Low Carbon Ukraine

Policy advice on low-carbon policies for Ukraine

Policy Briefing #2

Supported by:

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

based on a decision of the German Bundestag

Вибір місця розташування та структури потужностей вітрової та сонячної енергетики

Д-р Георг Цахманн та д-р Франк Майсснер

м. Берлін / м. Київ, листопад 2018 р.

Low Carbon Ukraine

Головні тези

- Вітрові та сонячні установки повинні бути розташованими по всій території країни, вони не повинні бути сконцентрованими лише у місцях найбільш інтенсивної інсоляції або з найпотужнішим вітроенергетичним потенціалом

- У стратегії необхідно намагатися закласти оптимальне співвідношення вітрових та сонячних установок з метою скорочення вартості утримання мереж

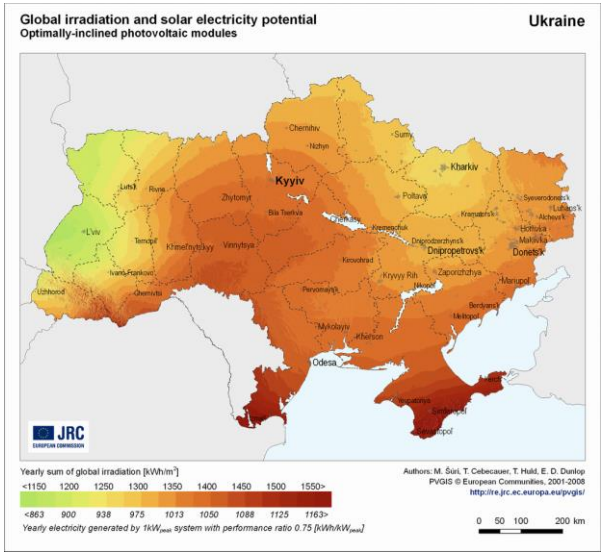
Low Carbon Ukraine

1. Вибір оптимальних місць розташування

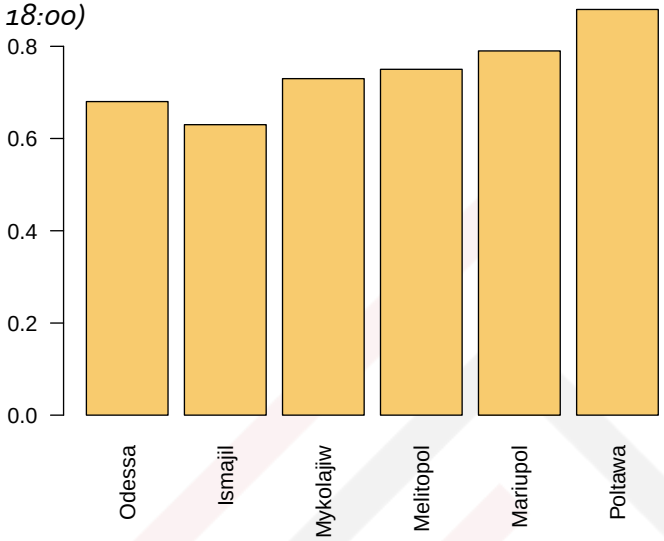
- Продуктивність вітрових та сонячних електростанцій залежить від погодних умов, які є змінними
- Погодні умови – рівень інсоляції та сила вітру – у різних областях є різними
- Добові профілі генерації вітрових та сонячних установок, як правило, відрізняються

Оптимальний вибір місць розташування дозволить збалансувати потужності вітрової та сонячної генерації по областях

1.1 Інсоляція у розрізі областей



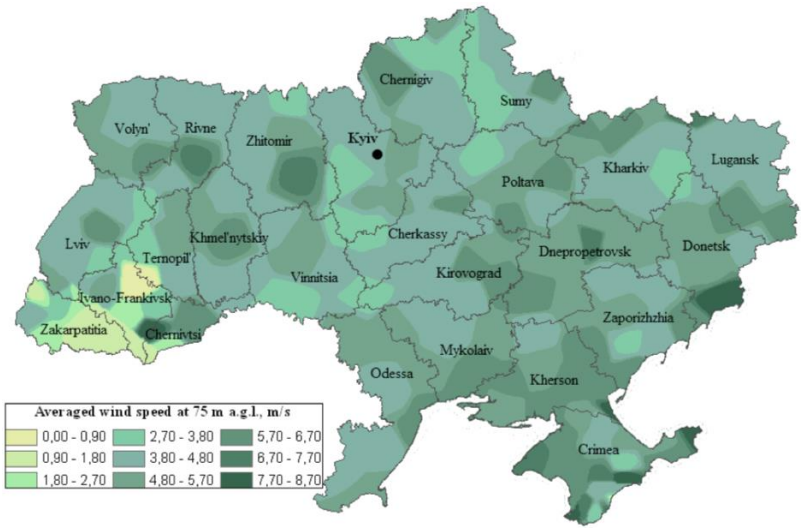
Кореляція рівня інсоляції у Харківській області та інших областях (8:00 – 18:00)



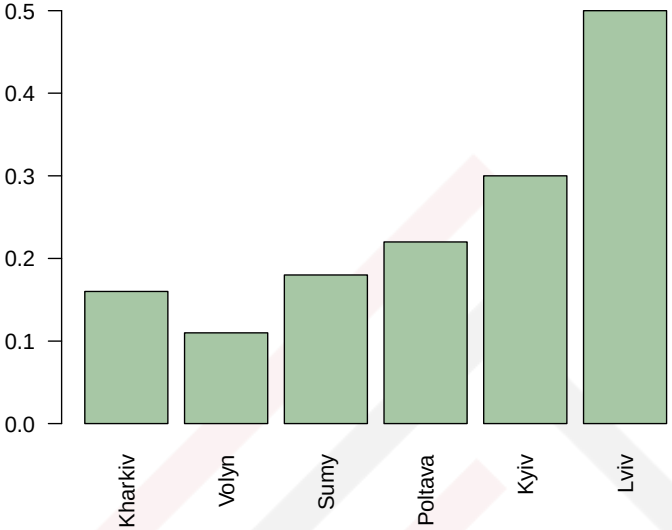
- Рівень інсоляції коливається в межах від < 1,100 до >1,500 кВт/м2
- Найвищий сонячний потенціал – на півдні України
- Висока кореляція між областями – в діапазоні 0,6 – 0,9 (8:00 – 18:00)
- Висока кореляція заважає балансуванню між областями коливань електроенергії, виробленої сонячними установками

Low Carbon Ukraine

1.2 Сила вітру в розрізі областей



Кореляція швидкості вітру між Закарпатською та іншими областями



- Середня сила вітру перебуває в діапазоні від <1 до 8,7 м/сек
- Сила вітру корелює між областями менше, ніж рівень інсоляції
- Діапазон кореляції від 0,11 (напр., між Волинською та Закарпатською областями) до 0,8 (напр., між Полтавською та Кіровоградською)
- Низька кореляція дозволяє здійснювати балансування вироблених ВЕС обсягів електроенергії

Low Carbon Ukraine

1.3 Приклади оптимального місця розташування

Цілі

- Скоротити втрати від скорочення відпуску електроенергії шляхом обрання оптимальних місць розташування
- Підвищити стабільність енергосистеми в цілому
- Мінімізувати сукупні витрати на генерацію електроенергії

Обмеження

- Встановлені потужності вітрової та сонячної енергетики
- Межі встановлених потужностей традиційної енергетики

Модель

Модель оптимальної диспетчеризації, Версія 2.2

Low Carbon Ukraine

1.4 Приклади оптимального місця розташування

Розташування тільки в **одному** місці

Рівномірний розподіл розташування установок

Приклад: 15 ГВт - ВЕС, 0 ГВт СЕС

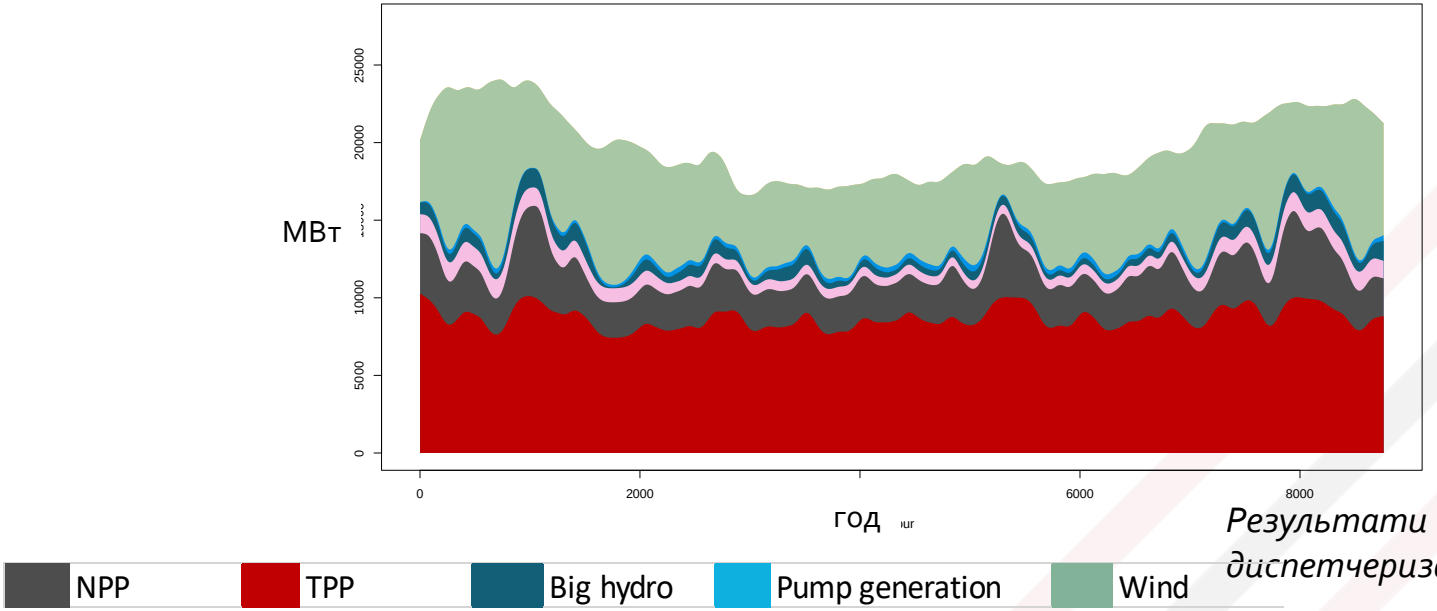
Результати з моделі оптимального розподілу навантаження версії 2.2

Показник	В одному місці	Рівномірний розподіл	Різниця
Встановлена потужність	ВЕС: 15 ГВт СЕС: 0 ГВт	ВЕС: 15 ГВт СЕС: 0 ГВт	
Використані ВДЕ	39 ТВт·год	45 ТВт·год	+ 6 ТВт·год
Викиди парникових газів	44 Мт	38 Мт	- 6 Мт
Втрати при скороченні відпуску	16.5 %	4,5%	-12 %

Low Carbon Ukraine

1.5 Вибір оптимального місця розташування

Генерація електроенергії за сценаріями 15 ГВт ВЕС та рівномірного розташування



Результати з моделі оптимальної диспетчеризації (версія 2.2)

- Вибір оптимального місця розташування потужностей вітроенергетики (та сонячної енергетики) збільшує обсяги генерації енергії з ВДЕ, стабілізує мережу та скорочує потребу у інших засобах балансування
- При виборі оптимального місця розташування також необхідно враховувати топографію електромережі [ми плануємо над цим працювати]

Low Carbon Ukraine

2. Оптимальне співвідношення потужностей вітрової та сонячної енергетики

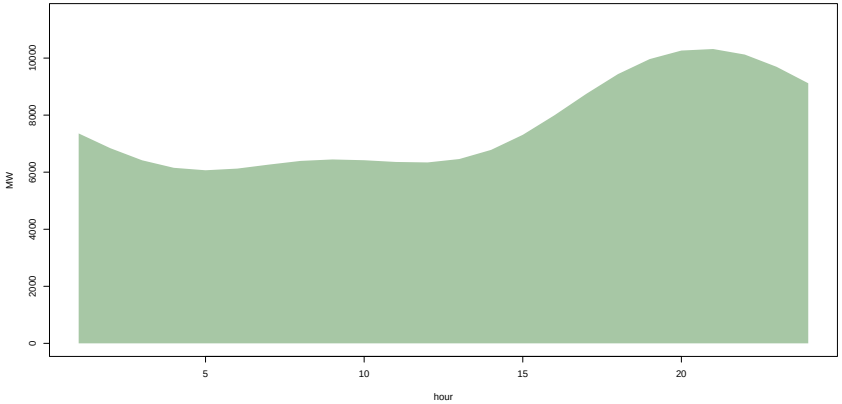
- Капітальні та експлуатаційні витрати вітрових та сонячних електростанцій є різними
- Місцева додана вартість ВЕС та СЕС є різною
- Продуктивність вітрових та сонячних установок залежить від погодних умов, які є змінними
- Погодні умови – інсоляція та сила вітру – відрізняються у різних областях
- Добові профілі вітрових та сонячних установок, як правило, відрізняються

Оптимальна структура потужностей вітрової та сонячної енергетики допоможе скоротити капітальні та/або експлуатаційні витрати

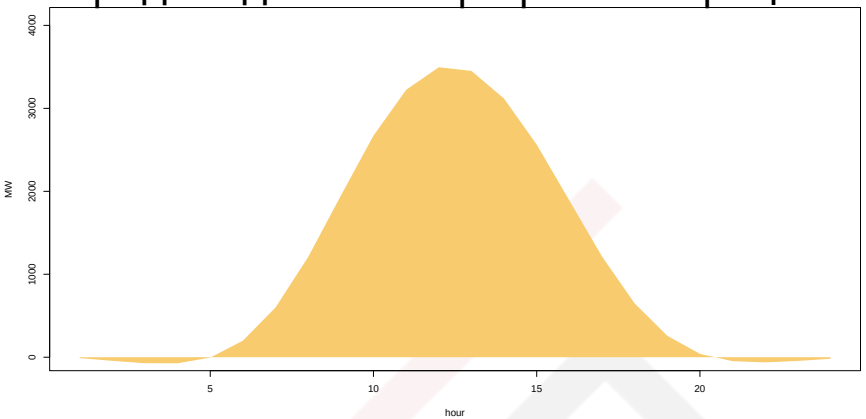
Low Carbon Ukraine

2.1 Добові профілі ВЕС та СЕС

Середній добовий профіль генерації ВЕС



Середній добовий профіль генерації СЕС



- Середні добові профілі генерації ВЕС та СЕС відрізняються
- Піковий обсяг виробництва фотоелектричної установки припадає на час близько полудня, середній добовий профіль генерації ВЕС є досить рівномірним
- З належним прогнозуванням: сонячні потужності можливо використовувати для покриття збільшеного попиту всередині дня, потужності вітроенергетики – для доповнення базового навантаження електростанцій, що працюють на викопному паливі
- **Вітрові та сонячні потужності можуть доповнювати одні одного**
- “Оптимальна” структура вітрової та сонячної енергетики залежить від низки визначальних факторів

Low Carbon Ukraine

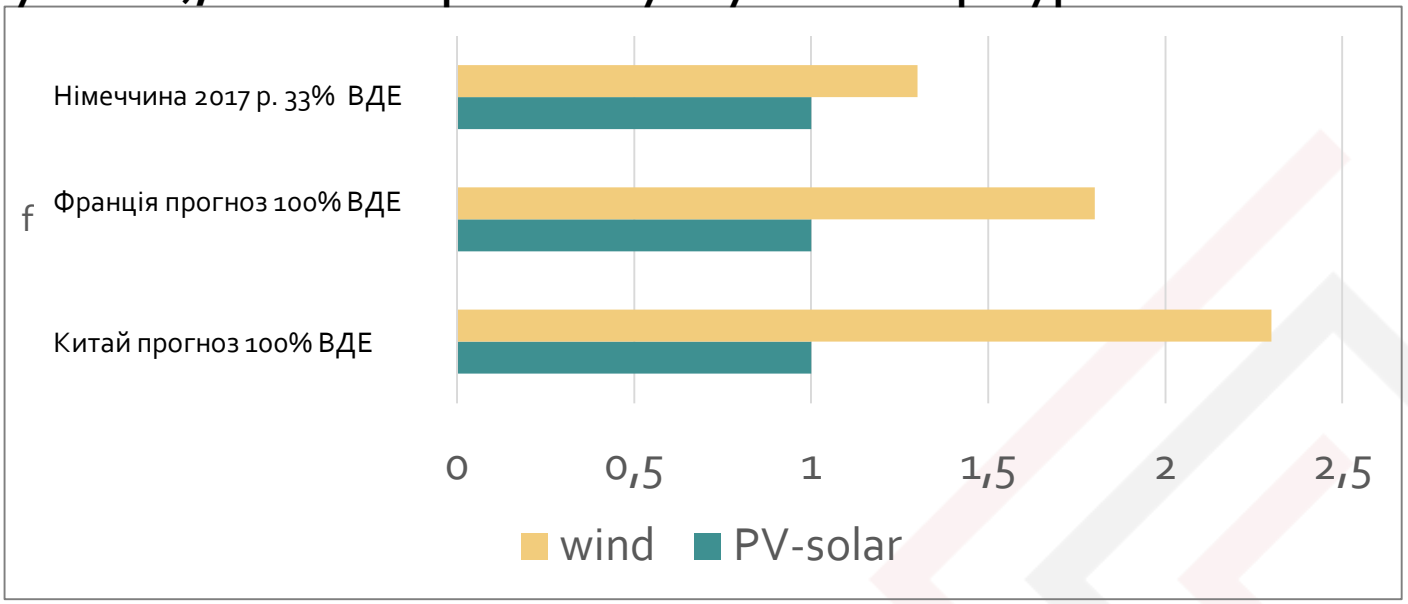
2.2 Визначальні фактори оптимальної структури потужностей вітрової та сонячної енергетики

- **Технологічні фактори:**
  - Профіль попиту на електроенергію
  - Існуючий парк електростанцій
  - Наявність потужностей акумулювання електроенергії та міжнародної торгівлі
  - Потенційна продуктивність ВЕС та СЕС
  - Детальні профілі швидкості вітру та рівня інсоляції
- **Економічні фактори:**
  - Відносні капітальні витрати вітрових та фотоелектричних установок
- **Інші фактори:**
  - Довгострокові цілі щодо частки ВДЕ
  - Різні соціально-економічні та політичні цілі

Low Carbon Ukraine

2.3 Приклади з літератури

Співвідношення вітрової та сонячної генерації (встановлені потужності), які обговорюються у науковій літературі



- У дослідженнях оптимальною вважають співвідношення потужностей вітрової та сонячної енергетики в діапазоні від 1,8 : 1 до 1,3 : 1
- Для визначення оптимального для України співвідношення необхідно уточнити систему цілей, наприклад:
  - Скорочення капітальних витрат та підвищення макроекономічного ефекту
  - Збільшення частки ВДЕ та скорочення витрат енергосистеми

Low Carbon Ukraine

2.4 Математична оптимізація співвідношення вітрової та сонячної енергетики України

Цілі

- Мінімізація капітальних витрат вітрових та сонячних електростанцій в сукупності
- Покращення стабільності енергосистеми в цілому
- Мінімізація сукупних витрат генерації

Обмеження

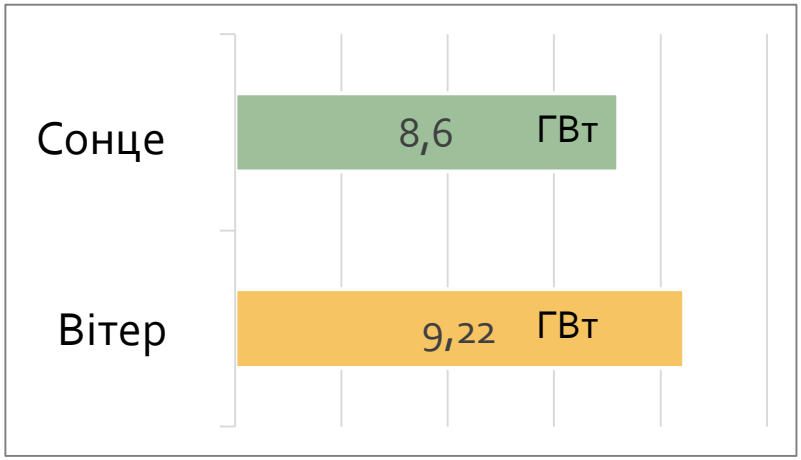
- Встановлені потужності вітрової та сонячної енергетики
- Межі встановлених потужностей традиційної енергетики

Модель

Модель оптимальної диспетчеризації, Версія 2.3

Low Carbon Ukraine

2.5 Приклад оптимізації структури потужностей вітрової та сонячної енергетики України



Структура ВЕС та СЕС є чутливою до відносних експлуатаційних витрат потужностей вітрової та сонячної енергетики та співвідношення коефіцієнтів використання

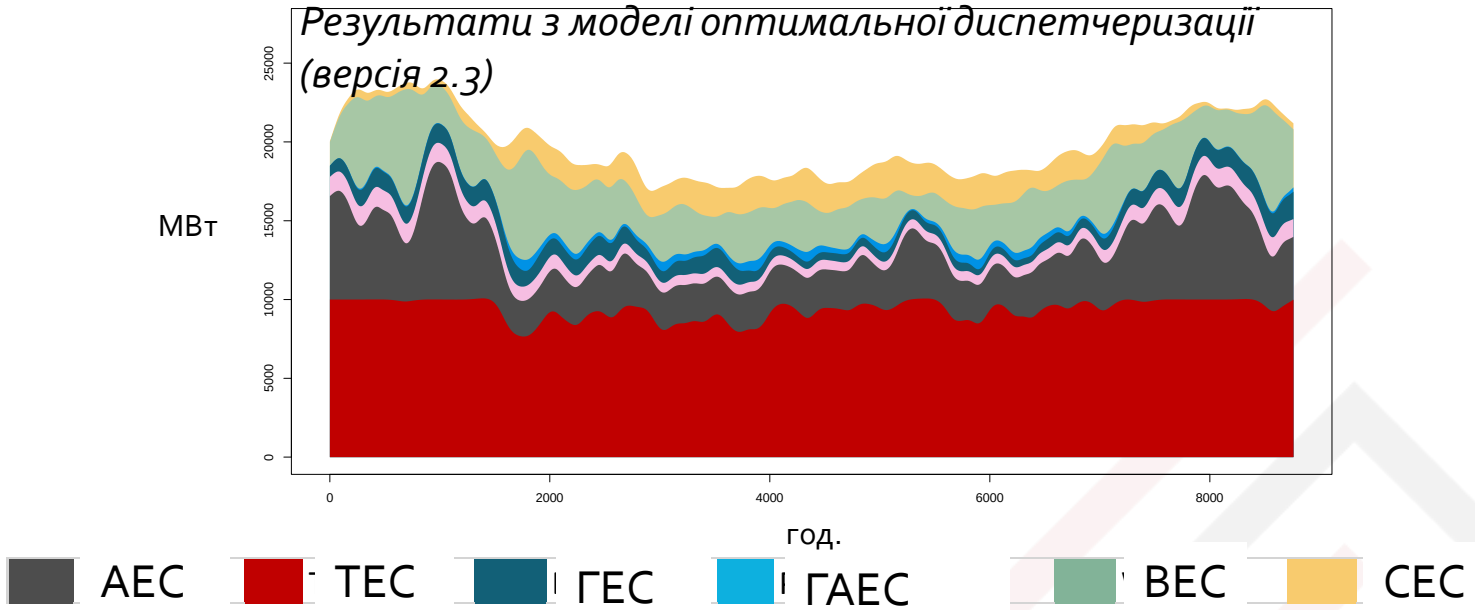
Результати з моделі оптимальної диспетчеризації (версія 2.3)

Обмеження та параметри	
Споживання електроенергії	170 ТВт·год
Частка електроенергії з ВДЕ	23%
Експлуатаційні витрати ВЕС*	1500 євро/кВт
Експлуатаційні витрати СЕС*	600 євро/кВт

** Інститут Фраунхофера, 2017 р., дані щодо Німеччини*

Low Carbon Ukraine

2.6 Оптимальне співвідношення потужностей вітрової та сонячної енергетики



- За нашою першою приблизною оцінкою, для України оптимальною буде співвідношення вітрових та сонячних потужностей у пропорції **1 : 1,1**
- **Також рекомендується створити в Україні збалансовану структуру потужностей обох цих технологій**
- В цілях одержання надійних результатів щодо оптимальної структури, необхідно провести подальші дослідження

Low Carbon Ukraine

Policy advice on low-carbon policies for Ukraine

Supported by:

Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

based on a decision of the German Bundestag

Виконавець:

Berlin Economics

Керівник проекту
Д-р Георг Захманн
zachmann@berlin-economics.com

Консультант
Д-р Франк Майсснер
meissner@berlin-economics.com

www.lowcarbonukraine.com

тел.: 030 2064 34 64 – 0