

Zpráva – 2021-011-Z

Zprávu vydal:

Laboratoř diagnostiky fotovoltaických systémů
České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická – Katedra elektrotechnologie
Technická 2
166 27 Praha 6 - Dejvice
IČO: 68407700

Zákazník:

Státní fond životního prostředí ČR
IČO: 00020729
Kontaktní údaje: Olbrachtova 2006/9
140 00 Praha 4

Zakázka: 2021-02-23/01
Číslo DHČ: 13395 830 8302101C047
Počet stran: 22

Zprávu sepsal(a): Ing. Ladislava Černá, Ph.D.
Zprávu schválil(a): Ing. Pavel Hrzina, Ph.D.
Zprávu uvolnil(a): Ing. Ladislava Černá, Ph.D.

Datum vydání zprávy:

25/6/2021

Stránka 1 z 22

Jednotkové náklady – fotovoltaické systémy a akumulace

1 Metodika stanovení

Předpokládané jednotkové náklady vychází z dat dostupných v době zpracování tohoto dokumentu. Přestože diskutované systémy budou ve výstavbě (resp. budou uvedeny do provozu) až řádově za několik let, není možné počítat s poklesem cen technologií. Toto je způsobené faktem, že pokud má vzniknout v ČR relativně velké množství instalovaného výkonu z komponent vyšší střední třídy, tak tyto komponenty musí dodavatelé zajistit, tzn. moduly instalované za tři roky, se kupují za současnou cenu – tzv. zasmluvněná cena. Tzn. cena je dána okamžikem objednání, nikoliv datem skutečné platby.

Z důvodu probíhající pandemie COVID-19 a také záplavám v Číně, která je majoritním hráčem na trhu s klíčovými komponenty fotovoltaických systémů (včetně akumulace), jsou ceny komponent víceméně neměnné od roku 2020. Studie reflektující konec roku 2019 a rok 2020 jsou tudíž také brány v potaz.

Náklady vychází z těchto studií:

- World Energy Outlook 2020 – vydavatel IEA
- Studie NREL – Q4 2019 + Q1 2020 – Solar Industry Update
- Studie Lazard - LAZARD'S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS—VERSION 14.0
- Studie Lazard - Lazard's Levelized Cost of Storage Analysis v6.0
- Studie IRENA - Renewable Power Generation Costs in 2019
- NREL analýzy CAPEX
- World Bank studie - FLOATING SOLAR MARKET REPORT (2018)
- Analýzy dat z předregistračních žádostí
- MONGIRD, Kendall, Vilayanur VISWANATHAN, Patrick BALDUCCI, Jan ALAM, Vanshika FOTEDAR, Vladimír KORITAROV a Boualem HADJERIOUA, 2020. An Evaluation of Energy Storage Cost and Performance Characteristics. *Energies* [online]. 13(13). ISSN 1996-1073. Dostupné z: doi:10.3390/en13133307
- SCHINDELE, Stephan, Maximilian TROMMSDORFF, Albert SCHLAAK, et al., 2020. Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications. *Applied Energy* [online]. 265. ISSN 03062619. Dostupné z: doi:10.1016/j.apenergy.2020.114737
- Konzultací s dodavateli a investory

a údajů na stránkách:

- <https://www.energysage.com/solar/solar-energy-storage/what-do-solar-batteries-cost/>
- <https://www.pv-magazine.com/2020/10/07/floating-solar-nearing-price-parity-with-land-based-us-solar/>

2 Porovnání nákladů

	IEA	NREL	Lazard		IRENA	World Bank	Internet		Schin dele	Mongi rd	Mod Fond	Konzultace		Stanovené náklady - očekávané	Stanovené náklady - maximální
	CAPEX (Kč/kWp)														
střešní systémy (>100 kW _p , < 1 MW _p)	0	59 701	55 626	0	36 261	0	0	0	0	0	21 425	23 000	0	23 000	25 500
střešní systémy (> 1 MW _p)	0	37 892	35 248	0	24 894	0	0	0	0	0	20 000	22 000	0	22 000	24 500
pozemní systémy (<1 MW _p)											22 500			22 500	25 000
pozemní systémy (>1 MW _p)	18 505	20 708	18 175	0	19 805	0	0	0	19 586	0	20 000	20 000	21 000	20 000	22 000
Agrofotovoltaika	0	0	0	0	0	0	0	0	33 911	0	24 737	0	0	25 000	37 500
plovoucí fotovoltaika	0	0	0	0	0	25 114	22 977	0	0	0	25 714	0	0	25 000	27 500
baterie menší (stovky kWh)	0	0	7 711	18 351	0	0	17 624	28 639	0	0	0	0	0	20 000	22 000
baterie střední (jednotky MWh)	0	0	7 028	12 667	0	0	0	0	0	10 332	18 000	12 000	21 500	19 000	21 000
baterie větší (desítky - stovky MWh)	8 261	0	3 987	10 464	0	0	0	0	0	0	0	10 000	20 000	18 000	20 000

Tabulka 1: Náklady na jednotku výkonu – Kč/kW_p pro fotovoltaiku, Kč/kWh pro jmenovitou kapacitu bateriového úložiště. Údaje ze zahraničních zdrojů jsou přepočítány z USD na Kč kurzem 1 USD = 22,03 Kč.

2.1 Komentář ke stanoveným nákladům

U menších střešních systémů je ve studiích patrná velká variabilita nákladů, která je způsobená pravděpodobně započítáním systémů s odlišnou konstrukcí (různé technologie včetně BIPV). Z tohoto důvodu lze očekávat nižší náklady, než které ukazují zahraniční studie. Data získaná z předrealizační výzvy ukazují na náklady okolo 21 500 Kč/kW_p. Tyto náklady však vychází z údajů zaslaných také uchazeči z části 10c, kteří budou mít zcela jiné postavení oproti běžným instalačním firmám, které se víceméně specializují pouze na střešní systémy. Z okruhu non10c uchazečů lze tudíž očekávat vyšší náklady, cca 23 000 Kč/kW_p.

U větších střešních systémů je již situace vyrovnanější a lze očekávat výdaje mírně nižší, cca 22 000 Kč/kW_p.

Pozemní systémy do 1 MW_p nelze porovnávat se zahraničními studiemi, protože takto malé systémy se jako pozemní systémy objevují méně často. Ani v ČR nelze očekávat, že by tyto systémy stavěli uchazeči ze skupiny 10c, tudíž i náklady jsou vyšší, jelikož budou realizovány převážně menšími instalačními firmami. Lze tedy očekávat náklady srovnatelné se střešními instalacemi, cca 22 500 Kč/kW_p.

Větší pozemní systémy jsou trendem současných instalací. To je patrné i z porovnání údajů ze studií a z předrealizační výzvy, které se víceméně potkávají. Lze očekávat náklady okolo 20 000 Kč/kW_p. Mírně vyšší náklady (podle průzkumů cca 21 000 Kč/kW_p) budou u největších systémů (náklady na přípojku, transformátor, vedení, apod.).

Speciální skupinu tvoří agrofotovoltaika, se kterou v ČR prakticky nejsou zkušenosti. Agrofotovoltaiku lze chápat jako systém instalovaný na pozemcích patřících do zemědělského půdního fondu (ZPF), které budou i nadále sloužit pro zemědělskou výrobu, aniž by ze ZPF byly vyjmuty (tzn. nejedná se o instalace semitransparentních modulů např. na skleníku – skleník = budova). Agrofotovoltaiku lze rozdělit na dvě základní skupiny – svislé řady modulů a vyvýšené konstrukce – viz následující foto.



Vertikální agrivoltaika (Next2Sun GmbH)



Vyvýšené konstrukce

(https://www.laborelec.com/wp-content/uploads/2020/06/Fraunhofer_ISE.png)

V prvním případě lze očekávat náklady okolo 25 000 Kč/kW_p. Tento způsob bude pravděpodobně upřednostněn, ačkoli výnosy z fotovoltaiky jsou pak v porovnání s druhou variantou nižší (zhruba o třetinu), a to s ohledem na investiční náklady (CAPEX). U druhé varianty jsou investiční náklady oproti

běžné fotovoltaice vyšší zhruba o 50 %. Z tohoto důvodu je vhodné umožnit (alespoň v budoucnu) dotovat i tyto systémy – vyšší max. možné jednotkové náklady.

Plovoucí fotovoltaika má proti pozemním systémům nižší provozní náklady a mírně vyšší výnosy (chladnější moduly díky instalaci na vodní ploše). Z hlediska CAPEX jsou tyto systémy dražší o 15 % oproti klasickým systémům. Vzhledem k tomu, že se bude jednat o pilotní projekty, lze očekávat spíše vyšší náklady, tzn. cca 25 000 Kč/kW_p.

Cena za akumulaci je značně variabilní. Kromě ceny samotných baterií je nutné započítat řadu dalších komponent (měnič, BMS, rozvodnu, řídicí systém apod.). Dalším aspektem je samotná velikost systému, která celou situaci komplikuje. U bateriových úložišť jsou poměrně vysoké fixní náklady. Vzhledem k tomu, že lze dle předrealizační výzvy očekávat spíše baterie v řádu stovek kWh až jednotek MWh, budou se i náklady na akumulaci pohybovat okolo 19 000 Kč/kWh.

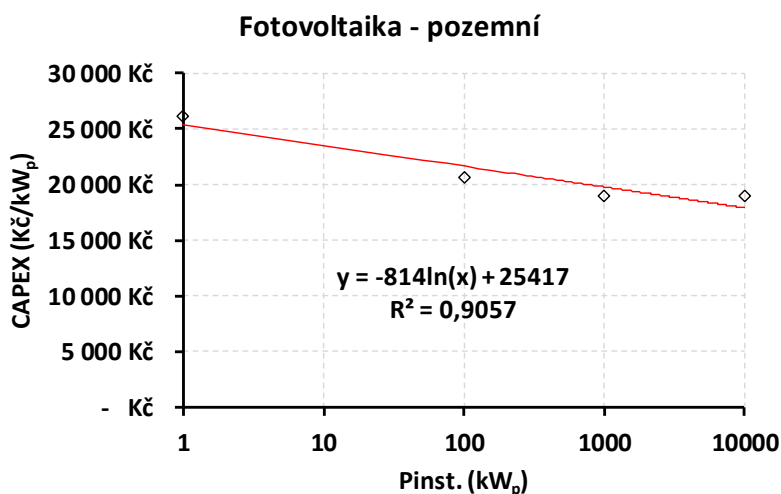
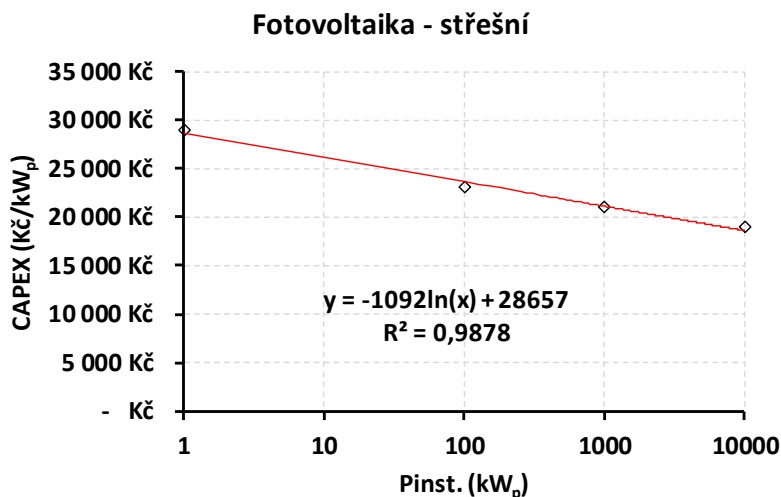
3 Jednotkové náklady pro systémy do 1 MW_p

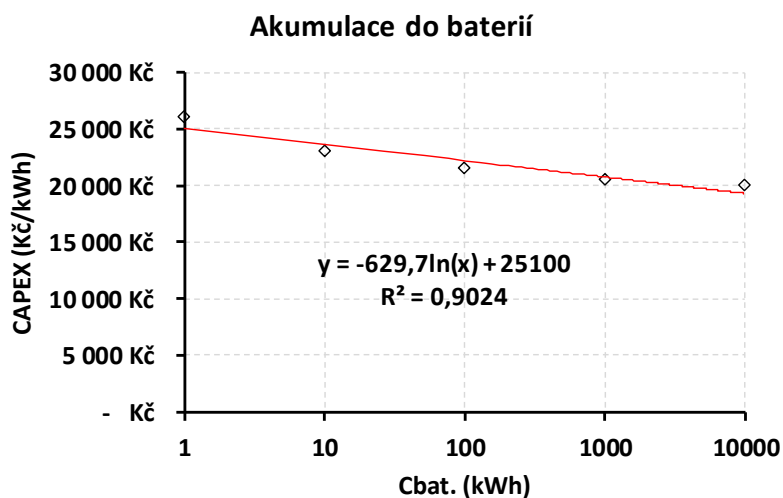
Uvažované míry podpory:

- Střešní a pozemní systémy do 1 MW_p bez akumulace – 35 % nákladů na systém (uznatelné výdaje nepočítají referenční variantu, resp. uvažují jako nulovou)
- Střešní a pozemní systémy s akumulací – 50 % nákladů na akumulaci a 35 % na PV systém (uznatelné výdaje nepočítají referenční variantu, resp. uvažují jako nulovou)
- Agrofotovoltaika a plovoucí fotovoltaika – 50 % uznatelných výdajů očištěných o referenční variantu.

3.1 Nákladové funkce pro pozemní a střešní FVE a akumulaci

Z předpokládaných výdajů a průzkumu trhu byly stanoveny křivky závislosti výše nákladů na instalovaném výkonu, resp. kapacitě.





3.2 Náklady na plovoucí fotovoltaiku a agrofotovoltaiku

Z důvodu vysoké variability nákladů nelze stanovit nákladové funkce (většina existujících instalací funguje víceméně jako pilotní projekty). Z dostupných dat lze očekávat dále uvedené náklady.

Plovoucí fotovoltaika – 27 500 Kč/kWp

Agrofotovoltaika

- Vertikální konstrukce – 25 000 Kč/kW_p
- Vyvýšená konstrukce – 37 500 Kč/kW_p

3.2.1 Jednotková podpora u střešních a pozemních systémů do 1 MW_p bez akumulace

Jednotková podpora (zaokrouhlená na desítky) je vypočítávána dle vzorců v grafech. Příklady výsledků jsou patrné níže v tabulkách. Výpočet neuvažuje referenční variantu, neboť podpora nepřesáhne 50 % dle GBER, tudíž není nutné ji uvažovat (výše odečítané alternativní investice je proti předpokládanému nákladu řádově nižší).

$$\text{Jednotková podpora} = 0,35 \cdot (-1\,092 \cdot \ln(P_{\text{inst.}}) + 28\,657)$$

Podpora - fotovoltaika bez aku - střešní			
Pinst. (kW _p)	Cena systému	Míra podpory	Jednotková podpora (Kč/kW _p)
1	28 657 Kč	35,0%	10 030 Kč
10	26 143 Kč	35,0%	9 150 Kč
20	25 386 Kč	35,0%	8 880 Kč
30	24 943 Kč	35,0%	8 730 Kč
40	24 629 Kč	35,0%	8 620 Kč
50	24 385 Kč	35,0%	8 530 Kč
60	24 186 Kč	35,0%	8 470 Kč
70	24 018 Kč	35,0%	8 410 Kč
80	23 872 Kč	35,0%	8 360 Kč
90	23 743 Kč	35,0%	8 310 Kč
100	23 628 Kč	35,0%	8 270 Kč
200	22 871 Kč	35,0%	8 000 Kč
300	22 428 Kč	35,0%	7 850 Kč
400	22 114 Kč	35,0%	7 740 Kč
500	21 871 Kč	35,0%	7 650 Kč
600	21 672 Kč	35,0%	7 590 Kč
700	21 503 Kč	35,0%	7 530 Kč
800	21 357 Kč	35,0%	7 480 Kč
900	21 229 Kč	35,0%	7 430 Kč
1000	21 114 Kč	35,0%	7 390 Kč

$$\text{Jednotková podpora} = 0,35 \cdot (-814 \cdot \ln(P_{\text{inst.}}) + 25\,417)$$

Podpora - fotovoltaika bez aku - pozemní			
Pinst. (kW _p)	Cena systému	Míra podpory	Jednotková podpora (Kč/kW _p)
1	25 417 Kč	35,0%	8 900 Kč
10	23 543 Kč	35,0%	8 240 Kč
20	22 978 Kč	35,0%	8 040 Kč
30	22 648 Kč	35,0%	7 930 Kč
40	22 414 Kč	35,0%	7 840 Kč
50	22 233 Kč	35,0%	7 780 Kč
60	22 084 Kč	35,0%	7 730 Kč
70	21 959 Kč	35,0%	7 690 Kč
80	21 850 Kč	35,0%	7 650 Kč
90	21 754 Kč	35,0%	7 610 Kč
100	21 668 Kč	35,0%	7 580 Kč
200	21 104 Kč	35,0%	7 390 Kč
300	20 774 Kč	35,0%	7 270 Kč
400	20 540 Kč	35,0%	7 190 Kč
500	20 358 Kč	35,0%	7 130 Kč
600	20 210 Kč	35,0%	7 070 Kč
700	20 084 Kč	35,0%	7 030 Kč
800	19 976 Kč	35,0%	6 990 Kč
900	19 880 Kč	35,0%	6 960 Kč
1000	19 794 Kč	35,0%	6 930 Kč

3.2.2 Systémy s akumulací

Systémy s akumulací jsou kalkulovány obdobným způsobem jako pozemní a střešní systémy bez akumulace.

Agrofotovoltaika s akumulací (50 % způsobilých výdajů)

$$\text{Jednotková podpora} = 0,5 \cdot (11\,870 + (-629,7 \cdot \ln(C_{bat.}) + 25\,100))$$

Plovoucí systémy s akumulací (50 % způsobilých výdajů)

$$\text{Jednotková podpora} = 0,5 \cdot (13\,120 + (-629,7 \cdot \ln(C_{bat.}) + 25\,100))$$

Níže jsou uvedeny příklady výpočtu pro systémy s akumulací pro střešní a pozemní FVE. U těchto systémů není uvažována referenční varianta, neboť podpora nepřesáhne 50 % dle GBER, tudíž není nutné ji uvažovat (výše odečítané alternativní investice je proti předpokládanému nákladu řádově nižší).

Střešní systémy s akumulací - výpočet:

$$\text{Jednotková podpora} = 0,35 \cdot (-1\,092 \cdot \ln(P_{inst.}) + 28\,657) + 0,5 \cdot (-629,7 \cdot \ln(C_{bat.}) + 25\,100)$$

Podpora s aku - střešní systémy			
P _{inst.} (kW _p)	C (kWh)	Náklad na systém (Kč/systém)	Jednotková podpora (Kč/systém)
1	0,1	31 312 Kč	11 360 Kč
1	0,2	33 880 Kč	12 640 Kč
1	0,3	36 414 Kč	13 910 Kč
1	0,4	38 928 Kč	15 170 Kč
1	0,5	41 425 Kč	16 410 Kč
1	0,6	43 910 Kč	17 660 Kč
1	0,7	46 384 Kč	18 890 Kč
1	0,8	48 849 Kč	20 130 Kč
1	0,9	51 307 Kč	21 350 Kč
1	1	53 757 Kč	22 580 Kč
10	1	286 526 Kč	104 050 Kč
10	2	310 753 Kč	116 160 Kč
10	3	334 650 Kč	128 110 Kč
10	4	358 334 Kč	139 950 Kč
10	5	381 858 Kč	151 720 Kč
10	6	405 256 Kč	163 410 Kč
10	7	428 548 Kč	175 060 Kč
10	8	451 750 Kč	186 660 Kč
10	9	474 873 Kč	198 220 Kč
10	10	497 926 Kč	209 750 Kč
20	2	557 040 Kč	202 360 Kč

Podpora s aku - střešní systémy			
P _{inst.} (kW _p)	C (kWh)	Náklad na systém (Kč/systém)	Jednotková podpora (Kč/systém)
20	4	604 621 Kč	226 150 Kč
20	6	651 544 Kč	249 610 Kč
20	8	698 038 Kč	272 860 Kč
20	10	744 214 Kč	295 950 Kč
20	12	790 136 Kč	318 910 Kč
20	14	835 848 Kč	341 770 Kč
20	16	881 379 Kč	364 530 Kč
20	18	926 752 Kč	387 220 Kč
20	20	971 985 Kč	409 840 Kč
30	3	821 511 Kč	298 510 Kč
30	6	892 117 Kč	333 820 Kč
30	9	961 734 Kč	368 620 Kč
30	12	1 030 710 Kč	403 110 Kč
30	15	1 099 208 Kč	437 360 Kč
30	18	1 167 326 Kč	471 420 Kč
30	21	1 235 127 Kč	505 320 Kč
30	24	1 302 657 Kč	539 090 Kč
30	27	1 369 951 Kč	572 730 Kč
30	30	1 437 035 Kč	606 270 Kč
40	4	1 082 058 Kč	393 260 Kč
40	8	1 175 474 Kč	439 960 Kč
40	12	1 267 573 Kč	486 010 Kč
40	16	1 358 815 Kč	531 640 Kč
40	20	1 449 421 Kč	576 940 Kč
40	24	1 539 520 Kč	621 990 Kč
40	28	1 629 198 Kč	666 830 Kč
40	32	1 718 514 Kč	711 480 Kč
40	36	1 807 514 Kč	755 980 Kč
40	40	1 896 234 Kč	800 340 Kč
50	5	1 339 686 Kč	486 960 Kč
50	10	1 455 754 Kč	544 990 Kč
50	15	1 570 175 Kč	602 200 Kč
50	20	1 683 525 Kč	658 870 Kč
50	25	1 796 080 Kč	715 150 Kč
50	30	1 908 002 Kč	771 110 Kč
50	35	2 019 395 Kč	826 810 Kč
50	40	2 130 338 Kč	882 280 Kč
50	45	2 240 886 Kč	937 550 Kč

Podpora s aku - střešní systémy			
P _{inst.} (kW _p)	C (kWh)	Náklad na systém (Kč/systém)	Jednotková podpora (Kč/systém)
50	50	2 351 083 Kč	992 650 Kč
60	6	1 594 989 Kč	579 820 Kč
60	12	1 733 582 Kč	649 120 Kč
60	18	1 870 197 Kč	717 420 Kč
60	24	2 005 529 Kč	785 090 Kč
60	30	2 139 907 Kč	852 280 Kč
60	36	2 273 523 Kč	919 090 Kč
60	42	2 406 507 Kč	985 580 Kč
60	48	2 538 949 Kč	1 051 800 Kč
60	54	2 670 918 Kč	1 117 790 Kč
60	60	2 802 466 Kč	1 183 560 Kč
70	7	1 848 358 Kč	671 990 Kč
70	14	2 009 370 Kč	752 500 Kč
70	21	2 168 075 Kč	831 850 Kč
70	28	2 325 283 Kč	910 460 Kč
70	35	2 481 377 Kč	988 500 Kč
70	42	2 636 583 Kč	1 066 110 Kč
70	49	2 791 052 Kč	1 143 340 Kč
70	56	2 944 888 Kč	1 220 260 Kč
70	63	3 098 172 Kč	1 296 900 Kč
70	70	3 250 966 Kč	1 373 300 Kč
70	7	1 848 358 Kč	671 990 Kč
80	16	2 283 412 Kč	855 240 Kč
80	24	2 464 117 Kč	945 600 Kč
80	32	2 643 110 Kč	1 035 090 Kč
80	40	2 820 831 Kč	1 123 950 Kč
80	48	2 997 537 Kč	1 212 310 Kč
80	56	3 173 399 Kč	1 300 240 Kč
80	64	3 348 540 Kč	1 387 810 Kč
80	72	3 523 049 Kč	1 475 060 Kč
80	80	3 696 997 Kč	1 562 040 Kč
90	9	2 350 336 Kč	854 630 Kč
90	18	2 555 927 Kč	957 430 Kč
90	27	2 758 553 Kč	1 058 740 Kč
90	36	2 959 253 Kč	1 159 090 Kč
90	45	3 158 521 Kč	1 258 730 Kč
90	54	3 356 648 Kč	1 357 790 Kč
90	63	3 553 826 Kč	1 456 380 Kč

Podpora s aku - střešní systémy			
Pinst. (kW _p)	C (kWh)	Náklad na systém (Kč/systém)	Jednotková podpora (Kč/systém)
90	72	3 750 192 Kč	1 554 560 Kč
90	81	3 945 847 Kč	1 652 390 Kč
90	90	4 140 871 Kč	1 749 900 Kč
100	10	2 599 316 Kč	945 240 Kč
100	20	2 827 087 Kč	1 059 120 Kč
100	30	3 051 563 Kč	1 171 360 Kč
100	40	3 273 900 Kč	1 282 530 Kč
100	50	3 494 645 Kč	1 392 900 Kč
100	60	3 714 123 Kč	1 502 640 Kč
100	70	3 932 546 Kč	1 611 850 Kč
100	80	4 150 066 Kč	1 720 610 Kč
100	90	4 366 798 Kč	1 828 980 Kč
100	100	4 582 828 Kč	1 936 990 Kč
200	20	5 038 519 Kč	1 833 120 Kč
200	40	5 485 332 Kč	2 056 530 Kč
200	60	5 925 555 Kč	2 276 640 Kč
200	80	6 361 499 Kč	2 494 610 Kč
200	100	6 794 260 Kč	2 710 990 Kč
200	120	7 224 485 Kč	2 926 110 Kč
200	140	7 652 602 Kč	3 140 160 Kč
200	160	8 078 914 Kč	3 353 320 Kč
200	180	8 503 647 Kč	3 565 690 Kč
200	200	8 926 977 Kč	3 777 350 Kč
300	30	7 417 289 Kč	2 699 360 Kč
300	60	8 079 848 Kč	3 030 640 Kč
300	90	8 732 523 Kč	3 356 980 Kč
300	120	9 378 779 Kč	3 680 110 Kč
300	150	10 020 261 Kč	4 000 850 Kč
300	180	10 657 940 Kč	4 319 690 Kč
300	210	11 292 455 Kč	4 636 950 Kč
300	240	11 924 263 Kč	4 952 850 Kč
300	270	12 553 703 Kč	5 267 570 Kč
300	300	13 181 039 Kč	5 581 240 Kč
400	40	9 756 813 Kč	3 551 550 Kč
400	80	10 632 979 Kč	3 989 630 Kč
400	120	11 495 966 Kč	4 421 120 Kč
400	160	12 350 394 Kč	4 848 340 Kč
400	200	13 198 458 Kč	5 272 370 Kč

Podpora s aku - střešní systémy			
P _{inst.} (kW _p)	C (kWh)	Náklad na systém (Kč/systém)	Jednotková podpora (Kč/systém)
400	240	14 041 450 Kč	5 693 870 Kč
400	280	14 880 225 Kč	6 113 250 Kč
400	320	15 715 389 Kč	6 530 840 Kč
400	360	16 547 396 Kč	6 946 840 Kč
400	400	17 376 598 Kč	7 361 440 Kč
500	50	12 067 154 Kč	4 393 280 Kč
500	100	13 155 336 Kč	4 937 370 Kč
500	150	14 227 044 Kč	5 473 220 Kč
500	200	15 288 054 Kč	6 003 730 Kč
500	250	16 341 108 Kč	6 530 260 Kč
500	300	17 387 822 Kč	7 053 610 Kč
500	350	18 429 265 Kč	7 574 330 Kč
500	400	19 466 194 Kč	8 092 800 Kč
500	450	20 499 177 Kč	8 609 290 Kč
500	500	21 528 655 Kč	9 124 030 Kč
600	60	14 354 239 Kč	5 226 680 Kč
600	120	15 653 170 Kč	5 876 150 Kč
600	180	16 932 331 Kč	6 515 730 Kč
600	240	18 198 654 Kč	7 148 890 Kč
600	300	19 455 430 Kč	7 777 280 Kč
600	360	20 704 599 Kč	8 401 860 Kč
600	420	21 947 441 Kč	9 023 280 Kč
600	480	23 184 868 Kč	9 641 990 Kč
600	540	24 417 559 Kč	10 258 340 Kč
600	600	25 646 044 Kč	10 872 580 Kč
700	70	16 621 985 Kč	6 053 150 Kč
700	140	18 130 609 Kč	6 807 470 Kč
700	210	19 616 169 Kč	7 550 250 Kč
700	280	21 086 751 Kč	8 285 540 Kč
700	350	22 546 195 Kč	9 015 260 Kč
700	420	23 996 764 Kč	9 740 540 Kč
700	490	25 439 952 Kč	10 462 140 Kč
700	560	26 876 821 Kč	11 180 570 Kč
700	630	28 308 166 Kč	11 896 240 Kč
700	700	29 734 603 Kč	12 609 460 Kč
800	80	18 873 174 Kč	6 873 700 Kč
800	160	20 590 589 Kč	7 732 410 Kč
800	240	22 281 645 Kč	8 577 930 Kč

Podpora s aku - střešní systémy			
P _{inst.} (kW _p)	C (kWh)	Náklad na systém (Kč/systém)	Jednotková podpora (Kč/systém)
800	320	23 955 583 Kč	9 414 900 Kč
800	400	25 616 793 Kč	10 245 510 Kč
800	480	27 267 859 Kč	11 071 040 Kč
800	560	28 910 490 Kč	11 892 360 Kč
800	640	30 545 900 Kč	12 710 060 Kč
800	720	32 174 996 Kč	13 524 610 Kč
800	800	33 798 483 Kč	14 336 350 Kč
900	90	21 109 889 Kč	7 689 060 Kč
900	180	23 035 306 Kč	8 651 770 Kč
900	270	24 931 068 Kč	9 599 650 Kč
900	360	26 807 574 Kč	10 537 900 Kč
900	450	28 669 759 Kč	11 468 990 Kč
900	540	30 520 534 Kč	12 394 380 Kč
900	630	32 361 818 Kč	13 315 020 Kč
900	720	34 194 979 Kč	14 231 600 Kč
900	810	36 021 037 Kč	15 144 630 Kč
900	900	37 840 785 Kč	16 054 510 Kč
1000	100	23 333 744 Kč	8 499 810 Kč
1000	200	25 466 461 Kč	9 566 170 Kč
1000	300	27 566 230 Kč	10 616 060 Kč
1000	400	29 644 601 Kč	11 655 240 Kč
1000	500	31 707 062 Kč	12 686 470 Kč
1000	600	33 756 843 Kč	13 711 360 Kč
1000	700	35 796 081 Kč	14 730 980 Kč
1000	800	37 826 291 Kč	15 746 090 Kč
1000	900	39 848 610 Kč	16 757 250 Kč
1000	1000	41 863 918 Kč	17 764 900 Kč

Pozemní systémy s akumulací - výpočet:

$$Jednotková\ podpora = 0,35 \cdot (-814 \cdot \ln(P_{inst.}) + 25\,417) + 0,5 \cdot (-629,7 \cdot \ln(C_{bat.}) + 25\,100)$$

Podpora s aku - pozemní systémy			
P _{inst.} (kW _p)	C (kWh)	Náklad na systém (Kč/systém)	Jednotková podpora (Kč/systém)
1	0,1	28 072 Kč	10 220 Kč
1	0,2	30 640 Kč	11 510 Kč
1	0,3	33 174 Kč	12 770 Kč
1	0,4	35 688 Kč	14 030 Kč
1	0,5	38 185 Kč	15 280 Kč
1	0,6	40 670 Kč	16 520 Kč
1	0,7	43 144 Kč	17 760 Kč
1	0,8	45 609 Kč	18 990 Kč
1	0,9	48 067 Kč	20 220 Kč
1	1	50 517 Kč	21 450 Kč
10	1	260 527 Kč	94 950 Kč
10	2	284 754 Kč	107 060 Kč
10	3	308 652 Kč	119 010 Kč
10	4	332 335 Kč	130 850 Kč
10	5	355 860 Kč	142 620 Kč
10	6	379 257 Kč	154 310 Kč
10	7	402 550 Kč	165 960 Kč
10	8	425 752 Kč	177 560 Kč
10	9	448 875 Kč	189 120 Kč
10	10	471 928 Kč	200 650 Kč
20	2	508 897 Kč	185 510 Kč
20	4	556 478 Kč	209 300 Kč
20	6	603 400 Kč	232 760 Kč
20	8	649 894 Kč	256 010 Kč
20	10	696 070 Kč	279 100 Kč
20	12	741 993 Kč	302 060 Kč
20	14	787 704 Kč	324 920 Kč
20	16	833 235 Kč	347 680 Kč
20	18	878 608 Kč	370 370 Kč
20	20	923 841 Kč	392 990 Kč
30	3	752 677 Kč	274 420 Kč
30	6	823 283 Kč	309 720 Kč
30	9	892 900 Kč	344 530 Kč
30	12	961 876 Kč	379 020 Kč
30	15	1 030 374 Kč	413 270 Kč

Podpora s aku - pozemní systémy			
Pinst. (kW _p)	C (kWh)	Náklad na systém (Kč/systém)	Jednotková podpora (Kč/systém)
30	18	1 098 492 Kč	447 330 Kč
30	21	1 166 293 Kč	481 230 Kč
30	24	1 233 823 Kč	514 990 Kč
30	27	1 301 117 Kč	548 640 Kč
30	30	1 368 201 Kč	582 180 Kč
40	4	993 478 Kč	362 250 Kč
40	8	1 086 895 Kč	408 960 Kč
40	12	1 178 993 Kč	455 010 Kč
40	16	1 270 236 Kč	500 630 Kč
40	20	1 360 842 Kč	545 940 Kč
40	24	1 450 941 Kč	590 980 Kč
40	28	1 540 618 Kč	635 820 Kč
40	32	1 629 934 Kč	680 480 Kč
40	36	1 718 935 Kč	724 980 Kč
40	40	1 807 655 Kč	769 340 Kč
50	5	1 232 063 Kč	449 290 Kč
50	10	1 348 131 Kč	507 320 Kč
50	15	1 462 552 Kč	564 530 Kč
50	20	1 575 902 Kč	621 210 Kč
50	25	1 688 458 Kč	677 480 Kč
50	30	1 800 379 Kč	733 440 Kč
50	35	1 911 773 Kč	789 140 Kč
50	40	2 022 715 Kč	844 610 Kč
50	45	2 133 263 Kč	899 890 Kč
50	50	2 243 461 Kč	954 990 Kč
60	6	1 468 883 Kč	535 680 Kč
60	12	1 607 475 Kč	604 980 Kč
60	18	1 744 091 Kč	673 290 Kč
60	24	1 879 423 Kč	740 950 Kč
60	30	2 013 800 Kč	808 140 Kč
60	36	2 147 417 Kč	874 950 Kč
60	42	2 280 401 Kč	941 440 Kč
60	48	2 412 843 Kč	1 007 660 Kč
60	54	2 544 812 Kč	1 073 650 Kč
60	60	2 676 360 Kč	1 139 420 Kč
70	7	1 704 233 Kč	621 550 Kč
70	14	1 865 245 Kč	702 060 Kč
70	21	2 023 951 Kč	781 410 Kč

Podpora s aku - pozemní systémy			
P _{inst.} (kW _p)	C (kWh)	Náklad na systém (Kč/systém)	Jednotková podpora (Kč/systém)
70	28	2 181 159 Kč	860 010 Kč
70	35	2 337 253 Kč	938 060 Kč
70	42	2 492 459 Kč	1 015 660 Kč
70	49	2 646 927 Kč	1 092 900 Kč
70	56	2 800 764 Kč	1 169 820 Kč
70	63	2 954 048 Kč	1 246 460 Kč
70	70	3 106 841 Kč	1 322 850 Kč
70	7	1 704 233 Kč	621 550 Kč
80	16	2 121 668 Kč	798 630 Kč
80	24	2 302 373 Kč	888 990 Kč
80	32	2 481 366 Kč	978 480 Kč
80	40	2 659 087 Kč	1 067 340 Kč
80	48	2 835 793 Kč	1 155 700 Kč
80	56	3 011 656 Kč	1 243 630 Kč
80	64	3 186 796 Kč	1 331 200 Kč
80	72	3 361 305 Kč	1 418 450 Kč
80	80	3 535 253 Kč	1 505 430 Kč
90	9	2 171 322 Kč	791 980 Kč
90	18	2 376 913 Kč	894 780 Kč
90	27	2 579 538 Kč	996 090 Kč
90	36	2 780 238 Kč	1 096 440 Kč
90	45	2 979 506 Kč	1 196 070 Kč
90	54	3 177 633 Kč	1 295 140 Kč
90	63	3 374 811 Kč	1 393 720 Kč
90	72	3 571 177 Kč	1 491 910 Kč
90	81	3 766 832 Kč	1 589 730 Kč
90	90	3 961 856 Kč	1 687 250 Kč
100	10	2 403 340 Kč	876 640 Kč
100	20	2 631 111 Kč	990 530 Kč
100	30	2 855 587 Kč	1 102 770 Kč
100	40	3 077 924 Kč	1 213 940 Kč
100	50	3 298 669 Kč	1 324 310 Kč
100	60	3 518 147 Kč	1 434 050 Kč
100	70	3 736 570 Kč	1 543 260 Kč
100	80	3 954 090 Kč	1 652 020 Kč
100	90	4 170 821 Kč	1 760 380 Kč
100	100	4 386 852 Kč	1 868 400 Kč
200	20	4 685 106 Kč	1 709 430 Kč

Podpora s aku - pozemní systémy			
P _{inst.} (kW _p)	C (kWh)	Náklad na systém (Kč/systém)	Jednotková podpora (Kč/systém)
200	40	5 131 918 Kč	1 932 830 Kč
200	60	5 572 141 Kč	2 152 950 Kč
200	80	6 008 085 Kč	2 370 920 Kč
200	100	6 440 846 Kč	2 587 300 Kč
200	120	6 871 072 Kč	2 802 410 Kč
200	140	7 299 189 Kč	3 016 470 Kč
200	160	7 725 500 Kč	3 229 620 Kč
200	180	8 150 233 Kč	3 441 990 Kč
200	200	8 573 564 Kč	3 653 660 Kč
300	30	6 920 984 Kč	2 525 660 Kč
300	60	7 583 544 Kč	2 856 940 Kč
300	90	8 236 219 Kč	3 183 270 Kč
300	120	8 882 474 Kč	3 506 400 Kč
300	150	9 523 957 Kč	3 827 140 Kč
300	180	10 161 635 Kč	4 145 980 Kč
300	210	10 796 151 Kč	4 463 240 Kč
300	240	11 427 958 Kč	4 779 140 Kč
300	270	12 057 398 Kč	5 093 860 Kč
300	300	12 684 735 Kč	5 407 530 Kč
400	40	9 127 064 Kč	3 331 130 Kč
400	80	10 003 230 Kč	3 769 220 Kč
400	120	10 866 217 Kč	4 200 710 Kč
400	160	11 720 645 Kč	4 627 930 Kč
400	200	12 568 709 Kč	5 051 960 Kč
400	240	13 411 701 Kč	5 473 450 Kč
400	280	14 250 476 Kč	5 892 840 Kč
400	320	15 085 639 Kč	6 310 420 Kč
400	360	15 917 646 Kč	6 726 430 Kč
400	400	16 746 849 Kč	7 141 030 Kč
500	50	11 310 984 Kč	4 128 620 Kč
500	100	12 399 167 Kč	4 672 710 Kč
500	150	13 470 875 Kč	5 208 560 Kč
500	200	14 531 884 Kč	5 739 070 Kč
500	250	15 584 939 Kč	6 265 600 Kč
500	300	16 631 653 Kč	6 788 950 Kč
500	350	17 673 095 Kč	7 309 670 Kč
500	400	18 710 024 Kč	7 828 140 Kč
500	450	19 743 008 Kč	8 344 630 Kč

Podpora s aku - pozemní systémy			
P _{inst.} (kW _p)	C (kWh)	Náklad na systém (Kč/systém)	Jednotková podpora (Kč/systém)
500	500	20 772 485 Kč	8 859 370 Kč
600	60	13 477 247 Kč	4 919 730 Kč
600	120	14 776 178 Kč	5 569 200 Kč
600	180	16 055 339 Kč	6 208 780 Kč
600	240	17 321 662 Kč	6 841 940 Kč
600	300	18 578 438 Kč	7 470 330 Kč
600	360	19 827 607 Kč	8 094 910 Kč
600	420	21 070 449 Kč	8 716 330 Kč
600	480	22 307 876 Kč	9 335 050 Kč
600	540	23 540 567 Kč	9 951 390 Kč
600	600	24 769 052 Kč	10 565 630 Kč
700	70	15 628 825 Kč	5 705 550 Kč
700	140	17 137 449 Kč	6 459 860 Kč
700	210	18 623 009 Kč	7 202 640 Kč
700	280	20 093 591 Kč	7 937 930 Kč
700	350	21 553 035 Kč	8 667 650 Kč
700	420	23 003 604 Kč	9 392 940 Kč
700	490	24 446 792 Kč	10 114 530 Kč
700	560	25 883 661 Kč	10 832 970 Kč
700	630	27 315 006 Kč	11 548 640 Kč
700	700	28 741 444 Kč	12 261 860 Kč
800	80	17 767 832 Kč	6 486 830 Kč
800	160	19 485 247 Kč	7 345 540 Kč
800	240	21 176 303 Kč	8 191 060 Kč
800	320	22 850 241 Kč	9 028 030 Kč
800	400	24 511 451 Kč	9 858 640 Kč
800	480	26 162 517 Kč	10 684 170 Kč
800	560	27 805 148 Kč	11 505 490 Kč
800	640	29 440 557 Kč	12 323 190 Kč
800	720	31 069 654 Kč	13 137 740 Kč
800	800	32 693 141 Kč	13 949 480 Kč
900	90	19 895 848 Kč	7 264 140 Kč
900	180	21 821 265 Kč	8 226 850 Kč
900	270	23 717 027 Kč	9 174 730 Kč
900	360	25 593 533 Kč	10 112 990 Kč
900	450	27 455 719 Kč	11 044 080 Kč
900	540	29 306 493 Kč	11 969 470 Kč
900	630	31 147 778 Kč	12 890 110 Kč

Podpora s aku - pozemní systémy			
P _{inst.} (kW _p)	C (kWh)	Náklad na systém (Kč/systém)	Jednotková podpora (Kč/systém)
900	720	32 980 938 Kč	13 806 690 Kč
900	810	34 806 996 Kč	14 719 720 Kč
900	900	36 626 744 Kč	15 629 590 Kč
1000	100	22 014 100 Kč	8 037 940 Kč
1000	200	24 146 817 Kč	9 104 300 Kč
1000	300	26 246 586 Kč	10 154 180 Kč
1000	400	28 324 957 Kč	11 193 370 Kč
1000	500	30 387 418 Kč	12 224 600 Kč
1000	600	32 437 199 Kč	13 249 490 Kč
1000	700	34 476 437 Kč	14 269 110 Kč
1000	800	36 506 647 Kč	15 284 210 Kč
1000	900	38 528 966 Kč	16 295 370 Kč
1000	1000	40 544 274 Kč	17 303 020 Kč

3.3 Kalkulace alternativní investice

Kalkulace alternativní investice slouží k určení výše způsobilých výdajů projektu dle nařízení komise č. 651/2014, článku 41, bodu 6, písm. b):

"Ize-li náklady na investici do výroby energie z obnovitelných zdrojů určit na základě srovnání s podobnou investicí, která je méně šetrná k životnímu prostředí a která by byla pravděpodobně realizována, kdyby nedošlo k poskytnutí podpory, tento rozdíl mezi náklady na obě investice vymezuje náklady související s výrobou energie z obnovitelných zdrojů a představuje způsobilé náklady; "

Jelikož se jedná o omezení způsobilých výdajů na část výroby, je alternativní investice vztažena pouze k nákladům spojeným s výstavbou FVE bez uvažování akumulace.

Ke kalkulaci byly použity údaje z analýzy Lazard: <https://www.lazard.com/media/450337/lazard-levelized-cost-of-energy-version-110.pdf>, konkrétně hodnoty pro CAPEX a kapacitní faktor Diesel agregátu a CCG. Vzhledem k faktu, že alternativní investicí by byla realizována pouze nejlepší řešení, byly použity i odpovídající krajní hodnoty. Hodnoty byly zaokrouhleny na mil. Kč po přepočtu z USD na CZK.

	Units	Diesel Reciprocating Engine		Gas Combined Cycle	
Total Capital Cost ⁽¹⁾	\$/kW	\$500	- \$800	\$700	- \$1,300
Fixed O&M	\$/kW-yr	\$10.00		\$6.20	- \$5.50
Variable O&M	\$/MWh	\$10.00		\$3.50	- \$2.00
Heat Rate	Btu/kWh	9,500	- 10,000	6,133	- 6,900
Capacity Factor	%	95%	- 10%	80%	- 40%

Jako referenční varianta pro FVE do 1 MW_p je uvažován dieselagregát. Výroba fotovoltaického systému je uvažována jako 1 000 kWh/kW_p, se stárnutím 0,6% ročně. Příklad výpočtu pro systém s Pinst. 1 kW_p a skutečnými náklady na pořízení systému 20 000 Kč/kW_p.

Alternativní investice 0-1 MW _p - Diesel agregát	
CAPEX (Kč/1 MW)	11 000 000,00
CAPEX na ekv. instalovaný FVE výkon (Kč)	11 000,00
kapacitní faktor (%)	95,00
Roční výroba (MWh/rok/MW)	8 322,00
Výroba za 20 let (MWh/MW)	166 440,00
Výroba za 20 let - ekvivalentní instalovaný výkon k FVE (MWh)	166,44
Výroba za 20 let - FVE (MWh)	18,90
Alikvotní CAPEX vzhledem k fotovoltaice (Kč)	1 249,10
Neuznatelné výdaje (Kč/systém)	1 249,10 Kč