

Koľko energie vieme ušetriť obnovou domov a bytov?

Analýza potenciálu úspor a nákladovosti opatrení na
obnovu rezidenčných nehnuteľností

Inštitút hospodárskych analýz

2024



Autori:

Dominik Hoppej, Richard Kondáš, Kamil Boros

PodĎakovanie:

Za poskytnutie údajov, pomoc a cenné pripomienky autori ďakujú Štatistickému úradu Slovenskej republiky, Slovenskému hydrometeorologickému ústavu, Slovenskej inovačnej a energetickej agentúre, Slovenskému plynárenskému priemyslu, a.s., Miroslave Hricišínovej (Inštitút hospodárskych analýz), a v neposlednom rade recenzentom Denise Andrejcovej (Ministerstvo dopravy SR), Dominikovi Hollému (Inštitút environmentálnej politiky) a Richardovi Paksimu (n.o. Budovy pre budúcnosť).

Upozornenie:

Materiál prezentuje názory autorov Inštitútu hospodárskych analýz (ďalej len „IHA“), ktoré nemusia nutne odzrkadľovať oficiálne názory Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky (ďalej len „MH SR“). Cieľom publikovania materiálov je podnecovať a zlepšovať odbornú a verejnú diskusiu na aktuálne hospodárske témy. Citácie textu by preto mali odkazovať na IHA (a nie MH SR) ako autorov týchto názorov.

Obsah

ZOZNAM GRAFOV A TABULIEK	3
ÚVOD A ZHRNUTIE	5
1. SPOTREBA ENERGIÍ V DOMOCH A BYTOCH A STAV ICH OBNOVY	7
1.1 Spotreba energií v domoch a bytoch na Slovensku a v EÚ	7
1.2 Stav a historický vývoj obnovy rodinných domov	8
1.3 Stav a historický vývoj obnovy bytových domov	10
2. ODHAD HISTORICKÝCH ÚSPOR, POTENCIÁLU ÚSPOR A NÁKLADOV	13
2.1 Dátový súbor a jeho úprava.....	13
2.2 Odhad potreby energie na vykurovanie domov a bytov	14
2.3 Odhad úspor energií zrealizovanou obnovou domov a bytov	15
2.4 Odhad nákladov na obnovu bytov a domov a návratnosti ich obnovy	17
2.5. Odhad potenciálu obnovy bytov a domov a úspor energie	20
3. ZÁVER A ODPORÚČANIA	25
POUŽITÁ LITERATÚRA	27
PRÍLOHY	28
PRÍLOHA 1: POUŽITÁ METODIKA	29
PRÍLOHA 2: POROVNANIE ODHADOV S ÚDAJMI Z ENERGETICKÝCH BILANCIÍ	38
PRÍLOHA 3: ODHADY NÁKLADOVOSTI A POTENCIÁLU OBNOVY RODINNÝCH A BYTOVÝCH DOMOV PODĽA TYPU OBNOVY	39

Zoznam grafov a tabuliek

<i>Graf 1: Historický vývoj a štruktúra konečnej energetickej spotreby domácností na Slovensku</i>	<i>7</i>
<i>Graf 2: Porovnanie konečnej spotreby energií domácností Slovenska a EÚ 27 (2022)</i>	<i>8</i>
<i>Graf 3: Plocha RD doby podľa obdobia výstavby</i>	<i>9</i>
<i>Graf 4: Plocha RD podľa obdobia obnovy</i>	<i>9</i>
<i>Graf 5: Plocha RD podľa typu zrealizovanej obnovy</i>	<i>9</i>
<i>Graf 6: Plocha BD podľa obdobia výstavby</i>	<i>11</i>
<i>Graf 7: Plocha BD podľa obdobia obnovy</i>	<i>11</i>
<i>Graf 8: Plocha BD podľa typu zrealizovanej obnovy</i>	<i>11</i>
<i>Graf 9: Odhadované náklady vynaložené na obnovu rodinných a bytových domov v jednotlivých obdobiach</i>	<i>18</i>
<i>Graf 10: Podiel obnovennej plochy rodinných a bytových domov podľa intervalov indikatívnej návratnosti</i>	<i>20</i>

Graf 11: Podiel dosiahnutých úspor v RD a BD obnovených od roku 2010 podľa obdobia výstavby	21
Graf 12: Úspory dosiahnuté celkovou obnovou na modelovom príklade v jednotlivých krajoch (v MWh/rok)	22
Graf 13: Potenciál úspor podľa typu úsporného opatrenia pri návratnosti do 45 rokov (v TWh).....	25
Graf 14: Potenciál úspor podľa typu úsporného opatrenia pri návratnosti do 60 rokov (v TWh)....	25
Graf 15: Odhad nákladovosti jednotlivých úsporných opatrení pri koncovej cene zemného plynu 50 €/MWh (v € na ušetrenú kWh) – pri návratnosti do 45 a do 60 rokov.....	26
Graf 16: Vývoj potenciálu úspor a ich nákladov v závislosti od ceny zemného plynu pri návratnosti do 45 rokov	26
Graf 17: Vývoj potenciálu úspor a ich nákladov v závislosti od ceny zemného plynu pri návratnosti do 60 rokov	26
Tabuľka 1: Porovnanie celkovej spotreby a úspory realizovanou obnovou v závislosti od zdroja energie na vykurovanie v RD.....	10
Tabuľka 2: Porovnanie celkovej spotreby a úspory realizovanou obnovou v závislosti od zdroja energie na vykurovanie v BD.....	12
Tabuľka 3: Porovnanie celkovej spotreby a úspory realizovanou obnovou v závislosti od spôsobu vykurovania v BD.....	12
Tabuľka 4: Popis použitej databázy zo SODB 2021.....	13
Tabuľka 5: Škála energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie v rodinných a bytových domoch	15
Tabuľka 6: Odhadované zastúpenie rodinných a bytových domov v jednotlivých energetických triedach vykurovania.....	15
Tabuľka 7: Odhad úspor pri zrealizovanej obnove (v MWh)	16
Tabuľka 8: Prehľad použitých indexov stavebných prác podľa obdobia zrealizovanej obnovy	17
Tabuľka 9: Nákladovosť [€/MWh] zrealizovanej obnovy rodinných a bytových domov.....	18
Tabuľka 10: Ceny zemného plynu a odhadovaná návratnosť zrealizovanej obnovy podľa obdobia obnovy.....	19
Tabuľka 11: Potenciál úspor a ich nákladovosť pre rodinné domy a bytové domy podľa návratnosti.....	23
Tabuľka 12: Súčinitele prechodu tepla pre jednotlivé materiály nosných konštrukcií [1], [2]	29
Tabuľka 13: Vývoj normových hodnôt tepelno-technických vlastností.....	31
Tabuľka 14: Referenčné údaje použité pri tepelných bilanciách budov	31
Tabuľka 15: Hodnoty súčiniteľa MP/VP podľa materiálu nosnej konštrukcie a obdobia výstavby budovy.....	32
Tabuľka 16: Hodnoty koeficienta k v rovniciach (5)-(7).....	33
Tabuľka 17: Porovnanie vypočítaných historických úspor a potreby energie na vykurovanie s dátami z energetických bilancií z roku 2021 v (TWh)	38
Tabuľka 18: Projekcia obnovy pre rodinné domy – úspora obnovou a náklady na obnovu	39
Tabuľka 19: Projekcia obnovy pre bytové domy – úspora obnovou a náklady na obnovu.....	40

Úvod a zhrnutie

Vzhľadom na záväzky Slovenskej republiky k zvyšovaniu energetickej efektívnosti je nevyhnutné pristupovať k opatreniam, ktorými je možné znižovať tepelné straty z vykurovania budov a tým znižovať energetickú spotrebu domácností. Úsporné opatrenia, na ktoré sa táto analýza zameriava, sú zateplenie obvodového plášťa a strechy a výmena okien.

Cieľom tohto materiálu je na základe dostupných informácií zo Sčítania obyvateľov, domov a bytov 2021 (ďalej len „SODB“) a ďalších zdrojov odhadnúť potenciál úspor energie obnovou rodinných a bytových domov a identifikovať opatrenia, ktoré prinášajú najvyššiu úsporu energií na minúté euro.

Prvá časť materiálu sa zameriava na analýzu historického vývoja spotreby energií v segmente domácností a budov. Druhá časť materiálu je venovaná odhadom už doteraz dosiahnutých úspor obnovou rodinných a bytových domov a odhadom potenciálu budúcich úspor a nákladov na ich dosiahnutie. Odhady sa týkajú potreby energie na vykurovanie a nie spotreby, ktorá je závislá od typu paliva a účinnosti vykurovacieho zariadenia, pre ktoré nie sú k dispozícii údaje v dostatočnom detaile. Odhady vychádzajú z údajov o období výstavby, období a druhu obnovy bytových budov zo SODB, platných technických noriem v čase výstavby a obnovy, historického vývoja cien zemného plynu ako referenčného paliva a historického vývoja cien stavebných prác.

Spotreba energií v domácnostiach vykazuje v posledných rokoch stabilný trend. Priemer za posledných 10 rokov bol na úrovni 31 TWh ročne, čo predstavuje zhruba 27 % konečnej spotreby energií na Slovensku. Medziročné fluktuácie v spotrebe majú tendenciu kopírovať klimatické podmienky v danom roku, ktoré priamo vplývajú na spotrebu energií na vykurovanie. Stabilný trend spotreby energií naznačuje, že úspory dosiahnuté obnovou budov sú negované novou výstavbou bytových budov a nárastom spotreby energií na iné účely, než je vykurovanie.

Doterajšia obnova rodinných a bytových domov realizovaná od roku 2000 priniesla podľa odhadov IHA pravdepodobnú úsporu až 16 TWh potreby energie na vykurovanie ročne¹, t.j. bez obnovy by bola spotreba domácností o zhruba polovicu vyššia. Najintenzívnejšia výstavba rodinných a bytových domov totiž prebiehala medzi rokmi 1960 – 1980, kedy energetická efektívnosť stavieb nebola prioritou staviteľov. Práve obnova týchto bytových jednotiek tvorila zásadnú časť dosiahnutej úspory. Dnešné normy sú prísnejšie, vykurovanie budov postavených podľa posledných platných noriem predstavuje len zhruba 15 % z energetickej spotreby budov postavených pred 50 rokmi.

Stav obnovy bytových budov naznačuje značný potenciál pre úspory energií na vykurovanie, a to predovšetkým pri rodinných domoch. Na 26 % podlahovej plochy rodinných domov postavených pred rokom 2000 neboli zrealizované žiadne opatrenia s cieľom znížiť spotrebu energie na vykurovanie. Pri bytových domoch postavených pred rokom 2000 predstavuje tento podiel 6 %. Významná obnova (t.j. zateplenie obvodového plášťa a strechy a výmena okien) však bola realizovaná len na 34 % obnovených rodinných domov a 71 % obnovených bytových domov. V porovnaní s ostatnými krajinami EÚ je ale potenciál pre zníženie spotreby energií v

¹ Tento odhad vychádza z predpokladu, že pri výstavbe, resp. rekonštrukcii rezidenčnej nehnuteľnosti boli dodržané platné normy. V realite je však pravdepodobné, že normy dodržané neboli a preto môže byť tento údaj nadhodnotený.

domácnostiach pravdepodobne nižší, po úprave o klimatické podmienky patrí spotreba energií v slovenských domácnostiach na obyvateľa medzi najnižšie v EÚ.

Potenciál úspor na potrebe tepla na vykurovanie obnovou bytov v rodinných a bytových domoch bol odhadnutý na 11,5 TWh ročne. Náklady na dosiahnutie úspor v takomto rozsahu boli odhadnuté na 22,5 mld. eur v cenách z roku 2022 s DPH^{2,3}. Nie je však reálne počítať s týmto potenciálom v plnom rozsahu, keďže nie všetky budovy je možné obnoviť pri ekonomicky zmysluplnej návratnosti. Pri aktuálnej cene zemného plynu a indikatívnej návratnosti do 45 rokov, čo je vypočítaná návratnosť, ktorú boli domácnosti v priemere ochotné akceptovať pri obnovách od roku 2000, predstavuje realistický potenciál úspor 8,5 TWh ročne. To by si vyžadovalo investície v objeme 11,5 mld. eur v cenách z roku 2022. V potenciáli nie sú zahrnuté budovy postavené alebo kompletne zrekonštruované po roku 2000, či budovy postavené pred rokom 1945, ktorých stav nemusí umožňovať ekonomicky návratnú obnovu. Je potrebné podotknúť, že nakoľko potenciál zohľadňuje ekonomickú návratnosť obnovy, potenciál narastá s rastúcou cenou palív (oplatí sa totiž obnovovať aj budovy s nákladnejšou obnovou) a naopak. Z rovnakého dôvodu má negatívny dopad na potenciál obnovy vývoj jej nákladov.

Najväčší podiel z potenciálu v TWh ročne pripadá na zateplenie obvodového plášťa, najefektívnejším opatrením je však výmena okien, ktorá si vyžaduje nižšie náklady na ušetrenú MWh energií na vykurovanie. Vzhľadom na skutočnosť, že na väčšine bytových domov už prebehla významná obnova, potenciál pre úspory je sústredený predovšetkým v segmente rodinných domov, na ktorý pripadá viac ako 90 % z realistického potenciálu (7,7 TWh). Z odhadnutého realistického potenciálu pre rodinné domy pripadá na zateplenie obvodového plášťa 6,2 TWh, na zateplenie strechy 0,5 TWh a na výmenu okien 0,9 TWh. Pri výmene okien je potrebné vynaložiť 1 020 eur na ušetrenú MWh potreby energie na vykurovanie, pri zateplení obvodového plášťa je to 1 400 eur na ušetrenú MWh, a pri zateplení strechy dokonca až 1 600 eur na ušetrenú MWh. Pri bytových domoch sú jednotkové náklady na obnovu zostatkového potenciálu vyššie, keďže z dôvodu vysokej miery ich obnovy ostali v potenciáli vo veľkej miere tie nákladnejšie nehnuteľnosti.

S ohľadom na obmedzené zdroje sa odporúča prioritizácia opatrení na zvýšenie energetickej efektívnosti budov podľa úspor na investované euro. Opatrenia by preto v prvom kroku mali byť cielené predovšetkým na výmenu okien a na budovy v chladnejších oblastiach. Opatrenia by mali byť sústredené na obnovu bytov v rodinných domoch, keďže potenciál pre obnovu bytov v bytových domoch je už vo veľkej miere vzhľadom na vysokú mieru obnovy vyčerpaný.

² Všetky odhadnuté náklady naprieč dokumentom sú uvedené vrátane DPH.

³ Vypočítaný potenciál úspor potreby tepla na vykurovanie predstavuje majoritnú časť celkového technického potenciálu úspor konečnej potreby energií v domácnostiach, ktoré sú dosiahnuteľné obnovou obvodového plášťa, obnovou strechy a výmenou otvorových konštrukcií. V limitáciách metodiky v prílohe 1 sú uvedené aj ďalšie faktory, ktoré môžu zvýšiť potenciál úspor.

1. Spotreba energií v domoch a bytoch a stav ich obnovy

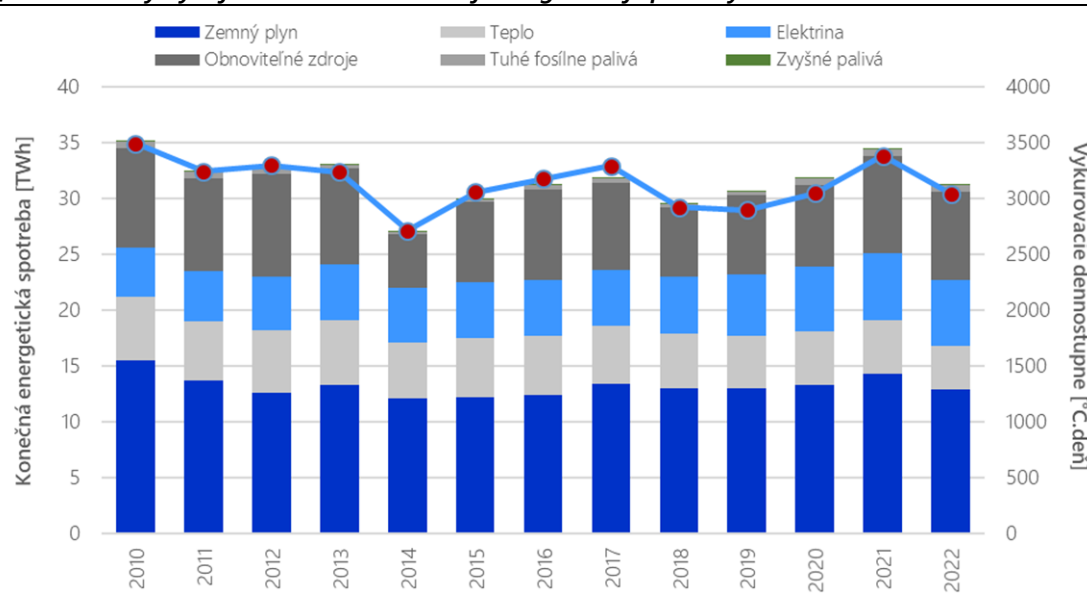
1.1 Spotreba energií v domoch a bytoch na Slovensku a v EÚ

Sektor domácností sa na konečnej energetickej spotrebe Slovenska v roku 2022 podieľal vo výške 28 %. Konečná energetická spotreba predstavovala 115,3 TWh, z toho 31,2 TWh pripadlo na sektor domácnosti. Spotreba energie v domácnostiach je tvorená najmä spotrebou energie na vykurovanie, ktorá predstavuje 75 %⁴ celkovej energetickej spotreby domácností.

Energetická spotreba na vykurovanie je priamo závislá od teploty (pre účely tejto analýzy vykazovanej v dennostupňoch⁵), ktorá tým pádom ovplyvňuje celkovú spotrebu energií v sektore domácností. Vzhľadom k vysokému nepomeru medzi spotrebou energie na vykurovanie a na ostatnú spotrebu (príprava teplej úžitkovej vody, chladenie a príprava jedál a pod.) je zrejmé, že najvyšší potenciál úspory spotreby energie je vo vykurovaní.

Spotreba energie v domácnostiach je v poslednej dekáde stabilná a fluktuuje podľa priemernej teploty v danom roku. Efekty úsporných opatrení sú teda takmer úplne negované novou výstavbou a nárastom spotreby energií pre iné účely než je vykurovanie. V rokoch 2013 - 2022 dominovala v energetickom mixe spotreba zemného plynu (42 %), nasledovali obnoviteľné zdroje energie; predovšetkým biomasa (24 %), elektrina (17 %) a teplo (16 %).

Graf 1: Historický vývoj a štruktúra konečnej energetickej spotreby domácností na Slovensku



Zdroje: Eurostat, spracovanie IHA

V roku 2022 malo Slovensko devätnástu najvyššiu spotrebu energií v domácnostiach na obyvateľa (na úrovni 5,8 MWh), po úprave o klimatické podmienky dvadsiatu druhú.⁶ To naznačuje, že Slovensko patrí v rámci EÚ ku krajinám s nižším potenciálom úspor energií v sektore domácností. Nemusí to však byť nevyhnutne ten prípad, spotrebu môžu ovplyvňovať aj faktory ako

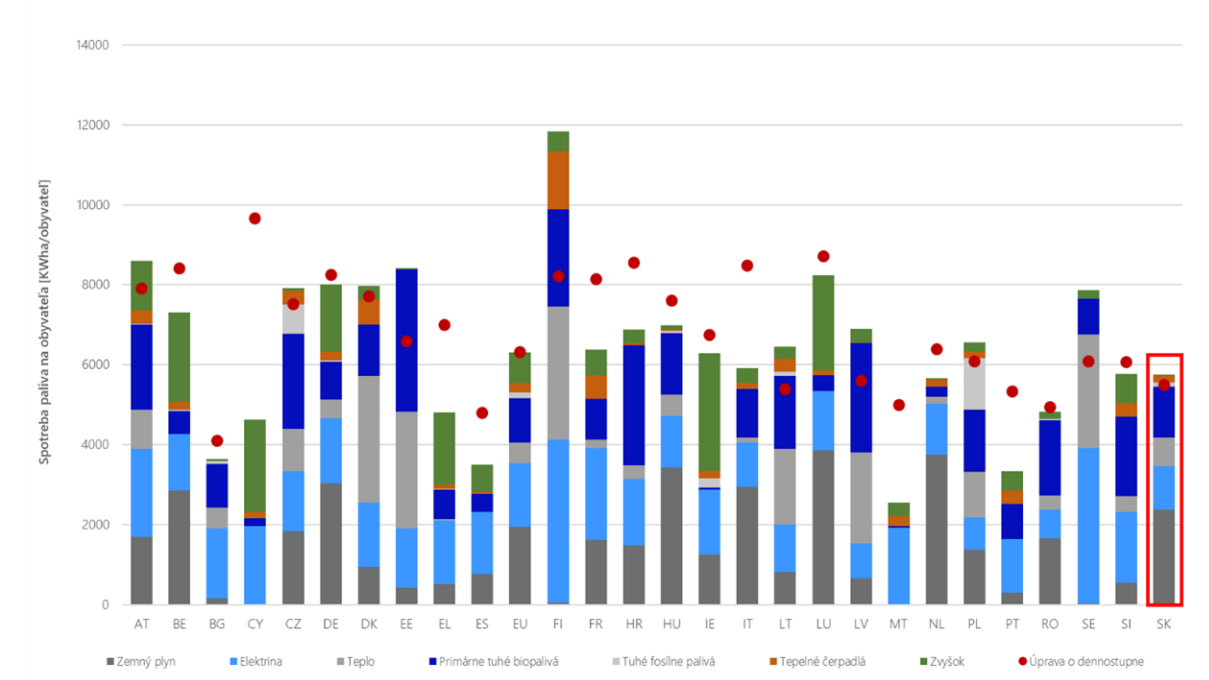
⁴ Zdroj: Eurostat (nrg_d_hhq)

⁵ Dennostupeň je jednotka vyjadrujúca potrebu tepla na vykurovanie budovy v závislosti od klimatických podmienok.

⁶ Spotreba palív využívaných na vykurovanie bola upravená na rovnaký počet dennostupňov (priemer EÚ).

vykurovaná plocha na obyvateľa, efektívnosť vykurovacích zariadení, atď. Najvyššiu spotrebu na obyvateľa vykazuje Fínsko, najnižšiu Malta. Je to však spôsobené klimatickými podmienkami, t.j. vyššou potrebou vykurovania. Po zohľadnení klimatických podmienok dosiahol najvyššiu spotrebu na obyvateľa Cyprus a najnižšiu Bulharsko. Slovensko vykazuje najnižšiu spotrebu energií v domácnostiach na obyvateľa spomedzi krajín V4 bez úpravy, aj po úprave o klimatické podmienky.

Graf 2: Porovnanie konečnej spotreby energií domácností Slovenska a EÚ 27 (2022)

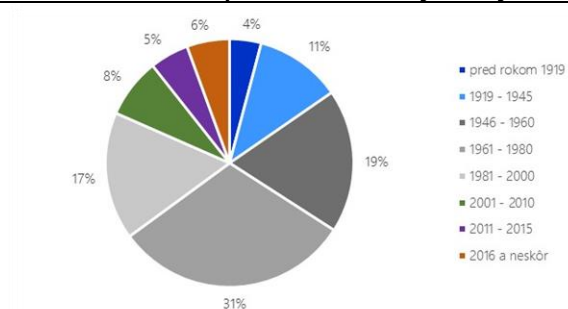
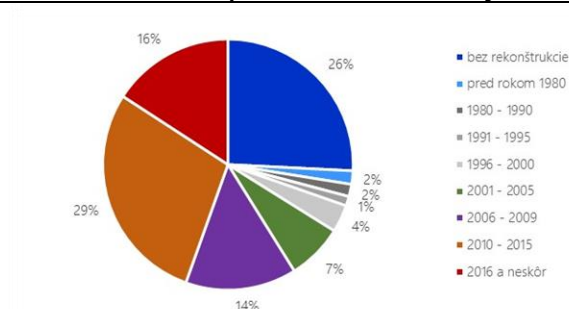


Zdroje: Eurostat, výpočty IHA

1.2 Stav a historický vývoj obnovy rodinných domov

Približne 80 % podlahovej plochy rodinných domov bolo postavených pred rokom 2000 (pozri graf 3). Podľa SODB 2021 je na Slovensku postavených 1 098 868 bytov v rodinných domoch. Dostatočné údaje zo SODB pre analýzu podľa použitej metodiky boli k dispozícii pre 1 081 293 bytov v rodinných domoch. Najintenzívnejšia výstavba rodinných domov prebiehala v období 1961 - 1980. Plocha bytov v rodinných domoch postavených pred rokom 1945 tvorí 15 % z celkovej plochy a plocha bytov v rodinných domoch postavených po roku 2000 tvorí menej ako 20 % z celkovej plochy.

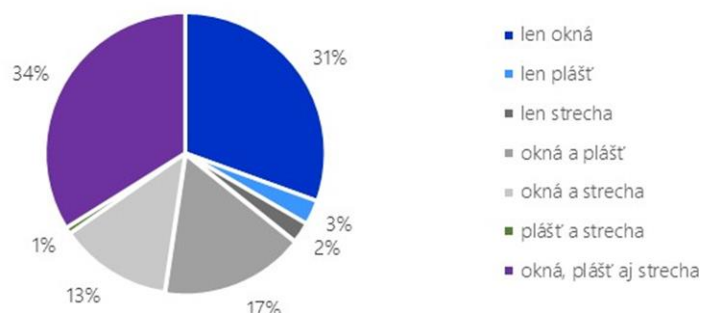
Na štvrtine podlahovej plochy bytov v rodinných domoch postavených pred rokom 2000 nebola realizovaná žiadna obnova (pozri graf 4). Ďalších takmer 10 % plochy bytov v rodinných domoch bolo obnovených ešte pred rokom 2000, kedy platili výrazne menej prísne normy. Zvyšných viac ako 65 % plochy rodinných domov bolo obnovených po roku 2000.

Graf 3: Plocha RD podľa obdobia výstavby**Graf 4: Plocha RD podľa obdobia obnovy**

Zdroje: SODB, spracovanie IHA

Len tretina z obnovennej podlahovej plochy bytov v rodinných domoch bola zrealizovaná formou významnej obnovy, teda výmeny okien a zateplenia obvodového plášťa aj strechy.⁷

Výmena okien bola realizovaná na 68 %, zateplenie obvodového plášťa na 39 % a zateplenie strechy na 36 % plochy rodinných domov (pozri graf 5). Táto skutočnosť je vzhľadom na nákladovosť jednotlivých opatrení pochopiteľná. Realizácia len jediného úsporného opatrenia je typická najmä pre výmenu okien. Výmena okien, bez zateplenia obvodového plášťa alebo strechy, bola zrealizovaná na 22 % plochy rodinných domov. Naopak, realizácia zateplenia obvodového plášťa a/alebo strechy bez výmeny okien je veľmi zriedkavá a tento spôsob obnovy bol zrealizovaný len na 5 % plochy rodinných domov. Kombinácia výmeny okien a zateplenia obvodového plášťa (12 %) alebo kombinácia výmeny okien a zateplenia strechy (9 %) je menej častá ako významná obnova.

Graf 5: Plocha RD podľa typu zrealizovanej obnovy

Zdroje: SODB, spracovanie IHA

Podľa odhadov IHA⁸ dosahuje podiel zemného plynu na energetickej spotrebe za účelom vykurovania rodinných domov takmer dve tretiny (63 %). Ďalších 32 % pripadá na pevné palivá, kam sa zaraďuje aj spaľovanie biomasy. Elektrickým ohrevom sú pokrývané 4 % spotreby a 1 % spotreby je pokryté iným zdrojom energie, čo predstavuje napríklad tepelné čerpadlá. Tabuľka 1 zobrazuje vzťah medzi odhadovaným podielom zdroja energie na vykurovanie a odhadovaným podielom zdroja na dosiahnutých úsporách obnovou rodinných domov. Z nej je možné vyvodit' záver, že rodinné domy s vykurovaním na zemný plyn sú obnovované vo väčšej

⁷ Jedná sa o rodinné domy postavené pred rokom 2000 a obnovené po roku 2000.

⁸ Odhady boli uskutočnené na základe metodiky v prílohe 1.

miere. Tento efekt však nie je výrazný a v značnej miere prebieha aj obnova rodinných domov s vykurovaním na tuhé palivo.

Tabuľka 1: Porovnanie celkovej spotreby a úspory realizovanou obnovou v závislosti od zdroja energie na vykurovanie v RD

	Zastúpenie na celkovej spotrebe	Zastúpenie na úspore dosiahnutej realizovanou obnovou
Zemný plyn	63 %	72 %
Pevné palivo	32 %	23 %
Elektrina	4 %	4 %
Iný	1 %	1 %

Zdroje: SODB, spracovanie IHA

1.3 Stav a historický vývoj obnovy bytových domov

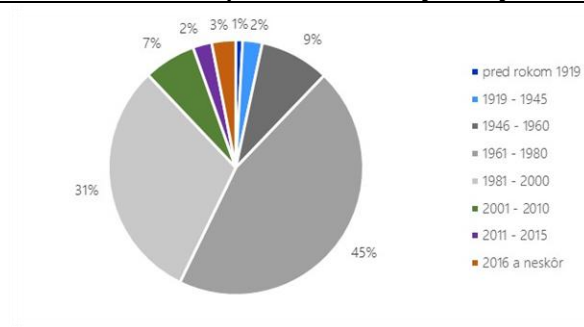
Približne 88 % podlahovej plochy bytov v bytových domoch bolo postavených pred rokom 2000. Podľa SODB 2021 je na Slovensku 77 113 bytových domov, v ktorých sa nachádza 1 025 735 bytov. Podobne ako pri rodinných domoch, aj pri bytových domoch prebiehala najintenzívnejšia výstavba v období 1961 - 1980. Plocha bytov v bytových domoch postavených pred rokom 1945 tvorí však len 3 % z celkovej plochy bytov v bytových domoch a plocha bytov v bytových domoch postavených po roku 2000 tvorí 12 % z celkovej plochy bytov v bytových domoch (viď. graf 6).

Len 6 % podlahovej plochy v bytových domoch ostáva bez akejkoľvek obnovy. Obnova pred rokom 2000 bola realizovaná len na menej ako 3 % plochy bytových domov. Po roku 2000 však bola obnova realizovaná na takmer 91 % bytových domov (viď. graf 7). Bez akejkoľvek obnovy teda ostáva len približne 6 % plochy bytových domov, čo je výrazný rozdiel oproti 26 % pri ploche rodinných domov postavených pred rokom 2000, na ktorých obnova realizovaná doposiaľ nebola.

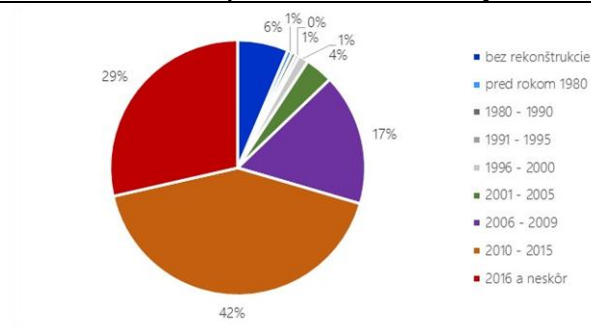
Väčšina obnov bytových domov prebiehala po roku 2010⁹, kedy už platili prísnejšie normy (od roku 2012). Kým pri rodinných domoch bola realizácia obnovy po roku 2010 zaznamenaná len na približne 45 % podlahovej plochy, pri bytových domoch dosahuje tento podiel až 70 %. V tejto súvislosti je potrebné poznamenať, že na základe noriem platných po roku 2010 sa súčinitele prechodu tepla obvodového plášťa, okien aj striech znížili na približne dve tretiny hodnôt normovaných v predošlom období. Navyše, podiel plochy bytových domov obnovených ešte pred rokom 2000 dosahuje len približne 3 %, pri rodinných domoch je tento podiel až 8 %. Pri porovnaní obnovy rodinných a bytových domov sú teda výrazné rozdiely, ktoré ukazujú výrazne vyššie pomerné úspory v segmente bytových domov z hľadiska celkovej spotreby energie.

⁹ Naprieč celým dokumentom sú obdobia výstavby a obnovy budov rámcovo delené do 5 až 10 ročných intervalov z dôvodu štruktúry údajov v SODB. Ak došlo k zmenám v normách v danom období prípadné zmeny sa považovali za platné pre celý rozsah daného obdobia výstavby/obnovy (teda od začiatku až po koniec).

Graf 6: Plocha BD podľa obdobia výstavby



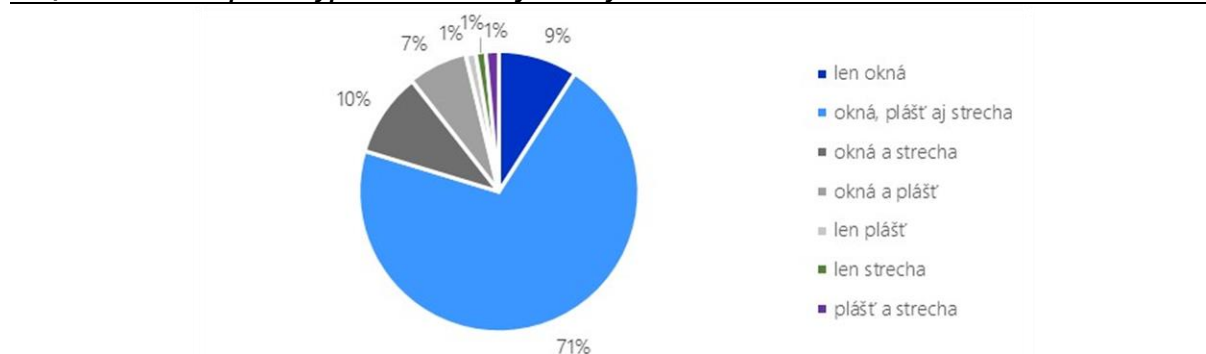
Graf 7: Plocha BD podľa obdobia obnovy



Zdroje: SODB, spracovanie IHA

Až na dvoch tretinách podlahovej plochy bytových domov prebehla významná obnova¹⁰. Najrozšírenejším typom obnovy je výmena okien, podobne ako pri rodinných domoch – tento typ obnovy bol zrealizovaný na 96 % plochy bytov v bytových domoch. Zateplenie strechy bolo zrealizované na 83 % a zateplenie obvodového plášťa na 80 % plochy bytov v bytových domoch. Realizácia len jedného úsporného opatrenia je, obdobne ako pri rodinných domoch, typická pre výmenu okien, nie je tak rozšírená ako pri rodinných domoch (9 %). Rovnako ako pri rodinných domoch sa vyskytujú kombinácie výmeny okien so zateplením obvodového plášťa (9 %) alebo strechy (6 %) – na rozdiel od rodinných domov však pri bytových domoch prevažuje realizácia všetkých troch úsporných opatrení – obnova obvodového plášťa, strechy a okien bola zrealizovaná až na 66 % plochy bytových domov (viď graf 8).

Graf 8: Plocha BD podľa typu zrealizovanej obnovy



Zdroje: SODB, spracovanie IHA

Podľa odhadov¹¹ dosahuje podiel zemného plynu na energetickej spotrebe za účelom vykurovania bytových domov takmer tri štvrtiny. Zdroj energie na vykurovanie bytových domov je mierne odlišný od rodinných domov, podiel zemného plynu dosahuje až 74 %, najmä na úkor tuhého paliva, ktoré predstavuje 14 %. „Iným“ zdrojom energie na vykurovanie sa pokrýva 8 % spotreby energie a bol uvedený najmä pri centrálnom zásobovaní teplom. Tabuľka 2 zobrazuje vzťah medzi odhadovaným podielom zdroja energie na vykurovanie a odhadovaným podielom zdroja na dosiahnutých úsporách obnovou bytových domov. Podiel na celkovej

¹⁰ Jedná sa o bytové domy postavené pred rokom 2000 a obnovené po roku 2000.

¹¹ Odhady boli uskutočnené na základe metodiky v prílohe 1.

spotrebe a podiel na obnove sú takmer zhodné, obnovy teda prebiehajú nezávisle od zdroja energie.

Tabuľka 2: Porovnanie celkovej spotreby a úspory realizovanou obnovou v závislosti od zdroja energie na vykurovanie v BD¹²

	Zastúpenie na celkovej spotrebe	Zastúpenie na úspore dosiahnutej realizovanou obnovou
Zemný plyn	74 %	73 %
Pevné palivo	14 %	14 %
Elektrina	3 %	1 %
Iný	8 %	11 %

Zdroje: SODB, výpočty IHA

Odhadovaná potreba tepla¹³ bytových domov na vykurovanie, napojených na centrálné zásobovanie teplom, predstavuje 60 % z celkovej spotreby tepla. Pri bytoch napojených na systém centralizovaného zásobovania teplom je obnova častejšia. Rozdiel medzi bytovými a rodinnými domami je aj pri spôsobe vykurovania, najmä z hľadiska zastúpenia centrálného zásobovania teplom, teda systémom centralizovaného zásobovania teplom. Kým pri rodinných domoch je tento spôsob vykurovania využívaný len približne 2 % objektov, pri bytových domoch dosahuje podiel zásobovania teplom cez systém centralizovaného zásobovania teplom úroveň až 60 %. Tabuľka 3 zobrazuje vzťah medzi odhadovaným podielom typu vykurovania na spotrebe a odhadovaným podielom typu vykurovania na úspore. Z nej je zrejmé, že úsporné opatrenia do istej miery uprednostňujú domácnosti zapojené do centrálného zásobovania teplom, pričom však nie sú uprednostňované konkrétne zdroje energie, ktoré využívajú teplárne poskytujúce teplo.

Tabuľka 3: Porovnanie celkovej spotreby a úspory realizovanou obnovou v závislosti od spôsobu vykurovania v BD

	Zastúpenie na celkovej spotrebe	Zastúpenie na úspore dosiahnutej realizovanou obnovou
Centralizované zásobovanie teplom (CZT)	60 %	78 %
Iné ¹⁴	40 %	22 %

Zdroje: SODB, výpočty IHA

¹² Zdroj energie a typ kúrenia sú dve samostatné kategórie v databáze SODB. Pod zdrojom sa rozumie prevažujúce palivo zásobujúce vykurovacie médium.

¹³ Odhady boli uskutočnené na základe metodiky v prílohe 1.

¹⁴ Lokálne ústredné kúrenie, etážové kúrenie, samostatné vykurovanie, atď.

2. Odhad historických úspor, potenciálu úspor a nákladov

2.1 Dátový súbor a jeho úprava

Za účelom vypracovania tejto analýzy boli použité výsledky Sčítania obyvateľov a domov 2021. Databáza bytov v rodinných a bytových domoch bola pre účely tejto analýzy poskytnutá Štatistickým úradom Slovenskej republiky a pre agregované skupiny bytov obsahovala nasledovné charakteristiky:

Tabuľka 4: Popis použitej databázy zo SODB 2021

Charakteristika	Hodnoty
Názov kraja	BA, BB, KE, NR, PO, TN, TR, ZA
Obdobie výstavby	pred rokom 1919, 1919-1945, 1946-1960, 1961-1980, 1981-2000, 2001-2010, 2011-2015, 2016 a neskôr, nezistené
Obdobie poslednej obnovy	pred rokom 1980, 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010, 2011-2015, 2016 a neskôr, nezistené
Obnova: obvodový plášť	áno, nie, nezistená
Obnova: okná	áno, nie, nezistená
Obnova: strecha	áno, nie, nezistená
Obnova: prístavba, nadstavba	áno, nie, nezistená
Materiál nosnej konštrukcie	spriahnutá oceľobetónová konštrukcia (stenové panely), betónová konštrukcia, murovaná konštrukcia (tehly, tvárnice, tehlové bloky), konštrukcia kombinovaná (kameň a tehly), konštrukcia z nepálených tehliel, konštrukcia odolná voči zemetraseniu, konštrukcia z kameňa, drevená konštrukcia, hliníková konštrukcia, oceľová konštrukcia, iná konštrukcia, nezistený
Poschodie	suterén, prízemie, 1.-33. poschodie, podkrovie
Počet bytov	-
Súčet podlahovej plochy	-

Zdroj: SODB 2021

Jedným z príznakov pri každej z charakteristík boli „nezistené“ údaje. V rámci úpravy dátového súboru bolo s nezistenými údajmi naložené nasledovne:

- pri období výstavby, súčte podlahovej plochy, materiáli nosnej konštrukcie, období poslednej obnovy a období obnovy obvodového plášťa, okien a strechy boli vylúčené byty (pod bytom naprieč celým materiálom rozumieme byt v rodinnom alebo bytovom dome), ktorých aspoň jedna z charakteristík bola označená ako „nezistená“;
- pri materiáli nosnej konštrukcie bol „nezistený“ údaj nahradený „murovanou konštrukciou“ (najrozšírenejší materiál nosnej konštrukcie);
- „nezistené“ obdobie poslednej obnovy bolo nahradené obdobím „pred rokom 1980“;
- „nezistená“ obnova obvodového plášťa, okien a strechy bola nahradená parametrom „nie“, teda pri týchto bytoch sa nepredpokladalo, že prešli obnovou;
- položky, pri ktorých bolo zároveň „nezistené“ obdobie výstavby aj „nezistený“ súčet podlahovej plochy boli z analýzy vylúčené.

Takto upravená databáza obsahovala viac než 99 % celkovej podlahovej plochy bytov v rodinných a bytových domoch z celkového počtu podľa SODB. Na takto upravený dátový súbor bola

následne aplikovaná použitá metodika, ktorá je detailne opísaná v prílohe 1. Rámcové vysvetlenie metodického postupu je uvedené v boxe 1 nižšie.

Box 1: Stručný popis použitej metodiky

Na základe obdobia výstavby a materiálu nosnej konštrukcie boli budovám priradené súčinitele prechodu tepla obvodového plášťa, otvorových konštrukcií a strechy za účelom odhadu spotreby tepla podľa literatúry [1],[2],[3].

V prípade obnovených budov boli tieto súčinitele upravené tak, aby súčiniteľ prechodu tepla vyhovoval požiadavkám na tepelno-technické vlastnosti stanovené normami platnými v období realizácie obnovy.

Následne bola podlahová plocha prepočítaná na vykurovaný objem v závislosti od faktora tvaru budovy a konštrukčnej výšky jedného podlažia.

Z vyššie uvedených údajov bol vypočítaný priamy tepelný tok prechodom tepla medzi vykurovaným priestorom a exteriérom cez stavebnú konštrukciu (t.j. strata tepla do vonkajšieho prostredia). Tento tepelný tok bol zohľadnený vo výpočte celkových tepelných strát budovy. Okrem toho boli vypočítané tepelné straty vetraním, vnútorné tepelné zisky a tepelné zisky slnečným žiarením. Tepelné straty prechodom tepla cez zeminu, merný tepelný tok prechodom tepla cez neupravované priestory, a merný tepelný tok prechodom tepla do susedných budov boli vo výpočte tepelných strát zanedbané.

V rámci metodiky bola dopočítaná aj potrebná hrúbka izolácie k dosiahnutiu v súčasnosti platných normových hodnôt tepelno-technických vlastností budov, ako aj hrúbka izolácie, ktorá bola použitá na dosiahnutie normových tepelno-technických vlastností budov platných v čase realizácie obnovy pri obnovených budovách.

Na základe týchto výsledkov boli vypočítané investičné náklady na zrealizovanú obnovu [5], ako aj očakávané investičné náklady na doposiaľ nezrealizovanú obnovu, aj so zohľadnením obdobia obnovy.

2.2 Odhad potreby energie na vykurovanie domov a bytov

Priemerný byt v bytovom dome na základe potreby energie na vykurovanie je podľa výpočtov IHA v energetickej triede B a priemerný rodinný dom v energetickej triede E. Súčasne má však viac ako 88 % bytov v bytových domoch menšiu spotrebu ako priemerný rodinný dom.

Podľa vyhlášky č. 364/2012 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov sa energeticou certifikáciou budova zatrieduje do energetickej triedy v zmysle prílohy č. 3 vyhlášky č. 364/2012 Z. z., pričom hodnoty potreby energie na vykurovanie pre jednotlivé triedy pri rodinných a bytových domoch zobrazuje tabuľka 5. Medzi jednotlivými triedami sú významné rozdiely. Zaujímavosťou je, že potreba energie na vykurovanie bytového domu v energetickej triede F je približne rovnaká ako potreba energie na vykurovanie rodinného domu v energetickej triede D.

Tabuľka 5: Škála energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie v rodinných a bytových domoch

Trieda		A	B	C	D	E	F	G
Potreba energie na	RD	<43	44-86	87-129	130-172	173-215	216-258	>258
vykurovanie [kWh/m ² /rok]	BD	<27	28-53	54-80	81-106	107-133	134-159	>159

Zdroj: Príloha č. 3 k vyhláške 364/2012 Z. z.

Po aplikácii metodiky na upravený dátový súbor zo SODB bolo vypočítané, že je na Slovensku priemerný¹⁵ bytový dom klasifikovaný v energetickej triede B a priemerný rodinný dom v energetickej triede E. Tabuľka 5 ukazuje, že energetická potreba rodinného domu na vykurovanie v energetickej triede E je viac ako dvojnásobná oproti energetickej potrebe bytového domu v energetickej triede B.

Detailnejšie výsledky výpočtov zobrazuje tabuľka 6. Najmä pri rodinných domoch je vysoké zastúpenie budov so spotrebou vyššou ako 258 kWh/m² ročne, teda energeticky najnáročnejšej kategórie G. Tvoria až 38 % z celkovej podlahovej plochy rodinných domov. Naopak, pri bytových domoch má viac než polovica podlahovej plochy potrebu energie na vykurovanie rovnakú, prípadne nižšiu, ako rodinné domy v energetickej triede A. V kategórii rodinných domov sa pritom v energetickej triede A nachádza menej ako 10 % podlahovej plochy. Zároveň len približne 31 % rodinných domov má nižšiu potrebu energie na vykurovanie ako priemerný byt (energetická trieda B).

Tabuľka 6: Odhadované zastúpenie rodinných a bytových domov v jednotlivých energetických triedach vykurovania

Energetická trieda vykurovania	Zastúpenie RD podľa podlahovej plochy	Zastúpenie BD podľa podlahovej plochy
A	9 %	25 %
B	22 %	38 %
C	12 %	16 %
D	6 %	7 %
E	10 %	4 %
F	3 %	4 %
G	38 %	6 %

Zdroj: Výpočty IHA

Na základe vyššie uvedeného je zrejmé, že obnova bytových a rodinných budov predstavuje významný potenciál pri znižovaní potreby energie. K výpočtu tohto potenciálu je nevyhnutné v prvom rade analyzovať pokrok, ktorý bol v tomto smere doposiaľ dosiahnutý a stanoviť relevantné predpoklady, vzhľadom na súčasnú situáciu a očakávaný vývoj.

2.3 Odhad úspor energií zrealizovanou obnovou domov a bytov

Ak by na Slovensku nebola realizovaná obnova bytových a rodinných domov, potreba energie na vykurovanie by bola o dve tretiny vyššia. Obnovou bytových budov sa mohlo ušetriť až 16 TWh energie potrebnej na vykurovanie. Z toho bola väčšina úspor dosiahnutá zateplením obvodového plášťa a obnovami po roku 2010, kedy platili prísnejšie normy (k výraznému sprísneniu noriem došlo v roku 2012¹⁶).

¹⁵ Priemerná energetická trieda predstavuje energetickú triedu, pod ktorú spadá 50 % súčtu podlahovej plochy.

¹⁶ Pozri poznámku pod čiarou č. 9.

Obnovou domu sa rozumie zateplenie obvodového plášťa, výmena okien a výmena strechy v rozsahu väčšom ako 25 % aspoň jednej z menovaných častí domu/iného obydľia, pričom konkrétny rozsah obnovy nie je predmetom skúmania. S ohľadom na absenciu bližších dát je nutné predpokladať, že zateplenie obvodového plášťa bolo zrealizované na celej ploche obvodového plášťa. Zároveň sa predpokladá, že obnova strechy je spojená s jej zaizolovaním.

V prvom kroku bola analyzovaná zrealizovaná obnova bytových a rodinných domov. Odhad dosiahnutej úspory v súlade s uvedenou metodikou zobrazuje tabuľka 7. Vzhľadom na skutočnosť, že s izoláciou obvodových plášťov sa začalo až v deväťdesiatych rokoch, obnovu v skoršom období nie je možné považovať za úsporné opatrenie a preto obnova pred rokom 1990 nebola braná do úvahy.

Tabuľka 7: Odhad úspor pri zrealizovanej obnove (v MWh)

Obdobie poslednej obnovy	Úspora zrealizovaným zateplením obvodového plášťa		Úspora zrealizovanou výmenou okien		Úspora zrealizovaným zateplením strechy		Celková úspora zrealizovanou obnovou	
	RD	BD	RD	BD	RD	BD	RD	BD
1991-1995	87,957		26,059		46,903		160,919	
	93 %	7 %	88 %	12 %	94 %	6 %	93 %	7 %
1996-2000	414,254		77,472		123 154		614,880	
	95 %	5 %	87 %	13 %	95 %	5 %	94 %	6 %
2001-2005	853,079		251,823		219 676		1,324,578	
	91 %	9 %	81 %	19 %	93 %	7 %	90 %	10 %
2006-2009	1,688,616		624,574		380 275		2,693,466	
	77 %	23 %	63 %	37 %	89 %	11 %	76 %	24 %
2010-2015	3,853,481		1,790,473		863 457		6,507,412	
	68 %	32 %	58 %	42 %	84 %	16 %	68 %	32 %
2016 a neskôr	2,730,408		1,263,977		656 523		4,650,908	
	64 %	36 %	53 %	47 %	84 %	16 %	64 %	36 %
spolu	9,627,796		4,034,377		2 289 989		15,952,162	
	72 %	28 %	59 %	41 %	86 %	14 %	71 %	29 %

Zdroj: výpočty IHA

Tabuľka 7 zobrazuje odhad dosiahnutých úspor podľa obdobia obnovy, typu obnovy a typu nehnuteľnosti v MWh. Je z nej možné formulovať viaceré závery:

- vyššie úspory zrealizovanou obnovou boli dosiahnuté v rodinných domoch, čo je očakávané, vzhľadom na vyššiu mernú spotrebu tepla v porovnaní s bytovými domami;
- podiel úspor realizovaných obnovou bytových domov konštantne rastie. Kým pred rokom 2005 predstavovala úspora obnovou zrealizovanou na bytových domoch menej ako 10 % z celkovej úspory, v poslednom sledovanom období (po roku 2016) dosiahla až 36 %. Čo sa týka celkovej potreby tepla na vykurovanie, je pritom rozdelenie medzi rodinnými a bytovými domami podľa odhadov IHA v pomere približne 7:1. Tempo obnovy bytových domov bolo teda výrazne vyššie;
- v každom období bola dosiahnutá najvyššia úspora obnovou obvodového plášťa. To je taktiež v súlade s očakávaniami, keďže práve obvodovým plášťom dochádza k najvýznamnejším stratám tepla. Úspora výmenou okien prinášala do roku 2005 najnižšiu úsporu, po tomto roku už priniesla vyššie úspory ako obnova strechy;

- priemerná ročná úspora v čase prudko rastie. Kým počas deväťdesiatych rokov predstavovala priemerná ročná úspora zrealizovanou obnovou bytových a rodinných domov len 30 - 120 GWh ročne, v súčasnosti (2010 - 2021) predstavuje až 880 - 1 200 GWh ročne;
- celková dosiahnutá úspora obnovou rodinných a bytových domov výrazne znížila potrebu energie na vykurovanie, podľa odhadu IHA až o približne 16 TWh. To predstavuje takmer dve tretiny súčasnej potreby energie na vykurovanie v domácnostiach. Tento údaj je pravdepodobne nadhodnotený, keďže z dôvodu neexistencie údajov o presných parametroch výstavby, resp. obnovy budov sa pri výpočtoch bralo do úvahy, že výstavba a obnova rezidenčných nehnuteľností prebiehala podľa platných noriem. V reálnom svete však častokrát normy nemuseli byť dodržané. Na základe údajov z energetických bilancií (pozri prílohu 2) môže byť tento údaj nadhodnotený o zhruba 10 %. Je však potrebné dodať, že údaje v energetických bilanciách taktiež nemusia byť spoľahlivé (čím staršie údaje, tým väčšia možná miera nepresnosti).

2.4 Odhad nákladov na obnovu bytov a domov a návratnosti ich obnovy

Od roku 2000 bolo podľa odhadov IHA na obnovu rodinných a bytových domov vynaložených zhruba 17,5 mld. eur (v historických cenách), ktoré priniesli zníženie potreby energie na vykurovanie o 15,9 TWh. Priemerná indikatívna návratnosť zrealizovanej obnovy sa odhaduje zhruba na 44 rokov.

Pre výpočet investičných nákladov boli použité spriemerované indexy stavebných prác po päťročných intervaloch voči indexu z roku 2015, čo je rok vydania publikácie z ktorej sa čerpal o pri zostavení nákladov obnovy [5]. Prehľad použitých indexov zobrazuje tabuľka 8 [6].

Tabuľka 8: Prehľad použitých indexov stavebných prác podľa obdobia zrealizovanej obnovy

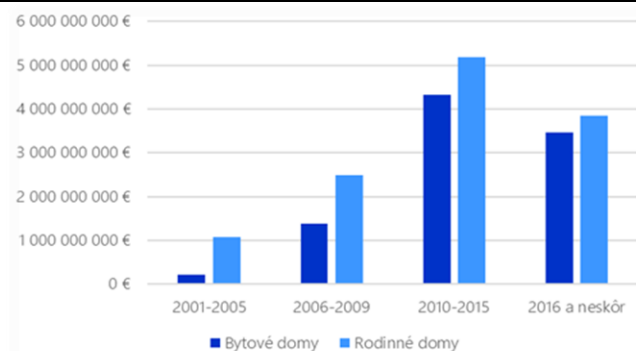
Obdobie zrealizovanej obnovy	Index stavebných prác
2001-2005	73,2
2006-2009	94
2010-2015	97,6
2016 a neskôr	107,9

Zdroj: ŠÚSR, spracovanie IHA

Aplikovaním týchto indexov a nákladov na jednotlivé typy obnovy podľa metodiky boli následne vyčíslené náklady vynaložené na obnovu rodinných a bytových domov v jednotlivých päťročných intervaloch. Prehľad nákladov na realizovanú obnovu rodinných a bytových domov zobrazuje graf 9. Celkové náklady na obnovu bytových budov v historických cenách boli vyčíslené na 17,5 mld. eur, z čoho 10,3 mld. eur predstavujú náklady na obnovu rodinných domov a 7,2 mld. eur náklady na obnovu bytových domov.¹⁷

¹⁷ Náklady boli vyčíslené podľa metodiky Technického a skúšobného ústavu stavebného, ktorá sa vzťahuje na bytové domy. Vzhľadom na skutočnosť, že pri bytových domoch sa jedná o rádovo väčšie zákazky, náklady na obnovu rodinných domov môžu byť v skutočnosti o niečo vyššie, napríklad z dôvodu absencie úspor z rozsahu a množstevných zliav.

Graf 9: Odhadované náklady vynaložené na obnovu rodinných a bytových domov v jednotlivých obdobiach



Zdroje: SODB, výpočty IHA

Vynaložením týchto nákladov došlo k odhadovanej energetickej úspore 15,9 TWh, čo predstavuje v nákladoch na ušetrenú MWh ročne v priemere približne 1 100 eur v historických cenách a približne 1 650 eur v cenách roku 2022. Detailnejší prehľad nákladovosti realizovanej obnovy vyjadrenej v eurách na ušetrenú MWh podľa obdobia obnovy a výstavby zobrazuje Tabuľka 9. Z nej vyplýva, že náklady na ušetrenú MWh narastajú s obdobím výstavby domu ako aj s obdobím obnovy, čo reflektuje sprísňovanie noriem v čase.

Tabuľka 9: Nákladovosť [€/MWh] zrealizovanej obnovy rodinných a bytových domov

Obdobie obnovy	Obdobie výstavby	Rodinné domy	Bytové domy
2001 - 2005	pred rokom 1919	588	628
	1919 - 1945	628	804
	1946 - 1960	656	834
	1961 - 1980	823	1197
	1981 - 2000	2033	1904
2006 - 2009	pred rokom 1919	760	869
	1919 - 1945	807	1019
	1946 - 1960	845	1113
	1961 - 1980	1057	1607
	1981 - 2000	2775	2454
2010 - 2015	pred rokom 1919	722	797
	1919 - 1945	766	1005
	1946 - 1960	807	1066
	1961 - 1980	956	1432
	1981 - 2000	1823	2031
	2001 - 2010	n/a ¹⁸	n/a
2016 a neskôr	pred rokom 1919	787	978
	1919 - 1945	825	1039
	1946 - 1960	877	1085
	1961 - 1980	1029	1461
	1981 - 2000	1736	1994
	2001 - 2010	5508	3137
	2011 - 2015	6373	3986

Zdroj: výpočty IHA

¹⁸Normové hodnoty úhrnného koeficientu prestupu tepla pre domy postavené v rokoch 2001 - 2010 a pre obnovu domov v rokoch 2010 - 2015 boli rovnaké, a to na úrovni 0,32 (viď Tabuľka 12 a Tabuľka 13 v prílohe 1). Obnova domu do platných noriem teda neprináša žiadne úspory.

Súčasne je však možné pozorovať nárast ceny zemného plynu (ako energonosiča s najväčším podielom na vykurovaní bytov v rodinných domoch a bytov v bytových domoch, pozri strany 10 a 12) – prehľad priemerných koncových cien zemného plynu vo vyhodnocovaných obdobiach zobrazuje tabuľka 10. Tabuľka zároveň zobrazuje odhadovanú indikatívnu návratnosť zrealizovanej obnovy v čase realizácie na základe priemerných nákladov a priemernej dosiahnutej úspory. Ceny zemného plynu predstavujú výhradne variabilnú zložku koncovej ceny zemného plynu (dodávka, distribúcia a preprava), vrátane DPH¹⁹, keďže vo všeobecnosti nie je možné predpokladať, že obnovou rodinného domu dôjde k zmene tarify (t.j. pri fixnej zložke sa nepočíta so zmenou v dôsledku obnovy).

Tabuľka 10: Ceny zemného plynu a odhadovaná návratnosť zrealizovanej obnovy podľa obdobia obnovy²⁰

Obdobie obnovy	Cena zemného plynu [€/MWh]	Návratnosť obnovy RD [rok]	Návratnosť obnovy BD [rok]	Návratnosť obnovy spolu [rok]
2001 – 2005	16,3	73	88	77
2006 – 2009	38,9	42	47	44
2010 – 2015	44,8	29	36	32
2016 a neskôr	38,4	61	48	54
Celkom	34,6	44	44	44

Zdroj: výpočty IHA

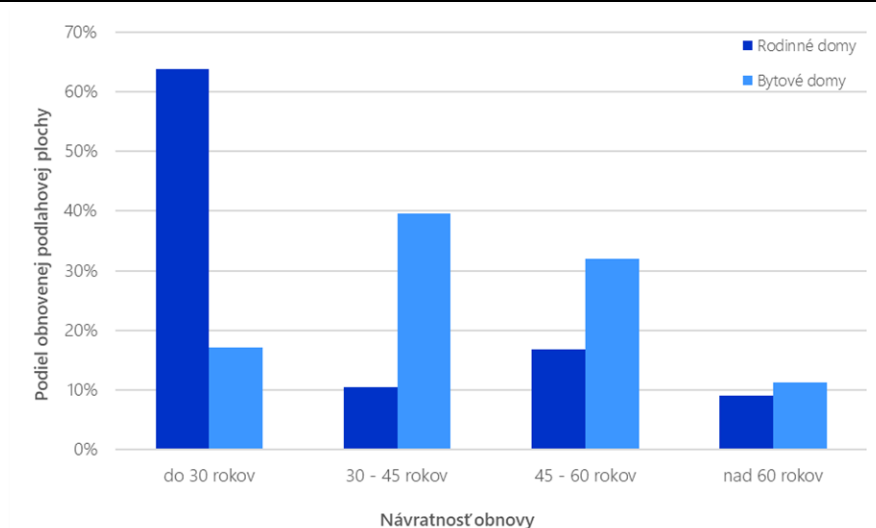
Na základe týchto údajov dosahuje priemerná indikatívna návratnosť 44 rokov. Skutočná návratnosť opatrení je však o niečo kratšia, nakoľko do nej vstupujú aj straty pri spaľovaní (povrchom kotla, komínové straty, straty v rozvodoch a pod.). Tieto straty sú zvyčajne závislé od spôsobu vykurovania, technického zariadenia na výrobu tepla a pod., ktoré nie sú v tejto analýze zohľadnené.

Graf 10 zobrazuje podiel obnovených rodinných a bytových domov v období 2001 – 2021, na základe obnovenej podlahovej plochy v intervaloch indikatívnej návratnosti do 45 rokov, 45 - 60 rokov a nad 60 rokov. Dlhé návratnosti boli zaznamenané predovšetkým pri obnove strechy bez ďalších typov obnov, resp. pri obnove krátko po postavení nehnuteľnosti. Vypočítané údaje môže skresľovať skutočnosť, že niektoré obnovy neboli motivované návratnosťou, ale napríklad výmenou strechy, či okna z dôvodu poškodenia.

¹⁹ Údaje o koncovej cene zemného plynu pre domácnosti vychádzajú z cenníkov SPP, a.s..

²⁰ Stĺpec návratnosť obnovy spolu a riadok celkom je váženým priemerom návratnosti obnovy rodinných a bytových domov na základe obnovennej podlahovej plochy.

Graf 10: Podiel obnovej plochy rodinných a bytových domov podľa intervalov indikatívnej návratnosti



Zdroj: výpočty IHA

2.5 Odhad potenciálu obnovy bytov a domov a úspor energie

Po zohľadnení rozdielov v klimatických podmienkach jednotlivých krajov Slovenska, dosahuje celkový potenciál úspor obnovou rodinných a bytových domov až 11,5 TWh. Táto úspora by si vyžiadala investície vo výške 23 mld. eur. Tento potenciál predstavuje úsporu potreby energie na vykurovanie. Započítaním účinnosti vykurovacích systémov je možné vyčíslť aj potenciál úspory na spotrebe palív. Pri odhadovanej priemernej účinnosti vykurovacích systémov všetkých domácností na úrovni 88,9 % predstavuje tento potenciál 12,9 TWh.²¹

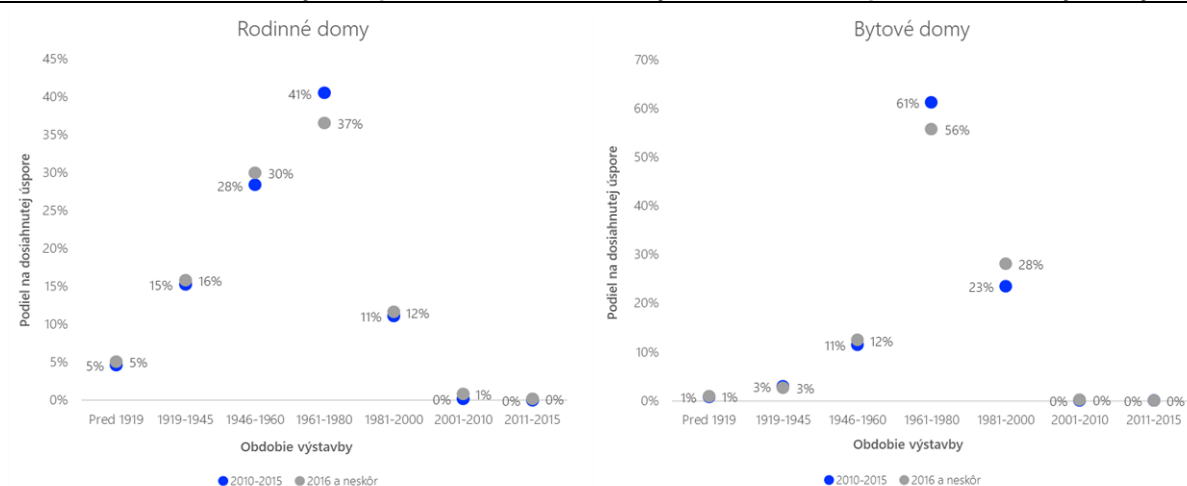
Prvým krokom pri výpočte potenciálu bolo určenie bytových budov, na ktorých je ekonomicky racionálne realizovať obnovu z hľadiska vynaložených nákladov a stavu budov. Pre tento účel boli použité odhady úspor realizovaných od roku 2010 podľa obdobia výstavby, ktoré napovedajú, že ktoré nehnuteľnosti postavené v akých rokoch boli obnovované. Tieto odhady zobrazuje graf 11. Z neho vyplýva nasledovné:

- medzi rodinnými aj bytovými domami sú najviac obnovované domy postavené medzi rokmi 1961 - 1980, čo je zároveň obdobie, kedy bolo postavených najviac rodinných a bytových domov. Najmä pri bytových domoch predstavuje podiel týchto domov viac ako polovičný podiel na celkovej úspore;
- obnova bytových a rodinných domov postavených pred rokom 1945 nie je rozšírená. Navyše, nie je možné odhadnúť aký počet domov je v relatívne zachovalom stave pre obnovu. Taktiež je možné predpokladať, že tieto byty sú neobývané vo väčšej miere ako byty postavené v neskorších obdobiach. Z týchto dôvodov sa aj napriek značnému

²¹ Napriec dokumentom sa pod potenciálom úspor rozumejú úspory potreby energie na vykurovanie. Pre vyjadrenie potenciálu úspor na palivách je tento potenciál potrebné vydeliť účinnosťou vykurovacieho systému. Priemerná účinnosť vykurovacích systémov všetkých domácností bola vypočítaná na základe údajov o energetickom mixe spotrebovaných palív na vykurovanie v domácnostiach (nrg_d_hhg) a projektovaných účinností vykurovacích zariadení na základe vyhlášky č. 88/2015 Z. z.

- potenciálu pre úsporu pri výpočte celkového potenciálu obnovy bytov a rodinné domy postavené pred rokom 1945 nezohľadňovali;
- v sledovanom období (2010 - 2021) nedochádzalo k obnove bytov v bytových a rodinných domoch postavených po roku 2000, čo je vzhľadom na nízky potenciál úspory takouto obnovou pochopiteľné. Z toho dôvodu tieto byty neboli zohľadnené pri výpočte potenciálu úspor. Rovnako neboli v potenciáli zohľadnené ani úsporné opatrenia pre byty, ktoré po roku 2000 prešli určitou rekonštrukciou, keďže sa počítalo s rekonštrukciou podľa platných noriem. Pre tieto byty sa v potenciáli počítalo len s tými úspornými opatreniami, ktoré ešte neboli realizované (napr. pri výmene okien ostali v potenciáli len zateplenie plášťa a strechy)²²;
 - v prípade, že dôjde k zvýšeniu ceny palív, či poklesu cien realizácie úsporných opatrení, môže sa obnova aj týchto bytových a rodinných domov stať opodstatnenou;
 - podľa SODB je 20 % podlahovej plochy bytov v rodinných domoch a 13 % podlahovej plochy bytov v bytových domoch neobývaných. Pre účely tohto materiálu sa predpokladá, že tieto nehnuteľnosti nie sú vykurované a z toho dôvodu bol potenciál úspor alikvotne znížený;
 - po očistení dátového súboru o domy, ktoré boli postavené pred rokom 1945, postavené alebo kompletne obnovené po roku 2000, sú neobývané, prípadne neobsahovali údaje potrebné k analýze v zmysle kapitoly 2.1, v ňom ostalo pre účely výpočtu potenciálu 56 % celkovej podlahovej plochy bytov v rodinných domoch a 23 % celkovej podlahovej plochy bytov v bytových domoch.

Graf 11: Podiel dosiahnutých úspor v RD a BD obnovených od roku 2010 podľa obdobia výstavby



Zdroj: výpočty IHA

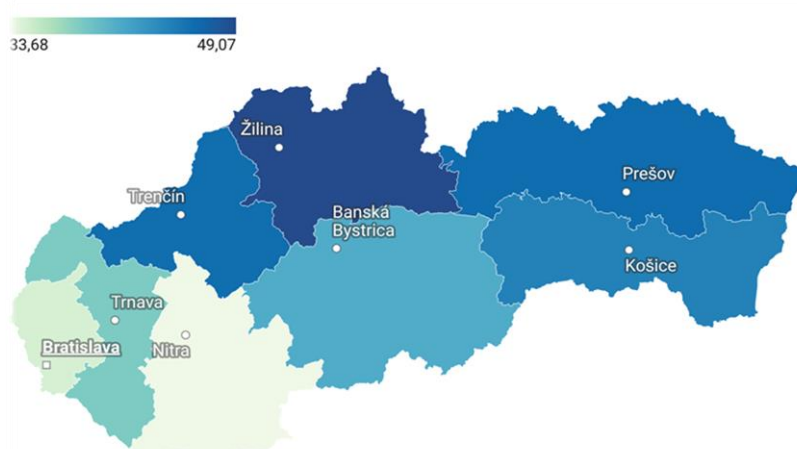
Ďalším krokom bolo zohľadnenie teplotných rozdielov. Vzhľadom na skutočnosť, že v jednotlivých krajoch je potreba vykurovania rozdielna, bolo pri vyčíslení realizovateľného potenciálu obnovy budov potrebné pri výpočtoch tepelných úspor zobrať do úvahy teplotné

²² Potenciál úspor pre byty, ktoré boli postavené alebo obnovené po roku 2000 je nasledovný: pre byty v BD je potenciál úspor 0,54 TWh ročne pri mernej nákladovosti obnovy 4 300 €/MWh a pre byty v RD je potenciál úspor 0,6 TWh ročne pri mernej nákladovosti obnovy 10 400 €/MWh. Pre porovnanie, merné nákladovosti uvažovaného potenciálu v analýze je 1 642 €/MWh pre byty v BD a 1 431 €/MWh pre byty v RD. Z dôvodu takto vysokej nákladovosti a mimoriadnej dlhej návratnosti boli vynechané z potenciálu.

rozdiely. Pre tento účel boli použité údaje o vykurovacích dennostupňoch po krajoch od Slovenského hydrometeorologického ústavu, ktoré obsahujú aj projekcie do roku 2050 zohľadňujúce očakávanú zmenu klímy.

Graf 12 zobrazuje porovnanie odhadovaných ročných úspor dosiahnutých obnovou priemerného rodinného domu²³ v jednotlivých krajoch. Odhadovaný rozdiel v teoreticky dosiahnutej úspore medzi najteplejším a najchladnejším krajom predstavuje takmer 50 %.

Graf 12: Úspory dosiahnuté celkovou obnovou na modelovom príklade v jednotlivých krajoch (v MWh/rok)²⁴



Zdroje: výpočty IHA

Nevyhnutne však súčasne dochádza v posledných rokoch k nárastu potreby chladenia. V prípade budov, ktoré spotrebúvajú energiu k výrobe chladu, je preto možné očakávať synergický efekt v úspore energie na výrobu chladu. Celková úspora energie môže byť teda vyššia aj v krajoch, ktoré sú charakteristické nižším počtom dennostupňov (napríklad Bratislavský a Nitriansky kraj). Vzhľadom na nedostatok relevantných dát však tento efekt nie je možné zahrnúť do projekcie obnovy.

Potenciál obnovy rodinných a bytových domov je závislý od obdobia návratnosti. Čím dlhšie obdobie návratnosti sú domácnosti so zostatkovým potenciálom pre úspory energií na vykurovanie ochotné akceptovať, tým sa zvyšuje potenciál. Motiváciu akceptovať vyššie návratnosti je možné zvýšiť prostredníctvom dotácií. Tabuľka 11 zobrazuje odhad potenciálu úspor a nákladovosť pri rôznych kombináciách návratnosti a koncovej ceny variabilnej zložky zemného plynu ako referenčného paliva vyčíslených na základe údajov zo SODB použitím metodiky v Príloha 1: Použitá metodika.

²³ Zateplenie obvodového plášťa, strechy a výmena okien na pôvodnom murovanom rodinnom dome s podlahovou plochou 120m², postavenom medzi rokmi 1961 a 1980.

²⁴ Priemerná hodnota vykurovacích dennostupňov za projektované obdobie 2025 – 2050.

Tabuľka 11: Potenciál úspor a ich nákladovosť pre rodinné domy a bytové domy podľa návratnosti

Návratnosť obnovy [rok]	Cena paliva [€/MWh]	Rodinné domy			Bytové domy		
		Ročná úspora [TWh]	Náklady [mld. €]	Cena obnovy [€/MWh]	Ročná úspora [TWh]	Náklady [mld. €]	Cena obnovy [€/MWh]
Do 30	40	2,69	2,74	1018	0,29	0,30	1046
	50	5,46	6,59	1207	0,48	0,57	1186
	60	6,84	8,82	1289	0,65	0,84	1298
	70	7,53	10,17	1350	0,78	1,09	1405
	80	7,78	10,72	1378	0,82	1,19	1447
Do 45	40	6,84	8,82	1289	0,65	0,84	1298
	50	7,68	10,50	1367	0,80	1,13	1422
	60	7,94	11,12	1401	0,97	1,56	1611
	70	8,43	12,61	1497	1,00	1,65	1653
	80	9,48	16,10	1699	1,06	1,85	1746
Do 60	40	7,78	10,72	1378	0,82	1,19	1447
	50	8,09	11,57	1431	0,99	1,63	1642
	60	9,48	16,10	1699	1,06	1,85	1746
	70	9,87	17,58	1782	1,07	1,90	1772
	80	10,23	19,17	1874	1,11	2,09	1878
Všetky	n/a	10,24	19,23	1879	1,21	3,37	2784

Zdroj: výpočty IHA

Podľa tabuľky 11 dosahuje potenciál úspor pre obnovu rodinných domov pri návratnosti do 45 rokov a pri aktuálnej koncovej cene variabilnej zložky zemného plynu 50,5 eur/MWh²⁵ (použitý bol riadok s cenou paliva 50 eur/MWh) výšku 7,7 TWh. Priemerné náklady na ušetrenú MWh v cenách z roku 2022 pre tieto obnovy sa odhadujú na 1 367 eur. Pri zvýšení návratnosti na 60 rokov, sa potenciál zvýši na 8,1 TWh pri priemerných nákladoch na ušetrenú MWh na úrovni 1 431 eur. Obnova všetkých rodinných domov s potenciálom úspor definovaných v úvode tejto podkapitoly by priniesla ročné úspory v objeme 10,24 TWh pri priemerných nákladoch na ušetrenú MWh na úrovni 1 879 eur.

Pri bytových domoch je z dôvodu vysokej miery obnovy potenciál výrazne obmedzenejší. Do 45-ročnej návratnosti pri aktuálnej cene zemného plynu spadajú len úspory v objeme 0,8 TWh s priemernými nákladmi na ušetrenú MWh vo výške 1 422 eur. Do 60-ročnej návratnosti spadajú úspory v objeme 0,99 TWh s priemernými nákladmi na ušetrenú MWh vo výške 1 642 eur. Obnova všetkých bytových domov s potenciálom úspor definovaným v úvode tejto podkapitoly by priniesla ročné úspory v objeme 1,21 TWh pri priemerných nákladoch na ušetrenú MWh na úrovni takmer 2 784 eur. Dôvodom pre výrazný skok nákladovosti medzi návratnosťou do 45 rokov a celkovým potenciálom je dlhá návratnosť investície do obnovy strechy (pozri graf 15).

²⁵ Na základe aktuálneho cenníka Slovenského plynárenského priemyslu, a.s.

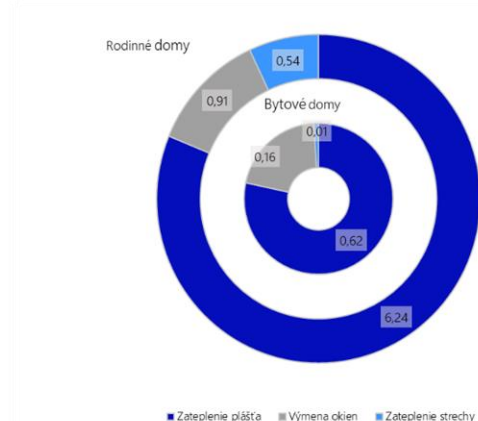
Podrobné výsledky simulácie sú zobrazené v Tabuľka 18 a Tabuľka 19 v prílohe 3. Z nich vyplýva pri aktuálnej cene zemného plynu nasledovné:

- Jednoznačne najväčší potenciál pri rodinných a bytových domoch predstavuje investícia do obnovy obvodového plášťa. Pri rodinných domoch a 45-ročnej návratnosti je to 6,24 TWh ročne, pri 60-ročnej návratnosti 6,37 TWh ročne s nákladovosťou 1 398, resp. 1 429 eur na ušetrenú MWh. Pri bytových domoch a 45-ročnej návratnosti je to 0,62 TWh ročne, pri 60-ročnej návratnosti 0,80 TWh ročne eur s nákladovosťou 1 500, resp. 1 729 eur na ušetrenú MWh.
- Jednoznačne najlacnejším opatrením je pri rodinných a bytových domoch výmena okien. Potenciál je však v porovnaní s obnovou obvodového plášťa zlomkový. Pri rodinných domoch, a 45-ročnej návratnosti predstavuje potenciál 0,91 TWh ročne, pri 60-ročnej návratnosti 0,95 TWh ročne s nákladovosťou 1 018, resp. 1 091 eur na ušetrenú MWh. Pri bytových domoch predstavuje pri 45-ročnej návratnosti potenciál len 0,16 TWh, pri 60-ročnej návratnosti 0,18 TWh ročne s nákladovosťou 1 123, resp. 1 237 eur na ušetrenú MWh.
- Zateplenie striech vykazuje najnižší realistický potenciál a zároveň aj najvyššiu nákladovosť. Pri 45-ročnej návratnosti predstavuje pri rodinných domoch potenciál 0,54 TWh, pri 60-ročnej 0,77 TWh s nákladovosťou 1 594, resp. 1 865 eur na ušetrenú MWh. Pri bytových domoch je potenciál minimálny, pri 60-ročnej návratnosti predstavuje len 0,01 TWh pri nákladovosti 1 830 eur na ušetrenú MWh.

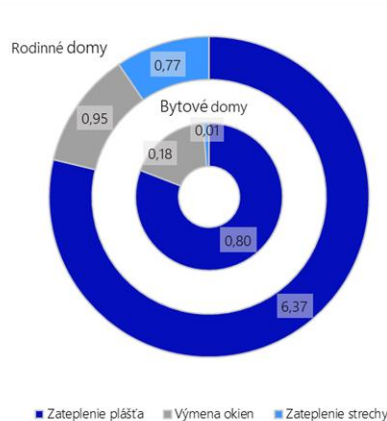
3. Záver a odporúčania

Analýza ukázala, že celkový potenciál ročných úspor potreby energií na vykurovanie obnovou bytových budov predstavuje 11,5 TWh pri nákladoch 22,6 mld. eur v cenách z roku 2022. Nie je však reálne počítať s týmto potenciálom v plnom rozsahu, keďže nie všetky budovy je možné obnoviť pri ekonomicky zmysluplnej návratnosti. Pri návratnosti do 45 rokov predstavuje potenciál úspor 8,48 TWh ročne, pri návratnosti do 60 rokov je to 9,08 TWh ročne. Na dosiahnutie tohto potenciálu je potrebné vynaložiť 11,63 mld. eur (návratnosť do 45 rokov), resp. 13,2 mld. eur (návratnosť do 60 rokov) v cenách z roku 2022. Práve 45-ročnú priemernú návratnosť boli domácnosti ochotné akceptovať pri svojich obnovách po roku 2000. Drvivá väčšina tohto potenciálu je sústredená v rodinných domoch (pozri grafy 13 a 14).

Graf 13: Potenciál úspor podľa typu úsporného opatrenia pri návratnosti do 45 rokov (v TWh)



Graf 14: Potenciál úspor podľa typu úsporného opatrenia pri návratnosti do 60 rokov (v TWh)



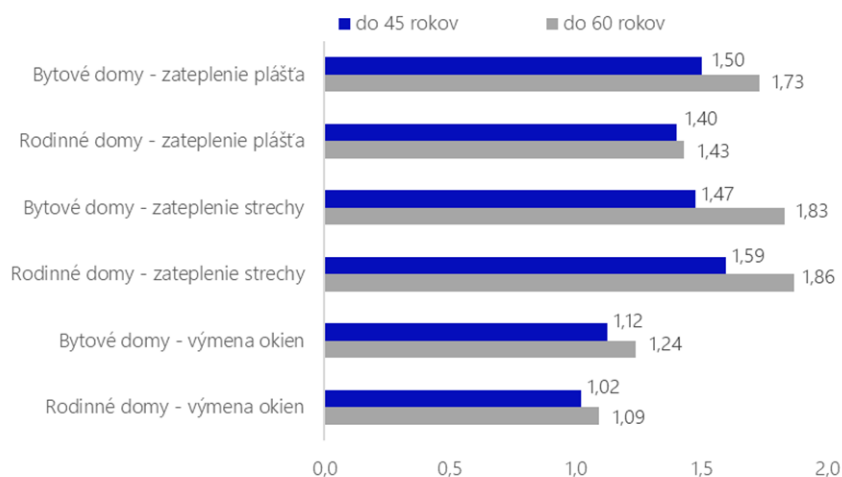
Zdroj: výpočty IHA

V rámci Plánu obnovy a odolnosti je na obnovu rodinných domov vyčlenených 487 miliónov eur (z toho 41 miliónov eur je vyčlenených pre rodinné domy, ktoré patria do kategórie energetickej chudoby), čo predstavuje len časť z odhadovaných prostriedkov potrebných na obnovu rodinných a bytových domov. S ohľadom na čo najefektívnejšie dosahovanie cieľov v oblasti energetickej efektívnosti je preto pri ďalších výzvach žiaduce sústrediť sa na opatrenia, ktoré prinášajú najvyššiu úsporu energií na investované euro.

S ohľadom na vyššie uvedené IHA odporúča:

- Sústrediť sa na rodinné domy, ktoré majú vzhľadom na vyššiu spotrebu energie na vykurovanie a nižšiu mieru zateplenia vyšší potenciál na úsporu. Potenciál úspor zateplením pri bytových domoch je už vo veľkej miere vzhľadom na vysokú mieru obnovy vyčerpaný. Z rovnakého dôvodu ostali v potenciáli pre bytové domy najmä projekty s dlhou návratnosťou, čo znamená vyššie jednotkové náklady ako pri rodinných domoch.
- Priorizovať opatrenia energetickej efektívnosti podľa nákladovosti – najviac ušetrenej energie na investované euro prináša výmena okien, nasleduje zateplenie obvodového plášťa a najmenej ekonomicky návratné je zateplenie strechy (pozri Graf 15),
- Pri opatreniach prihliadať na regionálne rozdiely v teplote a sústrediť sa na chladnejšie regióny.

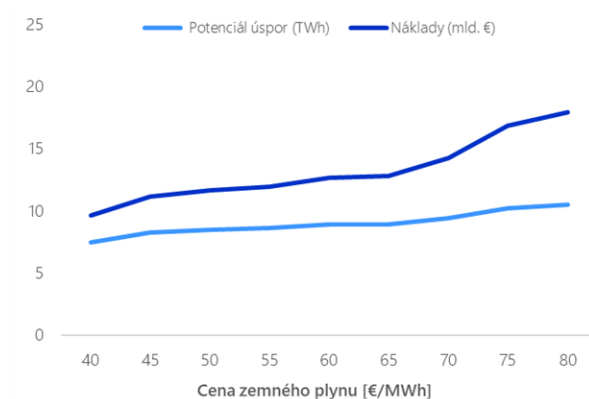
Graf 15: Odhad nákladovosti jednotlivých úsporných opatrení pri koncovej cene zemného plynu 50 €/MWh (v € na ušetrenú kWh) – pri návratnosti do 45 rokov a do 60 rokov



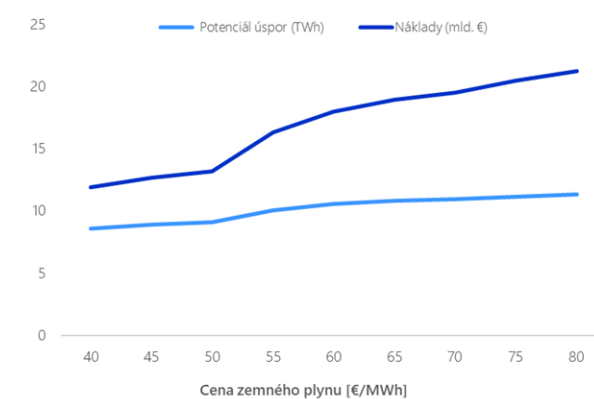
Zdroj: výpočty IHA

Potenciál úspor sa mení v čase v závislosti od doby návratnosti. S rastúcimi cenami stavebných prác a materiálov sa predlžuje doba návratnosti investovaných prostriedkov a naopak. Opačný efekt má cena palív, čím je nižšia, tým je dlhšia doba návratnosti, a naopak. Grafy 16 a 17 zobrazujú odhadovanú závislosť potenciálu úspor od ceny zemného plynu. Zároveň je z týchto grafov možné odčítať, že s dosahovaním vyšších úspor je spojený rýchlejší rast vynaložených nákladov, nakoľko do potenciálu pribúdajú domy s vyššími mernými nákladmi na ušetrenú MWh.

Graf 16: Vývoj potenciálu úspor a ich nákladov v závislosti od ceny zemného plynu pri návratnosti do 45 rokov



Graf 17: Vývoj potenciálu úspor a ich nákladov v závislosti od ceny zemného plynu pri návratnosti do 60 rokov



Zdroj: výpočty IHA

Použitá literatúra

- [1] Peráčková, J.; Nové pravidlá výpočtu šírenia tepla v technických zariadeniach budov. 1.-2. časť, 2003
- [2] Sternová, Z. a kol.; Energetická hospodárnosť a energetická certifikácia budov. ISBN 978-80-8076-060-1. 2010
- [3] Sternová, Z. a kol.; Zatepľovanie budov. Tepelná ochrana. ISBN 80-88905-11-7. 1999
- [4] Eurostat - Cooling and heating degree days by country - annual data. Dostupné online: 19.12.2022
<https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_CHDD_A_custom_3897230/default/table>
- [5] TECHNICKÝ A SKÚŠOBNÝ ÚSTAV STAVEBNÝ, n.o.; Návrh metodiky a vstupných údajov stanovovania nákladovej efektívnosti výstavby a obnovy budov z hľadiska energetickej hospodárnosti budov. ISBN 978-80-971912-0-7. 2015
- [6] Štatistický úrad Slovenskej republiky; Indexy cien stavebných prác podľa Klasifikácie stavieb – štvrťročne. Dostupné online: 19.12.2022
<https://datacube.statistics.sk/?fbclid=IwAR1A7b1sHT_Gw_ak47RRnt2G485GnPN_0zp1B8QhTpvcs9D1dsSWAYVLpPc#!/view/sk/vbd_sk_win2/sp1806qs/v_sp1806qs_00_00_00_sk>
- [7] Heinrich, P., Tepelné technické parametry cihel – minulosť, súčasnosť a budúcnosť, 2012. Dostupné online: [Tepelné technické parametry cihel – minulosť, súčasnosť a budúcnosť - TZB-info](#)

Zoznam použitých skratiek

- BD – bytový dom
- DPH – daň z pridanej hodnoty
- EÚ – Európska únia
- IHA – Inštitút hospodárskych analýz
- mld. – miliarda
- RD – rodinný dom
- SODB – Sčítanie obyvateľov, domov a bytov 2021
- Wh – watthodina

Prílohy

Príloha 1: Použitá metodika

Na základe údajov dostupných z publikácie[1], boli priradené jednotlivým budovám úhrnné súčinitele prechodu tepla (U), podľa materiálu nosnej konštrukcie a obdobia výstavby budovy. Kľúč pre priradenie jednotlivých dát je spracovaný v tabuľke nižšie:

Tabuľka 12: Súčinitele prechodu tepla pre jednotlivé materiály nosných konštrukcií [1], [2]

Obdobie výstavby	Materiál nosnej konštrukcie	U obvodového plášťa	U okien	U dverí	U strechy
Pred rokom 1919	Betónová konštrukcia	1,8	3,7	3,7	1,01
	Kombinovaná konštrukcia	2,7	3,7	3,7	1,01
	Murovaná konštrukcia	1,30	3,7	3,7	1,01
	Konštr. z nepálených tehliel	1,95	3,7	3,7	1,01
1919 – 1945	Betónová konštrukcia	1,8	3,7	3,7	1,01
	Kombinovaná konštrukcia	2,7	3,7	3,7	1,01
	Murovaná konštrukcia	1,30	3,7	3,7	1,01
	Spriahnutá oceľobetónová konštr.	0,93	3,7	3,7	1,01
	Konštr. z nepálených tehliel	1,95	3,7	3,7	1,01
1946 – 1960	Betónová konštrukcia	1,44	3,7	3,7	0,82
	Kombinovaná konštrukcia	2,7	3,7	3,7	1,01
	Murovaná konštrukcia	1,30	3,7	3,7	1,01
	Spriahnutá oceľobetónová konštr.	0,93	3,7	3,7	1,01
	Konštr. z nepálených tehliel	1,95	3,7	3,7	1,01
1961 – 1980	Betónová konštrukcia	1,44	3,7	3,7	0,82
	Kombinovaná konštrukcia	2,3	3,7	3,7	1,01
	Murovaná konštrukcia	1,10	3,7	3,7	1,01
	Spriahnutá oceľobetónová konštr.	0,93	3,7	3,7	0,55
	Konštr. z nepálených tehliel	1,95	3,7	3,7	1,01
1981 – 2000	Betónová konštrukcia	1,44	2,7	2,7	0,82
	Kombinovaná konštrukcia	1,9	2,7	2,7	1,01
	Murovaná konštrukcia	0,60	2,7	2,7	1,01
	Spriahnutá oceľobetónová konštr.	0,75	2,7	2,7	0,37
	Konštr. z nepálených tehliel	1,95	2,7	2,7	1,01
2001 – 2010	Betónová konštrukcia	0,32	2,0	2,0	0,2
	Kombinovaná konštrukcia	0,32	2,0	2,0	0,2
	Murovaná konštrukcia	0,32	2,0	2,0	0,2
	Spriahnutá oceľobetónová konštr.	0,32	2,0	2,0	0,2
	Konštr. z nepálených tehliel	0,32	2,0	2,0	0,2
2011 – 2015	Betónová konštrukcia	0,32	1,4	1,4	0,2
	Kombinovaná konštrukcia	0,32	1,4	1,4	0,2
	Murovaná konštrukcia	0,32	1,4	1,4	0,2
	Spriahnutá oceľobetónová konštr.	0,32	1,4	1,4	0,2
	Konštr. z nepálených tehliel	0,32	1,4	1,4	0,2
2016 a neskôr	Betónová konštrukcia	0,22	1,0	1,0	0,2
	Kombinovaná konštrukcia	0,22	1,0	1,0	0,2

Murovaná konštrukcia	0,22	1,0	1,0	0,2
Spriahnutá oceľobetónová konštr.	0,22	1,0	1,0	0,2
Konštr. z nepálených tehál	0,22	1,0	1,0	0,2

Hodnoty súčiniteľov prechodu tepla pre jednotlivé materiály nosných konštrukcií budov boli získané z literatúry [2] na základe najpopulárnejších konštrukčných systémov v danom období.

Budovám s **betónovou konštrukciou** (SODB, 2021), ktoré boli postavené do roku 1945 bola pridelená priemerná hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukčných systémov G 57 (troskopemzobetónové panely) a BA (keramzitbetónové panely) a pre budovy postavené po roku 1946 sa prideliť priemerná hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukčných systémov T 06 B (troskopemzobetónové panely), MS 5 (lávobetón) a MS 11 (troskopemzobetón). Budovám postaveným po roku 2000 sa prideliť hodnota súčiniteľa prechodu tepla podľa normy platnej v danom roku. Pri všetkých typoch budov s betónovou konštrukciou sa uvažovalo s jednoplášťovou rovnou strechou so škvarovým násypom s plynosilikátovými doskami s hrúbkou 150 mm, podľa literatúry [3].

Základnou stavebnou jednotkou budov s **murovanou konštrukciou** je tehla. Plná tehla bola v rokoch 1946 - 1960 nahrádzaná priečne dierovanými tehliami typu CDM. V rokoch 1961 - 1980 sa objavuje typ tehly CDK a v 90. rokoch sa objavujú tehly súčasného typu Therm [8]. Budovám postaveným po roku 2000 sa prideliť hodnota súčiniteľa prechodu tepla podľa normy platnej v danom roku. Pri všetkých typoch budov s murovanou konštrukciou sa uvažovalo so sedlovými strechami so sklonom < 40° podľa literatúry [3].

Pre budovy so **spriahnutou oceľobetónovou konštrukciou**, ktoré boli postavené do roku 1981 bola pridelená priemerná hodnota súčiniteľa prestupu tepla obvodového plášťa konštrukčných systémov BA-BC (trojvrstvový panel železobetón + 50 mm PPS), B-70 (trojvrstvový panel železobetón + 60 mm PPS) a BA NKS (trojvrstvový panel železobetón + 70 mm PPS) a budovám postaveným medzi rokmi 1981 a 2000 sa prideliť priemerná hodnota súčiniteľa prestupu tepla obvodového plášťa konštrukčných systémov P 1.14 (trojvrstvový panel železobetón + 80 mm PPS), P 1.15 (pórobetónový spínaný panel) a PS-82 (trojvrstvový panel železobetón + 100 mm PPS). Budovám postaveným po roku 2000 sa prideliť hodnota súčiniteľa prechodu tepla podľa normy platnej v danom roku. Pri všetkých typoch budov so spriahnutou oceľobetónovou konštrukciou sa uvažovalo s jednoplášťovou rovnou strechou, s tepelnou izoláciou POLSID s hrúbkou 50 mm a PPS s hrúbkou 50 mm podľa literatúry [3].

Pre budovy s **konštrukciou z nepálených tehál** sa hodnota súčiniteľa prestupu tepla obvodového plášťa vypočítala na základe vodivosti nepálených tehál 0,488 W/m/K [4] a hrúbky steny 250 mm, ktorú literatúra [2] uvádza ako minimálna hodnota hrúbky steny budovy. Táto vypočítaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla bola pridelená budovám postaveným pred rokom 2000. Budovám postaveným neskôr ako v roku 2000 sa prideliť hodnota súčiniteľa prechodu tepla podľa normy platnej v danom roku. Pri všetkých typoch budov s murovanou konštrukciou sa uvažovalo so sedlovými strechami so sklonom < 40° podľa literatúry [3].

Pre budovy s **kombinovanou konštrukciou (kameň a tehly)** sa hodnota súčiniteľa prechodu tepla vypočítala na základe vodivosti nepálených tehál 0,488 W/m/K a vodivosti žuly 3,5 W/m/K [5] pre hrúbku steny 250 mm, ktorú literatúra [2] uvádza ako minimálna hodnota hrúbky steny

budovy. Pomerné zastúpenie kameňa a tehál v nosnej (ako aj obvodovej) konštrukcii budov postavených pred rokom 1960 bolo uvažované ako 1 : 1. U budov postavených medzi rokmi 1961 a 1980 sa uvažovalo s hodnotou pomeru kameň : tehla 1 : 3, čím dochádza k zlepšeniu tepelnoizolačných vlastností takto skonštruovanej steny budovy. U budov postavených po roku 1981 už nebola prítomnosť kameňov v konštrukcii zohľadnená a pridelovala sa hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie z nepálených tehál tak, aby novopostavené budovy po roku 1981 mali hodnotu súčiniteľa prechodu tepla v súlade s vtedy platnou normou CSN 73-0540. Budovám postaveným po roku 2000 sa priradila hodnota súčiniteľa prechodu tepla podľa normy platnej v danom roku. Pri všetkých typoch budov s murovanou konštrukciou sa uvažovalo so sedlovými strechami so sklonom < 40° podľa literatúry [3].

Súčasne sa pri pridelovaní hodnôt súčiniteľa prechodu tepla pre jednotlivé stavebné konštrukcie zanedbala postupná degradácia tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií.

Pri bytových a rodinných domoch, ktoré prešli obnovou, bolo nutné upraviť súčinitele prechodu tepla s ohľadom na zlepšenie tepelnoizolačných vlastností vykonanou obnovou. K tomu boli použité hodnoty z technických noriem stavebných materiálov platných v čase vykonanej obnovy. Nakoľko sa v dátovom súbore nachádza výhradne obdobie poslednej obnovy, bolo nutné predpokladať, že práve počas poslednej obnovy boli zrealizované všetky typy obnovy. Normové hodnoty boli použité aj na rodinné a bytové domy s obdobím výstavby po roku 2000, keďže na tieto domy sa nevzťahovali dáta z použitých publikácií. Prehľad normových hodnôt súčiniteľov prechodu tepla sa nachádza v tabuľke nižšie:

Tabuľka 13: Vývoj normových hodnôt tepelno-technických vlastností

Platná norma	Obdobie poslednej obnovy	U obvodový plášť	U okná	U dvere	U strecha plochá/šikmá
CSN 73-0540: 1964	pred rokom 1980	1,45	3,7	3,7	0,89
CSN 73-0540: 1984	1980 - 1990	0,89	3,7	3,7	0,51
STN 73-0540: 1993	1991 - 1995	0,73	2,7	2,7	0,32
STN 73-0540: 1997	1996 - 2000	0,46	2,7	2,7	0,32
STN 73 0540-2: 2002	2001 - 2005	0,46	2,0	2,0	0,32
STN 73 0540-2: 2002	2006 - 2009	0,32	2,0	2,0	0,32
STN 73 0540-3: 2012	2010 - 2015	0,32	1,4	1,4	0,20
STN 73 0540: 2016	2016 a neskôr	0,22	1,0	1,0	0,101

Po priradení týchto hodnôt boli stanovené referenčné údaje v tabuľke nižšie podľa dostupnej literatúry [2]. Na výpočet tepelných strát sa použila hodnota počtu dennostupňov, N_{DS} , z roku 2021 [4].

Tabuľka 14: Referenčné údaje použité pri tepelných bilanciách budov

Kategória budov	Faktor tvaru f_b [1/m]	Konštrukčná výška h [m]	Teplota vykurovania [°C]	Výmena vzduchu [1/h]	N_{DS} [°C.deň]
Rodinné domy	0,7	2,9	20	0,5	3283
Bytové domy	0,3	2,8	20	0,5	3283

V prvom kroku výpočtu tepelných strát bolo potrebné vypočítať celkovú podlahovú plochu na danom poschodí na základe známej hodnoty vykurovanej plochy na danom poschodí a súčiniteľa prepočtu medzi celkovou plochou A_C a vykurovanou plochou A_V podľa rovnice (1), kde A_C je celková podlahová plocha budovy, A_V je celková vykurovaná plocha budovy, MP/VP je súčiniteľ prepočtu pre daný konštrukčný systém budovy.

$$A_C = MP/VP * A_V \quad (1)$$

Hodnoty súčiniteľa MP/VP pre jednotlivé typy materiálov nosnej konštrukcie sa nachádzajú v tabuľke nižšie [2].

Tabuľka 15: Hodnoty súčiniteľa MP/VP podľa materiálu nosnej konštrukcie a obdobia výstavby budovy

Stavebná sústava, konštrukčný systém	A_C/A_V
betónová konštrukcia – všetky obdobia	1,657
murovaná konštrukcia (tehla, tehlobloky) – všetky obdobia	1,827
spriahnutá oceľobetónová konštrukcia – do roku 1980	1,798
spriahnutá oceľobetónová konštrukcia – 1980-2016	1,708
spriahnutá oceľobetónová konštrukcia – po roku 2016	1,662
kombinovaná konštrukcia (kameň a tehly) – všetky obdobia	1,657
konštrukcia z nepálených tehál – všetky obdobia	1,657

Na základe celkového obostavaného objemu sa vypočítala plocha obvodového plášťa budovy podľa rovnice (2) [2], kde A_E je teplovýmenný obal budovy, V_C je celkový obostavaný objem budovy, f_b je faktor tvaru budovy, h je konštrukčná výška budovy. Celkový obostavaný objem predstavuje súčin celkovej podlahovej plochy a konštrukčnej výšky budovy. Konštrukčná výška budovy bola vypočítaná ako súčin priemernej výšky jedného podlažia podľa tabuľky 15 a počtom poschodí.

$$A_E = V_C * f_b = A_C * h * f_b \quad (2)$$

Hodnota faktora tvaru budovy sa uvažovala podľa STN 73 0540-2: 2002 nasledovne: 0,3 pre bytové domy a 0,7 pre rodinné domy, v súlade s tabuľkou 15.

Merná tepelná strata budovy sa počíta na základe rovnice (3) [2], kde H sú merné tepelné straty budovy, H_T je merný tepelný tok prechodom tepla, H_V sú merné tepelné straty vetraním.

$$H = H_T + H_V \quad (3)$$

Merný tepelný tok prechodom tepla H_T sa počíta podľa rovnice (4) [2], kde H_D je priamy tepelný tok prechodom tepla medzi vykurovaným priestorom a exteriérom cez stavebnú konštrukciu, H_g je ustálený merný tepelný tok prechodom tepla cez zeminu, H_U je merný tepelný tok prechodom tepla cez neupravované priestory, H_A je merný tepelný tok prechodom tepla do susedných budov.

$$H_T = H_D + H_g + H_U + H_A \quad (4)$$

Členy H_g , H_U a H_A boli pri výpočte tepelných strát zanedbané, nakoľko ich hodnota nezávisí od hodnoty súčiniteľa prechodu tepla cez stavebnú konštrukciu, a teda zníženie hodnoty súčiniteľa prechodu tepla cez stavebnú konštrukciu neovplyvňuje ich hodnotu. Taktiež uvažujeme, že

hodnoty týchto členov budú rovnaké aj pre zaizolovaný stav budovy (tepelná izolácia obvodového plášťa a strechy, výmena otvorových konštrukcií).

V rovniciach (5) - (7) sa nachádzajú vzťahy na výpočet tepelných strát pre bytové aj rodinné domy, aplikovateľné pre všetky stavebné konštrukcie.

Vynásobením tepelného toku H_T počtom dennostupňov získame celkové množstvo tepla v $kWh.a$, ktoré je potrebné dodať vykurovacím systémom na dosiahnutie vnútornej teploty $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (počas 1 roka).

Q_T sú celkové tepelné straty budovy počas vykurovacieho obdobia v kWh , koeficient k nadobúda hodnotu, ktorá zohľadňuje zastúpenie otvorových konštrukcií z povrchu obvodového plášťa budovy. Pri výpočtoch sa predpokladalo, že plocha otvorových konštrukcií tvorí 10 % z celkovej podlahovej plochy budovy, v súlade s normou STN 73 4301. Súčasne sa týmto koeficientom zohľadnili straty tepla strechou rozpočítaním medzi jednotlivé podlažia budovy, vrátane prízemí. Výsledné hodnoty koeficienta k sa nachádzajú v tabuľke nižšie, kde $A_{E,j}$ je plocha obvodového plášťa budovy, A_C je celková podlahová plocha v m^2 , PP je počet poschodí, U_j je súčiniteľ prechodu tepla stavebnej konštrukcie, respektíve otvorových konštrukcií v $kW.m^{-2}.^{\circ}\text{C}^{-1}$, počet dennostupňov (pre vykurovacie obdobie v roku 2021 bol $3283\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{deň}$).

(obvodový plášť)
$$Q_{T,plášť} = H_{T,plášť} * N_{DS} = k * A_{E,plášť} * U_{plášť} * 3283 * 24\text{ }^{\circ}\text{C.hod} \quad (5)$$

(strecha)
$$Q_{T,strecha} = H_{T,strecha} * N_{DS} = k * A_C / PP * U_{strecha} * 3283 * 24\text{ }^{\circ}\text{C.hod} \quad (6)$$

(okná)
$$Q_{T,otvorové} = H_{T,otvorové} * N_{DS} = k * A_C * U_{otvorové} * 3283 * 24\text{ }^{\circ}\text{C.hod} \quad (7)$$

Tabuľka 16: Hodnoty koeficienta k v rovniciach (5)-(7)

	Rovnica (5)	Rovnica (6)	Rovnica (7)
Hodnoty koeficienta k	$(1 - 0,1 * A_C / A_{E,plášť})$	$(1 / PP)$	0,1

Východiskovým predpokladom rovnice (6) bolo, že plocha strechy nie je väčšia ako je plocha zastavaná stavbou, keďže tepelnoizolačný materiál sa vo väčšine prípadov inštaluje na vrchnú časť podkrovia (v prípade šikmej strechy), ktorá má takmer totožnú plochu ako je podlahová plocha. Preto bola plocha strechy vypočítaná ako podiel celkovej podlahovej plochy a počtu podlaží. Takto vypočítané straty tepla strechou boli potom prepočítané na jednotlivé podlažia celej budovy.

Rovnakým spôsobom sa počíta aj tepelná strata pre zaizolovaný stav budovy podľa rovnice (8), kde Q_{Ti} sú celkové tepelné straty budovy po tepelnej izolácii obvodového plášťa, strechy a výmene otvorových konštrukcií počas vykurovacieho obdobia v $kWh.a$, $U_{i,j}$ je súčiniteľ prechodu tepla cez stavebnú konštrukciu/otvorové konštrukcie po tepelnej izolácii obvodového plášťa, strechy a výmene otvorových konštrukcií v $kW.m^{-2}.^{\circ}\text{C}^{-1}$ – pre obal stavebnej konštrukcie sme uvažovali hodnotu $0,22\text{ }W/m^2/^{\circ}\text{C}$, pre strechu budovy hodnotu $0,15\text{ }W/m^2/^{\circ}\text{C}$ a pre otvorové konštrukcie $0,85\text{ }W/m^2/^{\circ}\text{C}$, a to tak, aby boli v súlade s, v súčasnosti platnou, normou STN 73 0540-2: 2021.

$$Q_{Ti} = H_{Ti} * N_{DS} = \sum_j k_j * A_{E,j} * U_{i,j} * 3283 * 24 \text{ } ^\circ\text{C.hod} \quad (8)$$

Merné tepelné straty vetraním H_V sa počítajú podľa vzťahu (9), kde $\rho_a \cdot c_a$ je objemová tepelná kapacita vzduchu, ktorá má hodnotu $0,33 \text{ W.h.m}^{-3} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$, n je intenzita výmeny vzduchu v budove, ktorá má hodnotu $0,5 \text{ h}^{-1}$, V_m je objem vzduchu v budove, pričom ten tvorí 85 % z celkového obostavaného objemu budovy [2].

$$H_V = \rho_a * c_a * n * V_m \quad (9)$$

Tepelné straty vetraním sú počítané v jednotkách kWh.a , podľa rovnice (10).

$$Q_V = H_V * N_{DS} \quad (10)$$

Nie je možné zanedbať ani zahrnutie tepelných ziskov do celkovej tepelnej bilancie budovy. Tými sú tepelný zisk slnečným žiarením počas vykurovacieho obdobia a vnútorné tepelné zisky zo spotrebičov [2].

$$Q_M = H_M * N_{DS} \quad (11)$$

Člen Q_M v rovnici (11) vyjadruje tepelné straty cez tepelné mosty nedokonalosťou stavebnej konštrukcie. Hodnota tohto člena bola odhadovaná na úrovni $0,05 \text{ W/m}^2/\text{K}$ pre obnovené budovy a $0,1 \text{ W/m}^2/\text{K}$ pre neobnovené budovy.

Tepelné zisky sa počítajú rovnicou (12), kde Q_Z je celkový tepelný zisk počas vykurovacieho obdobia v kWh.a . Q_{VS} je priemerná hodnota vnútorného tepelného zisku zo spotrebičov v kWh.a , ktorá má hodnotu $25,44 \text{ kWh.a}$ [2] za vykurovacie obdobie, a $Q_{S\check{Z}}$ je celkový tepelný zisk slnečným žiarením. $I_{S\check{Z}}$ predstavuje priemernú energiu slnečného žiarenia počas vykurovacieho obdobia v $\text{kWh/m}^2.\text{a}$, a má hodnotu $200 \text{ kWh/m}^2.\text{a}$ [2], A_{OK} je plocha otvorových konštrukcií budovy v m^2 [2] a $\emptyset$ je faktor priepustnosti, ktorá má hodnotu $0,75$ pre drevené a plastové dvojsklá a hodnotu $0,5$ pre plastové trojsklá.

$$Q_Z = Q_{VS} + Q_{S\check{Z}} = Q_{VS} + I_{S\check{Z}} * A_{OK} * \emptyset \quad (12)$$

Celková tepelná bilancia budovy je vyjadrená v rovniciach (13 - 14).

$$\text{(pôvodný stav budovy)} \quad Q = Q_T + Q_V + Q_{inf} + Q_M - Q_Z \quad (13)$$

$$\text{(upravený stav budovy podľa najnovšej normy)} \quad Q_i = Q_{T,i} + Q_V + Q_{M,i} - Q_Z \quad (14)$$

Člen Q_{inf} vyjadruje stratu tepla infiltráciou vzduchu cez netesnosti otvorových konštrukcií. Pre tento parameter sme zvolili hodnotu, ktorá tvorí 10 % z celkových tepelných strát vetraním. Rozdiel $Q - Q_i$ tvorí ušetrené množstvo tepla z dôsledku izolácie vonkajšieho plášťa budovy, strechy a výmeny otvorových konštrukcií.

Ďalším krokom bol výpočet hrúbky izolácie obvodového plášťa a strechy budovy na dosiahnutie normovej hodnoty U ($0,22$ pre obvodový plášť budovy a $0,101$ pre strechu budovy - STN 73 0540-3: 2021). Na základe literatúry [5] sa ako izolačný materiál pre obvodový plášť budovy zvolil polystyrén EPS 70 s tepelnou vodivosťou $0,041 \text{ W/m/K}$ [5]. Tento izolačný materiál je vhodný na izoláciu všetkých skúmaných nosných konštrukcií. Ako izolačný materiál strechy sa zvolila

minerálna vlna s tepelnou vodivosťou 0,032 W/m/K [5]. Pri výpočte hrúbky izolácie sa však neuvažovalo s kondenzáciou vody v izolácii kvôli dosiahnutiu rosného bodu v izolácii.

Hrúbka izolácie na dosiahnutie normovej hodnoty U sa počíta iteračným výpočtom, podľa rovníc (15) a (16). $U_{\text{plášť}+izolácia}$ je normová hodnota súčiniteľa prechodu tepla pre teplovýmenný obal budovy, $U_{\text{plášť}}$ je hodnota súčiniteľa prechodu tepla pred izoláciou budovy, δ_i je hrúbka izolácie, λ_i je tepelná vodivosť izolácie, $U_{\text{strecha}+izolácia}$ je normová hodnota súčiniteľa prechodu tepla pre strechu budovy.

$$0,22 = U_{\text{plášť}+izolácia} = \frac{1}{\frac{1}{U_{\text{plášť}}} + \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad (15)$$

$$0,101 = U_{\text{strecha}+izolácia} = \frac{1}{\frac{1}{U_{\text{strecha}}} + \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad (16)$$

Následne sa k vypočítaným hodnotám hrúbky izolácie (130 - 170 mm pre obvodový plášť budovy a 250-280 mm pre strechu budovy) priradili hodnoty cien izolácií s inštaláciou na m^2 izolácie [5].

Celková cena izolácie budovy, vrátane inštalácie, sa počíta rovnicami (17) a (18). $C_{i,\text{plášť}}$ je celková cena izolácie teplovýmenného plášťa budovy v €, $A_{E,\text{plášť}}$ je plocha teplovýmenného obalu budovy v m^2 , c_i je cena izolácie s inštaláciou na m^2 pre danú hrúbku izolácie v €/m², $C_{i,\text{strecha}}$ je celková cena izolácie strechy v €, A_C je celková podlahová plocha v m^2 , k je počet vykurovaných poschodí budovy. Konštanta 0,1 v rovnici vyjadruje podiel plochy otvorových konštrukcií, ktoré tvoria 10 % z podlahovej plochy bytu.

$$(\text{obvodový plášť budovy}) \quad C_{i,\text{plášť}}^{2015} = (A_{E,\text{plášť}} - 0,1 * A_C) * c_i \quad (17)$$

$$(\text{strecha budovy}) \quad C_{i,\text{strecha}}^{2015} = A_C * c_i \quad (18)$$

Uvedené ceny v literatúre [5] sú z roku 2015, preto bolo nevyhnutné vypočítať aktuálne ceny izolácií pre rok 2022 použitím indexovej metódy, podľa rovnice (16). $C_{i,j}^{2022}$ je celková cena izolácie teplovýmenného plášťa/strechy budovy v roku 2022, $C_{i,j}^{2015}$ je celková cena izolácie teplovýmenného plášťa/strechy budovy v roku 2015, cpi^{2022} index cien stavebných prác podľa klasifikácie stavieb pre rok 2022, ktorý má hodnotu 148,6 pre bytové domy a 143,7 pre rodinné domy, cpi^{2015} index cien stavebných prác podľa klasifikácie stavieb pre rok 2015, ktorý má hodnotu 100 pre bytové aj rodinné domy [6].

$$C_{i,j}^{2022} = C_{i,j}^{2015} * \frac{cpi^{2022}}{cpi^{2015}} \quad (19)$$

Literatúra [5] uvádza aj ceny výmeny okien s inštaláciou, z roku 2015. Z uvedených typov okien sa zvolilo 5-komorové plastové okno s trojsklom, ktorého hodnota súčiniteľa prechodu tepla je v súlade s aktuálnymi normami. Na základe rovnice (20) sa vypočítala celková cena výmeny okien s inštaláciou pre danú budovu. Následne sa táto cena prepočítala na aktuálnu cenu výmeny okien indexovou metódou obdobným spôsobom ako pri výpočtoch cien izolácií (18). Konštanta 0,1

v rovnici vyjadruje podiel plochy otvorových konštrukcií, ktoré tvoria 10 % z podlahovej plochy bytu.

$$C_{i,okná}^{2015} = 0,1 * A_C * c_i \quad (20)$$

Cenu ušetrenej kWh tepla v €/kWh počítame rovnicou (20), kde C_j^{kWh} je cena ušetrenej kWh tepla izoláciou obvodového plášťa/strechy/výmenou okien v €/kWh, $C_{i,j}^{2022}$ je cena izolácie obvodového plášťa/strechy/výmeny okien v roku 2022 v €, $Q_j - Q_{i,j}$ je ušetrené množstvo tepla izoláciou obvodového plášťa/strechy/výmenou okien v kWh.

$$C_j^{kWh} = \sum_j \frac{C_{i,j}^{2022}}{Q_j - Q_{i,j}} \quad (21)$$

Box 2: Modelový príklad bytu v RD

Nasledujúci ukázkový príklad modelového bytu v RD znázorňuje potenciálne dosiahnuteľné úspory, náklady na jednotlivé úsporné opatrenia, merné nákladovosti týchto úsporných opatrení a indikatívne návratnosti jednotlivých opatrení. Modelový byt v RD má nasledovné parametre:

- Lokalita: Bratislavský kraj
- Obdobie výstavby: 1961 – 1980
- Vykonané úsporné opatrenia (historické): žiadne
- Súčet podlahovej plochy: 120 m²
- Počet bytov v RD: 1
- Počet poschodí vrátane prízemí: 1
- Typ nosnej konštrukcie: murovaná konštrukcia (tehly, tvárnice, tehlové bloky)
- Energetická trieda: G

Obnovou modelového bytu v RD je možné dosiahnuť nasledovné úspory:

- Celková potenciálna úspora: 34,3 MWh
 - Potenciálna úspora obnovou obvodového plášťa: 18,2 MWh
 - Potenciálna úspora obnovou strechy: 11,9 MWh
 - Potenciálna úspora výmenou otvorových konštrukcií: 4,2 MWh
- Celkové náklady na obnovu: 56 000 €
 - Náklady na obnovu obvodového plášťa: 34 300 €
 - Náklady na obnovu strechy: 17 400 €
 - Náklady na výmenu otvorových konštrukcií: 4300 €
- Merná nákladovosť celkovej obnovy: 1 630 €/MWh
 - Merná nákladovosť obnovy obvodového plášťa: 1 900 €/MWh
 - Merná nákladovosť obnovy strechy: 1 500 €/MWh
 - Merná nákladovosť výmeny otvorových konštrukcií: 1 000 €/MWh
- Indikatívna návratnosť celkovej obnovy: 32,5 roka
 - Indikatívna návratnosť obnovy obvodového plášťa: 37,7 roka
 - Indikatívna návratnosť obnovy strechy: 29,2 roka
 - Indikatívna návratnosť výmeny otvorových konštrukcií: 20 rokov

Vyššie popísaná metodika má z pohľadu autorov nasledujúce limitácie:

- Uvažovalo sa iba s potenciálnou obnovou budov, ktoré boli postavené po roku 1945 a pred rokom 2000, teda celkový fond budov je zmenšený o približne 30 % v dôsledku absencie nákladovej efektívnosti obnovy, ktoré nepatria do tejto kategórie.
- Teplotechnické vlastnosti novopostavených a obnovených budov v danom období boli z dôvodu nedostatku dát priradené na základe noriem, ktoré boli platné v danom období (teda žiadna budova nemá horšie/lepšie teplotechnické vlastnosti ako normové v danom období), čo môže nadhodnocovať alebo podhodnocovať úspory v prípade, že neboli dodržané platné normy, resp. stavba alebo obnova bola vo vyššej kvalite ako predpisovali normy.
- Odhadnutý potenciál vychádza z aktuálne platných noriem (bytové domy obnovené do energetickej triedy B a rodinné domy do hraničnej energetickej triedy medzi triedami A a B). V prípade budúceho sprísnenia noriem dôjde aj k zvýšeniu potenciálu.
- Návratnosti obnov a potenciál úspor boli počítané na základe ceny zemného plynu v tarife D3 pre všetky domácnosti, čo nemusí zodpovedať realite.
- Presné určenie teplotechnických vlastností budov, ktoré prešli obnovou v minulosti bolo prakticky nemožné. Databáza SODB obsahuje informácie len za obdobie poslednej obnovy a nie o všetkých obnovách jednotlivo, teda v metodike bolo uvažované, že všetky historické obnovy boli vykonané naraz v tom istom období.
- Náklady na obnovu obvodového plášťa a strechy budovy boli počítané na základe údajov zo zdroja pre konkrétny typ konštrukčného materiálu budovy a hrúbku izolácie, vrátane fixných nákladov na lešenie, inštaláciu a podobne. Tieto náklady boli stanovené pre obnovy bytových domov, avšak kvôli nedostatku zdrojov boli uvažované rovnaké aj pre rodinné domy a teda neboli zohľadnené niektoré faktory, ktoré môžu mať vplyv na výšku nákladov ako doprava materiálu do výšky a konštrukcia lešenia pri bytových domoch, či absencia množstevných zliav pri rodinných domoch. Tieto náklady teda nemusia byť úplne totožné s realitou.
- Konštrukčné výšky budov boli priradené na základe dostupných zdrojov pre jednotlivé typy konštrukčných materiálov budov, čo nemusí zodpovedať realite.
- V metodike sa uvažuje s nedegradujúcimi teplotechnickými vlastnosťami budov počas ich životnosti do momentu obnovy budovy, čo môže mierne podhodnocovať úspory.
- Tepelné straty reguláciou, rozvodmi a komínové tepelné straty boli v metodike zanedbané.
- Nakoľko nebolo možné prepojiť informáciu o stave obývanosti s konkrétnymi bytmi, bol celkový potenciál úspor všetkých bytov alikvotne znížený o podiel neobývaných bytov. V prípade, že podiel obývanosti je nižší v bytoch postavených pred rokom 1945 ako v ostatných obdobiach, môže byť potenciál úspor takouto úpravou podhodnotený,
- V analýze sa vyhodnocoval len potenciál úspor obnovou obvodového plášťa, strechy a výmenou otvorových konštrukcií. Ďalšie úspory je potenciálne možné dosiahnuť aj zefektívnením systému účinného zásobovania teplom a chladom. Tieto úspory nemajú vplyv na potrebu tepla na vykurovanie, ale sú priamo premietateľné do zníženia spotreby palív na vykurovanie.

Príloha 2: Porovnanie odhadov s údajmi z energetických bilancií

Vypočítané hodnoty historických a potenciálnych úspor boli za účelom overenia realistikosti výpočtov porovnané s dátami o spotrebe energie domácnosti z energetických bilancií.

Prvou porovnávanou veličinou bola spotreba energií na vykurovanie v sektore domácností. Tá dosiahla v roku 2021 podľa energetických bilancií 25,7 TWh, čo zhruba korešponduje s odhadmi IHA na úrovni 26,2 TWh podľa metodiky v prílohe 1 na základe údajov zo SODB. Na základe metodiky v prílohe 1 bola odhadnutá len potreba energie na vykurovanie, spotreba bola dopočítaná na základe odhadovanej priemernej účinnosti vykurovacích zariadení na úrovni 88,9 %.²⁶ Odhady IHA je možné, na rozdiel od údajov z energetických bilancií, rozdeliť na rodinné a bytové domy, v ktorých dosiahla spotreba 22,9 TWh, resp. 3,3 TWh (pozri Tabuľka 17).

Druhou porovnávanou veličinou boli historické úspory od roku 2000. Pre tento účel bolo potrebné:

- Upraviť historickú spotrebu energií na vykurovanie nahor o spotrebu biomasy (ktorá je vykazovaná od roku 2010). Pripočítaná bola hodnota 8,6 TWh z roku 2010, ktorá predstavuje rozdiel vo vykazovanej spotrebe biomasy v domácnostiach medzi rokmi 2009 a 2010. Skutočná hodnota bola pravdepodobne vyššia, keďže sa predpokladá, že viaceré vykurovacie zdroje na biomasu boli medzičasom nahradené zdrojmi na iné palivá.
- Od aktuálnej spotreby odpočítať spotrebu energií v domoch postavených po roku 2000, ktorú IHA odhaduje na 2,9 TWh.
- Prepočítať spotrebu energií na vykurovanie v rokoch 2000 a 2021 na rovnaké teplotné podmienky podľa vykurovacích dennostupňov.
- Pretransformovať odhadnutú potrebu energie na vykurovanie v roku 2021 na spotrebu palív. Rovnako ako pri prvej porovnávannej veličine bol použitý údaj 88,9 %.

Podľa výpočtov IHA malo po vyššie uvedených úpravách dôjsť medzi rokmi 2000 a 2021 k úspore na spotrebe energie na vykurovanie na úrovni 17,9 TWh, podľa energetických bilancií to bolo 16,1 TWh, teda približne o 10 % menej. Tento rozdiel pripisuje IHA skutočnosti, že v analýze sa kvôli neexistencii údajov o parametroch novopostavených/obnovených budov počítalo s tým, že boli postavené, resp. obnovené do dobových noriem, čo nezodpovedá realite a parametre boli často laxnejšie než normy. Aj vzhľadom na túto skutočnosť považuje IHA rozdiely na úrovni 10 % za potvrdenie správnosti použitého postupu pri výpočte odhadov.

Tabuľka 17: Porovnanie vypočítaných historických úspor a spotreby energie na vykurovanie s dátami z energetických bilancií (v TWh)

	Historické úspory	Spotreba energie na vykurovanie	z toho RD ²⁷	z toho BD ²⁷
Eurostat	16,12	25,73	n/a	n/a
Odhad IHA	17,87	26,18	22,93	3,25

Zdroj: výpočty IHA, Eurostat

²⁶ Pozri poznámku pod čiarou 21 na strane 20.

²⁷ Energetické bilancie nedisponujú disagregovanými dátami na úrovni rodinných a bytových domov.

Príloha 3: Odhady nákladovosti a potenciálu obnovy rodinných a bytových domov podľa typu obnovy

Tabuľka 18: Projekcia obnovy pre rodinné domy – úspora obnovou a náklady na obnovu

Návratnosť	Cena paliva	Cena obnovy	Zateplenie obvodového plášťa			Výmena okien			Zateplenie strechy		
[rok]	[€/MWh]	[€/MWh]	ročná úspora [TWh]	náklady [mld. €]	cena obnovy [€/MWh]	ročná úspora [TWh]	náklady [mld. €]	cena obnovy [€/MWh]	ročná úspora [TWh]	náklady [mld. €]	cena obnovy [€/MWh]
do 30	40	1018	1,81	1,93	1 064	0,72	0,64	884	0,15	0,17	1 098
	50	1207	4,38	5,50	1 257	0,84	0,80	956	0,24	0,29	1 182
	60	1289	5,61	7,51	1 337	0,88	0,87	988	0,34	0,44	1 277
	70	1350	6,24	8,72	1 397	0,89	0,89	998	0,40	0,56	1 395
	80	1378	6,24	8,73	1 398	0,91	0,92	1018	0,63	1,07	1 699
do 45	40	1289	5,61	7,51	1 337	0,88	0,87	988	0,34	0,44	1 277
	50	1367	6,24	8,72	1 398	0,91	0,92	1018	0,54	0,85	1 594
	60	1401	6,25	8,74	1 399	0,94	1,01	1076	0,75	1,36	1 830
	70	1497	6,37	9,10	1 429	0,96	1,06	1105	1,10	2,46	2 230
	80	1699	6,83	10,61	1 554	0,97	1,09	1132	1,68	4,39	2 613
do 60	40	1378	6,24	8,73	1 398	0,91	0,92	1018	0,63	1,07	1 699
	50	1431	6,37	9,10	1 429	0,95	1,04	1091	0,77	1,44	1 865
	60	1699	6,83	10,61	1 554	0,97	1,09	1132	1,68	4,39	2 613
	70	1782	6,93	10,98	1 585	0,97	1,09	1132	1,97	5,51	2 792
	80	1874	7,08	11,64	1 644	0,98	1,15	1176	2,17	6,38	2 943
Všetky	n/a	1879	7,08	11,64	1 644	0,99	1,20	1215	2,17	6,39	2 947

Zdroj: výpočty IHA

Tabuľka 19: Projekcia obnovy pre bytové domy – úspora obnovou a náklady na obnovu

Návratnosť obnovy	Cena paliva	Cena obnovy	Zateplenie obvodového plášťa			Výmena okien			Zateplenie strechy ²⁸		
[rok]	[€/MWh]	[€/MWh]	ročná úspora [TWh]	náklady [mld. €]	cena obnovy [€/MWh]	ročná úspora [TWh]	náklady [mld. €]	cena obnovy [€/MWh]	ročná úspora [TWh]	náklady [mld. €]	cena obnovy [€/MWh]
do 30	40	1046	0,16	0,18	1 109	0,12	0,12	961	-	-	-
	50	1186	0,33	0,42	1 255	0,14	0,14	1021	-	-	-
	60	1298	0,49	0,67	1 370	0,16	0,17	1074	0,01	0,01	1 288
	70	1405	0,61	0,91	1 487	0,16	0,17	1094	0,01	0,01	1 290
	80	1447	0,65	0,99	1 526	0,16	0,18	1123	0,01	0,02	1 674
do 45	40	1298	0,49	0,67	1 370	0,16	0,17	1074	0,01	0,01	1 288
	50	1422	0,62	0,94	1 500	0,16	0,18	1123	0,01	0,01	1 474
	60	1611	0,78	1,32	1 698	0,17	0,21	1216	0,01	0,02	1 752
	70	1653	0,81	1,40	1 735	0,18	0,23	1263	0,01	0,03	1 963
	80	1746	0,85	1,54	1 813	0,18	0,24	1317	0,03	0,07	2 604
do 60	40	1447	0,65	0,99	1 526	0,16	0,18	1123	0,01	0,02	1 674
	50	1642	0,80	1,39	1 729	0,18	0,22	1237	0,01	0,02	1 830
	60	1746	0,85	1,54	1 813	0,18	0,24	1317	0,03	0,07	2 604
	70	1772	0,85	1,56	1 830	0,19	0,25	1335	0,03	0,09	2 816
	80	1878	0,86	1,60	1 854	0,19	0,27	1400	0,06	0,23	3 670
Všetky	n/a	2784	0,86	1,60	1 854	0,19	0,29	1503	0,15	1,48	9 609

Zdroj: výpočty IHA

²⁸Keď v tabuľke nie je uvedená hodnota, dané úsporné opatrenie nie je pri danej cene plynu ekonomicky návratné pri danej návratnosti.