
Vývoj fotovoltaických systémů v ČR a nejčastější používané dotace

*Ing. Petr Maule, LL.M., MBA,
Česká fotovoltaická asociace, Ústav Fotovoltaiky a Elektromobility
doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.,
Vysoké učení technické v Brně, FEKT, Ústav elektrotechnologie*

4. 3. 2022



Obsah:

Představení ČFA

Trendy a vývoj fotovoltaiky

Vývoj účinnosti fotovoltaiky

Vývoj energetické návratnosti FVS

Cirkulární energetika, Czech Energiewende

Nejčastější používané fotovoltaické dotace

Závěrečné shrnutí



Představení ČFA



Česká fotovoltaická asociace z.s.

- Občanské sdružení fyzických a právnických osob
- Registrace: **10. června 2009** IČ: 26555581
- Více než 1 420 členů
- Jsme **nejstarší a největší** fotovoltaickou asociací ČR



Cílem činnosti sdružení je obecně prospěšná činnost spočívající v prosazování a rozvoji využívání fotovoltaické energie, jakožto obnovitelného přírodního a ekologického zdroje energie.

Česká fotovoltaická asociace z.s.

- Shromažďování a uchovávání odborných informací o fotovoltaické energii
- Poskytování a šíření odborných informací o fotovoltaické energii
- Pořádání odborných seminářů, školení a setkání
- Podpora a realizace výměny odborných informací
- Propagace myšlenky využívání fotovoltaické energie
- Aktivní snaha o zlepšování legislativního rámce využívání fotovoltaické energie
- Podpora členů při faktickém využívání fotovoltaické energie
- Zajišťování publikační činnosti v oboru fotovoltaiky
- Zastupování a prezentace sdružení na území České republiky a v zahraničí

Česká fotovoltaická asociace z.s.

- **Spolupráce s partnery**

- MPO, ČEPS, ČEZ, ERÚ, OTE, SEI, EGÚ, MŽP SFŽP, MMR, MŽP, ČVUT FEL, VUT FEKT, VOŠ a SPŠE Plzeň, CVV OZE, MF, Valentin software GmbH

- **Spolupracující asociace a zájmová uskupení**

- Asociace pro využití tepelných čerpadel (AVTČ)
- Svaz moderní energetiky (SME)
- Česká technologická platforma Smart Grid (Smart Grid)
- Klaster Bioplyn
- CZ Biom
- Unie soudních znalců (USZ)
- Asociace energetických manažerů (AEM)
- Cech aplikovaných fotovoltaických technologií (CAFT)
- Asociace elektrického sálavého vytápění (AESV)
- Teplárenské sdružení ČR
- COGEN Czech, spolek pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla

- **Partnerství, záštita veletrhů a konferencí**

- Ampér, Střechy a Solar Praha, For Arch, Moderní vytápění, Fotonvoltaické Fórum

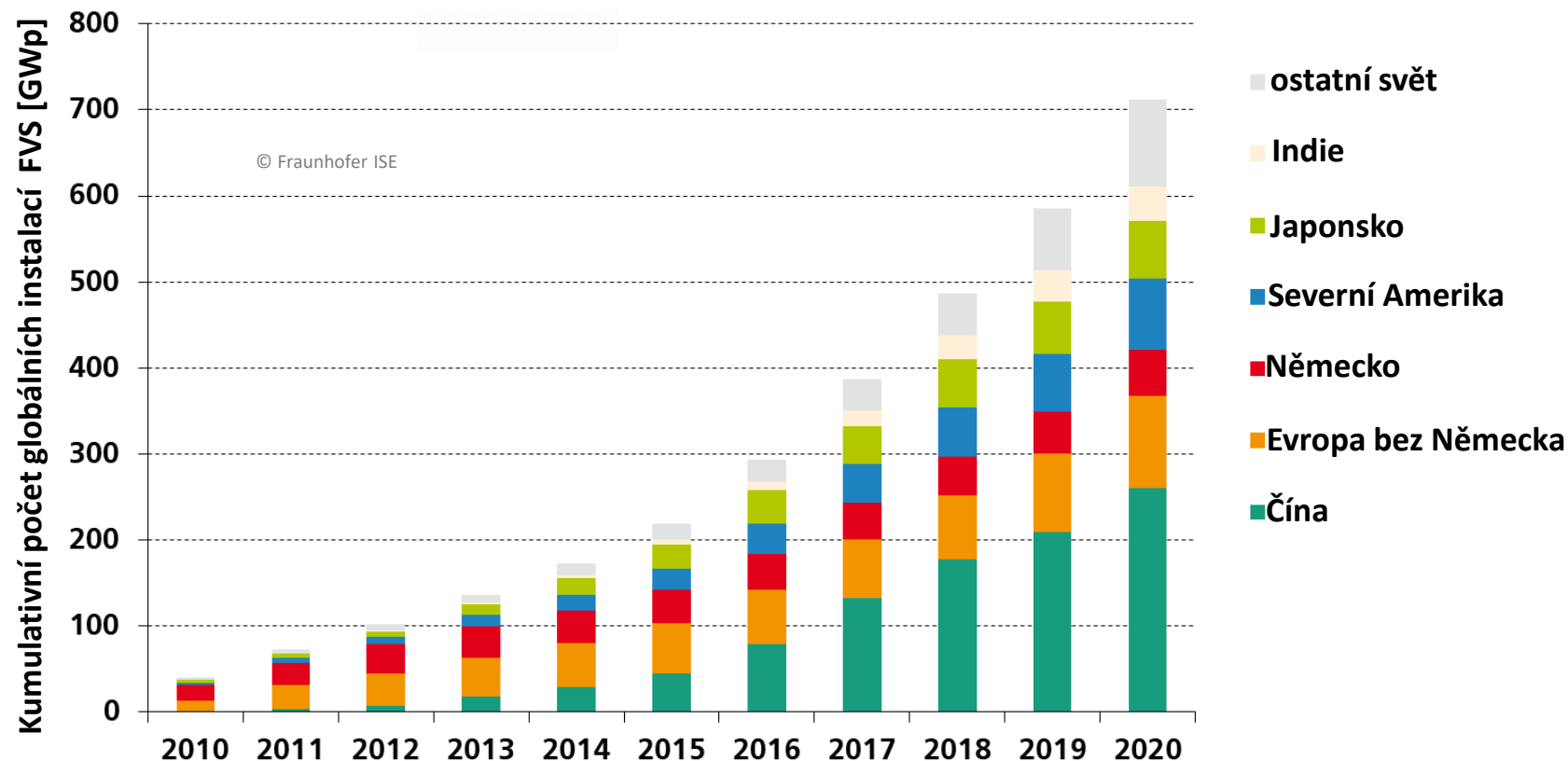


Trendy fotovoltaiiky



Globální kumulativní instalované FVS do 2020

(zahrnuto off-grid)



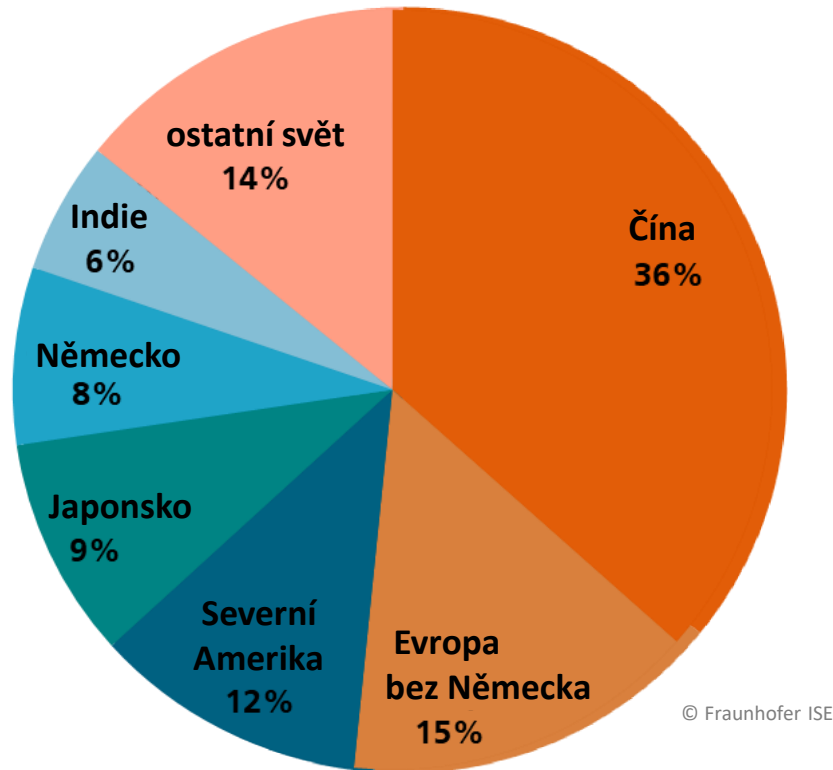
Podíl off-grid instalací se s časem snižuje; z 1% pro rok 2010 na 0.6% v roce 2019

(cca pokles ostrovních systémů o 40%)

Exponenciální nárůst

Globální kumulativní instalace FVS podle regionů

Status 2020

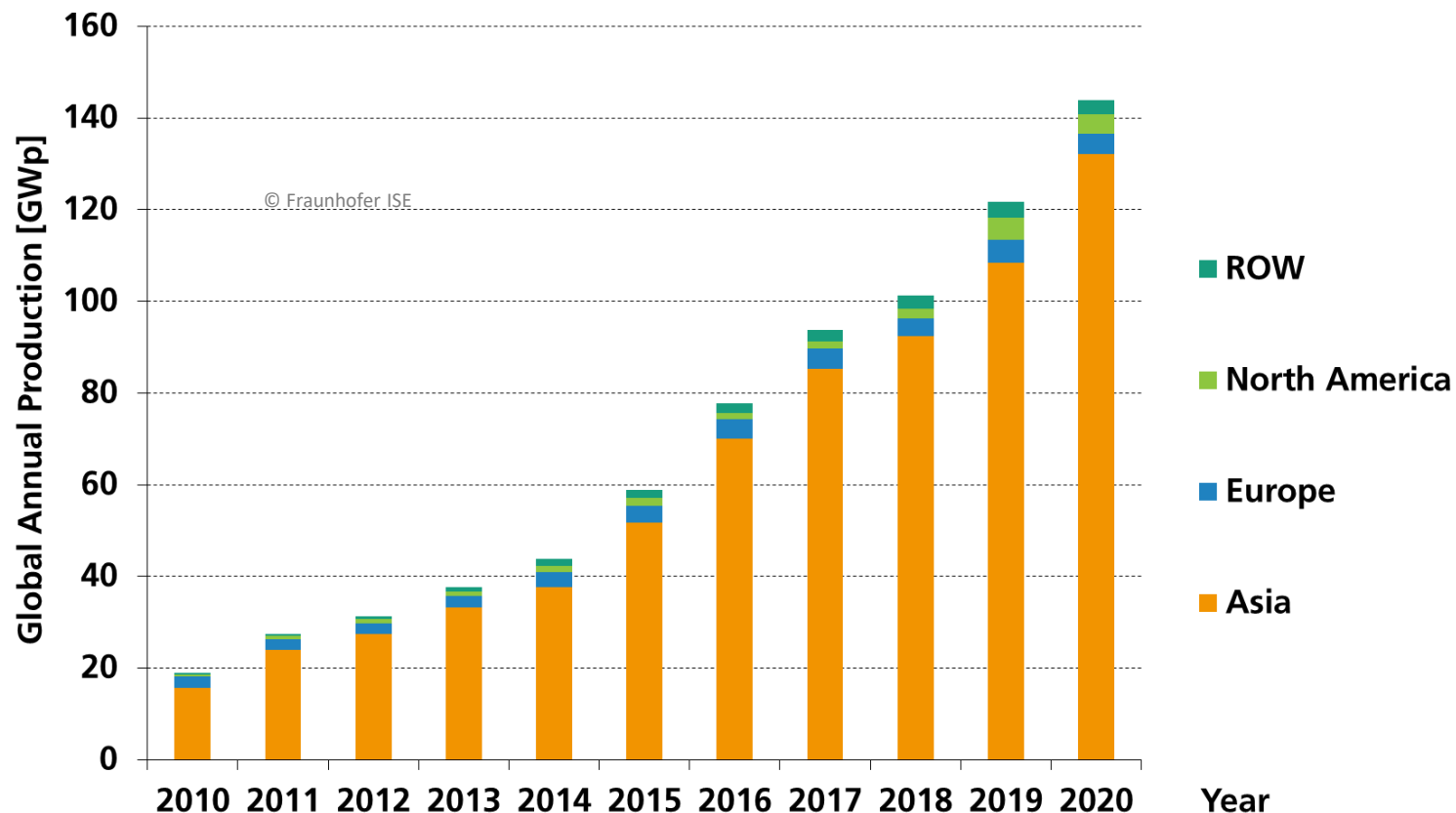


Celkový kumulativní nainstalovaný výkon dosáhl do konce roku 2020 hodnotu cca **708 GWp**.

Všechny hodnoty jsou vztaženy k celkovému globálnímu instalovanému výkonu včetně off-grid systému.

Výroba FV modulů podle regionů

Globální roční výroba



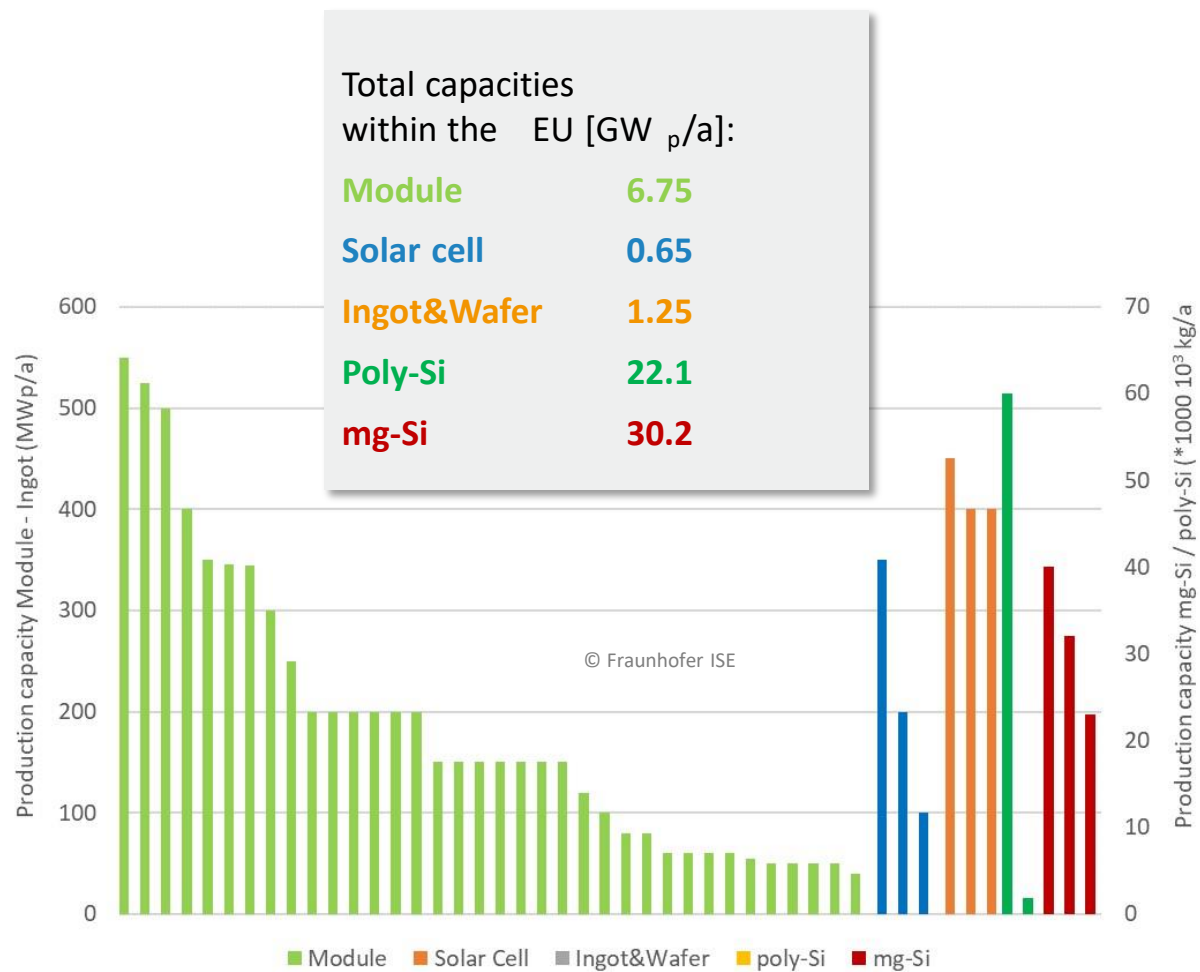
Přibližně 82 % celosvětové výroby fotovoltaických modulů pocházelo v roce 2010 z Asie.

V roce 2010 se podíl zvýšil na 92 % celkové světové produkce 2020.

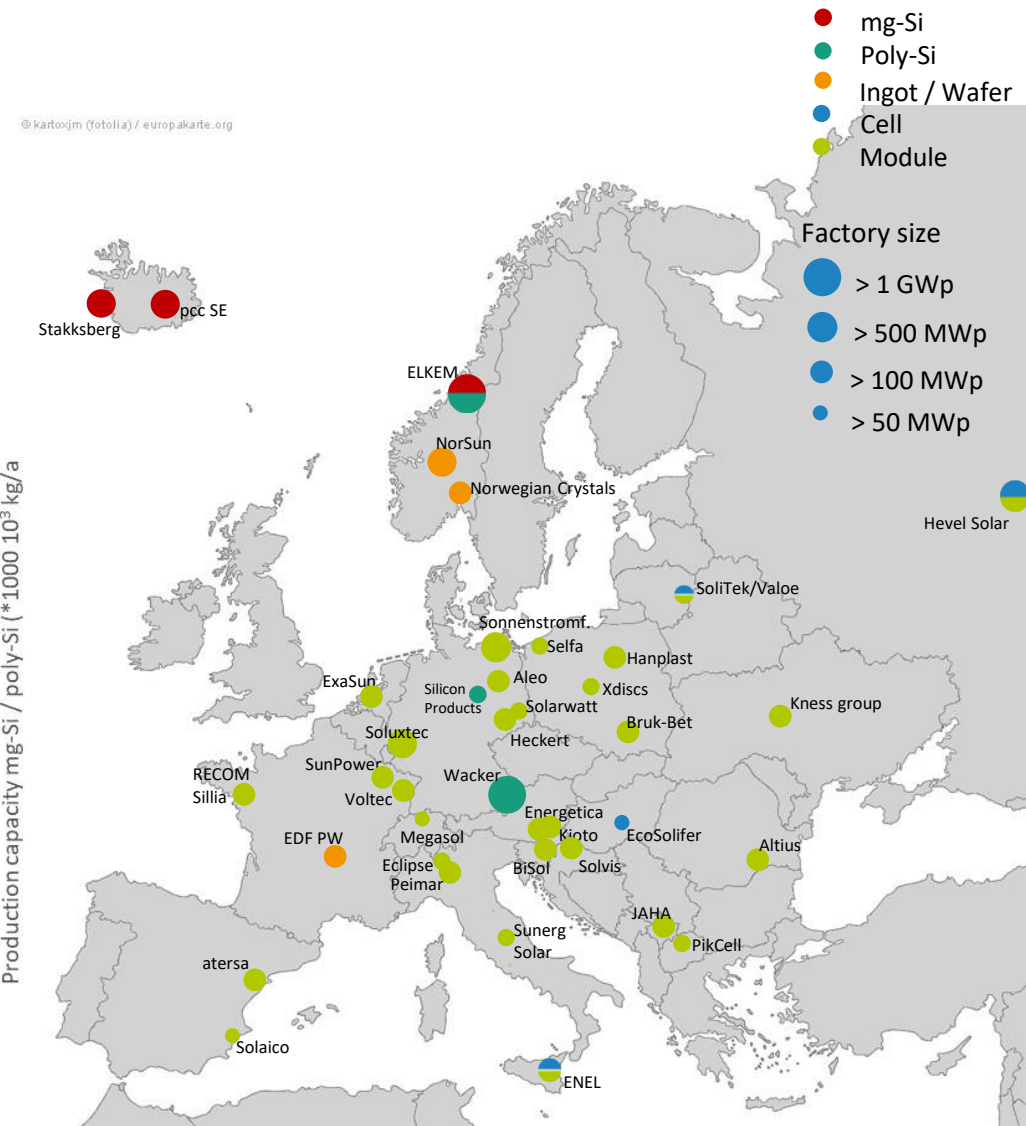
Roční výroba se v tomto desetiletí zvýšila sedmkrát.

Téměř vše se z Evropy přesunulo do Asie

Status Quo, End of 2020



Data and Graph: Jochen Rentsch, Fraunhofer ISE 2021

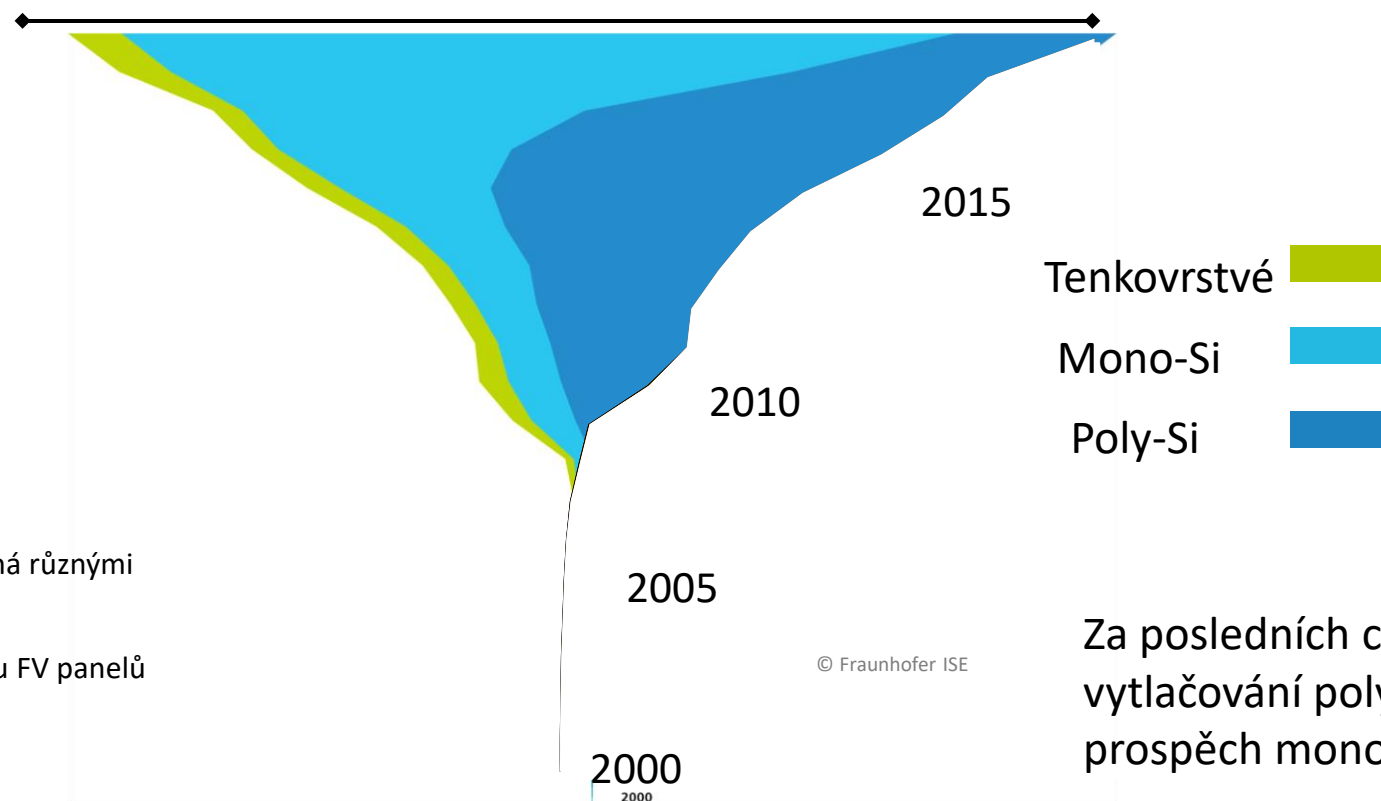


Téměř vše se z Evropy přesunulo do Asie

Roční výroba FV modulů podle technologií

Celosvětová výroba (v GWp)

Výroba kolem 150* GWp FV modulů v roce 2020



*Hodnoty výroby z roku 2020 uváděná různými analytiky se do určité míry liší.

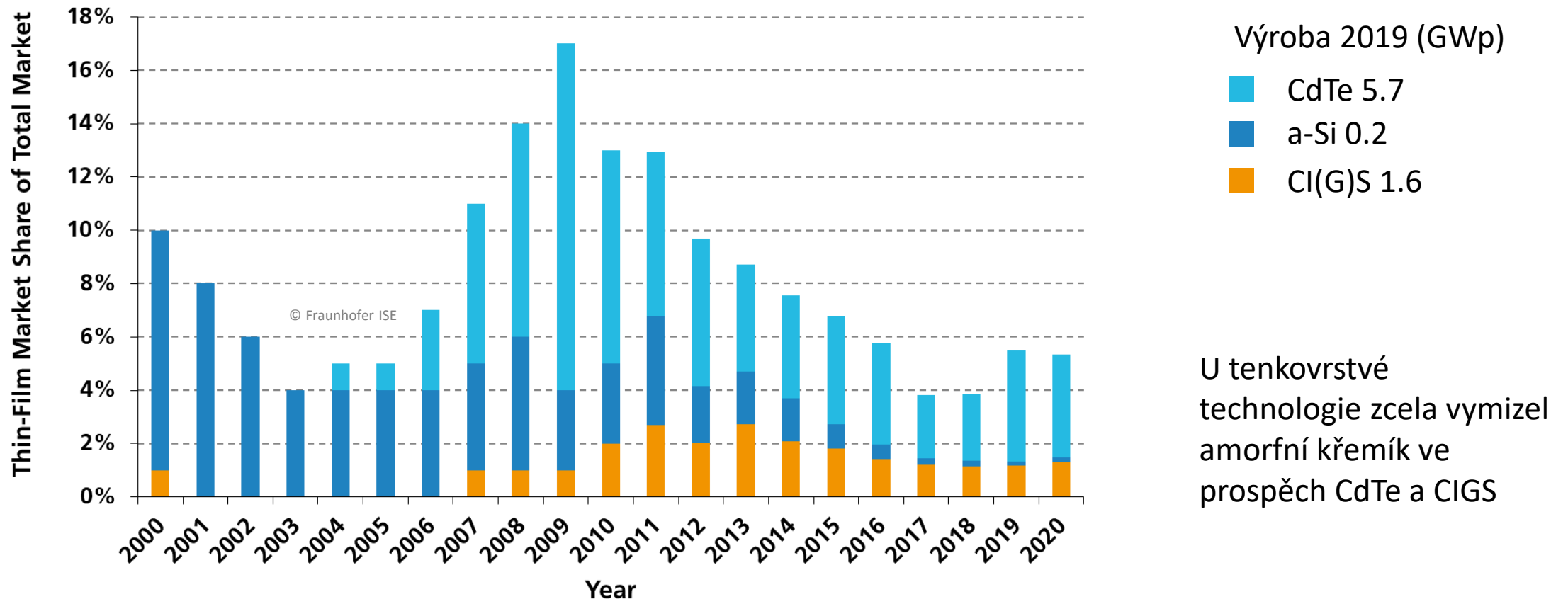
Různé zdroje uvádějí celkovou výrobu FV panelů mezi 135 a 152 GWp pro rok 2020.

© Fraunhofer ISE

Za posledních cca 5 let dochází k vytlačování polykrystalické technologie ve prospěch monokrystalické technologie

Podíl tenkovrstvých technologií na trhu

Procento z celkové globální výroby

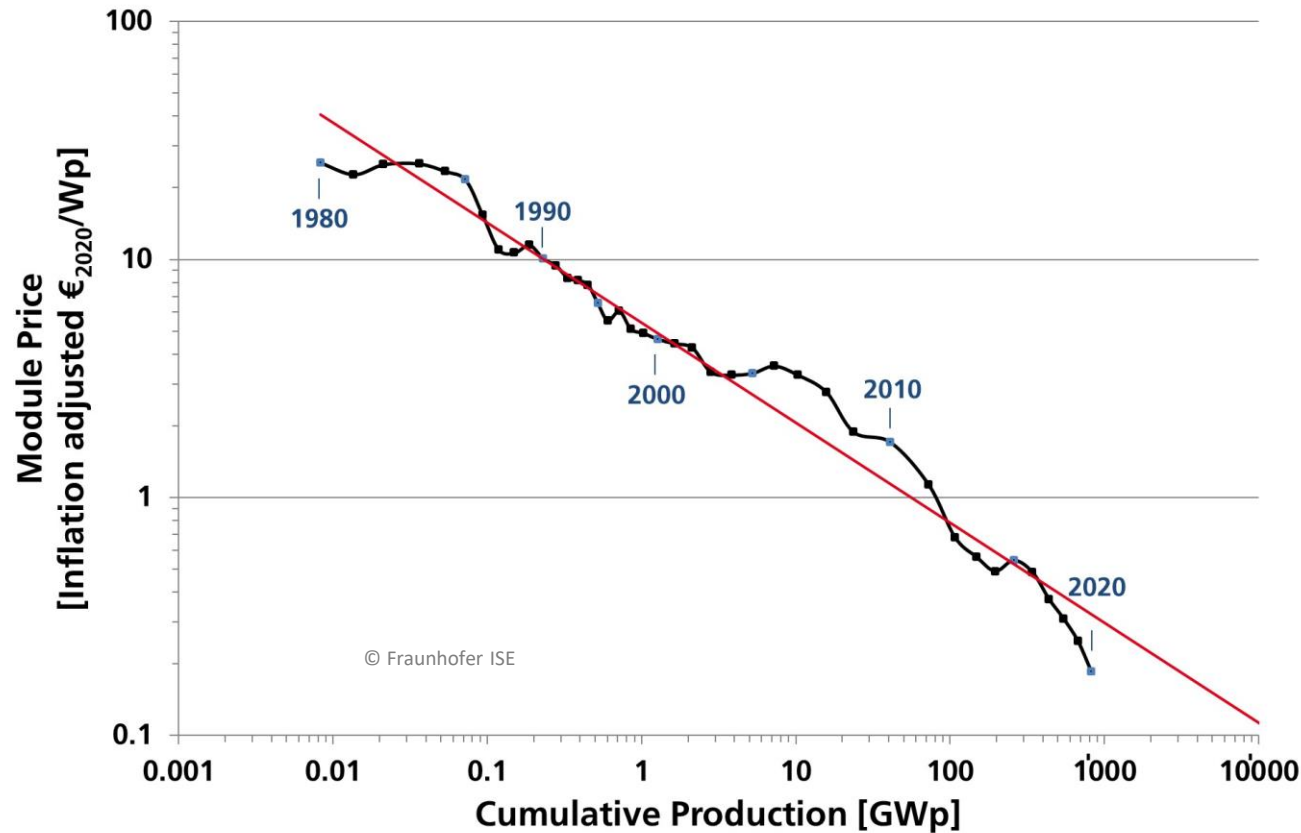


Cenový vývoj fotovoltaiky



Cenová křivka

Zahrnuje všechny komerčně dostupné FV technologie

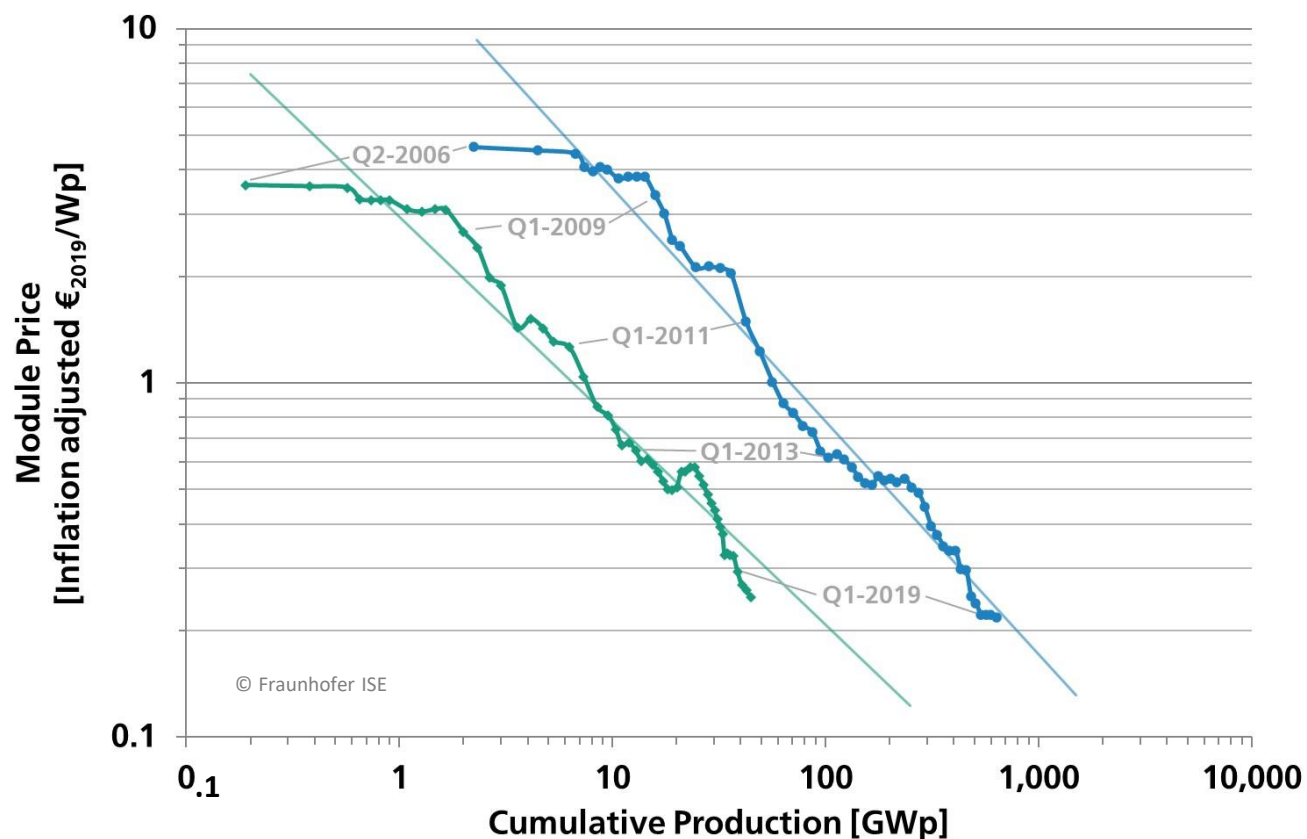


Pokaždé, když se celková produkce zdvojnásobila, cena za posledních 40 let klesla o 25%.

Současný cenový vývoj není překvapení

Data: from 1980 to 2010 estimation from different sources : Strategies Unlimited, Navigant Consulting, EUPD, pvXchange; from 2011: IHS. Graph: PSE GmbH 2019

Celosvětový vývoj ceny FV článků podle technologie



Odhadovaná kumulativní výroba
do 4. čtvrtletí 2019:

● c-Si	636 GWp
◆ Tenkovrstvé	45 GWp

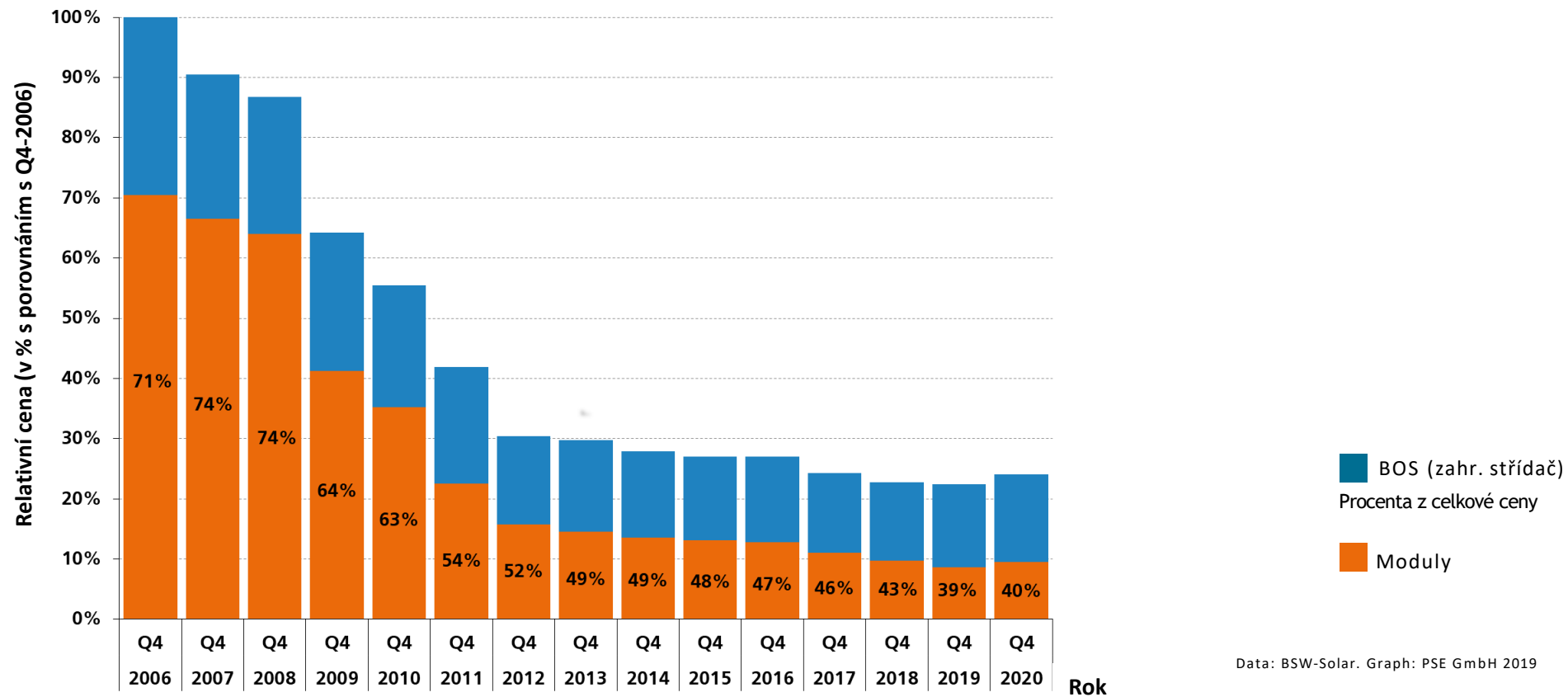
Krystalické technologie

(od Q2-2006 do Q4-2019) LR 31

Tenkovrstvé technologie

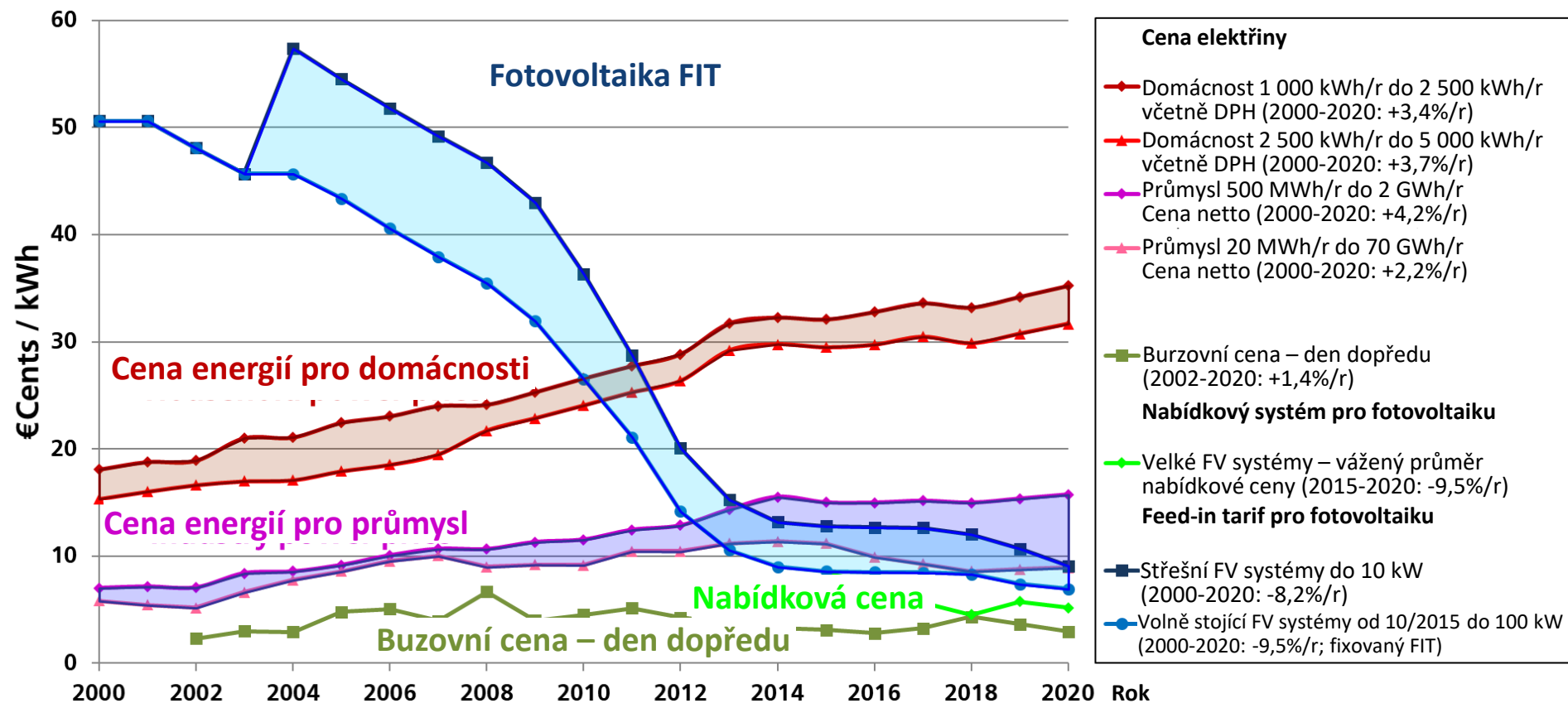
(od Q2-2006 do Q4-2019) LR 29

Průměrná cena za FV střešní systémy v Německu (10kWp - 100kWp)

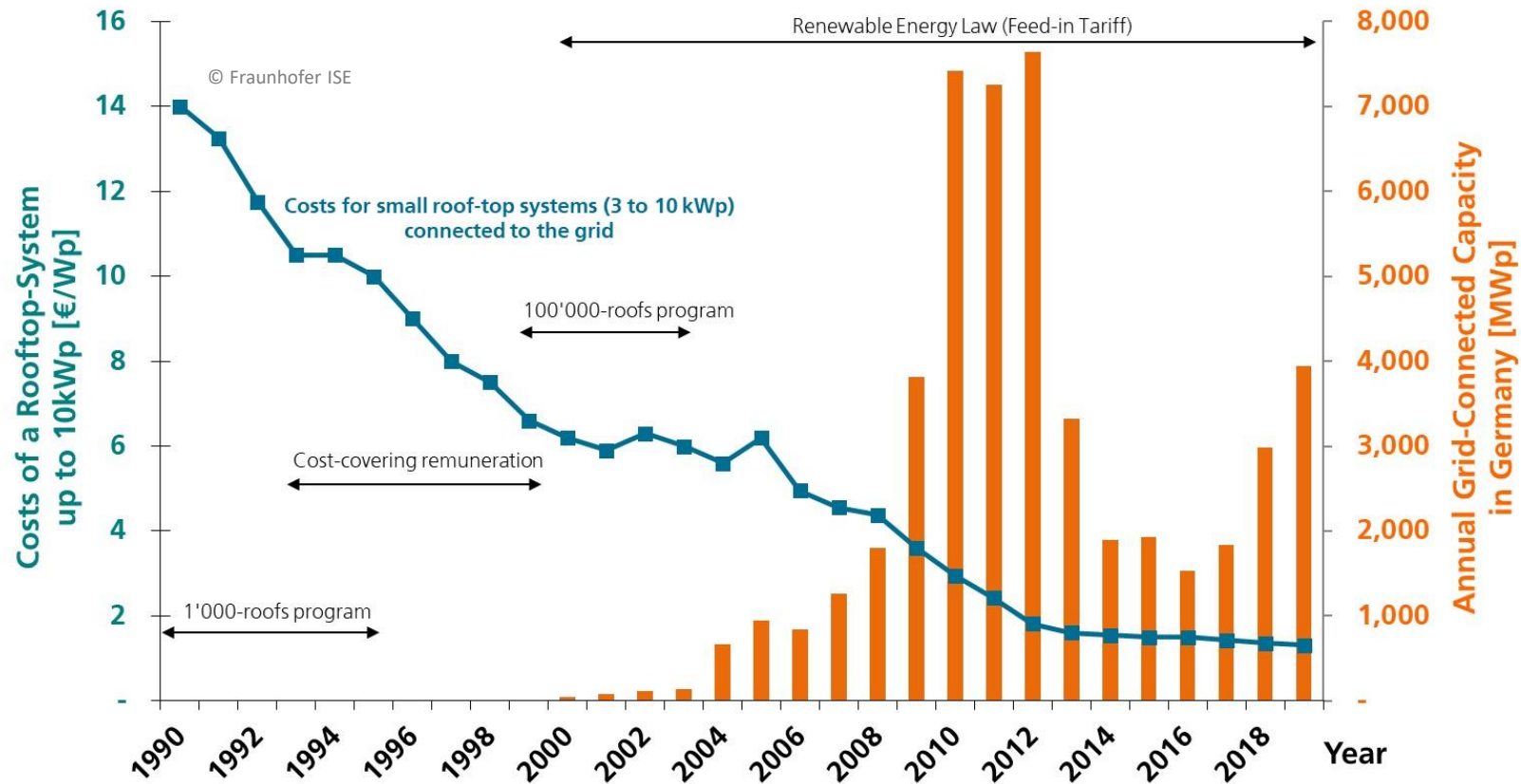


Data: BSW-Solar. Graph: PSE GmbH 2019

Vývoj ceny elektřiny v Německu



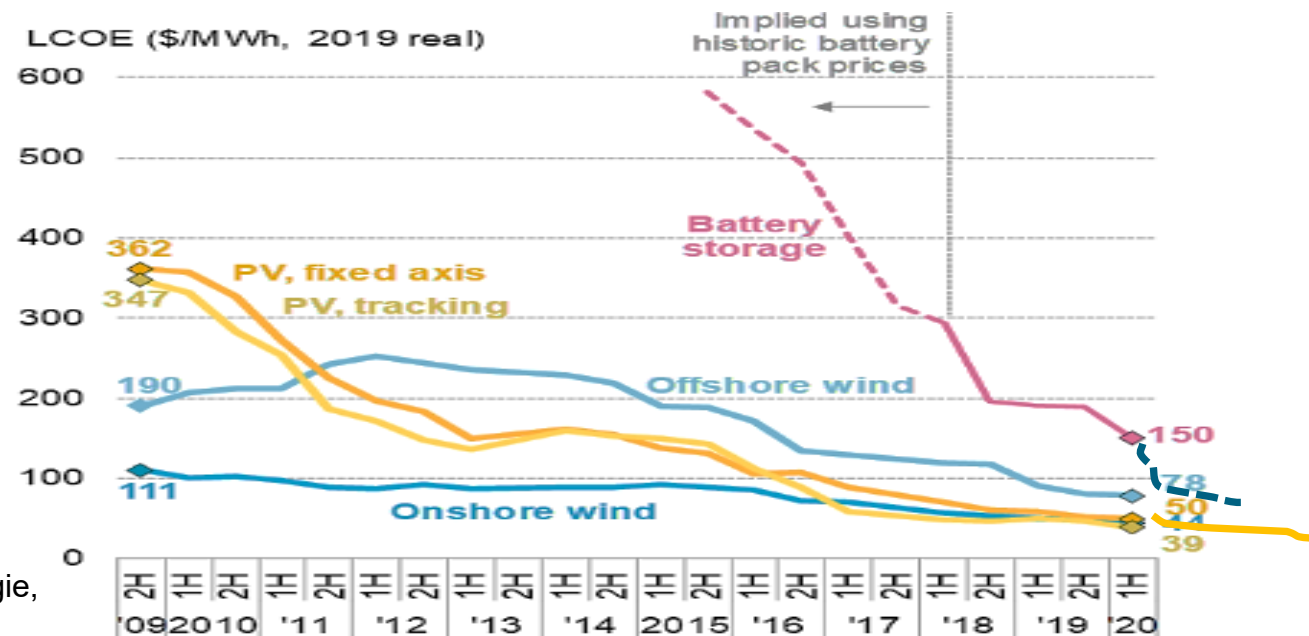
Vývoj FV cen pro malé instalace (Německo)



[Zdroj: BSW-Solar, Cenový monitor fotovoltaiky 2016]

Cena výroby z FVS v České republice 2021

- instalace s ACCU do 10 kWp 0,9-1,35 Kč/kWh
- instalace stovky kWp (bez ACCU) 0,6-0,8 Kč/kWh
- instalace MWp (bez ACCU) 0,4-0,55 Kč/kWh



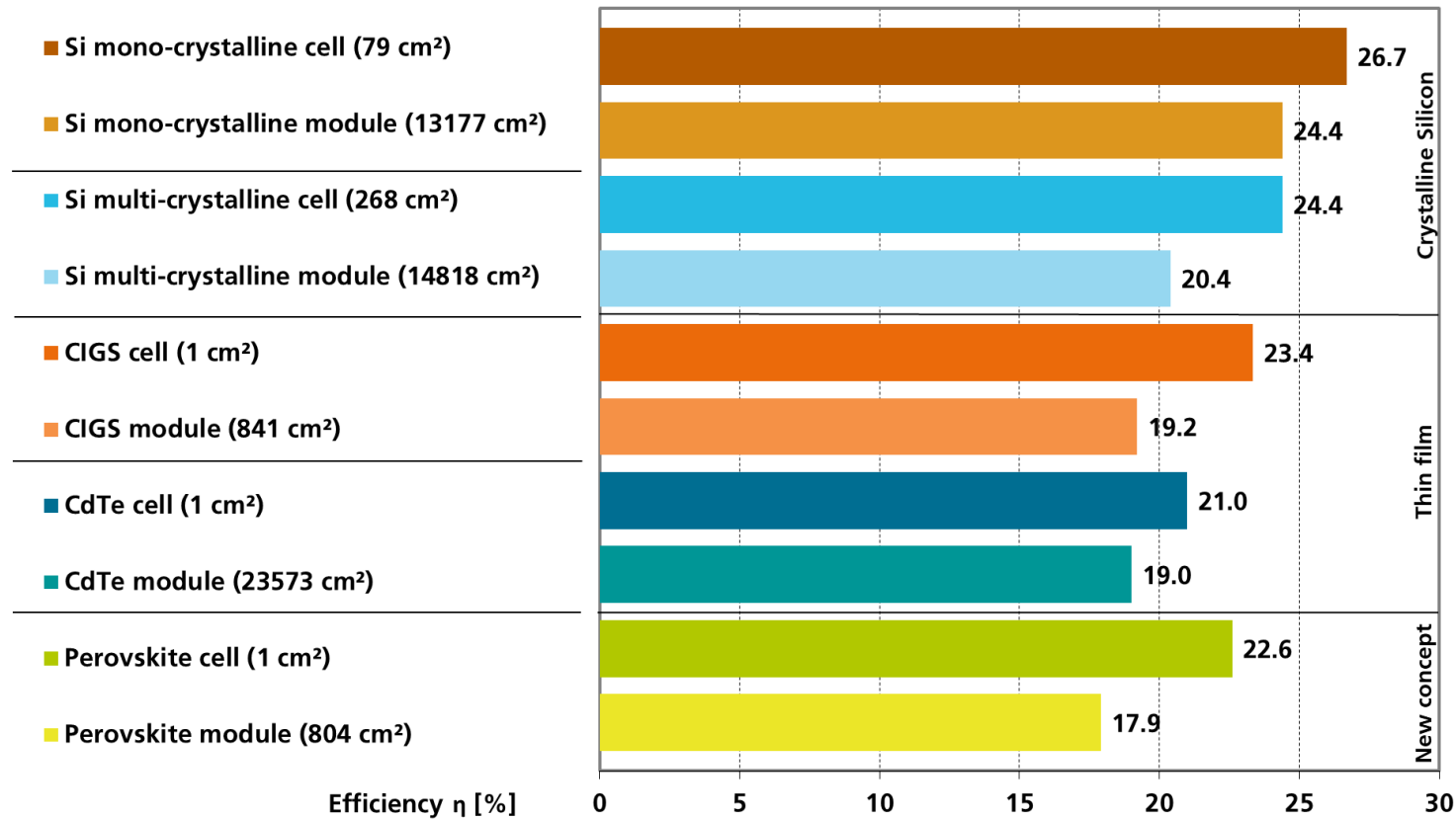
Vývoj ceny jednotlivých způsobů výroby energie,
zdroj: BNEF 2019

Vývoj účinnosti fotovoltaiky



Porovnání účinnosti technologií:

Nejlepší laboratorní články vs. nejlepší laboratorní moduly

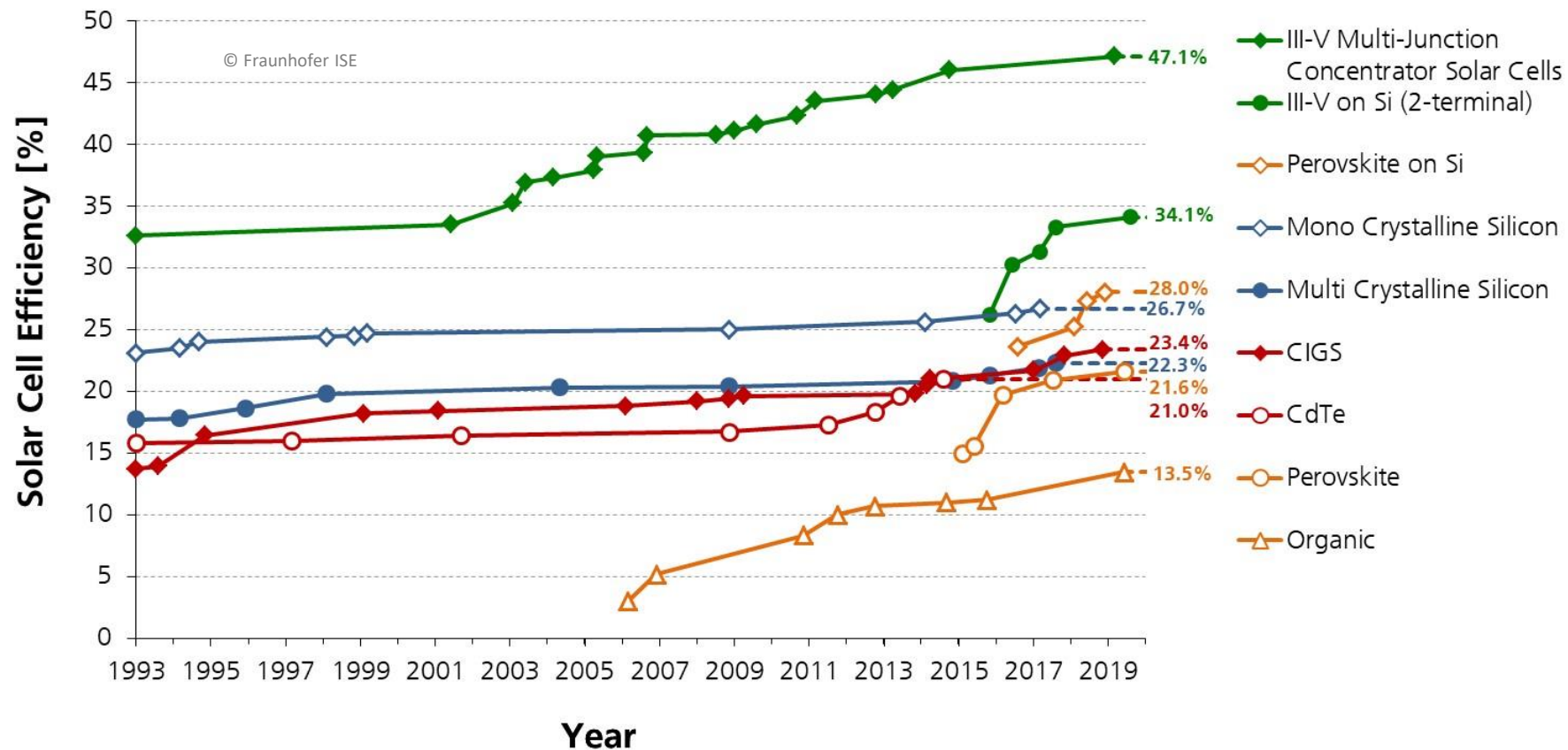


Porovnání podle typu článku

Materiál solárního článku	Účinnost článku (laboratoř)	Účinnost článku (výroba)	Účinnost modulu (sériová výroba)
Tandemové články s koncentrátorem	47,1 ± 2,6 (NREL)	46.0 ± 2.2	38,9 ± 2,5 (Soitec)
Monokrystalický křemík s koncentrátorem	27.6 ± 1.2		20.5 ± 0.8 (Sandia)
Monokrystalický křemík	26.7 ± 0.5	26.7 ± 0.5	24.4 ± 0.5 (Kaneka)
Polykrystalický křemík	22.3 ± 0.4	22.0 ± 0.4	19.9 ± 0.4 (Trina Solar)
GaAs (thin film)	29.1 ± 0.6		25.1 ± 0.8 (Alta Devices)
CIGS (Cd free)	23.35 ± 0.5		19.2 ± 0.5 (Solar Frontier)
CdTe (thin film)	21.0 ± 0.4		18.6 ± 0.5 (First Solar)
a-Si/nc-Si (tandem)	14.0 ± 0.4		12.3 ± 0.3 (TEL Solar)
Perovskite	24.2 ± 0.8		11.6 ± 0.4 (Toshiba)
Organic	16.4 ± 0.2		8.7 ± 0.3 (Toshiba)

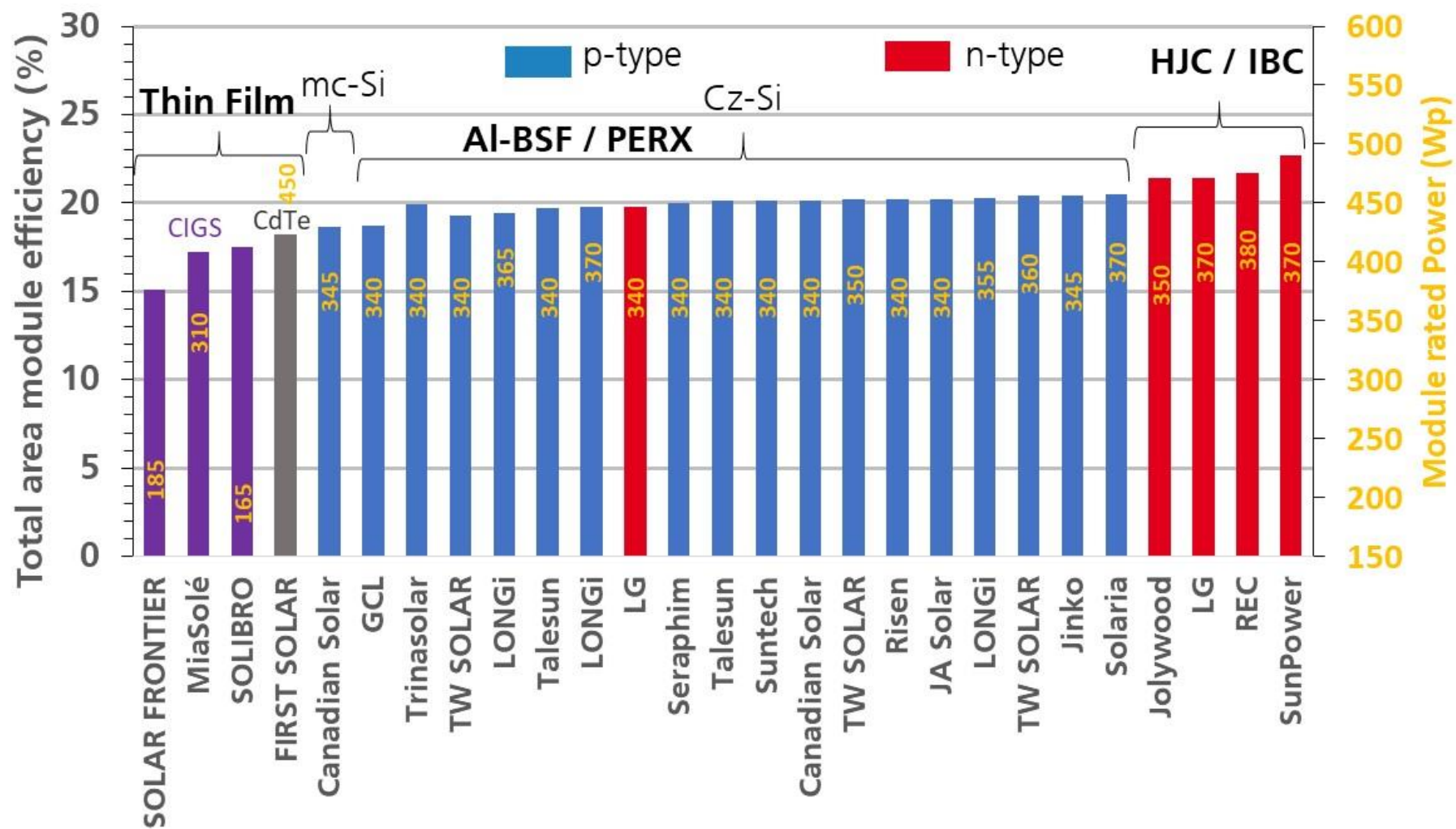
[Data: Martin A. Green Ewan D. Dunlop Dean H. Levi Jochen Hohl-Ebinger Masahiro Yoshita Anita W.Y. Ho-Baillie , Solar cell efficiency tables (version 54) 20 June 2019]

Vývoj laboratorní účinnosti FV článků



Aktuální účinnost a výkon vybraných komerčních FV modulů

Řazeno podle substrátového materiálu, konceptu článku a účinnosti



Vývoj energetické návratnosti fotovoltaiiky



Historický trend energetické návratnosti krystalických křemíkových FV modulů

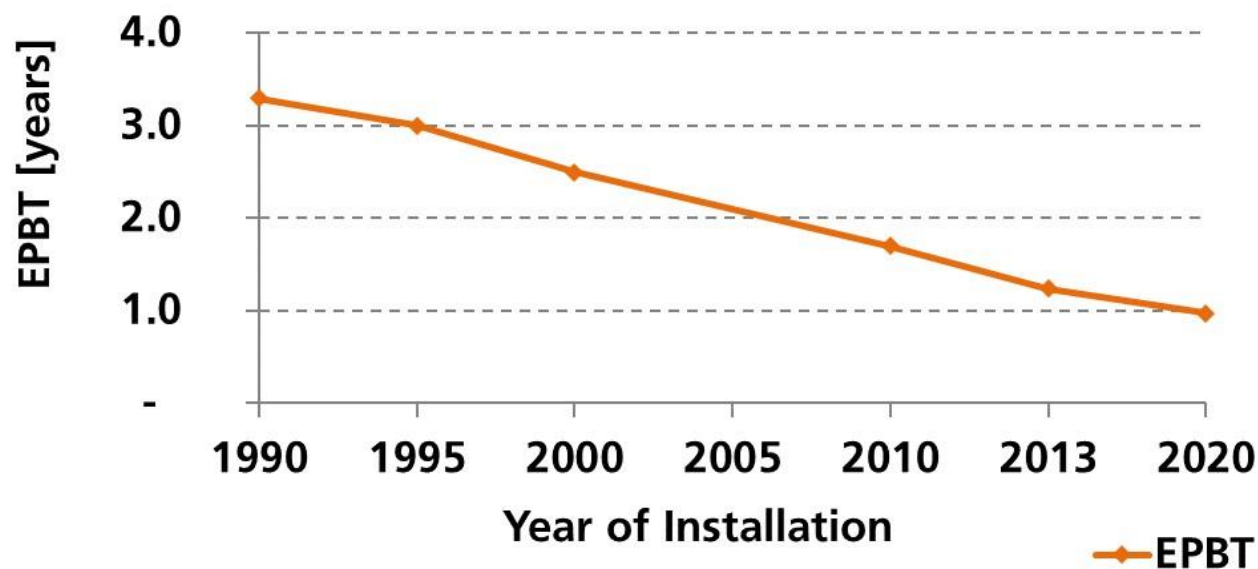
V závislosti na technologii a umístění FV systému se dnes EN (EPBT) pohybuje od 0,4 do 1,5 roku.

Platné pro střešní fotovoltaické systémy vyrábějící elektřinu po dobu cca. 97% jejich života za předpokladu, že bude trvat 40 a více let.

Výrobci dnes proto poskytují již 30letou záruku na moduly

*intenzita oslunění: 1700 kWh/m²/r při optimální úhlu náklonu

EPBT of crystalline PV rooftop systems installed in Southern Europe*



Vývoj technologie c-Si solární článků

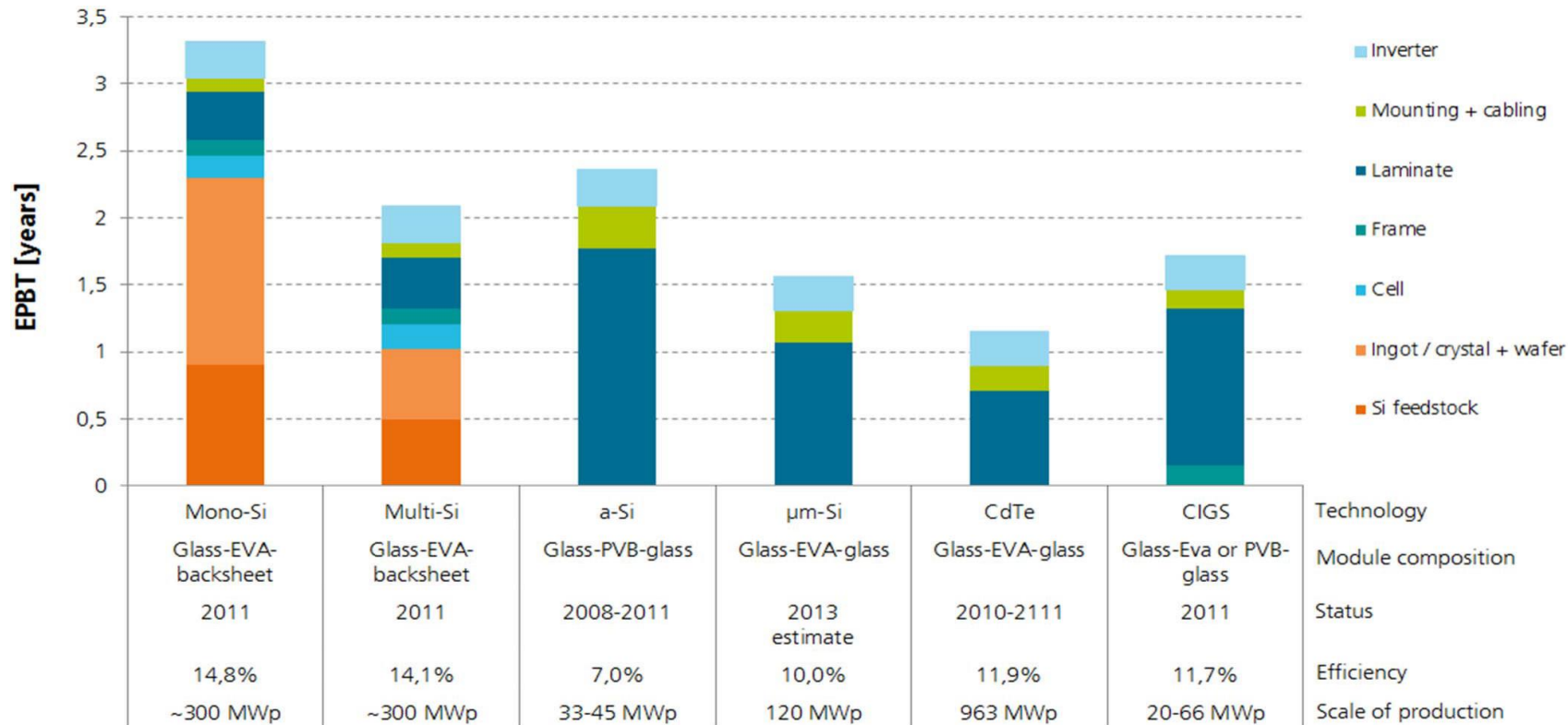
Tloušťka substrátů [μm] & použití křemíku [g/Wp]



Data: until 2012: EU PV Technology Platform Strategic Research Agenda, from 2012: ITRPV 2015; ISE 2016 without; 2017 to 2020 with recycling of Si. Graph: PSE Projects GmbH 2021

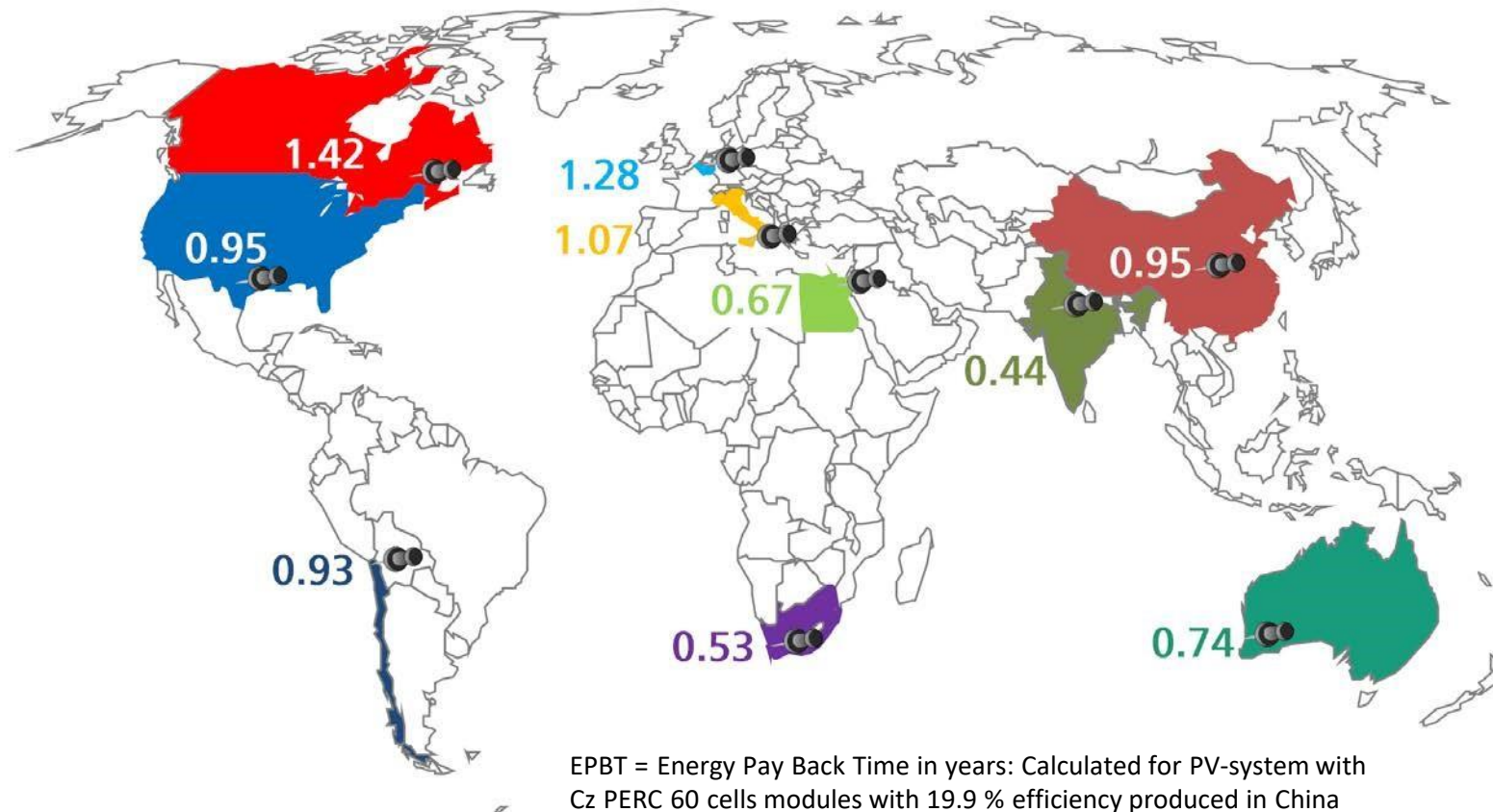
Energetická návratnost FV článků různých technologií

Porovnání EN (EPBT) při započtení místní intenzity ozáření v Německu 2016



Energetická návratnost křemíkových PV střešních systémů

Porovnání EN (EPBT) ve světě, započteno místní intenzita ozáření a účinnost sítě



Energetická návratnost fotovoltaických modulů

Porovnání EN (EPBT) od počátku 1960 až 2020

60 léta
20.století

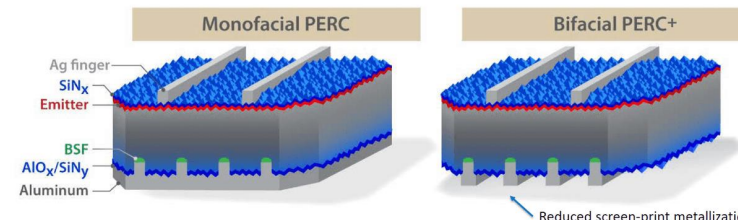
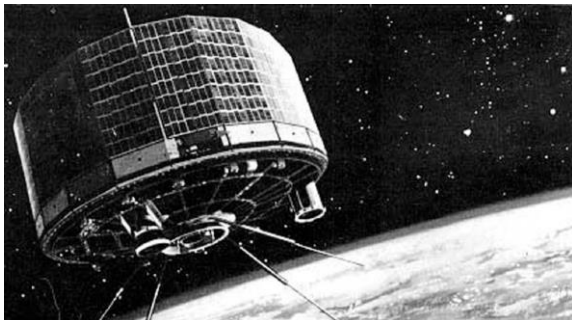
20 léta
21.století

1 %

vyrobené elektřiny
(0,01 násobek)

10000 %

vyrobené elektřiny
(100 násobek)



Porovnání je provedeno při plánované životnosti FV modulů 50 let krystalické technologie

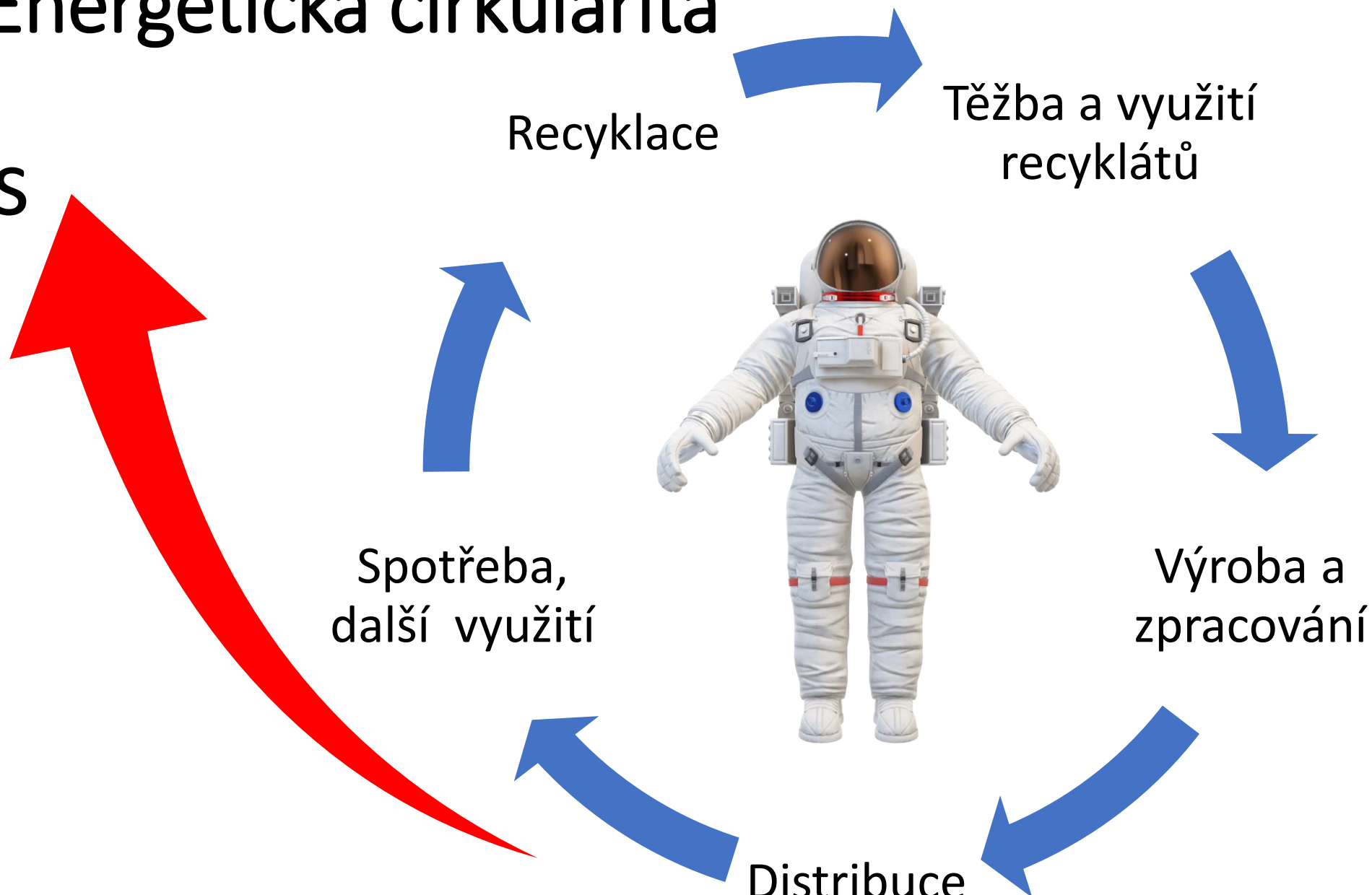
Česká cesta k nízkoemisní energetice

Principy české Energiewende



Energetická cirkularita

Dnes



Česká cesta nízkouhlíkové energetiky

- Změna v orientaci stávajícího energetického mixu na nové zdroje a úložné systémy energie
- Podstatné rozšíření větrných parků a jejich zahrnutí do ES
- Masivní rozvoj instalace velkých a středních fotovoltaických systémů pro podpůrné služby přenosové a distribuční soustavy, včetně úložných bateriových systémů
- Pokračování v rozvoji plynových kogenerací a tepelných čerpadel
- Rozvoj střešních fotovoltaických elektráren s elektrickou akumulací
- Masivní rozvoj hlavně městské elektromobility
- Využívání elektromobilů pro podpůrné služby distribuční soustavy
- Rozvoj střešní fotovoltaiky do komerčních objektů a bytových domů

Cíle české Energiewende

FVE
8 GWp
+ 6 GWp



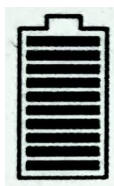
VTE
2 GW
+ 1,6 GW



KOGE
1,5 GW
+ 1,1 GW



ACCU
4 GW
+ 4 GW



1 auto poskytne 10kWh
400.000 aut (1/10) nebo
ekvivalent domácnosti a firmy

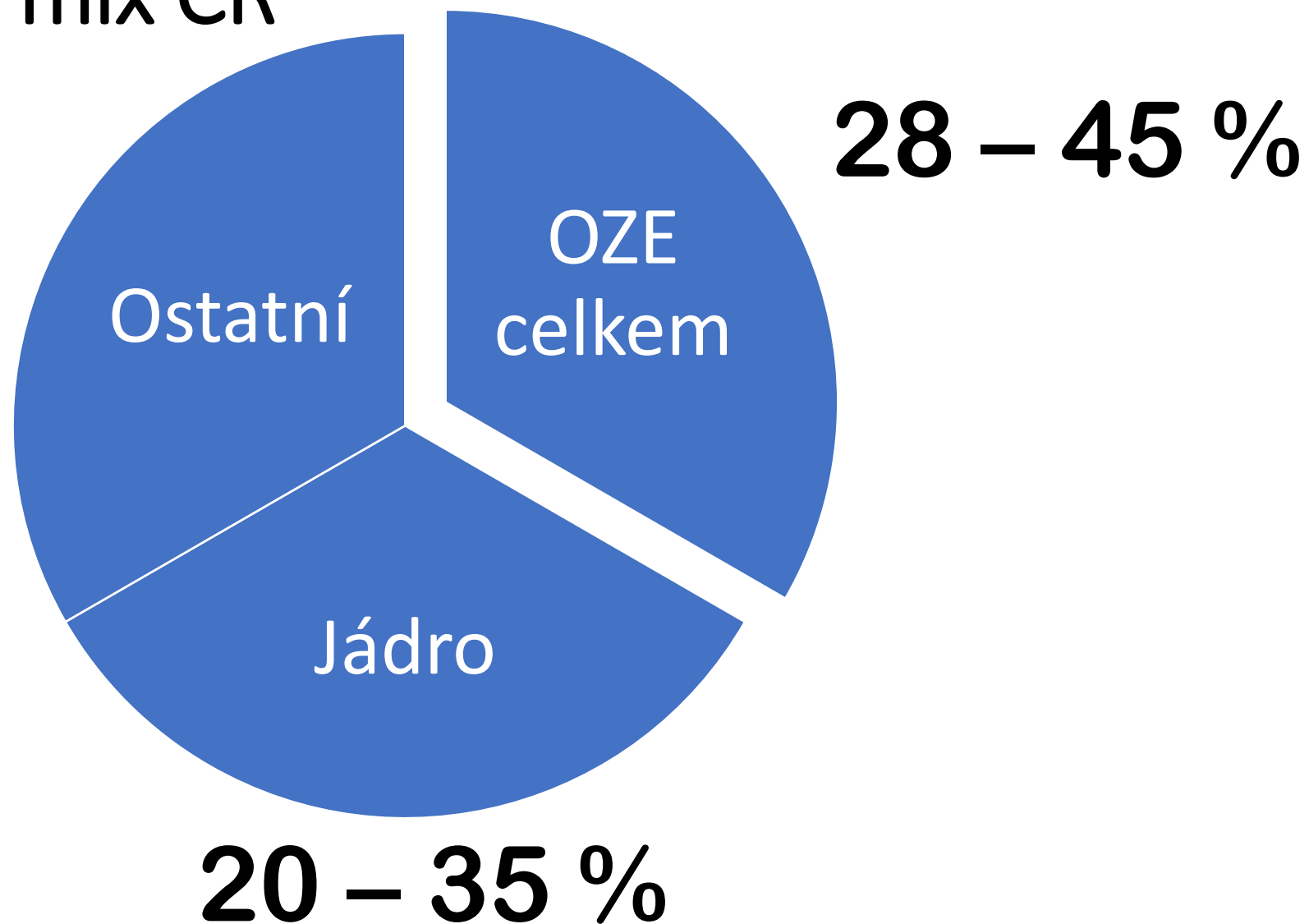
TČ
1 GW
+ 0,7 GW



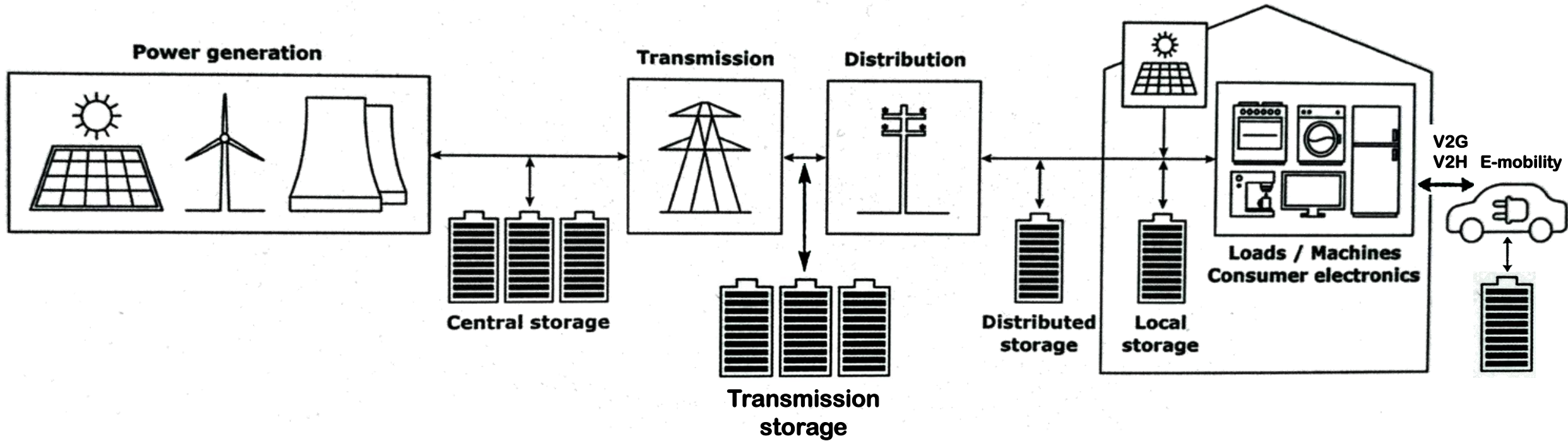
JADRO
5,5 GW
+ 1,2 GW



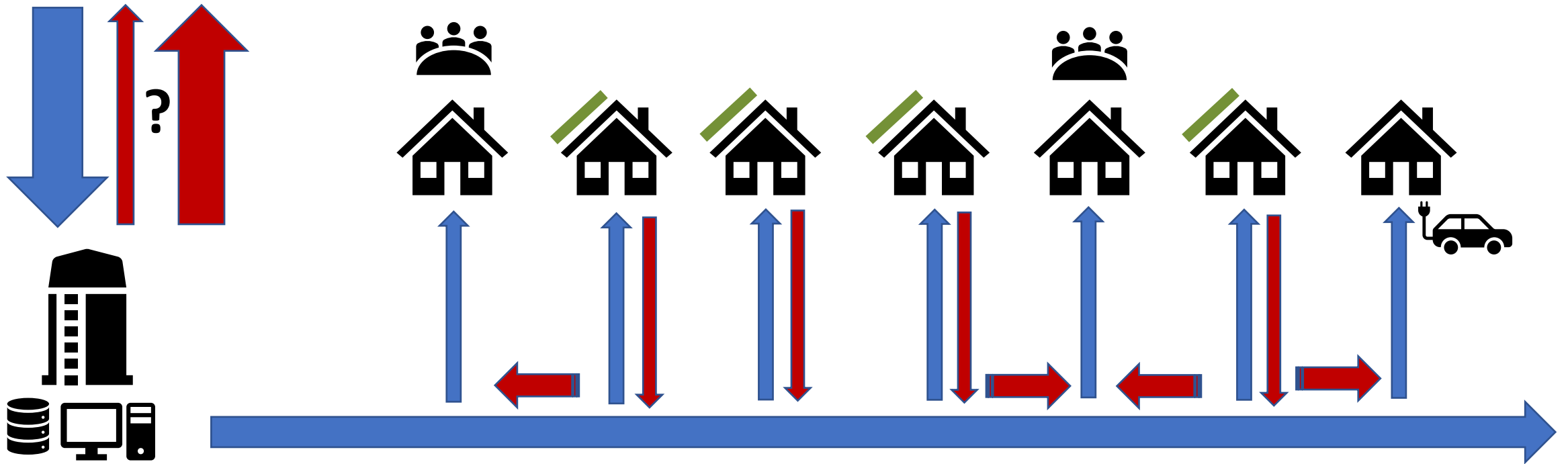
Energetický mix ČR



Nová rozvodná soustava 2040



Principy agregátního řízení NN soustav



Pasivní zákazníci + Prosumeři + agregátní řízení NN sítě = Minimalizace bilance uzlu (ztrát)

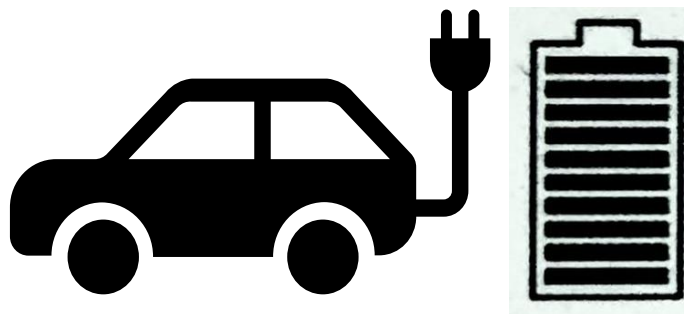
Elektrizační síť jako záloha

Fotovoltaika
10 kWp

Mobilní a stacionární
baterie

60 kWh

20 kWh



0

Stav aktivní „nuly“ hlídá
spotřebu objektu a čeká na
pokyn agregačního regulátoru

BACKUP NET

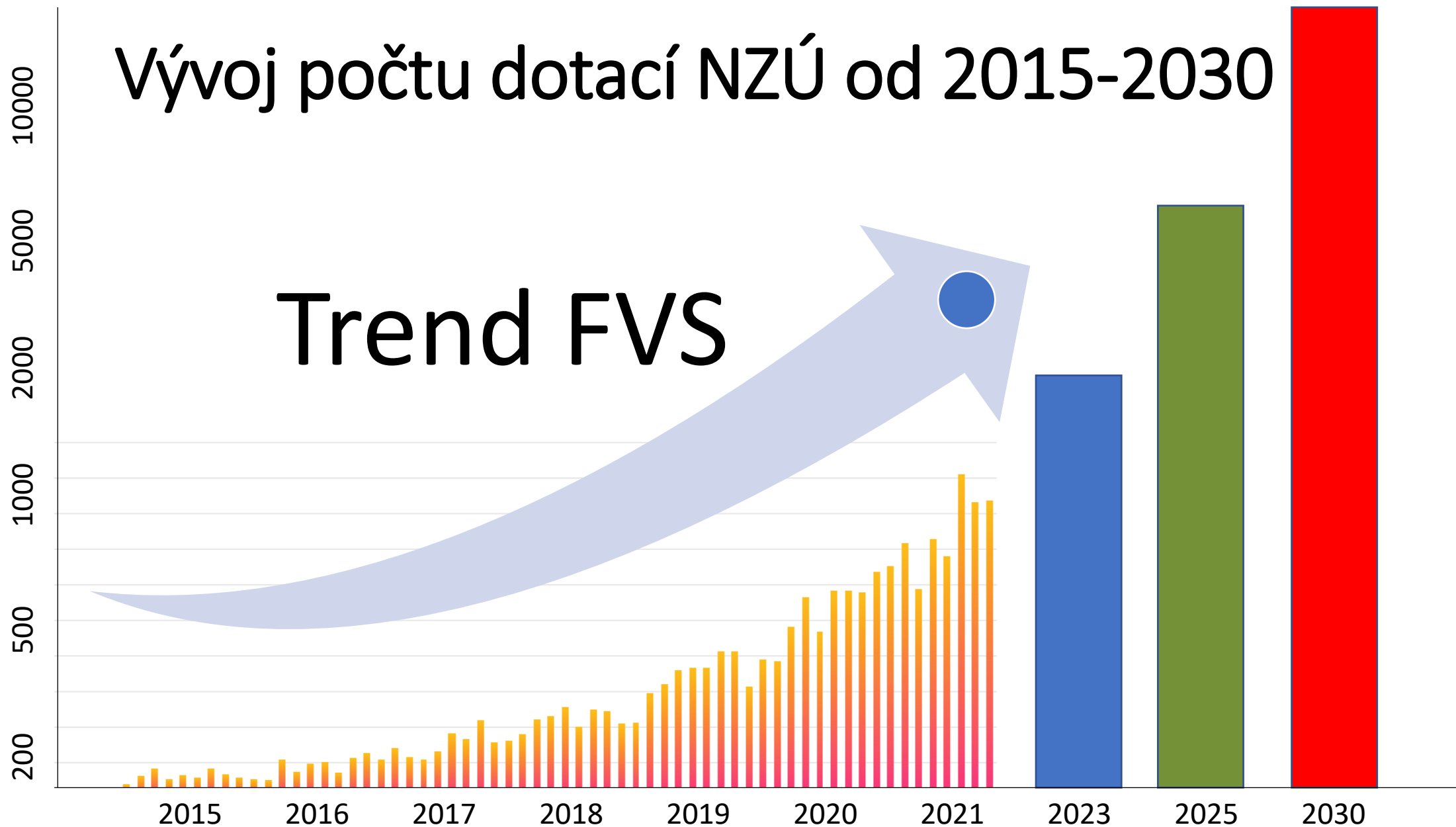
Nejčastější používané fotovoltaické dotace



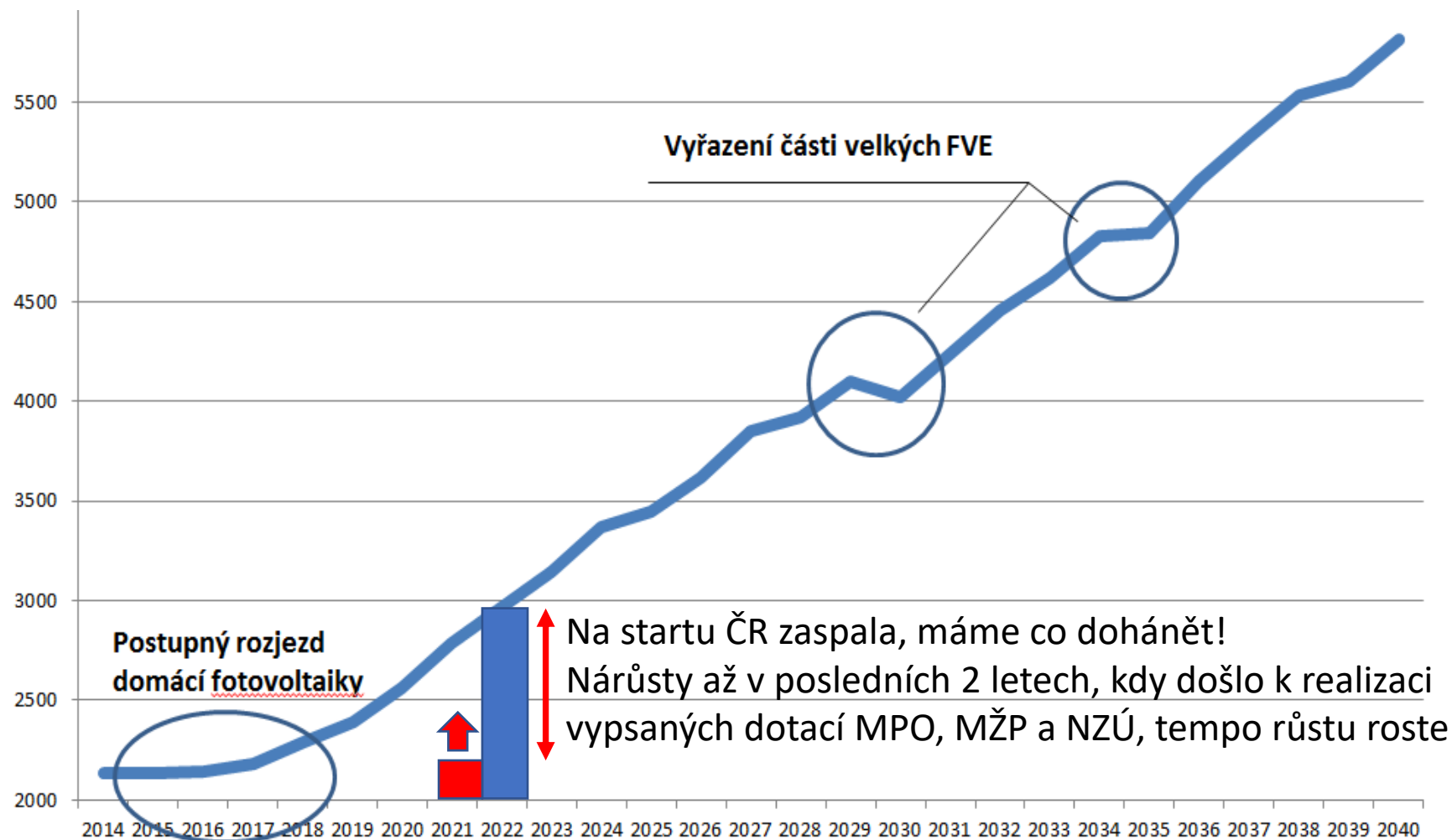
Vývoj počtu dotací NZÚ od 2015-2030

Měsíční přírůstek počtu domácností

Trend FVS



Předpokládaný vývoj FVS do roku 2040



Vize a cíle ČFA do roku 2040

Přírůstek instalovaného výkonu FVS o 3,3 GWp

Což by mohlo znamenat v roce 2040:

1.000.000 domácností (o Φ výkonu 3,3 kWp)

Nebo

500.000 domácností

80.000 průmyslových subjektů (o Φ výkonu 20 kWp)

NZÚ – oblast C.3 fotovoltaika

Tabulka 10 – Výše podpory pro podoblast C.3

Instalované části systému FVE	Výše podpory [Kč]
Minimální instalace o výkonu 2 kWp	40 000
Minimální instalace o výkonu 2 kWp s hybridním měničem (<i>dle definice v kap. 12</i>)	60 000
Minimální instalace o výkonu 2 kWp s efektivním využitím tepelného čerpadla	100 000
Za 1 kWp instalovaného výkonu nad 2 kWp	10 000
Za 1 kWh el. akumulačního systému s akumulátory na bázi lithia	10 000

NZÚ – oblast C.3 fotovoltaika

- Maximální podporovaný **výkon systému** (instalovaný výkon FV modulů) je 10 kW_p
- Podpora se poskytuje pouze na **nové systémy**, nelze ji poskytnout na rozšíření nebo úpravy stávajícího systému, včetně případů dodatečného pořízení elektrických akumulátorů.
- Systém musí být vybaven **měníčem s minimální účinností 95 %** (Euro účinnost). Měníče a nabíječe připojené přímo k fotovoltaickým panelům musí být navíc vybaveny technologií pro sledování bodu maximálního výkonu s minimální účinností přizpůsobení 98 %. U **hybridních měničů**, se připouští minimální **účinnost 92 %** (Euro účinnost).
- Navrhované měniče musí vyhovovat požadavkům Nařízení Komise (EU) 2016/631, kterým se stanoví kodex sítě pro požadavky na připojení výroben k elektrizační soustavě, pro výrobní moduly typu „A“ a požadavkům **normy EN 50549-1:2019** (požadavky na paralelně připojené výroby s distribučními sítěmi).

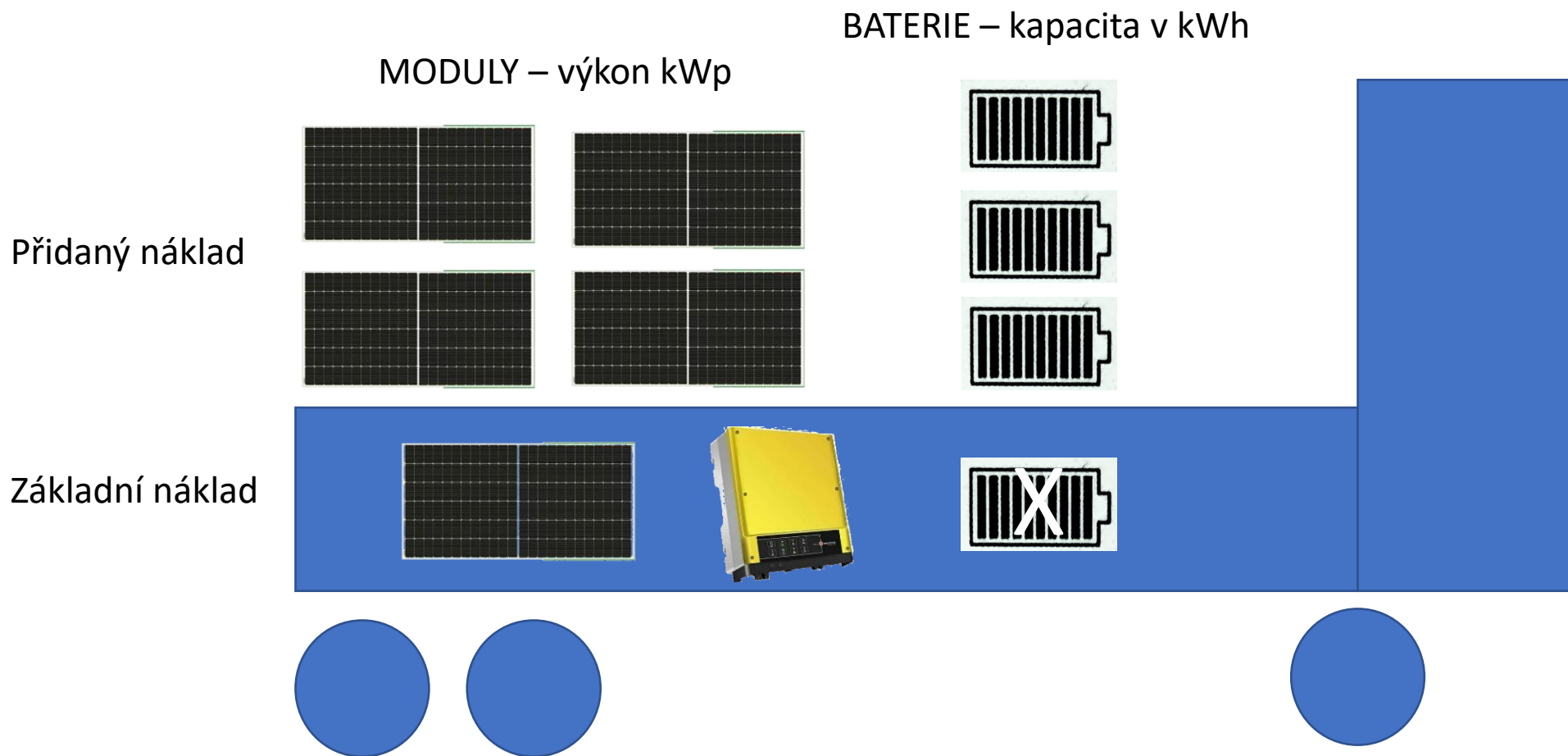
NZÚ – oblast C.3 fotovoltaika

- V případě, kdy jsou použity samostatné **měníče** pro připojení FV modulů a pro připojení akumulátorových **baterií**, musí výše uvedené požadavky na **účinnost splňovat každý z nich**.
- **Minimální účinnost modulu** (vztažena k celkové ploše fotovoltaického modulu) při standardních testovacích podmínkách STC je:
 - 18 % pro panely a moduly složené z monokrystalických a polykrystalických článků,
 - 12 % pro panely a moduly složené z tenkovrstvých amorfních článků,
 - bez požadavku pro fotovoltaické střešní krytiny a fasádní systémy a jiné než plošné kolektory (např. trubicové).

NZÚ – oblast C.3 fotovoltaika

- Pro účely porovnání s podmínkami programu je uvažována **jmenovitá kapacita baterií** deklarovaná výrobcem (neuvažuje se snížení vlivem vybíjecích cyklů) stanovená při vybíjení konstantním proudem po dobu 10 hodin nebo kratší.
- V případě použití bateriového systému (s el. akumulátory) je **minimální podporovaná kapacita** stanovena na **jednonásobek** a **maximální** podporovaná kapacita na **dvojnásobek podporovaného instalovaného výkonu** FV modulů v kWh. Akumulátory na bázi olova (vč. gelových, AGM a trakčních), Ni-MH, Ni-Fe nejsou podporovány.
- Systém musí být umístěn na rodinném domě, jiné stavbě plnící doplňkovou funkci ke stavbě rodinného domu, či jiné speciální konstrukci (zemní konstrukce) uzpůsobené tak, aby **neomezoval růst vegetace a její údržbu**.

NZÚ – princip



NZÚ – praktický příklad č. 1

FVS o instalovaném výkonu **8,2 kWp**, hybridním měniči a instalované kapacitě Lithiové baterie **9,6 kWh**:

60.000 + 62.000 + 96.000 = 218.000 Kč, maximum je omezeno, dotace bude **200.000 Kč**

základ 2kWp



9,6 kWh, tedy $9,6 \times 10.000 = 96.000$ Kč

8,2 kWp, ponížené o základ $(8,2 - 2) \times 10.000 = 62.000$ Kč

NZÚ – praktický příklad č. 2

FVS o instalovaném výkonu **5 kWp**, hybridním měniči a instalované kapacitě Lithiové baterie **12 kWh**:

60.000 + 30.000 + 100.000 = 190.000 Kč, dotace bude **190.000 Kč**

základ 2kWp



12 kWh, omezení dvojnásobku, $10 \times 10.000 = 100.000$ Kč

5 kWp, ponížené o základ $(5 - 2) \times 10.000 = 30.000$ Kč

NZÚ – praktický příklad č. 3

FVS o instalovaném výkonu **3,6 kWp**, hybridním měniči a instalované kapacitě Lithiové baterie **7,2 kWh**:

60.000 + 16.000 + 72.000 = 148.000 Kč, dotace bude **148.000 Kč**

základ 2kWp

7,2 kWh, $7,2 \times 10.000 = 72.000$ Kč

3,6 kWp, ponížené o základ $(3,6 - 2) \times 10.000 = 16.000$ Kč

NZÚ – hodnocení změn 2030

- Podpora se vztahuje jen a pouze na nové systémy, nelze ji poskytnout na rozšíření nebo úpravy stávajícího fotovoltaického systému, a to včetně případů na pořízení baterie (lithiových akumulátorů).
Tato podmínka je nová!
- Použité měniče musí splňovat požadavky Nařízení Komise (EU) 2016/631, na připojení výroben k distribuční soustavě a pro výrobní moduly typu „A“ musí splňovat normu EN 50 549-1:2019.
Tato podmínka je nová! Staré střídače nepatří do nových instalací.
- Podporovanou elektrickou kapacitou akumulátoru se rozumí jmenovitá kapacita výrobcem (nominal capacity). Minimální podpořená velikost bateriového úložiště je jednonásobek instalovaného výkonu modulů, maximální podpořená velikost bateriového úložiště je dvojnásobek instalovaného výkonu modulů. **Tato podmínka je nová! Umožňuje přidat dostatečnou velikost kapacity baterie pro zvýšení počtu dnů plné nezávislosti a zvýšení ročního ukazatele soběstačnosti.**

NZÚ – hodnocení změn 2030

- Fotovoltaický systém musí být umístěn na rodinném domě, jiné stavbě plnící doplňkovou funkci ke stavbě RD, nebo jiné speciální konstrukci, přizpůsobená tak, aby neomezovala růst vegetace a její údržbu. **Tato podmínka je nová! Dovoluje tak u RD umístit na montážní zemní konstrukci, která bude dostatečně vzdálena od zemního povrchu, s růstem zeleně a stříhání zeleně, v případě že RD má nevhodnou orientovanou nebo příliš členitou střechu, staticky nevhodnou střechu apod.**
- Baterie a akumulátory na bázi olova (včetně gelových, AGM a trakčních), Ni-MH a Ni-Fe nejsou podporovány. **Tato podmínka je nová!**
- Realizace úsporných opatření v rodinných domech nacházející se v Moravskoslezském, Ústeckém a Karlovarském kraji je zvýhodněna zvýšením podpory o 10 %. **Tato podmínka je nová!**

NZÚ – hodnocení změn 2030

- Nově lze fotovoltaický systém s dotací instalovat i na rekreační objekty, sloužící k trvalému bydlení, přestože tak nejsou kolaudovány a mají označení E. U tohoto typu objektů je nutné prokázat, že slouží trvalému rodinnému bydlení, a to již nejméně 2 roky před podáním dotační žádosti. Tato podmínka je nová! Dovoluje tak pro mnoho rodičů, kteří přenechali byt synům či dcerám a přestěhovali se na modernizovanou či opravenou chatu, ovlivnit svoji energetickou nezávislost a přispět k budování cirkulární energetiky.

NZÚ – hodnocení změn 2030

- Nově se vyžaduje jen tzv. odborný posudek, ve formě projektové dokumentace, která slouží jako podklad pro výpočet maximální výše podpory. **Tato podmínka je nová! K žádosti tak nemusí být energetický posudek od energetického specialisty!**
- K oprávněným zpracovatelům projektové dokumentace nově patří:
 - Autorizovaná osoba dle zákona č. 360/1992 Sb.
 - Držitel platného oprávnění §10 vyhlášky č. 50/1978 Sb.
 - Osoba znalá pro řízení činností §19 odst. 2 zák. č. 250/2021 Sb. (nově od 1.7.2022)
 - Osoba nebo firma jež je nositelem §10d zák. č. 406/2000 Sb. profesní kvalifikace a státní zkoušky „Elektromontér fotovoltaických systémů“**

Přehled dalších dotací pro fotovoltaiku

- **NPO** Národní plán obnovy (spravuje MPO)
- **Modernizační fond** (spravuje MŽP)
- **OP TAK** (místo starého OP PIK) – otevřen bude po vyčerpání prostředků z NPO
- **IROP**

To Do

- **Zpracování evropské legislativy do energetického zákona a zákona POZE směrnic tzv. Zimního energetického balíčku z roku 2018 (Původní termín byl do 30.6.2021 – 34 měsíců času MPO nestačilo k propojení s českou legislativou)**
- **Vznik nových energetických entit (komunit – bytové domy)**
- **Odstranění diskriminačních poplatků za distribuci elektřiny**
- **Odstranění měření po fázích**



Kontakty:

www.CEFAS.cz

info@cefas.cz

Děkuji za pozornost

*Ing. Petr Maule, LL.M., MBA,
Česká fotovoltaická asociace, Ústav Fotovoltaiky a Elektromobility
doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.,
Vysoké učení technické v Brně, FEKT, Ústav elektrotechnologie*

