

NÁVRH METODIKY NA ZABEZPEČENIE OSVETLENIA ZARIADENIA STAVENISKA

PROPOSAL METHODOLOGY FOR ENSURING THE LIGHTING OF THE CONSTRUCTION EQUIPMENT

**doc. Ing. Eva Jankovichová, PhD.^{1*}; Ing. Minh Nguyen Tien, PhD.¹;
Ing. Martin Hanko PhD.¹**

¹ Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Radlinského 11, 81005 Bratislava, Slovensko

* korešpondenčný autor: eva.jankovichova@stuba.sk

ABSTRAKT

V dobe, keď environmentálne problémy exponenciálne zvyšujú obavy po celom svete a vyzývajú k hľadaniu udržateľných riešení, je viac ako potrebné orientovať sa na nové možnosti využitia obnoviteľných zdrojov energie aj v sektore stavebníctva. Obnoviteľné zdroje energie prispievajú k posilneniu a diverzifikácii štruktúry jednotlivých odvetví hospodárstva, podporujú inovácie a rozvoj informačných technológií, otvárajú priestor pre nové smerovania a sú jedným z pilierov budovania znalostnej ekonomiky.

Cieľom článku je prezentácia návrhu metodiky na zabezpečenie osvetlenia zariadenia staveniska z obnoviteľných zdrojov energie v období prípravy a realizácie stavebných objektov.

Kľúčové slová: *Obnoviteľné zdroje energie, zariadenie staveniska, veterné turbíny*

ABSTRACT

At a time when environmental problems are exponentially raising concerns around the world and calling for sustainable solutions, it is more than necessary to focus on new possibilities for the use of renewable energy sources in the construction sector as well. Renewable energy sources contribute to the strengthening and diversification of the structure of individual sectors of the economy, support innovation and the development of information technologies, open up space for new directions and are one of the pillars of building a knowledge economy.

The aim of the article is to present a proposal for a methodology for ensuring the lighting of construction site equipment from renewable energy sources in the period of preparation and implementation of buildings.

Key words: *Renewable energy sources, construction equipment, wind turbines*

1 ÚVOD

Inovácie hýbu svetom a vznikajúce technológie menia prostredie, v ktorom žijeme a tým aj celú našu spoločnosť. Inovácie v energetike sú veľmi dôležité – nakladanie s energiami, ich využitie, a to z pohľadu trvalo udržateľného rozvoja, ako aj environmentálneho dopadu. [3] Zníženie emisií skleníkových plynov, zvýšenie energetickej efektívnosti a podielu obnoviteľných zdrojov, prechod na obehovú ekonomiku a udržateľná doprava sú kľúčové priority v zelenej ekonomike. Veľký investičný dlh má Slovensko najmä v dobudovaní kanalizácií a vodovodov, environmentálnych záťažoch či nízkej

energetickej efektívnosti budov. Zelené politiky sú nevyhnutné pre pružnú reakciu ekonomiky na mega trendy ako dekarbonizácia či nové technológie. Reforma regulácií vytvorí priestor na zvýšenie podielu obnoviteľných zdrojov energie, flexibilnejšie a odolnejšie siete. Komplexná obnova budov prispeje k zvýšeniu energetickej efektívnosti. [2]

Využívanie obnoviteľných zdrojov energie (OZE) prináša pozitívne prínosy na celú spoločnosť. Zvyšuje bezpečnosť a diverzifikáciu dodávok energie a súčasne znižuje závislosť ekonomiky od nestabilných cien ropy a zemného plynu.

2 SÚČASNÝ STAV VYUŽÍVANIA OZE V EÚ A NA SLOVENSKU

Pri prechode na konkurencieschopný, bezpečný a udržateľný energetický systém bude najdôležitejšiu úlohu zohrávať energia z obnoviteľných zdrojov. V oblasti využívania OZE je cieľom každého štátu zabezpečiť zvýšenie podielu OZE na hrubej konečnej energetickej spotrebe podľa vnútorných cieľov. Odvážnejší cieľ, záväzný pre celú EÚ je dosiahnuť do roku 2030 podiel minimálne 27 % energie z obnoviteľných zdrojov podporený trhovo orientovanejším prístupom umožňujúcim nástup vznikajúcich technológií. Je to významný prínosom pre vyváženú trhu s energiou, využívanie miestnych zdrojov energie, rast a zamestnanosť. Cieľ v oblasti energie z obnoviteľných zdrojov stanovený na úrovni EÚ je nevyhnutný na stimulovanie pokračujúcich investícií do tohto odvetvia. Do vnútroštátnych cieľov sa však neprenesie prostredníctvom právnych predpisov EÚ, čím sa členským štátom ponechá flexibilita pri transformácii energetického systému, ale podľa vnútroštátnych preferencií a okolností. [1]

2.1 Podiel OZE v EÚ a na Slovensku

Podľa posledných údajov za rok 2018 chýbali Slovensku a tiež EÚ ako celku dve percentá k dosiahnutiu cieľov pre podiel obnoviteľných zdrojov energie, ktoré sú stanovené do konca tohto roka. Najvyšší podiel dosiahli Švédsko a Fínsko.

Zatiaľ čo dvanásť štátov EÚ vrátane susedného Česka už naplnilo svoje národné ciele do roku 2020 a štyri krajiny boli pomerne blízko, niektoré krajiny vykazujú veľké problémy. Najďalej od naplnenia svojho tohtoročného cieľa bolo Holandsko, Francúzsko a Írsko.

Podiel OZE na hrubej koncovej spotrebe energie na Slovensku bol podľa Eurostatu v roku 2018 na úrovni 11,9 %, čo predstavovalo medziročný nárast o 0,4 %. Najbližšie k naplneniu nášho národného 14-percentného cieľa sme boli v roku 2015, kedy sa podiel obnoviteľných zdrojov vyšplhal na úroveň 12,9 %.

Zo všetkej energie, ktorá sa v roku 2018 spotrebovala v celej EÚ, pochádzalo z obnoviteľných zdrojov rovných 18 %. Ako ukazuje nasledujúci graf, podiel zelenej energie v Únii sa medzi rokmi 2004 až 2018 viac ako zdvojnásobil.

V celkovom podiele OZE sa zohľadňujú tri sektory - elektrina, doprava a vykurovanie spolu s chladením. Najvyšší podiel OZE dosahuje Slovensko v elektrine - v roku 2018 bol tento podiel na úrovni 21,50 %. Pokiaľ ide o teplárenstvo, resp. chladenie, podiel obnoviteľných zdrojov energie v tomto sektore dosiahol v danom roku výšku 10,6 %. V sektore dopravy sa zelená energia využívala najmenej, v roku 2018 zostala pod úrovňou 7 %. Celková hrubá koncová spotreba energie na Slovensku podľa Eurostatu medziročne o niečo klesla, a to na úroveň 11,9%.

Najvyšší podiel obnoviteľných zdrojov v roku 2018 dosiahol Švédsko, kde z OZE pochádzala viac ako polovica všetkej spotrebovanej energie (54,6 %). S väčším odstupom ďalej nasledujú Fínsko (41,2 %), Lotyšsko (40,3 %), Dánsko (36,1 %) a Rakúsko (33,4 %). Na opačnom konci rebríčka skončili Holandsko (7,4 %), Malta (8 %), Luxembursko (9,1 %) a Belgicko (9,4 %).

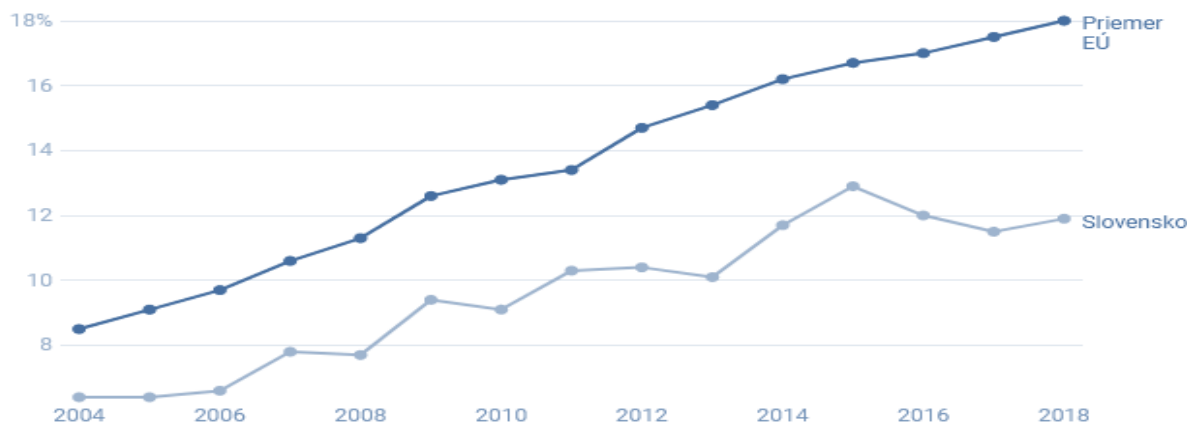


Chart: Energie-portal.sk • Source: Eurostat • Get the data • Created with Datawrapper

Graf 1 Podiel OZE na Slovensku a v EÚ-28 [6]

Zo 16 krajín, ktoré cieľ pre rok 2020 ešte nedosiahli, za svojim záväzkom najvýraznejšie zaostáva Francúzsko a Holandsko, ktoré od cieľového podielu OZE v roku 2018 delilo viac ako päť percentuálnych bodov.

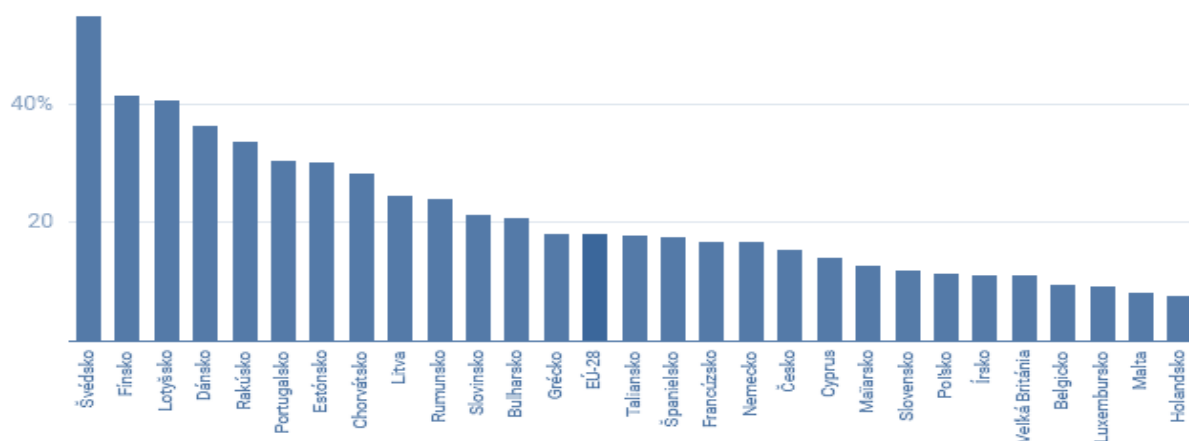


Chart: Energie-portal.sk • Source: Eurostat • Get the data • Created with Datawrapper

Graf 2 Podiel OZE na koncovej spotrebe energií v EÚ-28 [6]

Z celkového objemu elektriny, ktorá sa v roku 2018 spotrebovala v EÚ, pochádzala z OZE približne jedna tretina (32 %). Najvyšší podiel na spotrebe elektriny mali OZE v susednom Rakúsku (73,1 %), ďalej vo Švédsku (66,2 %) a Dánsku (62,4 %).

Na Slovensku pochádzala z obnoviteľných zdrojov v roku 2018 **viac ako pätina spotrebovanej elektriny (21,5 %)**, v Česku (13,7 %), Poľsku (13 %) aj Maďarsku (8,3 %) to bolo menej.

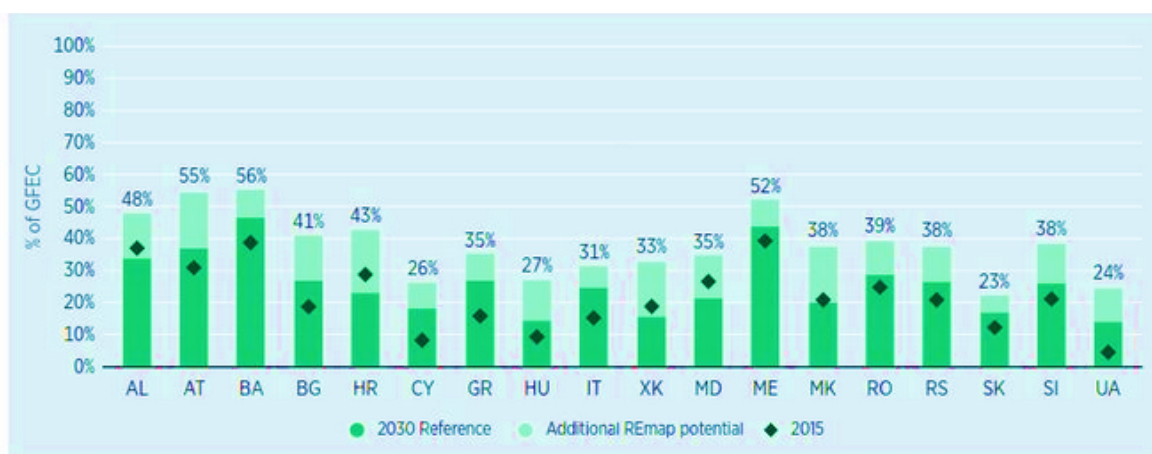
Podiel OZE v spotrebe elektriny rastie vo zvyšku EÚ rýchlejšie ako na Slovensku. Kým ešte v roku 2008 bol podiel OZE na Slovensku a priemer EÚ zhodne na úrovni približne 17 %, v nasledujúcej dekáde u nás vzrástol iba mierne, kým číslo za celú EÚ vzrástlo takmer na dvojnásobok.

Rast objemu elektriny vyrobenej z OZE v období rokov 2008 až 2018 do veľkej miery odráža expanziu troch druhov OZE naprieč EÚ, predovšetkým **expanziu veternej energie**, ale aj solárnej energie a pevných biopalív.

Veterná energia dosiahla vo výrobe elektriny podľa čísel za rok 2018 najvyšší podiel spomedzi všetkých obnoviteľných zdrojov. Produkcia veternej energie z hľadiska objemu vzrástla od roku 2008 viac ako trojnásobne, v prípade solárnej energie je to až 17-percentný nárast.

Krajiny strednej a juhovýchodnej Európy disponujú potenciálom na zvýšenie podielu obnoviteľných zdrojov oproti číslam stanoveným v národných klimaticko-energetických plánoch. Napríklad v prípade Slovenska, ktoré si stanovilo cieľ 19 %, môže byť tento podiel na úrovni 23 %, uvádza Medzinárodná agentúra pre obnoviteľné zdroje IRENA (Graf 3).

Najväčší potenciál na Slovensku zo všetkých OZE zdrojov má fotovoltaika, a to až takmer o vyše 2 GW viac do roku 2030 ako počíta štátna koncepcia. Zdvojnásobenie kapacity je možné aj pre veterné elektrárne.



Graf 3 Stav a ciele v podiele OZE na spotrebe energie v krajinách strednej a východnej Európy [7]

Potenciál obnoviteľnej energie na Slovensku je pomerne dobre zmapovaný. Z mapy slnečného svitu možno získať informácie o tom, kde a aká energia sa dá využiť. Podobná mapa existuje pre veterné podmienky, hoci sa zameriava skôr na lokalizáciu chránených areálov a vzdialenosti od budov a infraštruktúry. Takto by sme vedeli využiť asi 4 % územia. To sa môže zdať málo, no v skutočnosti je to pomerne veľká plocha. Ale je na investoroch, aby posúdili miestne podmienky a potenciál.

Od augusta 2015 sa v rámci operačného programu Kvalita životného prostredia (OPKZP) v súlade s národným projektom Zelená domácnostiam, zavádzajú nové všeobecné podmienky na podporu využitia obnoviteľných zdrojov energie v domácnostiach, ktorých cieľom je podpora inštalácie malých zariadení pre rodinné domy a bytové domy.

Malým zariadením pri výrobe elektriny je zariadenie s výkonom do 10 kW na výrobu elektriny alebo tepla z OZE. Medzi tieto zariadenia patria fotovoltaické panely, veterné turbíny, slnečné kolektory, kotly

doi.org/10.51704/cjce.2020.vol6.iss2.pp51-58

na biomasu a tepelné čerpadlá, pričom konkrétny výrobný typ zariadenia musí byť uvedený v zozname oprávnených zariadení, ktorý vedie SIEA. [8]

3 NÁVRH METODIKY IMPLEMENTÁCIE OZE NA ZARIADENIE STAVENISKA

Ak hovoríme o zvyšovaní potreby energie, musíme mobilizovať všetky dostupné zdroje, a to nie len klasické zásoby organických palív, vodnú energiu a štiepne materiály, ale aj obnoviteľné zdroje energie, ktorých uplatnenie je podľa súčasného stavu vedy a techniky možné. Obnoviteľné zdroje energie majú ten najdôležitejší znak, že sú to ekologicky čisté zdroje. Využívanie alternatívnych zdrojov energie už od začiatku výstavby by mohlo prispieť nie len k zvyšovaniu podielu OZE ale aj k zníženiu spotreby energie na stavbe.

Dôležitý krok na začiatku riešenia problematiky je stanoviť správny postup, určenie jednotlivých krokov. Problematika ohľadom využívania obnoviteľných zdrojov energie je veľmi rozsiahla. Autori sa zamerali iba na využívanie veternej energie. V samotnej práci je navrhnutá metodika ako postupovať pri navrhovaní **veterných turbín** pre potreby **zásobovania zariadenia staveniska elektrickou energiou** (Obr. 1), nie len z konštrukčno-technologického ale aj z ekonomického hľadiska, na akejkoľvek stavbe, ktorá spĺňa vybrané kritériá. Prvým krokom bolo zadefinovanie vybraných kritérií a určenie okrajových podmienok. Súčasťou návrhu bola aj experimentálna časť riešenia problematiky – samostatné meranie na vybranej stavbe.



Obr. 1 Postup návrhu metodiky implementácie OZE na zariadenie staveniska, zdroj: autor

3.1 Vybrané kritériá a okrajové podmienky

Každý druh obnoviteľného zdroja energie, t. zn. aj veterná energia má jedinečný charakter, ktorý vyplýva z jeho spôsobov získania energie, jeho využitia, spôsobov aplikácie, klimatických podmienok a pod. Takisto jedinečná je aj každá stavba a jej unikátny spôsob návrhu riešenia situácie zariadenia staveniska. Na začiatku bolo potrebné určiť obmedzujúce kritériá a okrajové podmienky pre návrh. Keďže kritériá na realizáciu je veľké množstvo, tak sme sa obrátili na tím odborníkov (stavbyvedúci na konkrétnej stavbe, odborníci na využívanie OZE a odborníci zo SHMU). Po dôkladných konzultáciách sme si zvolili za najdôležitejšie kritériá: miesto a priestor realizácie stavby, zastavanosť územia (priestory na realizáciu zariadenia staveniska), spôsoby realizácie montáže turbín (návrh technológie), druhy vhodných OZE, čas realizácie projektu, účel spotreby energie.

3.2 Analýza priestorovej štruktúry na implementáciu veterných turbín

Pri samotnom návrhu zariadenia staveniska pre realizáciu stavby vychádzame už z analýzy vstupných údajov, ktoré nám poskytli architekti zo situačných výkresov. Na optimálny spôsob výpočtu pre návrh veterných turbín je nutné určiť presné miesto realizácie stavby. Či je stavba dostatočne veľká vzhľadom k obostavanému priestoru (priestor na realizáciu zariadenia staveniska) a či sa nachádza v obytnej zóne. Podľa toho sa dá zistiť priemerná rýchlosť/sila vetra na príslušnú oblasť. Treba vychádzať min. zo zmien za posledných 5 rokov, podľa SHMÚ alebo z miestnych meteorologických staníc. Každá meracia stanica má svoje špecifické vlastnosti merania.

3.3 Zastavanosť územia

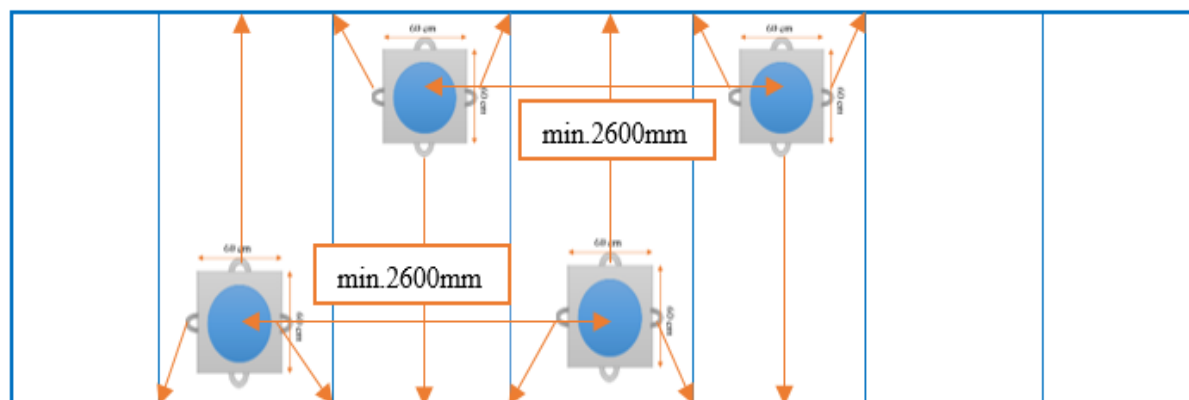
Kľúčovým prvkom na uskutočnenie realizácie veterných turbín je nutnosť existencie realizácie zariadenia staveniska. Pretože, ak by bola zastavanosť budúceho objektu takmer na celom pozemku, bez možnosti realizácie návrhu unimobuniiek na stavenisku, tak by sa neuskutočnila realizácia montáže veterných turbín z hľadiska efektivity - minimalizovať straty. Podľa vyššie uvedených odborníkov sa odporúča inštalovať malé veterné turbíny min 5m nad terén. Avšak čím vyššie, tým lepšie. Takisto meteorologické stanice sú tiež nastavené na miesto merania v rozhraní 5-10m nad terénom. Vzhľadom na ekonomickú efektívnosť, celkový čas od začatia projektu až po dokončenie by mal trvať min. 18 mesiacov.

3.4 Technologický návrh realizácie veterných turbín na stavbe

Aby bol návrh správny, ktorý typ veterných turbín z ponuky vybrať na daný objekt, bolo potrebné získať hlavné parametre pre danú lokalitu i objekt. Jedným z najdôležitejších parametrov bola priemerná rýchlosť vetra v danom okolí objektu, Bratislava – Petržalka City, výška budúceho objektu, či je stavba v zastavanom území alebo voľne stojaca, či okolo objektu sa nenachádzajú vyššie budovy, alebo či sa nenachádza v ochrannom pásme a podobne.

Podľa záznamov môžeme predpovedať, že rýchlosť vetra je stála, že sa veľmi nemení. Priemerná rýchlosť, s ktorou budeme počítať je 3,8 m/s. Táto rýchlosť je meraná anemometrom vo výške 10 m. Pre návrh - rýchlosť vetra bude iná, po zohľadnení meraní a matematickom spracovaní - analýze časových radov. Budeme musieť brať do úvahy získaný koeficient polôh zo vzťahu, ktorý bol vypočítaný pre polohu A koeficientom $k=0,96$. Finálna rýchlosť bude upravená týmto vzťahom $3,8\text{m/s} \times 0,96 = 3,648\text{ m/s}$.

Podľa výkonu jedna veterná turbína dokáže vyrobiť 215 kWh za mesiac. Je potrebné pokryť 771 kWh na mesiac. Z toho vyplýva, že budeme potrebovať 3,58 turbíny na pokrytie spotreby. Pre návrh na zabezpečenie osvetlenia zariadenia staveniska vybranej stavby Bratislava-Petržalka City 2 budú potrebné štyri kusy veterných turbín typu WG-100. Ich návrh je znázornený na obr. 2. Oranžová šípka znázorňuje oceľové lana. Modrá farba znázorňuje ukotvenú turbínu, šedá farba je základ pre polozenie a kotvenie veternej turbíny.



Obr. 2 Návrh uloženia veterných turbín na pôdoryse strechy unimobuniiek, zdroj: autor

Priestor na inštaláciu veterných turbín je dostatočne veľký. Montáž nad strechou obytných kontajnerov má veľkú výhodu nielen vo výške umiestnenia turbíny, ale miesto uloženia kontajnerov je navrhnuté tak, aby sa tam neotáčal žeriav s bremenom, čím sa znižuje riziko zrážky. [5]

Výkon generátora závisí na rýchlosti vetra. Výrobca uvádza výkon, ktorý je schopný vyprodukovať veterná turbína za daný jeden mesiac pri rôznych rýchlostiach. Vplyv na produkciu energie závisí nielen na rýchlosti vetra, ale veľmi dôležité je aj prostredie, kde je umiestnená. Rýchlosť nárazu a schopnosť vytvoriť pritom vírivý pohyb, ktorý uvedie turbínu do prevádzky.

4 ZÁVER

Technologický náskok v oblasti alternatívnych zdrojov energie a znižovanie spotreby energie vytvoria veľké príležitosti pre vývoz a priemysel. Tým sa zároveň podporí rast a zamestnanosť. Obnoviteľné zdroje energie budú pri prechode na systém čistej energie zohrávať významnú úlohu. [4]

Slovenská republika disponuje dostatočným potenciálom obnoviteľných zdrojov energie. Z OZE sa najviac preferuje slnečná energia a biomasa. Slovensko je vnútro kontinentálna krajina, napriek tomu má dostatočný technický potenciál na využívanie veternej energie. Tento potenciál však takmer nevyužíva. Veľmi dobrým príkladom môže byť susedné Rakúsko, ktoré efektívnym spôsobom buduje veterné farmy. Jedným z dôležitých faktorov zostáva podpora zo strany štátu.

Navrhnutá metodika je aplikovateľná na akejkoľvek stavbe. Každá stavba je jedinečná tým, že je vždy na inom mieste a realizuje sa v iných podmienkach. Východiskom pre návrh veterných turbín na zariadenie staveniska je meranie rýchlosti vetra na určenom mieste už od začiatku návrhu stavby a následne zistenie nameraných dát od lokálnych meteostanic. Získané výsledky môžu byť podkladom pri návrhu projektu organizácie výstavby v čase prípravy a realizácie stavebných objektov.

Výsledky z aplikovaného príkladu podľa navrhovanej metodiky ukazujú na to, že návrh implementácie veterných turbín je možný realizovať v konkrétnych podmienkach aj na Slovensku.

Použitá literatúra

- [1] COP 21: *Parlament zdefinoval ciele pre klimatickú konferenciu v Paríži*. [online] 14/10/2015. [citované 10/01/2018]. Dostupné na: <http://www.europarl.europa.eu/news/sk/news-room/20151013IPR97324/COP-21-Parlament-zadefinoval-ciele-pre-klimatick%C3%BA-konferenciu-v-Par%C3%AD%C5%BEi>
- [2] MF SR: *Moderné a úspešné Slovensko*. [online] 10/2020, [citované 01/12/2020]. Dostupné na: <https://www.mfsr.sk/sk/financie/institut-financnej-politiky/strategicke-materialy/ine-strategicke-materialy/>
- [3] MH SR: *Inovácie hýbu svetom, dôležité sú aj v energetike*. [online] 03/2019, [citované 10/11/2020]. Dostupné na: <https://www.mhsr.sk/press/inovacie-hybu-svetom-dolezite-su-aj-v-energetike>
- [4] MH SR: *Integrovaný národný energetický a klimatický plán na roky 2021-2030*. [online] 08/2019. [citované 01/12/2020] Dostupné na: <https://www.mhsr.sk/uploads/files/zsrwR58V.pdf>
- [5] PASKA, J., T. SURMA, 2014. *Electricity Generation from Renewable Energy Sources in Poland*, Renewable Energy Volume 71, November 2014, pp. 286-294.
- [6] *Podiel OZE na Slovensku vzrástol o pol percenta, za priemerom EÚ zaostávame*. Eurostat. [online] 24.01.2020 [citované 24/11/2020] Dostupné na: <https://www.energie-portal.sk/Dokument/podiel-oze-na-slovensku-vzrastol-o-pol-percenta-za-priemerom-eu-zaostavame-105765.aspx>
- [7] *Využitie plného potenciálu OZE by Slovensko stálo 22 miliárd eur*. IRENA. [online] 23/11/2020. [citované 24/11/2020] Dostupné na: <https://www.energie-portal.sk/Dokument/vyuzitie-plneho-potencialu-oze-by-slovensko-stalo-22-miliard-eur-106617.aspx>
- [8] *Zelená domácnostiam*. [online] 09/2020. [citované 24/11/2020]. Dostupné na: <http://zelenadomacnostiam.sk/sk/>