

Ing. Jiří NOVOTNÝ
 doc. Ing. Tomáš MATUŠKA, Ph.D.
 ČVUT v Praze, Univerzitní
 centrum energeticky efektivních
 budov

Problematika hodnocení solárního pokrytí FV systémem v domácnosti

The Issue of the Assessment of Solar Fraction of PV System at Household

Recenzent
 Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

Příspěvek hodnotí vliv použití různých časových kroků výpočtu a odběrových profilů elektrické energie na výpočet ročního solárního pokrytí spotřeby uživatelské elektrické energie fotovoltaickým (FV) systémem v domácnosti bez uvažování akumulace. Odběrové profily uživatelské energie pro domácnosti lze kvůli jejich proměnnému charakteru těžko paušalizovat. Pro účely bilancí FV systému bylo využito generátoru pravděpodobného odběrového profilu uživatelské energie. Produkce FV systému byla vypočítána v simulačním prostředí TRNSYS s respektováním časových kroků. Výsledky energetického a ekonomického vyhodnocení ukazují na důležitost použití detailního odběrového profilu a dostatečně krátkého časového kroku pro hodnocení solárního pokrytí FV systémem. Na závěr byl vytvořen zjednodušující graf pro odhad solárního pokrytí spotřeby uživatelské energie FV systémem, který slouží pro rychlé a praktické využití.

Klíčová slova: solární pokrytí, uživatelská energie, odběrový profil, časový krok výpočtu, solární energie

The paper assesses the effect of variation in calculation time steps and load profiles of electric energy on the calculation of the photovoltaic (PV) system annual solar fraction of the consumed user electric energy in a household without considering accumulation. Load profiles of the user energy consumption are difficult to generalize due to their variable nature. A generator of a probable user energy load profile was used for the purposes of PV system balances. The PV system production was calculated in the TRNSYS simulation environment with respect to the time step. The results of the energetic and economic assessment show the importance of using a detailed load profile and a sufficiently short time step for calculating solar fraction of PV system. Finally, a simplifying diagram was developed to estimate the PV system solar fraction of the user energy consumption for fast and practical use.

Keywords: solar fraction, user energy, load profile, calculation time step, solar energy

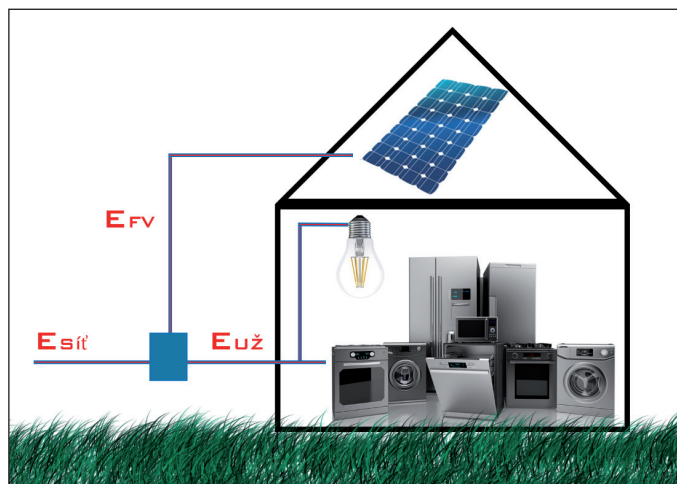
ÚVOD

Evropská směrnice [1] zavádí povinnost zvýšit využití obnovitelných zdrojů energie, což má mj. za následek zvyšování celkového počtu instalací fotovoltaických elektráren. Návrh fotovoltaického systému vychází z energetických a ekonomických bilancí, které bývají z větší části založené na výpočtech, vycházejících pouze z předpokladu některých okrajových podmínek. Výpočet produkce elektrické energie (EE) z fotovoltaických (FV) systémů lze však relativně spolehlivě spočítat s použitím klimatických dat a vhodných počítačových modelů, více či méně složitých. Druhá strana bilance je pak reprezentována spotřebou elektrické energie objektu, na kterou je FV systém navrhován. Častým

případem u stávajících objektů bývá znalost stávající spotřeby elektrické energie díky fakturačnímu či podružnému měření, nicméně pouze ve formě měsíčních či celoročních údajů. U novostaveb je stávající spotřeba neznámá, a tak je nutný odhad na základě statistických údajů a vybavenosti.

Celková spotřeba EE v domácnosti může být ve značné části případů reprezentována spotřebou tzv. uživatelské EE, která zahrnuje spotřebu elektrické energie na provoz domácích spotřebičů a osvětlení. V budovách bez elektrického vytápění či ohřevu vody hraje tedy spotřeba uživatelské EE zásadní roli pro návrh a zhodnocení efektivity FV systému. Vlivem vysoce proměnného uživatelského chování nelze celkovou spotřebu uživatelské energie v domácnosti jednoznačně paušalizovat. Navíc s ohledem na proměnlivost výkonu FV systému má na hodnocení využití produkce FV systému významný vliv i proměnlivost odběrového profilu nejen během roku, ale i během dne. Správnost energetické bilance je potom silně ovlivněna použitým časovým krokem výpočtu [2].

Pro účely analýzy bilance FV systému bylo využito generátoru pravděpodobného profilu odběru uživatelské elektrické energie pro domácnost, který slouží pro vytvoření různých druhů ročních odběrových profilů (tzv. jednodenní, týdenní či 365denní), a to v různých časových krocích (1 minuta až 1 hodina). Nástroj byl vytvořen v prostředí Microsoft Excel. Původními autory výpočtového jádra jsou britští autoři I. Richardson a M. Thomson [2]. Původní nástroj byl s dovolením autorů modifikován a použit pro následující analýzu. Získané výsledky ze všech bilancí byly následně použity pro tvorbu zjednodušujícího grafu pro odhad procentuálního solárního pokrytí na základě ročních údajů o produkci FV systému a spotřebě uživatelské energie.



Obr. 1 Zjednodušené schéma bilance FV systému

Fig. 1 Simplified scheme of PV system balance

$$E_{\text{sít}} = E_{\text{užit}} - E_{\text{FV}} \quad [\text{kWh}] \quad (1)$$

kde je:

- $E_{Sít}$ energie dodávaná ze sítě/do sítě [W],
- $E_{Už}$ spotřebovaná uživatelská energie [W],
- E_{FV} energie dodávaná FV systémem [W].

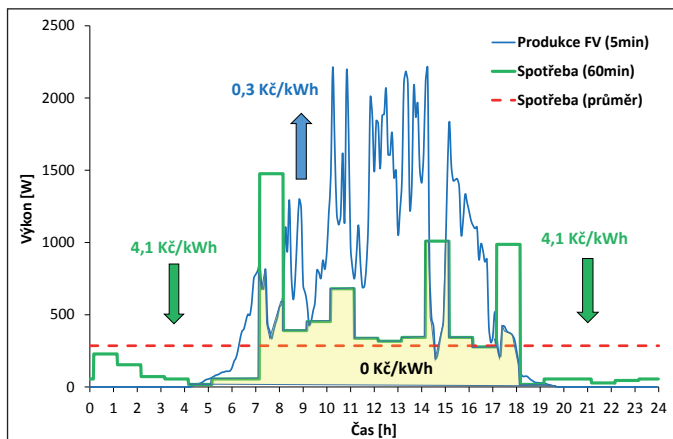
Případná záporná bilance FV systému dle (1) je způsobena nadprodukcí FV systému, čímž dochází k exportu elektrické energie zpět do nadřazené sítě.

BĚŽNÉ VÝPOČETNÍ POSTUPY

Pro hodnocení energetické náročnosti budov (ENB) ve smyslu prokázání splnění legislativních požadavků se nyní pro celkovou energetickou bilanci používá měsíční krok výpočtu. Při použití měsíčního výpočtového kroku při hodnocení ENB však dochází zvláště u FV systémů ke značným odchylkám výsledků od reálných hodnot, a to právě díky měsíčnímu výpočtovému kroku. Pro výpočet ENB není použití detailnějšího časového kroku podmínkou. Výsledek hodnocení FV systému, zejména při výpočtu solárního pokrytí, je závislý na volbě časového kroku výpočtu. V případě hodnocení ENB se nevyklučuje stanovit produkci FV systému detailním výpočtem dostupnými výpočtovými nástroji a následně detailně stanovenou produkci FV systému vložit do výpočtového nástroje pro hodnocení ENB. Součástí legislativně povinného hodnocení při hodnocení ENB není přirozeně ani vliv odběrového profilu uživatelské energie. Na obr. 2 je znázorněn příklad průběhu produkce elektrické energie FV systémem a odběru elektrické energie v případě detailního časového kroku (60 min). Pro ukázkou je také znázorněn případ uvažování konstantní spotřeby (průměr), tedy bez uvažování odběrového profilu. Je patrné, že uvažování podrobného odběrového profilu může vést k jiným výsledkům solárního pokrytí spotřeby elektrické energie FV systémem než v případě zjednodušeného hodnocení bez odběrového profilu. To má dopad do hodnocení úspor nákladů, neboť pro energii přímo uspořeno FV systémem platí diametrálně odlišná cena než pro energii přebytečnou a dodávanou do sítě. Při bilancování FV systémů v měsíčním nebo ročním časovém kroku se může zdát, že FV systém pokryje většinu nebo i celou spotřebu elektrické energie, což ve skutečnosti není pravda. Jak velký vliv má výpočetní krok a tvar odběrového profilu na hodnocení FV systému, je analyzováno v následujícím textu.

ODBĚROVÝ PROFIL

Hodnocení využitelnosti produkce FV systému vychází ze spotřeby EE v domácnosti a produkce EE instalovaného FV systému. Pro účely hodnocení FV systému byly softwarovou aplikací [3] vytvořeny různé odběrové profily spotřeby uživatelské EE:



Obr. 2 Denní ekonomická bilance FV systému
Fig. 2 Daily economic balance of PV system

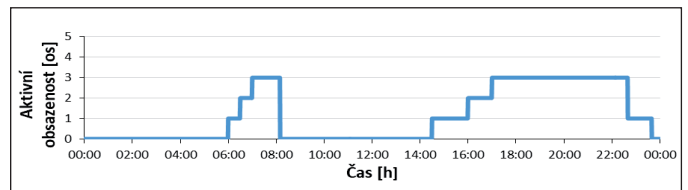
- **paušál (trvalý profil)** – profil reprezentuje spotřebu uživatelské EE trvalým odběrovým výkonem, vycházejícím z roční spotřeby v kWh vydělené počtem hodin (8760),
- **1denní (denní profil)** – profil vygenerovaný výpočetním generátorem jako každodenně se opakující profil po celý rok s uvažováním průměrného slunečního ozáření pro výpočet osvětlení,
- **7denní (týdenní profil)** – profil uvažuje rozdílné chování uživatelů během všedních dnů a víkendů, přičemž je vygenerovaný jeden týden (5+2), který se následně opakuje po celý rok. Spotřeba energie na osvětlení vychází také z průměrného slunečního ozáření,
- **365 dní (roční profil)** – profil reprezentuje detailní výpočet odběrového profilu uživatelské EE pro celý rok s uvažováním hodinových klimatických dat slunečního ozáření a respektováním všedních a víkendových dní (každý den má jiný profil odběru).

Vygenerované odběrové profily jsou vypočítány s detailním časovým krokem jedné minuty včetně definovaného profilu aktivní obsazenosti a vlivu slunečního ozáření pro výpočet potřeby EE na osvětlení. Uvažovanými domácími spotřebiči mohou být chladicí zařízení, kuchyňské spotřebiče, prací a mycí spotřebiče, osvětlení a další běžná spotřební elektronika.

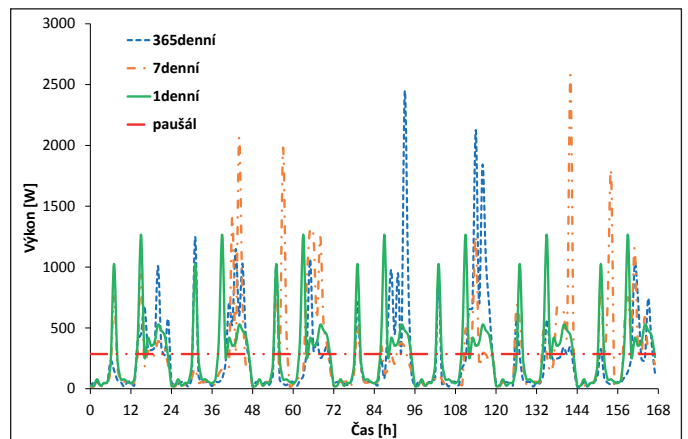
Pojem aktivní obsazenost znamená aktivní činnost osoby v domácnosti. Neuvažuje se tedy činnost spící a nepřítomné osoby. Profil aktivní obsazenosti na obr. 3 byl definován pro 3 osoby. První osoba vstává v 6.00 hodin a po ní ostatní. V 8.00 hodin všichni obyvatelé opustí domácnost a vrátí se nejdříve v 14.30 hodin. Dále před půlnocí jdou postupně všichni spát. Profil obsazenosti je stejný pro všechny odběrové profily.

Na obr. 4 jsou znázorněny typy použitých odběrových profilů uživatelské EE pro 1. týden v lednu 2016. V případě denního profilu je patrný opakující se denní profil po celý týden. Odběrové profily pro 7 dní a 365 dní ukazují pro každý den v týdnu jiný profil. Konstantní hodnotu odběru pak ukazuje na paušální profil s trvalým odběrem elektrické energie.

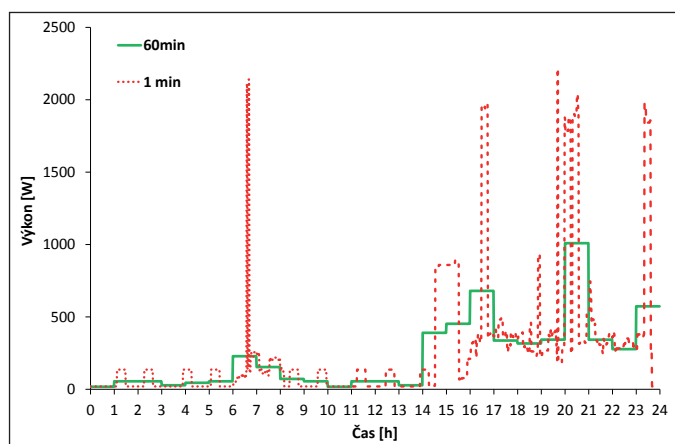
Vygenerovaný minutový profil pak může být integrován do různých časových kroků podle potřeby. Na obr. 5 je znázorněn odběrový profil pro letní



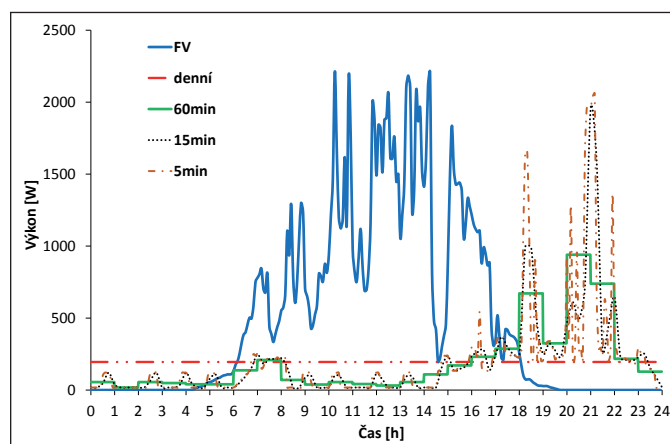
Obr. 3 Definovaný profil aktivní obsazenost pro 3 osoby pro typický den
Fig. 3 Defined profile of active occupancy for 3 people for a typical day



Obr. 4 Typy odběrových profilů uživatelské EE
Fig. 4 Types of load profiles of user EE



Obr. 5 Vliv časového kroku na odběrový profil
Fig. 5 Effect of the time step on the load profile



Obr. 6 Balance of PV system, 365day profile, summer
Fig. 6 Balance of PV system, 365day profile, summer

den (typ detailního profilu pro 365 dní) při použití rozdílných časových kroků – 1 minuta a 1 hodina, kde lze vidět značný rozdíl při užívání rozdílných časových kroků. Čím delší časový krok, tím více se snižuje špička odbíraného výkonu.

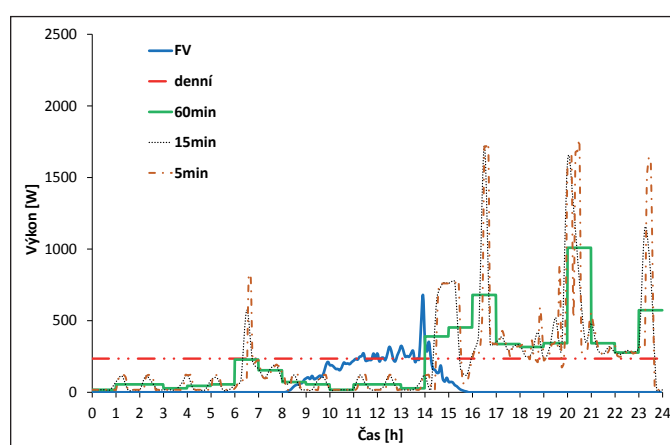
ANALÝZA BILANCE FV SYSTÉMU PRO DOMÁCNOST

Bilance EE při hodnocení FV systému je dána produkcí EE fotovoltaickým systémem a spotřebou EE domácnosti (obr. 1). Produkce FV systému je dána jeho dimenzováním (instalovaný výkon, plocha modulů, účinnost, vliv teploty, technologie modulů). Celková vypočítaná spotřeba budovy je pak dána vypočítanou spotřebou elektrické energie na provoz technických systémů (vytápění, chlazení, vzduchotechnika, příprava TV, vlhčení a osvětlení), domácích spotřebičů či ostatních zařízení. Pro účely analýzy byla uvažována pouze vypočítaná spotřeba uživatelské energie (spotřebiče, osvětlení) s celkovou předpokládanou roční spotřebou 2500 kWh. Byly uvažovány 3 osoby v domácnosti (viz obr. 3) a různé typy odběrových profilů (paušál, 1denní, 7denní a 365denní, viz obr. 4), s různými časovými kroky (5, 15, 60 minut, den, měsíc a rok).

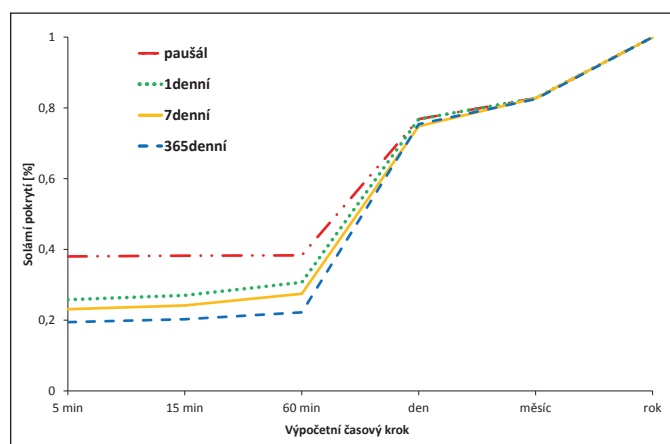
Produkce FV systému byla vypočítána v simulačním prostředí TRNSYS s respektováním časových kroků 5, 15, 60 minut, den, měsíc a rok. Klimatické údaje pro výpočet byly získány z meteorologické stanice Univerzity centra energeticky efektivních budov (UCEEB) v Buštěhradě pro rok 2016 s minutovým časovým krokem. Uvažovaná plocha FV panelů je 20 m², jmenovitá účinnost 16 %, teplotní koeficient 0,0045 1/K. Sklon FV panelů je uvažován 45° s orientací na jih. Není uvažována akumulace EE.

Bilance vypočítané spotřeby EE a vypočítané produkce EE FV systémem byly provedeny vždy v odpovídajících časových krocích. Na obr. 6 a obr. 7 je graficky znázorněna bilance FV systému vzhledem k detailnímu 365dennímu profilu za použití různých časových kroků. Produkce FV systému je znázorněna pouze s časovým krokem 5 min. Porovnáním grafů lze zaznamenat různé odběrové profily vzhledem k časovému období, kdy na obr. 6 je znázorněn profil vygenerovaný pro letní den 1. července 2016 a na obr. 7 profil pro zimní den 1. ledna 2016.

Během slunečného dne při produkci FV systému není skoro žádný odběr uživatelské EE z důvodu nepřítomnosti osob v domácnosti. Na zobrazených profilech si lze povšimnout mírného nárůstu v ranních hodinách, poté následuje útlum, kdy spotřebu reprezentují spotřebiče nezávislé na přítomnosti osob (chladnička, mrazák apod.), a ve večerních hodinách dochází ke značnému nárůstu vlivem užívání běžných domácích spotřebičů. Solární pokrytí spotřeby EE produkcí FV systému je tak



Obr. 7 Balance of PV system, 365day profile, winter
Fig. 7 Balance of PV system, 365day profile, winter



Obr. 8 Roční solární pokrytí uživatelské elektrické energie FV systémem
Fig. 8 Annual solar fraction of user electric energy by PV System

relativně nízké, avšak v případě uvažování trvalého odběru s časovým krokem 1 den dochází k výrazně vyššímu výpočtovému pokrytí. V tab. 1 a na obr. 8 je uvedeno energetické vyhodnocení celkového solárního pokrytí spotřeby EE produkcí FV systému pro ucelený rok.

Z provedené analýzy vyplývá významný vliv zvoleného časového kroku i zvoleného typu odběrového profilu na výpočet pokrytí spotřeby už-

vatelské elektrické energie FV systémem. Výsledky pro různé druhy odběrových profilů se od sebe liší v řádu absolutních procent, vyjma použití nereálného paušálního profilu s trvalým odběrem, který reprezentuje nereálnou spotřebu EE pro domácnosti. Významný rozdíl ve výsledcích ukazují bilance s krátkým časovým krokem 1 hodina a méně oproti delším časovým krokům (den, měsíc, rok). Vypočítané solární pokrytí stanovené s 5minutovým krokem při uvažování 365denního profilu bylo až o 64 % menší než při použití měsíčního kroku (tvorba PENB) téhož odběrového profilu, tedy pouhou změnou časového kroku. Časový krok ovlivňuje výpočet pokrytí bez ohledu na typ profilu. Čím je časový krok kratší, tím menší vychází solární pokrytí, nicméně tím více se blíží reálným hodnotám. Pokud je časový krok dostatečně krátký na úrovni hodiny a méně, lze předpokládat relativně spolehlivé výsledky. Odchytky výsledků mezi časovými kroky hodina a kratší jsou na úrovni procent. V případě časového kroku den, měsíc a rok, zahrnující do bilance současnosti produkce a spotřeby i noční dobu, pak dochází k výsledkům výpočtu odporujícím realitě.

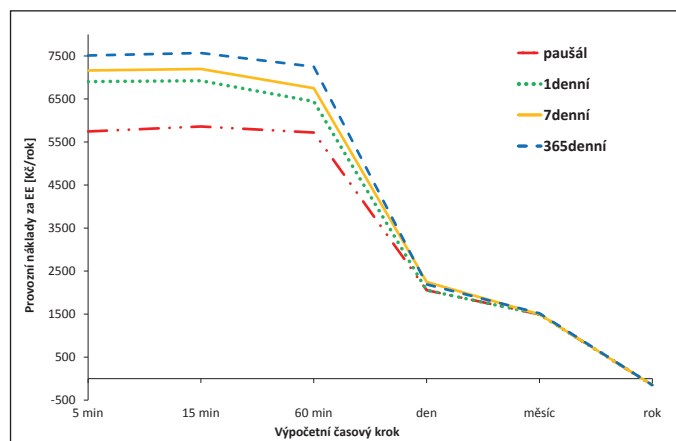
Tab. 1 Hodnoty ročního solárního pokrytí provedené analýzy

Tab. 1 Values of annual solar fraction of the performed analysis

Pokrytí FV systémem		Výpočetní časový krok					
		5 min	15 min	60 min	den	měsíc	rok
Odběrový profil	paušál	38 %	38 %	38 %	77 %	83 %	100 %
	1denní	26 %	27 %	31 %	77 %	83 %	100 %
	7denní	23 %	24 %	27 %	75 %	83 %	100 %
	365denní	19 %	20 %	22 %	75 %	83 %	100 %

EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

V případě rodinného domu, který má střechu zcela pokrytou FV panely, může za použití delšího časového kroku nastat odchylka v reálném hodnocení, kde při zdánlivě dostačující produkci FV systému (získané ročním či měsíčním průměrováním), se ve skutečnosti veškeré nedostatky elektrické energie kupují od distributora za plnou částku (cca 4,1 Kč/kWh [4]) a naopak přebytky produkce FV systému se prodávají zpět do sítě za několikanásobně nižší částku (cca 0,3 Kč/kWh [5]), a to i když byla výpočetně dokázána zcela dostačující produkce FV systému. V tab. 2 a na obr. 9 je znázorněno ekonomické vyhodnocení bilance na příkladu domácnosti vzhledem k použití různých typů odběrových profilů a časových kroků výpočtu. Byly vyhodnoceny provozní náklady domácnosti vzhledem ke spotřebě uživatelské EE a FV systému.



Obr. 9 Roční provozní náklady za EE při použití FV systému

Fig. 9 Annual operating costs for EE when using the PV system

Tab. 2 Roční provozní náklady za EE při použití FV systému

Tab. 2 Annual operating costs for EE when using the PV system

Provozní náklady (Kč/rok)		Výpočetní časový krok					
		5 min	15 min	60 min	den	měsíc	rok
Odběrový profil	paušál	5 750	5 870	5 720	2 060	1 500	-150
	1denní	6 910	6 930	6 450	2 060	1 500	-150
	7denní	7 170	7 200	6 760	2 250	1 500	-150
	365denní	7 510	7 570	7 260	2 200	1 520	-150

Ekonomické hodnocení potvrzuje podobnou závislost získaných výsledků na zvoleném časovém kroku jako při výpočtu pokrytí spotřeby FV systémem. Odchytky ročních provozních nákladů stanovených s 5minutovým a měsíčním krokem (PENB) při uvažování 365denního profilu byla až 80 %. Rozdíl mezi časovými kroky 5 min a 60 min je také řádově v jednotkách procent. Ekonomické hodnocení z pohledu odběratele je důležitým kritériem, a tak volba časového kroku může být v tomto ohledu rozhodující.

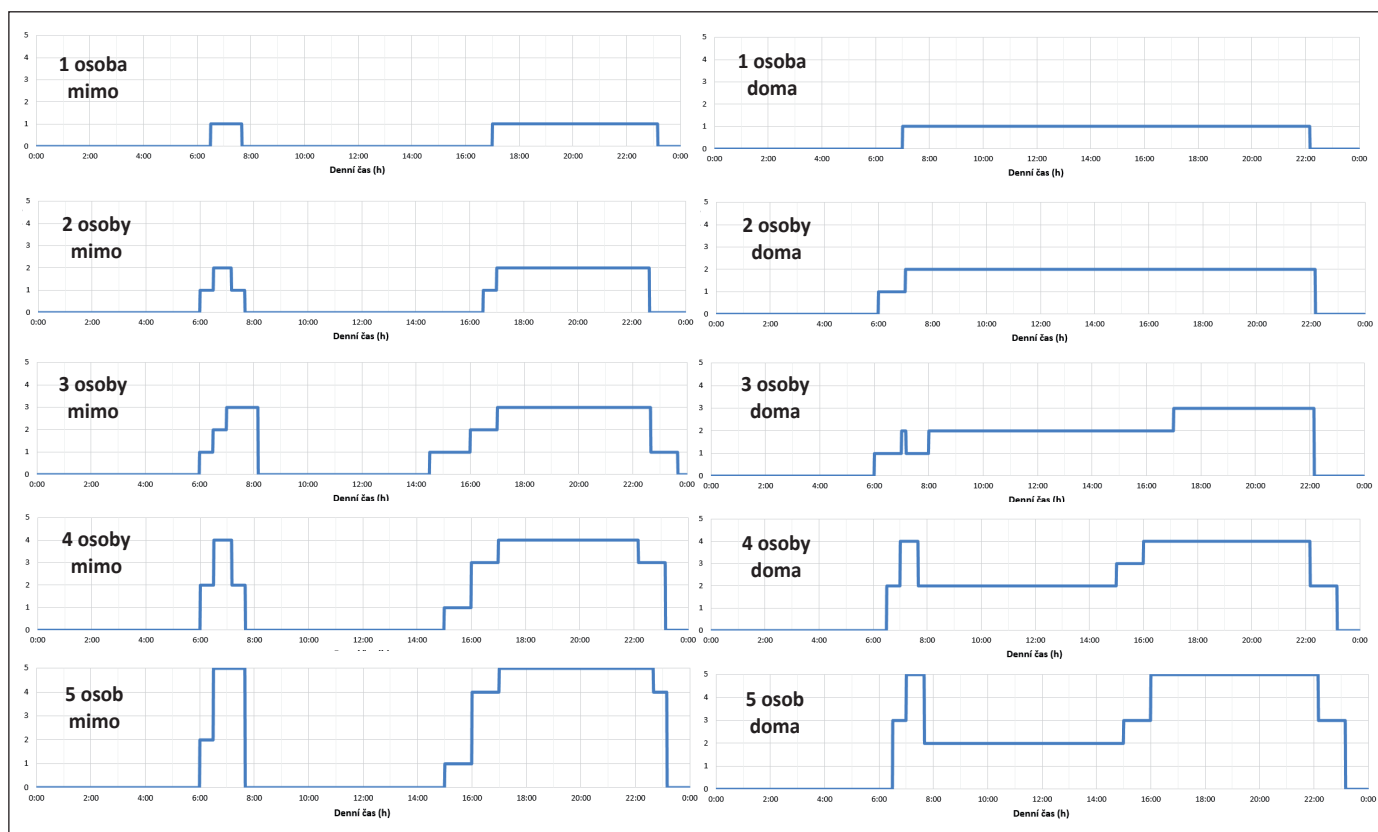
ZJEDNODUŠUJÍCÍ GRAF ODHADU POKRYTÍ

Vzhledem k nedostupnosti klimatických dat s krátkým časovým krokem a charakteristického profilu proměnného uživatelského chování při běžném navrhování a hodnocení FV systémů byla vytvořena pomůcka sloužící k rychlému zjištění solárního pokrytí spotřeby uživatelské elektrické energie FV systémem v domácnosti. Pro tento účel byl vytvořen zjednodušující graf, kde při znalosti bilančního poměru roční vyrobené elektrické energie potenciálním FV systémem k roční spotřebované uživatelské energii, je energetický specialista nebo auditor schopen odečíst pravděpodobné procentuální solární pokrytí uživatelské energie FV systémem bez použití podrobných výpočtů či simulací s krátkým časovým krokem.

Sestrojení grafu vycházelo z provedení téměř pěti set bilancí různých FV systémů (různého poměru spotřeba/produkce) s pětiminutovým časovým krokem, kde bylo využito různých detailních odběrových profilů uživatelské energie získaných pomocí generátoru odběrového profilu elektrické energie s minutovým časovým krokem (365denní profil). Profily mají různou spotřebu EE, která se pohybuje v intervalu od 1264 do 4651 kWh/rok v závislosti na okrajových podmínkách. Okrajové podmínky generování odběrových profilů jsou:

- počet osob (1 až 5),
- profil aktivní obsazenosti (přes den mimo domácnost/přes den v domácnosti),
- uvažované domácí spotřebiče (vyšší standard/níže standard).

Vzhledem k náhodnému generování odběrových profilů byl výpočet každého profilu proveden celkem třikrát, a to pro každé nastavení okrajových podmínek. Profily aktivní obsazenosti osob a uvažované domácí spotřebiče v domácnosti byly definovány dle vlastního uvážení a bez analýz či anket mapujících chování uživatelů. Pro každý počet osob byly definovány dva profily aktivní obsazenosti, a to pro případ „klasické“ domácnosti (přes den v práci či ve škole) nebo případ, kdy se některé osoby zdržují v domácnosti přes celý den, maximálně však dvě osoby (obr. 10). Zvolené profily obsazenosti jsou pak konstantní pro celý rok. Uvažovanými domácími spotřebiči pro vyšší standard jsou chladnička s mrazákem, žehlička, vysavač, fén na vlasy, osobní počítač, domácí tiskárna, televize (55“), DVD blue-ray přehrávač, TV set-top box, varná deska, trouba, mikrovlnná trouba, varná konvice, toustovač, myčka nádobí, pračka se sušičkou a osvětlení. Pro nižší standard se oproti vyššímu standardu neuvažuje domácí tiskárna, televize 55“ (ale jen 24“), DVD



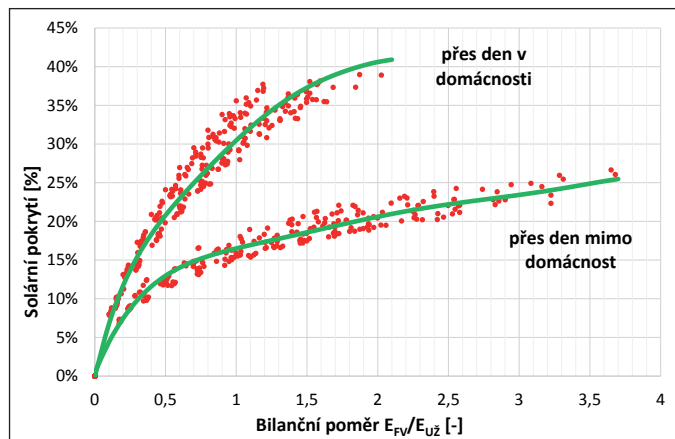
Obr. 10 Profily aktivní obsazenosti pro různý počet osob a užívání (svíslá osa: počet osob, vodorovná osa: časová osa pro 1 ucelený den)

Fig. 10 Profiles of active occupancy for different number of occupants and types of use (vertical axis: number of occupants, horizontal axis: time axis for 1 whole day)

blu-ray přehrávač, varná deska, mikrovlnná trouba, toustovač a myčka nádobí. Parametry spotřebičů byly převzaty z publikace [3] a následně modifikovány dle současného portfolia výrobků pro domácnosti.

Výpočet produkce FV systému byl proveden v rozhraní TRNSYS pro běžný rozsah špičkových výkonů panelů používaných v rodinných domech, tj. 0 až 5 kW_p, což odpovídá přibližně rozsahu ploch fotovoltaických panelů 0 až 30 m². Okrajové podmínky pro výpočet produkce FV systému jsou stejné jako pro analýzu bilance FV systému výše, avšak pro špičkové výkony od 0 do 5 kW_p s nárůstem po 0,5 kW_p.

Následně bylo vypočítáno roční solární pokrytí spotřeby uživatelské elektrické energie FV systémem celkem pro 693 případů. Výsledný graf lze



Obr. 11 Zjednodušující graf pro odhad solárního pokrytí spotřeby uživatelské EE FV systémem

Fig. 11 Simplifying diagram for PV system estimation of solar fraction of the user EE consumption by

vidět na obr. 11, kde při znalosti bilančního poměru mezi roční produkcí FV systému (E_{FV}) a roční spotřebou uživatelské elektrické energie (E_{UZ}) lze odhadnout předpokládaný rozsah pokrytí spotřeby uživatelské energie FV systémem. Poté byly vytvořeny 2 funkční závislosti (tučné křivky) reprezentující střední hodnotu odhadovaného solárního pokrytí.

Spodní oblak bodů je reprezentován domácnostmi, kde uživatelé pobývají během dne mimo domácnost, tj. např. v práci či ve škole. Naopak horní oblak je platný pro domácnosti s uživateli, pobývajícími během dne převážně doma, nejvýše však 2 osoby z celkového počtu. Větší počet osob pobývajících přes den doma se může jevit jako málo pravděpodobný.

Pro příklad použití lze uvést případ domácnosti se 3 osobami, zdržujícími se přes den mimo domácnost. Roční spotřeba uživatelské EE (E_{UZ}), získaná měřeními je 2500 kWh. Produkce elektrické energie potenciálním FV systémem (E_{FV}) se špičkovým výkonem 3,2 kW_p byla stanovena 3000 kWh. Bilanční poměr produkce E_{FV} k potřebě E_{UZ} odpovídá hodnotě 1,2. Pro tuto hodnotu z grafu na obr. 11 lze pomocí funkční závislosti vypočítat, pro předpoklad osob zdržujících se během dne mimo domácnost (spodní oblak), hodnotu ročního solárního pokrytí 17,4 % pohybující se v rozmezí 16 až 19 %. To je výrazně nižší hodnota, než by byla stanovena jednoduchou roční bilancí, na základě které by uživatel mohl být klamán tím, že produkce FV systému (3000 kWh) zcela pokryje veškerou spotřebu uživatelské EE (2500 kWh), tedy se solárním pokrytím 100 %.

ZÁVĚR

Správné hodnocení FV systému vychází z bilance spotřeby a produkce EE při respektování vhodného odběrového profilu a časového kroku. Uvažování podrobného odběrového profilu je nezbytnou cestou k získání správných výsledků. Trvalý odběrový profil vycházející z celoročně průměrné hodnoty elektrického příkonu domácnosti se ukázal jako nevhod-

ný. Bylo vyhodnoceno, že krátký časový krok, který umožňuje realisticky zohlednit bilanci (špičky ve spotřebě a produkci), vede k výsledkům odpovídajícím reálným hodnotám dosahovaným v praxi. Pro časový krok delší než hodina jsou zřejmé již diametrálně odlišné výsledky solárního pokrytí, prakticky však zcela nedosažitelné. Hodinový krok pro hodnocení pokrytí FVE pro případ domácnosti rodinného domu se může jevit stále jako příliš velký, když si uvědomíme způsob užívání některých domácích spotřebičů jako např. elektrická trouba, vysoušeč vlasů či vysavač, kdy během několika minut dojde k výraznému nárůstu výkonu. Dalším zmenšování časového kroku se výsledky ročního solárního pokrytí mění již jen na úrovni absolutních procent. Jinou limitující okolností pro použití podrobnějších časových kroků může být přístup k detailním klimatickým údajům pro hodnocení produkce FV systému, kde běžně dostupná data jsou s hodinovým krokem (referenční klimatický rok z ČHMÚ) nebo měsíčním krokem (veřejně dostupné weby). Údaje s kratším časovým krokem jsou k dispozici jen pro některá místa naměřená například výzkumnými či meteorologickými institucemi.

V rámci analýzy pro téměř 700 případů byl vytvořen zjednodušující graf pro odhad solárního pokrytí spotřeby uživatelské elektrické energie FV systémem na základě hodnoty poměru roční produkce FV systému k roční spotřebě EE v domácnosti. Smysl tohoto zjednodušení je získání přesnějších výsledků solárního pokrytí bez použití jakýchkoliv výpočtů a řešení problematiky ohledně časového kroku či odběrového profilu.

Kontakt na autora: jiri.novotny@fs.cvut.cz

Poděkování: Tento příspěvek vznikl za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I č. LO1605 – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov – Fáze udržitelnosti.

Použité zdroje:

- [1] *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov (přepřevzatá)*. Úřední věstník Evropské unie L 153, dne 18. 6. 2010, S0013-0035.
- [2] NOVOTNÝ, J., MATUŠKA, T. Vliv odběrového profilu elektrické energie na bilanci FV systému. In: *Alternativní zdroje energie 2018, sborník přednášek z konference*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2018. pp. 151–158. 1. vydání. ISBN 978-80-02-02805-5.
- [3] RICHARDSON, I., THOMSON, M., INFELD, D., CLIFFORD, C. Domestic electricity use: A high-resolution energy demand model. *Energy and Buildings*. 2010, 42(10): 1878–1887.
- [4] Vývoj celkových cen elektřiny. In: *TZB-info* [online]. 10. 12. 2018. Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovyech-cen-elektriny?sazba=D02d>
- [5] Výkup přebytků z FVE. *HQ Line* [online]. [cit. 2018-12-10]. Dostupné z: <http://www.hqline.com/novinky/vykup-prebytku-z-fve>

Inteligentní okna se stahováním, vyhříváním a klimatizací

Velký povrch skleněných fluidických oken, vytvářený soustavou kapilár, v nichž obíhá kapalina, je nositelem vlastností oken LaWin v projektu Large Area Fluidic Windows, jenž se řeší v ústavu Otto Schott Institut für Werkstoffforschung při Univerzitě v Jeně. Základem je kapalina v kapilárách s obsahem malých částic železa, jejichž magnetickou silou lze ovládat pohyb okna a jeho stínění až po úplné zatmění a zchlazení. Tvorba tepla se dá srovnávat se solární termickými systémy. Tímto způsobem se velkoplošná fluidická okna mohou podílet na náhradě klimatizací, stínění a ohřevu vody. Zpráva „A Large-Area Fluidic Window with Tunable Shading and Solar-Thermal Harvesting Ability Based on Remote Switching of a Magneto-Active Liquid“ byla uveřejněna v publikaci „Advanced Sustainable Systems“ 1, 2018, která je volně přístupná online a zdarma.

Pramen: CCI 01/2018, s. 4

(AB)

průmyslové větrání s rekuperací tepla



BETA - 9/8



- obousměrná větrací jednotka s nastavitelným vzduchovým výkonem do 8000 m³h⁻¹
- při splnění požadavků „Nařízení EK č. 1253/2014“ jmenovitý vzduchový výkon 7000 m³h⁻¹
- volná oběžná kola s EC motory s proměnlivými otáčkami
- protiproudý deskový rekuperační výměník s účinností rekuperace až 82 %
- pro zvýšení komfortu možnost vybavení kondenzačním plynovým teplovodním kotlem
- automatické řízení a regulace jednotek s možností připojení k síti ETHERNET
- distribuce vzduchu dálkově ovládanou tryskovou vyústkou

Přijměte pozvání do naší expozice: AQUATHERM Nitra 5.-8.2.2019, Hala M3 - 315