

Rozhledy matematicko-fyzikální

Michaela Makešová; Michaela Valentová
Proč si Češi pořizují solární panely?

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 98 (2023), No. 1, 25–33

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/151594>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2023

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ*:
The Czech Digital Mathematics Library <http://dml.cz>

Proč si Češi pořizují solární panely?

Michaela Makešová, Michaela Valentová, FEL ČVUT v Praze

Abstrakt. Obnovitelné zdroje energie (OZE) jsou jednou z hlavních cest přechodu k uhlíkové neutralitě, a to zejména v odvětví energetiky. Přestože se jejich podíl v posledním desetiletí výrazně zvýšil, pro včasný a efektivní odklon od fosilních paliv je stále zapotřebí jejich výraznějšího rozvoje.

Rozvoj OZE s sebou nese řadu efektů (dopadů), které lze primárně rozdělit na přímé a nepřímé. Kromě snížení emisí skleníkových plynů a dalších ekologických a ekonomických přínosů přináší rozvoj OZE i další nepřímé efekty pro jednotlivce i společnost (socioekonomické, environmentální, zdravotní a jiné), tzv. vícenásobné efekty. Článek analyzuje motivace soukromých investorů při pořizování malých fotovoltaických systémů (na střechy rodinných domů) a zaměřuje se zejména na to, jak tito malí investoři (domácnosti) zahrnují tyto vícenásobné efekty do svého rozhodování.

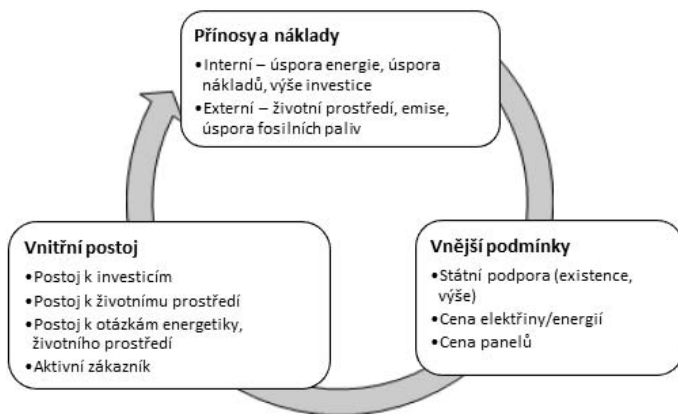
Výsledky našeho vzorku respondentů, který se ukázal jako dostatečně statisticky reprezentativní, ukazují, že (1) nefinanční přínosy, rozdělené na osobní a společenské, jsou pro investory do fotovoltaických elektráren v domácnostech významné a jsou reprezentovány zejména zájmem o životní prostředí (86 % respondentů) a energetickou bezpečností (82 % respondentů); (2) nefinanční přínosy jsou zvažovány ve stejné míře jako finanční přínosy; (3) investory méně zajímá výše současné investice ve vztahu k budoucím úsporám nákladů a (4) investoři jsou stále ochotnější stát se aktivními zákazníky a aktivně ovlivňovat svou spotřebu a výrobu energie.

Dosažení klimatické neutrality do poloviny 21. století je jedním z hlavních dlouhodobých cílů EU i dalších významných zemí [1]. Nedílnou součástí tohoto přechodu bude značný rozvoj obnovitelných zdrojů energie (OZE), jehož cílem je zabránit negativním environmentálním, případně sociálně-ekonomickým důsledkům dosavadních způsobů získávání energie, jako je neudržitelné využívání přírodních zdrojů, rostoucí závislost na dovozu fosilních paliv nebo negativní dopad na životní prostředí a lidské zdraví. Podíl OZE, zejména v elektroenergetice, se v posledním desetiletí výrazně zvýšil (např. v EU se mezi lety 2004 a 2019 více než zdvojnásobil [2]), ale je třeba jeho výraznějšího rozvoje, aby byl přechod elektroenergetického sektoru v souladu s přechodem na klimatickou neutralitu. Například se očekává, že instalovaný výkon fotovoltaiky v Česku se v letech 2020–2030 dále zdvojnásobí, přičemž jedním z hlavních tahounů investic do fotovoltaiky má být sektor domácností s malými insta-

lacemi (do 10 kWp) – zhruba polovina očekávaného nového instalovaného výkonu [3].

Rozvoj obnovitelných zdrojů v energetice zároveň přináší nejen zmírnění emisí skleníkových plynů a finanční úspory, ale také řadu nepřímých finančních a dalších, socioekonomických, efektů, které se v odborných kruzích označují jako vícenásobné dopady [4, 5, 6]. Pod pojmem vícenásobné dopady (efekty) obnovitelných zdrojů energie (ME OZE) si lze tedy představit všechny dopady a efekty, které kromě přímých individuálních finančních přínosů a nákladů vznikají jednotlivcům i společnosti [6].

Soukromí investoři obvykle při procesu nákupu OZE srovnávají širěji či užěji vymezený poměr nákladů a přínosů [7], ale vliv na jejich rozhodnutí má i jejich vnitřní nastavení a názory [8, 9]. Náš výzkum proto přináší hloubkovou socioekonomickou analýzu rozhodování domácností o instalaci fotovoltaiky na střechy rodinných domů. Hlavním cílem výzkumu je zmapovat ME OZE vstupující do rozhodovacího procesu domácností a identifikovat nejvýznamnější faktory, které mají vliv na rozhodnutí o investici do fotovoltaických panelů se zaměřením na vícenásobné dopady. Analýza je založená na výstupech hloubkových rozhovorů a dotazníkového šetření na případové studii českých domácností. Hlavní výzkumnou otázkou tedy je, do jaké míry jsou drobní investoři motivováni kromě finančních dopadů i dalšími, nefinančními dopady a jaká je jejich struktura.



Obr. 1: Struktura faktorů ovlivňujících rozhodování soukromého investora

Rozhodovací proces

Faktory ovlivňující proces rozhodování jednotlivců se dají rozdělit do tří skupin – přínosy a náklady, vnitřní postoj a vnější podmínky. Přínosy a náklady zahrnují jak přínosy pro jednotlivce (interní), tak pro společnost (externí), vnitřní postoj pak zohledňuje vnitřní nastavení vzhledem k investicím, životnímu prostředí apod. Vnější (okrajové) podmínky pak určují rámec rozhodování, ať už jsou přímo ovlivnitelné veřejnými subjekty (státní podpora) nebo jsou určovány trhem (cena energií, fotovoltaických panelů).

Metodika výzkumu

Vlastní výzkum probíhal v několika fázích. V první fázi bylo nutné identifikovat všechny možné faktory ovlivňující soukromé investory a určit jejich charakter. V první řadě bylo třeba popsat celý proces pořízení FVE, dále určit jednotlivé zástupce zúčastněných stran (stakeholdery), kteří do procesu vstupují. Se zástupci těchto stran byly následně vedeny polostrukturované rozhovory, ze kterých vyplynula množina 25 faktorů, které byly následně validovány a potvrzeny na panelové diskusi odborníků.



Obr. 2: Postup výzkumu

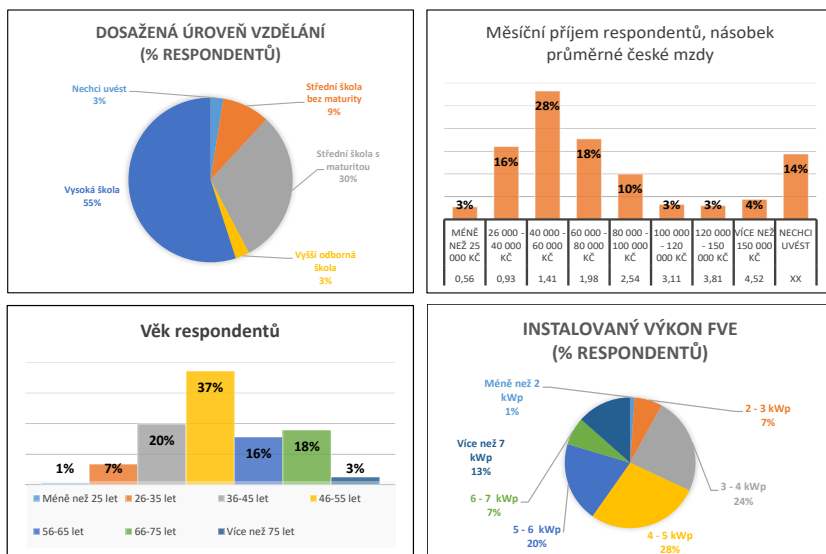
V druhé fázi výzkumu bylo provedeno pilotní dotazníkové šetření, jehož cílem bylo zjistit míru zvažování jednotlivých identifikovaných faktorů, tedy jak dotazovaní majitelé FVE zahrnuli jednotlivé faktory do svého rozhodování. Otázky byly doplněny o řadu kvalitativních otázek zaměřených na osobní nastavení, názory a zkušenosti investorů.

MATEMATIKA

Ve třetí fázi pak bylo na základě této pilotní studie provedeno rozsáhlé dotazníkové šetření s optimalizovaným dotazníkem, které umožnilo detailně popsat jednotlivé faktory rozhodování. Výsledkem byly také závěry ohledně heterogenity populace v oblasti rozhodování a identifikace pěti základních pilířů rozhodování.

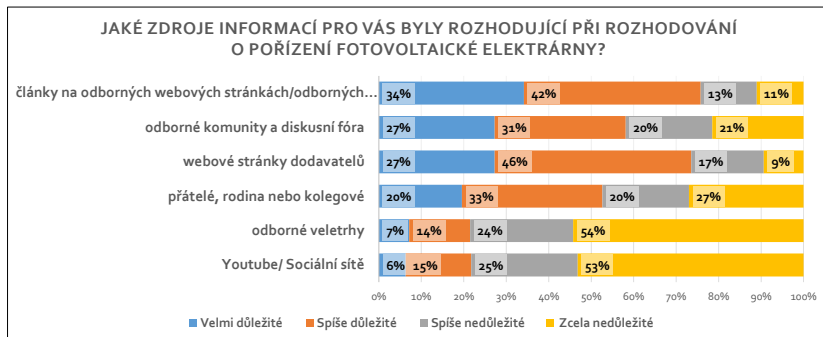
Výsledky

Celkem se výzkumu účastnilo 363 respondentů. V daném vzorku převažovali respondenti s vysokoškolským vzděláním (55 % respondentů). Téměř dvě pětiny z nich jsou ve věku 46–55 let. Respondenti, resp. jejich domácnosti (dva lidé, kteří vydělávají), vydělávají průměrnou mzdu. Klíčové charakteristiky vzorku byly ověřeny oproti celé populaci (všichni majitelé fotovoltaických systémů v domácnostech v České republice).



Obr. 3: Základní charakteristiky vzorku respondentů

Hlavním zdrojem informací při rozhodování, zda vůbec pořídit FVE elektrárnu jsou odborné weby a stránky dodavatelských firem. Vliv okolí (rodiny, přátel, případně kolegů) je méně významný, i když stále 53 % respondentů uvedlo, že je pro ně okolí v rozhodovacím procesu spíše nebo velmi důležité (obr. 4).

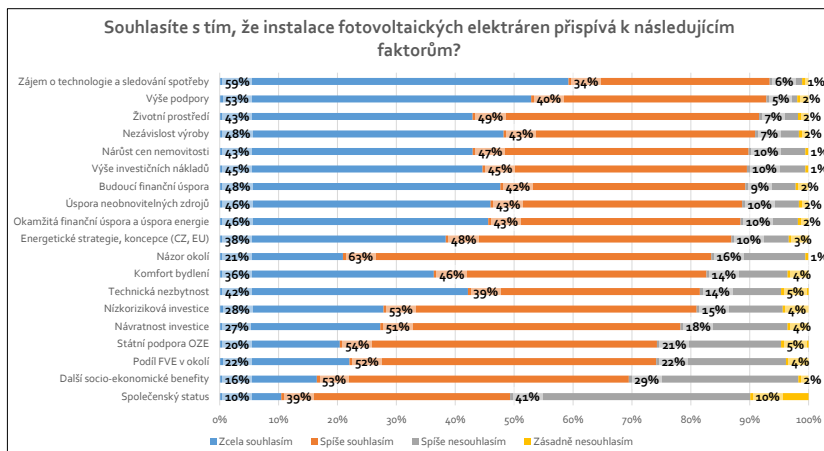


Obr. 4: Zdroje informací respondentů

Identifikované faktory

Podle respondentů má instalace FVE největší přínos k přehledu o spotřebě energie zákazníka a ke zlepšení životního prostředí. Podle respondentů také rozvoj FVE přispívá k vyšší nezávislosti výroby energie nebo k úspoře neobnovitelných zdrojů energie. Respondenti také například předpokládají, že FVE může zvyšovat komfort bydlení (82 % zcela nebo spíše souhlasí). Naopak FVE podle respondentů nemá vliv na společenský status vlastníka nebo například další socioekonomické přínosy (například zvyšování zaměstnanosti nebo rozvoj vzdělání). To jsou faktory, které hrají roli v jiných státech a jsou velmi spojené s otázkou přístupu ke zdrojům energie (tzv. energy access), který je stále nedostatečný zejména v rozvojových zemích.

Mezi nejdůležitější faktory pro respondenty, které vstupují do jejich rozhodování o pořízení FVE, patří budoucí růst cen energií, úspora nákladů a ekologické přínosy. Tedy tím, že si pořizují FVE, snaží se malí investoři zejména chránit před předpokládaným budoucím růstem ceny energií. Zároveň se snaží snížit současné náklady na elektrickou energii a zvýšit také svou soběstačnost v oblasti zásobování elektrickou energií. Také jsou si ve velké míře vědomi i environmentálních přínosů, ke kterým díky pořízení FVE přispívají. Naopak na rozhodování o pořízení FVE nemá v zásadě žádný vliv (na rozdíl například od Německa či Rakouska) to, zda roste zastoupení FVE na střechách domů, jak se na FVE dívá okolí nebo například technická nezbytnost (odlehlost obydlí nebo nespolehlivost dodávek elektrické energie, což mohou být faktory, které v jiných oblastech budou hrát významnější roli).



Obr. 5: Mnohostranné efekty rozvoje FVE – vnímání respondentů

Výše uvedených 19 faktorů lze na základě výsledků dotazníkového šetření seskupit do pěti hlavních pilířů rozhodování (tabulka 1). Lze říci, že jednotlivé faktory v rámci každého pilíře se „chovají“ podobně, respektive je investoři zahrnují do svého rozhodování jako agregovaný celek. Tato agregace pak může sloužit při dalších výzkumech i například identifikaci jednotlivých „skupin“ investorů podle toho, jak jsou u nich zastoupeny jednotlivé pilíře rozhodování.

Tabulka 1 Pilíře rozhodování

Soukromé ekonomické výhody	Návratnost investice Okamžitá finanční úspora a úspora energie Budoucí finanční úspora Nízkorizikovost investice
Počáteční investice	Výše investičních nákladů Výše podpory
Technické přínosy	Nezávislost výroby Technická nezbytnost Zájem o technologie a sledování spotřeby Komfort bydlení

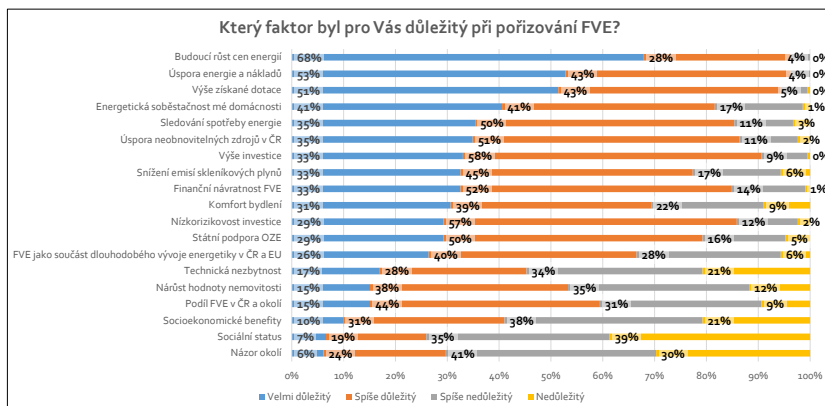
Socioekonomický faktor

Energetické strategie, koncepce (CZ, EU)
 Státní podpora OZE
 Úspora neobnovitelných zdrojů
 Další socioekonomické benefity
 Životní prostředí

Vnímání okolního prostředí

Podíl FVE v okolí
 Názor okolí
 Společenský status
 Nárůst cen nemovitosti

Zajímavým výsledkem zejména s ohledem na rozvoj decentralizované energetiky a konceptu aktivních spotřebitelů¹⁾ je, že v rámci vzorku byla relativně běžnou součástí instalace zároveň instalace baterie nebo pořízení elektromobilu (ať už aktuální nebo plánované během následujících pěti let). Zároveň byly také fotovoltaické systémy velmi často instalovány společně s řadou dalších energeticky úsporných opatření, jako například zateplením domu nebo výměnou oken. To je velmi důležité z pohledu spotřeby energie celého domu – je vhodné opatření na straně spotřeby (úspor energie) řešit současně se stranou výroby (změna zdroje na vytápění, instalace FVE).



Obr. 6: Vliv mnohostranných efektů rozvoje FVE na rozhodování respondentů

¹⁾ Často se používá termín prosumer, jako kombinace slov producer (výrobce) a consumer (spotřebitel).

Závěry a další postup

Výsledky vzorku, který se ukázal jako dostatečně statisticky reprezentativní, ukazují, že (1) osobní finanční přínosy jsou hlavní motivací pro pořízení FVE a skládají se z úspor energie a nákladů. Výše investice není nejdůležitější, pokud je kompenzována dostatečně velkou dotací. (2) Nefinanční přínosy, rozdělené na osobní a společenské, jsou pro investory do fotovoltaických elektráren v domácnostech významné. Typicky se jedná o přínos k životnímu prostředí (86 % respondentů) a osobní energetickou bezpečnost (82 % respondentů).

Zásadním zjištěním je, že nefinanční přínosy jsou zvažovány ve stejné míře jako finanční přínosy a investory méně zajímá výše současné investice ve vztahu k budoucím úsporám nákladů. Respondenti také instalují FVE společně s dalšími opatřeními na úsporu energií a jsou ochotnější stát se aktivními zákazníky a přímo aktivně ovlivňovat nejen spotřebu (například prostřednictvím úsporných opatření), ale také výrobu energie (instalace FVE a dalších systémů).

Faktory ovlivňující rozhodovací proces lze agregovat do několika hlavních pilířů rozhodování, které dostatečně pokrývají všechny zvažované efekty v rozhodovacím procesu. Tato kategorizace pak dále umožní i typologizaci investorů, tedy umožní identifikovat hlavní skupiny investorského chování. Výsledky tohoto výzkumu budou také dále zpřesněny na reprezentativním vzorku respondentů (2565 respondentů) z populace všech vlastníků FVE, kteří obdrželi dotaci z programu Zelená úsporám, (databáze 15 000 zákazníků).

Výsledky výzkumu lze kromě jiného využít například i pro optimální nastavení politických opatření na podporu rozvoje obnovitelných zdrojů. Výsledky napovídají, že při cílení podpůrných opatření je možné kromě finančních nástrojů (dotace, zvýhodněné půjčky) využít mnohem více i například informační nástroje zaměřené právě na další efekty rozvoje OZE, dobré příklady praxe a další.

V případě zájmu o témata spojená s dekarbonizací a transformací energetického sektoru (ať už z technologického, tak i socioekonomického hlediska) také zveme čtenáře a čtenářky z řad středoškolských studentů k účasti na Energetické olympiádě, která již několik let úspěšně probíhá pod záštitou Fakulty elektrotechnické ČVUT. Jedná se o týmovou soutěž pro středoškolské studenty, zejména z posledních dvou ročníků. Týmy jsou maximálně tříčlenné, poskládat je lze bez omezení tříd nebo dokonce škol. Soutěž má dvě kola, první online a druhé prezenční. V prvním kole týmy řeší online ve stanoveném čase 30 úloh v systému, do kterého se

přihlásí a byli předtím zaregistrováni. Při prvním kole lze používat online zdroje, není tedy potřeba žádná zásadní příprava a znalosti problematiky.

Z tohoto kola poté postupuje nejlepších 25 týmů do druhého kola, kde řeší reálné problémy a navrhují vlastní řešení spojené s úsporami energie, obnovitelnými zdroji a dalšími technologiemi. Nejlepší tým pak získává hlavní cenu 50 000 Kč a řadu věcných cen.

Literatura

- [1] European Commission: *A European Green Deal*. 2019. Dostupné na: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en [cit. 5.5.2021].
- [2] Eurostat: *Renewable energy statistics – Statistics Explained*. Dostupné na: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics#Share_of_renewable_energy_more_than_doubled_between_2004_and_2021 [cit. 20.12.2021].
- [3] MPO: *Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu*. Dostupné na: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/vnitrostatni-plan-ceske-republiky-v-oblasti-energetiky-a-klimatu--252016/> [cit. 20.4.2021].
- [4] International Renewable Energy Agency: *Renewable Energy Benefits: Measuring the Economics*. 2016. Dostupné na: www.irena.org [online] [cit. 26.4.2020].
- [5] Üрге-Vorsatz, D. et al.: Measuring multiple impacts of low-carbon energy options in a green economy context. *Applied Energy*, 179 (2016), s. 1409–1426, doi: 10.1016/j.apenergy.2016.07.027.
- [6] Makešová, M., Valentová, M.: The concept of multiple impacts of renewable energy sources: A critical review. *Energies*, 14 (2021), č. 11:3183, s. 1–21, doi: 10.3390/en14113183.
- [7] Alam, S. S., Nik Hashim, N. H., Rashid, M., Omar, N. A., Ahsan, N., Ismail, M. D.: Small-scale households renewable energy usage intention: Theoretical development and empirical settings. *Renew. Energy*, 68 (2014), s. 255–263, doi: 10.1016/J.RENENE.2014.02.010.
- [8] Gamel, J., Menrad, K., Decker, T.: Is it really all about the return on investment? Exploring private wind energy investors' preferences. *Energy Res. Soc. Sci.*, 14 (2016), s. 22–32, doi: 10.1016/j.erss.2016.01.004.
- [9] de Freitas, R. A., Vogel, E. P., Korzenowski, A. L., Oliveira Rocha, L. A.: Stochastic model to aid decision making on investments in renewable energy generation: Portfolio diffusion and investor risk aversion. *Renew. Energy*, 162 (2020), s. 1161–1176, doi: 10.1016/J.RENENE.2020.08.012.