

Oponentní posudek k vybraným tématům z návrhu  
Národního Klimaticko-Energetického Plánu (NKEP)  
pro oblast FVE



**Objednatel** Solární asociace, spolek  
**Zhotovitel** EGÚ Brno, a. s.  
**Evidenční čísla** číslo smlouvy (SA)  
číslo smlouvy (EGÚ Brno, a. s.) 18 122

## Oponentní posudek k vybraným tématům z návrhu Národního Klimaticko-Energetického Plánu (NKEP) pro oblast FVE

**Zpracovali za zhotovitele** Petr Čambala, Matěj Hrubý (odpovědný pracovník), Oldřich Muselík,  
Tomáš Špaček, Jiří Procházka a kolektiv EGÚ Brno, a. s.

**Spolupracovali za objednatele** Veronika Hamáčková, výkonná ředitelka



# Obsah

Obsah	5
1 Summary	7
2 Odhad vývoje ceny silové elektřiny	9
3 Odhad referenční ceny elektřiny vyrobené z FVE	11
4 Procentuální zastoupení FVE po ukončení podpory	19
5 Odhad technického potenciálu	21
5.1 Stanovení potenciálu na střechách budov	21
5.2 Stanovení potenciálu na fasádách	23
5.3 Stanovení potenciálu brownfieldů	24
5.4 Celkový technický potenciál	25
6 Ekonomický potenciál	27
7 Témata pro detailní řešení	31
8 Zdroje informací	33



# 1 Summary

Studie se zabývá problematikou solární energie v širším kontextu, především však ve vazbě na Národní Klimaticko-Energetický Plán. Analyzována je cena silové elektřiny, výrobní náklady elektřiny ze solárních panelů a zastoupení stávajících FVE, jež budou v provozu i po ukončení podpory. Dále je stanoven technický a ekonomický potenciál solární energie v ČR s důrazem na období do roku 2030. Studie však neřešila několik oblastí, které by bylo vhodné dále rozpracovat (viz kapitola 7).

## Odhad ceny silové elektřiny

Vzhledem k silnému vlivu německého trhu na trh český je ve výhledu do roku 2030 mezi oběma trhy významná korelace. Zpočátku se české ceny silové elektřiny drží těsně okolo hranice 1 200 CZK/MWh. Od roku 2023 nastává v české ES růst cen iniciovaný růstem cen německé burzy vlivem odstavení jaderných elektráren. Další růst ceny elektřiny do roku 2030 odráží předpokládaný růst ceny povolenek, paliv a očekávané změny ve zdrojové základně. Detaily jsou v kapitole 2.

## Odhad ceny referenční elektřiny vyrobené z FVE

Studie analyzuje diskontované výrobní náklady elektřiny (LCOE) pro rozdílné případy instalace FVE, výkony a diskontní sazby (podrobněji kapitola 3). Výrobní náklady elektřiny u fotovoltaiky v roce 2020 (diskontní sazba 7,8 %) vychází v rozmezí 3,6 Kč/kWh až 2,4 Kč/kWh v závislosti na instalovaném výkonu. Při prodloužení životnosti na 30 let poklesnou LCOE o 12 %. Pokud by se fotovoltaika zkombinovala s akumulací, jsou výrobní náklady od 7,2 Kč/kWh až po 4,8 Kč/kWh v závislosti na instalovaném výkonu. Výrobní náklady v roce 2040 jsou za předpokladu poklesu pořizovací ceny nejnižší, pohybují se v rozmezí 2,7 Kč/kWh až 1,8 Kč/kWh.

## Technický potenciál FVE a vliv ukončení podpory na provozování FVE

V roce 2030, kdy dojde k ukončení finanční podpory velké části nynějších fotovoltaických elektráren, nedojde ke skokovému snížení v instalovaném výkonu. Ta část zdrojů, která bude schopná provozu<sup>1</sup>, bude fungovat i nadále, dle průzkumu Solární asociace to bude minimálně 85 % provozovatelů.

Je stanoven technický potenciál fotovoltaických panelů na budovách (střechy i fasády) a na brownfieldech, který je přibližně 39 GW. Vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o technický potenciál (nikoliv ekonomický), jsou tyto hodnoty jen teoretické a nedá se očekávat, že dojde k jejich naplnění do roku 2030. Střechy residenčních a neresidenčních budov mají technický potenciál 10,55 GW. Tato hodnota úzce koreluje s výsledky studie ENACO (11,8 GW). Instalace fotovoltaických panelů na fasády budov je v dnešní době stále raritou, a proto i výsledná hodnota je spíše orientační. Fasády budov mají technický potenciál 13,2 GW. Analýza technického potenciálu brownfieldů byla stanovena na základě veřejně dostupných údajů MPO. Při snížení této hodnoty z důvodů nevhodné plochy pro instalaci a aplikování běžných rozměrů fotovoltaického panelu je technický potenciál 15,3 GW. Tato hodnota je také teoretická a nedá se očekávat, že by došlo k jejímu naplnění do roku 2030. Hodnoty o technických potenciálech jsou uvedeny v tabulce 1.1. Výsledný celkový technický potenciál je v tabulce 1.2 rozdělen (dle výkonu zdroje) do jednotlivých kategorií.

<sup>1</sup> Odstavování těchto zdrojů bude postupné, a to zejména v závislosti na technický stav výroby (panely, střídače atd.), dobu nájmu pozemku, cenu silové elektřiny a na tom, zda bude výrobně udělena další provozní podpora.

Tabulka 1.1 Celkový technický potenciál

FVE technický potenciál	instalovaný výkon (GWp)
střechy budov	10,6
fasády budov	13,2
celkem	23,7
brownfieldy	15,3
celkem	39,0

Tabulka 1.2 Celkový technický potenciál, počet a kategorie

Kategorie zdroje	Výkon zdroje	Napětová hladina	P <sub>inst</sub> [MW]	Počet instalací
A1	od 800W do 11 kW vč.	nn	26 180	2 289 500
A2	od 11 kW do 100 kW vč.	nn/vn	2 590	70 800
B,C	od 100 kW do 10 MW vč.	vn	9 610	1 920
D	od 10 MW	110 kV	620	30
celkem			39 000	2 362 250

### Ekonomický potenciál

Varianty přírůstku instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren vycházející z textu *Scénáře podporovaných zdrojů energie do roku 2030*, který vypracovalo MPO, jsou v souladu s názorem EGÚ Brno. V kapitole 6 uvedený ekonomický potenciál instalovaného výkonu FVE, který je pro rok 2030 stanovený na 3,5 GW a pro rok 2040 na 5,5 GW je v mezích vytyčených MPO. V takovém případě by FVE vyrobily v roce 2030 přibližně 3,5 TWh elektřiny a v roce 2040 okolo 5,5 TWh. V souladu s MPO variantami jsou také případové studie, které byly vypracované v projektu *Očekávaná dlouhodobá rovnováha mezi nabídkou a poptávkou elektřiny a plynu*. Pokud bude v roce 2030 výroba elektřiny z FVE 3,5 TWh a konečná spotřeba bude odpovídat koncepčním dokumentům, solární energie vyprodukuje 1,3 % konečné energie.

Nejvíce nových fotovoltaických elektráren je do roku 2040 očekáváno pro kategorie A1 (zdroje ve velikosti 800 W až 11 kW), počet instalací by měl být okolo 240 tisíc. Kategorie A2 (11 kW až 100 kW) očekává do roku 2040 přibližně 7 400 nových instalací. Kategorie pro výkonově větší instalace nových FVE (B, C a D) se pohybují v jednotkách až desítkách instalací.

Tabulka 1.3 Ekonomický potenciál instalovaného výkonu FVE (MW)

FVE ekonomický potenciál	2025	2030	2035	2040
Stávající FVE	2 050	1 850	1 630	1 550
A1	784	1 170	1 997	2 748
A2	77	116	198	272
B,C	170	343	638	878
D	19	21	37	52
Instalovaný výkon celkem	3 100	3 500	4 500	5 500



## 2 Odhad vývoje ceny silové elektřiny

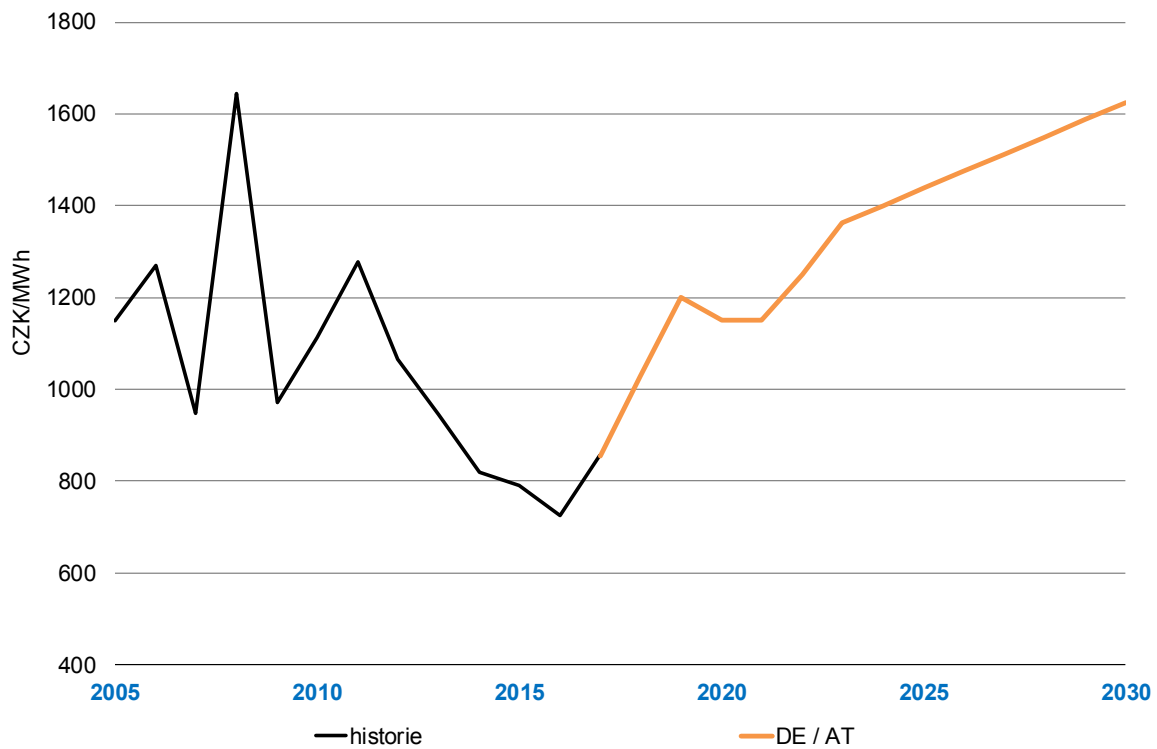
Ceny na burze prakticky nelze predikovat, neboť podléhají nahodilým či těžko predikovatelným vlivům jakými je počasí, havárie nebo náhlá politická rozhodnutí. Co však lze vyčíslit, jsou odhadované výrobní náklady energetického mixu (plus přiměřený zisk) a z těchto výrobních nákladů se dá usuzovat i dlouhodobý trend vývoje ceny elektřiny.

Český trh s elektřinou je pod přímým vlivem trhu německého a velkoobchodní ceny silové elektřiny do roku 2030 budou v ČR kopírovat ceny na německé burze. Německý trh s elektřinou je vysoce likvidní a zatím přebytkový. Lze tudíž předpokládat, že bude cenově kopírovat výrobní náklady elektřiny i přiměřený zisk. Výhled dále předpokládá funkční trh s povolenkami nezatížený již jejich vysokým přebytkem s mírně rostoucí cenou povolenek od cca 20 EUR v roce 2020 po cca 30 EUR v roce 2030.

Za těchto předpokladů se pro nejbližší období (do roku 2022) očekává průměrná cena na německé burze okolo střední hodnoty 1300 CZK/MWh. Skokový růst ceny silové elektřiny nastane v letech 2022 a 2023 a bude iniciovaný úplným odstavením všech jaderných elektráren v Německu. Další růst ceny elektřiny po roce 2023 odráží předpokládaný růst ceny povolenek, paliv a očekávané, nyní již však jen pozvolné, změny ve zdrojové základně. Očekávaná velkoobchodní cena silové elektřiny na německé burze v roce 2030 je okolo 1600 CZK/MWh. Vzhledem k očekávanému propojení nadřazených denních trhů MC MRC (Multi Regional Coupling slučuje 19 zemí EU, které jsou zapojené do společného trhu) a 4M MC (ČR je propojena v tomto trhu společně se Slovenskem, Maďarskem a Rumunskem) (na principu market coupling a existujícímu silnému propojení sítí mezi ČR a Německem lze očekávat vysokou korelaci obou trhů. Tím jsou závěry a výhledy pro německou burzu plně platné i pro český trh (viz obrázek 2.2).

Pro provozovatele fotovoltaických elektráren je však důležitější cena elektřiny v období s vysokou výrobou OZE. Už od roku 2020 bude za příznivých klimatických podmínek o letních víkendech v Německu více výroby v obnovitelných zdrojích, než je předpokládaná spotřeba. To bude vytvářet tlak na spotovou cenu elektřiny, která bude v těchto obdobích výrazně nižší, než je očekávaný roční průměr. Podpora pro nové intermitentní zdroje tak bude muset být zachována. Výsledná cena pro spotřebitele nejspíše dále poroste mimo jiné i s rozvojem potřebné akumulace. Důležitou úlohu při udržení konkurenceschopnosti elektřiny z FVE bude hrát přímá spotřeba výrobcem (samospotřeba) nebo přímá dodávka spotřebiteli bez využití distribuční soustavy (spotřebitel ušetří distribuční poplatky).

Obrázek 2.1 Očekávaná průměrná roční cena elektřiny na německé burze EEX



Obrázek 2.2 Současný stav propojených trhů v Evropě



## 3 Odhad referenční ceny elektřiny vyrobené z FVE

Referenční cenou elektřiny se zde rozumí diskontované výrobní náklady, anglicky označované *Levelised Costs of Electricity* (LCOE). Při odhadu LCOE předpokládáme ideální podmínky (správný sklon a orientace panelů) a dále nezapočítáváme náklady na plochu (např. pozemek), na případné složitější nosné konstrukce ani případné náklady na vyvedení výkonu a řízení. Rovněž odhad poklesu ceny do budoucna je velmi optimistický. Z uvedených důvodů je nutno publikované referenční ceny elektřiny chápat jako spodní mez odhadu.

Klíčovou otázkou při výpočtu LCOE je volba diskontní sazby. Existuje řada doporučení, jak volit diskontní sazbu, ale neexistuje jednoznačné pravidlo, jak diskontní sazbu zvolit. Zde považujeme diskontní sazbu za parametr a volíme 3 hodnoty, a to 0 %, 5 % a 10 %. Kromě uvedených 3 hodnot počítáme i s diskontní sazbou 7,8 %, která odpovídá prosté době návratnosti 10 roků, kterou považujeme za mezní pro rozhodování investora.

### Ceny fotovoltaických elektráren

Americká agentura pro energetické informace (EIA)<sup>2</sup> ve své studii „Annual energy outlook 2018“ uvádí pro fotovoltaickou elektrárnu o instalovaném výkonu 150 MW cenu 1763 \$/kW, což při kurzu 22 Kč/\$ zhruba odpovídá 39 tis. Kč/kW.

Na druhé straně výkonové řady stojí aktuální údaj britského Centra pro alternativní technologie<sup>3</sup>, které uvádí pro střešní fotovoltaiku o výkonu 3,5 kW cenu 6000 £, což při kurzu 29 Kč/£ zhruba odpovídá 50 tis. Kč/kW.

Vlastní průzkum českého trhu s malými FVE mj. ukázal, že ceny elektrárny o výkonu 5 kW se pohybují v současnosti kolem 35 tis. Kč/kW (bez DPH). S růstem instalovaného výkonu ceny klesají, ale u velkých komerčních elektráren o výkonech v řádu jednotek nebo desítek MW může být cena FVE relativně vyšší oproti střešním instalacím v důsledku vyšších nákladů např. na pozemek, konstrukce a vyvedení elektřiny. Ceny z průzkumu jsou výrazně nižší oproti výše uvedeným zahraničním údajům, ale vzhledem k tomu, že vychází z běžné nabídky na českém trhu, bereme je za základ dalšího odhadu.

Do budoucna očekáváme, že cena elektráren dále poklesne. Pokles ceny do roku 2020 odhadujeme na 15 %; pro ceny v roce 2030 předpokládáme, že ceny elektrárny budou o 40 % nižší oproti současnosti a v roce 2040 o 50 % nižší oproti současnosti (ilustruje obrázek 3.4). Uvedený předpoklad (použitý pro LCOE v této studii) je mezní, alternativním předpokladem je, že ceny FVE zůstanou na úrovni roku 2020 po celé období. Zde chceme ilustrovat maximální možné snížení LCOE do roku 2040, a proto je použit mezní odhad poklesu. Reálný pokles cen, a tedy i LCOE bude s vysokou pravděpodobností nižší.

Průměrné ceny elektrárny (bez DPH) v roce 2020 budou v závislosti na výkonu podle následující tabulky.

<sup>2</sup> [https://www.eia.gov/outlooks/aeo/assumptions/pdf/table\\_8.2.pdf](https://www.eia.gov/outlooks/aeo/assumptions/pdf/table_8.2.pdf)

<sup>3</sup> <http://info.cat.org.uk/questions/pv/how-much-will-domestic-pv-system-cost/>

**Tabulka 3.1 Ceny fotovoltaiky v roce 2020**

Instalovaný výkon (kW)	5	30	50	100	500	5 000
Cena elektrárny (Kč/kW)	30 000	25 000	22 000	20 000	20 000	20 000

### Provozní náklady

V provozních nákladech jsou zahrnuty běžná údržba, opravy a výměna inverterů v polovině životnosti fotovoltaické elektrárny. Velikost průměrných ročních provozních nákladů odhadujeme ve výši 2 % z investice do elektrárny.

### Ostatní parametry

Roční výrobu elektřiny počítáme z předpokládaného využití instalovaného výkonu 1000 hod./rok. Životnost fotovoltaické elektrárny standardně předpokládáme 20 roků a doplňkově počítáme vliv prodloužení životnosti na 30 roků.

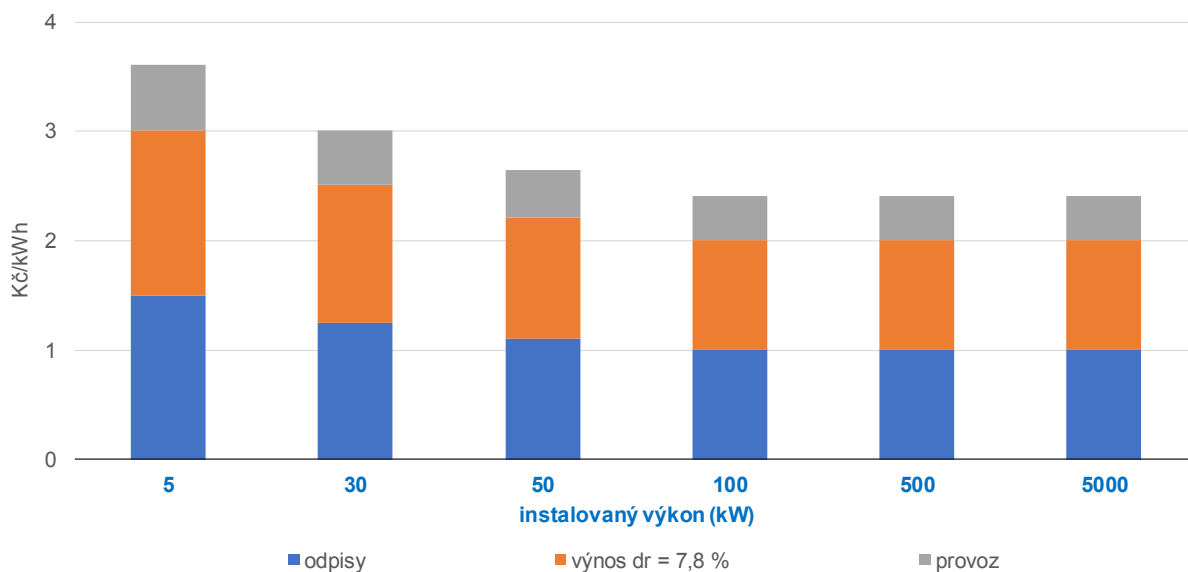
### Diskontované výrobní náklady elektřiny (LCOE) v roce 2020

Pro předpokládané parametry v roce 2020 jsou LCOE v závislosti na diskontní míře ( $dr = discount\ rate$ ) uvedeny v následující tabulce.

**Tabulka 3.2 LCOE (Kč/MWh) v roce 2020**

Instalovaný výkon (kW)	5	30	50	100	500	5 000
dr = 0 %	2 100	1 750	1 540	1 400	1 400	1 400
dr = 5 %	3 007	2 506	2 205	2 005	2 005	2 005
dr = 7,8 %	3 610	3 009	2 648	2 407	2 407	2 407
dr = 10 %	4 124	3 436	3 024	2 749	2 749	2 749

Ve vyznačeném řádku pro  $dr = 7,8\ %$  vychází prostá doba návratnosti 10 roků a pro tuto návratnost uvádíme následující grafy. Poznamenáváme, že prostá doba návratnosti je počítána za předpokladu, že cena elektřiny se rovná referenční ceně, tj. LCOE.

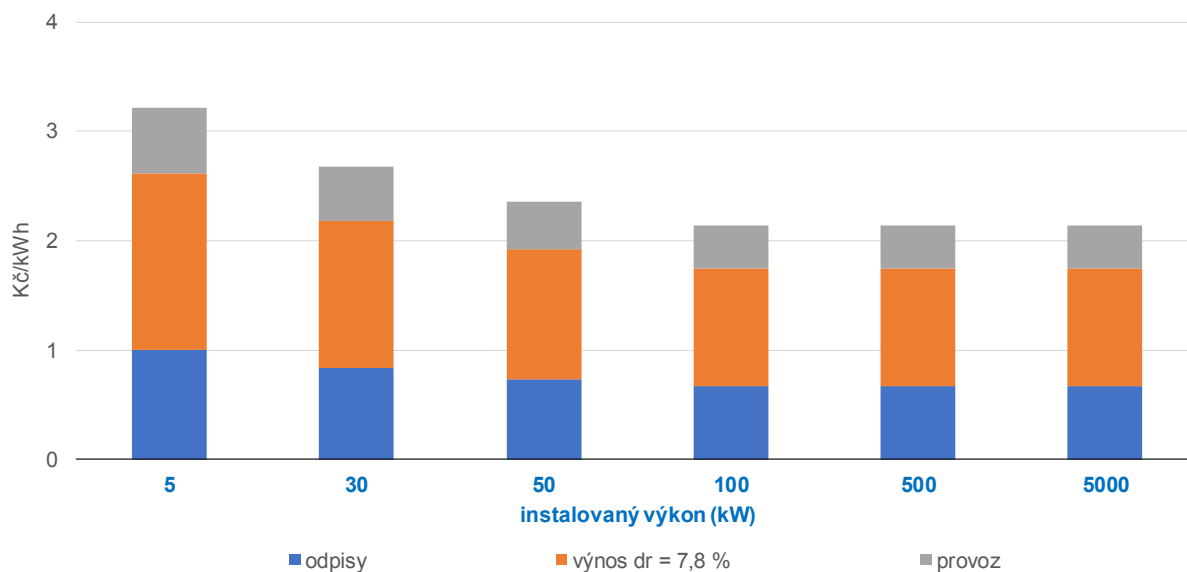
**Obrázek 3.1 LCOE v roce 2020 pro dr = 7,8 %**

### Diskontované výrobní náklady elektřiny (LCOE) v roce 2020 při životnosti 30 roků

Při prodloužení životnosti na 30 let poklesnou LCOE o 12 %, což ilustruje následující tabulka a graf.

**Tabulka 3.3 LCOE (Kč/MWh) v roce 2020 při životnosti 30 let**

Instalovaný výkon (kW)	5	30	50	100	500	5 000
dr = 0 %	1 600	1 333	1 173	1 067	1 067	1 067
dr = 5 %	2 552	2 126	1 871	1 701	1 701	1 701
dr = 7,8 %	3 215	2 679	2 357	2 143	2 143	2 143
dr = 10 %	3 782	3 152	2 774	2 522	2 522	2 522

**Obrázek 3.2 LCOE v roce 2020 při životnosti 30 roků a dr = 7,8 %**

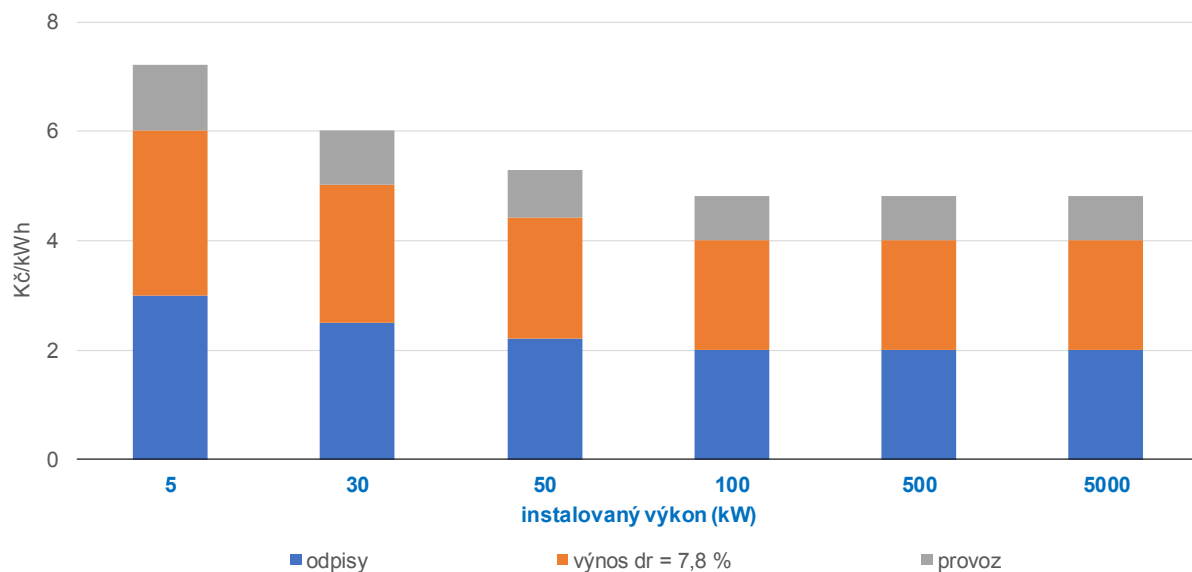
### Vliv akumulace na LCOE

**Tabulka 3.4 LCOE (Kč/MWh) v roce 2020 pro fotovoltaiku s akumulací**

Instalovaný výkon (kW)	5	30	50	100	500	5 000
dr = 0 %	4 200	3 500	3 080	2 800	2 800	2 800
dr = 5 %	6 015	5 012	4 411	4 010	4 010	4 010
dr = 7,8 %	7 220	6 017	5 295	4 814	4 814	4 814
dr = 10 %	8 248	6 873	6 048	5 498	5 498	5 498

Náklady na akumulaci s rostoucí kapacitou baterií vzrůstají. Pokud předpokládáme kapacitu baterií na 2 hodiny plného výkonu a životnost baterií 10 let, pak odhadujeme, že cena fotovoltaické elektrárny vzroste o zhruba 100 % a stejně se zvýší i LCOE, jak to ilustruje tabulka výše a graf.

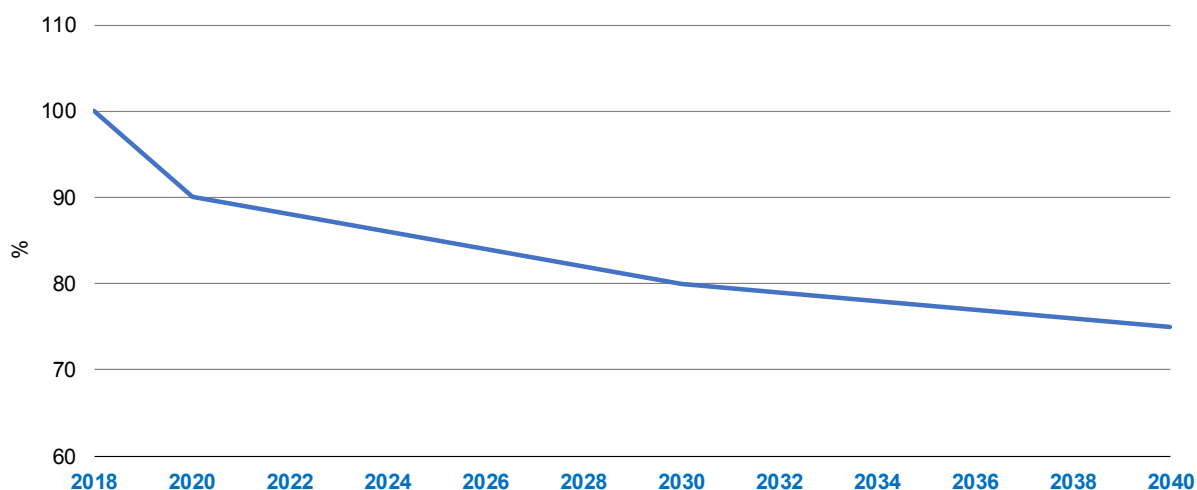
**Obrázek 3.3 LCOE v roce 2020 pro fotovoltaiku s akumulací a dr = 7,8 %**



### Vliv poklesu cen fotovoltaiky v budoucnu

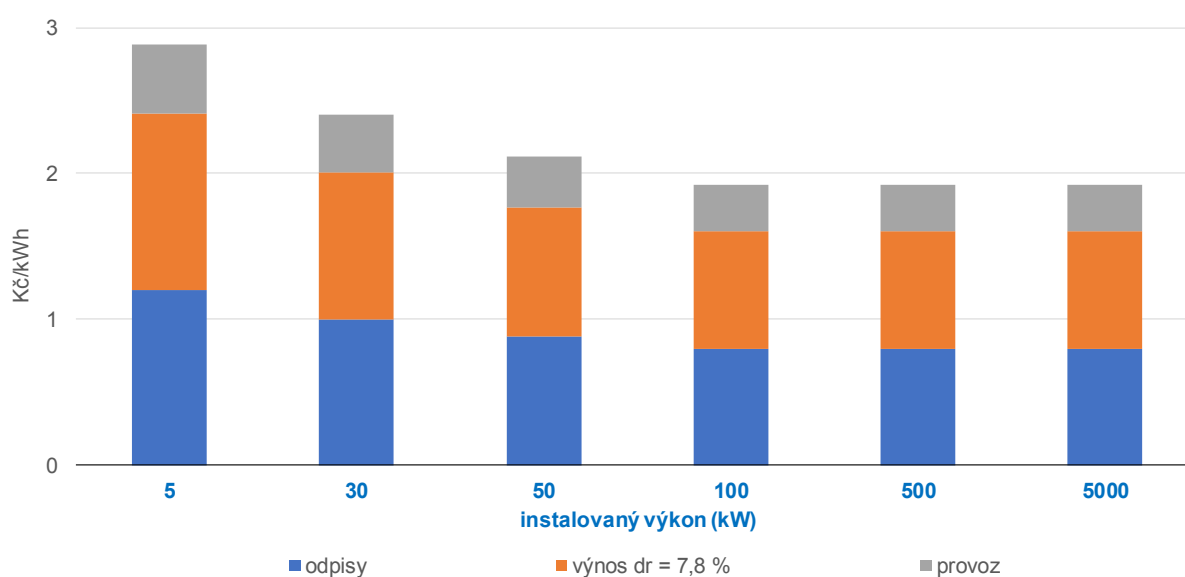
Na základě vlastní analýzy názorů na budoucí vývoj cen fotovoltaiky odhadujeme, že do budoucna (2030 a 2040) budou ceny klesat. Pro rok 2030 je očekávaný pokles cen o přibližně 40 % a v roce 2040 ceny poklesnou o 50 %. Uvažovaný pokles je považován za extrémní. Za druhý extrém je považován předpoklad, že cena zůstane až do roku 2040 na úrovni ceny roku 2020 a nebude klesat. Referenční kompromis tedy je: pokles o 20 % do roku 2030 a o 25 % do roku 2040.

**Obrázek 3.4 Očekávaný pokles cen fotovoltaiky**



**Tabulka 3.5 LCOE (Kč/MWh) v roce 2030**

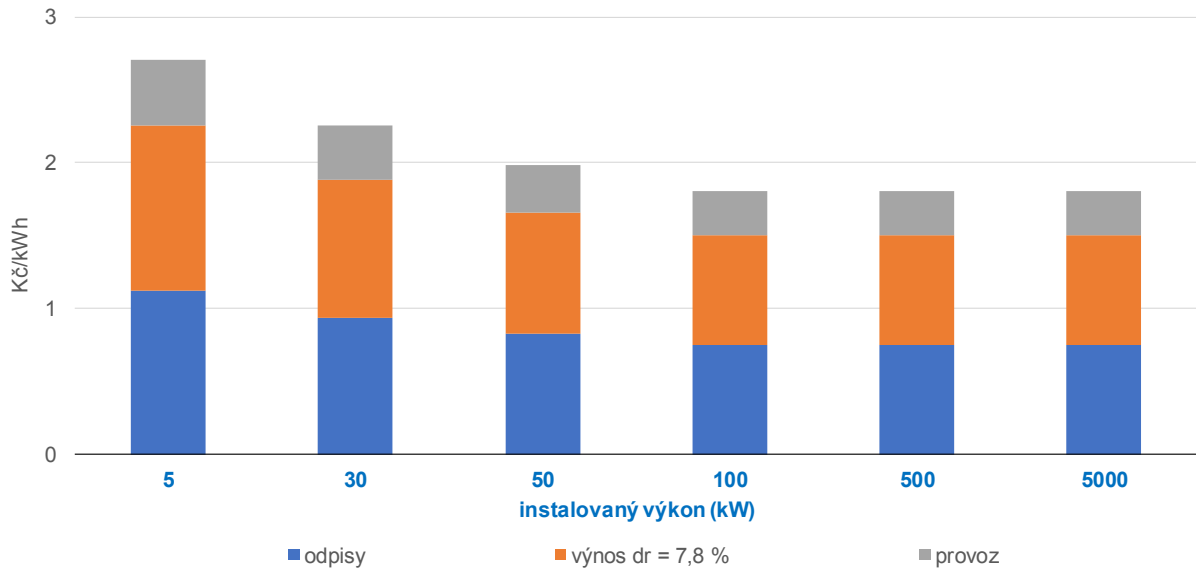
Instalovaný výkon (kW)	5	30	50	100	500	5 000
dr = 0 %	1 680	1 400	1 232	1 120	1 120	1 120
dr = 5 %	2 406	2 005	1 764	1 604	1 604	1 604
dr = 7,8 %	2 888	2 407	2 118	1 925	1 925	1 925
dr = 10 %	3 299	2 749	2 419	2 199	2 199	2 199

**Obrázek 3.5 LCOE v roce 2030 pro dr = 7,8 %****Tabulka 3.6 LCOE (Kč/MWh) v roce 2040**

Instalovaný výkon (kW)	5	30	50	100	500	5 000
dr = 0 %	1 575	1 313	1 155	1 050	1 050	1 050
dr = 5 %	2 255	1 880	1 654	1 504	1 504	1 504
dr = 7,8 %	2 708	2 256	1 986	1 805	1 805	1 805
dr = 10 %	3 093	2 577	2 268	2 062	2 062	2 062

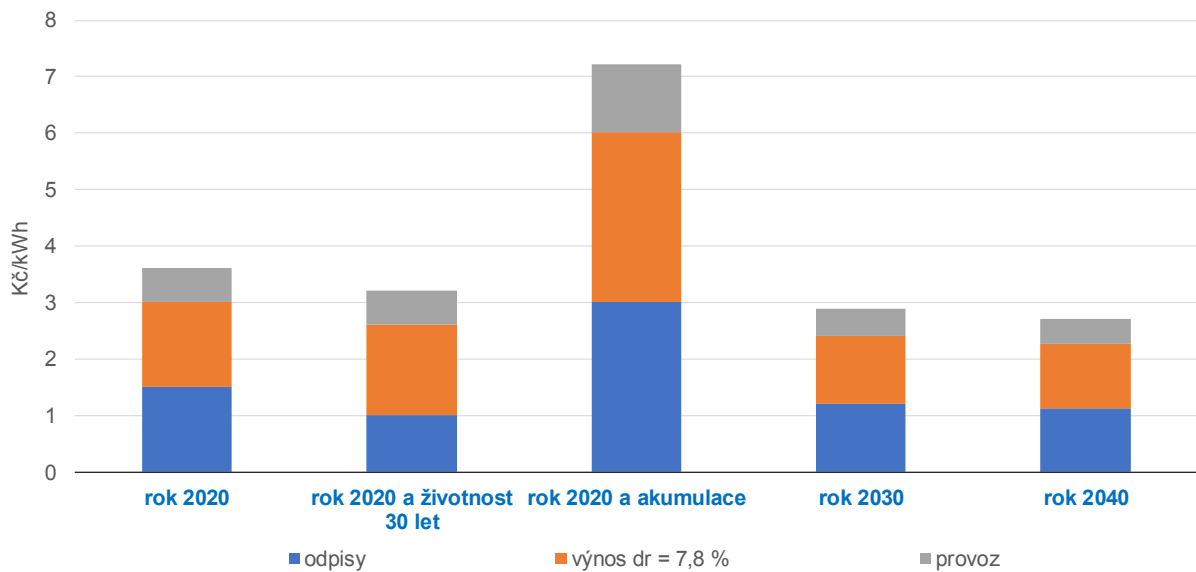


**Obrázek 3.6 LCOE v roce 2040 pro dr = 7,8 %**



Pro přehlednost a lepší ilustraci ukazuje následující obrázek všechny výše analyzované případy. Jsou využity pouze hodnoty pro instalovaný výkon 5kW.

**Obrázek 3.7 LCOE pro instalovaný výkon 5kW, dle jednotlivých variant**





## 4 Procentuální zastoupení FVE po ukončení podpory

Většinu stávajících fotovoltaických elektráren bude okolo roku 2030 ukončeno vyplácení podpory. Jestli budou FVE provozovány i po ukončení podpory se zabývala dvě dotazníková šetření v letech 2014 a 2016. Z těchto šetření plynou následující zjištění:

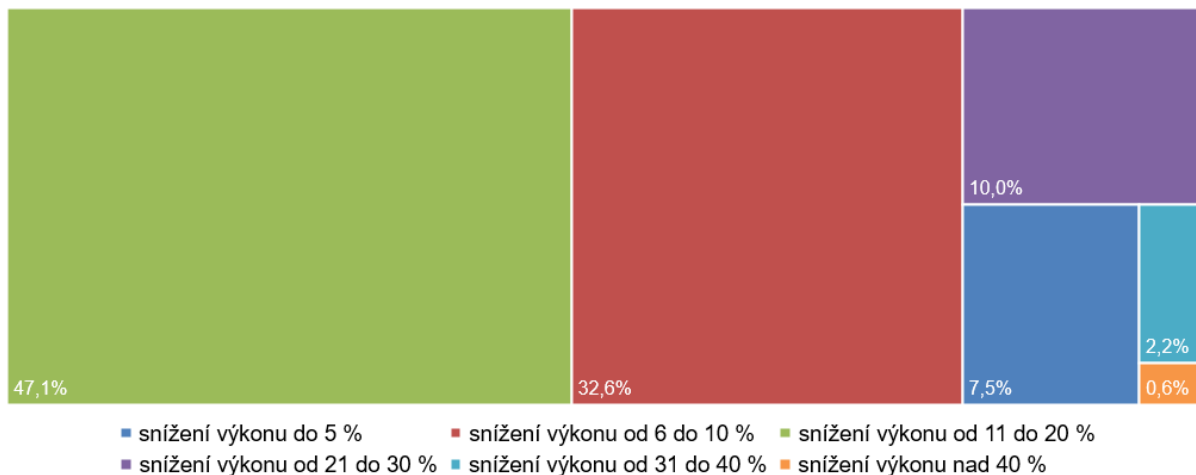
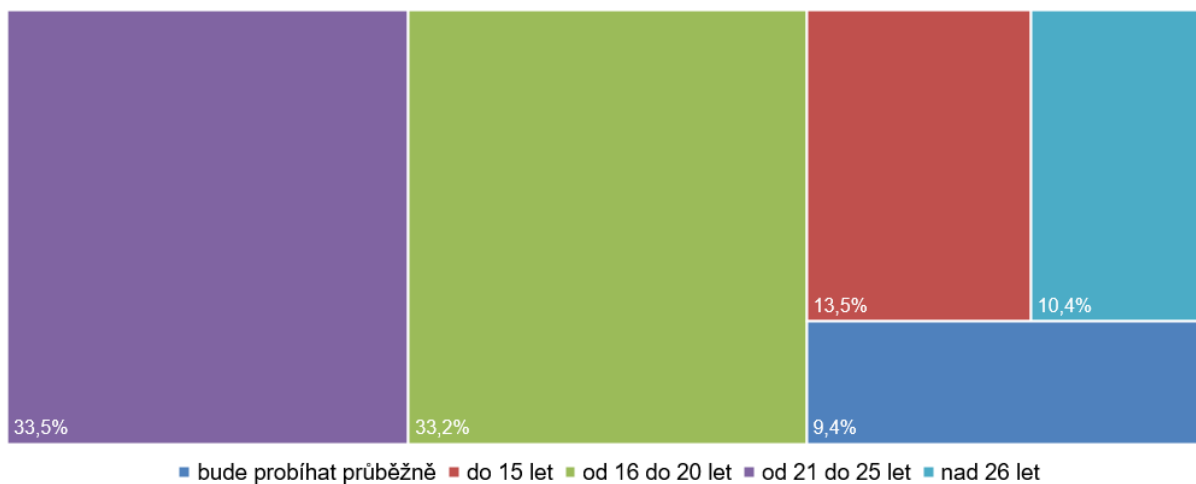
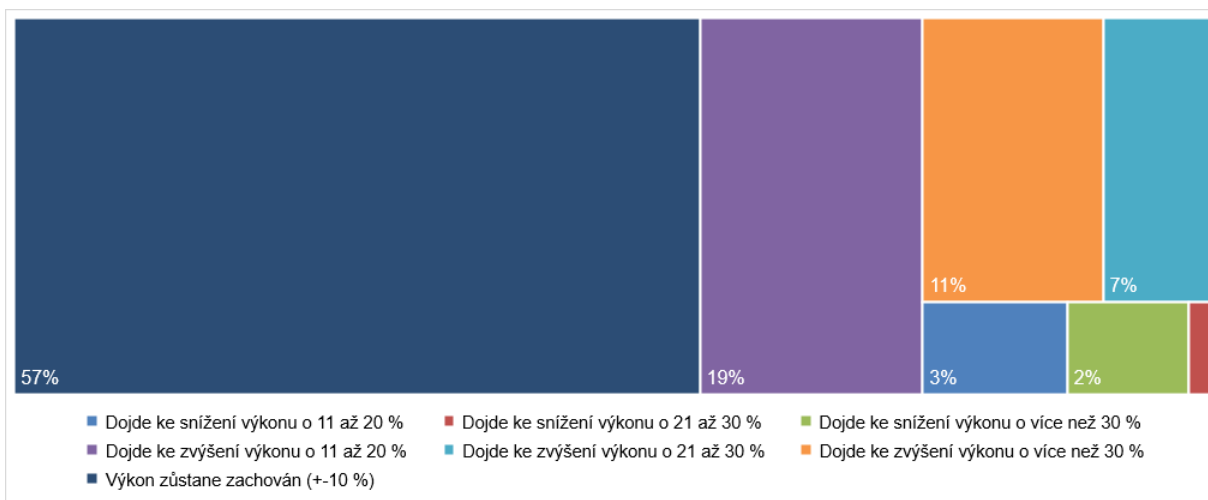
- po ukončení podpory předpokládá pokračování provozu více než 95 % provozovatelů (viz obrázek 1),
- provozovateli očekávaná degradace panelů v okamžiku ukončení podpory je v průměru okolo deseti až patnácti procenty (viz obrázek 2),
- rekonstrukci zvažuje přibližně 40 % provozovatelů, a to v průměru po 20 letech provozu (viz obrázek 3), přičemž očekávají zachování či mírném navýšení výkonu (viz obrázek 4),
- více než 70 % provozovatelů očekává konkurenceschopnost vyrobené elektřiny po roce 2030.

Z uvedených zjištění lze vyvozovat závěry, že výrazná většina stávajících fotovoltaických elektráren zůstane zachována, ovšem rekonstruována bude pouze menšina. Celkový dosažitelný výkon stávajících fotovoltaických elektráren do roku 2030 po zahrnutí všech vlivů (tzn. ukončení provozu, rekonstrukce apod.) spíše poklesne o 10 až 15 % oproti současnému stavu.

Obdobný výzkum vypracovala také Solární asociace a z něho vyplývá, že minimálně 85 % provozovatelů plánuje pokračovat v provozování FVE i po ukončení podpory. Výzkumu se zúčastnilo 145 respondentů o instalovaném výkonu 665 MW). Na základě těchto informací nelze předpokládat, že většina stávajících FVE bude po ukončení doby podpory zlikvidována.

**Obrázek 4.1 Očekávaný provoz i po skončení podpory**



**Obrázek 4.2** Snížení výkonu FVE vlivem degradace panelů**Obrázek 4.3** Doba provozu do rekonstrukce**Obrázek 4.4** Změna výkonu po rekonstrukci

## 5 Odhad technického potenciálu

Pro analýzu technického potenciálu fotovoltaických elektráren na střechách budov, fasádách budov a ostatních nezemědělských plochách jsou použita veřejně dostupná data Českého statistického úřadu. Dalším zdrojem dat jsou dokumenty Ministerstva průmyslu a obchodu: *Analýza fondu nerezidenčních budov v České republice z roku 2014* a *Národní strategie regenerace brownfieldů* vydaná v roce 2008.

### 5.1 Stanovení potenciálu na střechách budov

#### Potenciál na střechách rodinných a bytových domů

Pro stanovení potenciálu fotovoltaických elektráren (FVE), s rozlišením potenciálu pro rodinné a bytové domy je nutné využít data ČSÚ, která uvádí celkovou plochu obydlených domů a statistiku jejich podlaží. V těchto údajích nejsou zahrnuty údaje o celkové ploše neobydlených domů a bytů, které nijak nesnižují potenciál FVE, a proto je nutné celkovou plochu těchto bytů do výpočtu potenciálu zahrnout. Z dostupných dat je možné pro obydlené rezidenční budovy spočítat celkový počet bytů i domů a rozložení jejich podlažností. Z celkové plochy jde následně stanovit jejich celkovou půdorysnou plochu. Vypočítané hodnoty je nutné dále zvýšit o neobydlené rezidenční objekty, protože i ty mají potenciál pro případnou instalaci FVE.

**Tabulka 5.1 Celková půdorysná plocha rezidenčních budov**

druh domu	celková plocha (km <sup>2</sup> )	podlažnost	půdorys domu obydlených domů (km <sup>2</sup> )	obydlené byty zahrnuté ve výpočtu (tisíce)	neobydlené byty nezahrnuté ve výpočtu (tisíce)	korekce pro výpočet celkové plochy všech domů (km <sup>2</sup> )	celková půdorysná plocha pro FVE (km <sup>2</sup> )
RD	177,2	1,6	108,1	1 795,1	461,0	27,8	135,9
BD	135,8	4,2	32,5	2 258,0	176,6	2,5	35,0
ostatní	2,4	4,2	0,6	51,6	14,3	0,2	0,7
celkem							171,6

Na výše uvedená data je nyní nutné aplikovat další parametry z nichž některé je velmi problematické analyzovat nebo přesně odhadnout. Mezi tyto parametry nepochybně patří podíl použitelné plochy střechy, který udává kolik % střechy je opravdu možné FVE panely osadit. Důležitý je rovněž podíl počtu sedlových střech i koeficient kterým se u sedlových střech zvyšuje vhodná plocha pro osazení panely. Podíl reálně využitelné plochy pro instalaci FVE bývá obecně uvažován jako zhruba třetina plochy celé střechy. Tento odhad podporují údaje náhodně vybraných střech osazených FVE panely v tabulce 5.2.

**Tabulka 5.2 Využití střešní plochy vybraných objektů**

objekt	plocha střechy (m <sup>2</sup> )	počet panelů	plocha panelů celkem (m <sup>2</sup> )	využití střešní plochy (%)
bytový dům, 4 podlažní	288	71	116	40
budova Komerční banky	532	112	183	34
komerční objekt	2880	576	943	33

K odhadu podílu pokrytí střechy FVE panely je nutné doplnit, že některé instalace mohou být ovlivněny podmínkami dotačních programů, které určují minimální podíl uplatněné výroby a mohou omezovat počet instalovaných panelů.

Dalším důležitým parametrem je podíl konstrukčně využitelných střech. Tento podíl je velmi obtížně stanovitelný a určuje kolik procent z celkové plochy střech je použitelných pro instalaci FVE panelů po vyloučení střech s velkým stíněním, umístěním či nedostatečnou nosností. Pro základní výpočet byla uvažována obvyklá hodnota tohoto podílu ve výši 55 %. Pro výpočty rozsahu FVE potenciálu potom byly použity i hodnoty 30 % a 70 %.

Na sedlové střechy je možné umístit více fotovoltaických panelů, neboť plocha těchto střech přesahuje půdorysnou plochu často o polovinu i více. Tuto skutečnost vystihuje koeficient zvětšení plochy pro FVE. Podíl sedlových střech je určen rovněž odhadem.

**Tabulka 5.3 Výpočet plochy pro instalaci FVE na rezidenčních budovách**

druh domu	celková půdorysná plocha pro FVE (km <sup>2</sup> )	podíl použitelné plochy střechy (%)	podíl konstrukčně vyhovujících střech (%)	podíl sedlových střech (%)	koeficient zvětšení plochy pro FVE vlivem sedlové střechy	celková plocha pro potenciální instalaci FVE (km <sup>2</sup> )
RD	135,9	33	55	50	1,5	30,8
BD	35,0	33	55	10	1,5	6,7
ostatní	0,7	33	55	10	1,5	0,1
<b>celkem</b>	<b>171,6</b>					<b>37,6</b>

Za předpokladu, že FVE panel má rozměry 1,65 x 0,992 m a výkon 270 Wp je vypočtený potenciál FVE pro střešní instalace na rezidenčních budovách, viz tabulka 5.4.

**Tabulka 5.4 Potenciál FVE pro rezidenční budovy**

podíl konstrukčně použitelných střech (%)	RD (GWp)	BD (GWp)	ostatní (GWp)	celkem (GWp)
30	2,8	0,6	0,0	3,4
55	5,1	1,1	0,0	6,2
70	6,5	1,4	0,0	7,9

### Potenciál na střechách nerezidenčních budov

Při stanovení FVE potenciálu ostatních budov je základním problémem dostupnost informací o těchto budovách. Po zhodnocení dostupných zdrojů dat budou pro výpočty potenciálu FVE použita data zveřejněná v dokumentu *Analýza fondu nerezidenčních budov v České republice*. Dokument shrnuje informace o budovách mimo rezidenční sektor RD a BD. Typickými příklady nerezidenčních budov jsou stavby určené pro průmyslovou výrobu, chov hospodářských zvířat nebo parkoviště. Více informací o této problematice je dostupných ve výše zmiňované analýze. Nevýhodou je, že nejsou k dispozici přesné informace o velké části nerezidenčních budov, a proto je část informací o celkové podlahové ploše je doložena. K dalším nepřesnostem dochází při odhadu průměrné podlažnosti pro každý druh budov. Tabulka 5.5 vychází z výše zmíněného dokumentu a uvádí hodnoty o půdorysné ploše budov i odhady plochy použitelné pro instalaci FVE panelů na celém území ČR.

**Tabulka 5.5 Potenciál nerezidenčních budov**

podlahová plocha (km <sup>2</sup> )	půdorysná plocha (km <sup>2</sup> )	plocha panelů (km <sup>2</sup> )	potenciál FVE (GWp)
263,3	139,4	26,3	4,3

Výsledné údaje z tabulky 5.5 pro půdorysovou plochu byly sníženy o 45 %, což je odhad podílu střech nevhodných pro instalaci (skleníky, staticky nedostatečně dimenzované střechy). Následně pro zbylou plochu střech se počítá, že pro případnou instalaci bude vhodných 33 % celkové plochy (jedná se o hrubý odhad). Drobné korekce je dosaženo započtením odhadovaného 10% zastoupení sedlových střech, které zvyšují střešní plochu oproti objektům s rovnou střechou. Celkový FVE potenciál je vypočten pro FVE panel o rozměrech 1,65 x 0,992 m a výkonu 270 W<sub>p</sub>. Celkový FVE potenciál nerezidenčních budov představuje 4,3 G W<sub>p</sub>.

Výpočty byly provedeny rovněž pro podíly konstrukčně využitelných střech ve výši 30 % a 70 %. Pro 30% podíl konstrukčně využitelných střech je FVE potenciál nerezidenčních objektů vypočten 2,4 GW<sub>p</sub>, pro 70% podíl potom 5,55 GW<sub>p</sub>.

### Celkový potenciál na střechách budov

Celkový FVE potenciál pro rezidenční i nerezidenční objekty v závislosti na různém podílu konstrukčního využití střech ukazuje následující.

**Tabulka 5.6 Celkový potenciál pro různé podíly konstrukčního využití střech**

podíl konstrukčně použitelných střech (%)	rezidenční objekty (GWp)	nerezidenční objekty (GWp)	celkem (GWp)
30	3,4	2,4	5,8
55	6,2	4,3	10,5
70	7,9	5,5	13,4

Je nutné uvést, že neúplně osazené střechy mohou být důsledkem optimalizace s ohledem na dotační programy, které v současné době vyžadují 70% podíl uplatněné výroby.

## 5.2 Stanovení potenciálu na fasádách

Z důvodu komplikované analýzy, kterou rozsah této studie neumožňuje (3D mapa území) je potenciál fotovoltaiky na fasádách pouze hrubý odhad (pro rezidenční i nerezidenční domy). Vychází se ze stejných dat jako pro výpočet potenciálu střech.

### FVE na fasádách rezidenčních budov

S ohledem na podrobnější údaje o rezidenčních budovách, bude v rámci dostupných dat o celkové ploše rezidenčních budov a podlažnosti, vypočten průměrný půdorys domu a průměrná velikost fasády RD a BD pro samostatně stojící i řadové domy. V rámci výpočtu budou zohledněny rovněž odhadnuté podíly, které u těchto fasád mohou zahrnovat dveře a okna. Pro analýzu bylo odhadnuto, že průměrný počet fasád vhodných pro instalaci FVE s ohledem na řadovost domů či s ohledem na světové strany činí 1,3 u řadových domů a 2 u domů samostatně stojících (pro teoreticky uvažovaný dům čtvercového půdorysu). Vynásobením těchto údajů získáme celkovou plochu teoreticky použitelnou pro instalaci FVE panelů. Je využitý předpoklad, že pouze 40 % těchto ploch je nezastíněných a prakticky použitelných alespoň v dlouhodobém horizontu pro instalaci FVE prvků.

**Tabulka 5.7 Vypočtené hodnoty pro výpočet potenciálu FVE pro rezidenční budovy**

plocha fasád rezidenčních domů (km <sup>2</sup> )	množství panelů (tisíce)	celkový instalovaný výkon FVE (GWp)
53,3	32 540	8,8

Pro rezidenční budovy je možné stanovit technický potenciál FVE umístěných na fasádách ve velikosti přibližně 8,8 GWp za předpokladu, že jeden panel má výkon 270 Wp.

### FVE na fasádách nerezidenčních budov

Pro analýzu potenciálu nerezidenčních budov je opět využita statistika zveřejněná MPO a doplněná o odhady podlažnosti. S ohledem na velkou různorodost účelu nerezidenčních budov je dále zjednodušeně stanoven odhad výšky průměrného podlaží 4,5 m a odhad počtu teoreticky použitelných fasád jako 1,3 fasády ze čtyř fasádních ploch dle světových stran. Výsledný počet je zredukován o 60 % jako snížení o plochy fakticky nepoužitelné s ohledem na prvky bránící efektivní instalaci FVE.

**Tabulka 5.8 Potenciál na fasádách nerezidenčních budov**

plocha fasád nerezidenčních domů (km <sup>2</sup> )	množství panelů (tisíce)	celkový instalovaný výkon FVE (GWp)
26,7	16 316	4,4

Celkový potenciál FVE na fasádách nerezidenčních objektů činí přibližně 4.4 GWp, za předpokladu, že jeden panel má výkon 270 Wp.

## 5.3 Stanovení potenciálu brownfieldů

Brownfield je nemovitost (pozemek, objekt, areál), která je nedostatečně využívaná, zanedbaná a může být i kontaminovaná. Je to pozůstatek průmyslové, zemědělské, rezidenční, vojenské či jiné aktivity. Problematice se věnuje *Národní strategie regenerace brownfieldů* vydaná Ministerstvem průmyslu a obchodu v roce 2008.

Dokument uvádí, že v ČR je lokalizováno 2355 brownfieldů, které zaujímají rozlohu 13 326 ha s celkovou zastavěnou plochou 421 ha. Jsou zahrnuty brownfieldy od velikosti přibližně 1 ha vyjma těžebních. Celkový počet brownfieldů je podstatně vyšší, odhadovalo se 8,5–11,7 tisíc lokalit o celkové rozloze 27-38 tisíc ha.

Studie Potenciál solární energetiky v České republice vypracovaná společností ENACO pracuje s rozměrem panelu 1,650 m x 0,992m a jmenovitým výkonem 250 Wp. Za předpokladu využití těchto rozměrů, navýšení jmenovitého výkonu na 270 Wp z důvodu technologického pokroku a snížení rozlohy o 30 % kvůli nevhodné ploše pro instalaci je technický potenciál přibližně 15,3 GWp. Je nutné si uvědomit, že se jedná pouze o technický potenciál a nikoliv ekonomický. Přesně stanovit reálnou hodnotu možného instalovaného výkonu, který by byl možný na tyto plochy umístit je nad rámec této studie. Muselo by proběhnout lokální šetření, které by zohledňovalo velké množství aspektů, například: vlastnictví (soukromé x obecní), dostupnost odběrného místa, přesná lokalizace brownfieldu (stanovit plochy, kde je adekvátní sluneční svit). Hodnota technického potenciálu je tak zcela ilustrativní a nelze očekávat, že dojde k jejímu naplnění.



## 5.4 Celkový technický potenciál

Sečtením předešlých údajů je celkový potenciál FVE na rezidenčních i nerezidenčních budovách 23,8 GWp a na brownfieldech 15,3 GWp. Tyto hodnoty jsou zatíženy značným zjednodušením výpočtů. Vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o hodnoty technického potenciálu, není možné předpokládat jejich naplnění. Přesnější výpočty by znamenaly rozsáhlé analýzy za finančním rámcem této studie.

**Tabulka 5.9 Celkový potenciál**

FVE potenciál	instalovaný výkon (GWp)
střechy rezidenčních budov	6,2
střechy nerezidenčních budov	4,3
fasády rezidenčních budov	8,8
fasády nerezidenčních budov	4,4
<b>celkem</b>	<b>23,7</b>
brownfieldy	15,3
<b>celkem</b>	<b>39,0</b>

Skladba a počet nových instalací FVE bude výrazně ovlivněna řadou parametrů. Ekonomika provozu daná pořizovací cenou, výkupní cenou a případnou dotací je obecně lepší u instalací s vyšším jednotkovým výkonem. Legislativní a technické podmínky připojení zdroje, tak jak jsou dnes navrhovány, vyznívají příznivěji pro zdroje nejmenších výkonů, připojených do napěťové hladiny nn. Vzhledem k typické využitelné ploše pro instalaci FVE u rodinných domů lze očekávat jednotkový instalovaný výkon v řádu jednotek kW. U bytových domů je tato hodnota uvažována v průměru 2-3x vyšší. Typický výkon jedné instalace u nebytových domů je uvažován v desítkách kW a u brownfieldů v rozsahu desítek kW až jednotek MW. V jednotkách případů je ve výhledu počítáno s velkými instalacemi řádu desítek MW připojených do sítě VVN 110 kV. Pro dosažení celkového technického potenciálu FVE by k roku 2050 muselo být panely osazeno až 2/3 uvažovaných lokací.

**Tabulka 5.10 Celkový technický potenciál, počet a kategorie**

Kategorie zdroje	Výkon zdroje	Napěťová hladina	P <sub>inst</sub> [MW]	Počet instalací
<b>A1</b>	od 800W do 11 kW vč.	nn	26 180	2 289 500
<b>A2</b>	od 11 kW do 100 kW vč.	nn/vn	2 590	70 800
<b>B,C</b>	od 100 kW do 10 MW vč.	vn	9 610	1 920
<b>D</b>	od 10 MW	110 kV	620	30
<b>celkem</b>			<b>39 000</b>	<b>2 362 250</b>

Hodnoty pro roční výrobu elektřiny jsou uvedeny v následující kapitole, kde se pracuje s údaji ekonomického potenciálu. Odvozovat množství vyrobené elektřiny od technického potenciálu není relevantní a výsledné hodnoty by neměly reálné základy.



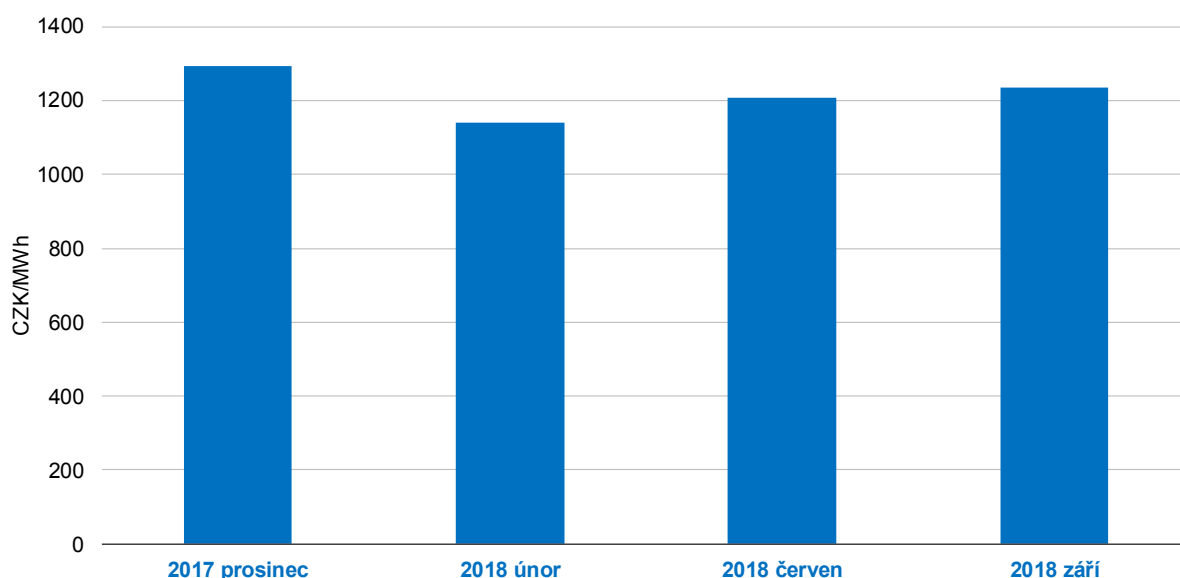
## 6 Ekonomický potenciál

Vývoj fotovoltaiky po roce 2010 se výrazně zpomalil a přírůstek výkonu mezi roky 2011 až 2018 je necelých 80 MW. Instalovaný výkon fotovoltaiky dosáhl v roce 2018 hodnoty 2 050 MW. V současnosti je podíl FVE na instalovaném výkonu ES ČR na úrovni 9,2 %. Podíl FVE na výrobě elektřiny v roce 2017 byl 2,5 % (což svědčí o nízkém využití instalovaného výkonu ve srovnání se zdroji fosilními či jadernými). Zdroje jsou rozptýleny po celém území a rozložení dle napěťových hladin je nerovnoměrné. Počet lokalit se zdroji nad 1 MW je asi 500, jejich celkový instalovaný výkon je přes 1 300 MW, ostatních asi 700 MW zdrojů je rozptýleno na více než 27 000 lokalit (údaje ověřené daty z ERÚ). V posledních letech se výstavba nových fotovoltaických zdrojů realizuje převážně ve zdrojích o výkonu jednotek až desítek kW.

Technický potenciál je odhadován různými autory. Uvedená hodnota v kapitole 5 představuje teoretické maximum, kterého zcela jistě nebude dosaženo. Ekonomický potenciál je značně nižší než technický a například podle studie Enaco ekonomický potenciál stanovuje na 20 až 50 % z technického potenciálu v závislosti na podmínkách podpory těchto zdrojů a v závislosti na technických možnostech realizace

Formy podpory fotovoltaiky se v budoucnu budou měnit. V současnosti se uvažuje i o zavedení aukcí pro poskytování pomoci podporovaným zdrojům energie, které byly zavedeny již ve 13 státech Evropy. MPO představilo v listopadu 2018 novelu zákona č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie s návrhem aukčního mechanismu. Novela však nepočítá s aukcemi pro velké FVE. Pro ilustraci jsou poskytnuty výsledky posledních aukcí z Německa. Průměrný kurz dle ČNB byl 26,33 Kč/EUR za rok 2017. Na základě této hodnoty jsou výsledné ceny z aukcí přepočteny. Průměrná cena těchto aukcí se pohybovala okolo 1219 Kč/MWh, což pro ilustraci odpovídá dnešním LCOE s diskontní mírou pod 5 % (v ČR bude vyšší diskontní míra) a uvažované životnosti aspoň 30 let (viz kap. 3). Pro doplnění v únorové aukci se vysoutěžilo 200 MW výkonu (v aukci uspělo 24 projektů, z čehož 11 jich bude na zemědělské půdě). V červnové aukci se vysoutěžilo 183 MW a uspělo 23 projektů.

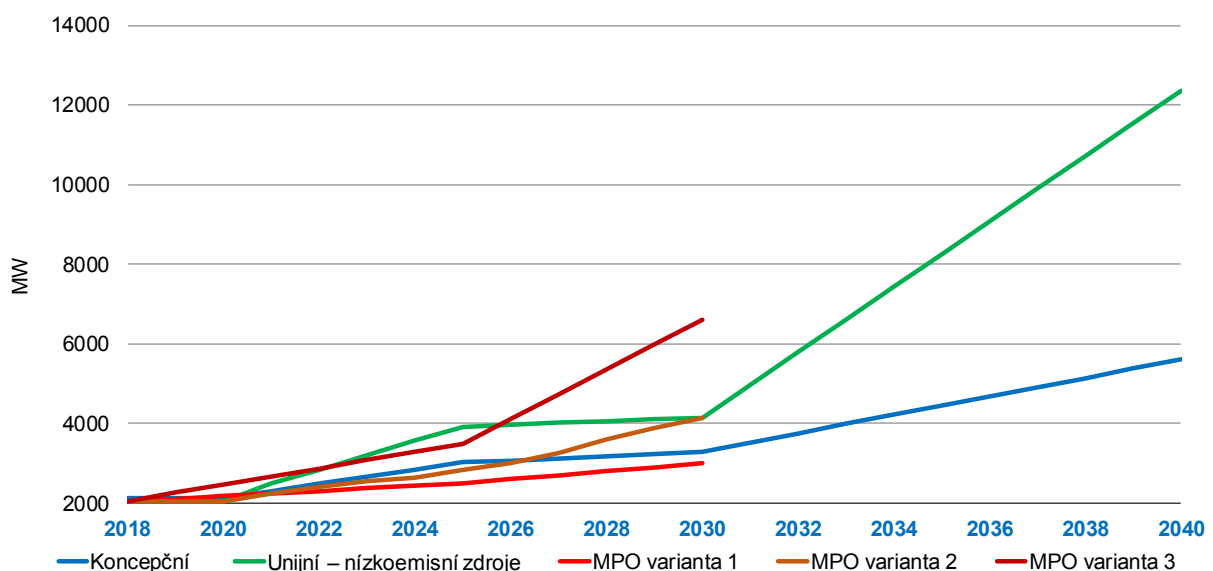
**Obrázek 6.1** Poslední výsledky aukcí z Německa



Zdroj: Bundesnetzagentur

EGÚ Brno v roce 2017 vypracovalo *Očekávanou dlouhodobou rovnováhu mezi nabídkou a poptávkou elektřiny a plynu*<sup>4</sup> pro společnost OTE a.s., kde byly řešeny konkrétní případové studie, u kterých docházelo mimo jiné k specifickému rozvoji solární energie do roku 2050. Pro tuto analýzu lze využít případovou studii Koncepční a případovou studii Unijní–nízkoemisní zdroje. V případové studii Koncepční se pracuje s instalovaným výkonem v roce 2050 okolo 6 GW (pro rok 2030 je očekáváno 3,3 GW a pro rok 2040 je to 5,6 GW). Případová studie Unijní–nízkoemisní zdroje má výraznější nárůst FVE, pro rok 2050 je očekávaný instalovaný výkon 16,9 GW (v roce 2030 se očekává 4,2 GW a v roce 2040 je to 12,4 GW). Největší nárůst výkonu je očekáván po roce 2030. Technický potenciál ČR umožňuje takový instalovaný výkon, nicméně jsou poté nutná opatření k zajištění provozovatelnosti ES, v případě případové studie Unijní jsou pak tato opatření velmi výrazná. Jedná se hlavně o denní a sezónní akumulaci (baterie, elektrokotle, P2G) a rychle startující plynové zdroje. Tyto opatření se velmi výrazně promítnou po roce 2030 do ročních investic, oproti Koncepční případové studii dojde k nárůstu o 39 % a ročně se bude nutné vynaložit hodnotu okolo 90 mld. Kč.

**Obrázek 6.2** Vývoj instalovaného výkonu FVE (zohledněn technický a ekonomický potenciál)



Analyzované případové studie vykazují dobrou shodu s variantami podle výhledu MPO<sup>5</sup>, což ilustruje obrázek 6.2. Za horní mez technicky (ne ekonomicky) realizovatelného vývoje je možné označit MPO variantu 3, která v roce 2030 očekává přibližně 6,6 GW. MPO varianta 2 dosahuje v roce přibližně 4,2 GW, což odpovídá případové studii Unijní–nízkoemisní zdroje, která v roce 2050 disponuje instalovaným výkonem 16,9 GW. Představené případové studie jsou v souladu s variantami rozvoje FVE, které jsou stanoveny v textu *Scénáře rozvoje podporovaných zdrojů energie do roku 2030*.

<sup>4</sup> Veřejná zpráva je dostupná na stránkách OTE: [http://www.ote-cr.cz/o-spolecnosti/soubory-vyrocní-zprava-ote/zoor\\_2017.pdf](http://www.ote-cr.cz/o-spolecnosti/soubory-vyrocní-zprava-ote/zoor_2017.pdf)

<sup>5</sup> Varianty vychází z textu vydaného MPO *Scénáře rozvoje podporovaných zdrojů energie do roku 2030*.

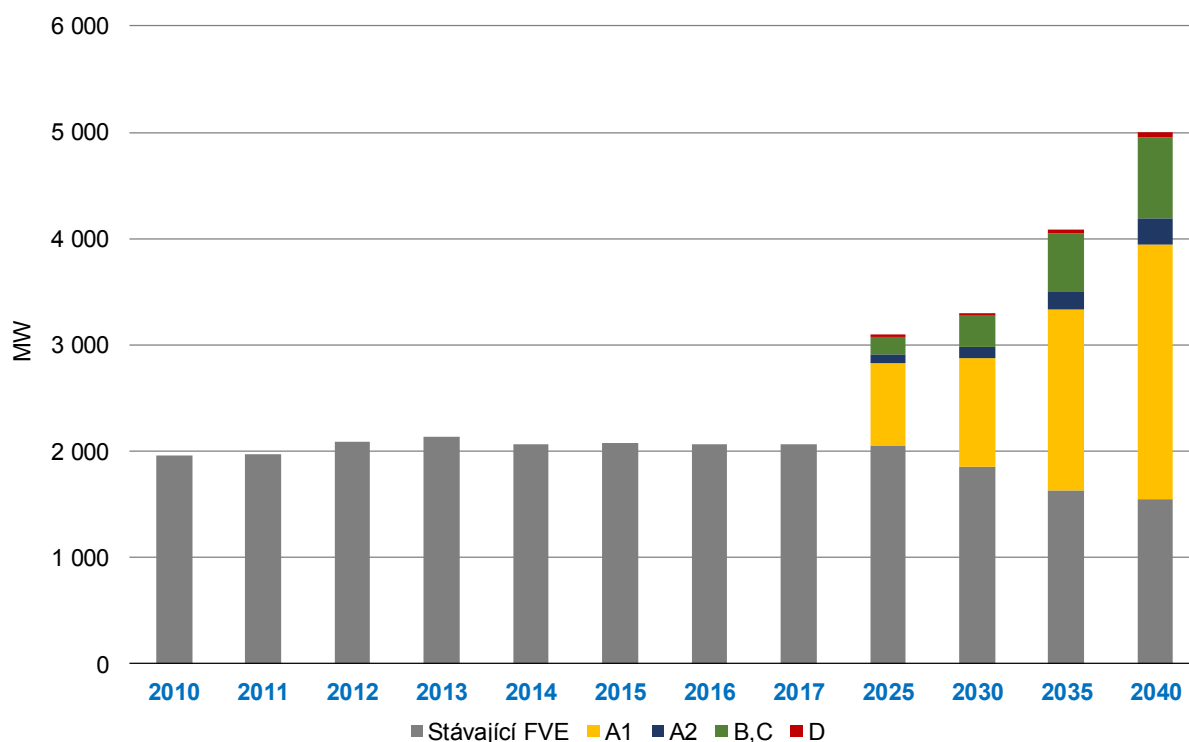
EGÚ Brno jako ukazatel ekonomického potenciálu považuje instalované výkony v časových průřezech:

- **2025:** 3100 MW
- **2030:** 3500 MW
- **2035:** 4500 MW
- **2040:** 5500 MW

Jako ekonomický potenciál je považován takový vývoj instalovaného výkonu FVE, jehož integrace je technicky realizovatelná z hlediska provozu elektrizační soustavy ČR a nezpůsobuje výrazně vyšší náklady na opatření k zajištění bezpečného provozu ES ČR (např. značné zastoupení akumulace, vč. sezónní) – viz případová studie Koncepční v Očekávané dlouhodobé rovnováze mezi nabídkou a poptávkou elektřiny a plynu<sup>4</sup> pro společnost OTE a.s.

Ekonomickému potenciálu do roku 2040 odpovídá obrázek 6.3, kde je vidět množství instalovaného výkonu v jednotlivých letech. Sloupce instalovaného výkonu jsou rozděleny do konkrétních segmentů dle výkonu (stejných jako v kapitole 5) a navíc je ilustrována hodnota instalovaného výkonu od roku 2010. Přesné hodnoty o nových instalacích jsou v tabulce 6.1.

**Obrázek 6.3 Ekonomický potenciál instalovaného výkonu FVE dle EGÚ Brno a minulost**

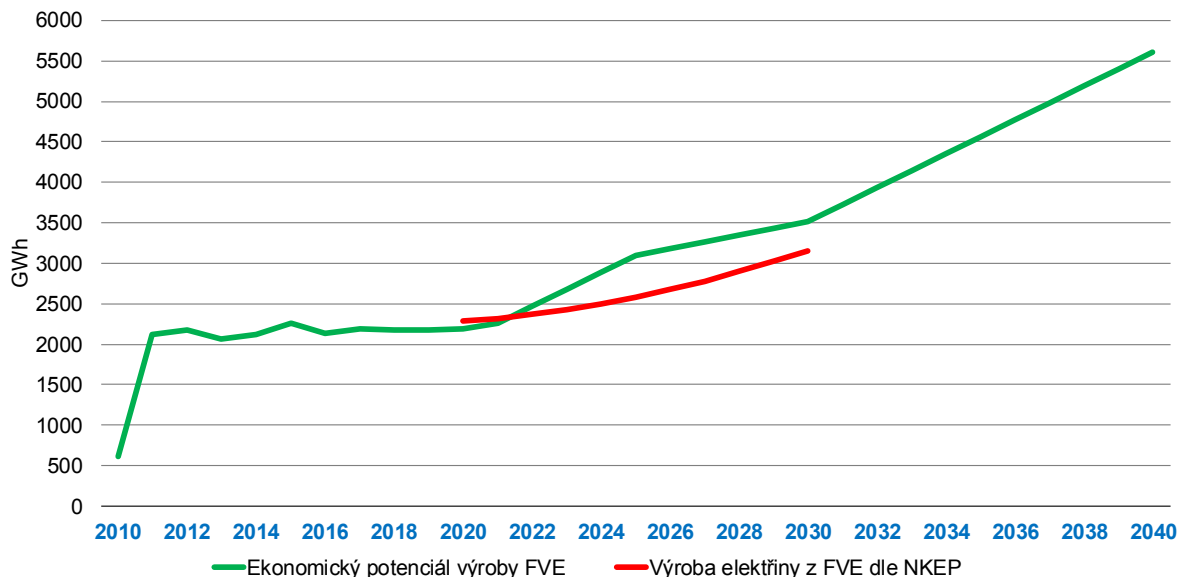


Tabulka 6.1 Počet nových instalací

Kategorie zdroje	Výkon zdroje	Napěťová hladina	2025	2030	2035	2040
A1	od 800W do 11 kW vč.	nn	68 500	102 400	174 700	240 400
A2	od 11 kW do 100 kW vč.	nn/vn	2 100	3 200	5 400	7 400
B,C	od 100 kW do 10 MW vč.	vn	34	69	128	176
D	od 10 MW	110 kV	1	2	2	3
celkem			70 635	105 671	180 230	247 979

Množství vyrobené elektřiny dle ekonomického potenciálu ukazuje obrázek 6.4 a je porovnáno s údaji o výrobě, které uvádí NKEP. Okolo roku 2020 jsou hodnoty vyrobené elektřiny velmi podobné, k rozdílu dochází v roce 2030, který je přibližně 400 GWh.

Obrázek 6.4 Výroba elektřiny



Rámcový cíl pro EU jako celku je dosáhnout podílu 32 % z OZE na hrubé konečné spotřebě do roku 2030. Pro Českou republiku je předběžně stanovený cíl do roku 2030 na úrovni 20,8 % hrubé konečné spotřeby. Pro zjištění příspěvku FVE na tomto cíli, je nejprve nutné stanovit hodnotu konečné spotřeby pro rok 2030. Dle Aktualizace Národního akčního by měla být konečná spotřeba v roce 2020 na úrovni 1060 PJ. NKEP uvádí, že dle revize směrnice 2012/27/EU a pravidel pro stanovení závazku ČR dle čl. 7 pro období 2021–2030 by měla konečná spotřeba poklesnout o 84 PJ. Na základě těchto údajů, lze očekávat konečnou spotřebu ČR v roce 2030 na úrovni 976 PJ. Dle hodnot uvedených v NKEP by měla solární energie v roce 2030 produkovat 11,3 PJ (v takovém případě se bude solární energie podílet na konečné spotřebě 1,1 %). V případě naplnění ekonomického potenciálu stanoveného solární energie v roce 2030 vyrobí 12,6 PJ. Podíl solární energie na konečné spotřebě bude 1,3 %.

## 7 Témata pro detailní řešení

Studie pracovala s mnohými zjednodušeními a odhady. Během řešení byly indikovány následující oblasti, kterým by bylo vhodné věnovat detailní pozornost:

- Detailně analyzovat vývoj poptávky ČR i střeoevropských zemí ve vazbě na vývoj tamní zdrojovou základnu.
- Provádět analýzy vývoje cen silové elektřiny.
- Definovat kapacity realizačních firem pro instalace FVE v ČR a střední Evropě.
- Analyzovat velmi detailně potenciál brownfieldů.





## 8 Zdroje informací

- Bundesnetzagentur. Dostupné z: [https://www.bundesnetzagentur.de/cln\\_132/DE/Home/home\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/cln_132/DE/Home/home_node.html)
- MPO, *Analýza fondu nerezidenčních budov v České republice* (2014). Dostupné z: [https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595e1fa66875530f33e8a/4515\\_sance\\_pro\\_budovy\\_analyza-fondu-nerezidencnich-budov-v-cr-a-moznosti-uspor-v-nich-spb-15-1-2015-final.pdf](https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595e1fa66875530f33e8a/4515_sance_pro_budovy_analyza-fondu-nerezidencnich-budov-v-cr-a-moznosti-uspor-v-nich-spb-15-1-2015-final.pdf)
- MPO, *Národní klimaticko-energetický plán* (2018).
- MPO, *Národní strategie regenerace brownfieldů* (2008). Dostupné z: <http://www.cityinvestczech.cz/data/files/strategie-regenerace-vlada-1079.pdf>
- MPO, *Scénáře rozvoje podporovaných zdrojů energie do roku 2030* (2018).
- OTE a.s., *Očekávaná dlouhodobá rovnováha mezi nabídkou a poptávkou elektřiny a plynu* (2017). Dostupné z: [http://www.ote-cr.cz/o-spolecnosti/soubory-vyrocní-zprava-ote/zoor\\_2017.pdf](http://www.ote-cr.cz/o-spolecnosti/soubory-vyrocní-zprava-ote/zoor_2017.pdf)
- Vlastní průzkum Solární asociace.
- Znalostní databáze EGÚ Brno, a. s.







[www.egubrno.cz](http://www.egubrno.cz)