

Aktuální vývoj ve fotovoltaické přeměně sluneční energie

(včetně významu pro situaci v Evropě)

Antonín Fejfar (fejfar@fzu.cz)

Oddělení tenkých vrstev a nanostruktur

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Cukrovarnická 10, 162 00 Praha 6

Energie



Průměrná americká rodina obklopená barely ropy, které spotřebuje za rok.

Obrázek je z roku 1970.

Dnes by jejich spotřeba byla asi o 40% větší.

Terawattová výzva

Průměrná spotřeba lidské civilizace je 18 TW (18000 GW).

Průměrně spotřebuje průměrný občan:

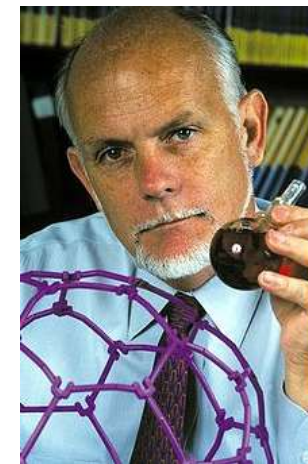
~11 kW / U.S.A

3 – 5 kW / Evropan

~ 1 kW / Číňan

2 kW / průměrný obyvatel planety

Počet obyvatel Země se ustálí na cca 10 mld.
Většina z nich bude spotřebovávat víc energie.
Při odhadovaných 4 kW / člověka = 40 TW.



Prof. Richard Smalley,
Nobelova cena 1996

R.E. Smalley, MRS Bulletin **30**, 412 - 417 (2005).
**Future Global Energy Prosperity: The Terawatt
Challenge**

Přidání 10 TW znamená:

Spuštění 1 GW elektrárny

každý den po dobu > 27 roků

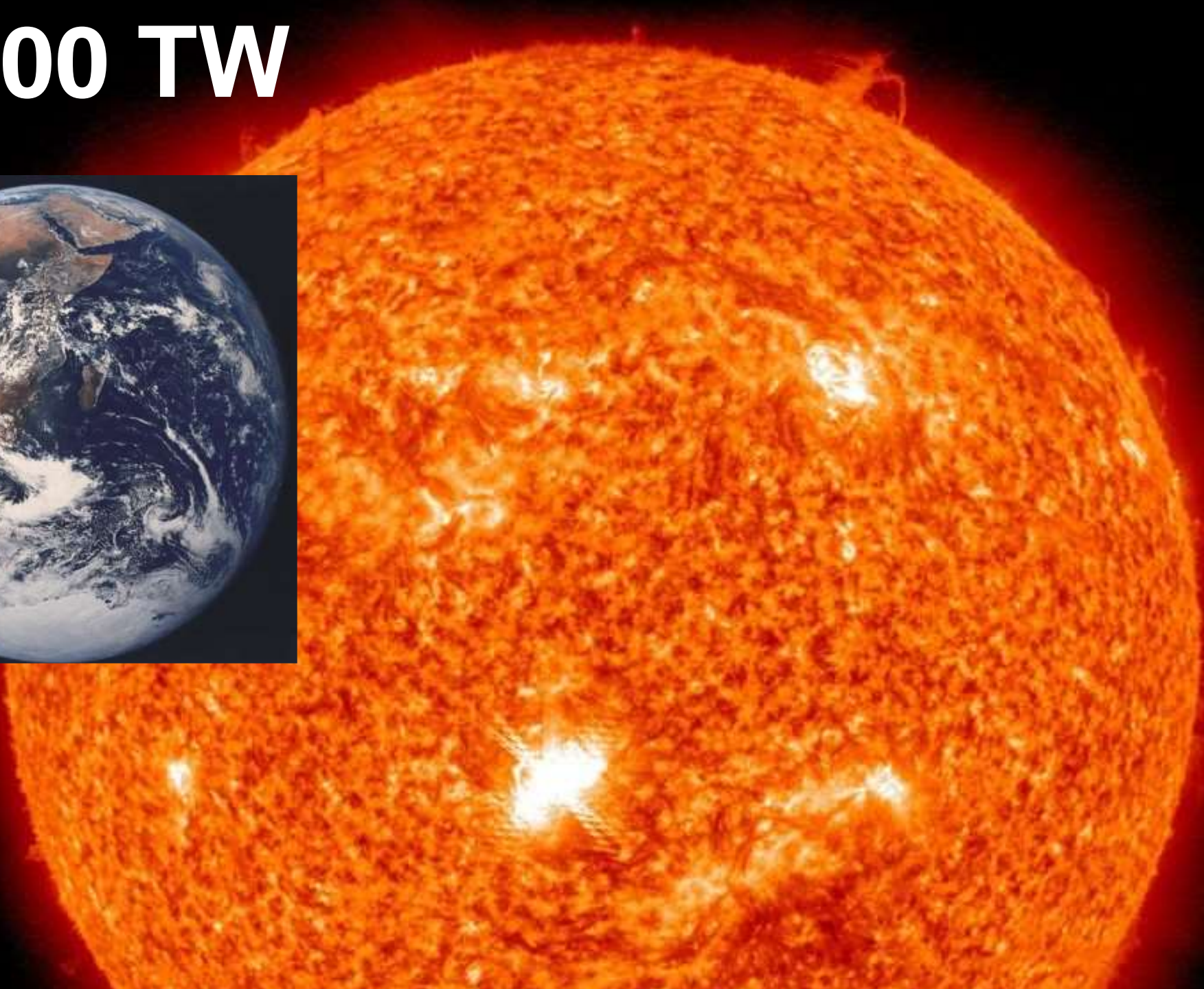
podobně:

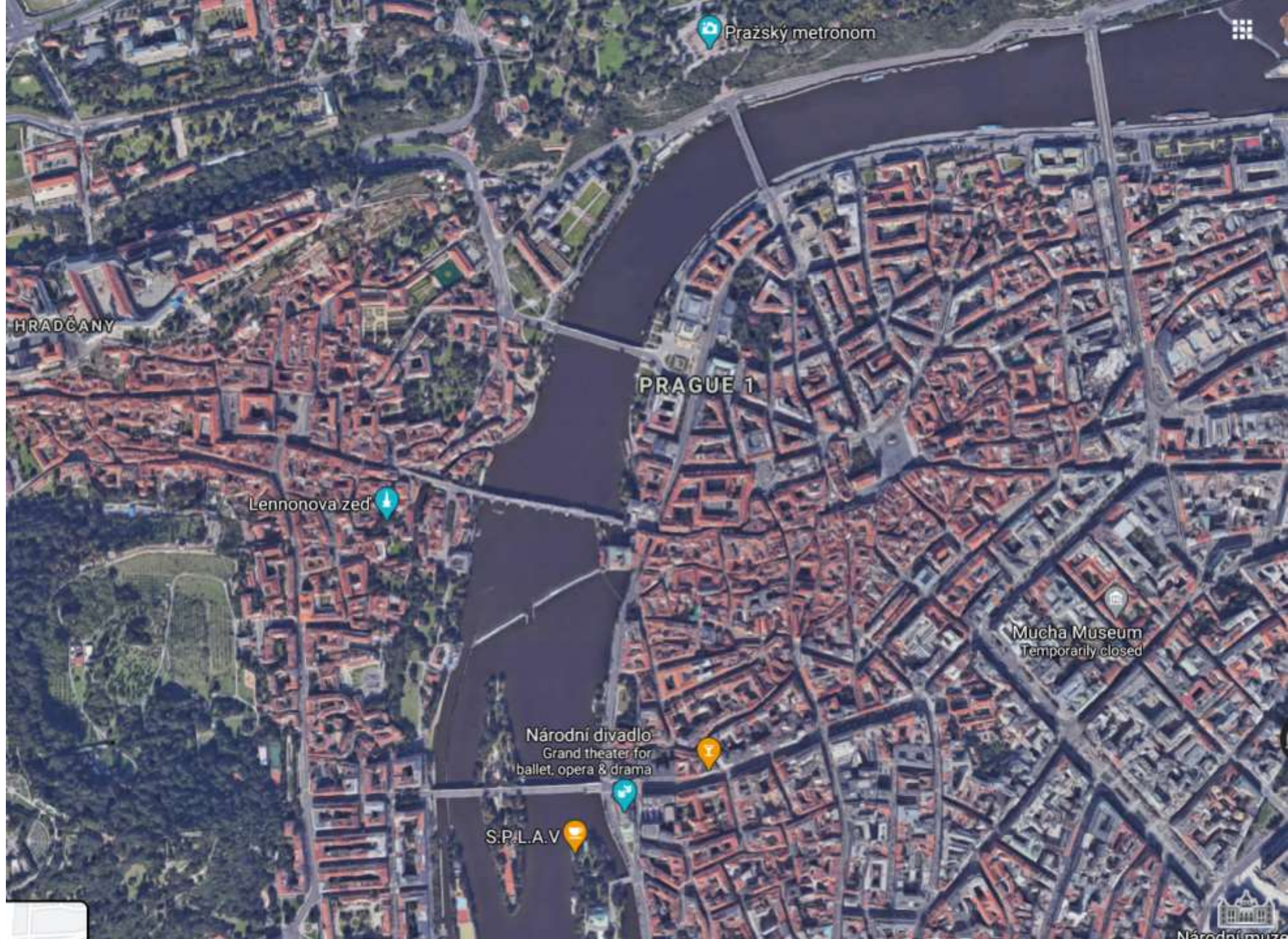
největší FV elektrárna světa v r. 2020,
Bhadla Solar Park, Rajasthan, Indie,
5700 ha, 2,2 GW_p

[viz 27°32'22.81"N 71°54'54.91"E](#)



125 000 TW





HRADČANY

PRAGUE 1

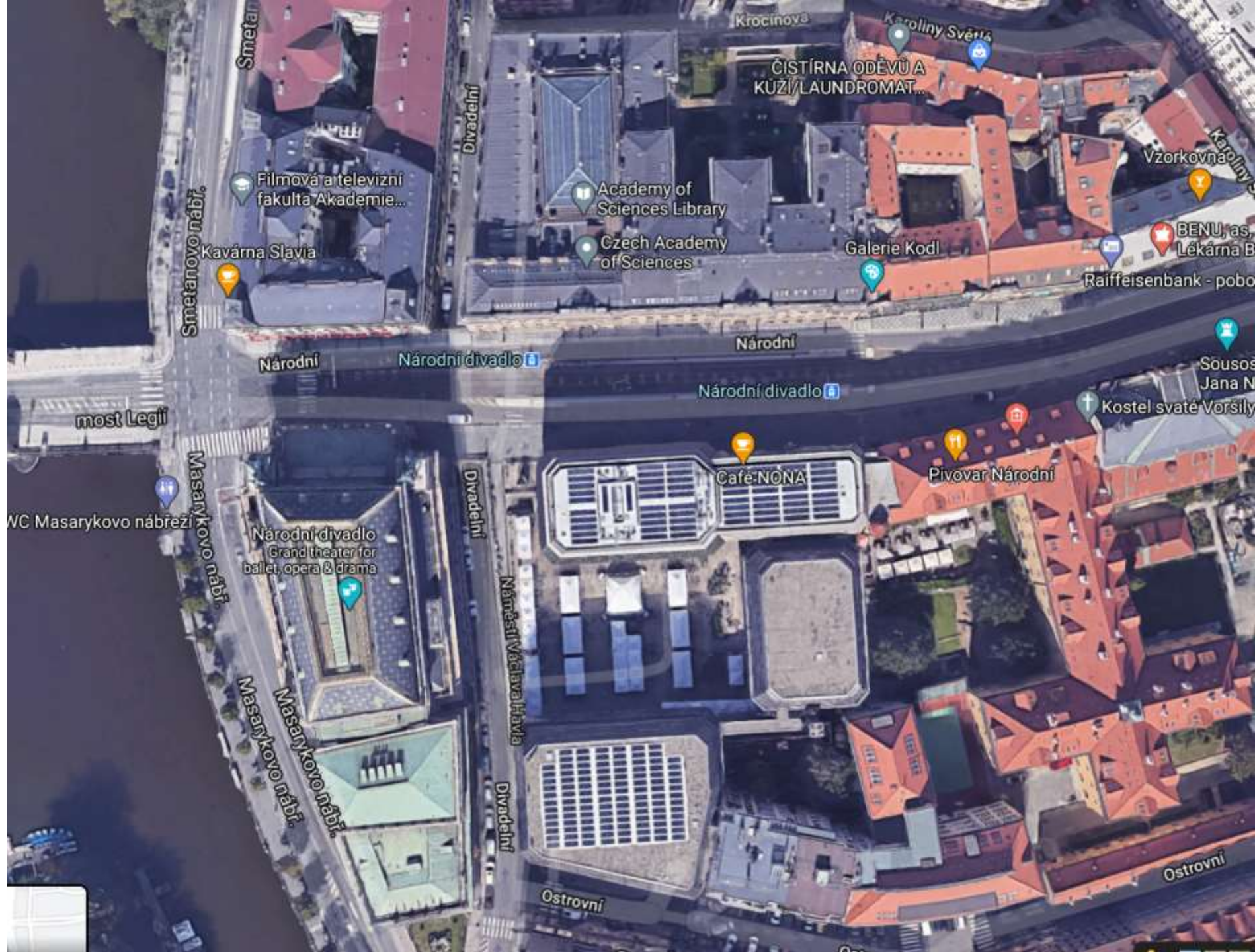
Lennonova zed

Národní divadlo
Grand theater for
ballet, opera & drama


S.P.L.A.V

Mucha Museum
Temporarily closed

Pražský metronom



Národní

Národní divadlo 



Národní


Národní


Národní

2


Masarykovo nábř.


1012/1

Café NONA 

Laterna magika 

Divadelní

Veřejné toalety - Parking
Národního divadla 

Národní divadlo
Grand theater for
ballet, opera & drama 


223

Náměstí Václava Havla

223

Masarykovo

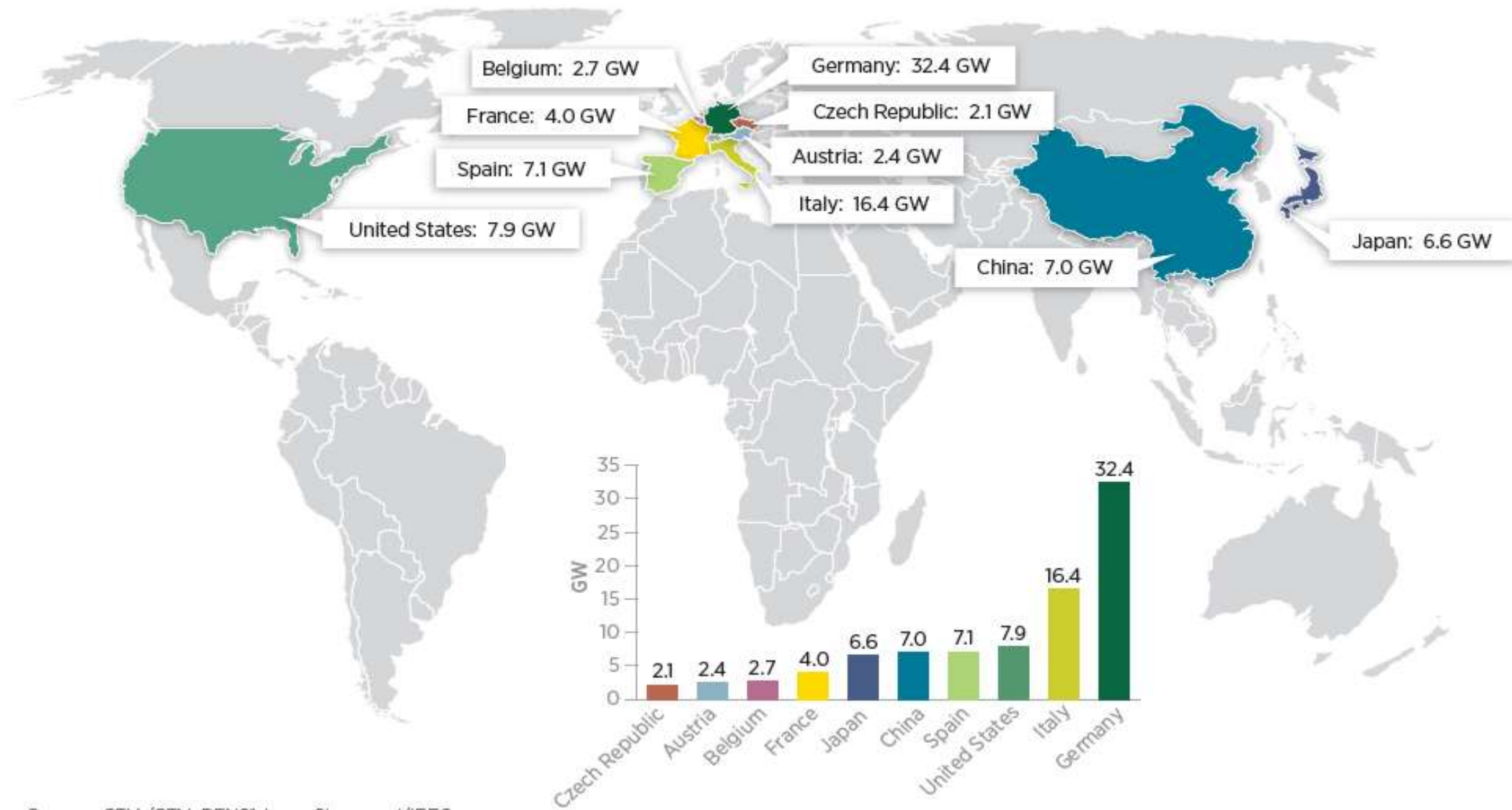
1435

Dobroskříň
Clothing store 

O, Pane náš, pomoz této zemi a sešli
na nás hrozně strašné ničivé krupobití !



Solar Electricity Installed Capacity (2012) – Select Countries



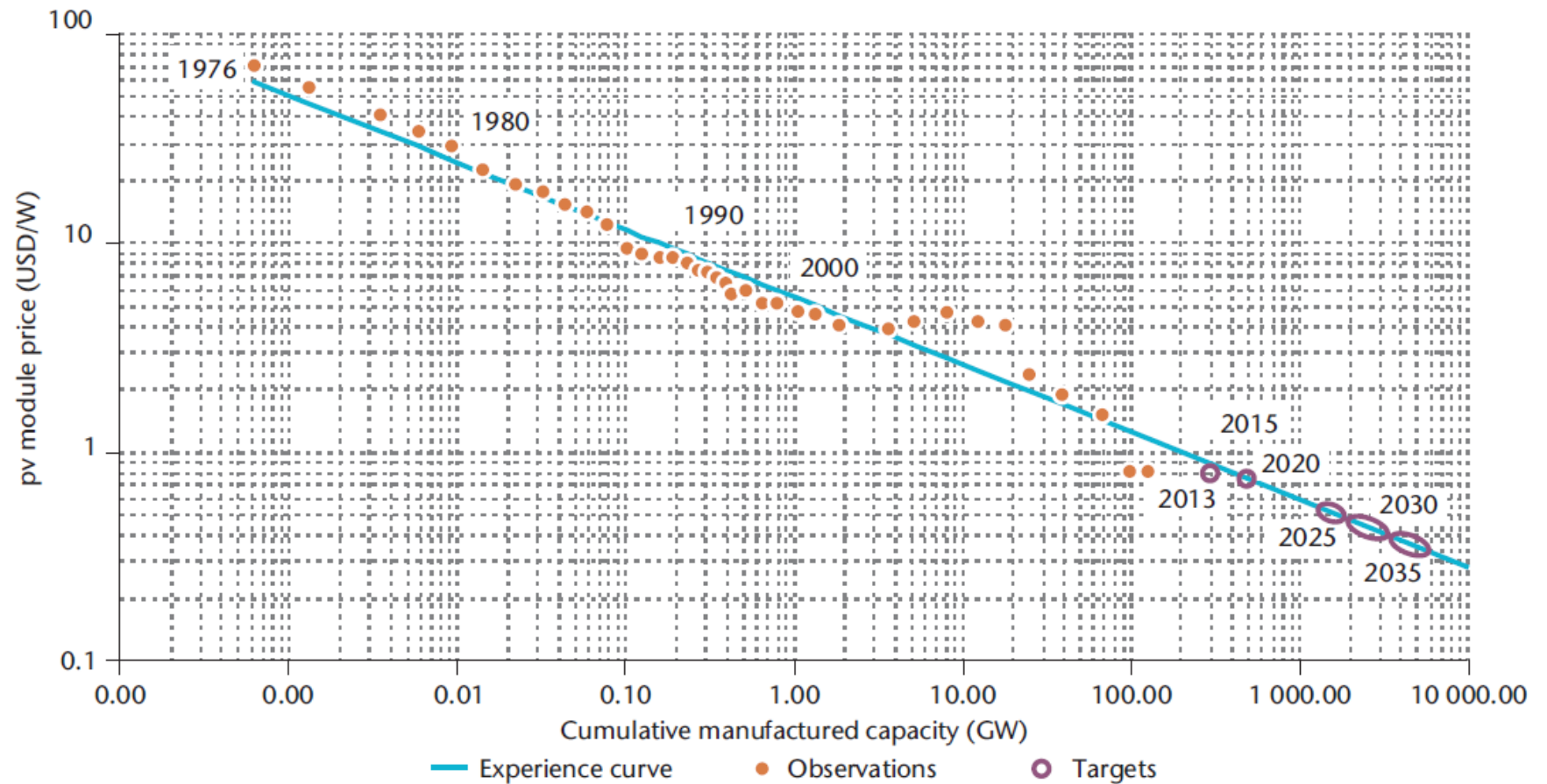
Sources: SEIA/GTM, REN21, Larry Sherwood/IREC

* Includes PV and CSP



Swansonovo pravidlo: zlevňování masovou výrobou

Figure 10: Past modules prices and projection to 2035 based on learning curve

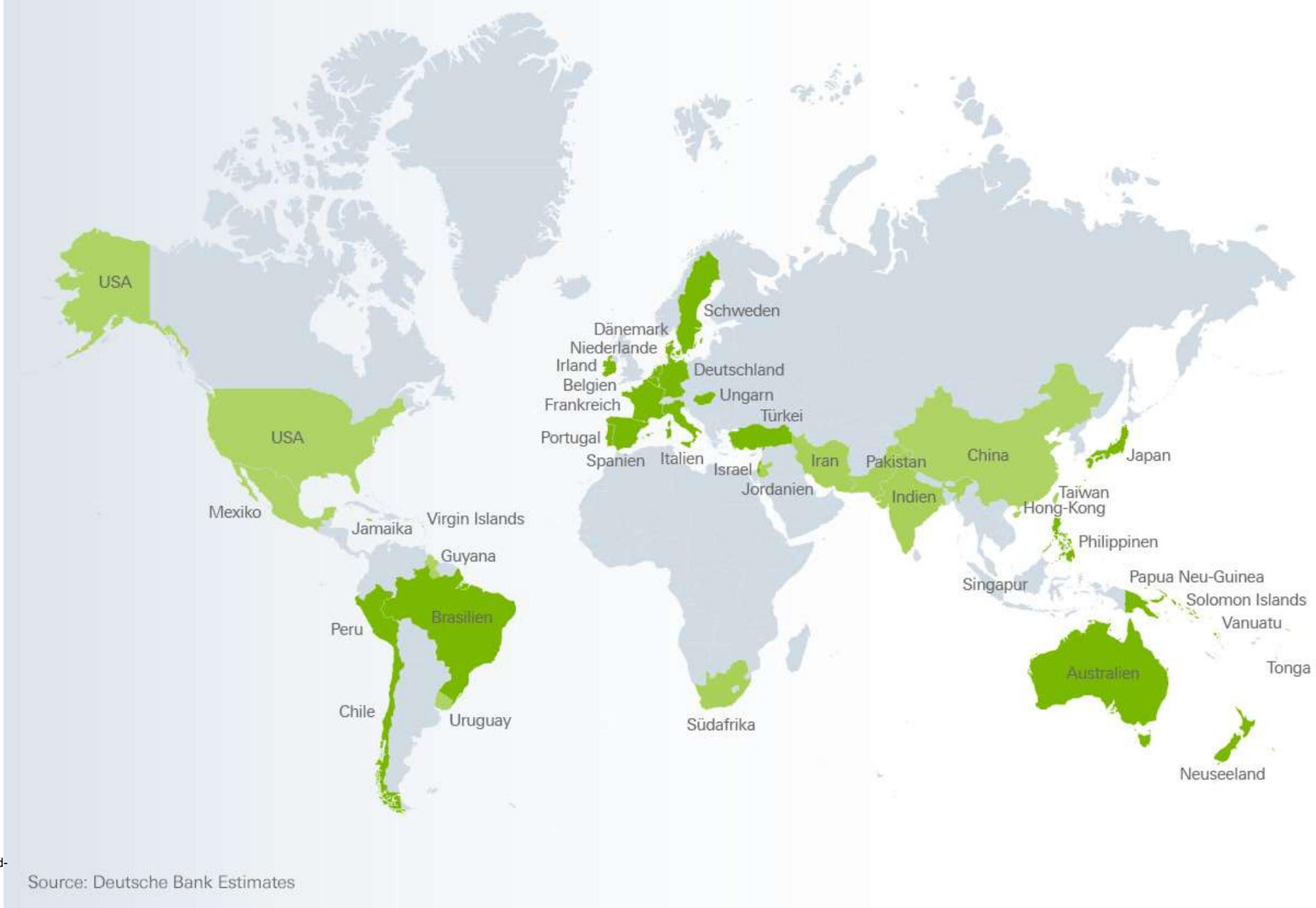


Notes: Orange dots indicate past module prices; purple dots are expectations. The oval dots correspond to the deployment starting in 2025, comparing the 2DS (left end of oval) and 2DS hi-Ren (right end).

KEY POINT: This roadmap expects the cost of modules to halve in the next 20 years.

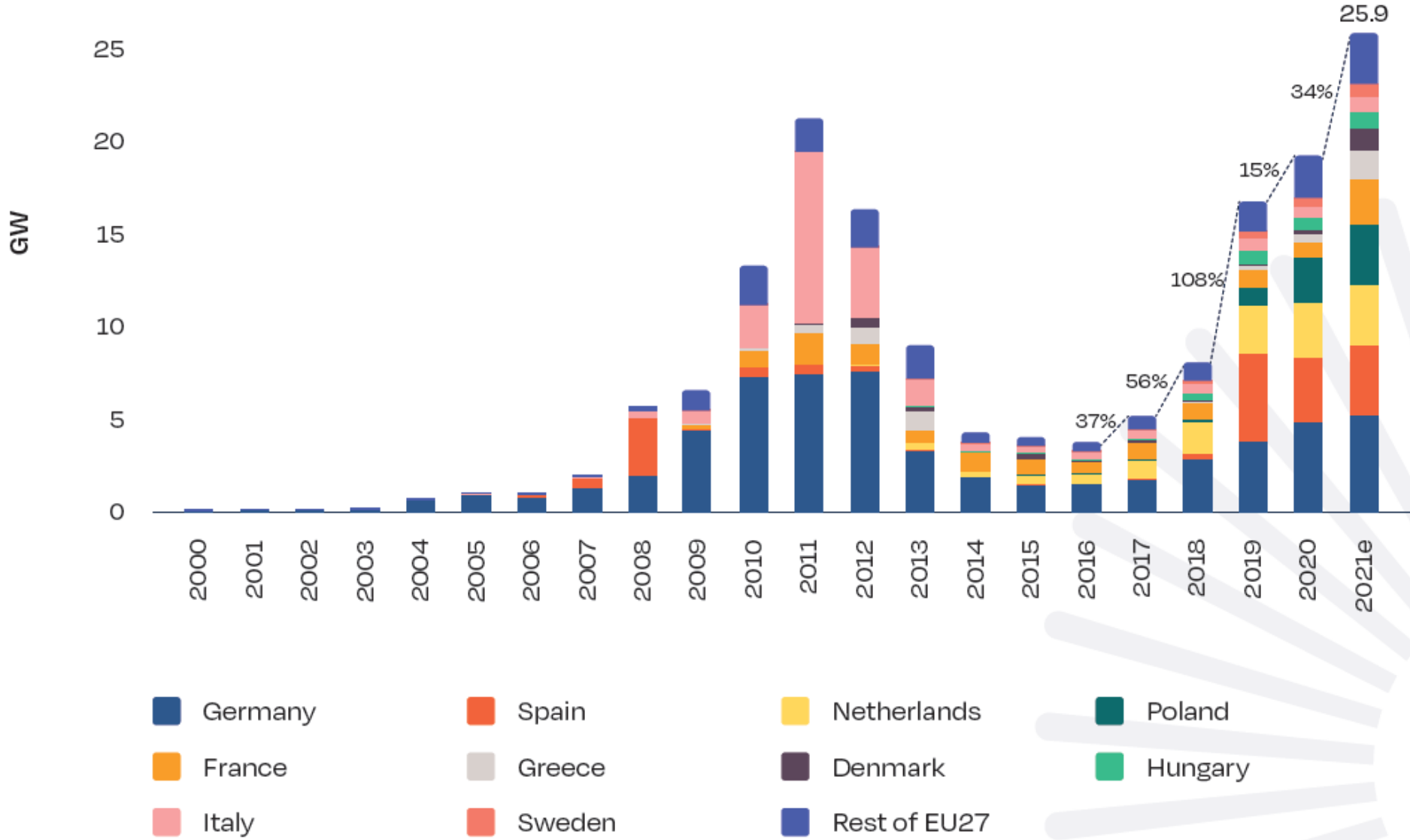
Sít'ová parita

Deutsche Bank report:
Solar grid parity in a
low oil price era (2015)



<https://www.db.com/cr/en/concrete-deutsche-bank-report-solar-grid-parity-in-a-low-oil-price-era.htm>

EU27 ANNUAL SOLAR PV INSTALLED CAPACITY 2000-2021

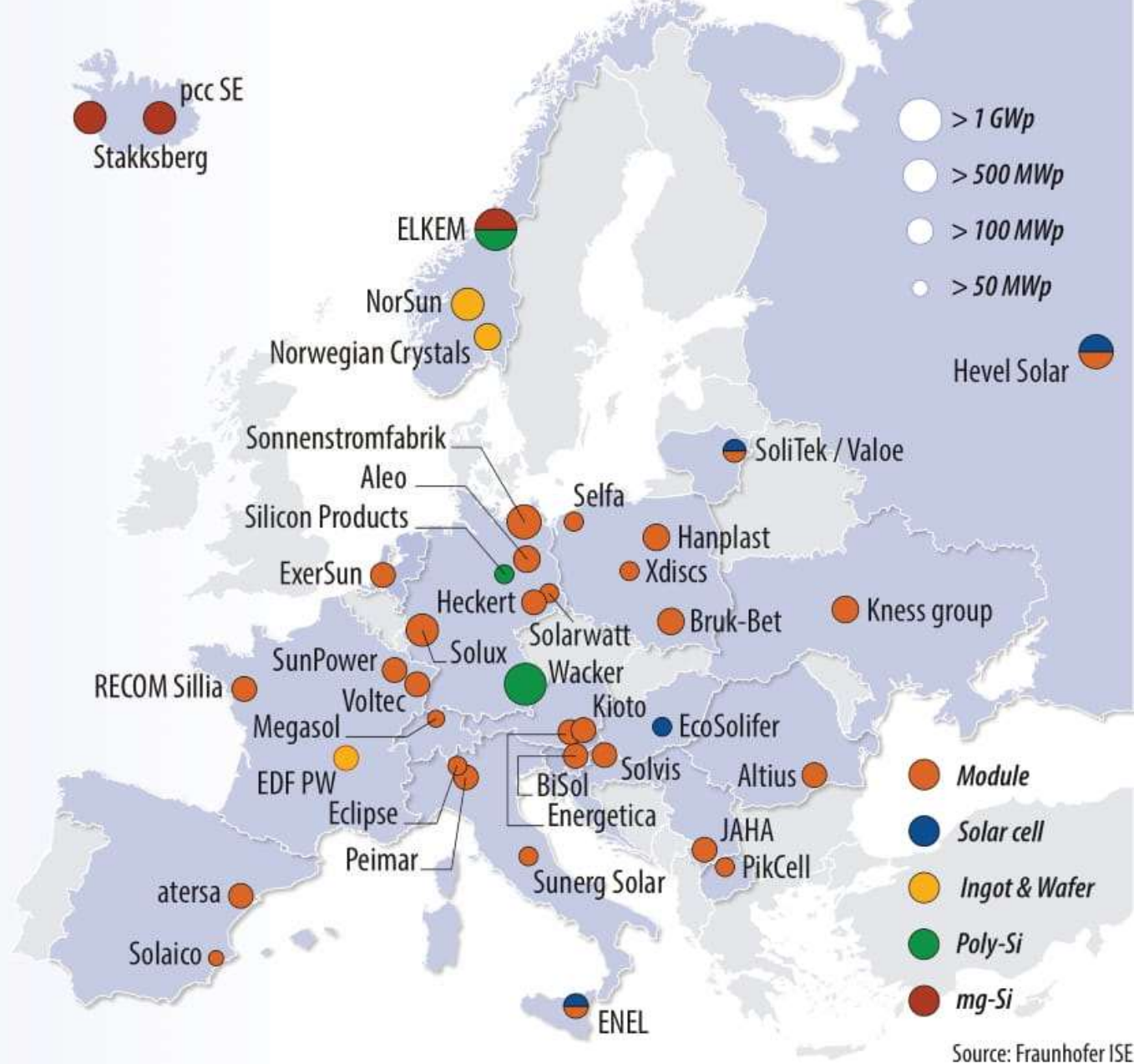
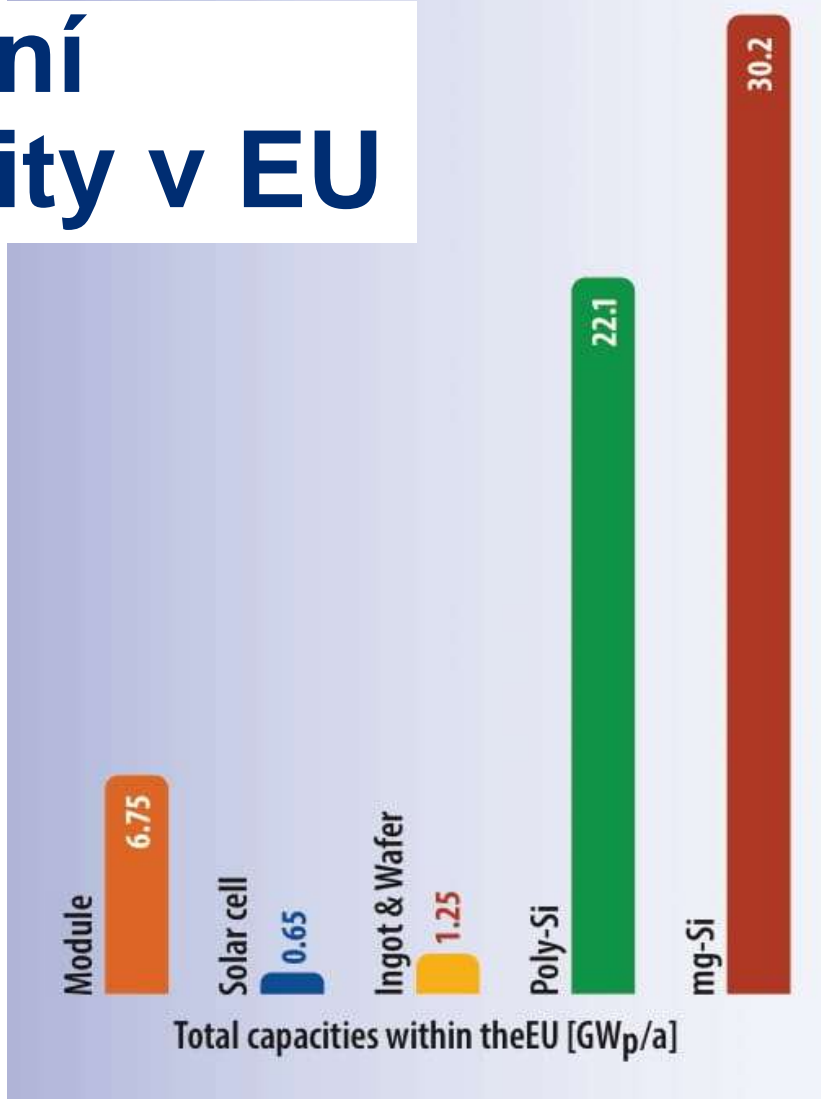


“RePower EU”:
 >420 GW of
 new solar
 generation
 capacity this
 decade

J. Christiansen, EU Market Outlook for Solar Power, (2021) 68.

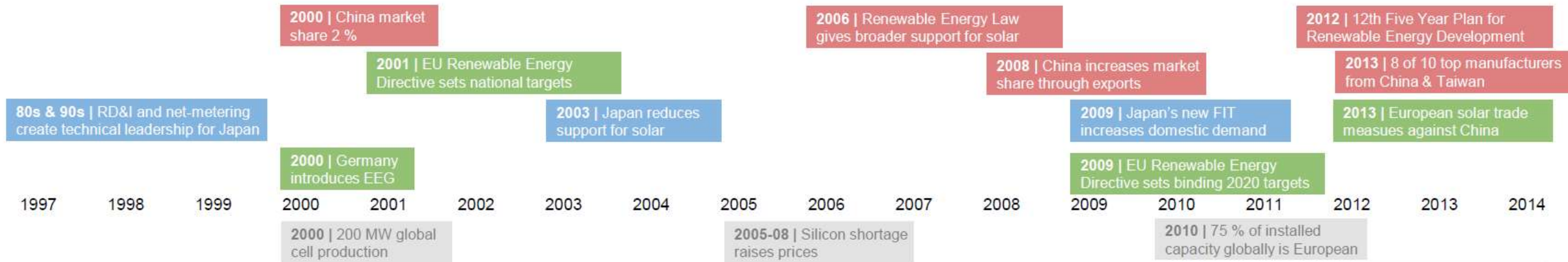
**Current European
c-Si PV manufacturing landscape**
Status Quo, end of 2020

Výrobní kapacity v EU

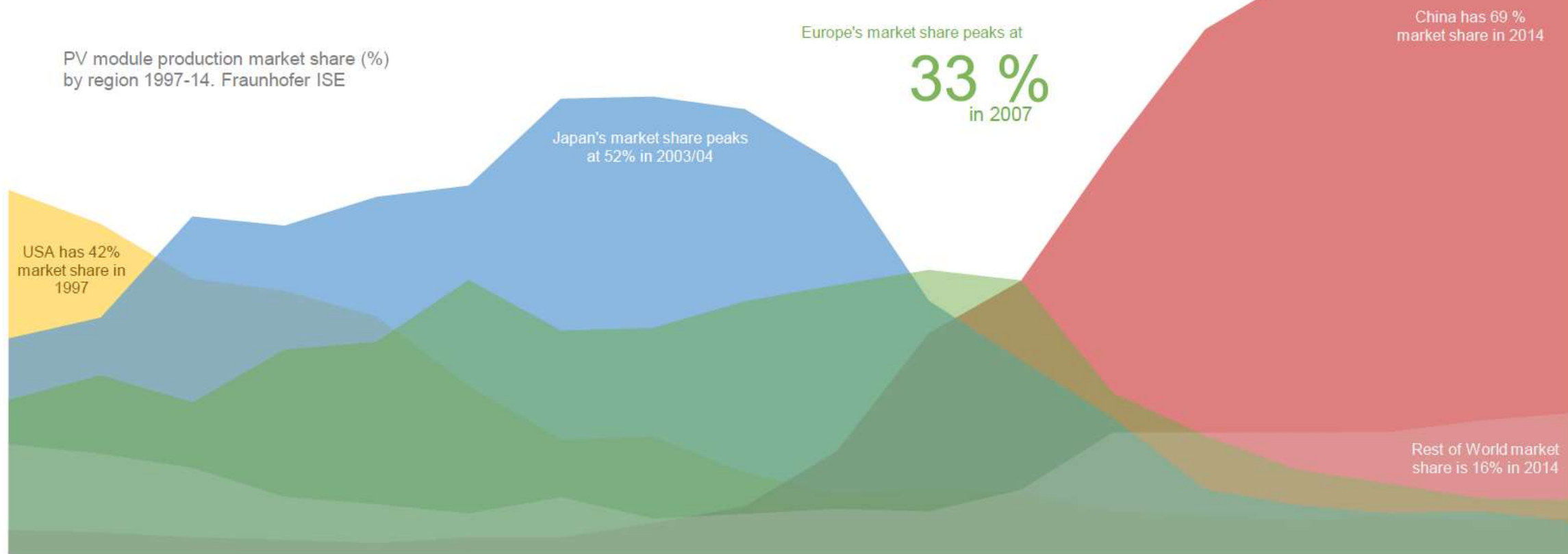


Source: Fraunhofer ISE

Figure 2.1 Timeline of events that affected the European and global PV market



PV module production market share (%) by region 1997-14. Fraunhofer ISE

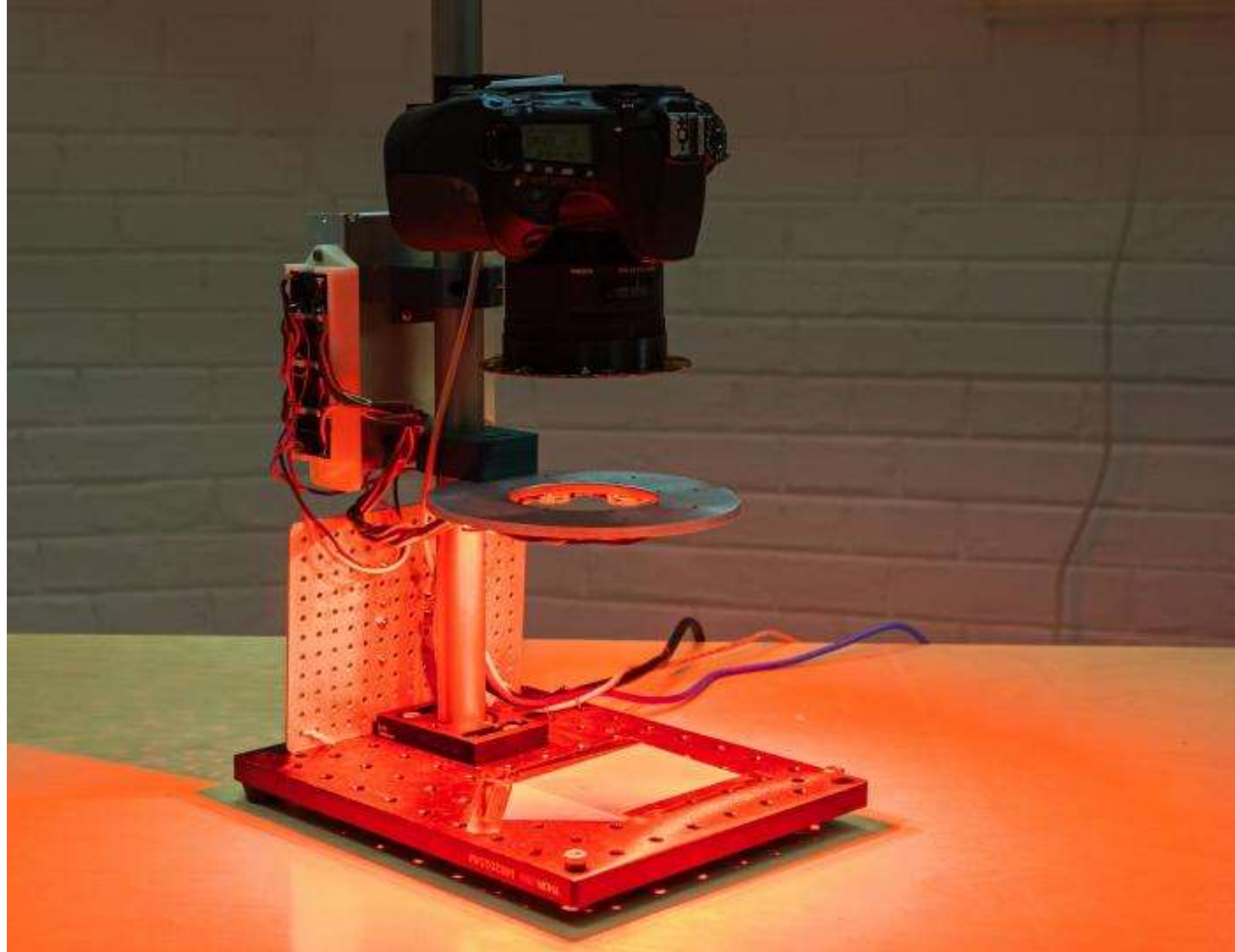




H2020 project NextBase 2016-2019



Optická profilometrie: prototyp



Optická profilometrie na závěrečném setkání NextBase 2019



M. Ledinský and R. Dvořák demonstrating a prototype of the IBC SHJ contacting scheme imaging system at the High Efficiency Approaches in Crystalline Silicon PV workshop, 25th September 2019 at Polytech Annecy-Chambery.

PCT patent

Návaznost na H2020 NextBase projekt

1) The European Commission přidala projekt NextBase mezi své Success Stories:

Masově vyráběné evropské solární panely na obzoru

https://ec.europa.eu/research/infocentre/article_en.cfm?artid=52665

2) Enel Green Power otevírá novou výrobní linku HJT v továrně 3SUN, v Itálii

<https://www.enelgreenpower.com/media/press/2019/10/enel-green-power-inaugurates-new-hjt-production-line-at-3sun-factory>

3) Červen 2020: Meyer Burger přechází na výrobu solárních článků a modulů

<https://www.pv-magazine.com/2020/06/19/meyer-burgers-wants-to-become-a-solar-cell-and-module-manufacturer/>

4) Březen 2021: Meyer Burger zahájí výrobu modulů fotovoltaických článků v květnu

<https://www.pv-magazine.com/2021/03/12/meyer-burger-to-start-pv-cell-module-production-in-may/>

ve Freibergu a Bitterfeld Wolfen, Německo



Úspěšná přihláška Horizon Europe projekt Pilatus

HORIZON-CL5-2021-D3-03-13 call



projekt **Digitalised pilot lines for silicon heterojunction tunnel interdigitated back contact solar cells and modules (Pilatus).**

- 3 roky
- 10,4 M€
- konsorcium 19 partnerů, koordinace Meyer Burger Germany (EPFL, CSEM, Fraunhofer ISE, Norwegian Crystals, Wacker Chemie, Cambridge Photon Technology, TNO, Pasan etc.).

Česko na „sluneční pohon“

Celkem

440 km²

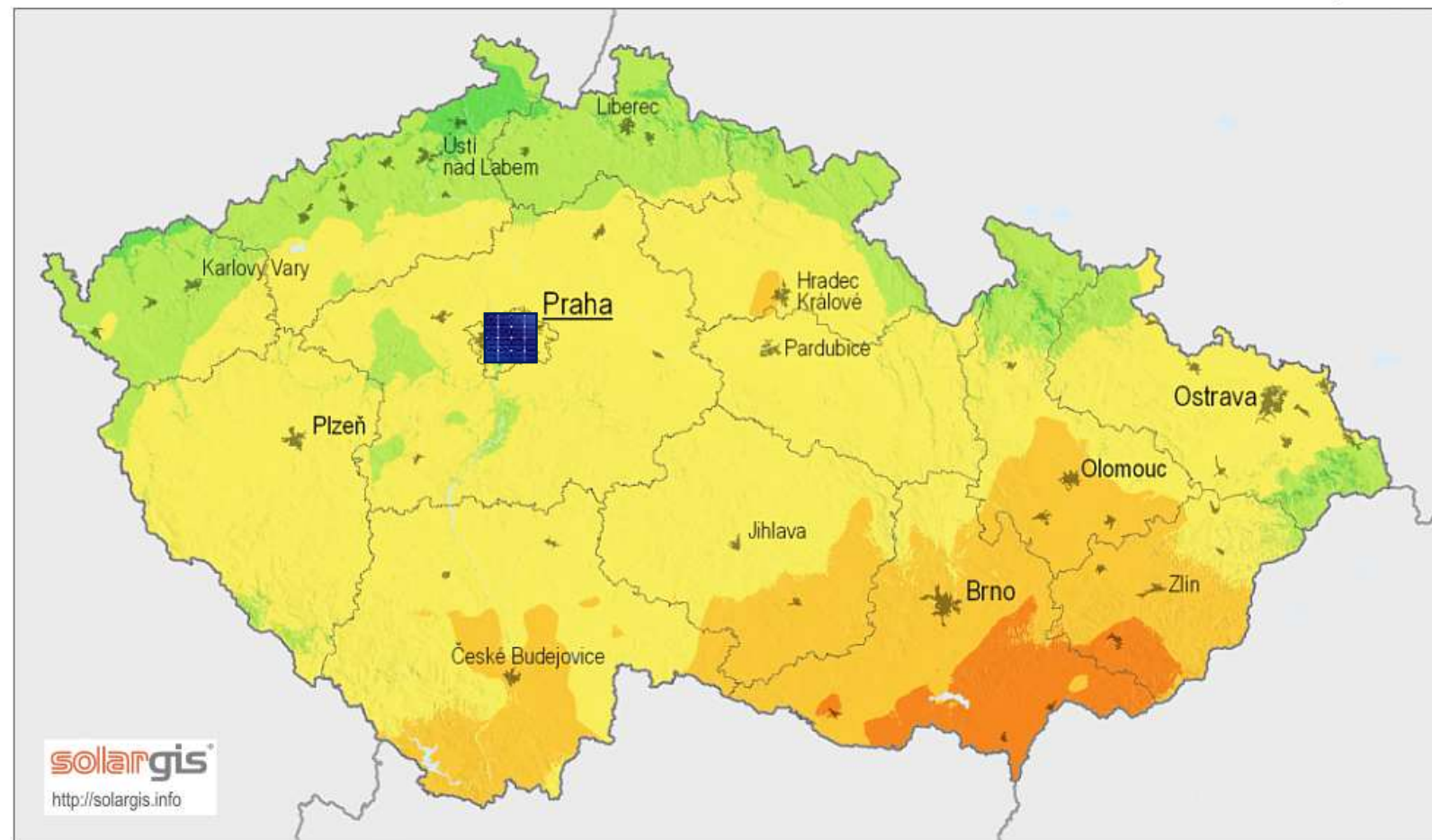
6,6 mil. tun panelů
roční výměna cca

1/4 mil. tun

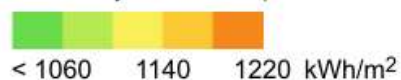
cca 400 mld. Kč

Globální horizontální záření

Česká republika



Průměrný roční úhrn (4/2004 - 3/2010)



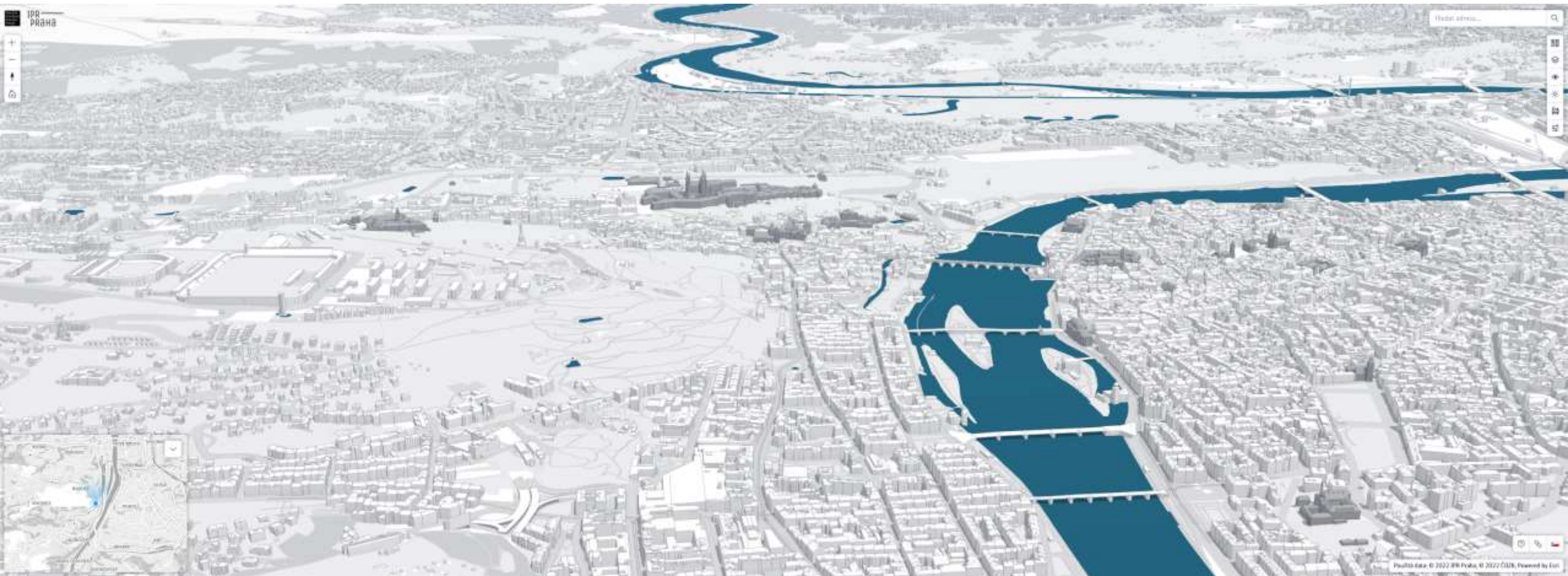
0 25 50 km

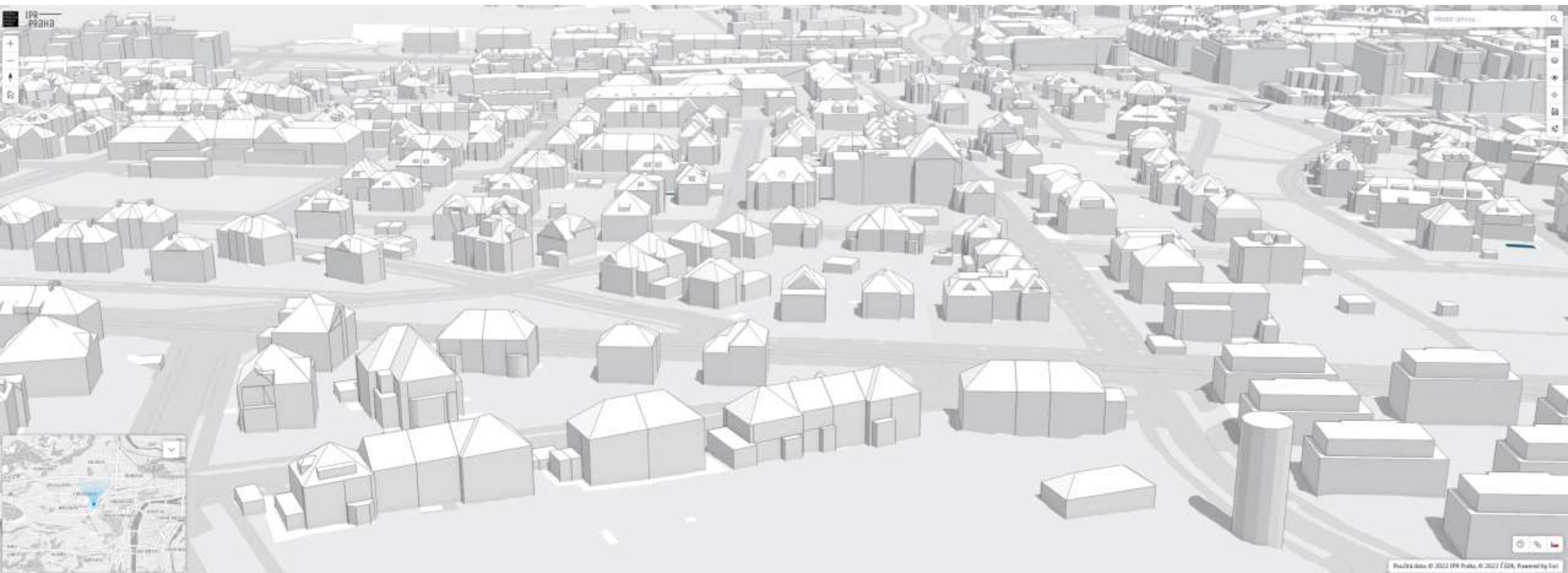
© 2011 GeoModel Solar s.r.o.

Model Prahy: pohled od Zbraslavi

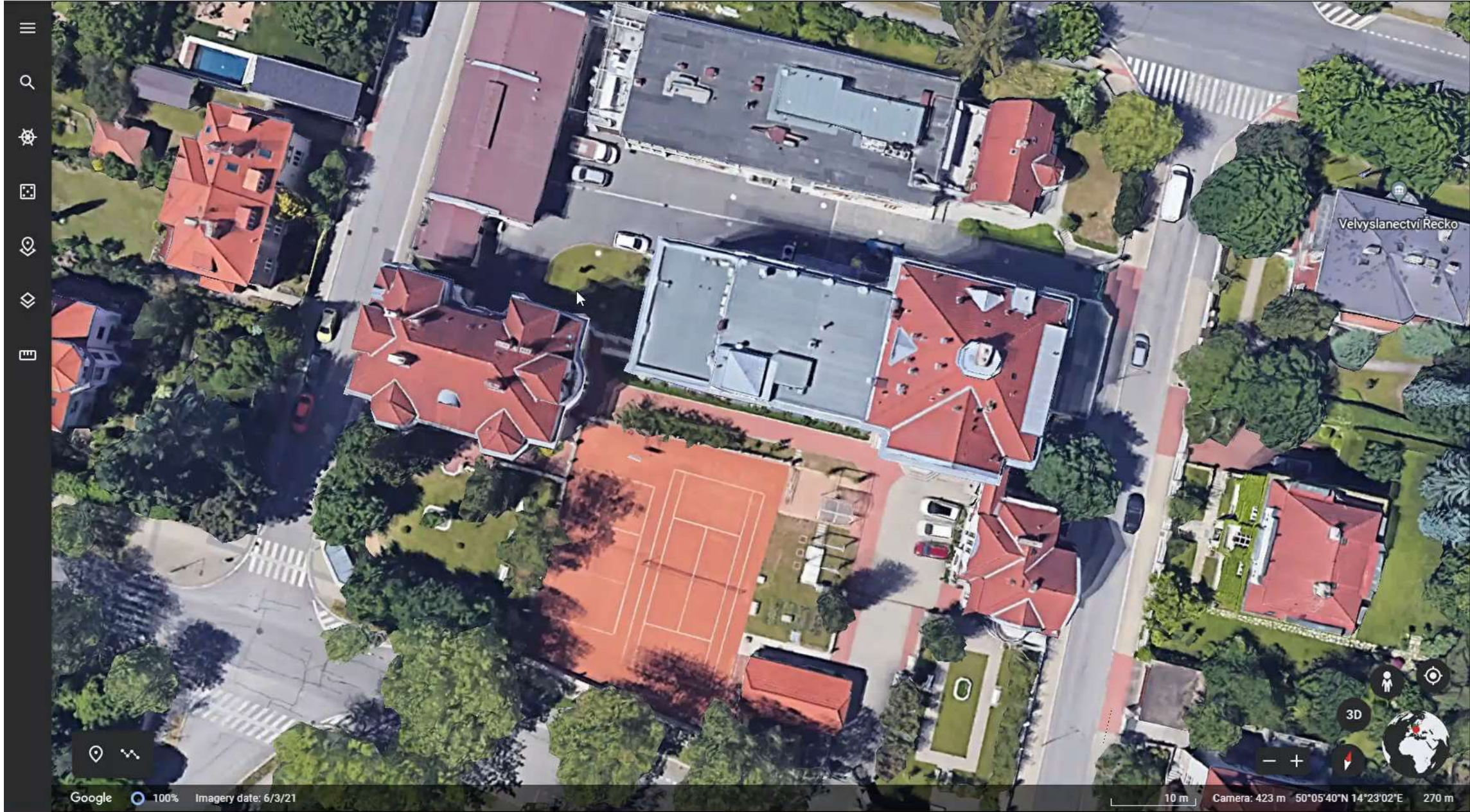


<https://app.iprpraha.cz/apl/app/model3d/>









Velvyslanectví Recko

Google 100% Imagery date: 6/3/21

10 m Camera: 423 m 50°05'40"N 14°23'02"E 270 m



OSVĚTLENÍ

05:54

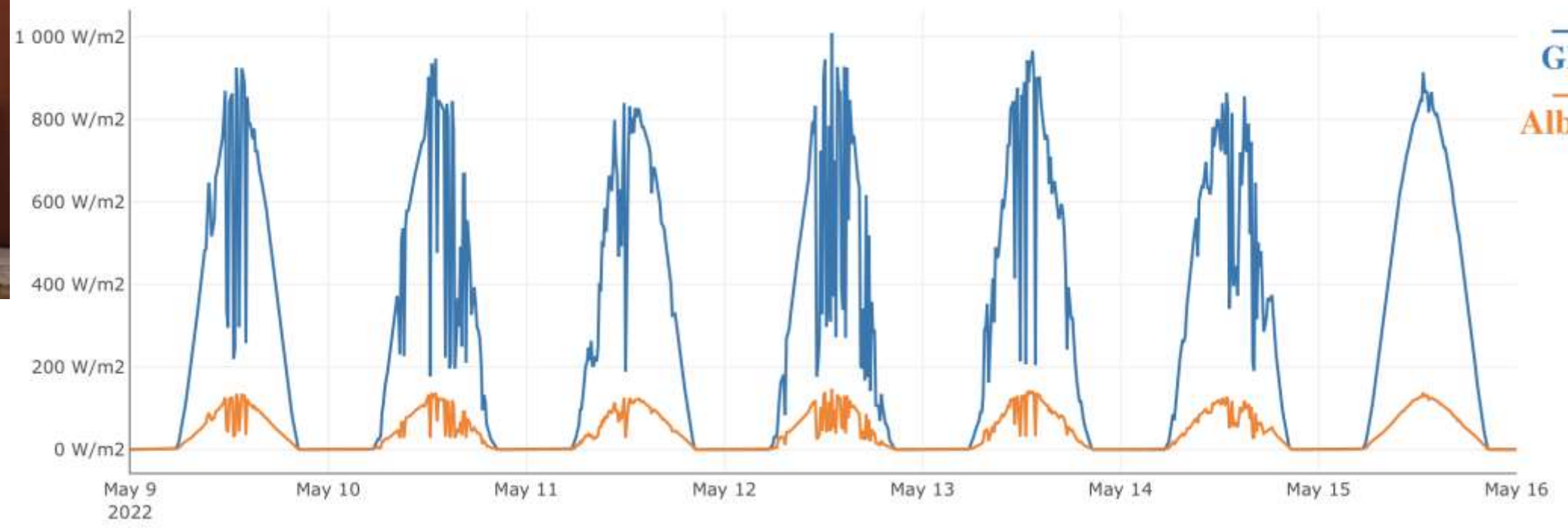
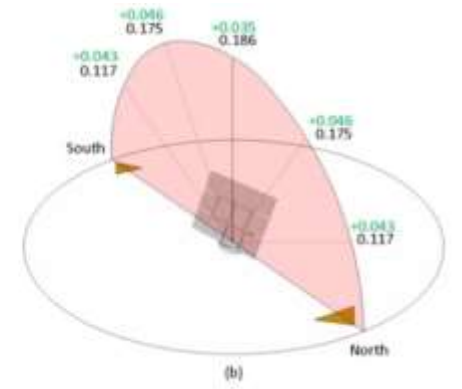
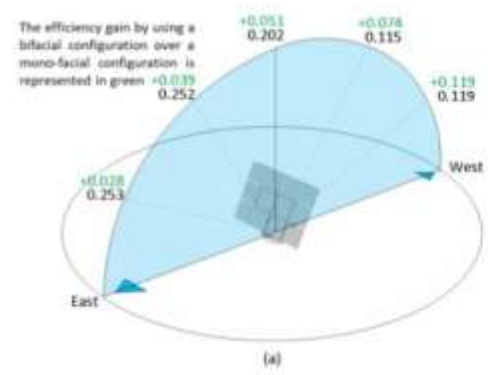
0 6 12 18 24

Datum: 19.03.2022



Použitá data: © 2022 IPR Praha, © 2022 ČÚZK

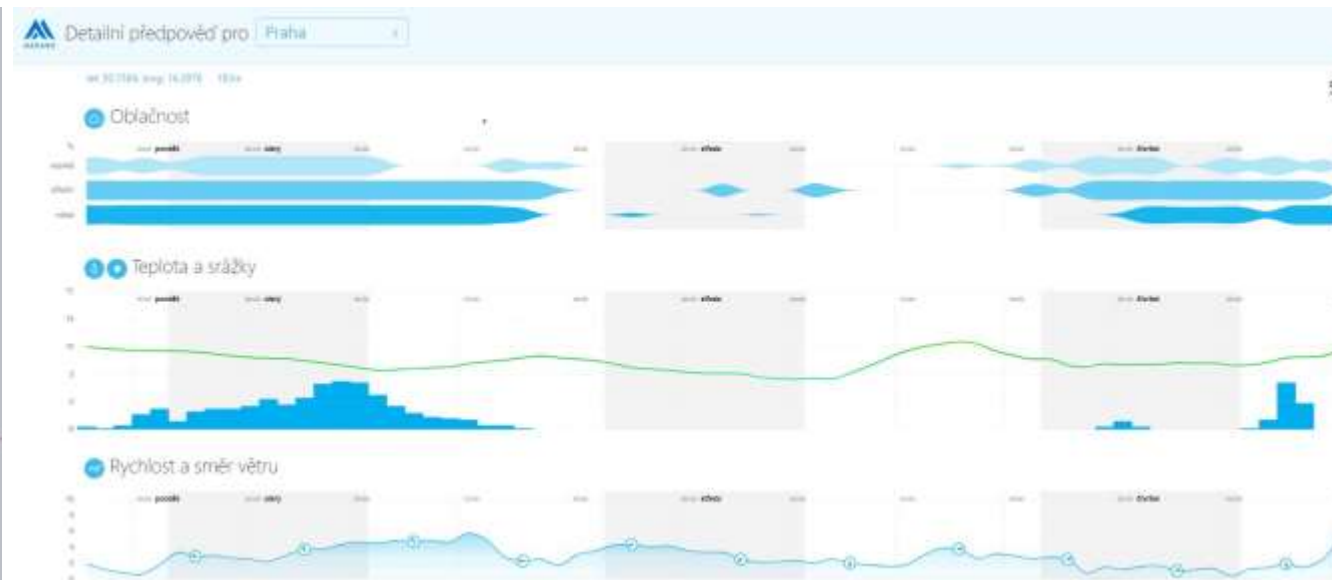
Powered by Esri



FZU Na Slovance



A) integrace fotovoltaiky a jiných obnovitelných zdrojů závislých na počasí pomocí předpovědních modelů



Budovy AV ČR



Vizualizace ploché střechy s vegetačními prvky a s fotovoltaickými panely ze studie připravovaného bytového domu u areálu AV v Praze Lysolajích (fáze přípravy projektu).



Vizualizace ploché střechy s fotovoltaickými panely ze zamýšlené instalace střešní fotovoltaické elektrárny na budově ubytovny Mazanka v Praze 8 (fáze zpracované projektové dokumentace pro stavební povolení a podané žádosti o dotaci z OPŽP).

Město - Lysolaj						
Učtování	Učtování	Učtování	Učtování	Učtování	Učtování	Učtování
1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000
4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000
5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000
6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000
7.000.000	7.000.000	7.000.000	7.000.000	7.000.000	7.000.000	7.000.000
8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000
9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000
10.000.000	10.000.000	10.000.000	10.000.000	10.000.000	10.000.000	10.000.000

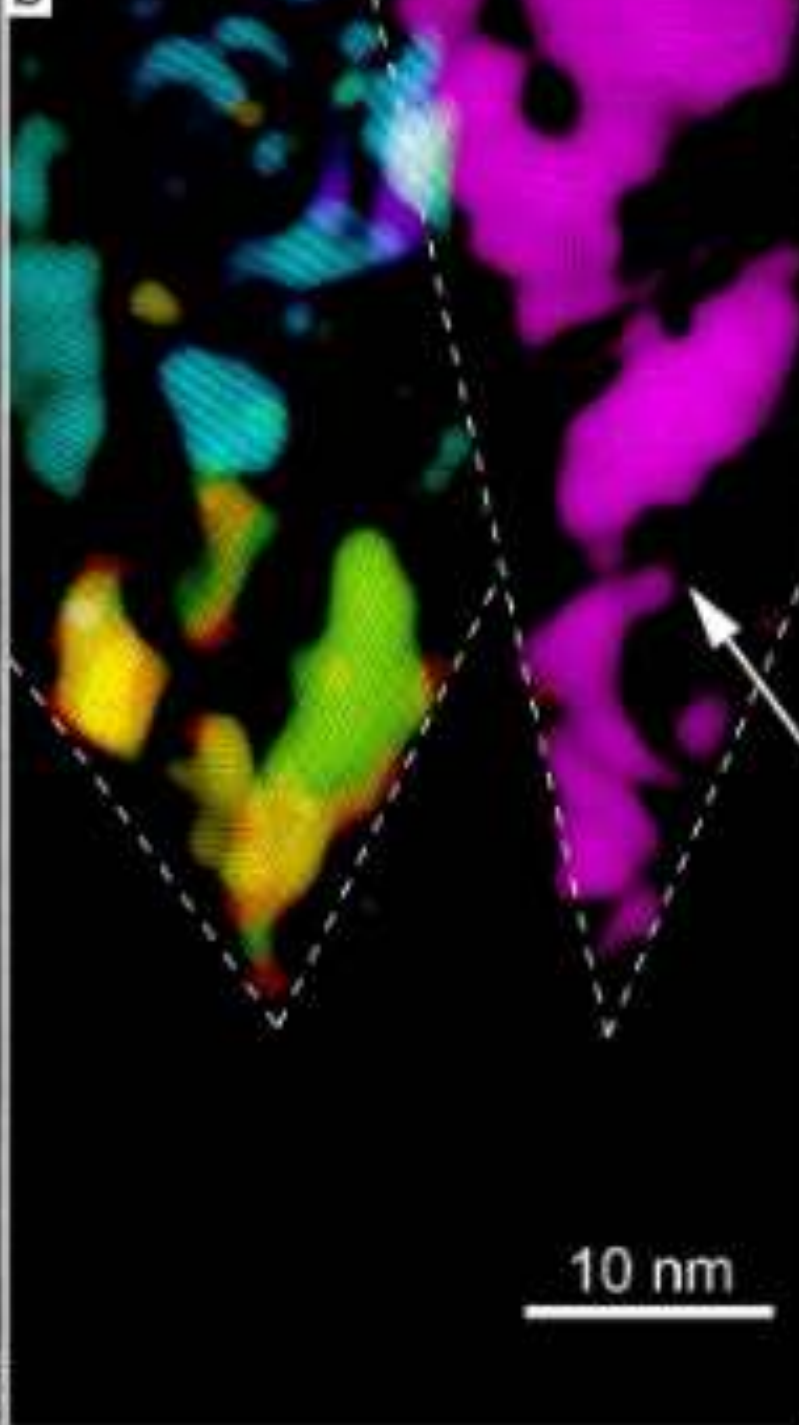
nc-Si:H(p)

nc-Si:H(n)

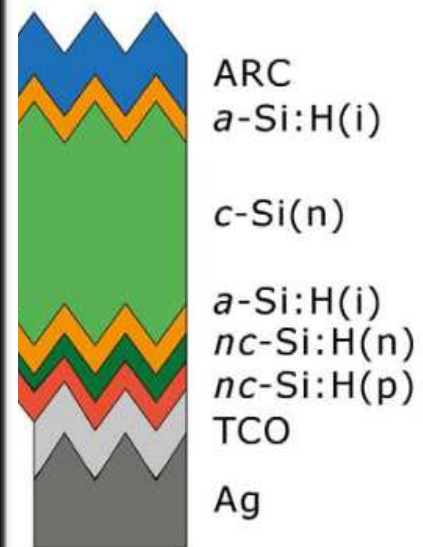
a-Si:H(i)

c-Si

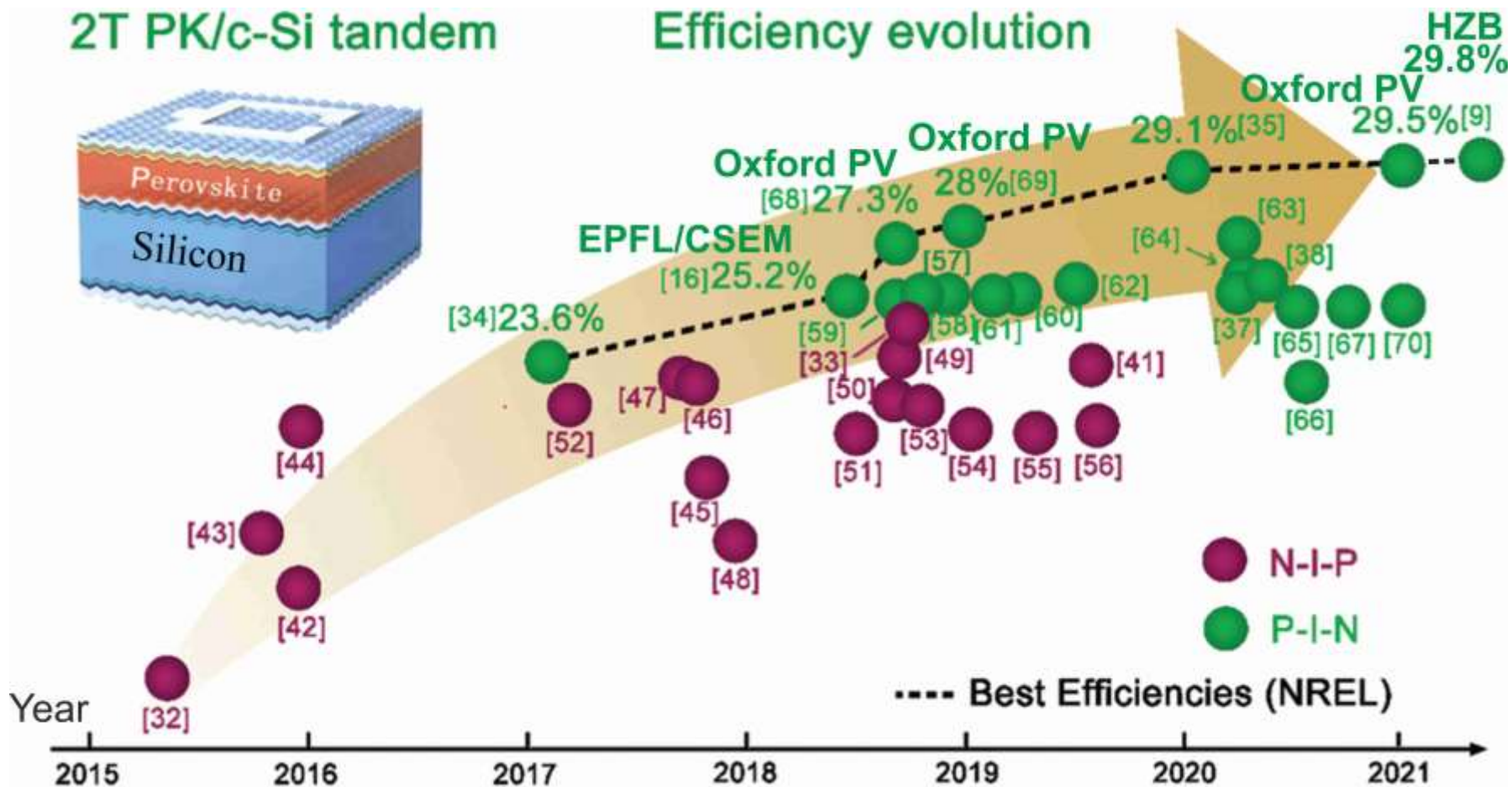
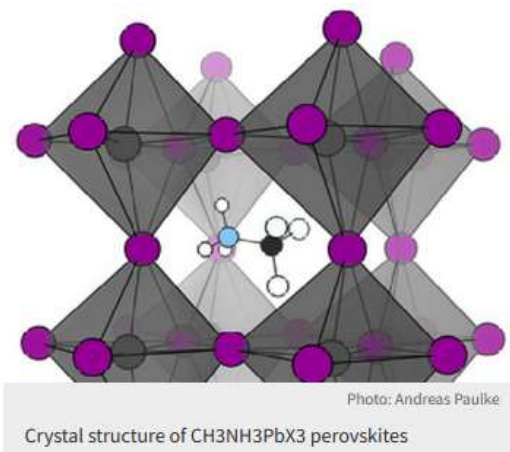
10 nm



10 nm



nový materiál ve hře: hybridní perovskity



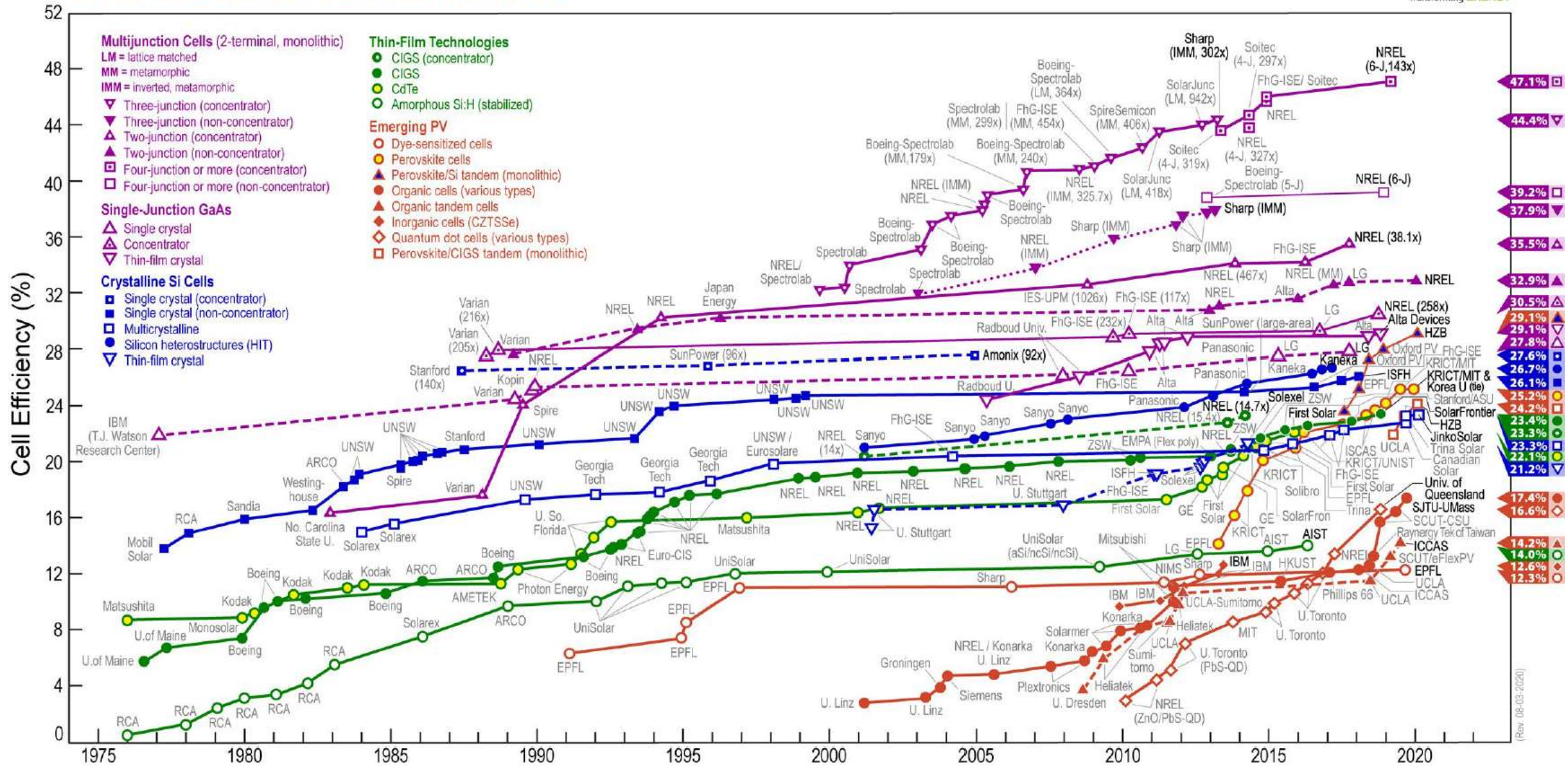
Závěrem

- FV se stala rozhodující energetickou technologií *
- FV je nejen konkurenceschopná, mnohdy dokonce udržuje cenu nízko
- FV výroba se vrací do Evropy

Budoucnost?

* v březnu roku 2022 dosáhla celková celková nainstalovaná kapacita fotovoltaických elektráren hodnoty 1 TW_p

Best Research-Cell Efficiencies



(Rev. 08-03-2020)

Děkuji

Antonín Fejfar
fejfar@fzu.cz

