

Ing. Petr WOLF, Ph.D.
 Ing. Jan VČELÁK, Ph.D.
 Ing. Tomáš BÄUMELT
 Erik NOVÁK, MSc.
 Ing. Jan KOHOUT
 ČVUT v Praze, Univerzitní
 centrum energeticky efektivních
 budov (UCEEB)

Recenzent
 Ing. Jan Šíroky

Přesnost zdrojů předpovědi osvitů pro fotovoltaické systémy

Irradiation Forecast Accuracy for Photovoltaic Systems

Článek se věnuje problematice předpovědi osvitů. Popisuje současný stav předpovědních služeb a jejich využití v souvislosti s fotovoltaickými systémy. Uvádí základní metody vyhodnocení přesnosti předpovědi osvitů. Prezentuje též výsledky těchto metod pro pět zdrojů předpovědních dat v průběhu celého roku 2016.

Klíčová slova: předpověď osvitů, fotovoltaické systémy, chytré sítě

The paper deals with the issue of the irradiation prediction. It describes the current state of forecasting services and their use with regard to photovoltaic systems. It presents the basic methods for evaluation of the irradiation prediction accuracy. It also presents the results of these methods for five forecasting data sources during the whole year 2016.

Keywords: irradiation prediction, photovoltaic systems, smart grids

ÚVOD

Osvit (úhrnná intenzita ozáření) jako veličina vyjadřující zářivý výkon dopadající na jednotku vodorovné plochy se začala používat již ve 20. století se vznikem prvních meteorologických modelů, které umožňovaly predikci se střednědobým horizontem (několik hodin až několik dnů). Informace se především využívala pro plánování činností závislých na počasí. Od 80. let 20. století se začínají objevovat první automatické systémy řízení otopných systémů budov pracujících s tepelnou setrvačností budovy a jejím pasivním tepelným solárním ziskem. S rostoucím počtem budov s velkou mírou prosklení mají pasivní energetické zisky na vnitřní podmínky v budovách stále větší vliv. Výsledkem regulace systémů budov zahrnující informaci o předpovědi osvitů je pak úspora energie nutné k vytápění či chlazení prostor a zajištění komfortních podmínek.

S globálním rozvojem obnovitelných zdrojů energie (OZE) a jejich masovým nasazením nejen v Evropě začínají být předpovědní služby současně nutností pro řízení elektrických energetických soustav. Vedle klasické predikce počasí se tak stále více uplatňuje i specializovaná predikce zaměřená na určení výroby fotovoltaických (FV) systémů.

PŘEDPOVĚĎ OSVITŮ PRO FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY

Fotovoltaické zdroje jsou ve své základní podstatě značně volatilní a jsou přímo závislé na meteorologických podmínkách. Úměrně narůstajícímu počtu OZE připojovaných do energetických sítí vzniká problém s provozní stabilitou sítí, energetickou bezpečností, kvalitou dodávané energie, potřebou krátkodobé stabilizace, a to vše se značnými ekonomickými dopady. Snahy řešit tyto problémy vedou k požadavkům na co nejpřesnější predikci výroby OZE v kombinaci s řízenou akumulací elektrické energie a řízením vybraných spotřebičů v rámci tzv. chytrých sítí (smart grids). Přesná predikce výkonu FV elektráren (FVE) v závislosti na počasí a zejména na predikci slunečního záření tudíž hraje klíčovou roli při řešení jak technických, tak ekonomických dopadů využívání OZE a tvoří nedílnou součást energetické strategie Evropské unie [1].

Tab. 1 uvádí instalovaný výkon FVE a větrných elektráren ve vybraných zemích Evropské unie. Tento výkon není zanedbatelný a je třeba pečlivě řešit s ním spojenou predikci výroby a vliv na energetickou soustavu.

Zcela nové uplatnění předpovědi osvitů přichází s rostoucím počtem tzv. hybridních FV systémů s bateriovým úložištěm energie, které se dnes často stávají součástí i menších objektů pro rezidenční bydlení. Znalost předpovědi osvitů umožňuje inteligentním řídicím systémům efektivně hospodařit s energií a maximalizovat lokální využití energie získané z FV systému.

Při znalosti informace o osvitě je lokální řídicí systém schopen odhadnout profil výroby FV zdroje v čase. Automatizované systémy pro řízení toků energie v budovách potom mohou rozhodovat, v kterých momentech a kolik energie ukládat do baterií, případně spotřebovávat v regulovatelných zátěžích v budově. Díky predikci osvitů umožňující predikovat následně vyrobenou FV energii je možné se vyvarovat stavům, kdy nelze vyrobenou energii lokálně využít ani uložit do baterií z důvodu jejich plného nabití. Pokud by tento stav nastal, dojde k omezení FV zdroje a tím k snížení vyrobené energie v daném momentu. Vhodným řízením lze zefektivnit využití FV zdroje a zajistit tak získání a využití maxima energie.

Určení výkonu FV systému

Právě osvit je veličina, která má největší vliv na aktuální výkon FV zdroje. Při osvitě nad 200 W/m² lze obvykle s dostatečnou přesností uvažovat přímou lineární závislost výkonu FV zdroje na osvitě [4]. Další dů-

Tab. 1 Instalovaný výkon fotovoltaických a větrných elektráren v roce 2015 [2], [3]

Tab. 1 Installed capacity of photovoltaic and wind power plants in the year 2015 [2], [3]

Země	Instalovaný výkon FVE [GW]	Instalovaný výkon větrných elektráren [GW]
Německo	39,8	44,9
Itálie	18,9	8,9
Velká Británie	8,9	13,8
Francie	6,6	10,5
Španělsko	4,9	23,0
Česká republika	2,1	0,3
Rakousko	0,9	2,4
Dánsko	0,8	5,0

ležitou veličinou ovlivňující výkon je vlastní provozní teplota FV článků. S rostoucí teplotou se snižuje jejich účinnost (pro krystalické křemíkové články činí pokles cca 0,4 %/K).

Data měření a předpovědi osvitů jsou obvykle vyjadřovány v jednotkách intenzity záření ve W/m^2 dopadajícího na horizontální rovinu. Při využívání sluneční energie je však vhodné FV moduly naklonit pod optimálním úhlem (v ČR je tento optimální úhel roven 35°). Primárně se tím celoročně dosáhne vyšší dopadající energie záření na moduly, dále je toto vhodné s ohledem na samočistící schopnost modulů pomocí stékající dešťové vody.

Pro predikci výkonu FV zdroje je tudíž třeba několika kroků. Nejprve predikovat osvit na horizontální rovinu a následně určit osvit na nakloněnou rovinu FV zdroje (FV modulů). Jedná se o komplexní úlohu, při které je nejprve třeba osvit rozdělit na složku přímou (ve směru od Slunce) a nepřímou (všesměrovou, která představuje záření odražené a rozptýlené). K tomu lze použít např. metodiku uváděnou v [5], tzv. Perezův model.

Na základě znalosti osvitů v rovině FV zdroje lze též určit jeho provozní teplotu. K tomu lze aplikovat model přestupu tepla při znalosti konstrukčního provedení, osvitů a teploty okolního vzduchu (přesnější modely též uvažují rychlost a směr větru). Z osvitů v rovině FV zdroje a jeho provozní teploty lze s vysokou přesností stanovit jeho výsledný výkon. Důležitou roli hrají též další prvky v systému (např. kabeláž, měniče), jejich chování a účinnosti, případně energetické ztráty.

Typy predikce osvitů

V současné době se používá několik základních typů predikce osvitů pro FV systémy. Podle konkrétní aplikace se liší svými požadavky na časový horizont predikce, přesnost i prostorové rozlišení, resp. velikost uvažované lokality.

Pro potřeby řízení energetických systémů rezidenčních objektů je často postačující predikce v horizontu např. 24 či 48 hodin. Uplatňují se tudíž tradiční numerické modely založené na vstupních datech získaných plošným pozemním měřením a satelitním snímáním.

Pro zajištění krátkodobé stabilizace a bezpečnosti energetických sítí je vhodnější předpověď s nejkratším horizontem v řádu desítek minut, tzv. *nowcasting*. Pro tyto předpovědi je již vhodnější využití odlišných technik. Do horizontu cca půl hodiny bývá nevhodnější statistický model, kde jsou základním vstupem aktuální měřené hodnoty osvitů. Pro predikci v delším horizontu je již vhodné uvažovat snímání mraků; buďto globální satelitní, nebo lokální pomocí tzv. *sky imagerů* (speciálně upravených širokoúhlých kamer) [6]. Zpracováním dat z dvojice vhodně rozmístěných *sky imagerů* lze získat detailní informaci o směru a rychlosti pohybů mraků, jejich výšce i typu.

Zpětná vazba z reálného měření v kombinaci s využitím adaptivních algoritmů může být použita pro další zpřesnění lokální predikce. Ucelený přehled metod používaných pro předpovědi osvitů s ohledem na požadovanou aplikaci shrnuje např. [7].

Současný stav predikce osvitů

Tématem predikce osvitů a výkonu fotovoltaických FV zdrojů se v současné době intenzivně zabývají jak komerční subjekty, tak vědecké instituce. Výstupem jsou jednak předpovědní služby (např. německá Energy & Meteo, Enercast, španělská Meteorologica atd.), tak jejich přímé implementace zaměřené např. na řízení hybridních systémů s bateriovým úložištěm (např. německá Sonnen GmbH).

Z vědeckých institucí se předpovědními službami počasí určenými pro provoz OZE zabývá např. Fraunhofer IWES (projekt EWeLiNE), Fraunhofer ISE nebo University of California.

ZPŮSOBY VYHODNOCENÍ PŘESNOSTI ZDROJŮ PREDIKCE OSVITŮ

V odborných periodikách nepanuje úplná shoda v tom, jak vyjadřovat přesnosti predikce. Než přistoupíme k samotnému vyhodnocení přesnosti, je nutné definovat, jakým způsobem je přesnost vypočítávána.

Cílem predikce je předpovědět s co nejvyšší přesností danou veličinu čili dosáhnout co nejlepší shody s jejím následným měřením.

Ve vědeckém prostředí se nejvíce používá vyjádření pomocí hodnoty *střední kvadratické chyby RMSE (Root Mean Square Error)*, která má stejnou jednotku jako měřená veličina:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - m_i)^2} \quad (1)$$

kde je:

p, m predikované, resp. skutečné naměřené hodnoty dané veličiny,
 N počet těchto dvojic hodnot predikce a měření.

V uvažovaném případě mohou být dvojice např. průměrné hodinové hodnoty osvitů, přičemž budeme u všech statistik nadále brát v úvahu pouze dvojice, kde $m_i > 0$, tj. kdy se Slunce nachází nad obzorem. Další možností je uvažovat tyto dvojice jako celkový denní úhrn energie osvitů E_G

$$E_G = \int_{0\text{ h}}^{24\text{ h}} G dt \quad [Wh/m^2] \quad (2)$$

kde $G [W/m^2]$ značí osvit.

Hodnota *RMSE* má ovšem některé nevýhody, například to, že váží jednotlivé odchylky kvadraticky, tzn. velké odchylky mají větší vliv na výslednou hodnotu statistiky.

Tyto odchylky lze samozřejmě vážit i lineárně, což vyjadřuje hodnota *MAE (Mean Absolute Error)*:

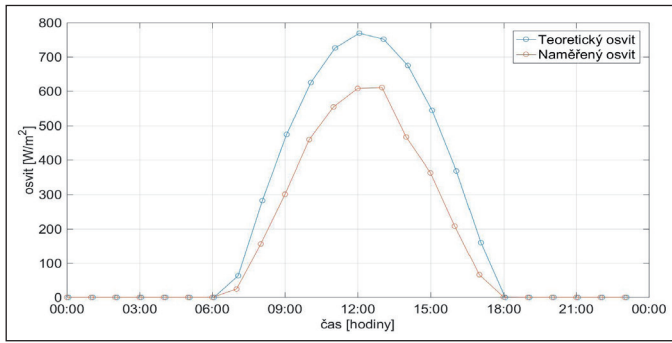
$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |p_i - m_i| \quad (3)$$

Hodnota *MAE* je tímto méně náchylná na velké chyby než *RMSE*, což je z praktického využití predikce osvitů výhodné.

Pokud chceme vyjádřit systematickou chybu predikce, lze využít hodnotu *MBE (Mean Biased Error* nebo *Bias)*:

$$MBE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - m_i) \quad (4)$$

kteřá může nabývat kladné i záporné hodnoty, podle toho, zdali jsou hodnoty predikce častěji větší nebo menší než naměřené hodnoty. Výhodou *MBE* je, že má stejnou jednotku jako měřená veličina, může být více názorná a dle znaménka lze usuzovat na vychýlení předpovědi oproti reálnému měření hodnotám.



Obr. 1 Příklad průběhu teoretického a naměřeného osvitu dne 4. 3. 2016.
Fig. 1 Example of time-course of theoretical and measured irradiation during the 4. 3. 2016.

Všechny výše uvedené statistiky lze vyjádřit i v relativní podobě, čehož lze například dosáhnout vztahením k průměrné naměřené hodnotě za dané období. Tedy

$$RMSE_{rel} = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - m_i)^2}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_i} 100 \quad [\%] \quad (5)$$

$$MAE_{rel} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |p_i - m_i|}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_i} = \frac{\sum_{i=1}^N |p_i - m_i|}{\sum_{i=1}^N m_i} 100 \quad [\%] \quad (6)$$

$$MBE_{rel} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - m_i)}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_i} = \frac{\sum_{i=1}^N (p_i - m_i)}{\sum_{i=1}^N m_i} 100 \quad [\%] \quad (7)$$

Hodnota MAE_{rel} (označována často také jako $MrAE$) však nezávisí na absolutní hodnotě předpovědi, což se v řadě případů jeví jako nevhodné. Například chyba 50 W/m² činí 100 % pro osvit 50 W/m², shodná chyba způsobí ale jen 5 % pro osvit 1000 W/m².

Vhodnější je tudíž MAE vyjádřit v relativní podobě nejen vůči střední měřené hodnotě, ale také vůči teoretickému průběhu osvitu v daný den jako

$$MAE_{theor} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|p_i - m_i|}{t_i} 100 [\%], \quad t_i \neq 0 \quad (8)$$

kde teoretické hodnoty t_i představují maximální možné hodnoty pro danou lokalitu a den v roce, které by bylo možné naměřit v případě absolutně jasné oblohy. Příklad takového teoretického průběhu osvitu je uveden na obr. 1.

Pro denní předpověď se jeví jako nejvhodnější použití hodnot MBE a MAE , které vyjadřují průměrnou chybu předpovědi energie. Srovnání statistik z 18 různých odborných článků o solárních předpovědních modelech uvádí [8].

VYHODNOCENÍ PŘESNOSTI OSVITU ZVOLENÝCH ZDROJŮ

Podle výše uvedených statistik byla za rok 2016 vyhodnocena přesnost následujících poskytovatelů předpovědi osvitu:

- Pacific Islands Ocean Observing System (zkr. „Hawaii“) [9],
- National Oceanic and Atmospheric Administration (zkr. „NOAA“) [10],
- Solar Radiation Database (zkr. „SODA“) [11],
- MEDARD [12],
- PV Forecast (poskytovatel ČVUT – UCEEB), zkr. „PVF“ [13].

Přesnost predikce byla hodnocena pro lokalitu centra UCEEB ČVUT v Buštěhradu. Referenční měření osvitu v horizontální rovině bylo provedeno pomocí kalibrovaného pyranometru (Kipp&Zonnen CMP11) v minutových intervalech, data byla následně průměrována na výsledná hodinová data. V tab. 2 jsou uvedeny vypočítané statistiky přesnosti předpovědi osvitu z hodinových hodnot jednotlivých zdrojů pro rok 2016. Statistiky byly počítány nejprve zvlášť pro období jednotlivých měsíců podle vztahů (1, 3–8) a poté aritmetickým průměrem získána výsledná hodnota za celý rok 2016:

$$stat_{YEAR} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} stat_i \quad (9)$$

kde $stat_i$ je statistika v jednotlivých měsících.

Tímto způsobem docílíme, že jednotlivé měsíce mají na uvedených statistikách stejnou váhu.

Tab. 2 Porovnání přesnosti předpovědi osvitu z hodinových hodnot v roce 2016 (v závorkách jsou uvedeny relativní statistiky podle vztahů (5–8); tučně je zvýrazněna nejlepší hodnota v daném sloupci)

Tab. 2 Comparison of accuracy of the irradiation prediction from hourly values in the year 2016 (in brackets are indicated relative statistics according to the relations (5–8); the best value in each column is highlighted in bold)

Zdroj predikce	RMSE [W/m ²]	MAE [W/m ²]	MAE _{theor}	MBE [W/m ²]
Hawaii	118 (62 %)	83 (43 %)	22 %	9 (3 %)
NOAA	121 (60 %)	96 (46 %)	57 %	51 (22 %)
SODA	107 (55 %)	81 (40 %)	41 %	13 (3 %)
Medard	138 (72 %)	102 (51 %)	34 %	34 (17 %)
PV Forecast	120 (63 %)	84 (44 %)	33 %	8 (2 %)

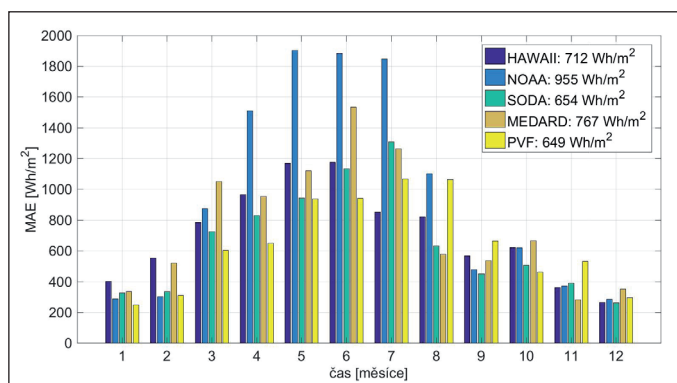
V tab. 3 jsou uvedeny přesnosti jednotlivých zdrojů pro předpovědi úhrnné denní energie z osvitu pro rok 2016.

Tab. 3 Porovnání přesnosti předpovědi denní energie osvitu EG v roce 2016 (v závorkách jsou uvedeny relativní statistiky podle vztahů (5–8); tučně je zvýrazněna nejlepší hodnota v daném sloupci)

Tab. 3 Comparison of accuracy of the daily irradiation EG prediction in the year 2016 (in brackets are indicated relative statistics according to the relations (5–8); the best value in each column is highlighted in bold)

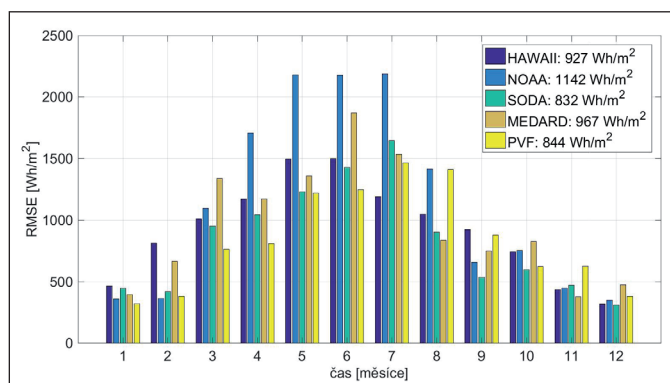
Zdroj predikce	RMSE [Wh/m ²]	MAE [Wh/m ²]	MAE _{theor}	MBE [Wh/m ²]
Hawaii	927 (38 %)	712 (30 %)	11 %	152 (3 %)
NOAA	1142 (40 %)	955 (33 %)	13 %	810 (23 %)
SODA	832 (34 %)	654 (27 %)	10 %	238 (4 %)
Medard	967 (40 %)	767 (31 %)	12 %	550 (20 %)
PV Forecast	844 (34 %)	649 (27 %)	10 %	136 (2 %)

Vybrané statistiky, které se týkají denní energie spočítané z osvitu E_G , jsou vyobrazeny pro jednotlivé měsíce na obr. 2 až obr. 6. V legendě je uvedena průměrná roční statistika podle vztahu (9).



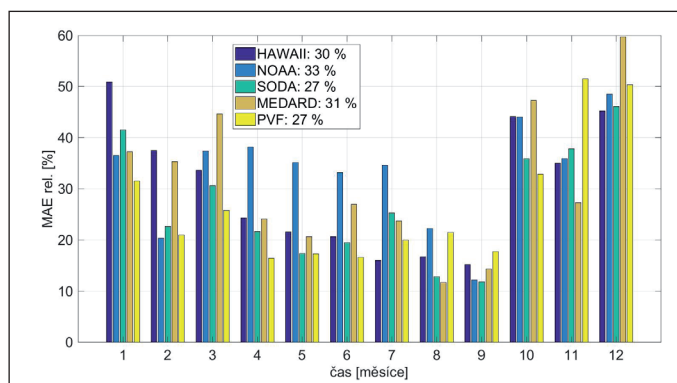
Obr. 2 Hodnota MAE předpovědi denní energie z osvitů EG v jednotlivých měsících roku 2016

Fig. 2 The MAE value of prediction of the daily energy from irradiation EG in the individual months of the year 2016



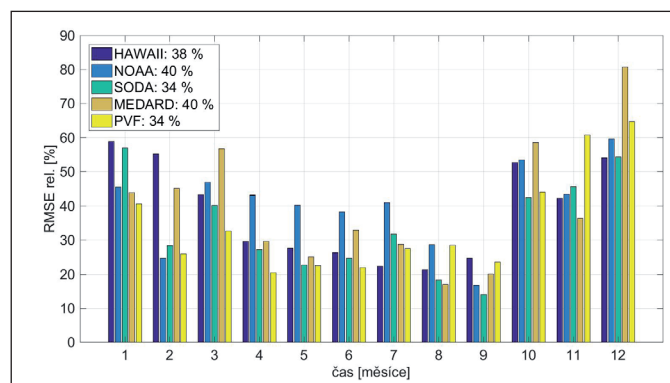
Obr. 5 Hodnota RMSE předpovědi denní energie z osvitů EG v jednotlivých měsících roku 2016

Fig. 5 The RMSE value of prediction of the daily energy from irradiation EG in the individual months of the year 2016



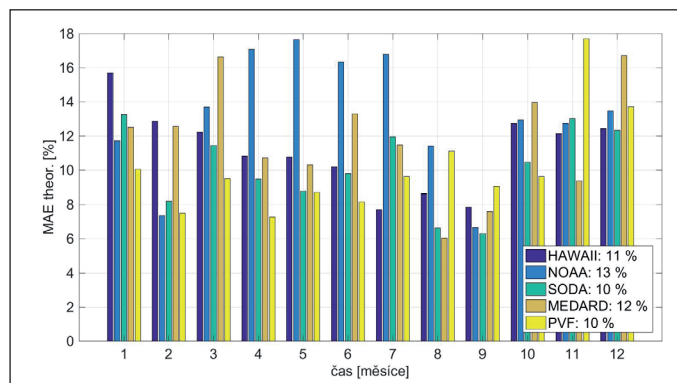
Obr. 3 Hodnota MAE_{rel} předpovědi denní energie z osvitů EG v jednotlivých měsících roku 2016

Fig. 3 The MAE_{rel} value of prediction of the daily energy from irradiation EG in the individual months of the year 2016



Obr. 6 RMSE_{rel} předpovědi denní energie z osvitů EG v jednotlivých měsících roku 2016

Fig. 6 RMSE_{rel} of prediction of the daily energy from irradiation EG in the individual months of the year 2016



Obr. 4 Hodnota MAE_{theor} předpovědi denní energie z osvitů EG v jednotlivých měsících roku 2016

Fig. 4 The MAE_{theor} value of prediction of the daily energy from irradiation EG in the individual months of the year 2016

ZÁVĚR

Využití služeb předpovědi osvitů získalo s rozšířením a začleněním fotovoltaických systémů nový rozměr. Osvit jako stěžejní veličinu pro určení výkonu fotovoltaického zdroje je třeba predikovat jak s dlouhodobým horizontem (např. pro řízení bateriových úložišť v budovách), tak v řádu hodin, či dokonce desítek minut (např. pro zajištění stability elektrických distribučních sítí). Důležitý je též časový krok predikce, někdy postačuje

znalost úhrnné energie osvitů za den, jindy jsou potřeba její hodinové hodnoty.

S ohledem na hodinové předpovědi osvitů v roce 2016 dle tab. 2 vychází ve dvou statistikách (*RMSE*, *MAE*) nejlépe zdroj *SODA*, ale např. podle *MBE* je nejlépeší *PV Forecast*.

Jelikož přesnost referenčního měření osvitů pyranometrem byla výrazně vyšší nežli nalezená hodnota *MBE* u zdroje *NOAA* a *Medard*, lze usuzovat, že tyto zdroje předpovídají pro uvažovanou lokalitu systematicky větší osvit.

Pokud zhodnotíme přesnost zdrojů podle předpovědi denní energie z osvitů E_G , tak ve většině statistik vychází nejlépe *PV Forecast*, dobrých výsledků dosahuje také *SODA*. Data zdroje *SODA* je však možné použít pouze nekomerčně. Předpověď *PV Forecastu* je opět konzistentní (nízké *MBE*) a ani v absolutních statistikách není zatížena velkou chybou. Navíc je primárně určena pro předpověď energie FV systémů a automatické zpracování této informace řídicími jednotkami.

Kontakt na autora: petr.wolf@cvut.cz

Poděkování: Tato práce byla podpořena z evropských strukturálních a investičních fondů, Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání, projektu CZ.02.1.01/0.0/0.0/15_003/0000464 Centrum pokročilé fotovoltaiky, a MŠMT v rámci programu NPU I č. LO1605 – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov – Fáze udržitelnosti.

Použité zdroje:

- [1] European Commission. *Energy 2020 – A strategy for competitive, sustainable and secure energy, 2011* [online]. 1. 3. 2017. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2011_energy2020_en_0.pdf
- [2] Solar energy in the European Union [online]. 10.3. 2017. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_energy_in_the_European_Union
- [3] Wind in Power. *WindEurope Business Intelligence* [online]. 2016. Dostupné z: <https://windeurope.org>
- [4] STANĚK, K. *Fotovoltaika pro budovy*. Praha: Grada, 2012.
- [5] PEREZ, R., INEICHEN, P., aj. *Dynamic Models for hourly global-to-direct irradiance conversion*. Solar World Congress 1991. Volume 1, Part II. Proceedings of the Biennial Congress of the International Solar Energy Society, Colorado, USA, 1991.
- [6] LORENZ E. *Intraday- und Day-Ahead-Solarleistungsprognosen für die Direktvermarktung*. Fraunhofer ISE, 2016.
- [7] DIAGNE, M., MATHIEU, D., aj. Review of solar irradiance forecasting methods and a proposition for small-scale insular grids. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 27. 2013. s. 65–76.
- [8] DAVID, M., DIAGNE, H. M., aj. *Outputs and error indicators for solar forecasting models*. University of La Reunion, Saint-Denis, Reunion.
- [9] Pacific Islands Ocean Observing System. PaclOOS [online]. 23. 2. 2017. Dostupné z: <http://www.pacioos.hawaii.edu/>
- [10] National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA [online]. 23. 2. 2017. Dostupné z: <http://www.noaa.gov/>
- [11] Solar Radiation Database. SoDa Service [online]. 23. 2. 2017. Dostupné z: <http://www.soda-pro.com/>
- [12] Medard. *Nápověda služby Medard* [online]. 23. 2. 2017. Dostupné z: <http://www.medard-online.cz/help>
- [13] PV Forecast. ČVUT UCEEB [online]. 23. 2. 2017. Dostupné z: <http://www.pvforecast.cz/>

Chladiva šetří vodu při chlazení superpočítačů

Při chlazení datových center superpočítačů se nenávratně spotřebovávají ohromná množství vody odpařením v chladicích věžích. V laboratořích Sandia National Laboratories, Albuquerque v Novém Mexiku nyní prověřují použití tekutých chladiv. Druh chladiva se neuvádí.

Voda ohřátá v superpočítači se nyní čerpá do blízkého uzavřeného okruhu jiného systému s chladivem. Chladivo absorbuje teplo vody, která může opět chladit. Ohřáté chladivo odpařuje své teplo do atmosféry v uzavřeném okruhu a je opět připraveno k chlazení. Systém Thermosyphon Cooler Hybrid System tak zachrání v superpočítači až 19,5 tis. m³ vody ročně. Systém pracuje bez chladicích věží, bez kompresorů a bez přidání biocidů. Podle potřeby a okolní teploty chladí na teplotu 18 až 27 °C až na 7 °C.

Pramen: Sandia National Laboratory News Release, 31. 8. 2016 (AB)

Německo je první na světě v energetické účinnosti

Ve studii „The 2016 International Energy Efficiency Scoreboard“ o energetické účinnosti, kde bylo hodnoceno 23 států světa (mimo ČR) zjistila organizace American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE) se sídlem ve Washingtonu D.C., že nejvyšší účinnosti hospodaření energií k pololetí 2016 dosáhlo Německo.

Na dalších místech se umístily: Itálie, Japonsko, Francie, Velká Británie, Čína, Španělsko, USA, Korea, Kanada, Nizozemsko, Polsko, Tchaj-wan, Indie, Turecko, Austrálie, Rusko, Indonésie, Mexiko, Thajsko, JAR, Brazílie, Saúdská Arábie. V subkategoriích národní cíle, budovy a průmysl bylo nejlepší Německo, v subkategorii transport společně Indie, Itálie a Japonsko.

Pramen: CCI 10/2016, s. 25 (AB)

Správná volba pro každou profesi.

Nové termokamery testo 865 - 872 nabízejí nejlepší obraz ve své třídě. S jejich pomocí zkontrolujete veškeré instalace TZB lépe než kdy předtím.

- Rozlišení až do 640 x 480 pixelů s funkcí SuperResolution.
- Velmi snadná a přesná termografie s funkcí ScaleAssist a testo ε-Assist.
- Včetně aplikace a bezdrátového spojení s dalšími měřicími přístroji testo.

Testo s.r.o.
 Jinonická 80, 158 00 Praha 5
 tel.: 222 266 700, fax: 222 266 748
 e-mail: info@testo.cz
www.testo.cz



testo
testo Thermography App