní. Skúsenosť so zeleným obstarávaním uviedlo 68 z 222 respondentov, systematicky ho používa 14. Bez metodologickej pomoci preto nemožno očakávať jednotné používanie zložitých environmentálnych kritérií. Pilotné zákazky majú obsahovať pôvodné zadanie, spôsob hodnotenia, realizované riešenie a výsledok prevádzky a úspech sa má merať kvalitou budov, nie počtom zákaziek označených ako zelené.

13.3 Projektanti, zhotovitelia a výrobcovia

Projektant ovplyvňuje potrebu priestoru, tvar, konštrukčný systém a technické riešenie. Variant s nižším GWP sa má preveriť z pohľadu životnosti, údržby, požiarnej bezpečnosti, akustiky a dostupnosti dodávky a pri každom variante je vhodné archivovať verziu výkazu, použité environmentálne údaje, obdobie hodnotenia a predpoklady výmeny, aby výpočet mohol skontrolovať aj niekto, kto ho nevytváral. Pri obnove treba spoločne riešiť stavebnú fyziku, vetranie, vykurovanie, chladenie a reguláciu a myslieť na prístupnosť prvkov pre údržbu a budúcu výmenu. Zhotoviteľ premieňa projekt na skutočnú budovu. Náhrada výrobku z dôvodu ceny alebo dostupnosti sa má preveriť funkčne aj environmentálne a nesmie zostať ústnou dohodou na stavbe. Pri obnove a demolácii má predbežný audit

identifikovať materiály na zachovanie alebo opätovné použitie a rizikové látky; európsky protokol pre stavebný a demolačný odpad podporuje audity pred demoláciou, selektívny postup a transparentnú logistiku [8]. Výrobca má poskytovať produktový balík s identifikáciou variantu, rozsahom použitia, skúškami, pokynmi na spracovanie a environmentálnym podkladom s vysvetlením jednotky; pojem „nízkouhlíkový“ bez uvedenia referencie neposkytuje zákazníkovi dostatočný podklad na výber.

14 Komunikácia a prenos výsledkov

Komunikácia v rámci PB7 sa má zamerať na otázku, ktorú adresát práve rieši: investor rozhoduje o rozsahu investície, projektant o variante, zhotoviteľ o realizácii a výrobca o vlastnostiach a údajoch výrobku. Spoločné odborné jadro zostáva rovnaké, mení sa poradie a podrobnosť informácií. Výsledok je vhodné komunikovať v štyroch krokoch – problém, zistenie, podmienky použitia a odporúčaný ďalší krok; pri číselnom údaji sa uvádza jednotka, menovateľ a zdroj, pri modelovom výsledku predpoklady.

Tabuľka 24 Cielená komunikácia podľa adresátov

Adresát	Hlavný obsah	Očakávaný ďalší krok
Verejný vlastník	stav portfólia, príprava obnovy, zdroje a kapacity	výber budovy a zodpovednej osoby
Projektant	jednotná metodika, údaje a porovnanie variantov	návrh alternatív a dátových požiadaviek
Zhotoviteľ	realizovateľnosť, evidencia spotreby, kontrola zmien	skúšobné sledovanie vybraného procesu
Výrobca	technické vlastnosti a použiteľné environmentálne údaje	produktová karta a podpora projektanta
Súkromný investor	náklady životného cyklu, prevádzka a riziká	spresnenie investičného zadania
Finančná inštitúcia	dôveryhodná príprava a doklady výsledku	dohoda o podmienkach posúdenia projektu

Tabuľka 25 Komunikačný cyklus

Krok	Obsah	Overiteľný výstup
Oslovenie	výber cieľovej skupiny a jej rozhodovacej potreby	zoznam tém a forma kontaktu
Vysvetlenie	zistenia projektu a hranice ich použitia	tematický podklad so zdrojmi
Aplikácia	diskusia nad konkrétnou budovou, výrobkom alebo procesom	zadanie alebo plán pilotu
Spätná väzba	skúsenosť s použitím a chýbajúce údaje	záznam problémov a návrhov

Úspech komunikácie sa má hodnotiť podľa následnej činnosti – doplnenia údajov, objednania hodnotenia, zmeny zadania alebo zapojenia do pilotu –, nie podľa počtu účastníkov podujatí. Pri vlastníkoch rodinných domov a mikrofirmách, ktorých prieskum nezachytil, sú potrebné ďalšie formy zisťovania potrieb, napríklad jednoduché konzultácie a testovanie zrozumiteľnosti návodov. V komunikácii sa nemajú zamieňať

nízkouhlíkové materiály, energeticky efektívna budova a budova s nulovými emisiami podľa právneho rámca ani projektová stratégia s vládou schválenou politikou.

15 Záver

Projekt DEKAST ukázal, že dekarbonizácia stavebníctva nestojí na jednej technológii, ale na prepojenom systéme rozhodnutí počas celého životného cyklu budovy. S dekarbonizáciou energetiky rastie význam zabudovaného uhlíka, a preto sa výber materiálov, spôsob výstavby a kvalita obnovy stávajú rovnako dôležitými ako prevádzková spotreba energie.

Výsledky zároveň ukazujú, že nižšia uhlíková stopa často ide ruka v ruke s nižšími nákladmi – menej jazd, prestojov a odpadu na stavbe, nižšie náklady na údržbu pri kvalitnej obnove či úspora cementu pri využití druhotných surovín. Kľúčom je merať, porovnávať varianty počas celého životného cyklu a rozhodovať skôr, ako emisie vzniknú.

Prezentačný materiál nenahrádza podrobné odborné výstupy projektu, ale vytvára spoločný informačný základ pre odbornú diskusiu, rozhodovanie a ďalšiu spoluprácu aktérov stavebného sektora. Tým prispieva k hlavnému zámeru projektu DEKAST – preniesť výsledky výskumu do praxe a vytvoriť predpoklady pre postupnú dekarbonizáciu slovenského stavebníctva.

Odborné výstupy projektu DEKAST

- Dekarbonizácia stavebnej činnosti. Časť 1. Stavebné materiály
- Dekarbonizácia stavebnej činnosti. Inovatívne nízkouhlíkové stavebné materiály
- Proces výstavby
- Inovatívny koncept procesu výstavby
- Prevádzka budov
- Dekarbonizácia stavebnej činnosti. Časť 4. Obnova budov
- Dekarbonizácia stavebnej činnosti. Časť 5. Uhlíkovo neutrálna budova
- Stratégia dekarbonizácie stavebníctva SR

16 Zoznam skratiek

Skratka	Význam
BIM	Building Information Modeling – informačné modelovanie stavieb
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism – mechanizmus uhlíkovej úpravy na hraniciach
CCUS	Carbon Capture, Utilisation and Storage – zachytávanie, využívanie a ukladanie CO ₂
CO₂e	Ekvivalentné množstvo emisií oxidu uhličitého
CPR	Nariadenie o stavebných výrobkoch
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive – smernica o energetickej hospodárnosti budov
EPD	Environmental Product Declaration – environmentálne vyhlásenie o produkte
ETS2	Systém obchodovania s emisiami pre budovy a cestnú dopravu
GHG	Greenhouse Gas – Emisie skleníkových plynov
GWP	Global Warming Potential – potenciál globálneho otepľovania
HPH	Hrubá pridaná hodnota
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil – hydrogenovaný rastlinný olej (palivo)
KPI	Key Performance Indicator – kľúčový ukazovateľ výkonnosti
LCA	Life Cycle Assessment – posudzovanie životného cyklu
LCC	Life Cycle Costing – náklady životného cyklu
OZE	Obnoviteľné zdroje energie
SCM	Supplementary Cementitious Material – doplnkové cementárske materiály
TABS	Thermally Activated Building Systems – systémy termoaktívnych stavebných prvkov
WLC	Whole Life Carbon – uhlíková stopa počas celého životného cyklu
ZEB	Zero-Emission Building – budova s nulovými emisiami

17 Zdroje

1. UNEP. Climate action key to affordable housing, but buildings decarbonisation stalls. 19. 5. 2026. <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/climate-action-key-affordable-housing-buildings-decarbonisation>
2. Európska komisia. Energy Performance of Buildings Directive; Global warming potential of buildings. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en
3. Európska komisia. Zero-emission buildings. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive/zero-emission-buildings_en
4. Európska komisia. Level(s). https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/levels_en
5. Európska komisia. Energy renovation of buildings. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive/energy-renovation-buildings_en
6. EPD International. What is an EPD. <https://www.environdec.com/getting-started/what-is-epd>
7. Európska komisia. Construction Products Regulation Overview. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/construction/construction-products-regulation-cpr/cpr-overview_en
8. Európska komisia. EU construction and demolition waste management protocol including guidelines for pre-demolition and pre-renovation audits. 2024. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d63d5a8f-64e8-11ef-a8ba-01aa75ed71a1/language-en>
9. Európska komisia. Green Public Procurement. https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/green-public-procurement_en
10. Európska komisia. Life-cycle costing. https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/green-public-procurement/life-cycle-costing_en
11. Európska investičná banka. ELENA – European Local ENergy Assistance. <https://www.eib.org/en/products/advisory-services/elena/index>
12. Európska komisia. EU taxonomy for sustainable activities. https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en
13. European Environment Agency. European Climate Risk Assessment. EEA Report 01/2024. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/european-climate-risk-assessment>
14. Európska komisia. Commission welcomes agreement on key safeguards for the new emissions trading system for buildings and road transport. 11. 6. 2026. https://climate.ec.europa.eu/news-other-reads/news/commission-welcomes-agreement-key-safeguards-new-emissions-trading-system-buildings-and-road-2026-06-11_en



Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY