VPLYV ZMENY KLÍMY NA EFEKTÍVNOSŤ EPC PROJEKTOV

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE EFFECTIVENNES OF EPC PROJECTS

Veronika Klincová^{*,1}

^{*}veronika.klincova@stuba.sk, veronika.klincova@gmail.com

¹ Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Radlinského 2766/11, 810 05 Bratislava

Abstrakt

Spotreba energie v budovách je dôležitým faktorom súvisiacim s trvalo udržateľným rozvojom a je úzko spojená s hlavnou hrozbou ľudskej spoločnosti, ktorú predstavuje tvorba skleníkových plynov a s tým súvisiace globálne otepľovanie. Optimalizácia spotreby energie v budovách a efektívne využívanie energie z obnoviteľných zdrojov energie s minimálnym dopadom na životné prostredie predstavujú jadro boja proti zmene podnebia. Článok pojednáva o problematike súčasného stavu klimatických zmien a ich dopadu na spotrebu energie v budove, popisuje možnosti hodnotenia EHB prostredníctvom simulácií ako nástroja pre optimálny návrh spotreby energie so zohľadnením údajov o budúcej klíme a zároveň opisuje model financovania zlepšenia energetickej efektívnosti budov prostredníctvom EPC projektov.

Kľúčové slová

Zmena klímy, energetická hospodárnosť, EPC projekt, energetická simulácia

Abstract

Energy consumption in buildings is an important factor related to sustainable development and is closely linked to the main threat to human society posed by greenhouse gas emissions and the associated global warming. Optimizing of energy consumption in buildings and the efficient use of energy from renewable sources with minimal impact on the environment are at the heart of the fight against climate change. The article discusses the current state of climate change and its impact on energy consumption in the building, describes the possibilities of assessing the future energy performance of buildings through simulations as a tool for optimal design of energy consumption in a building, taking into account future climate data, and explains the financing model for improving energy efficiency of buildings through EPC projects.

Key words

Climate change, energy efficiency, EPC project, energy simulation

1 ÚVOD

Stavebný sektor je jeden z najväčších spotrebiteľov energie, pričom sa odhaduje, že budovy po celom svete sú zodpovedné za viac ako 40 % celkovej spotreby primárnej energie a s tým súvisiacou tvorbou skleníkových plynov [1]. Väčšina budov sa v súčasnosti navrhuje tak, aby vydržala viac ako 50 rokov, pričom budovy ako súčasť infraštruktúry musia dlhodobo odolávať meniacim sa klimatickým podmienkam. Pri návrhu treba brať do úvahy, že budovy budú vystavené klíme, ktorá bude postupne teplejšia a preto je potrebné zabezpečiť, aby súčasné aj budúce stavby spoľahlivo pracovali za meniacich sa klimatických podmienok. Niekoľko súčasných štúdií predpokladá budúci nárast ročného dopytu po chladení a pokles ročného dopytu po vykurovaní [2]. Zmena klímy predstavuje výzvu pre projektanta budovy, najskôr preto, že dlhodobým cieľom svetového spoločenstva je znížiť využívanie energie s cieľom obmedziť rozsah budúcich klimatických zmien spôsobených ľudskou činnosťou.

Investícia do zlepšenia energetickej účinnosti budov poskytuje okrem zníženia dopadu na zmenu podnebia aj okamžitý pozitívny peňažný tok vyplývajúci z nižších účtov za energiu. Okrem obvyklých možností financovania, ktoré majú vlastníci a prevádzkovatelia budov (napríklad formou pôžičky alebo úveru), sú k dispozícii aj iné spôsoby financovania takýchto projektov. Jednou z týchto metód je financovanie prostredníctvom EPC projektu.

2 KLIMATICKÉ ZMENY A STAVEBNÝ SEKTOR

Podnebie Zeme sa v priebehu histórie menilo. Zvláštny význam je potrebné venovať predovšetkým súčasnému trendu otepľovania planéty, ktorý je výsledkom ľudskej činnosti približne od polovice 20. storočia a ktorá postupuje rýchlosťou, ktorá je neudržateľná. Za hlavnú príčinu klimatických zmien sa považuje globálne otepľovanie, ktoré je spôsobené skleníkovým efektom [3].

Skleníkové plyny a spotreba energie v stavebnom sektore

Emisie skleníkových plynov zo stavebného sektoru sa v období od roku 1970 viac ako zdvojnásobili, čo vo výsledku znamená viac ako 19 % všetkých globálnych emisií skleníkových plynov z roku 2010. Väčšina týchto emisií sú nepriame emisie, ktoré vznikajú využívaním elektrickej energie v budovách, a ktoré počas sledovaného obdobia rástli na rozdiel od priamych emisií, ktoré sa vyznačovali stagnáciou (Obr. 1) [4].

Vzhľadom na fakt, že v stavebnom sektore je vysoký podiel nepriamych emisií, skutočné hodnoty závisia vo veľkej miere od výroby a spotreby energie. V roku 2010 spotrebovali budovy až 32 % celkovej globálnej konečnej energie, pričom na vykurovanie budov (bytových aj komerčných) bolo potrebných 32-34 % z tohto podielu. Ďalším významným spotrebiteľom v komerčných budovách bolo osvetlenie, zatiaľ čo v obytných budovách to bolo varenie a príprava TÚV (Obr.1) [4].

Obr. 1 Svetová konečná spotreba energie v budovách podľa konečného použitia v roku 2010.

Prognózy zmeny klímy - klimatické scenáre

Prognózy budúceho vývoja klímy predpokladajú tzv. Reprezentatívne koncentračné scenáre – RCP. Tieto scenáre sú založené na sociálno-ekonomických, technologických a energetických predpokladoch, predpokladoch využívania pôdy, tvorbe emisií skleníkových plynov a úrovne znečistenia ovzdušia [2]. Existujú 4 základné klimatické scenáre v závislosti od emisných scenárov tvorby antropogenného skleníkového plynu, pričom opisujú varianty otepľovania zväčša do roku 2100 (Obr. 2). RCP 4.5 je tzv. stabilizačný scenár, ktorý počíta s tým, že koncentrácia CO₂ bude kumulovať okolo roku 2050 a stabilizuje sa po roku 2100 okolo hodnoty 520 ppm, pričom priemerná teplota vzduchu sa do roku 2100 zvýši o 1,8 °C [5]. Menej optimistický scenár RCP 8.5 predpokladá zvýšenie teploty o 4,9 °C alebo viac do roku 2100 v porovnaní s obdobím pred revolúciou, sprevádzané zvýšením extrémnych teplotných udalostí [2]. Okrem toho predpokladá zvýšenie emisií CO₂ až na úroveň 950 ppm v roku 2100, pričom očakáva, že ďalší rast bude prebiehať minimálne do roku 2200 [5].

Vlna renovácie v stavebnom sektore

Európska komisia vo svojom oznámení o Európskej zelenej dohode informuje, že stavba, jej používanie a obnova budov sú zodpovedné za 40 % spotrebovanej energie v EÚ [6]. Na splnenie cieľa znížiť emisie skleníkových plynov o 55 % sa môžu pričiniť práve budovy a výroba elektrickej energie. Hlavným cieľom je v čo najväčšej miere zavádzať výrobu energie z obnoviteľných zdrojov energie, pričom podiel výroby elektriny z obnoviteľných zdrojov sa má do roku 2030 minimálne zdvojnásobiť - zo súčasných 32 % na 65 % a viac. Využívaním energie z obnoviteľných zdrojov sa významne dekarbonizujú mnohé odvetvia, napr. chladenie a vykurovanie v budovách

a priemysle. Dôležité je, aby úroveň využívania obnoviteľných zdrojov energie pri vykurovaní a chladení dosiahla aspoň 40 % [7].

Obr. 2 Prognózy globálneho oteplenia povrchu Zeme podľa klimatických scenárov vzhľadom k obdobiu 1986–2005.

Až 75% budov v rámci EÚ je energeticky ne hospodárnych a napr. na vykurovanie používa zastarané systémy využívajúce fosilné palivá, uhlie alebo ropu [7]. Ročná miera renovácie fondu budov sa pritom v členských štátoch pohybuje len na úrovni od 0,4 do 1,2 %. Iniciatívou EÚ je zapojiť sa do vlny renovácie verejných aj súkromných budov, čo má za cieľ znížiť účty za energie a zároveň aj energetickú chudobu. Renováciu verejných a súkromných budov je v rámci Európskej zelenej dohody označená ako kľúčová iniciatíva na zlepšenie energetickej efektívnosti v stavebnom sektore. Do roku 2030 má byť obnovených až 35 miliónov budov [6].

Na dosiahnutie európskych cieľov v oblasti energetiky a klímy do roku 2030 bude potrebných približne 275 miliárd ročne, preto je okrem verejného financovania potrebné odblokovať aj súkromné financovanie. Európska komisia vytvorila iniciatívu inteligentné financovanie inteligentných budov, ktorá slúži na mobilizáciu súkromného financovania energetickej účinnosti a obnoviteľných zdrojov energie [8]. Iniciatíva Inteligentné financovanie inteligentných budov podporuje aj využívanie tzv. zmlúv o energetickej hospodárnosti (EPC projekty), ktoré môžu byť východiskovým riešením pri obnove budov, ktorých majiteľ nemá počiatočný kapitál na obnovu.

3 EPC PROJEKTY

Metóda EPC ponúka realizáciu úsporných opatrení v energetickom hospodárstve vrátane zabezpečenia finančných zdrojov prostredníctvom splácania investície z dosiahnutých a dodávateľom zaručených úspor, tzn. bez nutnosti investície zo strany zákazníka, vlastníka a prevádzkovateľa objektu.

EPC je obchodný model, ktorý zakladá zmluva o energetickej efektívnosti. Zmluvou o energetickej efektívnosti je zmluva uzatvorená medzi poskytovateľom garantovanej energetickej služby a prijímateľom garantovanej energetickej služby, na základe ktorej je poskytovateľovi garantovanej energetickej služby odplata za poskytnuté služby uhrádzaná podľa toho, či skutočne dosiahol zmluvne určené hodnoty zlepšenia energetickej efektívnosti [9]. V zmysle zákona č.321/2014 Z.z. ide o energetickej efektívnosti ide o garantovanú energetickú službu. Pri EPC sa uskutočňuje modernizácia objektov a zariadení prijímateľa služby, ktorá vedie k zníženiu nákladov na spotrebu energií a súvisiacich prevádzkových nákladov. Náklady na modernizáciu, ktorú podľa potreby prijímateľa navrhne, naprojektuje, realizuje a prefinancuje poskytovateľ, sa splácajú z v budúcnosti dosahovaných úspor, za ktoré sa poskytovateľ služby zaručí. Poskytovateľ služby počas obdobia splácania modernizácie poskytuje energetický manažment a vyhodnocuje dosahované úspory. V prípade, že by nastal výpadok úspor, zaväzuje sa poskytovateľ uhradiť prijímateľovi služby finančnú hodnotu výpadku úspor.

Pri modernizácii budov sa EPC zmluva dotýka alebo jednotlivé budovy alebo súboru budov rôzne umiestnených nie vo vzájomnej/ bezprostrednej blízkosti, (napr. školy v meste, rozličné budovy VÚC, reťazec obchodov, kancelárií) alebo viacerých budov teritoriálne a funkcionálne súvisiacich a prepojených (napr. nemocnica, výrobný podnik). Modernizuje sa energetická infraštruktúra a stavebná obálka budov. Objektom modernizácie sú systémy vykurovania a vzduchotechniky, vnútorného a vonkajšieho osvetlenia, rozvodov energie, rekuperácie, kotly, solárne zdroje, fotovoltika, tepelné čerpadlá, kogenerácie, trigenerácie, príprava pitnej aj bazénovej vody, technológia práčovne, automatizácia energetického manažmentu a aplikácia výhodnejšieho odberového diagramu, výmena okien, oprava stavebných otvorov a striech a i. [10].

Návratnosť projektov EPC je typicky 6 až 10 rokov, ale realizovali sa projekty s kratšou aj dlhšou dobou návratnosti. Krátkodobé návratné projekty sa uskutočňujú v prípade, keď sa podarí objaviť významnú optimalizačnú príležitosť, ktorú prijímateľ nemal možnosť financovať (alebo to nebola jeho prioritou), alebo ju jednoducho neodhalil. Dlhodobé návratné projekty sú typické veľkým podielom drahých modernizačných opatrení, ktoré nemajú rýchlu finančnú návratnosť z budúcich úspor energie – napr. niektoré typy stavebných úprav budov.

4 ENERGETICKÉ SIMULÁCIE BUDOV – JEDNODUCHÁ SIMULÁCIA ADMINISTRATÍVNEJ BUDOVY

Simulácie energetickej hospodárnosti budov sa stali ústredným prvkom pri navrhovaní a optimalizácii energetických systémov budov. Slúžia ako podporný nástroj na zistenie energetickej náročnosti budovy a dokážu nájsť optimalizačné opatrenia v budove tak, aby po jej obnove vedel byť EPC projekt efektívny a úspešný. Energetické modely môžu posúdiť rôzne konštrukcie, technické systémy a prevádzky, s cieľom určiť najvhodnejší návrh s najvhodnejšou celkovou energetickou hospodárnosťou. Vďaka dopytu po ekologických budovách je aplikácia simulácie budov v dnešnej dobe skôr nevyhnutnosťou ako potrebou. Energetické simulácie sú teda dôležitou súčasťou štúdií o zmene klímy ako prostriedok pre predikciu dopytu budov po energii v rámci zmeny klímy a majú veľký význam pre úsporu energie v budovách.

Pre posúdenie vplyvu zmeny klímy na energetický koncept administratívnej budovy bola vykonaná jednoduchá energetická simulácia.

Opis modelu a vstupné dáta

Simulovaný objekt je nepodpivničená dvojpodlažná administratívna budova s plochou strechou. Jedná sa o samostatne stojaci objekt umiestnený v rovinatom teréne v katastrálnom území mesta Bratislava, z čoho vyplývajú aj okrajové podmienky vonkajšej klímy. Hodinové údaje o počasi sú zostavené z meraní v lokalite Bratislava-letisko.

Obr. 3 3D geometria modelu z programu DesignBuilder

Pre vytvorenie modelu administratívnej budovy bol použitý softvér DesignBuilder, samotná simulácia a výpočet bol zrealizovaný pomocou programu EnergyPlus. Pri vytváraní simulácie bolo zohľadňované prostredie, v ktorom je budova osadená, orientácia na svetové strany, charakteristiky vnútorných a vonkajších obalových konštrukcií, systém vykurovania, chladenia, spôsob infiltrácie vzduchu a vetrania. Pre jednotlivé miestnosti boli podľa ich účelu spracované harmonogramy obsadenosti miestností ľuďmi, harmonogramy využívania osvetlenia a elektrických spotrebičov.

Budova bola vytvorená v dvoch variantoch:

- Pôvodný stav – uvažovalo sa s budovou, ktorej obvodový plášť prešiel rekonštrukciou pred 20–25 rokmi, t.j. murovaná obvodová stena zateplená tepelnou izoláciou hrúbky 50 mm, strecha zateplená izoláciou hrúbky 100 mm, plastové okná s izolačným dvojsklom. V budove bol uvažovaný systém vykurovania a prípravy teplej vody plynovým kotlom a systém prirodzeného vetrania. V budove sa neuvažovalo so systémom chladenia.
- Nový stav – skladby obalových konštrukcií boli navrhnuté/ obnovené tak, aby spĺňali súčasné odporúčané hodnoty tepelného odporu podľa normy STN 730540-2- Z1. V budove bol uvažovaný systém vykurovania, chladenia, prípravy teplej vody a núteného vetrania prostredníctvom tepelného čerpadla vzduch-voda a systém úsporného osvetlenia.

Tab. 1 Vybrané vstupné údaje pre simuláciu podľa kategórií programu DesignBuilder.

Kategória	Vstupný údaj	Pôvodný stav	Nový stav
Vnút. zaťaženie	Obsadenosť	0,167 ľudí/m ²	0,167 ľudí/m ²
Vnút. zaťaženie	Metabolická produkcia tepla na osobu	130 W/osobu	130 W/osobu
Vnút. zaťaženie	Generovanie CO ₂	0,0000000382	0,0000000382 (m ³ /s.W)
Vnút. zaťaženie	Potreba teplej vody	0,200 (l/m ² .deň)	0,200 (l/m ² .deň)
Vnút. zaťaženie	Vykurovacia teplota	20 °C	20 °C
Vnút. zaťaženie	Temperovacia teplota	15 °C	15 °C
Vnút. zaťaženie	Vnút. teplota chladenia	-	26 °C
Vnút. zaťaženie	Min. teplota, pri kt. sa prirodzene vetrá	24 °C	-
Vnút. zaťaženie	Množstvo čerstvého vzduchu na osobu	14 l/s.osoba	14 l/s.osoba
Osvetlenie	Typ osvetlenia	Pôvodné	Úsporné LED osvetlenie
Otvory - okná	Zasklenie - U _g	1,667 W/m ² .K	0,963 W/m ² .K
Otvory - okná	Zasklenie - priepustnosť energie slnečného žiarenia - g	0,642	0,485
Otvory - okná	Zasklenie - činiteľ prestupu svetla	0,682	0,71
Otvory - okná	Rám-U _f	2,1 W/m ² .K	1,149 W/m ² .K
Otvory - okná	Tienenie	Nie	Nie
Konštrukcie	Infiltrácia	1 l/h	0,1 l/h

Generovanie budúcich údajov o počasi

EnergyPlus ako výpočtový program pre energetickú simuláciu vyžaduje údaje o počasi za jeden rok, ktorý reprezentuje klímu v mieste budovy, pričom používané súbory počasia sa obvykle zakladajú na historických environmentálnych záznamoch, ktoré predstavujú priemerné klimatické roky. Vzhľadom na rozsah klimatických zmien a ich vplyv na požiadavky na vykurovanie a chladenie budov však simulácie využívajúce hodinové súbory TRKR nedokážu predpovedať trendy dopytu po energii v budovách budúcnosti. V dôsledku toho bolo vyvinutých niekoľko metód na generovanie budúceho súboru informácií o počasi pre energetické simulácie budov.

Súbor budúcich údajov o počasi pre účely tejto energetickej simulácie bol zostavený tzv. metódou morfovania. Východiskovým bodom tejto metódy je súbor údajov o počasi s vysokým rozlíšením pre dané miesto. Tieto údaje sa potom upravujú pomocou predpovedí z globálneho alebo regionálneho klimatického modelu, čo vedie k zmenám priemerných mesačných hodnôt premenných počasia [11]. Z databázy programu DesignBuilder bol prebraný bežne dostupný súbor pre energetickú simuláciu pre lokalitu Bratislava-letisko, ktorý bol použitý ako východiskový súbor údajov o počasi reprezentujúci súčasnú klímu. Tento bol následne morfovaný využitím nástroja – generátora počasia CCWorldWeatherGen. Z databázy IPCC boli stiahnuté HadCM3 klimatické scenáre, ktoré boli následne použité pre vytvorenie budúcich údajov o počasi. Morfovaný klimatický rok bol vygenerovaný na základe klimatického scenára A2 pre obdobie 2050. Emisný scenár A2 je jeden z „markerových“ scenárov vypracovaných prostredníctvom IPCC a je to bežný scenár využívaný pri energetických simuláciách. Scenár A2 je na hornom konci emisných scenárov SRES. Dejová línia A2 sa vyznačuje heterogenitou. Zdôrazňuje sa sebadôvera a miestna identita a populácia sa neustále zvyšuje. Obyvateľstvo do roku 2050 dosiahne viac ako 10 miliárd. Ekonomický rozvoj je regionálne zameraný a ekonomický a technologický rozvoj je v porovnaní s ostatnými dejovými líniami pomerne pomalý. Predpokladá, že v 21. storočí rýchlo rastie množstvo metánu a oxidu dusného. Oxid uhličitý stúpa na maximálnu hodnotu tesne pred rokom 2100 [12].

5 CIEĽ A VÝSLEDKY

Hlavným cieľom simulácie bolo zistiť a porovnať ročnú spotrebu energie administratívnej budovy v pôvodnom a v obnovenom stave pri uvažovaní súčasných aj budúcich klimatických podmienok, zohľadňujúcich zmenu klímy (pre rok 2050).

Pre pôvodný aj obnovený stav boli uvažované 2 varianty referenčného klimatického roku a to referenčný klimatický rok súčasnej klímy a referenčný klimatický rok budúcej klímy podľa klimatického scenára A2 (rok 2050). V prípade referenčného roka súčasnej klímy je ročná spotreba energie administratívnej budovy:

- v pôvodnom stave: 42 937 kWh/rok; 139,36 kWh/m².rok,

- v obnovenom stave: 19 392 kWh/rok; 59,34 kWh/m².rok.

Pri použití referenčného klimatického roka zohľadňujúceho zmenu klímy je ročná spotreba energie:

- v pôvodnom stave: 38 295 kWh/rok; 124,29 kWh/m².rok,
- v obnovenom stave: 20 665 kWh; 63,24 kWh/m².rok.

Spotreba energie po obnove administratívnej budovy pri uvažovaní súčasných klimatických podmienok klesla v porovnaní so spotrebou energie budovy v pôvodnom stave o 54,8 %. Pri uvažovaní zmeny klímy bol v pokles spotreby energie o 51,9 % v porovnaní s pôvodným stavom so súčasnými klimatickými podmienkami. Rozdiel spotreby energie obnovennej budovy pri uvažovaní súčasných a budúcich klimatických podmienok je 1273 kWh/rok. Zvýšenie spotreby energie pri zadaní budúcich klimatických údajov spôsobil predovšetkým väčší dopyt po chladení budovy; z pôvodných 3448 kWh/rok pri súčasných klimatických podmienkach na 6126 kWh/rok pri uvažovaní budúcich klimatických podmienok. Naopak spotreba energie na vykurovanie budovy klesla z približne 3230 kWh/rok na 1840 kWh/rok.

Zaujímavým je sledovanie spotreby energie budovy v pôvodnom stave za predpokladu, že by nedošlo k jej obnove. Pri porovnaní spotreby energie pri uvažovaní súčasných a budúcich klimatických podmienok z výsledkov vyplýva, že v období okolo roku 2050 by budova v pôvodnom stave spotrebovala o približne 4640 kWh/rok menej. Tento pokles možno vysvetliť najmä zníženým dopytom do vykurovania z 14764 kWh/rok pri uvažovaní súčasných klimatických podmienok na 10320 kWh/rok pri uvažovaní budúcich klimatických podmienok. Túto je skutočnosť je vo všeobecnosti potrebné zohľadniť pri posudzovaní vhodnosti budovy pre obnovenie prostredníctvom EPC projektu, aby projekt priniesol uspokojivé výsledky pre všetky zúčastnené strany.

6 ZÁVER

Klimatické zmeny sú dnes vysoko aktuálny a celosvetovo diskutovaný problém. Vzhľadom na cieľ Európskej únie stať sa do roku 2050 prvým uhlíkovým neutrálnym kontinentom a fakt, že budovy patria k jedným z najväčších spotrebiteľov energie, je nevyhnutné pristúpiť k vlne obnovy budov. EPC projekt ako jedna z možností financovania ponúka možnosť obnovy aj takých budov, na ktorých obnovu nemá majiteľ k dispozícii potrebnú výšku investície, t.j. predovšetkým verejné budovy. V súvislosti s tým, článok preukázal zmyselnosť obnovy existujúcich budov a vplyv klimatických zmien na spotrebu energie v konkrétnej administratívnej budove. Výsledky simulácie jasne ukazujú, že podľa očakávaní dochádza k nárastu spotreby energie na chladenie a k poklesu spotreby energie na vykurovanie. Možno konštatovať, že energetické simulácie sú vhodným nástrojom na predikciu spotreby energií v budovách v budúcnosti, keďže dokážu demonštrovať vplyv klimatických zmien na energetickú hospodárnosť budovy a sú jednou z možností ako zaistiť, aby budovy v budúcnosti vedeli spoľahlivo pracovať za meniacich sa klimatických podmienok tak, aby vytvárali komfortné prostredie pre svojich užívateľov.

Použité zdroje

- [1] Krarti, M.: Energy audit of building systems. An engineering approach. Second edition. Boca Raton, FL: Taylor and Francis Group, 2011. ISBN 978-4398-2872-4. Citace 2
- [2] Dias, B., Carrilho ga Graca, J.G., Soares, P.M.M.: Comparison of Methodologies for Generation of Future Weather Data for Building Thermal Energy Simulation. In Energy and Buildings. 2019.
- [3] Acciona. Causes of climate change. [online]. Dostupné z: <https://www.acciona.com/climate-change/>.
- [4] IPCC: Climate change 2014: Synthesis report Contribution of working groups I, II and III to the Fifth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, 2014.
- [5] Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky. Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na zmenu klímy. 2018.
- [6] Európska Komisia. Oznámenie Komisie. Európska zelená dohoda. Brusel, 2019.
- [7] Európska Komisia. Ambicióznejšie klimatické ciele pre Európu na rok 2030. Investícia do klimaticky neutrálnej budúcnosti v prospech našich občanov. Brusel, 2020.
- [8] European Commission. Financing energy efficiency. [online]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/financing-energy->
- [9] Zákon č.321/2014 Z.z. Zákon o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [10] Súčasný stav EPC. [online]. Dostupné z: <http://www.apes-sk.eu/sucasny-stav-epc-v-sr/>.
- [11] Belcher, S. E., Hacker, J.N., Powell, D.S.: Constructing Design Weather Data for Future Climates. In Building Services Engineering Research and Technology. 2005, 49-61.
- [12] Cayan, D., Luers, A., Hanemann, M., Franco, G., Hite, W., Aper, P.: Scenarios of climate change in California: An overview. 2021.