

Rubrika: xxx

Ing. Jiří Novotný

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov, ČVUT v Praze

Doc. Ing. Tomáš Matuška, Ph.D.

Problematika hodnocení solárního pokrytí FV systémem v domácnosti

Recenzent

Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

Príspevek hodnotí vliv použití různých časových kroků výpočtu a odběrových profilů elektrické energie na výpočet ročního solárního pokrytí spotřeby uživatelské elektrické energie FV systémem v domácnosti bez uvažování akumulace. Odběrové profily uživatelské energie pro domácnosti lze díky svému proměnnému charakteru těžko paušalizovat. Pro účely bilancí FV systému bylo využito generátoru pravděpodobného odběrového profilu uživatelské energie. Produkce FV systému byla vypočtena 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: xxx

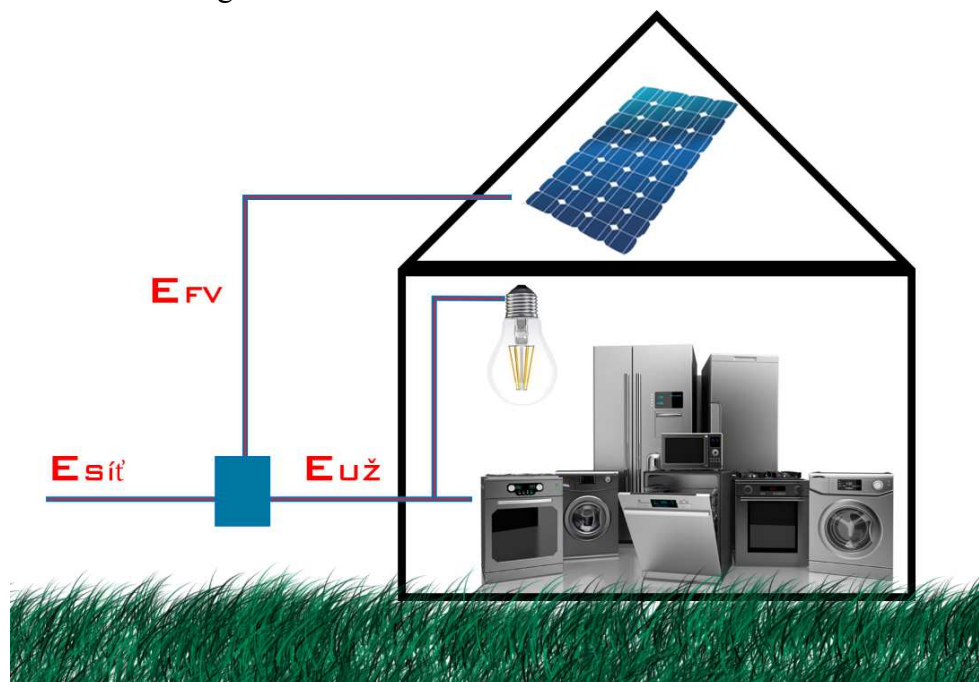
ÚVOD

Evropská směrnice [1] zavádí povinnost zvýšit využití obnovitelných zdrojů energie, což má také 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, které vychází pouze z předpokladu některých okrajových podmínek. Nicméně výpočet produkce elektrické energie (EE) z fotovoltaických (FV) systémů lze 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 pomocí fakturačního či podružného měření, nicméně pouze ve formě měsíčních či celoročních údajů. U novostaveb je stávající spotřeba neznámá, a tak je potřeba odhadu 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 365 denní), 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

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

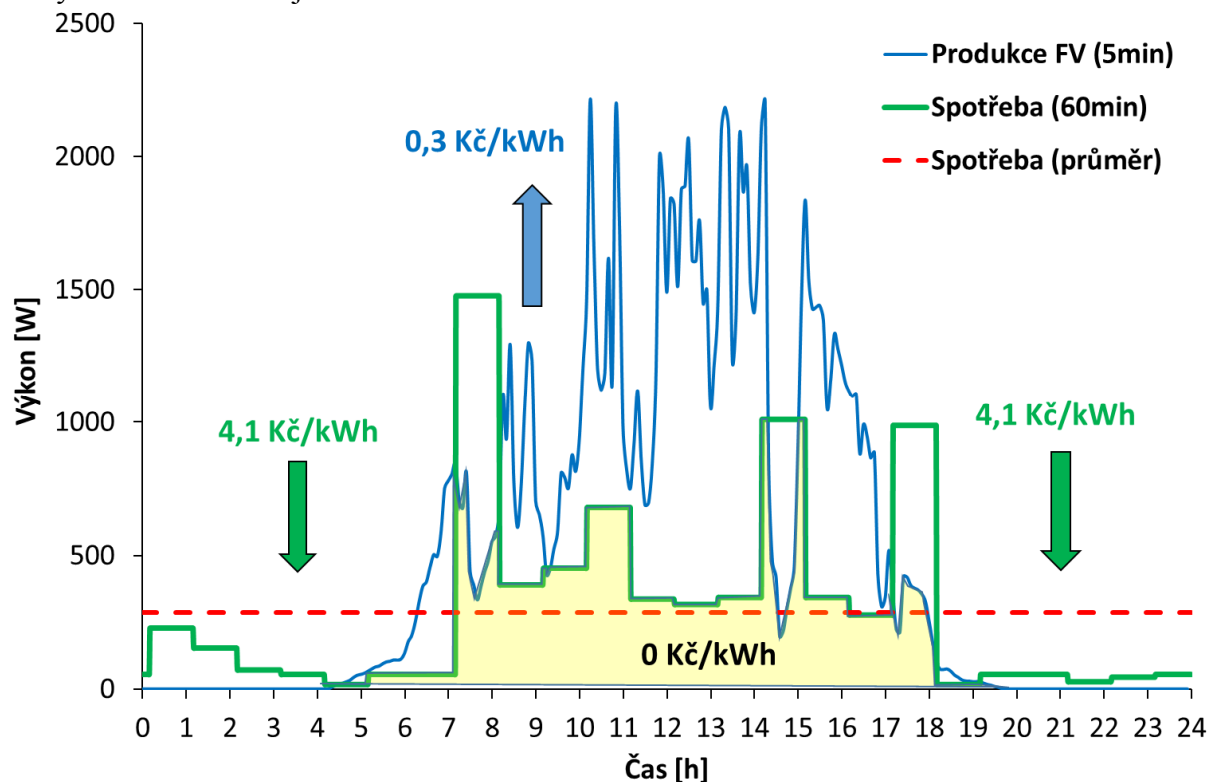
kde $E_{\text{síť}}$ je energie dodávaná ze sítě / do sítě [W]
 $E_{\text{Už}}$ je spotřebovaná uživatelská energie [W]
 E_{FV} je energie dodávaná FV systémem [W]

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. Nicméně při použití měsíčního výpočtového kroku při hodnocení ENB 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 pomocí dostupných výpočtových nástrojů a následně detailně stanovenou produkci FV systému vložit do výpočetního 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.



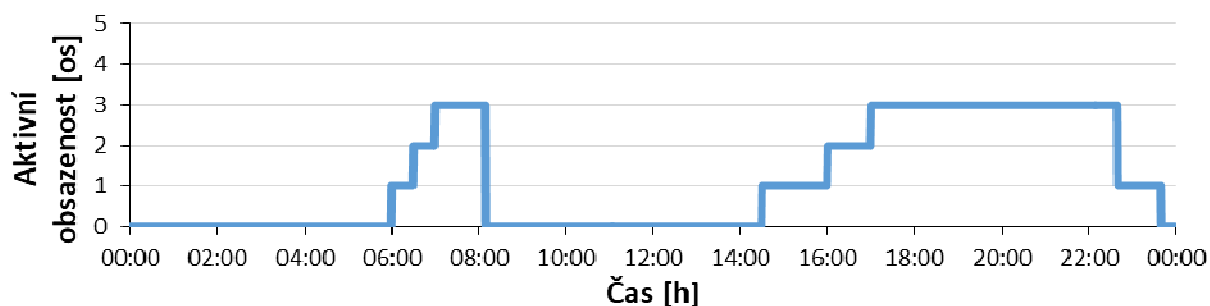
Obr. 2 Denní ekonomická bilance FV systému

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 pomocí vyvinuté softwarové aplikace [3] vytvořeny různé odběrové profily spotřeby uživatelské EE:

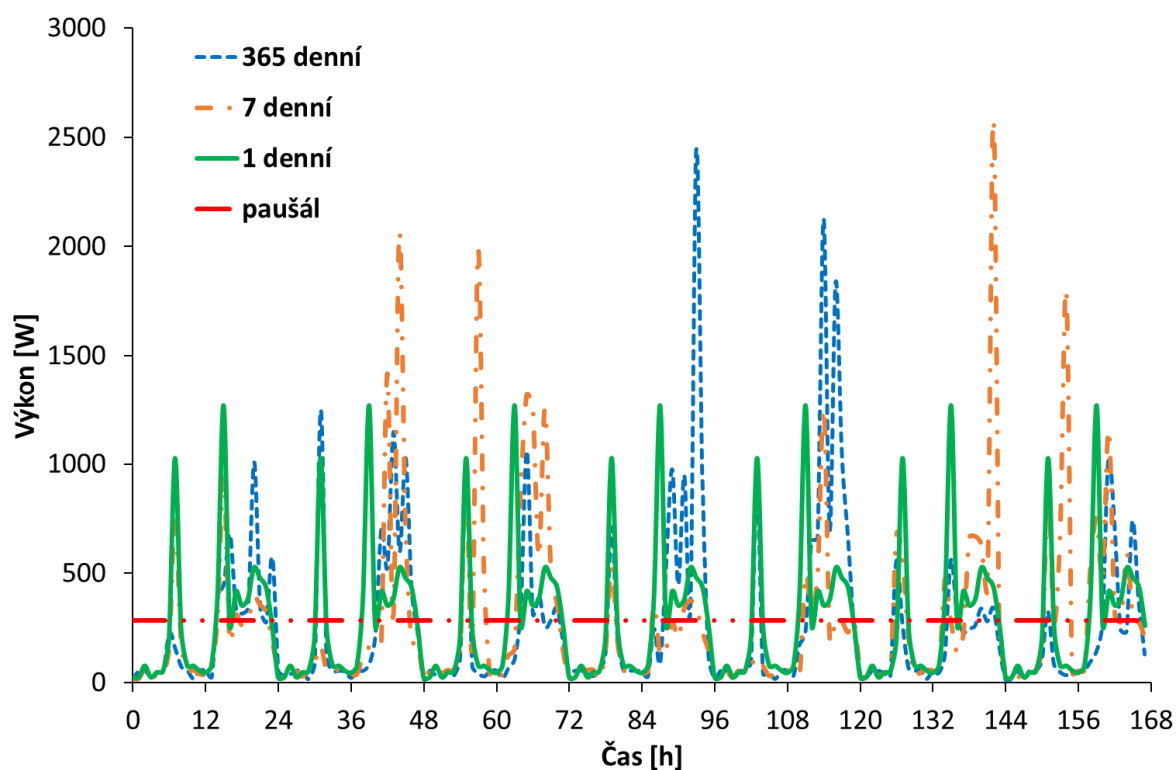
- **paušál (trvalý profil)** - profil reprezentuje spotřebu uživatelské EE trvalým odběrovým výkonem, vycházejícím z roční spotřeby v kWh vydělené počtem hodin (8760);
- **1 denní (denní profil)** - profil vygenerovaný výpočetním generátorem jako každodenně se opakující profil po celý rok s uvažováním průměrného slunečního ozáření pro výpočet osvětlení,
- **7 denní (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 vypočteny s detailním časovým krokem jedné minuty včetně definovaného profilu aktivní obsazenosti a vlivu slunečního ozáření pro výpočet potřeby EE na osvětlení. Uvažované domácí spotřebiče 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 a po ní ostatní. V 8.00 všichni obyvatelé opustí domácnost a vrátí se nejdříve v 14.30. Dále před půlnocí jdou postupně všichni spát. Profil obsazenosti je stejný pro všechny odběrové profily.



Obr. 3 Definovaný profil aktivní obsazenost pro 3 osoby pro typický den

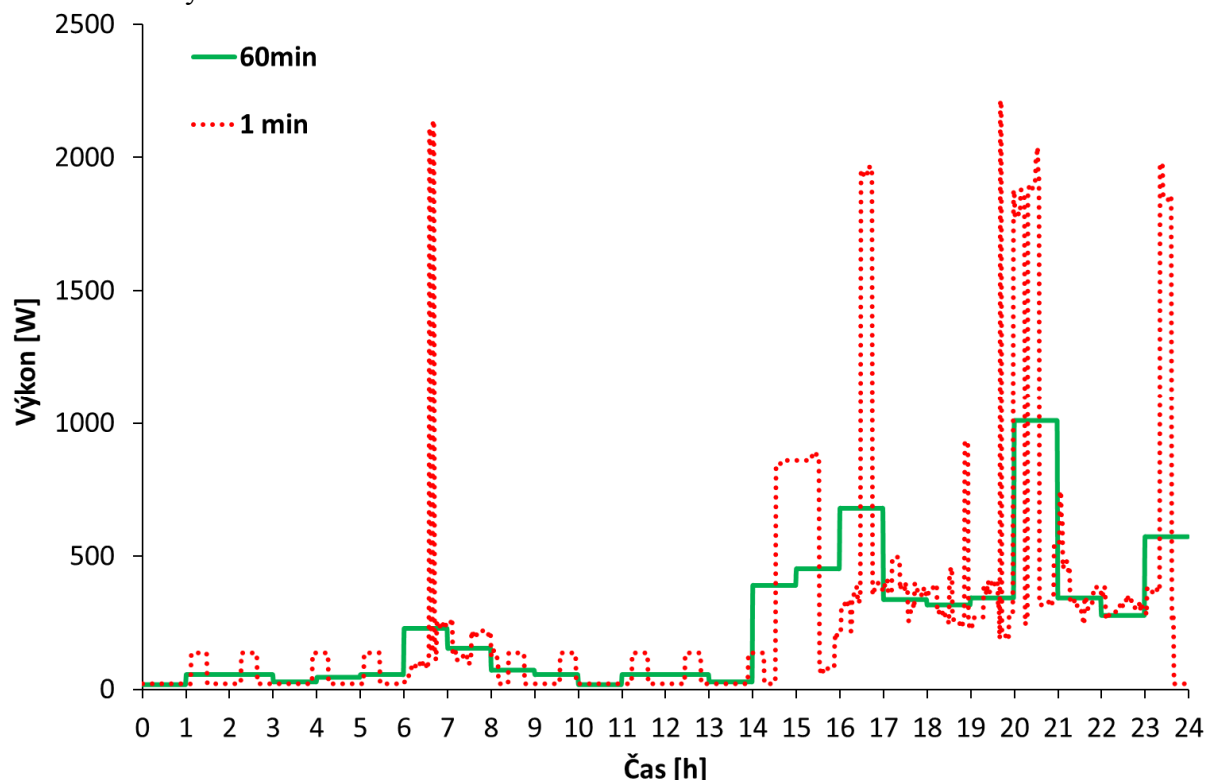
Na Obr. 4 jsou znázorněny typy použitých odběrových profilů uživatelské EE pro 1. týden v lednu 2016. V případě denního profilu je patrný opakující se denní profil po celý týden. Odběrové profily pro 7 dní a 365 dní ukazují pro každý den v týdnu jiný profil. Konstantní hodnotu odběru pak ukazuje na paušální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



Obr. 4 Typy odběrových profilů uživatelské EE

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



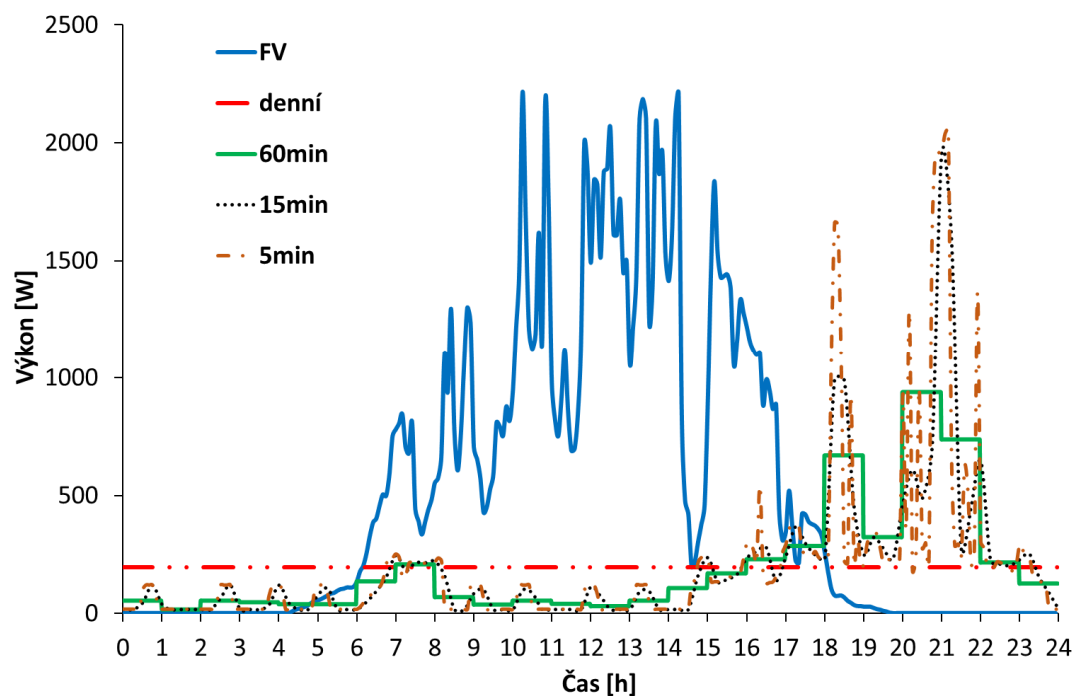
Obr. 5 Vliv časového kroku na odběrový profil

ANALÝZA BILANCE FV SYSTÉMU PRO DOMÁCNOST

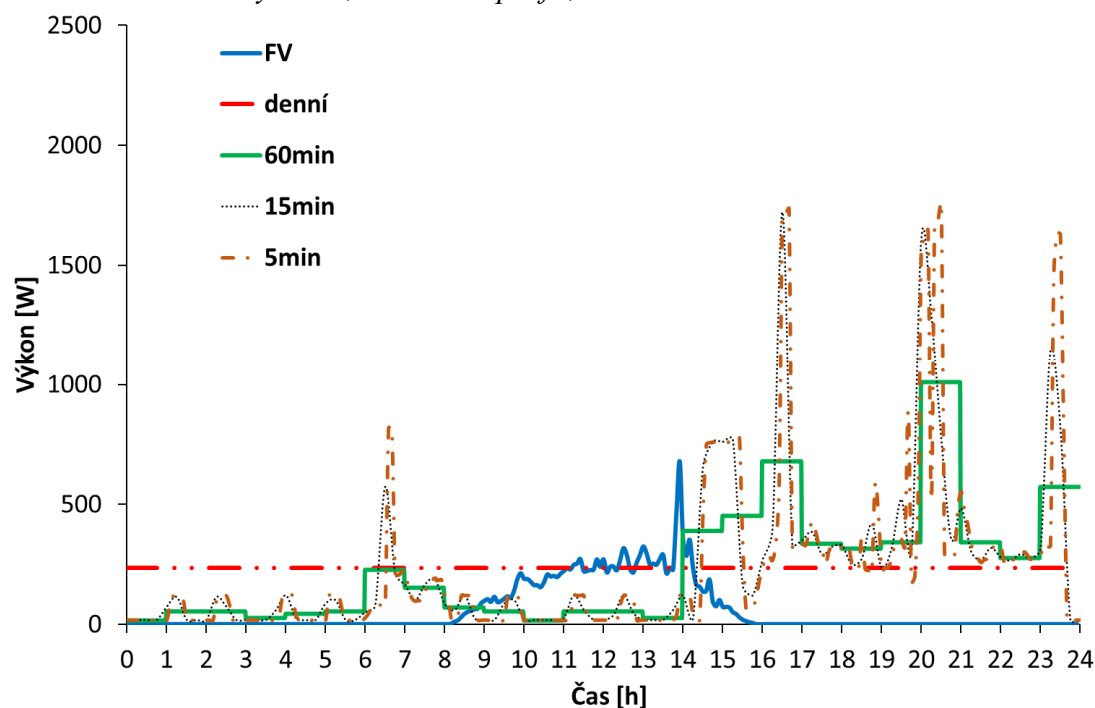
Bilance EE při hodnocení FV systému je dána produkcí EE FV systémem a spotřebou EE domácnosti (Obr. 1). Produkce FV systému je dána jeho dimenzováním (instalovaný výkon, plocha modulů, účinnost, vliv teploty, technologie modulů). Celková vypočtená spotřeba budovy je pak dána vypočtenou spotřebou elektrické energie na provoz technických systémů (vytápění, chlazení, vzduchotechnika, příprava TV, vlhčení a osvětlení), domácích spotřebičů či ostatních zařízení. Pro účely analýzy byla uvažována pouze vypočtená 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, 1 denní, 7 denní a 365 denní, viz Obr. 4), s různými časovými kroky (5, 15, 60 minut, den, měsíc a rok).

Produkce FV systému byla vypočtena 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 Univerzitního 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 vypočtené spotřeby EE a vypočtené 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 365 dennímu 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.

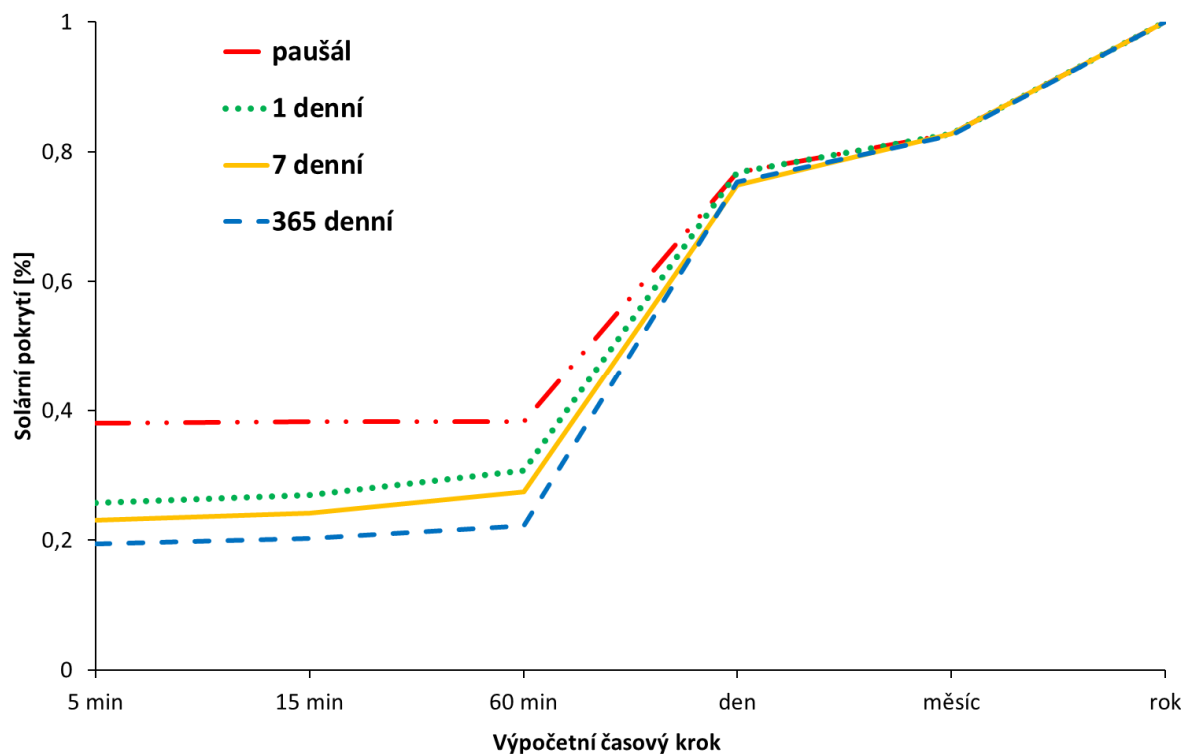


Obr. 6 *Bilance FV systému, 365 denní profil, léto*



Obr. 7 *Bilance FV systému, 365 denní profil, zima*

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 útlum spotřeby reprezentující spotřebiče nezávislé na přítomnosti osob (lednice, mrazák, apod.) a následný značný nárůst ve večerních hodinách vlivem užívání běžných domácích spotřebičů. Solární pokrytí spotřeby EE produkcí FV systému je tak relativně nízké. Nicméně v případě uvažování trvalého odběru s časovým krokem 1 den dochází k výpočtovému pokrytí výrazně vyššímu. V Tab. 1 a na Obr. 8 je uvedeno energetické vyhodnocení celkového solárního pokrytí spotřeby EE produkcí FV systému pro ucelený rok.



Obr. 8 Roční solární pokrytí uživatelské elektrické energie FV systémem

Z provedené analýzy vyplývá významný vliv zvoleného časového kroku i zvoleného typu odběrového profilu na výpočet pokrytí spotřeby uživatelské 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). Vypočtené solární pokrytí stanovené s 5 minutovým krokem při uvažování 365 denního 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

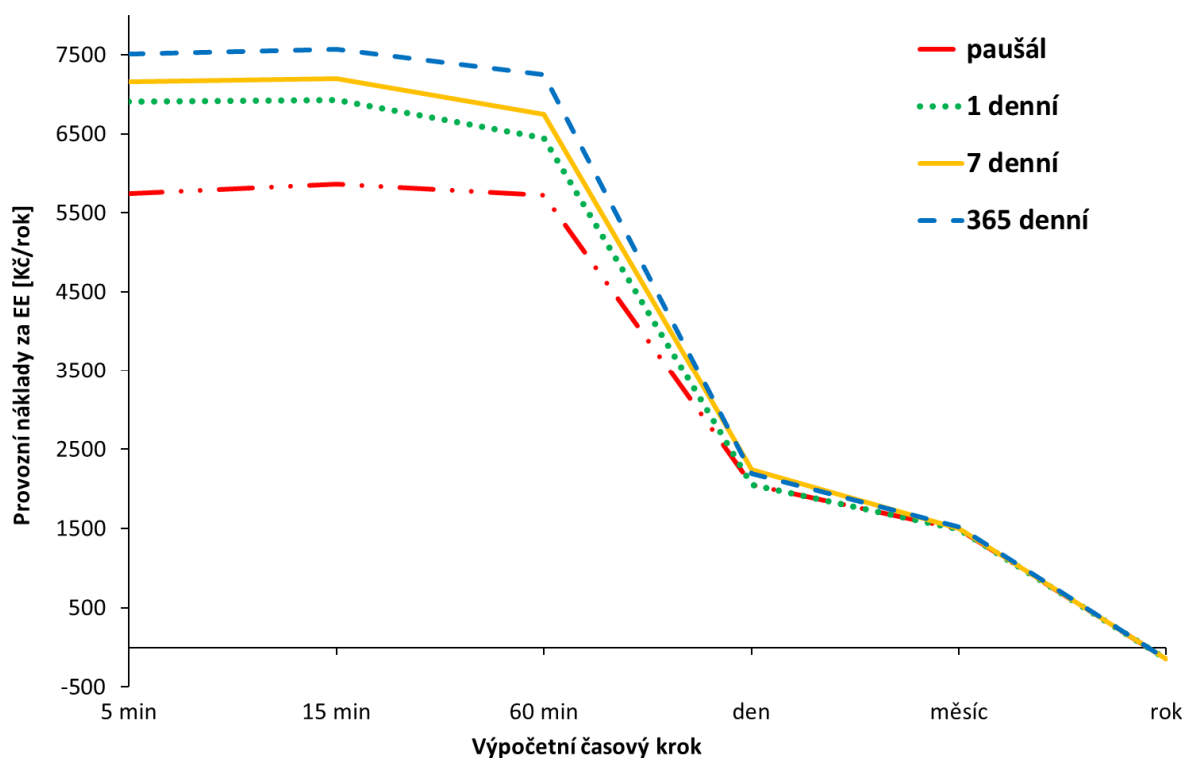
Pokrytí FV systémem		Výpočetní časový krok					
		5 min	15 min	60 min	den	měsíc	rok
Odběrový profil	paušál	38%	38%	38%	77%	83%	100%
	1 denní	26%	27%	31%	77%	83%	100%
	7 denní	23%	24%	27%	75%	83%	100%
	365 denní	19%	20%	22%	75%	83%	100%

EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

V případě rodinného domu, který má zcela pokrytou střechu 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.

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

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
	1 denní	6 910	6 930	6 450	2 060	1 500	-150
	7 denní	7 170	7 200	6 760	2 250	1 500	-150
	365 denní	7 510	7 570	7 260	2 200	1 520	-150



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

Ekonomické hodnocení potvrzuje podobnou závislost získaných výsledků na zvoleném časovém kroku jako při výpočtu pokrytí spotřeby FV systémem. Odchylka ročních provozních nákladů stanovených s 5 minutovým a měsíčním krokem (PENB) při uvažování 365 denního profilu byla až 80 %. Rozdíly 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.

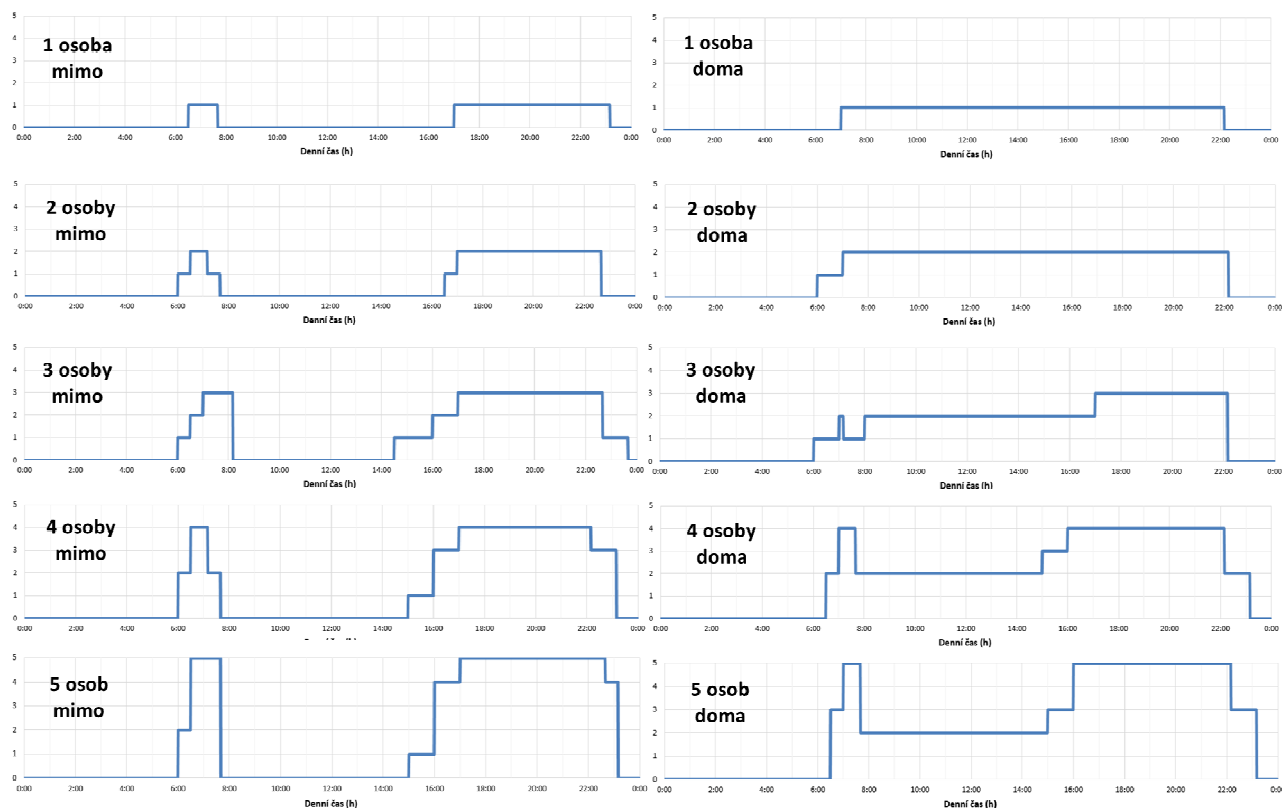
Sestrojení grafu vycházelo z provedení téměř pěti set bilancí různých FV systémů (různého poměru spotřeba / produkce) s pětiminutovým časovým krokem, kde bylo využito různých detailních odběrových profilů uživatelské energie získaných pomocí generátoru odběrového profilu elektrické energie s minutovým časovým krokem (365 denní 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 / přes den v domácnosti),
- uvažované domácí spotřebiče (vyšší standard / nižší standard).

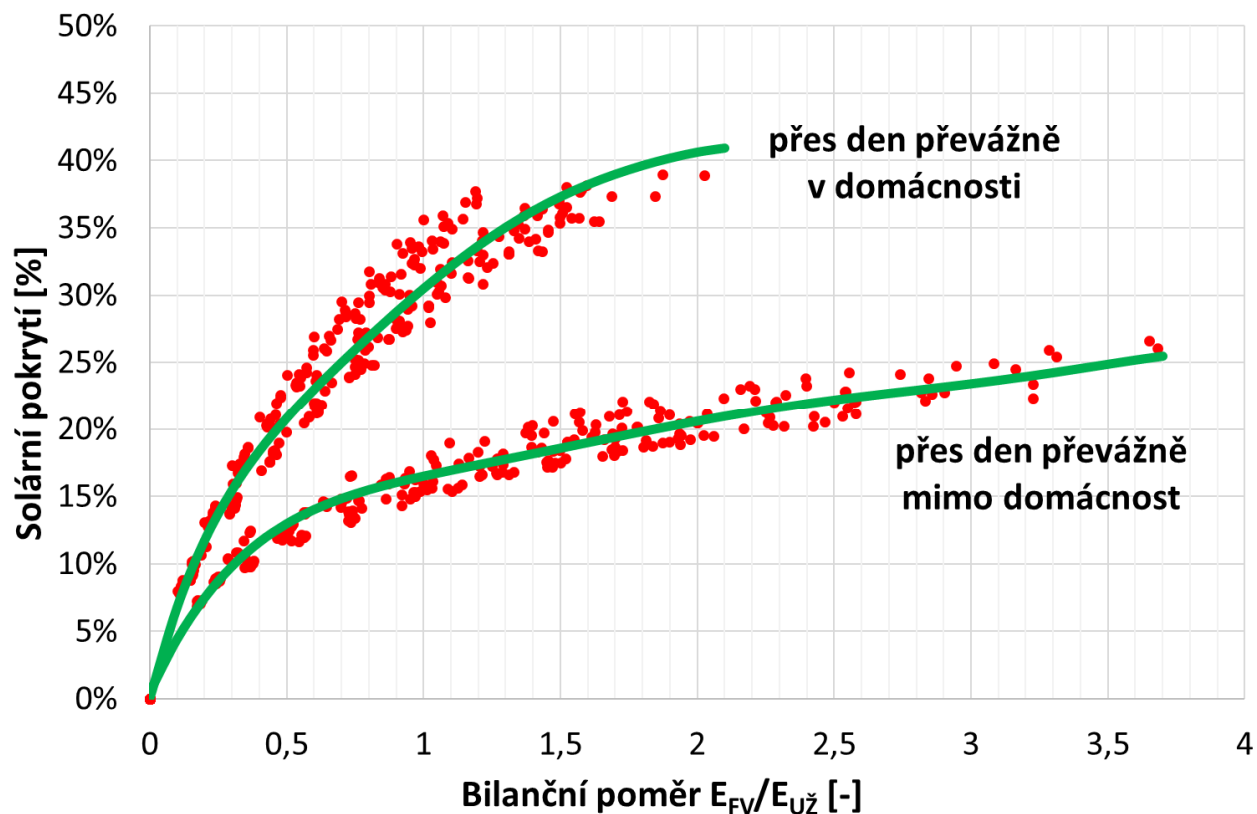
Vzhledem k náhodnému generování odběrových profilů, byl výpočet každého profilu proveden celkem 3 krát, a to pro každé nastavení okrajových podmínek. Profily aktivní obsazenosti osob a uvažované domácí spotřebiče v domácnosti byly definovány dle vlastního uvážení a bez analýz či anket mapujících chování 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 lednička 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 náhrada za 24“), DVD 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 vypočteno roční solární pokrytí spotřeby uživatelské elektrické energie FV systémem celkem pro 693 případů. Výsledný graf lze vidět na Obr. 11, kde při znalosti bilančního poměru mezi roční produkcí FV systému (E_{FV}) a roční spotřebou uživatelské elektrické energie ($E_{UŽ}$) lze odhadnout předpokládaný rozsah pokrytí spotřeby uživatelské energie FV systémem. Následně byly vytvořeny 2 funkční závislosti (tučné křivky) reprezentující střední hodnotu odhadovaného solárního pokrytí.



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



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

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, pobývajících 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, zdržující se přes den mimo domácnost. Roční spotřeba uživatelské EE ($E_{U\dot{z}}$), získaná měřením 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 $E_{U\dot{z}}$ 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 průměrně hodnoty elektrického příkonu domácnosti se ukázal jako nevhodný. 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 příliš jako velký, když si uvědomíme způsob užívání některých domácích spotřebičů jako například elektrická trouba, vysoušeč vlasů či vysavač, kdy během několika minut dojde k výraznému nárůstu výkonu. Nicméně dalším zmenšováním časového kroku se výsledky ročního solárního pokrytí mění již jen na úrovni absolutních procent. Další 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

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 (přepřevzatí), *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. *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. In: *Energy and Buildings*, 42(10): 1878-1887, 2010.

[4] Vývoj celkových cen elektřiny. In: *TZB-info* [online]. 10. 12. 2018. Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-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>