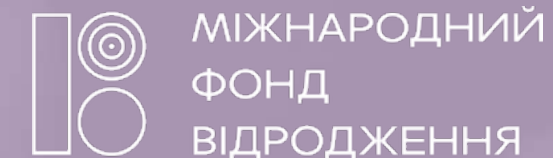
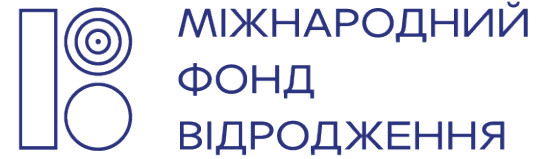


EU4USOCIETY

ПРОЄКТ
СПРИЯННЯ ПЕРЕХОДУ УКРАЇНИ
ДО «ЗЕЛЕНОЇ» ЕНЕРГЕТИКИ



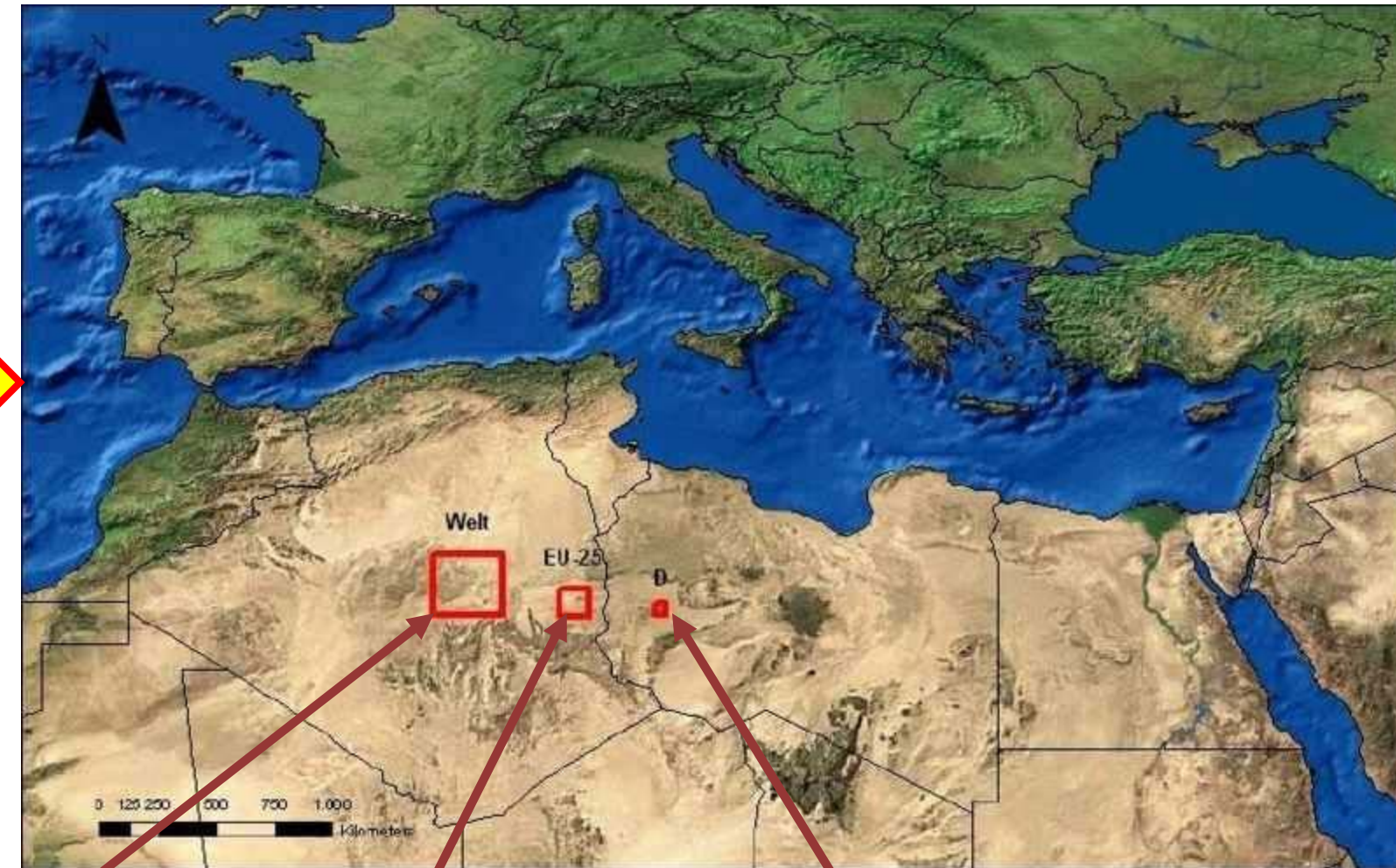
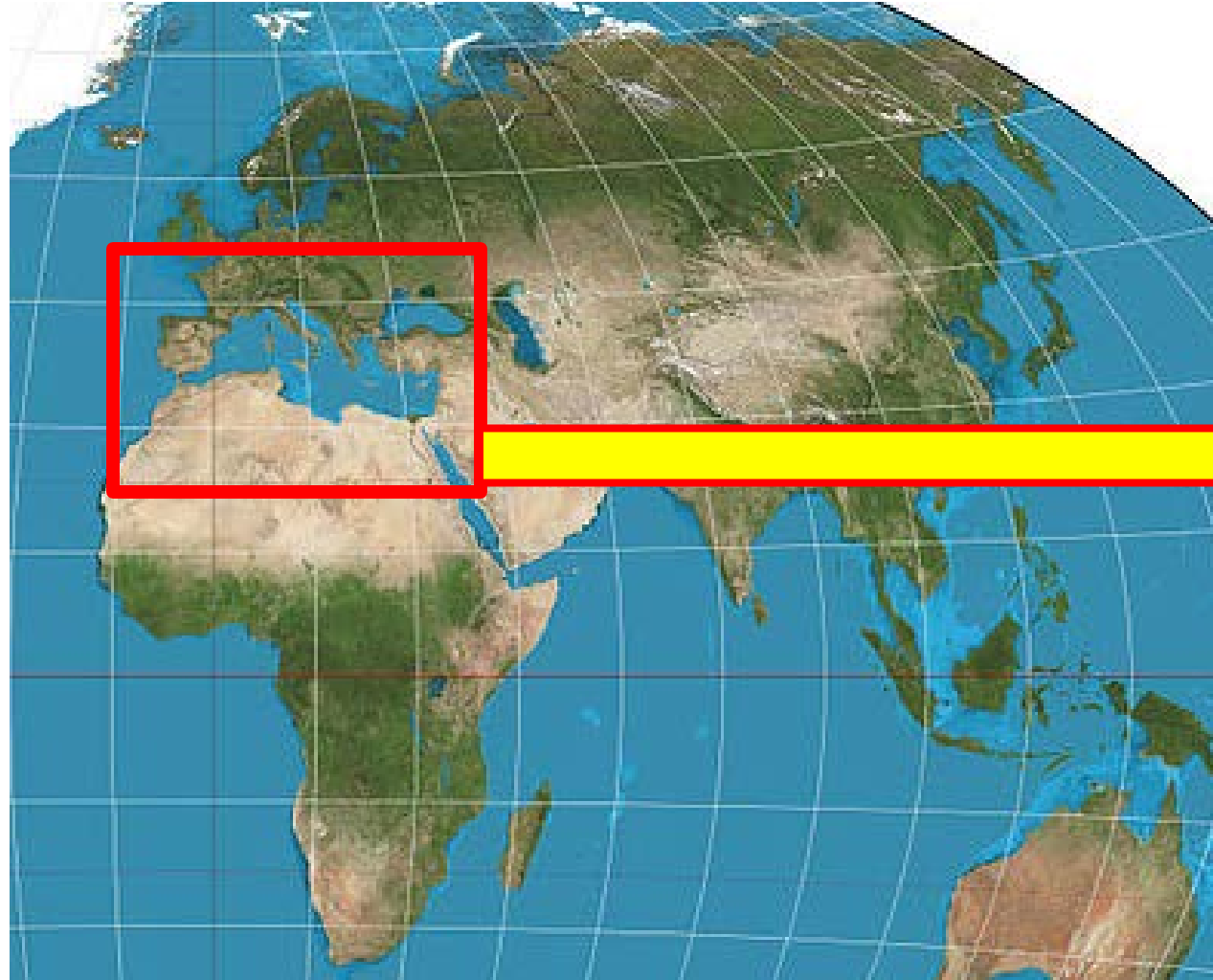


Зміни клімату та енергетика. Європейський зелений курс та його переваги для України
Онлайн семінар 25 березня 2021 р. в рамках проєкту
«Сприяння переходу України до «зеленої» енергетики»

Стан розвитку сонячної енергетики в світі та Європейському Союзі

Володимир Крамар,
старший науковий співробітник Інституту технічної теплофізики НАН України

Потенційні можливості сонячної енергетики

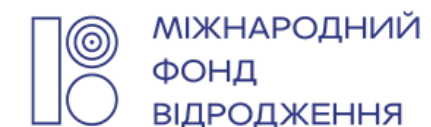


254 км x 254 км (1% площі пустелі Сахара);
Весь світ: 16 100 ТВт*год/рік
(2005 р.)

110 км x 110 км;
EU-25 (2005 р.)

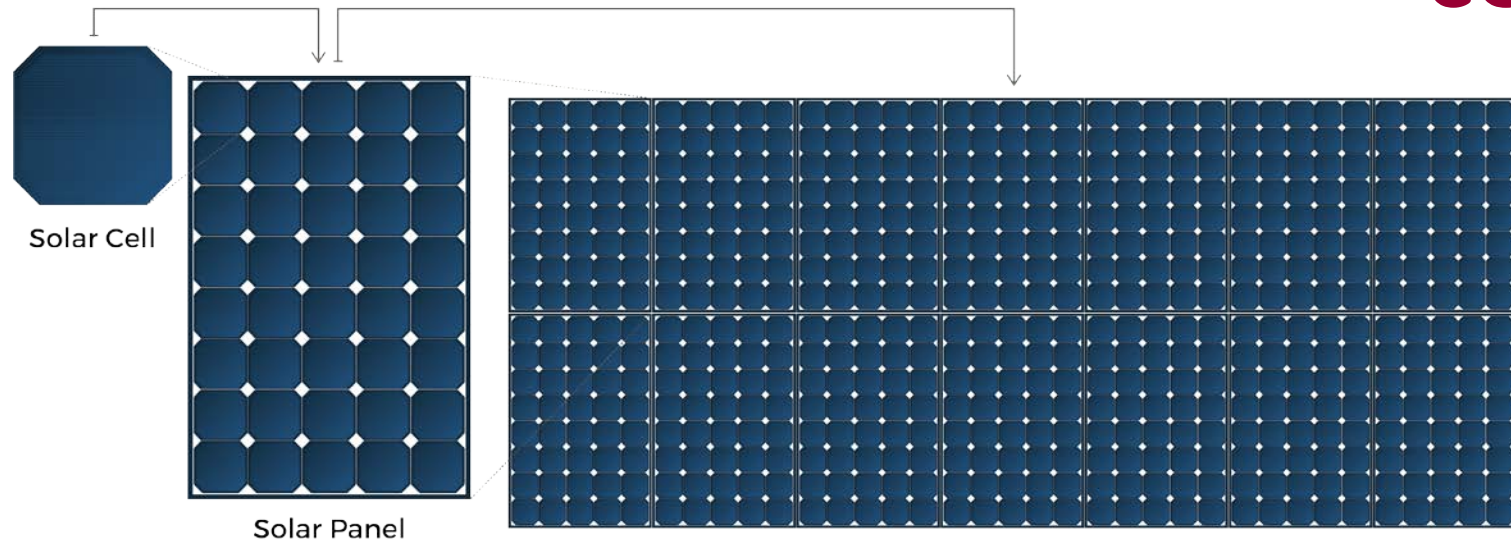
45 км x 45 км;
Німеччина: 500 ТВт*год
(2005 р.)

https://www.dlr.de/tt/Portaldata/41/Resources/dokumente/institut/system/projects/Ecobalance_of_a_Solar_Electricity_Transmission.pdf



Які види енергії можна отримувати від сонячної енергетики

From a Solar Cell to a PV System



Електрична енергія

<https://www.infiniteenergy.com.au/what-is-the-difference-between-a-solar-panel-and-a-photovoltaic-cell/>

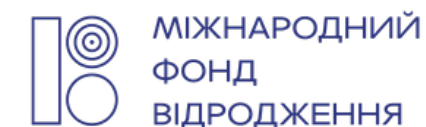
Сонячна тепла генерація (Данія)



479 ГВт
теплових
(2019)

Теплова енергія (опалення, ГВП, кондиціювання)

<https://www.iea-shc.org/Data/Sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2020.pdf>



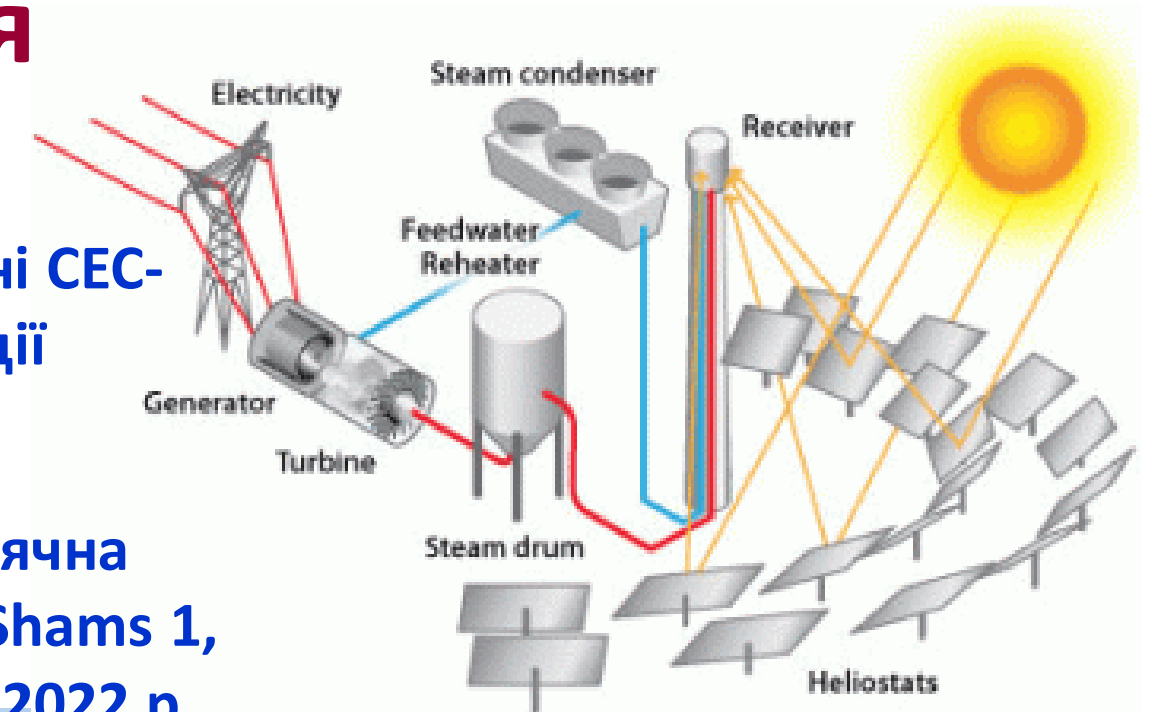
Концентрована сонячна енергія



«Архімед спалює римський флот під час облоги міста Сіракузи»
(214—212 р.р. до н. е.)



Концентраційні СЕС-принцип дії

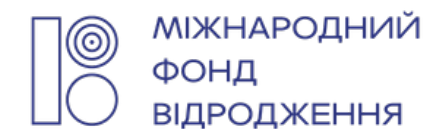


Абу-Дабі, сонячна електростанція Shams 1, 950 МВт, пуск в 2022 р.

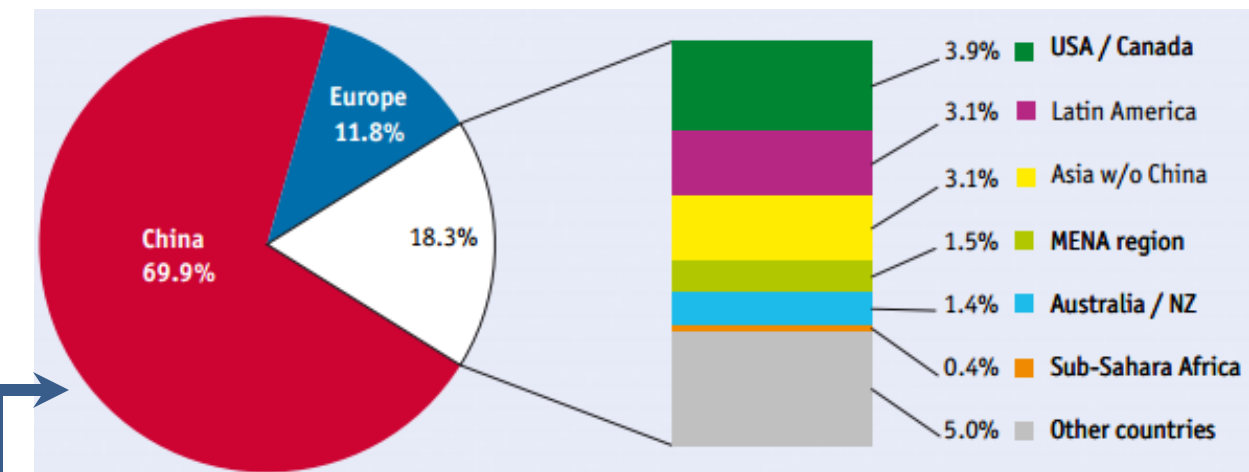
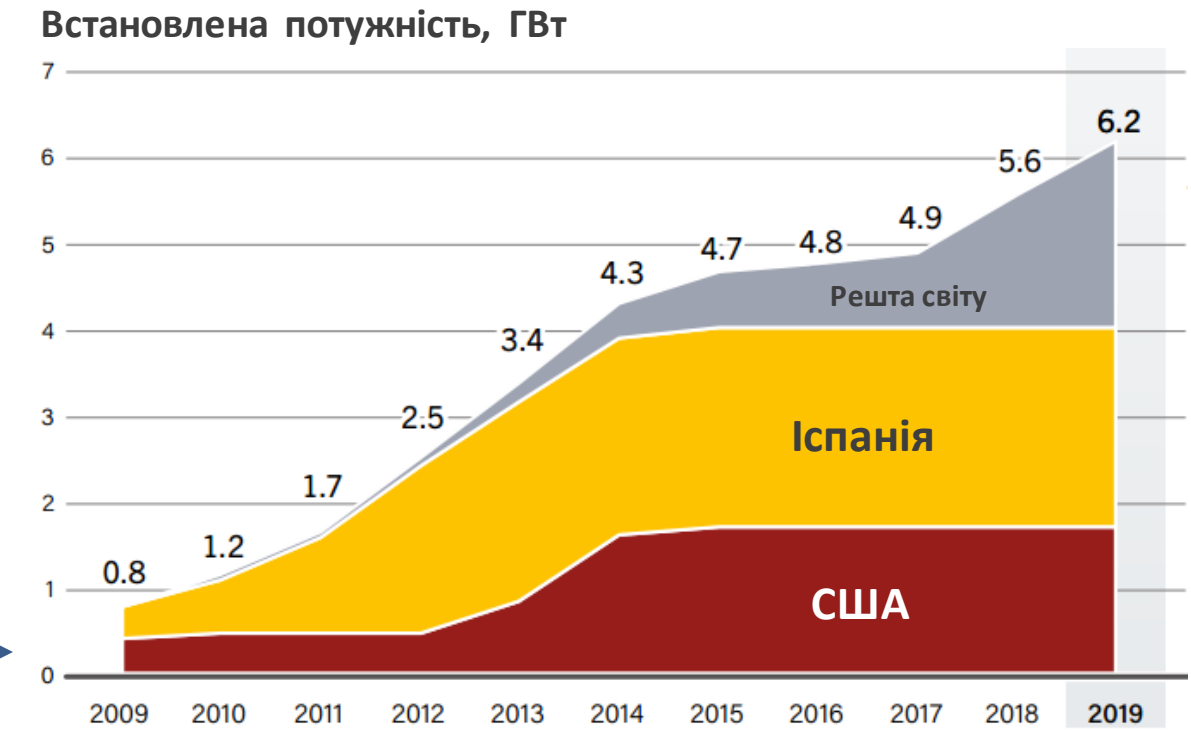
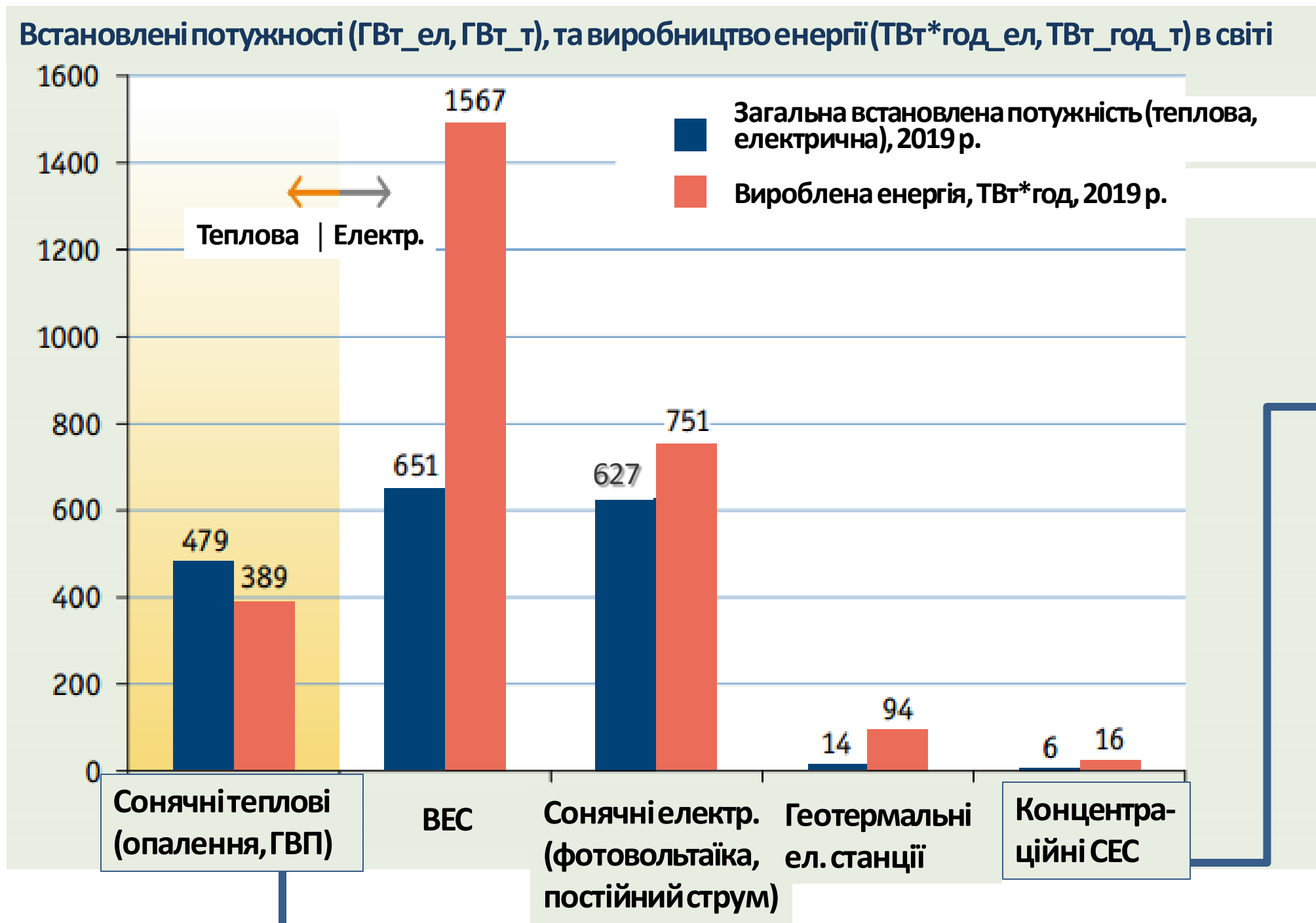


<http://helioscsp.com/wp-content/uploads/2019/04/Dubai-concentrated-solar-power.jpg>

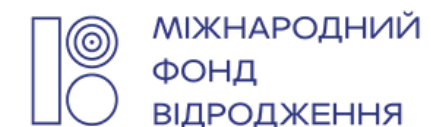
<https://www.energy.gov/eere/solar/power-tower-system-concentrating-solar-thermal-power-basics>



Сонячне опалення та кондиціювання. Концентраційні СЕС

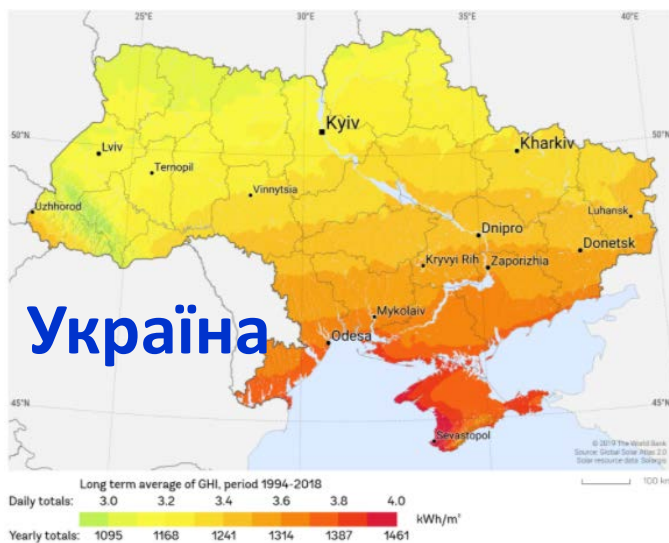
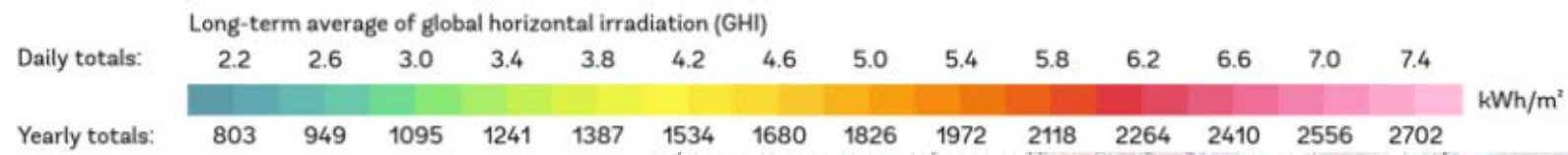
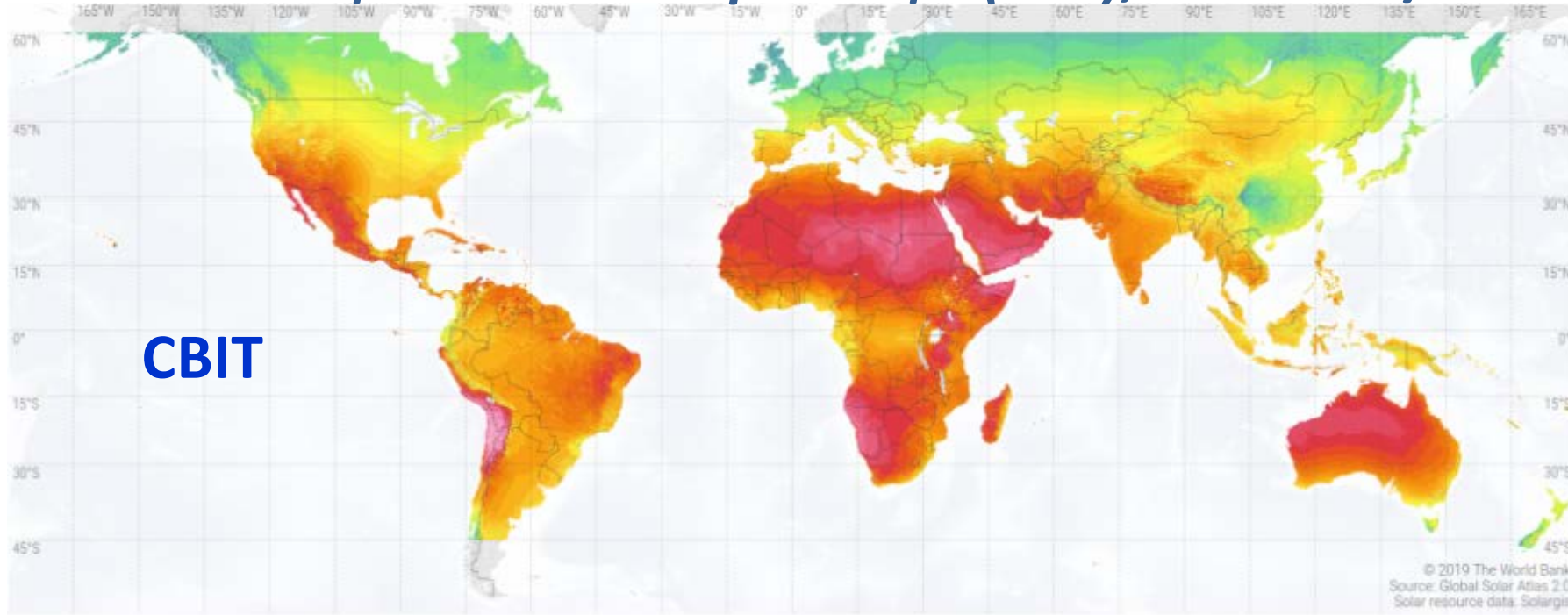


<https://www.iea-shc.org/Data/Sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2020.pdf>
https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf



Потенціал сонячної енергії

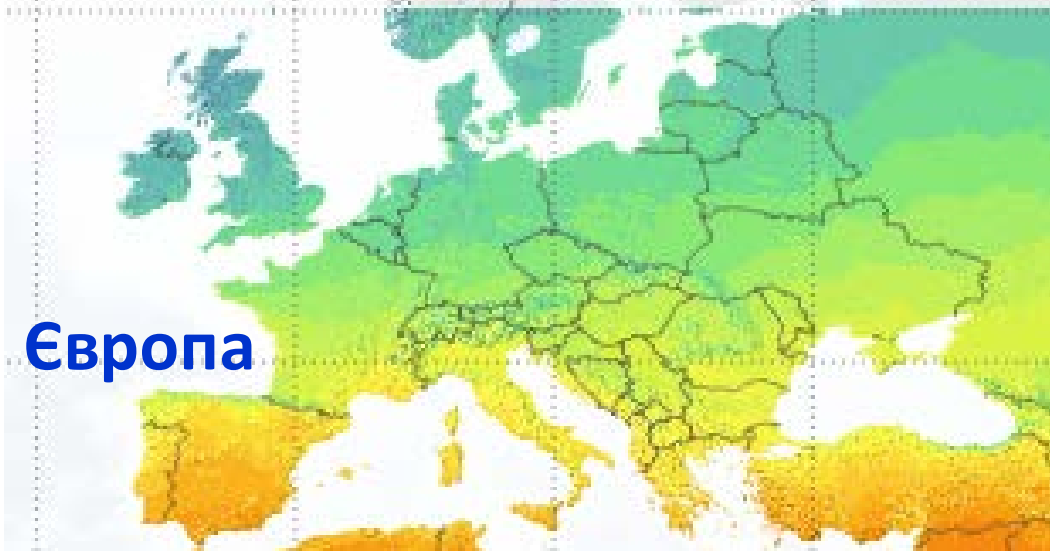
Потенціал сонячної радіації (GHI), кВт*год/м²



Long term average of GHI, period 1994-2018

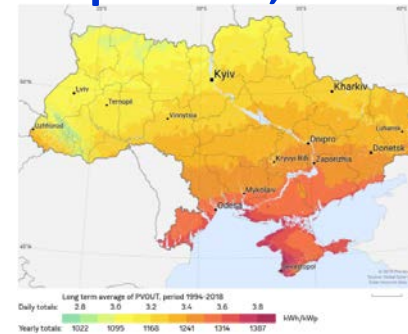
Daily totals: 3.0 3.2 3.4 3.6 3.8 4.0 kWh/m²

Yearly totals: 1095 1166 1241 1314 1387 1461



Потенціал отримання електроенергії, кВт*год/кВт(вст.)/добу

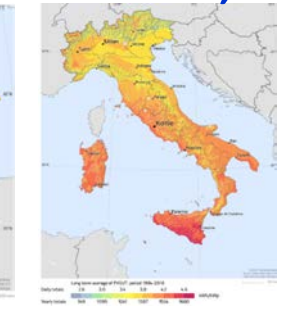
Україна- 3,3



Іспанія- 4,41



Італія- 3,99



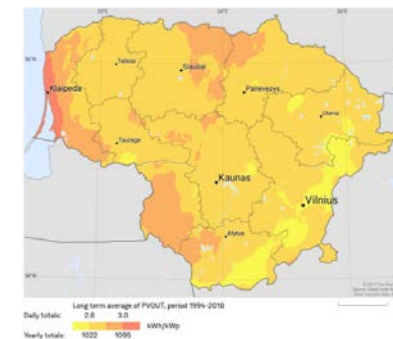
Франція- 3,39



Польща- 2,98 Німеччина- 2,96



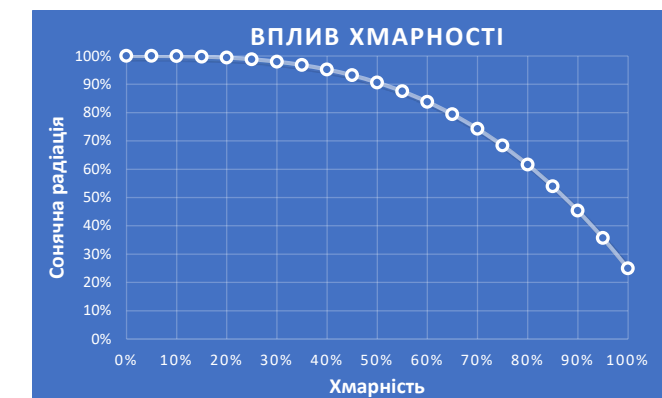
Литва- 2,87



Данія- 2,84

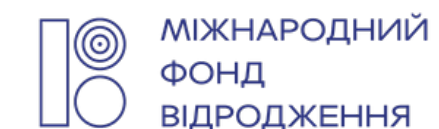


Namibia	5.38
Chile	5.36
Jordan	5.32
Arab Republic of Egypt	5.25
Republic of Yemen	5.21
Oman	5.17
Saudi Arabia	5.16



https://scool.larc.nasa.gov/lesson_plans/CloudCoverSolarRadiation.pdf

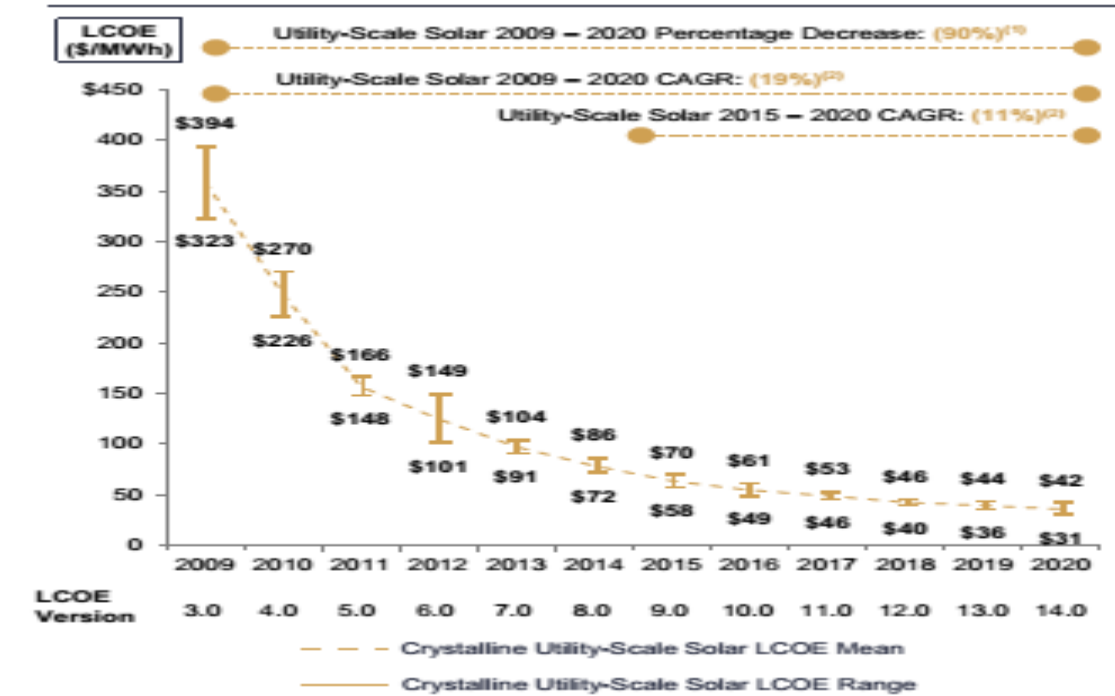
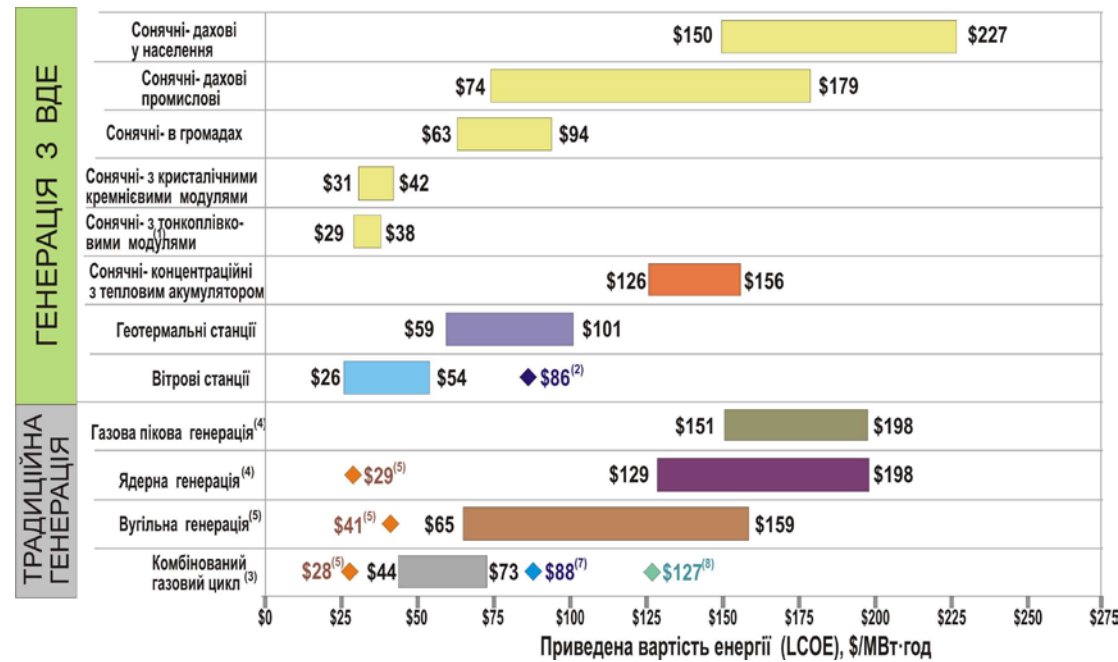
<https://globalsolaratlas.info/map?c>



Переваги та недоліки технології

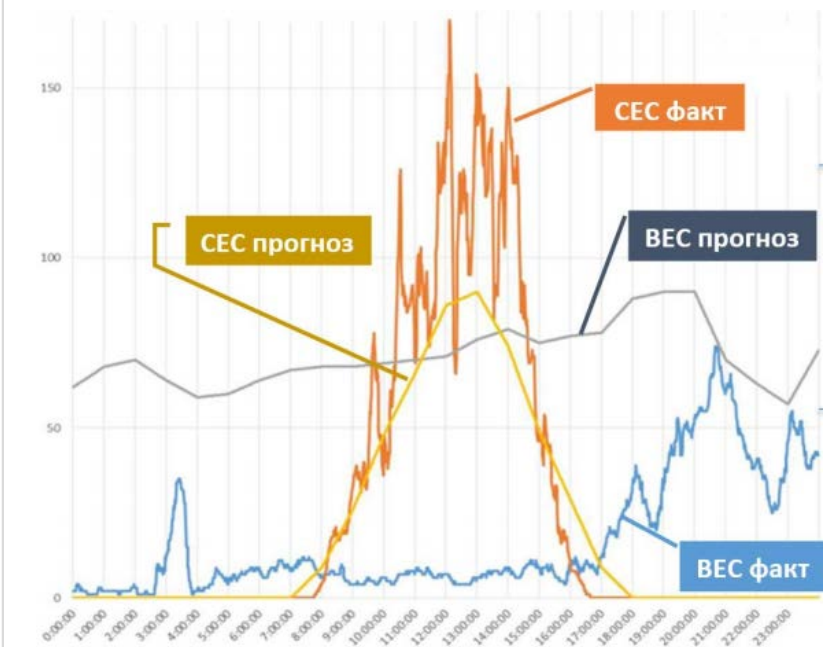
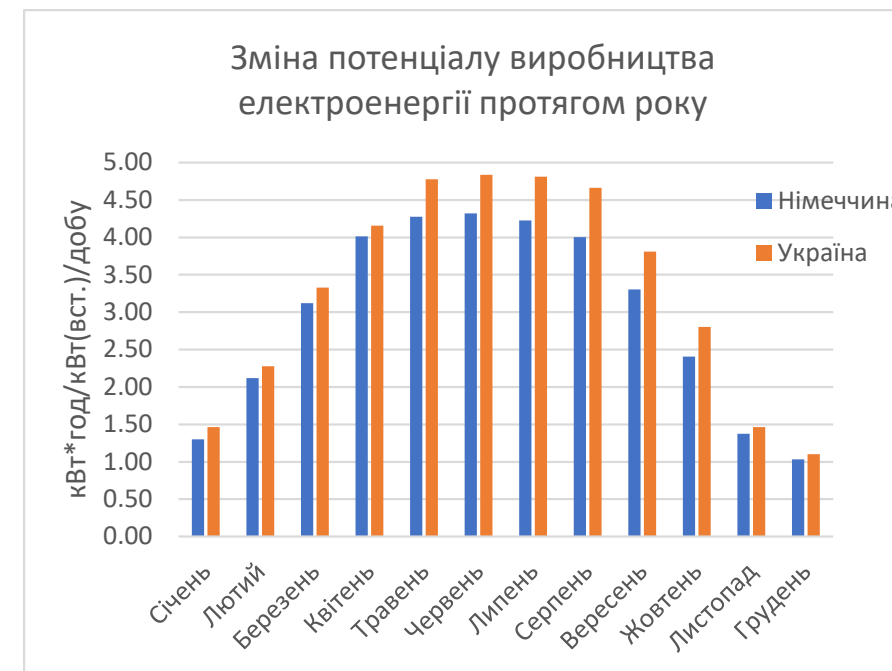
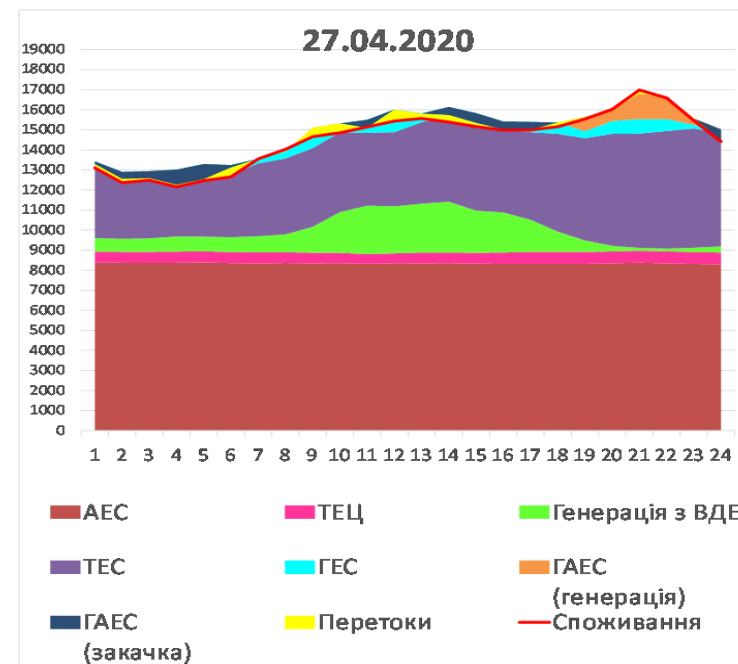
ПЕРЕВАГИ:

- Не потребують палива;
- Швидке здешевлення технології: з 2009 року майже на 90%



НЕДОЛІКИ:

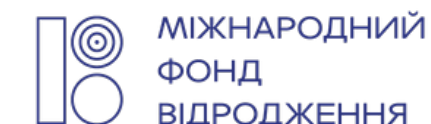
- Потребують значної площі;
 - Залежність від погодних умов, години доби та пори року;
 - Неможливість прогнозування електроенергії
- точного виробництва



<https://mepr.gov.ua/>

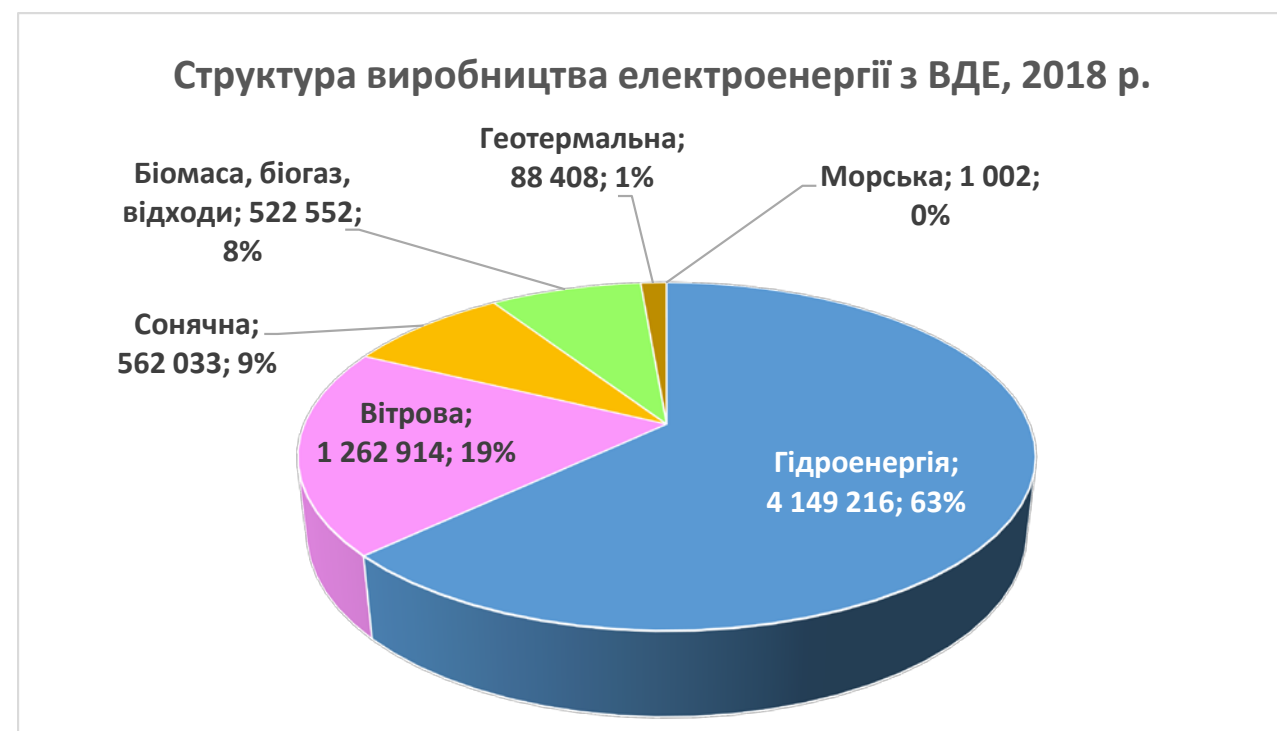
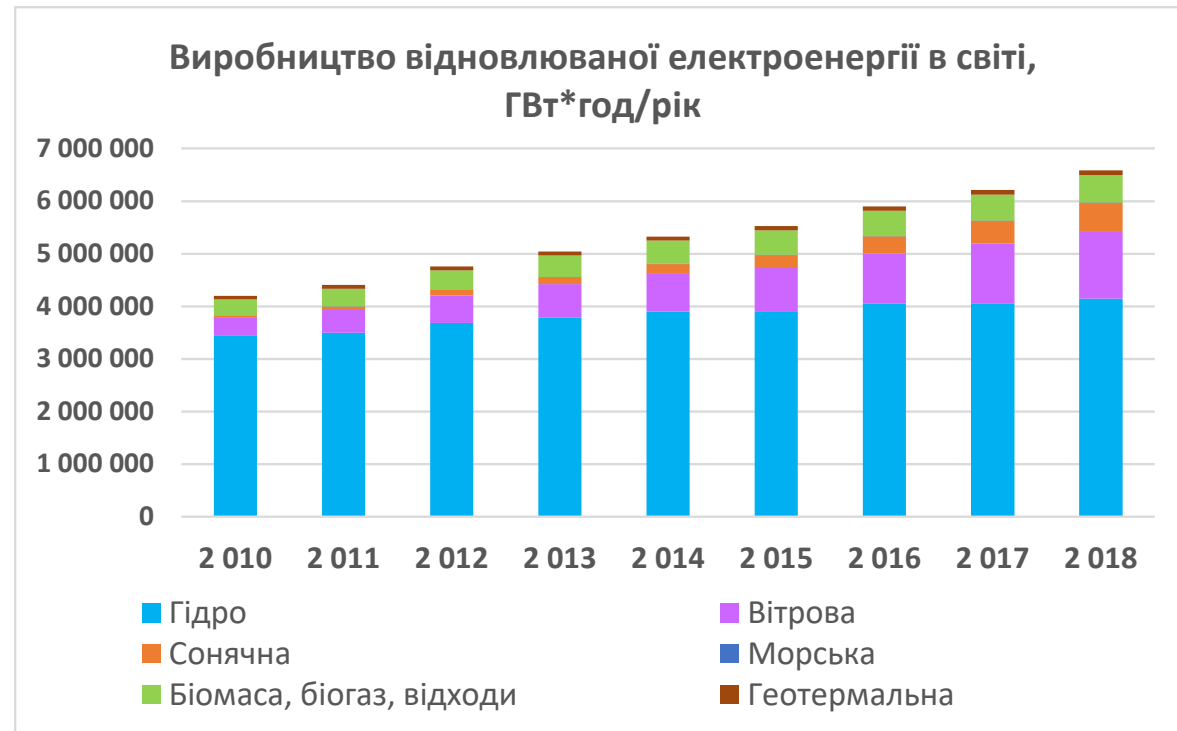


За матеріалами LAZARD, <https://www.lazard.com/media/451419/lazards-levelized-cost-of-energy-version-140.pdf>

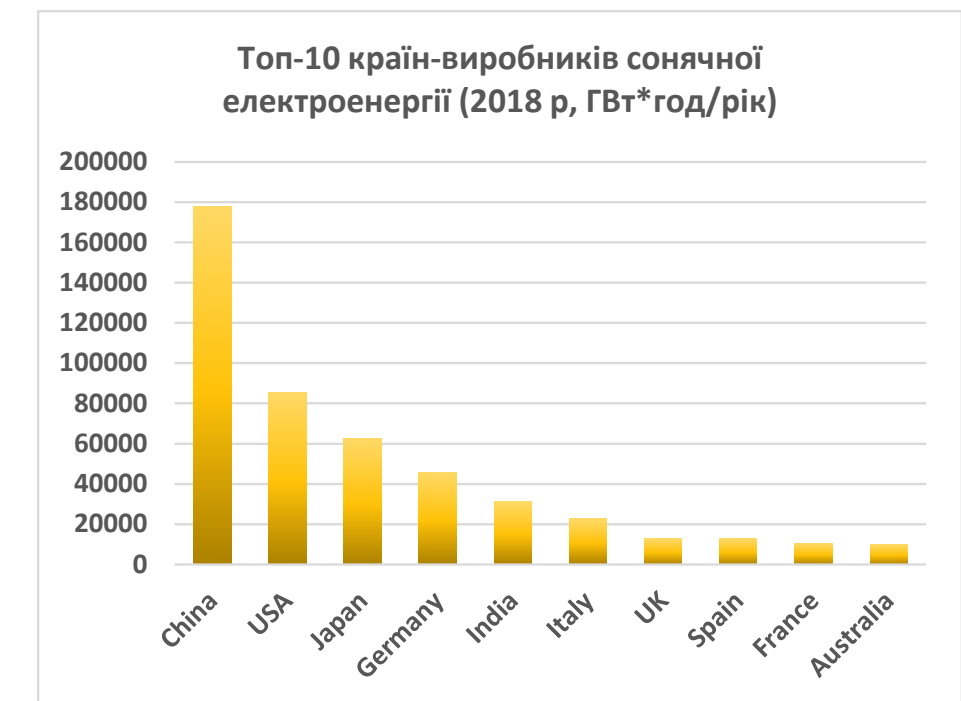
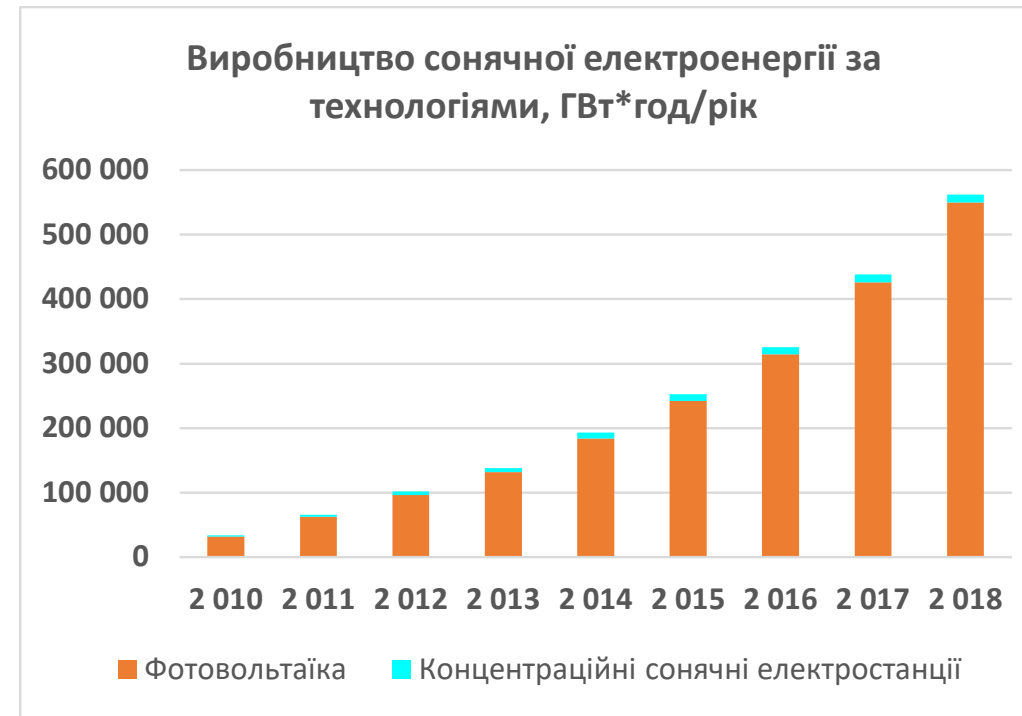
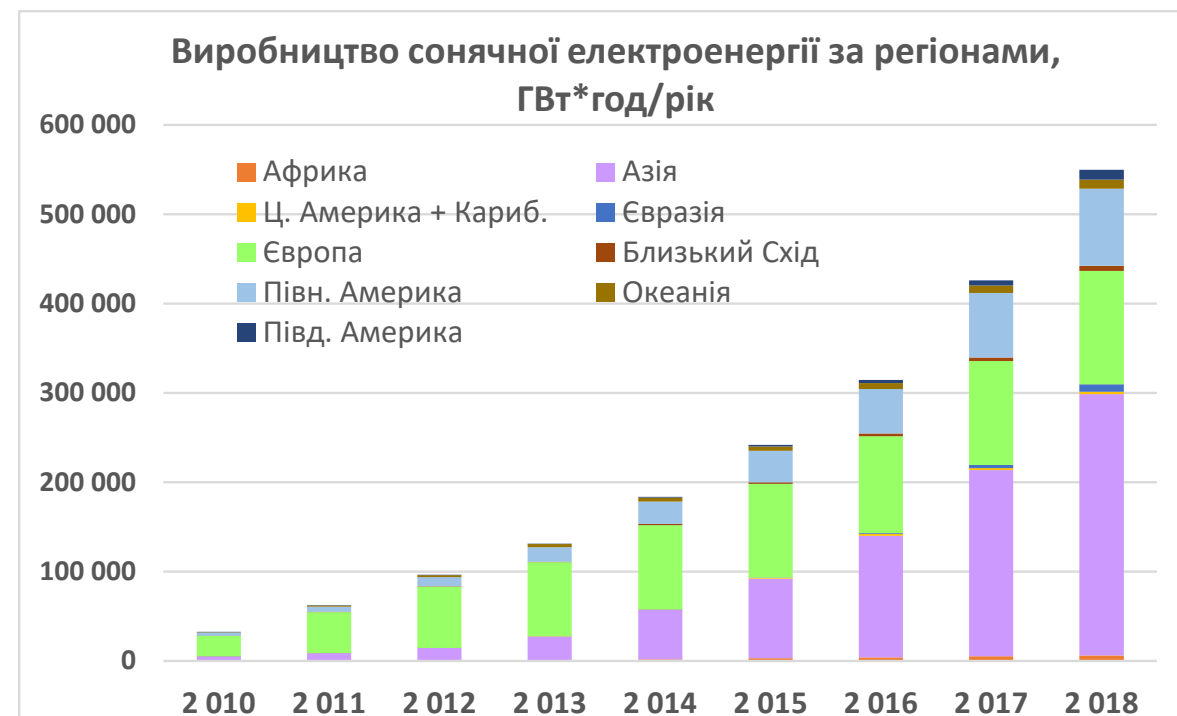


Розвиток виробництва сонячної електроенергії в світі

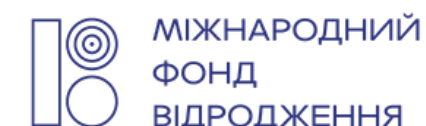
СВІТ



- **Встановлена потужність 584,8 ГВт, в переводі на змінний струм (2019 р.);**
- **Виробництво електроенергії 562 033 ГВт*год (2018 р.)**
- **Цієї к-ті електроенергії достатньо для забезпечення річних потреб таких країн як Велика Британія, або Мексика**

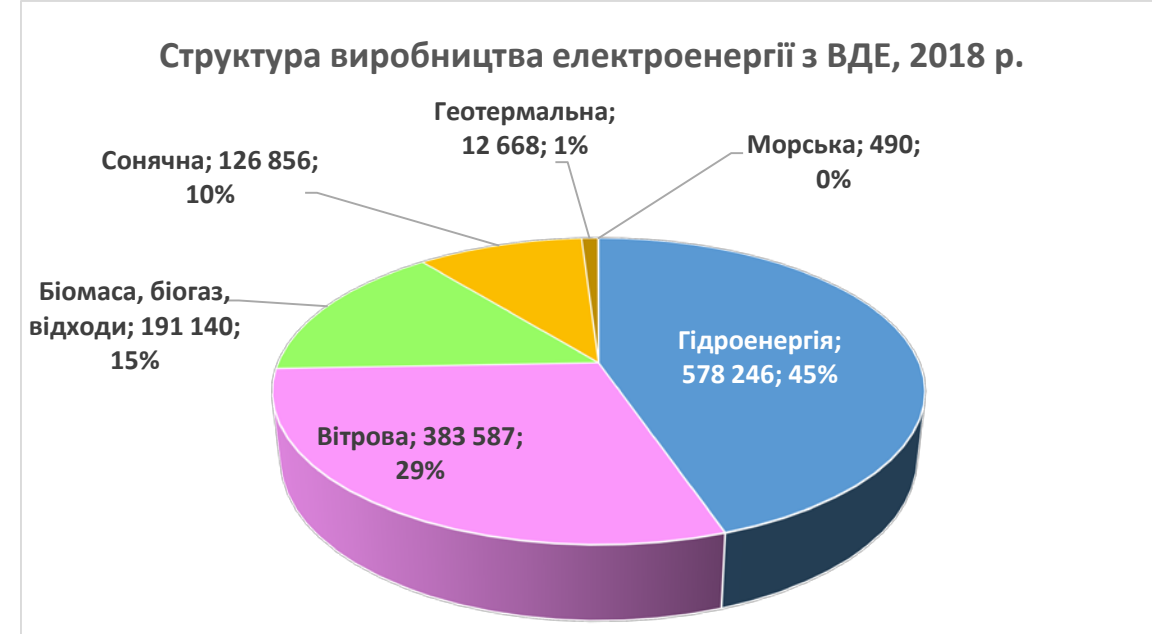
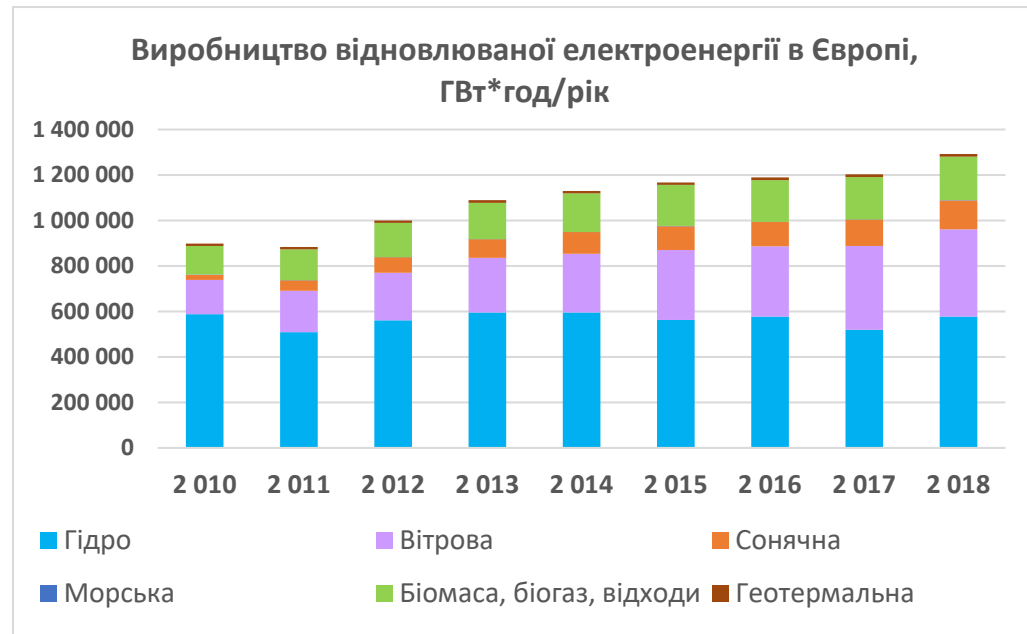


За даними: <https://www.irena.org/>

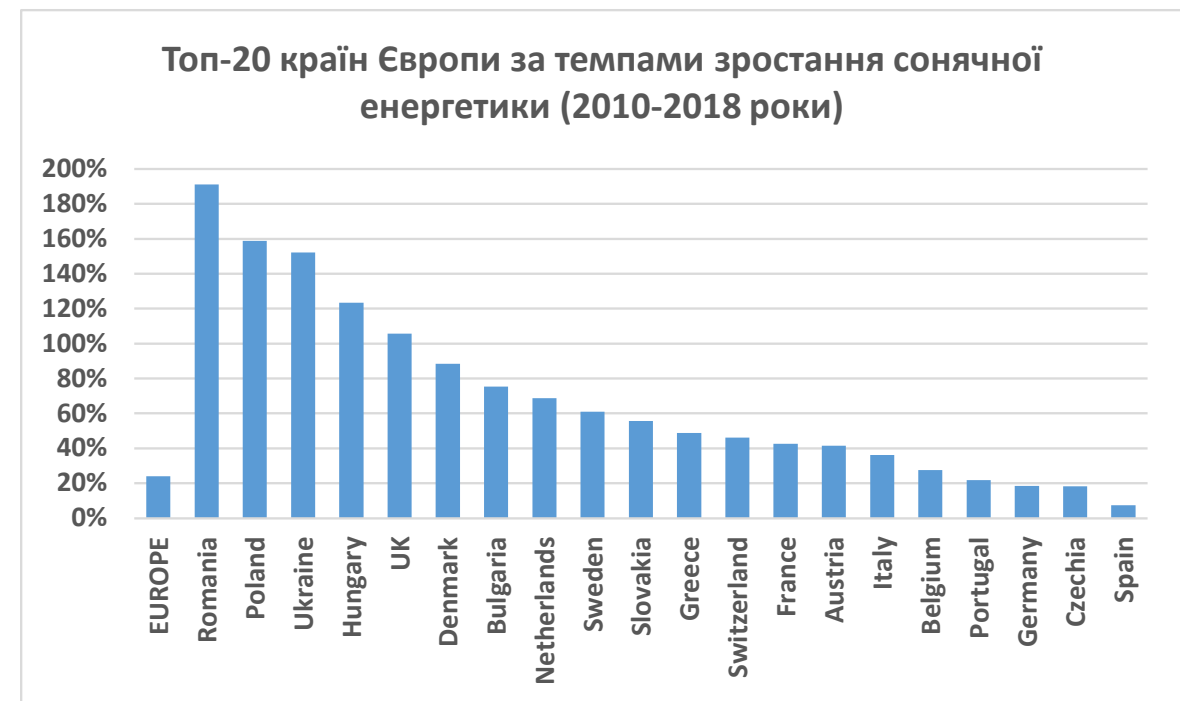
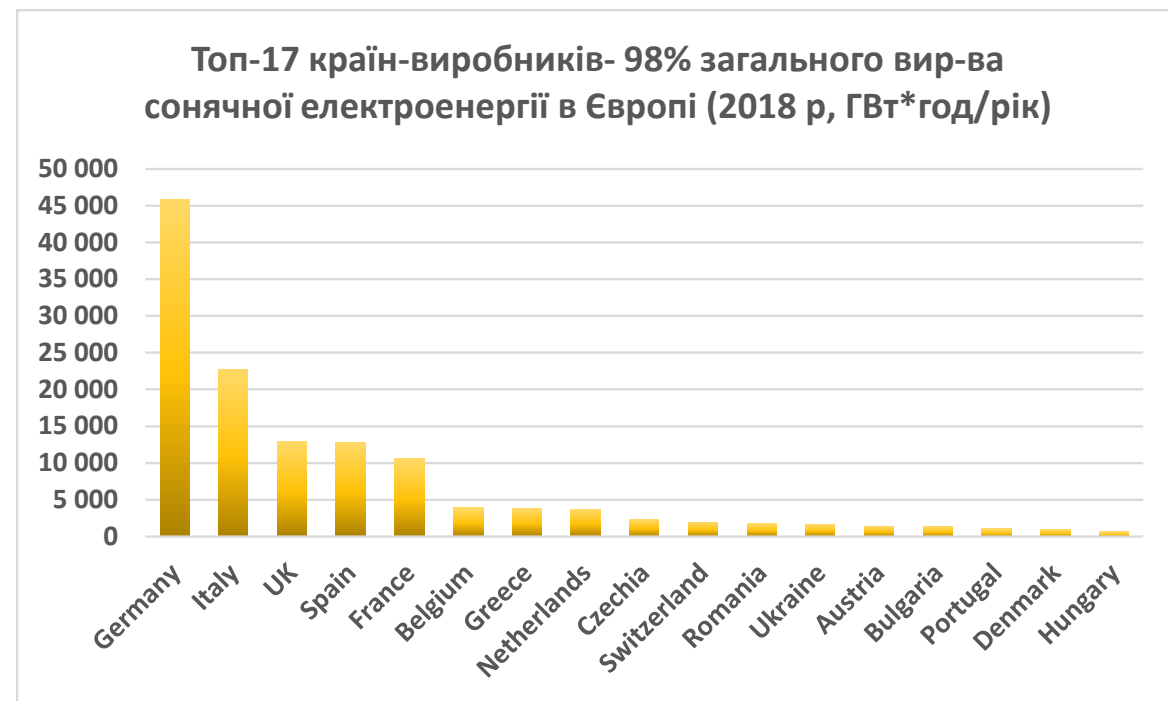
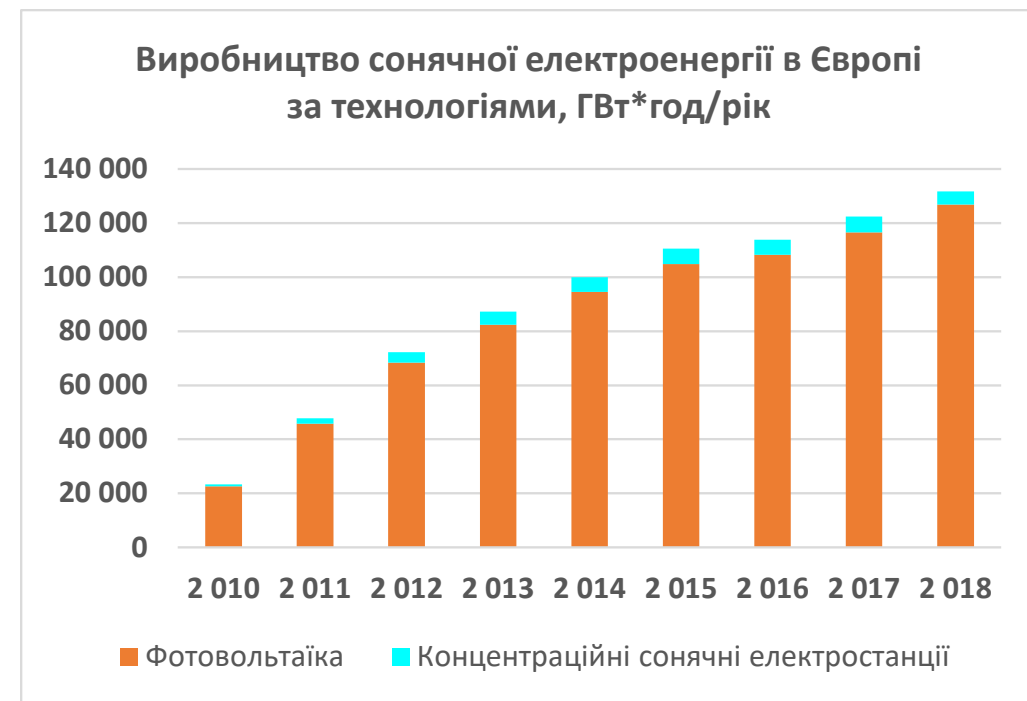


Розвиток виробництва сонячної електроенергії в Європі

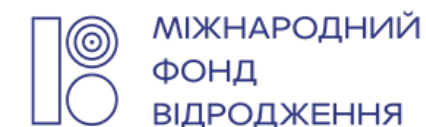
ЄВРОПА



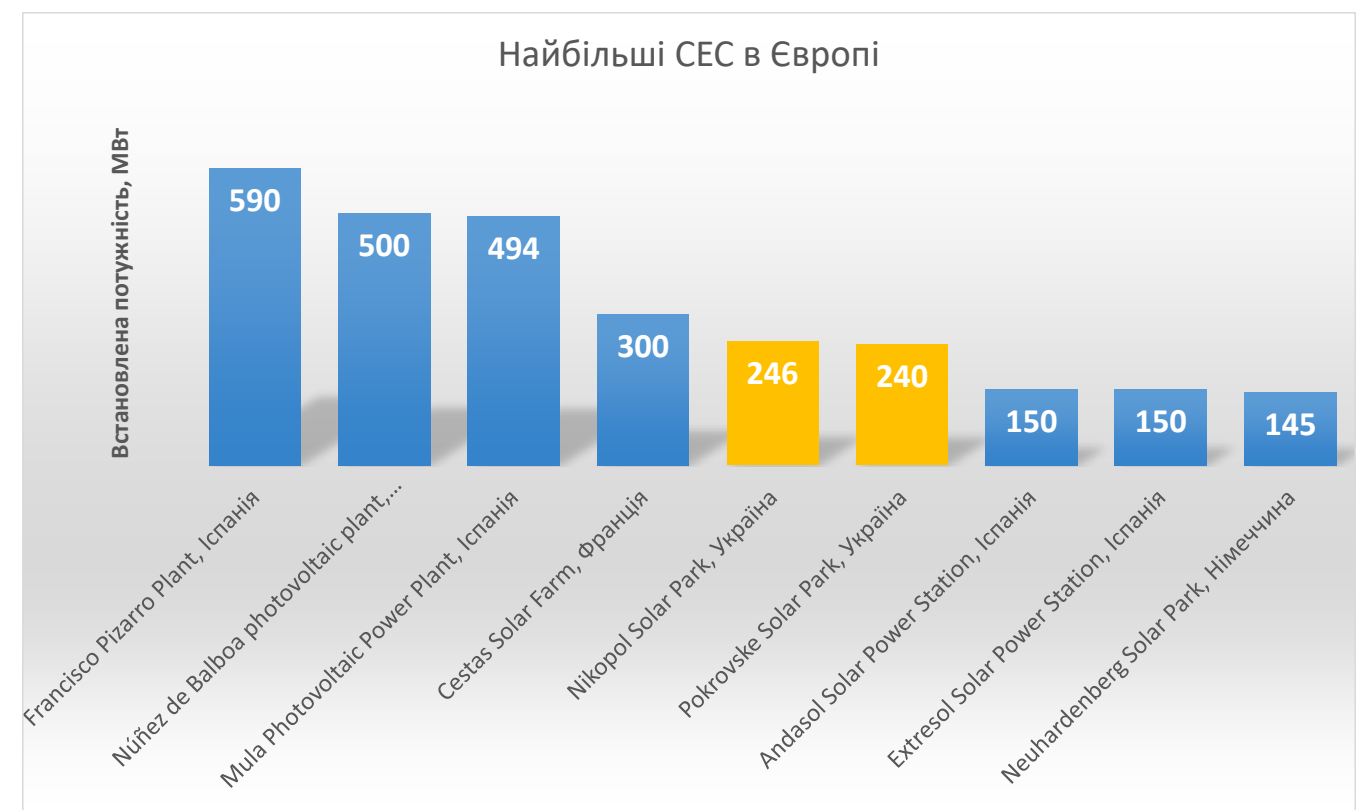
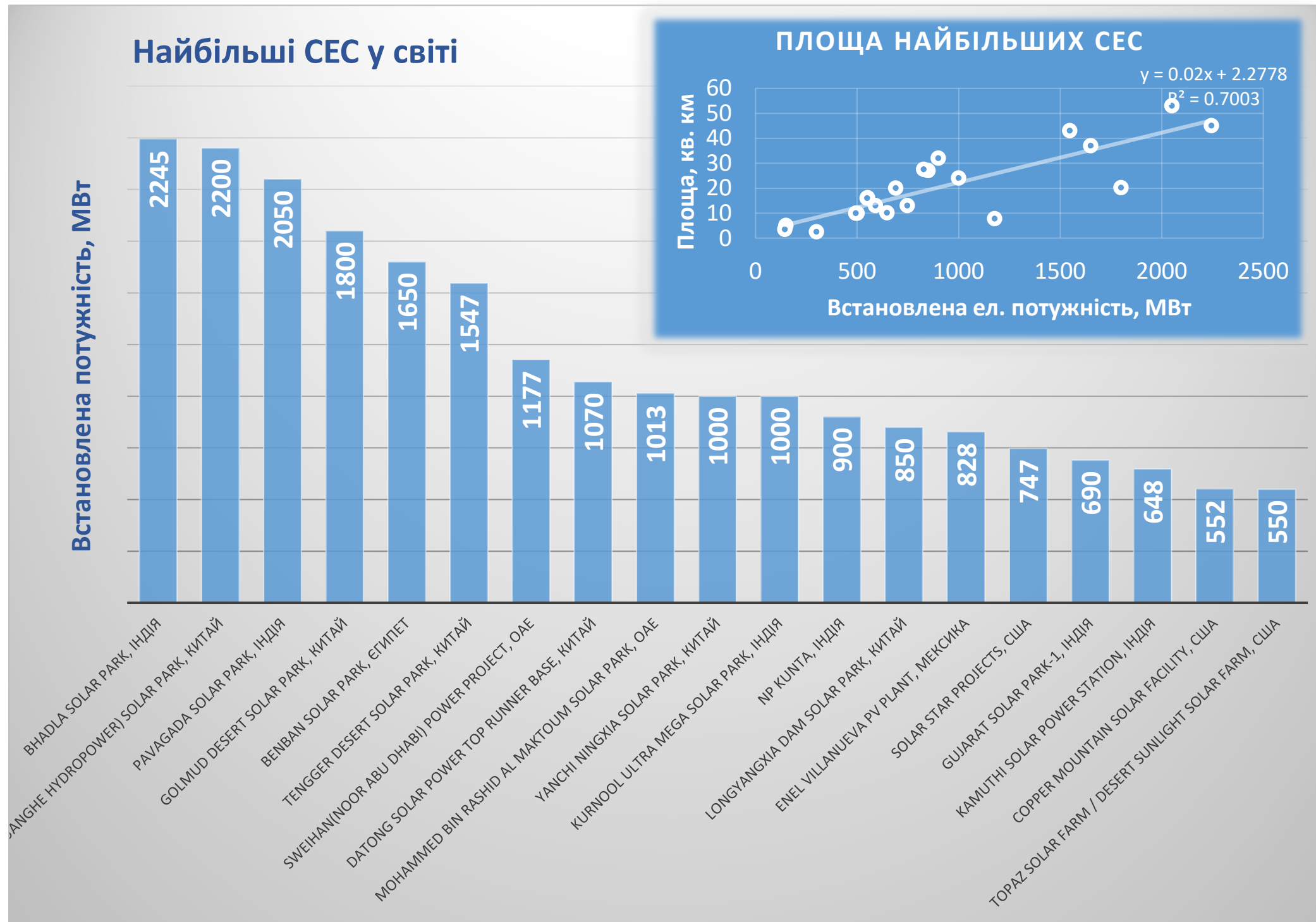
- **Встановлена потужність сонячної електрогенерації: 121,5 ГВт (2018 р.); 140,9 ГВт (2019 р.);**
- **Виробництво електроенергії СЕС: 131 753 ГВт*год (2018 р.)**



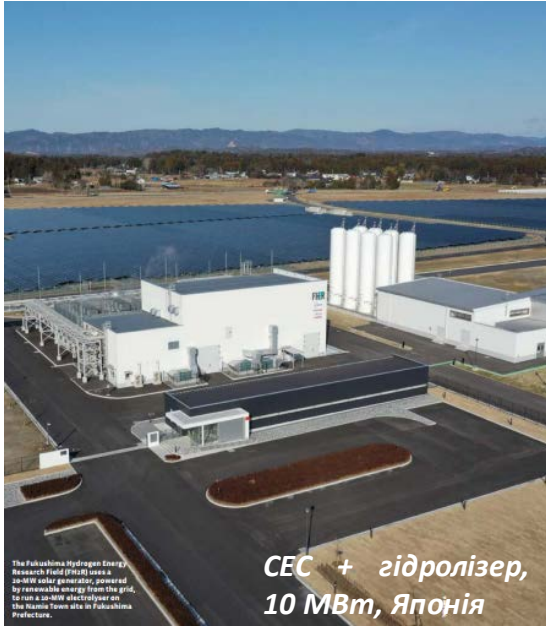
За даними: <https://www.irena.org/>



Найбільші сонячні електростанції



Застосування технологій сонячної електрогенерації

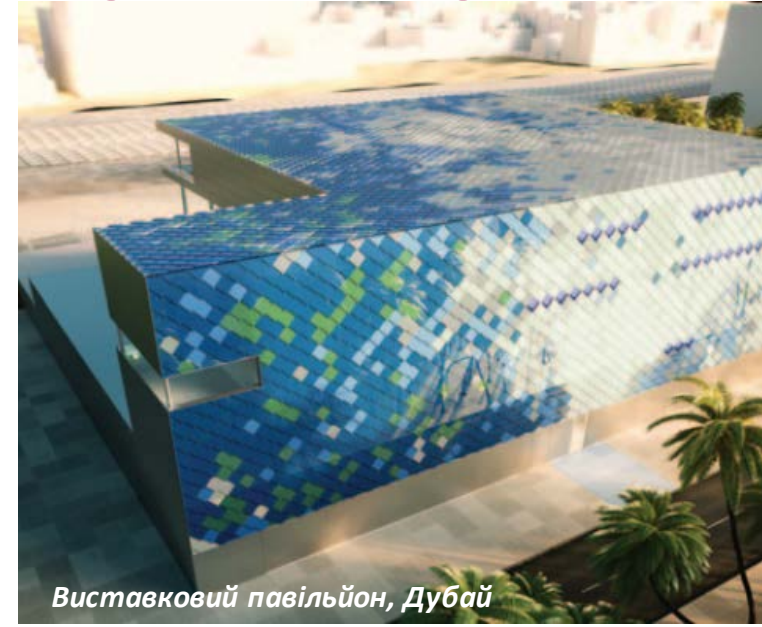


СЕС + гідролізер, 10 МВт, Японія



Плавуча СЕС, 14.5 МВт, Нідерланди

BayWa r.e. has built a 24.9-MWp floating solar power plant in the Netherlands near the town of Zwolle. It was developed in partnership with another Dutch company, Zimmermann PV-Stahlbau, to install and fix some 40,000 solar panels.



Виставковий павільйон, Дубай



Finance Tower, Бельгія



Навчальний заклад, Копенгаген, Данія



Сімейний будинок, Данія



АЗС, Велика Британія

The Gridserve project partly funded by the British authorities, plans to set up a national network of 200 recharging stations.



USB CHARGING



<https://physicsworld.com/a/solar-powered-planes-trains-and-automobiles/>

<https://www.euroobserv-er.org/photovoltaic-barometer-2020/>

<https://www.evovelo.com/en/index.php>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620305989>

<https://www.lasemaforica.com/en/downloads>



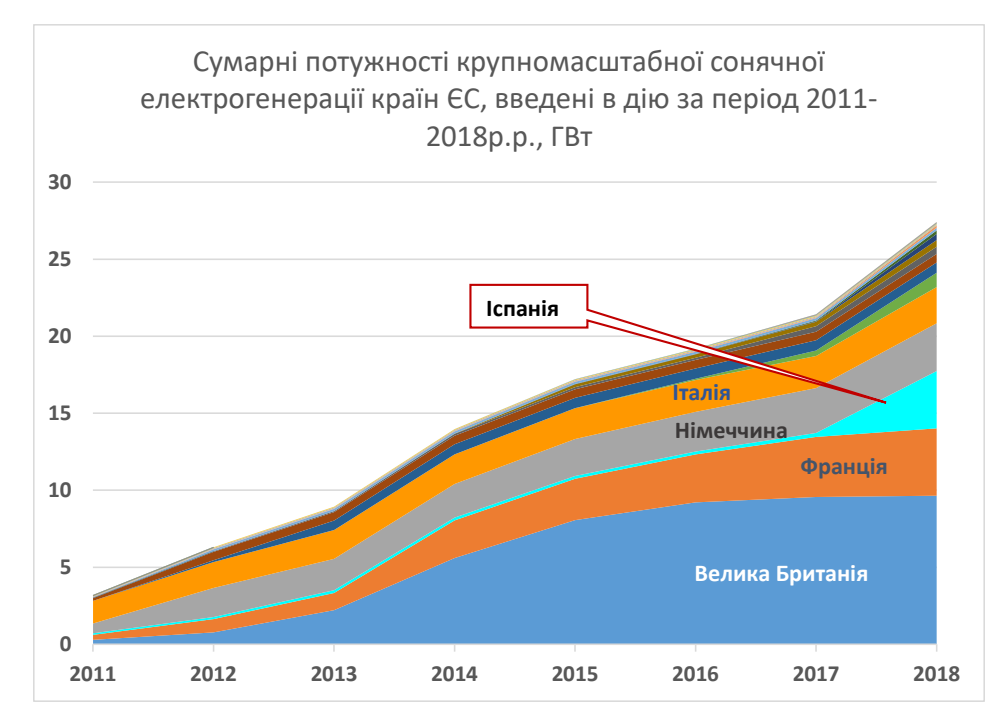
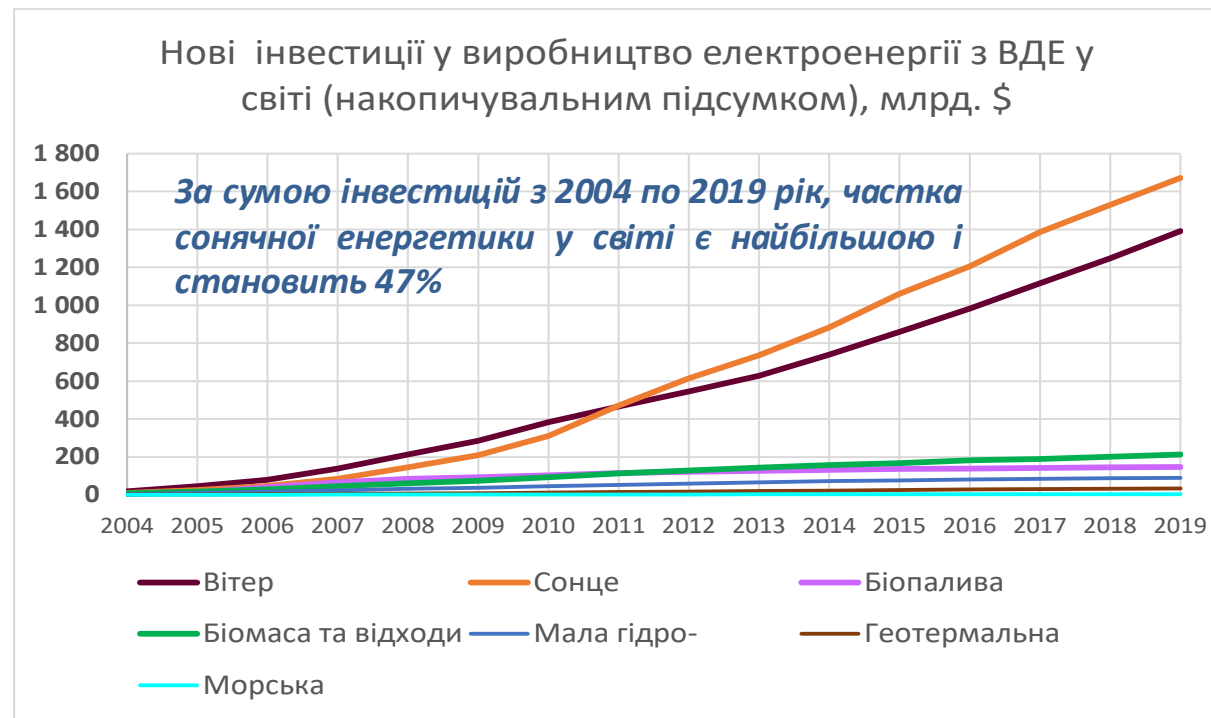
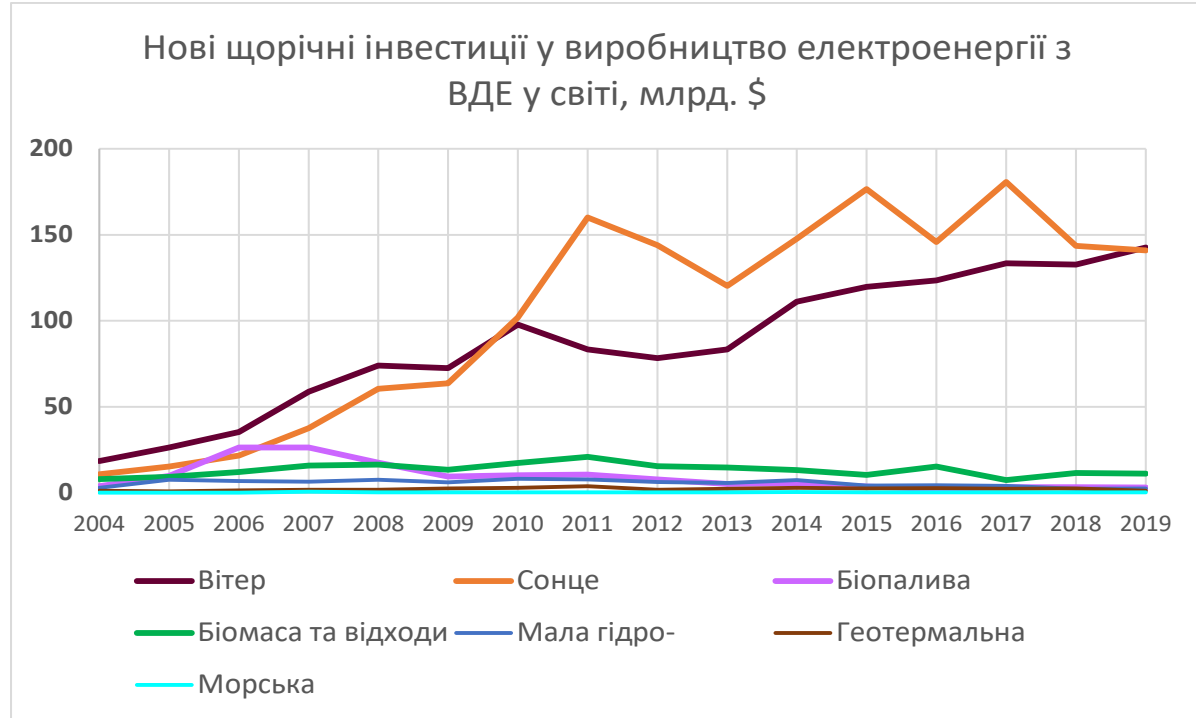
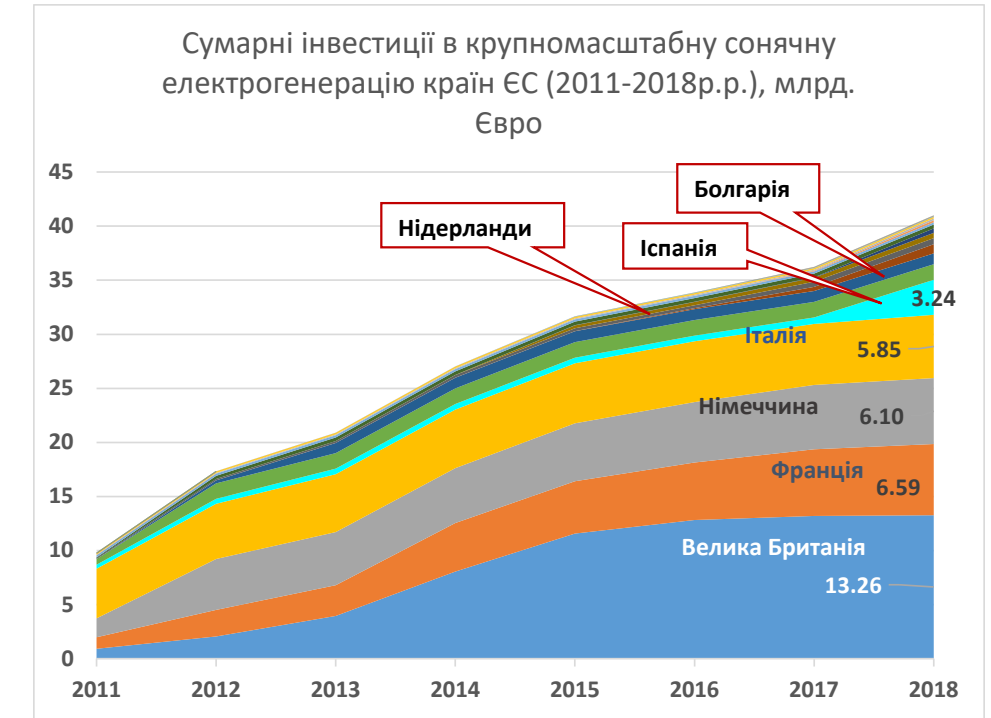
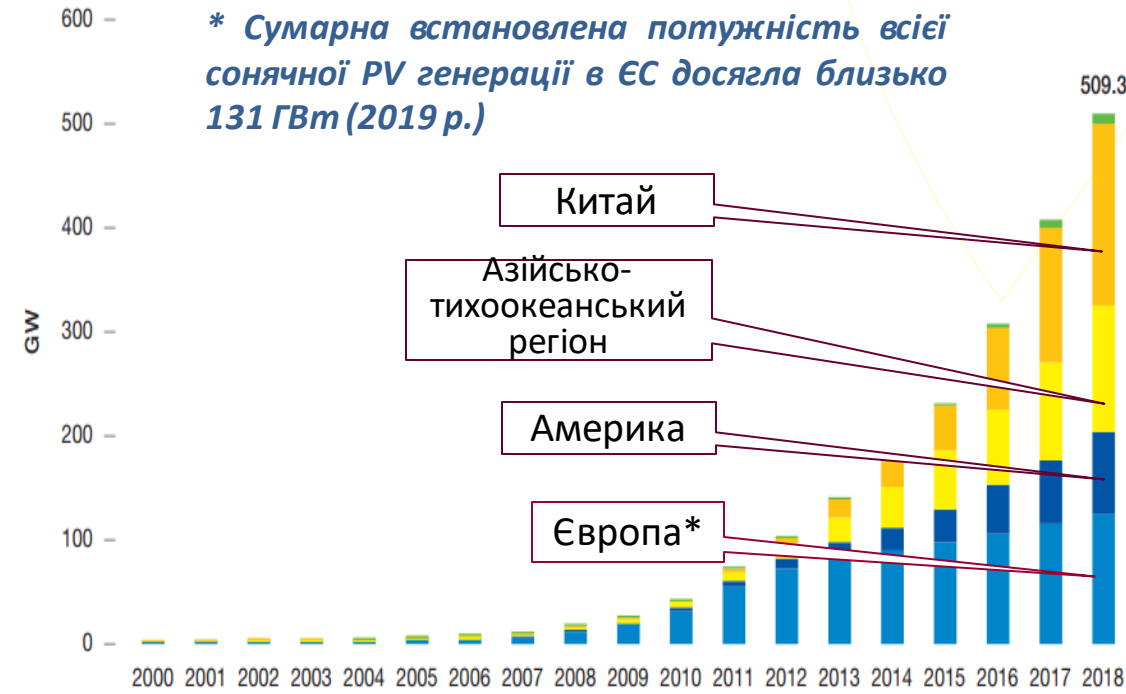
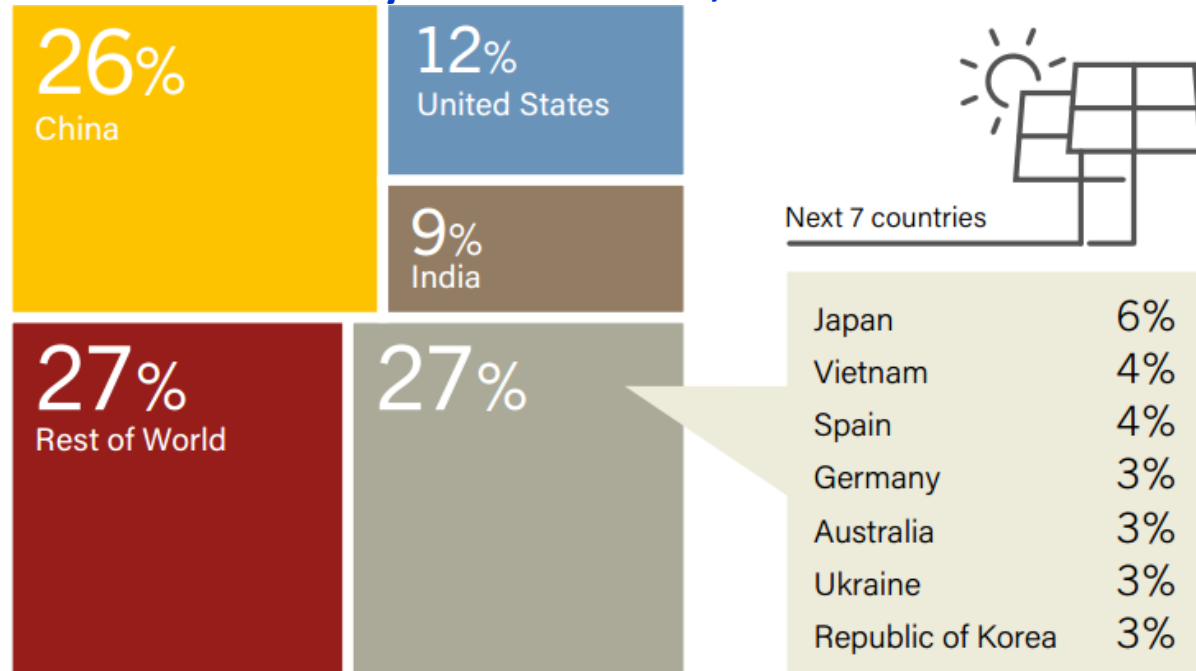
МІЖНАРОДНИЙ
ФОНД
ВІДРОДЖЕННЯ



ПРЯМУЄМО
РАЗОМ

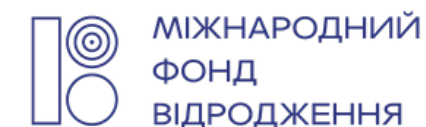
Інвестиції в сонячну енергетику

Фотовольт. СЕС (PV), розподіл встановлених потужностей в світі, 2019

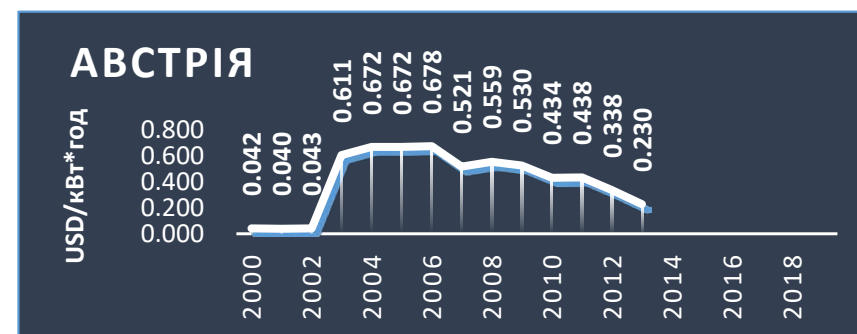
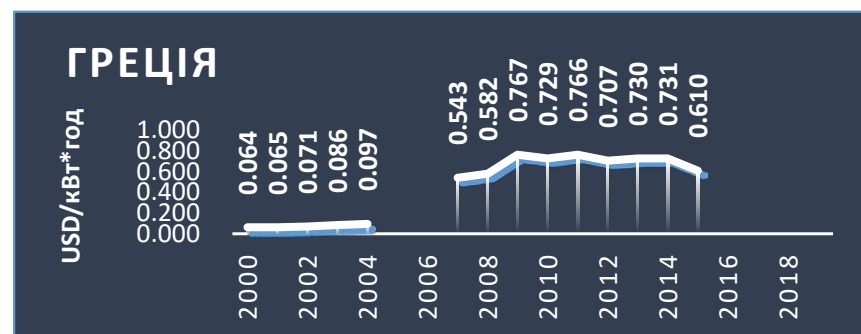
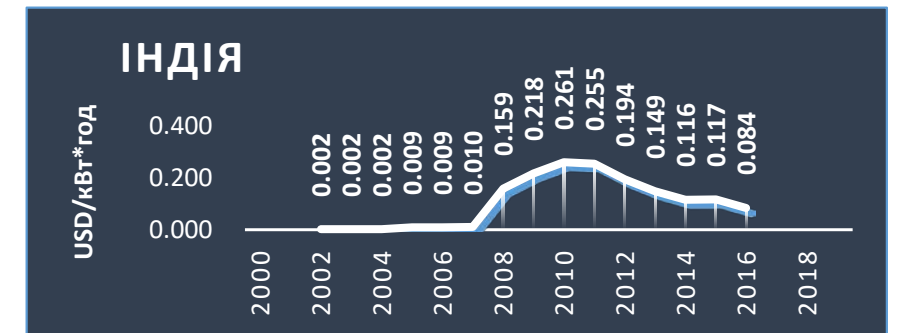
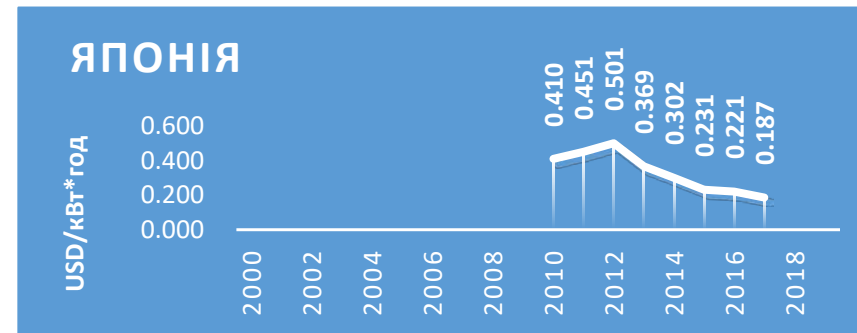
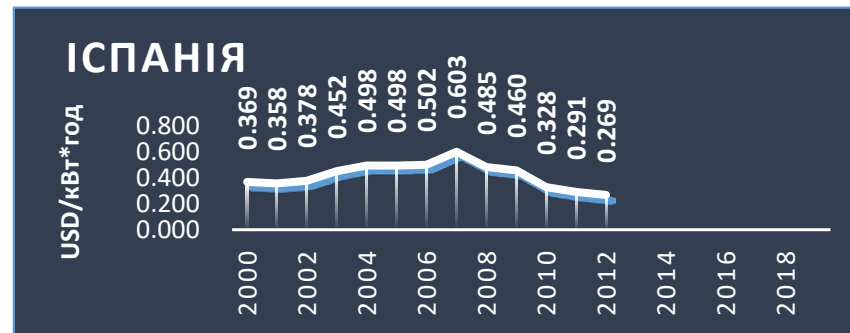
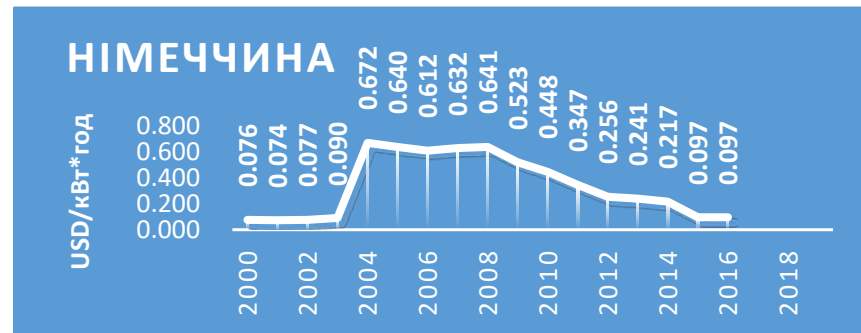
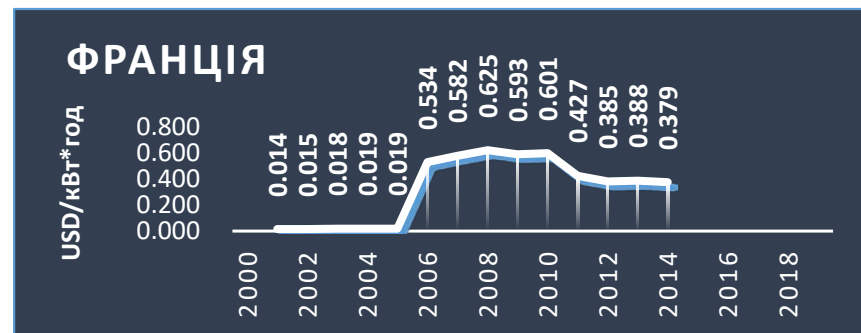
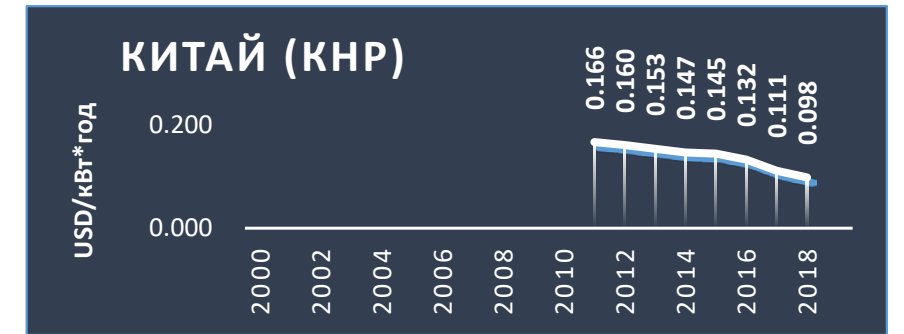
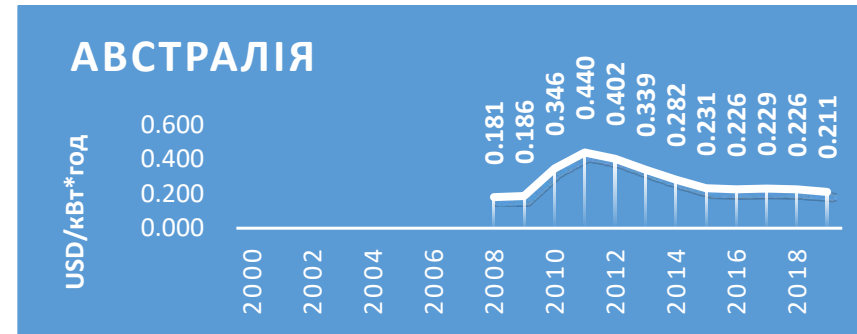
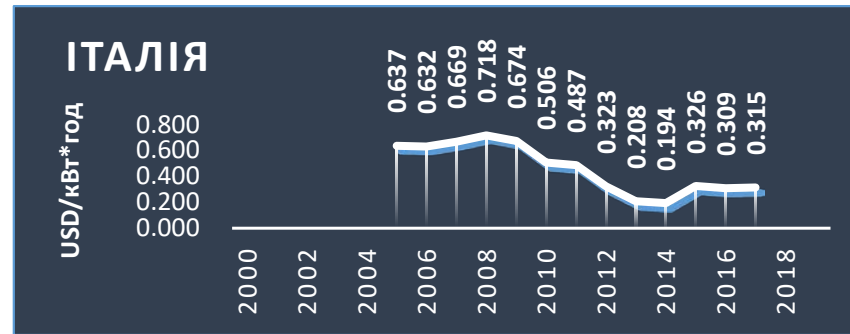
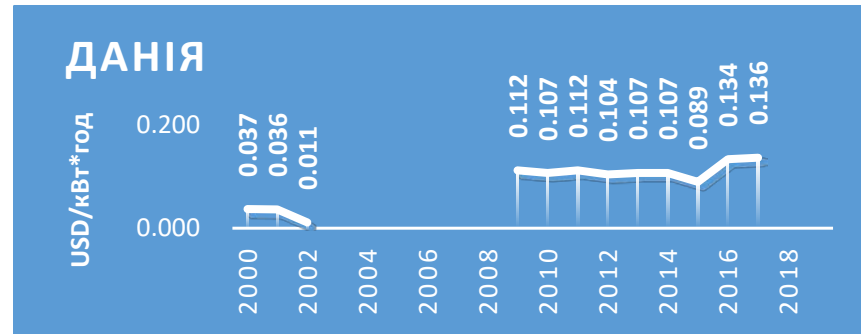


<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/32700/GTR20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://www.ren21.net/>
<https://www.isi.fraunhofer.de/>
<https://www.solarpowereurope.org>



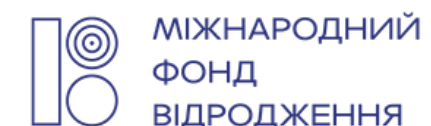
Підтримка сонячної електроенергетики: Feed-in Tariff



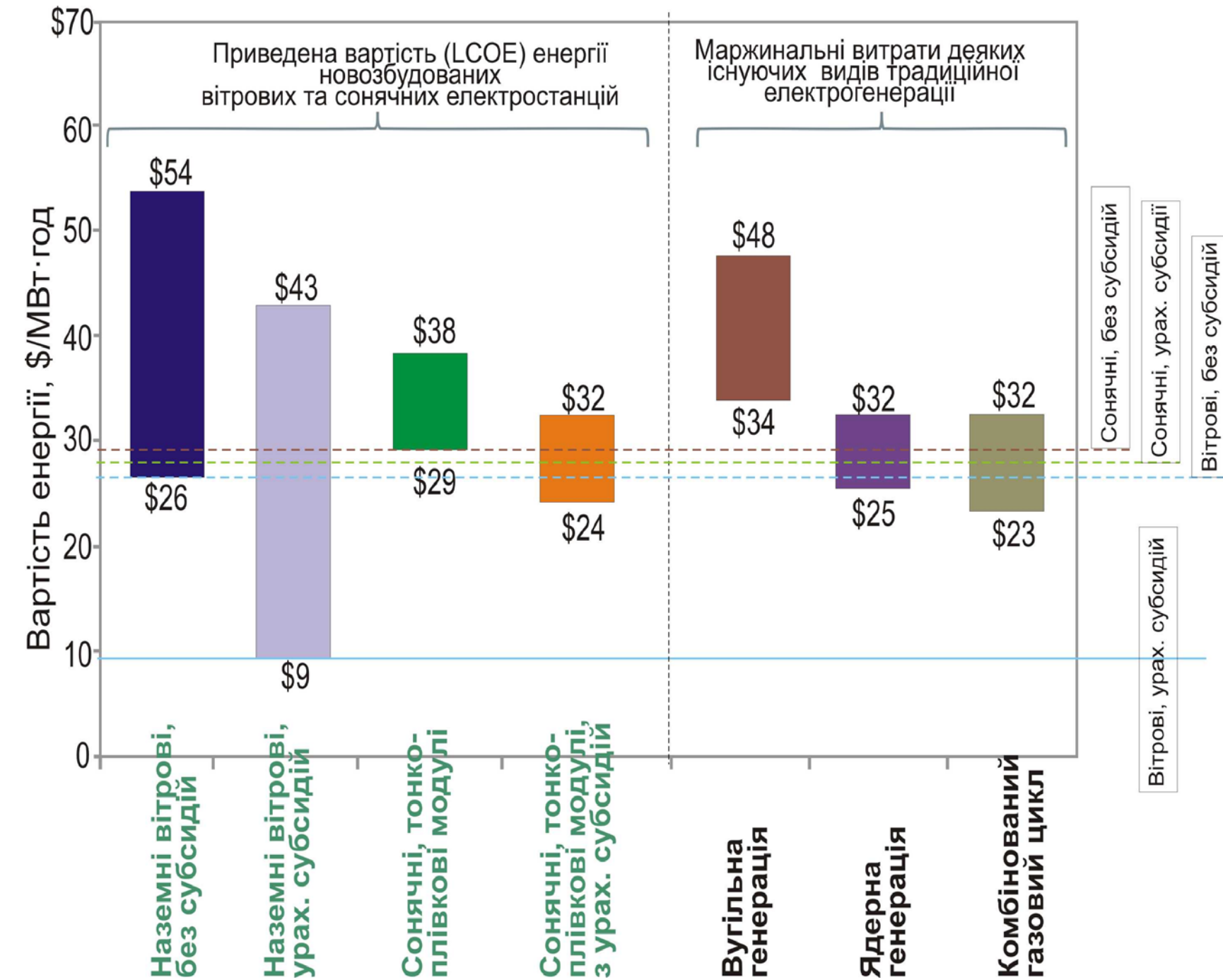
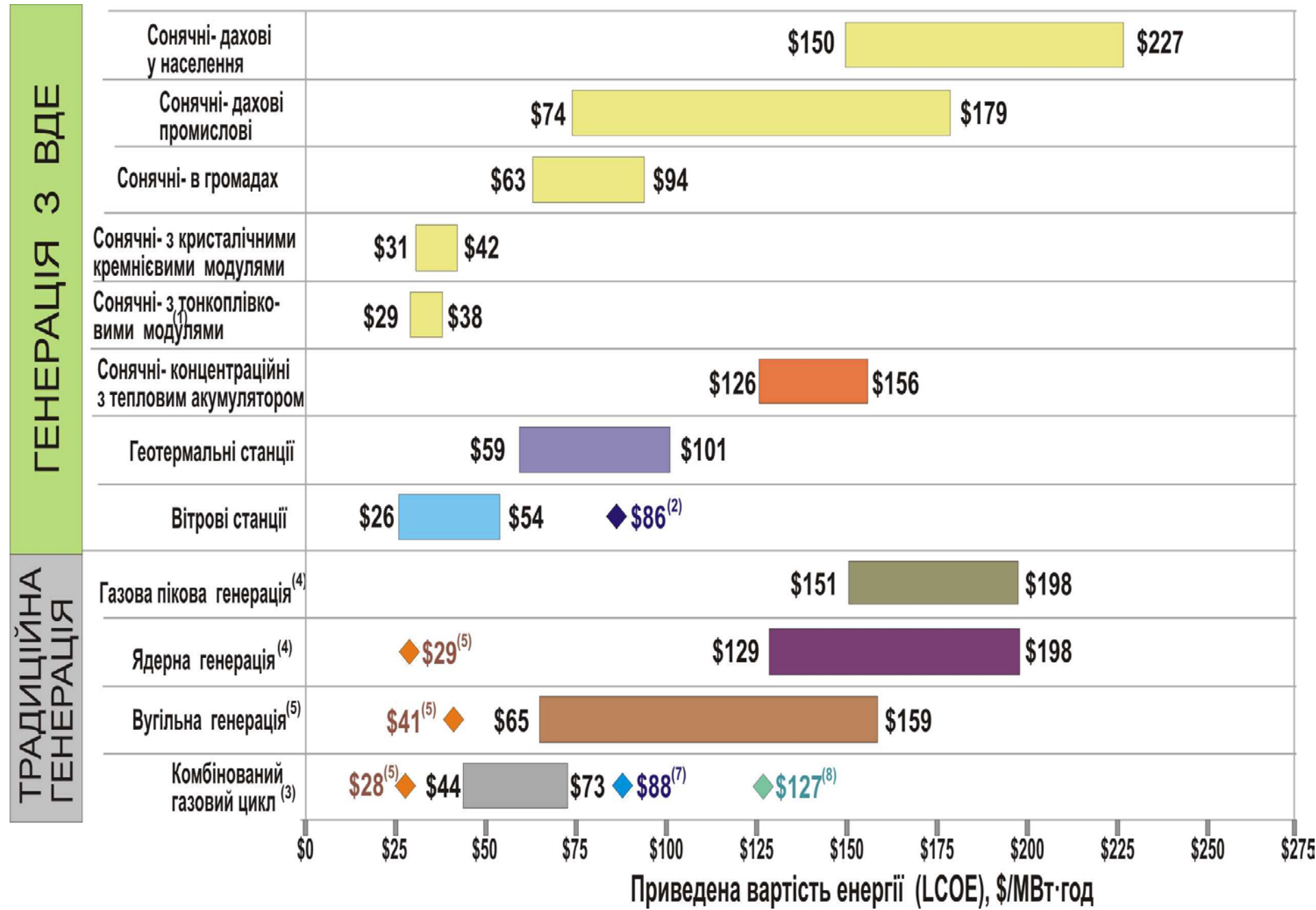
З 47 країн, що мали Feed-in Tariff в період з 2000 року, лише 9 країн зберегли можливість його отримання в 2019 році (в т.ч. Україна)



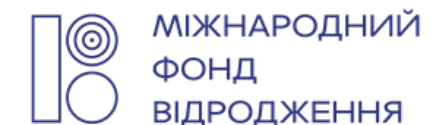
https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=RE_FIT



Конкурентоспроможність ВДЕ



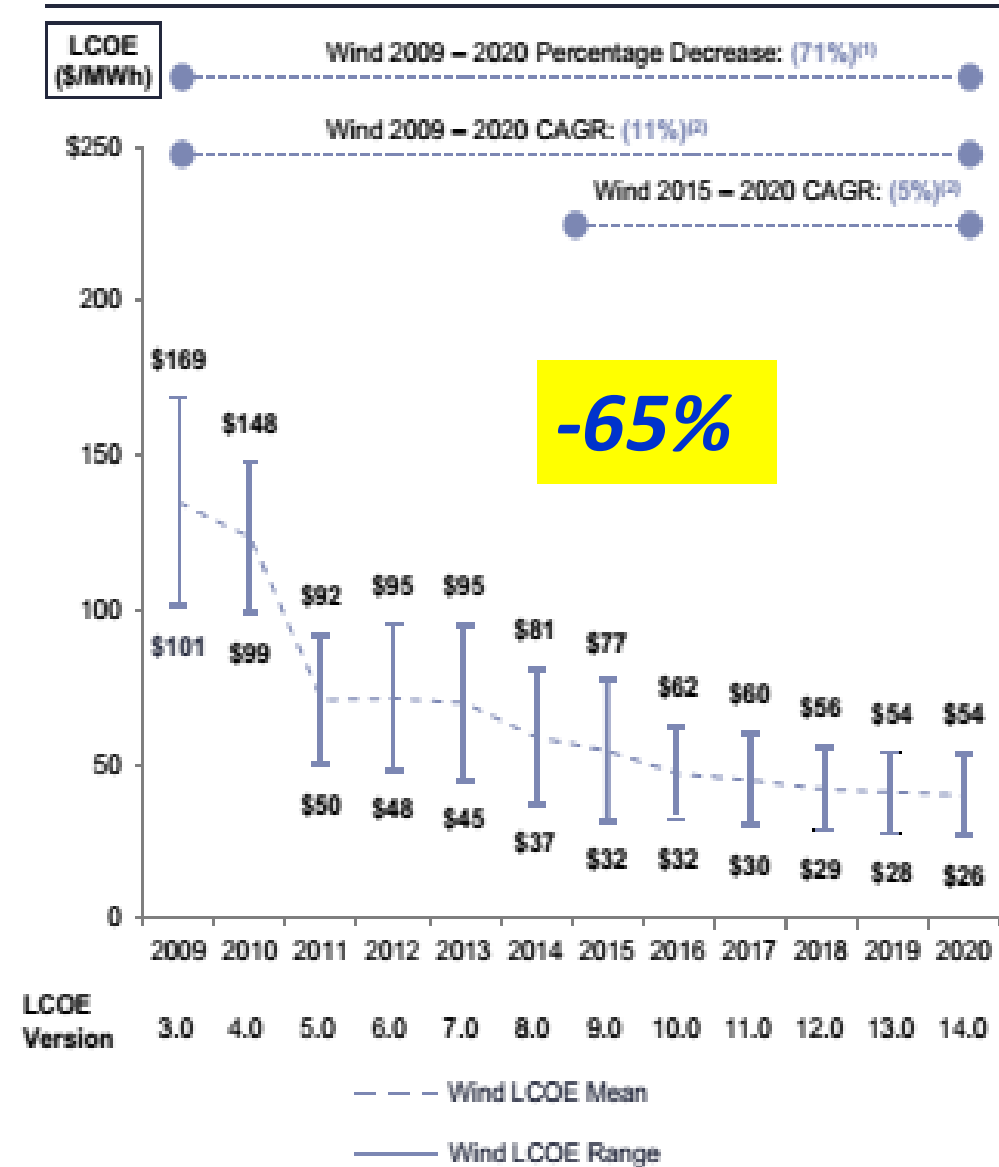
За матеріалами LAZARD, <https://www.lazard.com/media/451419/lazards-levelized-cost-of-energy-version-140.pdf>



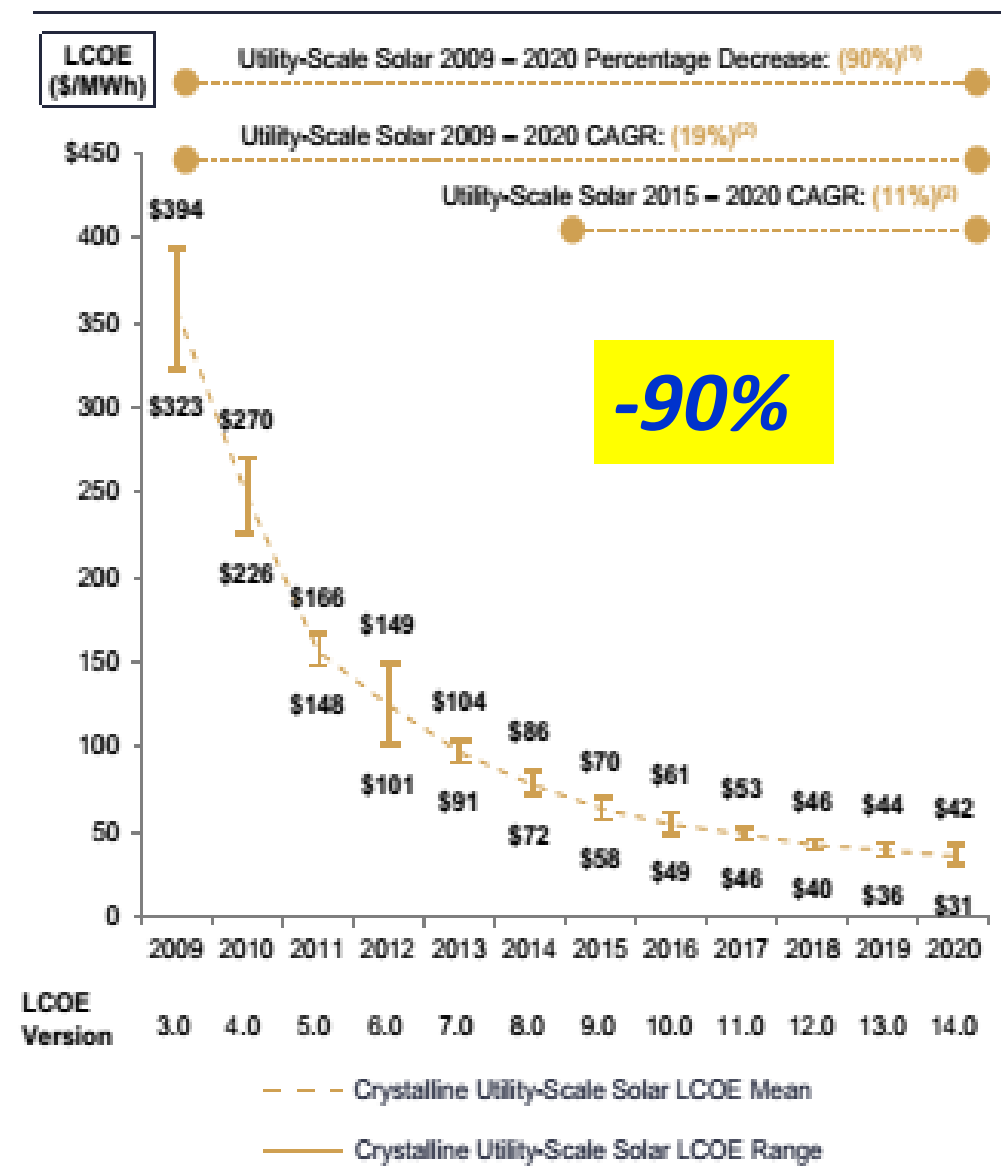
Конкурентоспроможність сонячної електрогенерації

Зміна приведеної вартості виробництва енергії:

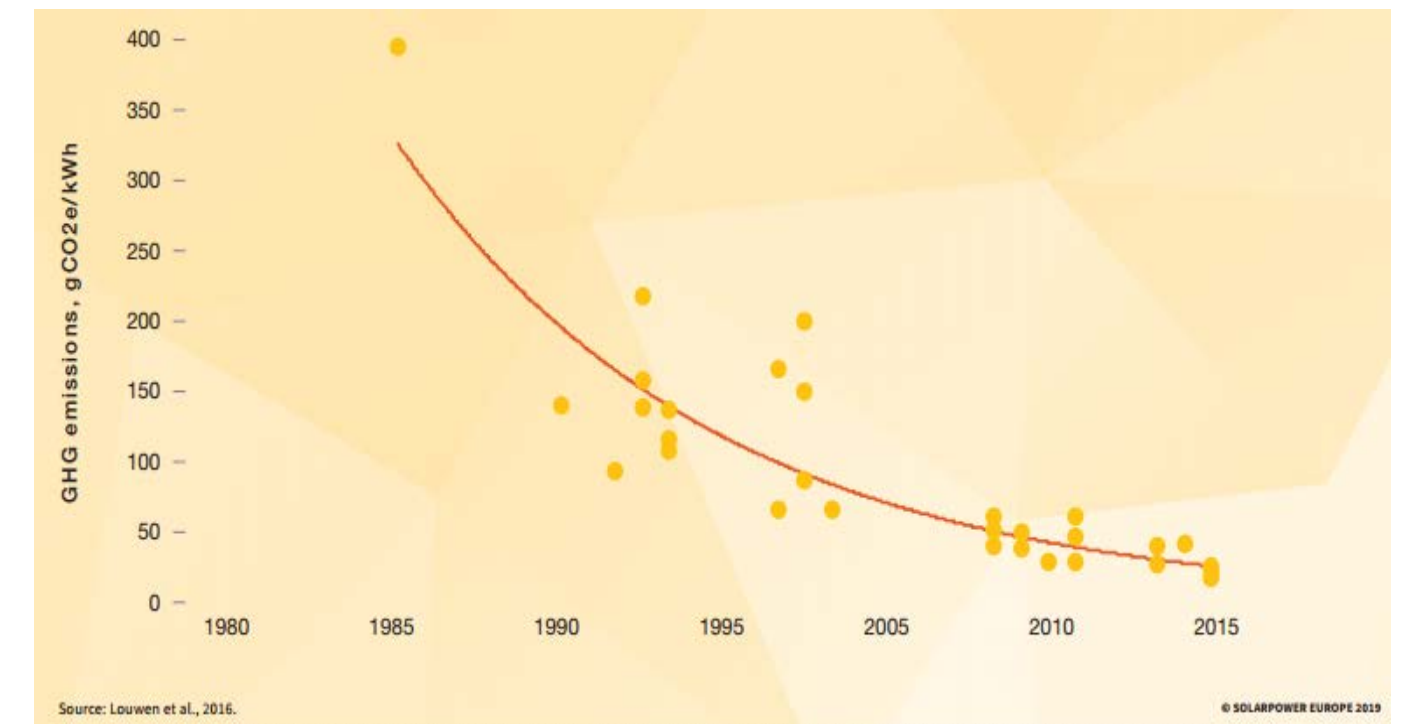
Вітрова генерація



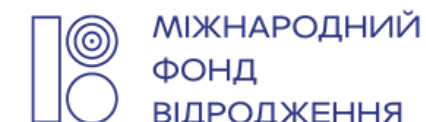
Сонячна генерація



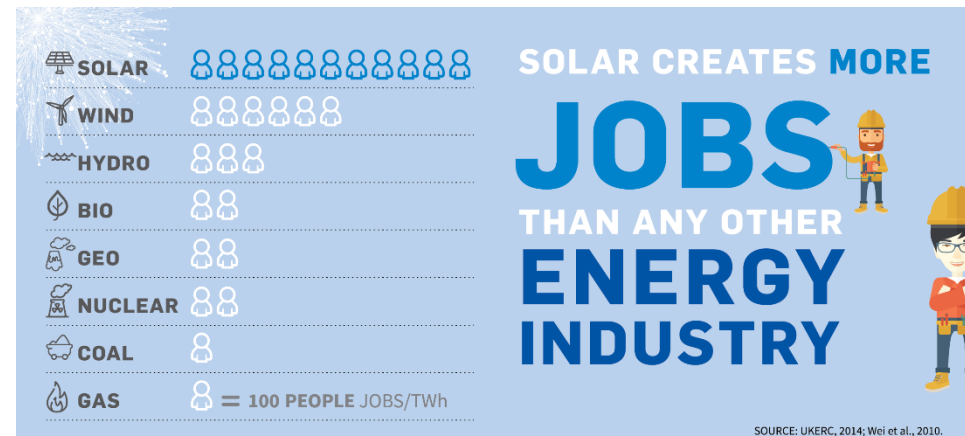
- Протягом життєвого циклу сонячна панель виробляє в 30 разів більше енергії, ніж потрібно для її виготовлення;
- Питомі викиди парникових газів при виготовленні сонячних панелей з 1990 по 2015 рік знизились на 66-92%.



За матеріалами LAZARD, <https://www.lazard.com/media/451419/lazards-levelized-cost-of-energy-version-140.pdf>
https://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2019/07/SolarPower-Europe_Global-Market-Outlook-2019-2023.pdf



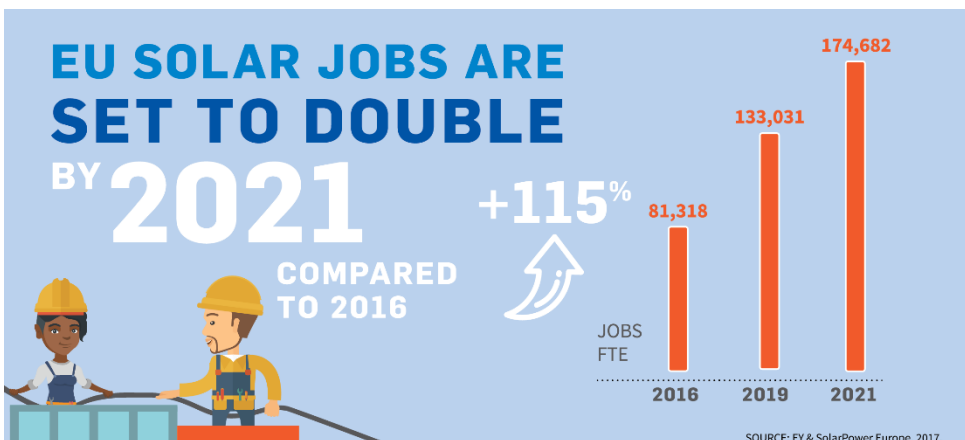
Створення нових робочих місць



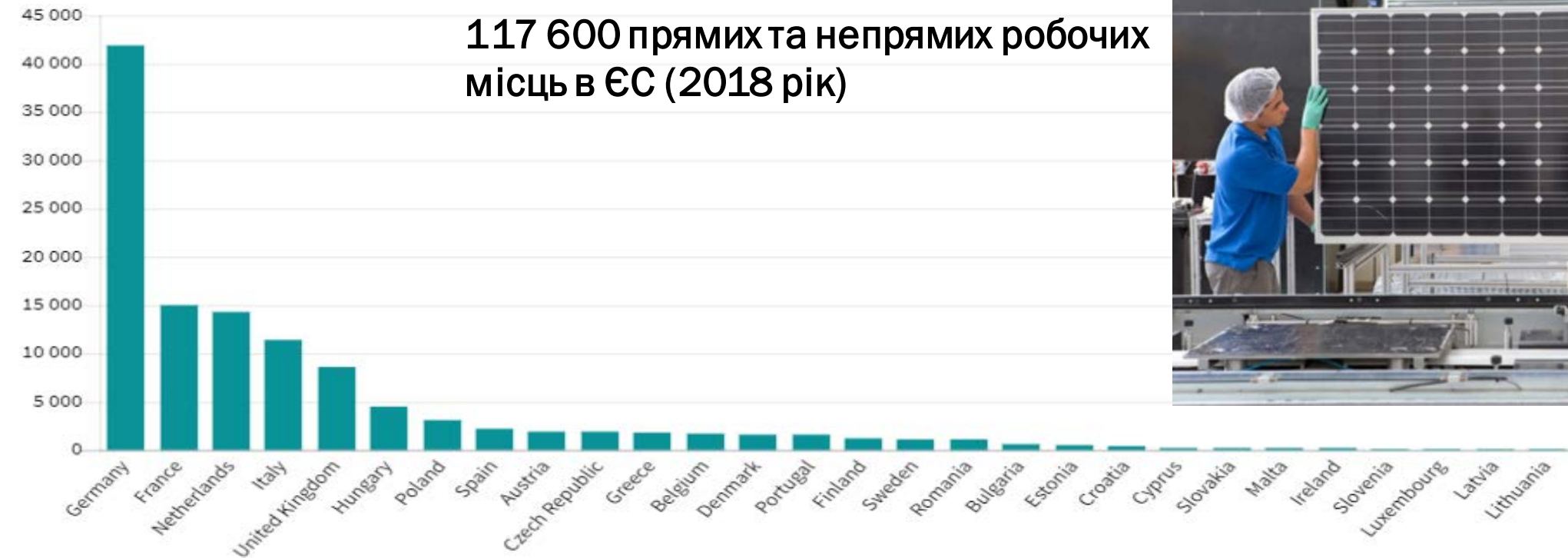
SOLAR CREATES JOBS & ADDED VALUE FOR EU CITIZENS



SOLAR CREATES JOBS & ADDED VALUE FOR EU CITIZENS



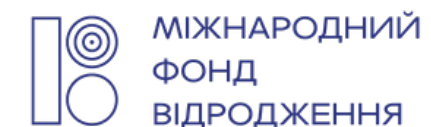
SOLAR CREATES JOBS & ADDED VALUE FOR EU CITIZENS



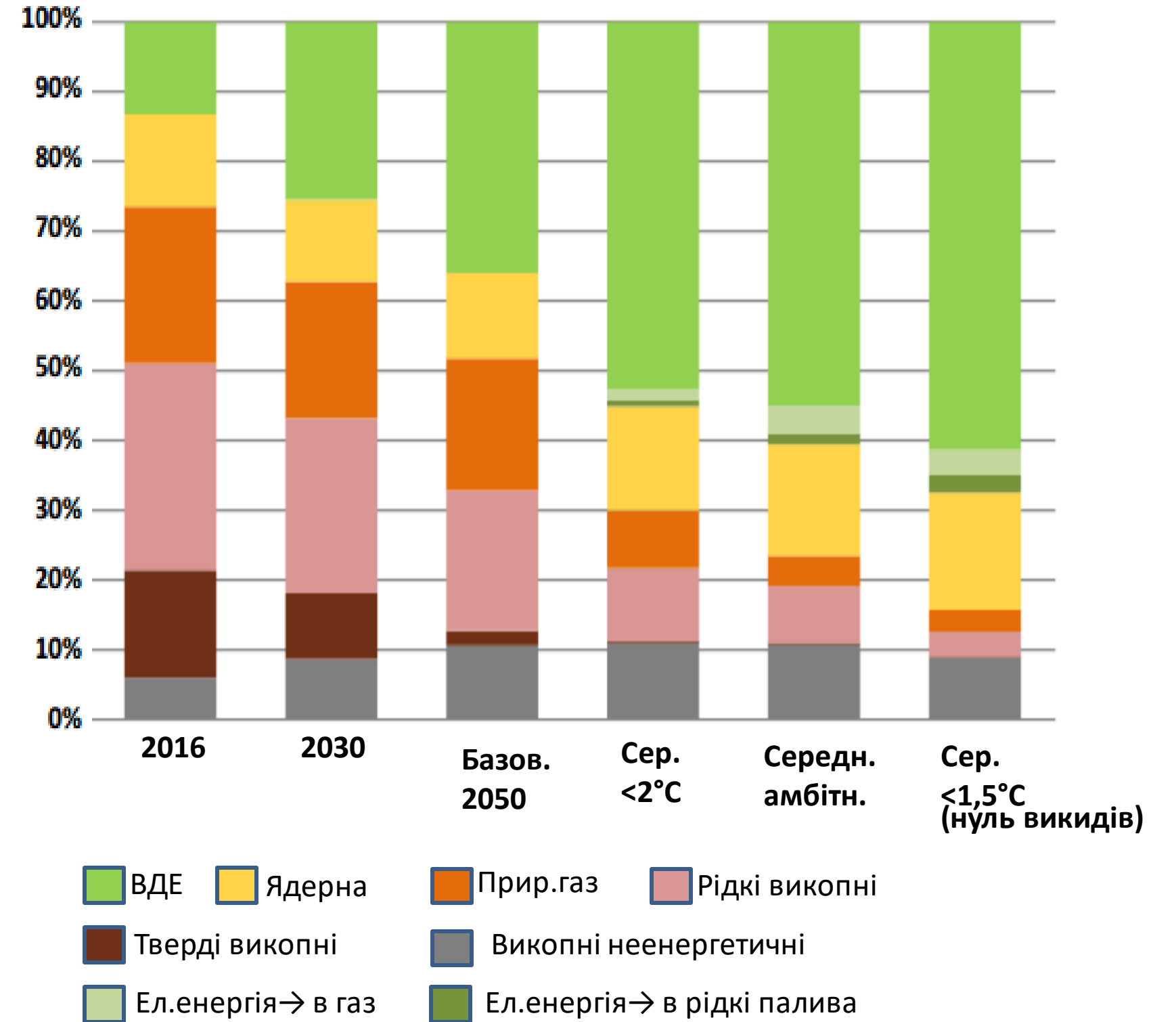
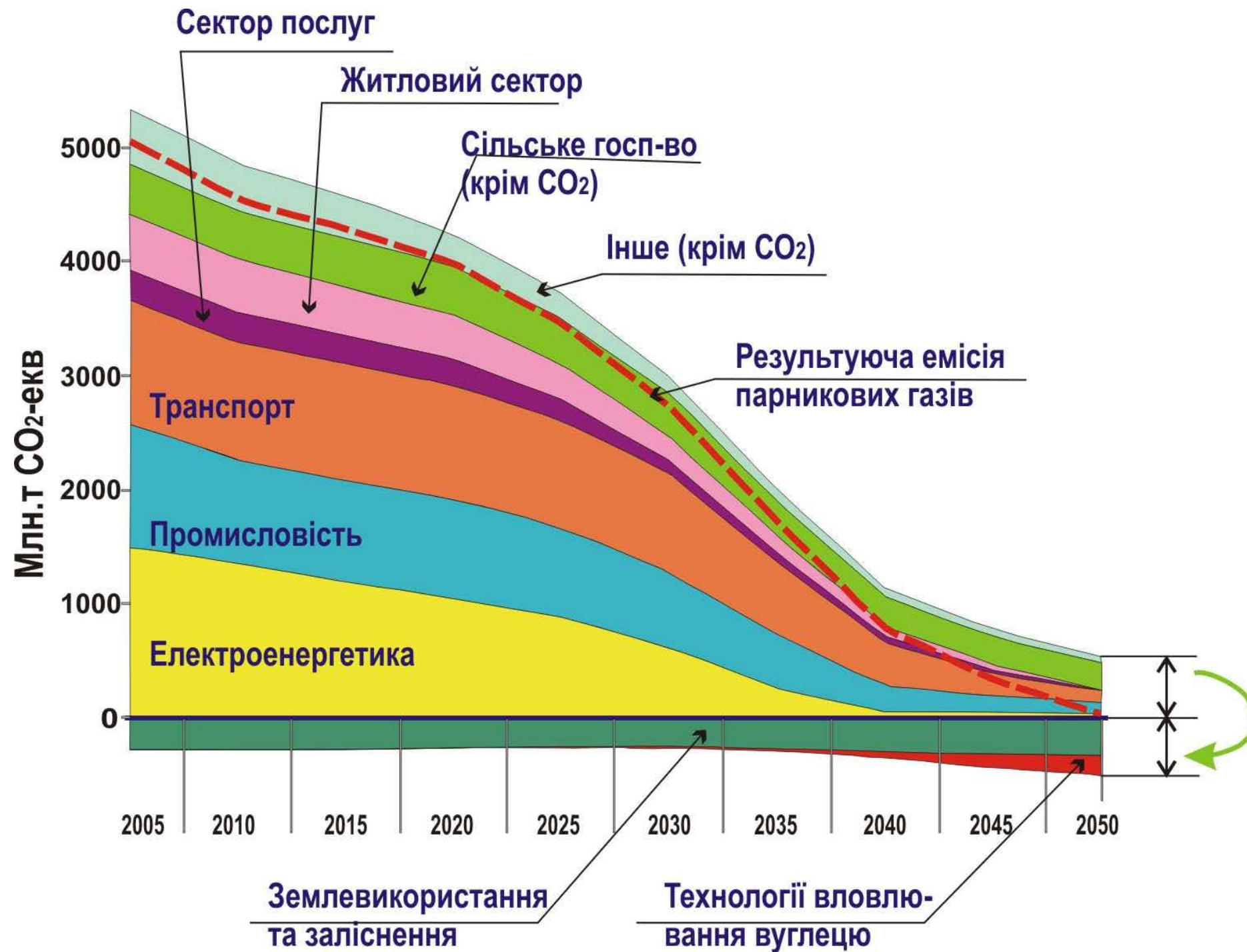
- Зараз в ЄС на кожну ТВт*год виробленої електроенергії сонячна енергетика створює 1100 робочих місць. Це в кілька разів більше, ніж будь-яка інша енергетична галузь, зокрема атомна, вугільна та газова.
- В світі, незважаючи на порівняно невелику частку виробництва електроенергії, ця галузь створює більше зайнятості, ніж будь-яка інша енергетична галузь. За даними IRENA, у 2017 році сонячна енергетика створила 3,4 мільйона робочих місць у всьому світі.
- Три з чотирьох робочих місць в галузі створюються на місцевому рівні. Малі сонячні установки в ЄС підтримують майже втричі більше робочих місць та валової доданої вартості, ніж великі, оскільки дві третини становлять дахові системи, що вимагають більшої трудомісткості при монтажі.
- На експлуатацію та технічне обслуговування припадає приблизно третина усіх робочих місць. Оскільки послуги з технічного обслуговування та моніторингу надаються протягом усього терміну служби сонячних установок, це джерело довгострокових робочих місць, на які не впливають коливання ринку.



<https://www.solarpowereurope.org/solar-factsheets-employment-and-job-creation/>
<https://www.eurobserv-er.org/online-database/#>

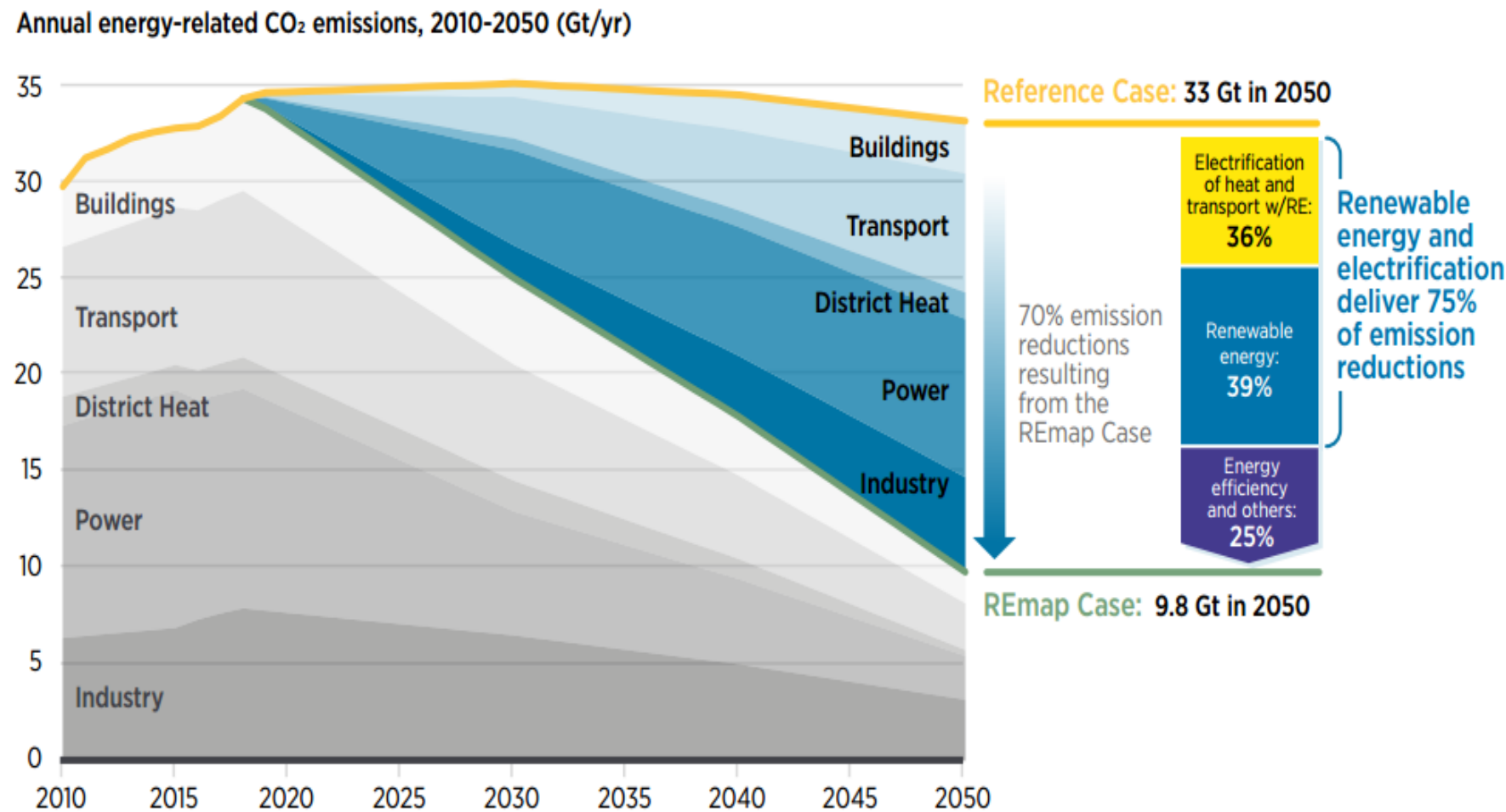


European Green Deal: яке бачення щодо внеску різних видів енергії до 2050-го?

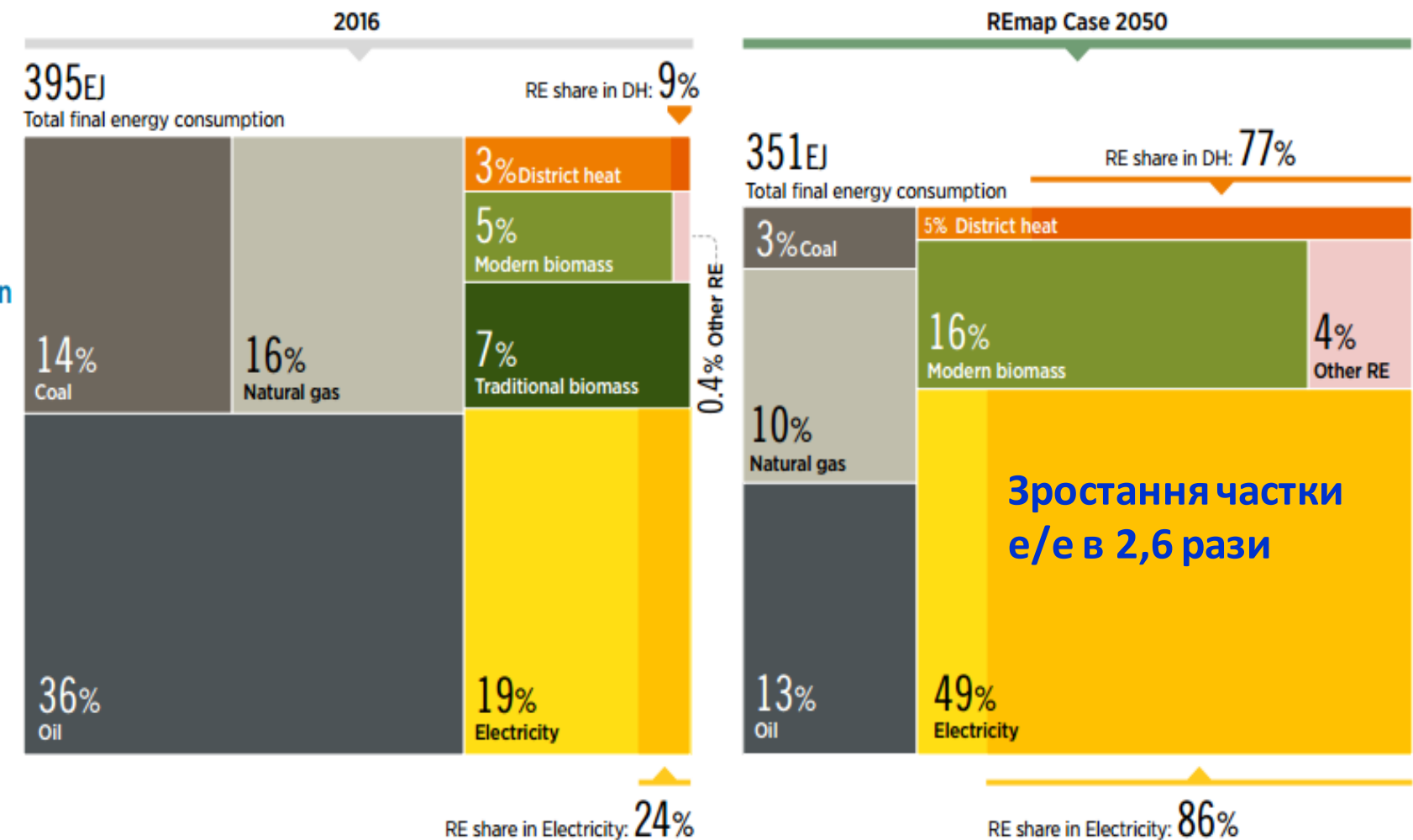


Які перспективи подальшого розвитку сонячної електроенергетики в світі?

Необхідне скорочення викидів парникових газів до 2050 року (сценарій утримання зростання температури до 2 °C:



Зміна в структурі кінцевого енергоспоживання:



Для утримання зростання середньої температури на Землі не більше 2°C від рівня доіндустріального періоду, на відміну від сценарію продовження поточної практики має відбутись:

- Зниження викидів парникових газів на 70% в 2050 році, що торкнеться всіх секторів економіки. 75% цього зниження має забезпечити використання ВДЕ та максимальна електрифікація всіх галузей.
- Електрична енергія стане основним енергетичним ресурсом.



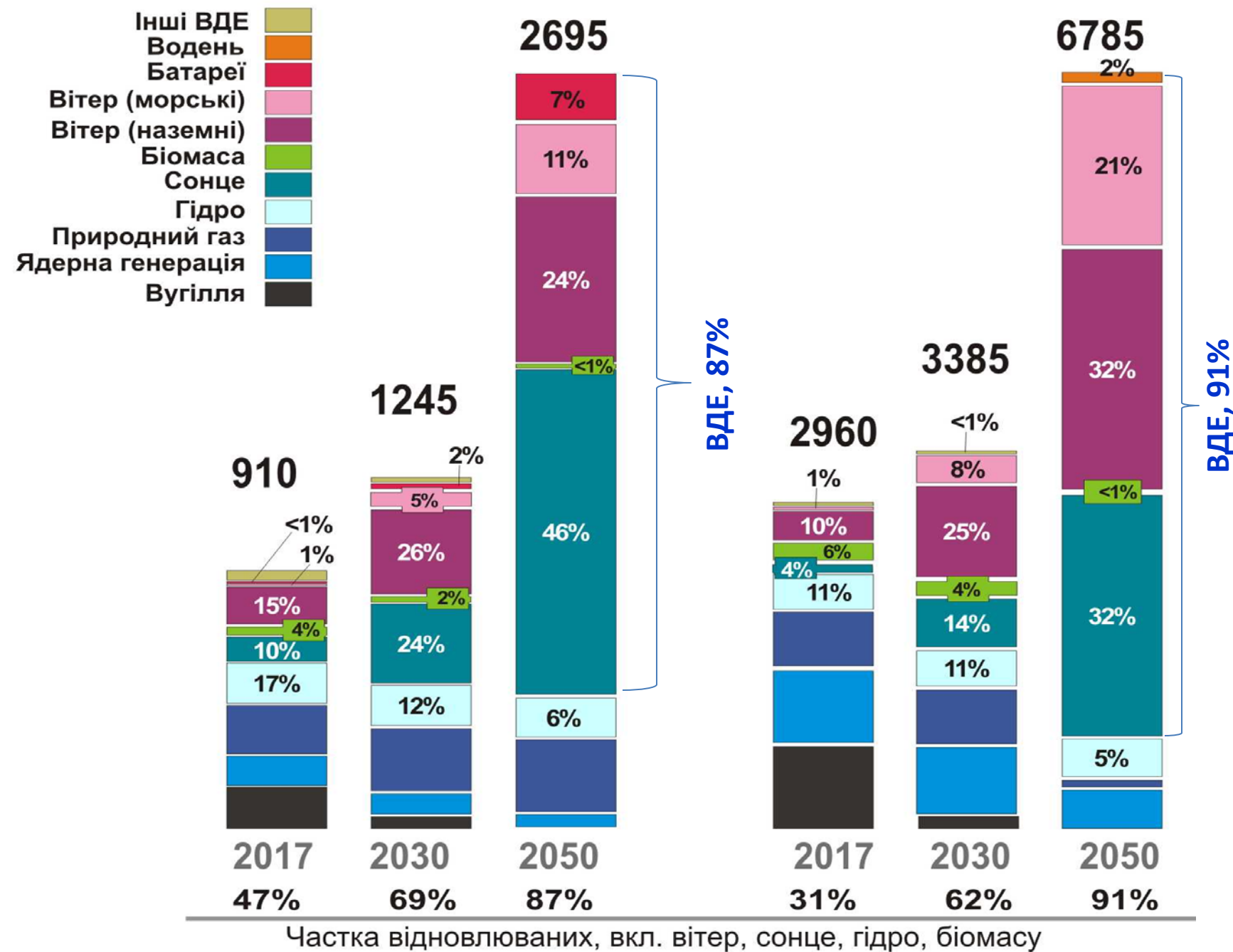
Перспективи розвитку сонячної енергетики

Європейський Союз, електрична генерація
(погляди компанії McKinsey)

СВІТ, електрична генерація (IRENA, Global energy transformation: A roadmap to 2050)

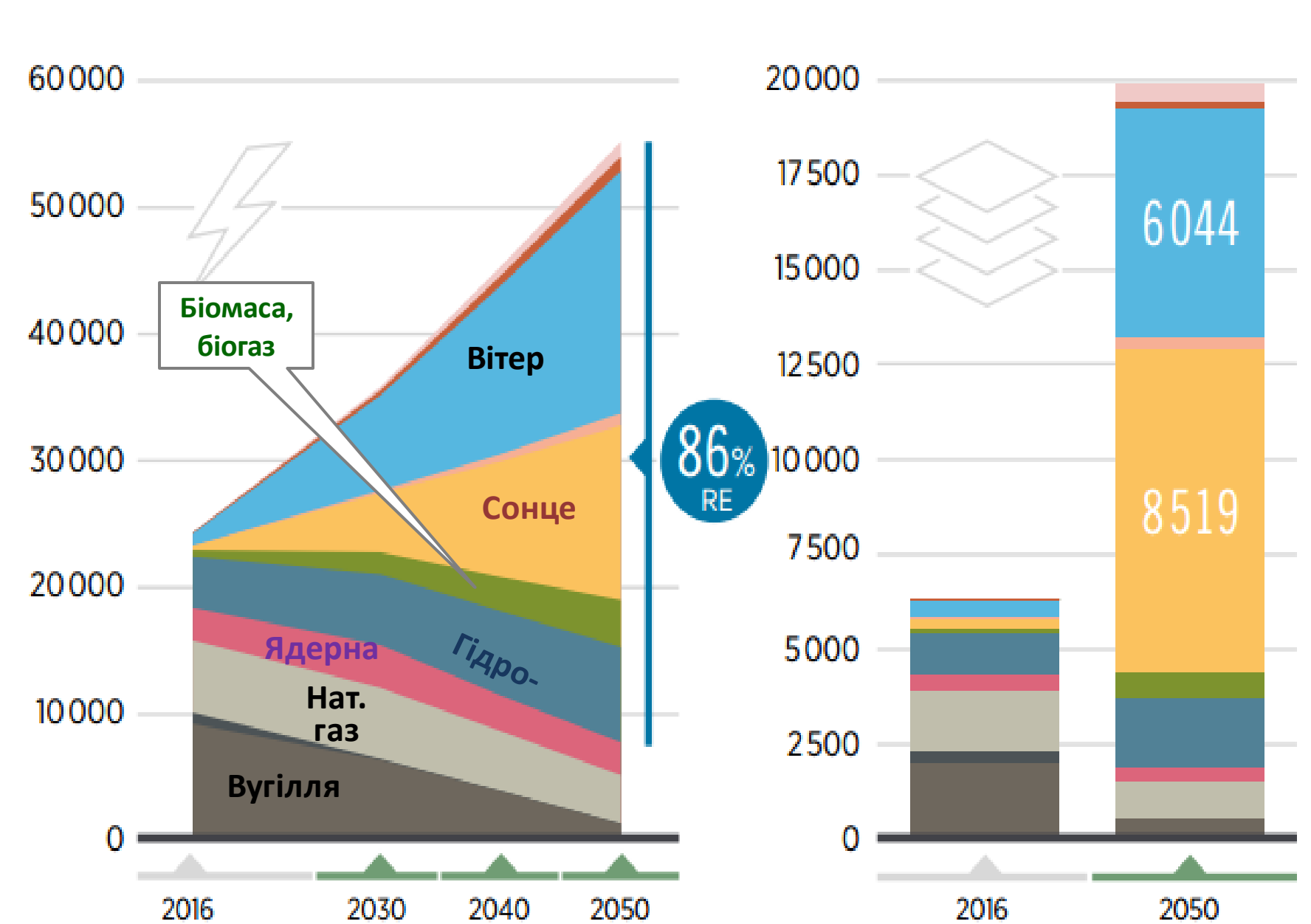
Встановлена потужність, ГВт

Генерація, ТВт·год



Генерація, ТВт*год

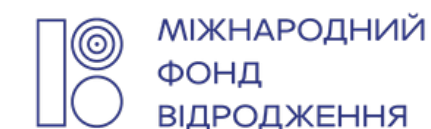
Встановлена потужність, ГВт



<https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition>



<https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/how-the-european-union-could-achieve-net-zero-emissions-at-net-zero-cost>



Прогнози: ВДЕ в Китаї та США до 2050 р.

Китай

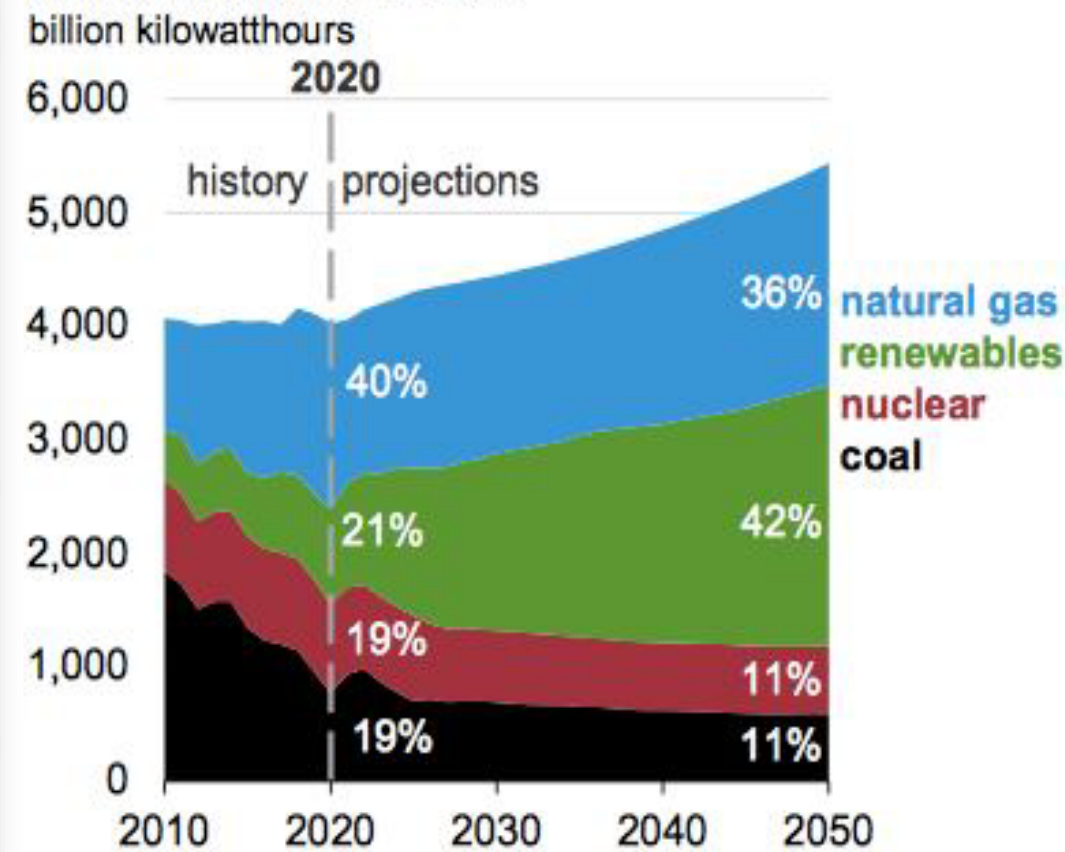
(26% встановленої потужності СЕС в світі)

- У вересні 2020 року Президентом КНР було озвучено наміри досягнути вуглецевої нейтральності Китаю до 2060 року.
- Понад 85% енергії та більше 90% електричної енергії в 2050 році має надходити від невикопних палив та джерел енергії, для чого встановлена потужність «чистої» генерації має подвоїтись.
- Згідно найбільш амбітного сценарію, \$6.4 трлн. знадобиться для побудови нової сонячної та вітрової електрогенерації, а встановлена потужність PV СЕС досягне **4 226 ГВт в 2050 р.**
- Виробництво електроенергії PV СЕС в 2050 р. зросте більш ніж у 20 разів порівняно з 2018-м.

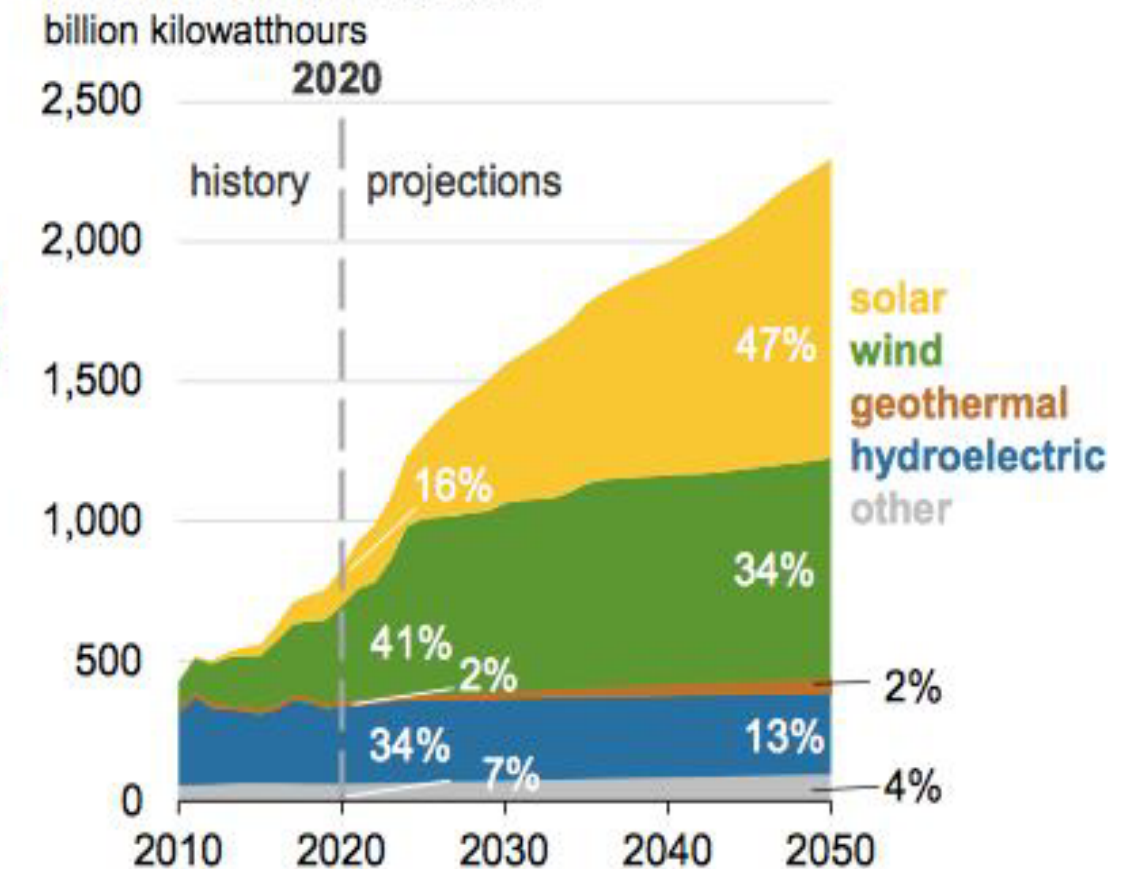
США

(12% встановленої потужності СЕС в світі)

U.S. electricity generation from selected fuels
AEO2021 Reference case
billion kilowatthours



U.S. renewable electricity generation, including end use
AEO2021 Reference case
billion kilowatthours



До 2050 р. США планують побудувати додаткові **400 ГВт СЕС**

Середній темп приросту 2021-2050 – **13 ГВт/рік**

Після 2030 р. – СЕС у повністю ринковій конкуренції.

Висновки:

- Сонячна енергетика на даний час є потужною галуззю ВДЕ, що стрімко розвивається.
- Прискорене зростання сонячної PV в поєднанні з глибокою електрифікацією може забезпечити 21% скорочень викидів CO₂ (майже 4,9 гігатон щорічно) до 2050 року.
- Сонячна електроенергетика може покрити чверть світових потреб у електроенергії до середини століття, ставши другим за величиною джерелом після вітру.
- Глобальна потужність може перевищити нинішню у 18 разів, склавши понад 8 000 гігават до 2050 року.
- Азія продовжуватиме домінувати у використанні сонячної фотоелектричної енергії з понад 50% встановленої потужності, за нею - Північна Америка (20%) та Європа (10%).
- Очікується подальший розвиток технологій та зростання встановленої потужності накопичувачів електроенергії для забезпечення інтеграції вітрової та сонячної електроенергетики в енергетичних системах.
- Вартість виробництва сонячної електроенергії, яка вже зараз нижче граничних витрат виробництва електронергії з викопних палив в глобальному вимірі, буде ще зменшуватися протягом наступних десятиліть, чому сприяють інновації по всьому ланцюжку створення вартості.
- Середньорічні інвестиції в сонячну електроенергетику до 2050 року зростуть на 68%.
- Глобальна промисловість, пов'язана із сонячною електроенергетикою, може зайняти понад 18 мільйонів людей до 2050 року.
- Можна очікувати подальше зростання сонячної теплової енергетики, зокрема в централізованому теплопостачанні та у виробничих процесах.



Дякую за увагу!

Володимир Крамар

Інститут технічної теплофізики НАН України,

03067, м Київ, вул. Марії Капніст, 2А

+38 (044) 456-94-62, +38 (067) 981-97-81, kramar@secbiomass.com

<https://uabio.org>



EU4USOCIETY

ПРЕЗЕНТАЦІЮ ПІДГОТОВЛЕНО ЗА ПІДТРИМКИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ
ТА МІЖНАРОДНОГО ФОНДУ «ВІДРОДЖЕННЯ».
ПРЕЗЕНТАЦІЯ ВІДОБРАЖАЄ ПОЗИЦІЮ АВТОРІВ
І НЕ ОBOB'ЯЗКОВО ВІДОБРАЖАЄ ПОЗИЦІЮ МІЖНАРОДНОГО ФОНДУ
«ВІДРОДЖЕННЯ» ТА ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ



МІЖНАРОДНИЙ
ФОНД
ВІДРОДЖЕННЯ



ПРЯМУЄМО
РАЗОМ