Українсько – Данський Енергетичний центр

двостороння співпраця урядів із стратегічного енергетичного планування

Danish Energy Agency

DTU

Сценарії реалізації Енергетичної стратегії України до 2035 року

Проект Данського енергетичного агентства «Довгострокове енергетичне моделювання та прогнозування в Україні: сценарії для плану дій Енергетичної стратегії України до 2035 року»

Київ, 2019

Порядок денний семінару

09:45	Ранкова кава
10:00	Вітальна промова
10:15	Огляд Проекту
	- Цілі довгострокового енергетичного моделювання
	- Модель TIMES-UA
10:30	Результати моделювання
	- Огляд сценаріїв
	- Презентація web-платформи
	- Результати моделювання
	- Дискусія
11:45	Кава-брейк
12:00	Вхідні дані моделі та ключові припущення
12:20	Сесія запитань та відповідей
12:45	Підведення підсумків семінару
13:00	Ланч

Основи для започаткування Проекту

- В серпні 2017 р. Кабінет Міністрів України затвердив нову Енергетичну стратегію України до 2035 року “Безпека, Енергоефективність, Конкурентоспроможність ” (ЕСУ2035), яка містить амбітні цілі, зокрема:
  - вдвічі скоротити енергоємність ВВП країни до 2035 року;
  - збільшити частку відновлюваної енергії у ЗППЕ: 12% в 2025 році, 17% в 2030 році, 25% в 2035 році (включаючи гідро- та термальну енергії);
  - збереження на рівні 50% виробництво електроенергії на АЕС;
  - повна екологізація великої теплової енергогенерації .
- У ЕСУ2035 зазначено, що: *"… у зв’язку з відсутністю довгострокового прогнозу соціально-економічного розвитку держави та високим рівнем політичної й економічної невизначеності у країні, прогнозні показники ЗППЕ у процесі реалізації НЕС потребуватимуть уточнень із застосуванням сучасної практики та методів прогнозного моделювання, які використовуються країнами ЄС".*
- Додатково у ЕСУ2035 вказується, що *"… на наступному етапі буде сформовано високоякісну модель прогнозування енергетичного балансу України за допомогою провідних експертів (в тому числі з ЄС), що дасть можливість отримати надійні дані, які будуть використані у процесі виконання Енергетичної стратегії, або призведуть до корегування Енергетичної стратегії, якщо це буде необхідно ".*

Виклики для прогнозного моделювання сценаріїв реалізації Енергетичної стратегії України

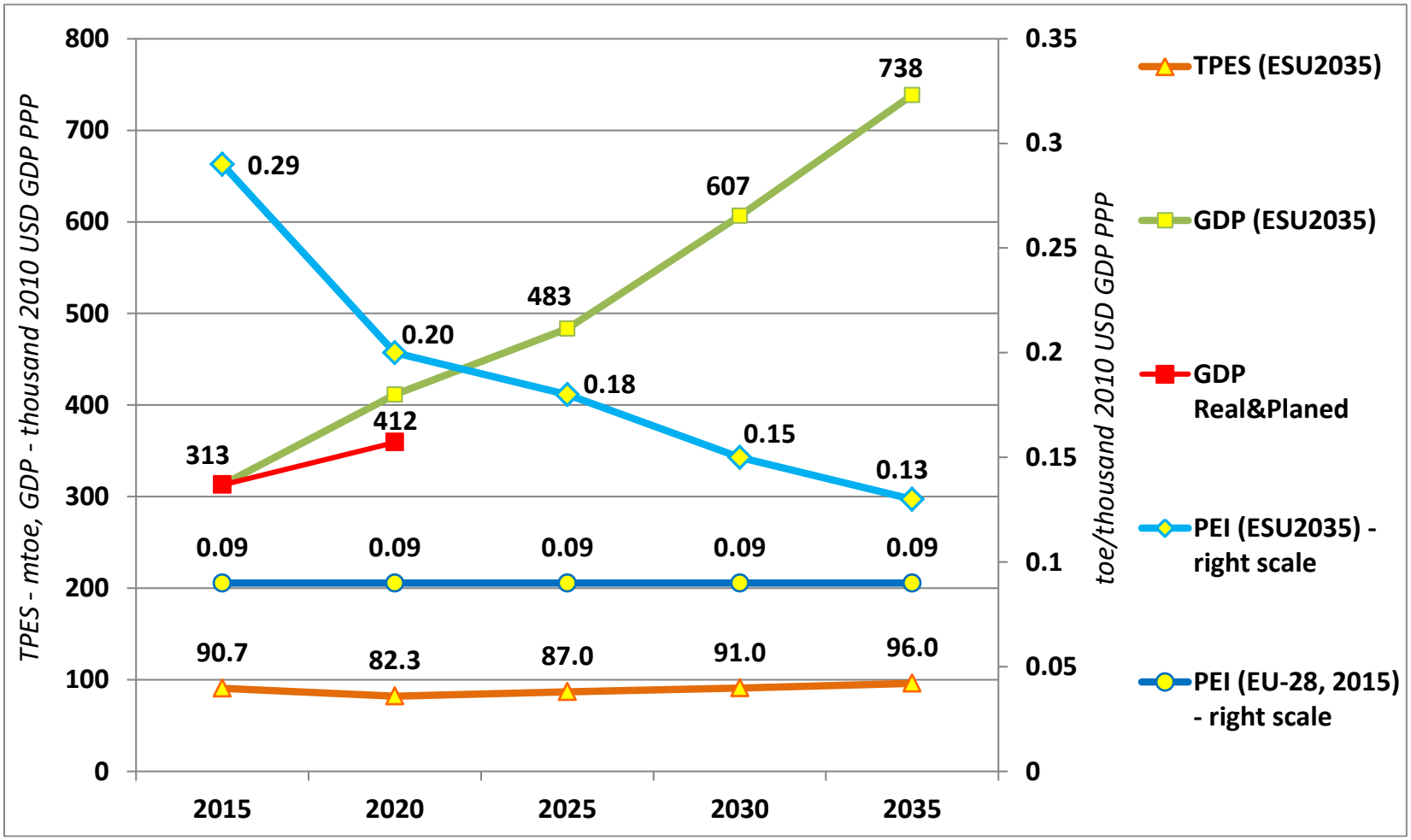
Деякі ключові показники ефективності ЕСУ

Додатки
до Енергетичної стратегії України на період до 2035 року
«Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»

	2015	2020	2025	2030	2035
Енергоємність ВВП, ЗППЕ у т н.е./тис. дол. ВВП (ПКС)	0.29	0.20	0.18	0.15	0.13
Частка ВДЕ (включно з гідро- та термальною енергіями) у ЗППЕ, %	4%	8%	12%	17%	25%
Частка ВДЕ (включно з ГЕС та ГАЕС) у генерації електроенергії, %	5%	7%	10%	>13%	>25%
Частка ВЕС та СЕС електростанцій у генерації електроенергії, %	1%	5.5%	6.7%	>9.7%	>12.8%
Частка АЕС у генерації електроенергії, %	*54%*	*52%*	*51%*	*50%*	*48%*
Частка потужностей у тепловій генерації, що відповідає екологічним вимогам ЄС (викиди SO2, NOx, золи), %	*<1%*	*<10%*	*<40%*	*85%*	*100%*

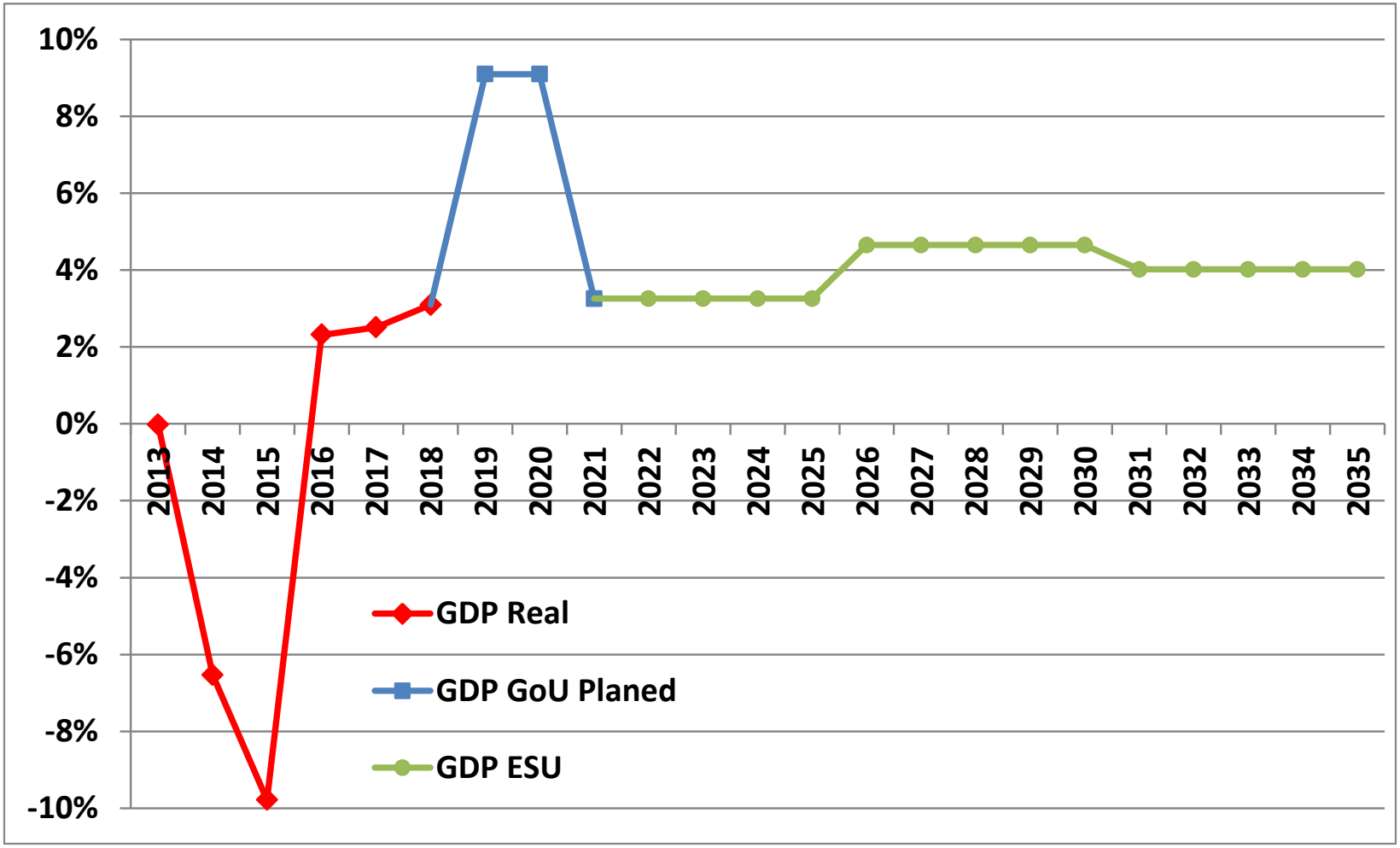
Динаміка елементів показника енергоємності

- Середній приріст ВВП в ЕСУ2035:
  2015-2020 - 5,6%, 2021-2025 - 4,4%, 2026-2030 - 4,5%, 2031-2035 - 4,4%.
- Реальне та заплановане Урядом зростання ВВП може суттєво відрізнятися в 2020 р., що перешкоджатиме досягненню цілей ЕСУ2035.



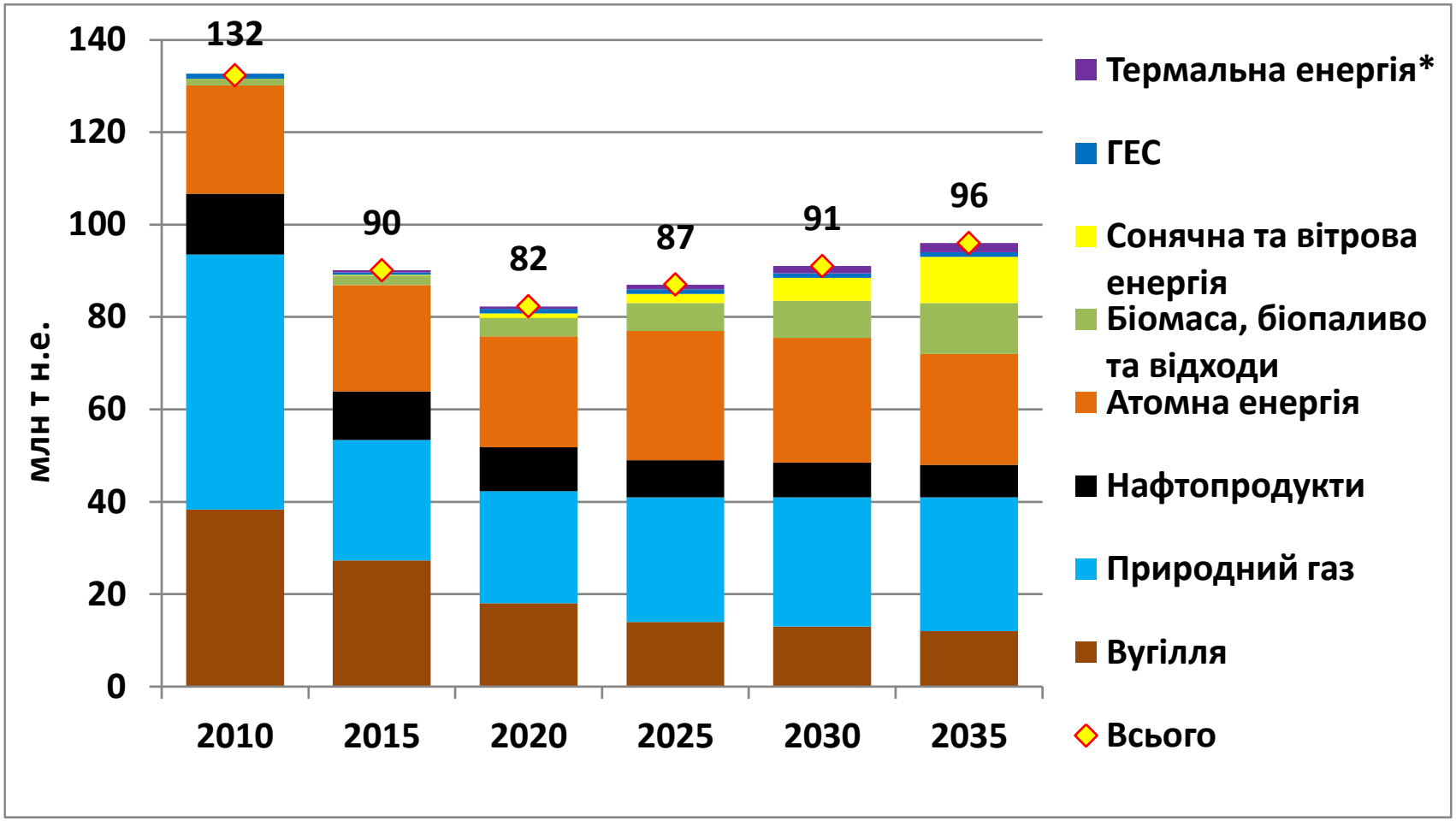
Приріст ВВП для досягнення цілей ЕСУ2035

- Задля досягнення в 2020 р. енергоємності на рівні 0,20 т н.е./ $1000 ВВП за ПКС 2011 року, необхідно, щоб приріст ВВП в 2019-2020 рр. складав в середньому не менше 9.1%, в 2021-2025 – 3.3%, в 2026-2030 – 4.7%, в 2031-2035 – 4.0%.



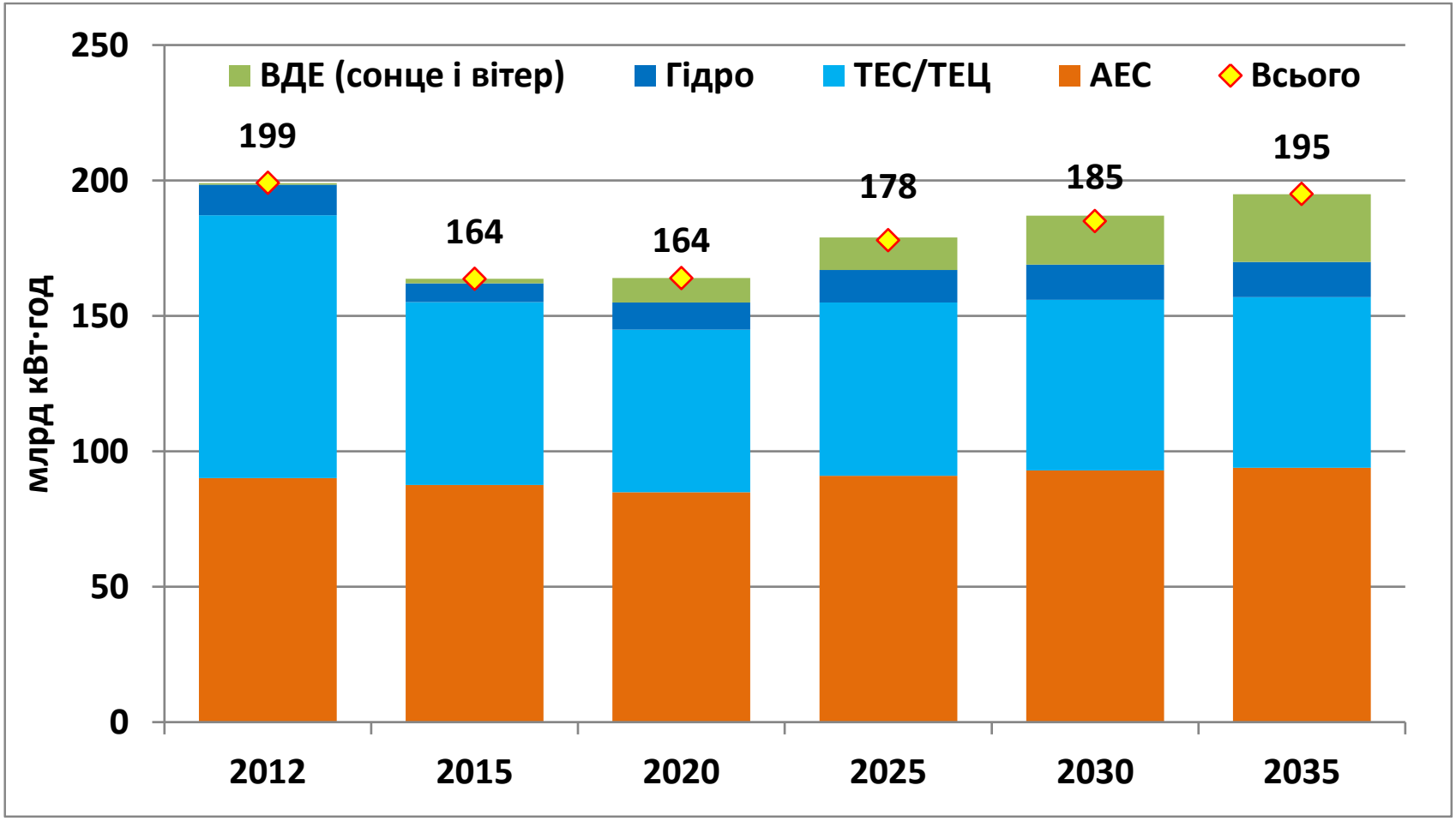
Загальне постачання первинної енергії в ЕСУ

- До 2020 р. передбачається падіння рівня ЗППЕ з подальшим незначним зростанням.
- ВДЕ в ЗППЕ, в першу чергу, заміщуватимуть вугілля, а споживання газу зростатиме, хоча його частка зберігатиметься приблизно однаковою.



Виробництво електроенергії в ЕСУ

- Очікується, що до 2035 року виробництво електроенергії не перевищить рівень 2012 року.
- У 2025-2035 роках сумарне виробництво електроенергії на АЕС та ТЕС відповідатиме рівню 2015 року.



Цілі, мета та команда Проекту

Мета та цілі Проекту

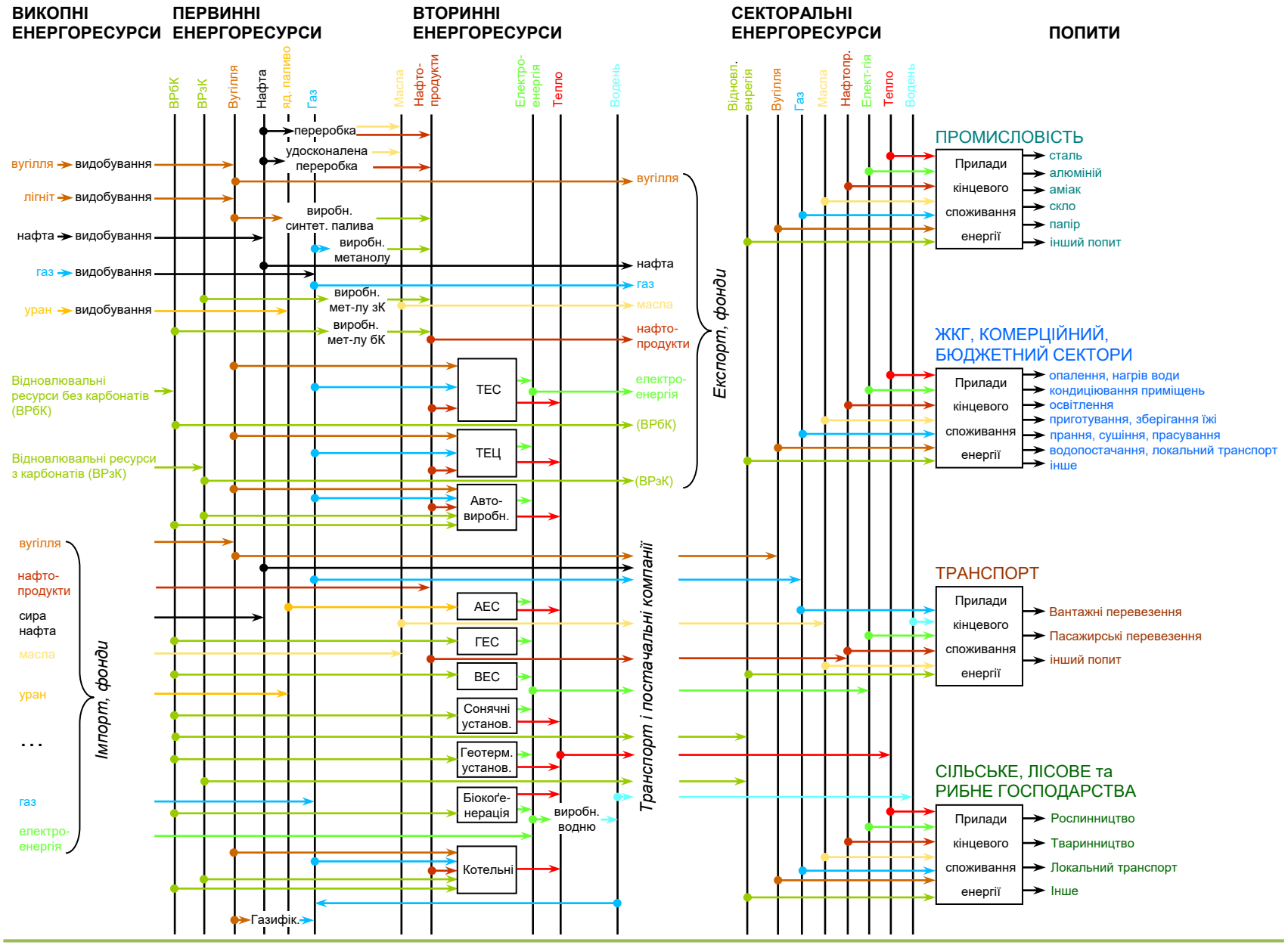
- Метою Проекту є підтримка у впровадженні Енергетичної стратегії України до 2035 року.
- Розвиток методів моделювання та модельного інструментарію (моделі TIMES-Україна) для:
  - моделювання та прогнозування енергетичних сценаріїв для ЕСУ;
  - аналізу енергетичної та кліматичної політик;
  - надання кількісної оцінки сценаріям реалізації завдань ЕСУ;
  - підтримки в розробці плану дій з реалізації ЕСУ.
- Розробка MS Excel інструментарію та Web-платформи для аналізу та візуалізації результатів моделювання сценаріїв реалізації завдань ЕСУ.

Команда Проекту

- **Міністерство енергетики та вугільної промисловості України**
  - Ольга Буславець
  - Олександр Мартинюк
- **Данське енергетичне агентство**
  - Аісма Вітіна (Aisma Vitina)
  - Джіада Вентуріні (Giada Venturini)
  - Грегерс Ларсен (Gregers Larsen)
- **Українсько-данський енергетичний центр**
  - Андерс Крістенсен (Anders Kristensen)
  - Юлія Рибак
- **ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України»**
  - Олександр Дячук
  - Роман Подолець
  - Роман Юхимець
  - Владислав Пеккоєв
- **Данський технічний університет**
  - Кеннет Карлссон (Kenneth Karlsson)
  - Олександр Балик
  - Міккель Сімонсен (Mikkel Simonsen)

Загальна характеристика моделі TIMES-Україна

Енергетична система в моделі TIMES-Україна



Загальний опис моделі TIMES-Україна

- ✓ Модель TIMES-Україна є оптимізаційною моделлю енергетичних потоків України (bottom-up модель).
- ✓ Результатом моделювання є оцінка найменших витрат на функціонування усієї енергетичної системи країни при заданих умовах та обмеженнях.
- ✓ Енергетична система України в моделі TIMES-Україна представлена єдиним регіоном і складається з семи секторів: сектор постачання енергії (виробництво, імпорт, експорт тощо); виробництво електроенергії і тепла; промисловість; транспорт; побутовий сектор (населення); торгівля та послуги; сільське господарство (в т.ч. рибальство).
- ✓ Структура моделі відповідає структурі енергетичного балансу України.
- ✓ В моделі TIMES-Україна враховано понад 1,6 тис. технологій.
- ✓ База даних моделі відкалібрована за даними 2012 року і оновлено основні дані за 2013-2017 роки.
- ✓ **Модель TIMES-Україна відповідає методичним рекомендаціям міжнародних організацій з розробки енергетичних й екологічних прогнозів, зокрема, рекомендаціям секретаріату Рамкової Конвенції ООН зі зміни клімату стосовно розробки національних повідомлень.**

Можливості моделі TIMES-Україна

Модель TIMES-Україна зорієнтована, зокрема, на дослідження таких задач:

- ✓ Оцінка оптимальної технологічної структури енергосистеми за критерієм мінімізації зведених витрат;
- ✓ Аналіз структури енергетичних, матеріальних та фінансових потоків із урахуванням факторів взаємозаміщення ресурсів;
- ✓ Оцінка потенціалу енергозбереження, відновлюваних джерел енергії, нових видів енергії та палива і визначення пріоритетності заходів їх реалізації;
- ✓ Прогнозування динаміки обсягів викидів парникових газів;
- ✓ Виявлення можливих загроз в енергозабезпеченні країни та визначення заходів для їхнього попередження;
- ✓ Оцінка впливу енергетичної, економічної, екологічної, кліматичної, промислової, аграрної, транспортної, інноваційної та інших політик на розвиток енергетики;
- ✓ Дослідження переваг та ризиків інтеграційних процесів та міжнародних зобов’язань в енергетичній, екологічній, кліматичній та інших сферах.
- ✓ …

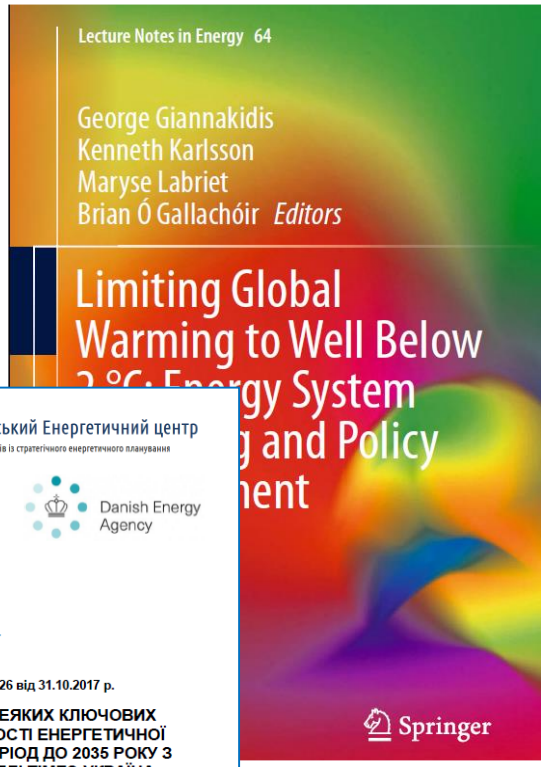
Джерела даних моделі

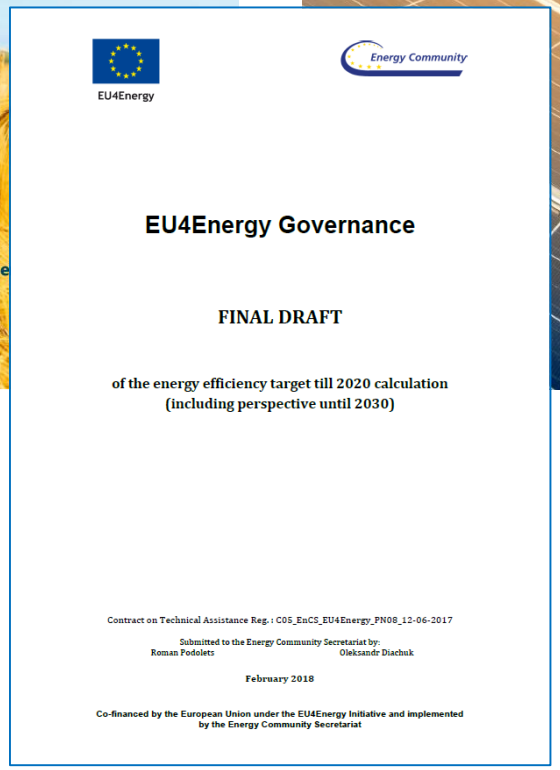
- ✓ База даних моделі TIMES-Ukraine включає звітні дані:
  - *статистичні спостереження Державної служби статистики України;*
  - *дані Міненерговугілля; Мінекономіки, Мінприроди, МВС, Мінрегіону, ДАЕЕ, енергетичних генеруючих та постачальних компаній та інших.*
- ✓ Для визначення перспективних енергетичних технологій та їх техніко-економічних характеристик використовуються дані МЕА (зокрема, в ETP, E-TechDS), DIW Berlin, IAEA, OECD, DEA та інші.
- ✓ Використовуючи дані спеціалізованих асоціацій та компаній (Біоенергетична асоціація України, Українська вітроенергетична асоціація, Українська асоціація відновлюваних джерел енергії), «Енергоатом», «Укренерго», ДТЕК, «Нафтогаз України» та ін.
- ✓ Структура попитів в секторах кінцевого споживання кореспондується з відповідними структурами в моделях європейських країн.
- ✓ Довгострокові макроекономічні показники розвитку базуються на даних ІЕП НАНУ, міжнародних фінансових, рейтингових агентств та інших організацій (МВФ, Світовий банк, Standard & Poor's тощо), а також даних Мінекономрозвитку.
- ✓ Прогноз цін на основні енергоресурси базується на даних Світового банку.
- ✓ Прогнози демографічної динаміки в Україні базуються на даних Інституту демографії та соціальних досліджень НАНУ та Департаменту економічних і соціальних питань ООН.
- ✓ Коефіцієнти викидів парникових газів базуються на даних Національного кадастру антропогенних викидів із джерел і абсорбції поглиначами парникових газів в Україні.

Переваги і недоліки моделей TIMES

Переваги	Недоліки
1. Рекомендовані міжнародними організаціями та секретаріатом Рамкової Конвенції ООН зі зміни клімату. 2. Постійна підтримка та розширення можливостей моделі. 3. Велика кількість користувачів і наявність значної кількості площадок для обміну досвідом. 4. Детально описує усю енергетичну систему: від видобутку/постачання енергоресурсів до їх кінцевого споживання, разом із промисловими процесами. 5. Поєднує в собі різні системні підходи: технічний та економічний. 6. Можливість мульти-регіонального моделювання та прогнозування. 7. Враховує усі викиди парникових газів в секторах Енергетика та промислові процеси, відповідно до Кадастру викидів ПГ.	1. Потребує спеціальної фахової підготовки або залучення відповідних фахівців. 2. Потребує великої кількості статистичних та адміністративних даних. 3. Не достатні можливості моделювання ринку енергоресурсів. 4. Не достатні можливості аналізу адекватності та надійності роботи електроенергетичного сектору. 5. Значна вартість ліцензій: 1) GAMS/Solver: $640 (для наукових установ); $12,800 (для комерційних установ); 2) модельні оболонки: $1200 (для наукових установ); $12,000 (для комерційних установ).

Можливості моделі TIMES-Україна





EU4Energy

Energy Community

EU4Energy Governance

FINAL DRAFT

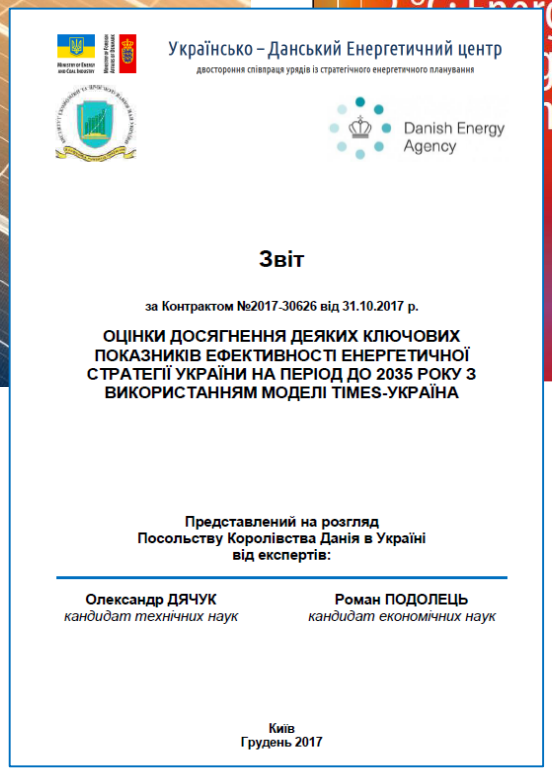
of the energy efficiency target till 2020 calculation (including perspective until 2030)

Contract on Technical Assistance Reg. : C05_EnCS_EU4Energy_PN08_12-06-2017

Submitted to the Energy Community Secretariat by:
Roman Podolets Oleksandr Diachuk

February 2018

Co-financed by the European Union under the EU4Energy Initiative and implemented by the Energy Community Secretariat



Українсько – Данський Енергетичний центр
двосторонняя співпраця урядів із стратегічного енергетичного планування

Danish Energy Agency

Звіт

за Контрактом №2017-30626 від 31.10.2017 р.

ОЦІНКИ ДОСЯГНЕННЯ ДЕЯКИХ КЛЮЧОВИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНИ НА ПЕРІОД ДО 2035 РОКУ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛІ TIMES-УКРАЇНА

Представлений на розгляд Посольству Королівства Данія в Україні від експертів:

Олександр ДЯЧУК
кандидат технічних наук

Роман ПОДОЛЕЦЬ
кандидат економічних наук

Київ
Грудень 2017

Сценарії
та модельні результати

Матриця модельних сценаріїв

Основні умови сценаріїв		Бездієвий сценарій	Базовий сценарій	Сценарії чутливості	Сценарій стратегій	Сценарій скорочення викидів ПГ
Енергетична стратегія України	Суттєве зниження енергоємності		+	+	+	+
	Суттєве зростання частки ВДЕ в ЗППЕ та структурі електрогенерації		+	+	+	+
	47% АЕС в структурі електрогенерації в 2035 році		+	+	+	+
	Введення блоку №3 на ХАЕС в 2025 році		+	+/–	+	+
	Європейські екологічні вимоги до ТЕС		+	+	+	+
	Наявні балансуючі потужності		+	+/–		
Нові балансуючі потужності				+/–	+	+
Якісна система прогнозування електрогенерації на СЕС та ВЕС				+/–	+	+
«Зелений» тариф до 2030 році відповідно до діючого законодавства		+	+	+	+	+
Помірні темпи розвитку ВДЕ (сценарій Укренерго)				+/–		
Цілі інших національних стратегій та планів					+	+
Скорочення викидів ПГ на 80% від рівня 1990 році						+

Короткий опис сценаріїв

- **Бездієвий (Frozen Policy) сценарій –** сценарій, який передбачає, що до 2050 р. не впроваджуватиметься цільова політика з підвищення енергоефективності, розвитку відновлюваної енергетики тощо, тобто в даному сценарії немає жодних цілей.
- **Базовий (Reference) сценарій –** сформований на основних цілях та індикаторах Енергетичної стратегії України на період до 2035 року щодо зниження енергоємність ВВП, зростання частки ВДЕ в ЗППЕ та структурі електрогенерації, збереження домінуючої ролі АЕС введення та будівництво нового блоку №3 на ХАЕС, досягнення європейських екологічних вимог роботи великих спалюваних установок. За умов розвитку ВДЕ використовуються наявні балансуючі потужності. В період 2036-2050 рр. діють ті ж цілі та обмеження, що й на 2035 р.
- **Сценарії чутливості (Sensitivity) –** сценарії основані на Базовому сценарії і відрізняється лише одним із обмежень або умовою. А саме, можливостями використання нових балансуючих потужностей, наявністю якісної системи прогнозування електрогенерації на СЕС та ВЕС, або ж відсутністю необхідністю будівництва блоку №3 на ХАЕС чи помірними темпами розвитку ВДЕ (відповідно до умов відповідного сценарію, представленого у Звіті з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей (ДП «НЕК «Укренерго»)
- **Сценарій національних стратегій (National Strategy) –** додатково до умов та обмежень Базового сценарію містить цільові показники інших національних стратегій та планів, зокрема, Стратегії низьковуглецевого розвитку України до 2050 р., Національної транспортної стратегії до 2030 р., Концепції реалізації державної політики у сфері теплопостачання та інших.
- **Сценарій скорочення викидів ПГ або Сценарій низьковуглецевого суспільства (Low Carbon Society) –** передбачає скорочення викидів парникових газів на 80% від рівня 1990 року, що ґрунтується на європейському досвіді, зокрема, попередньої мети ЄС в напрямку декарбонізації енергетики.

Web-платформа для TIMES-Україна

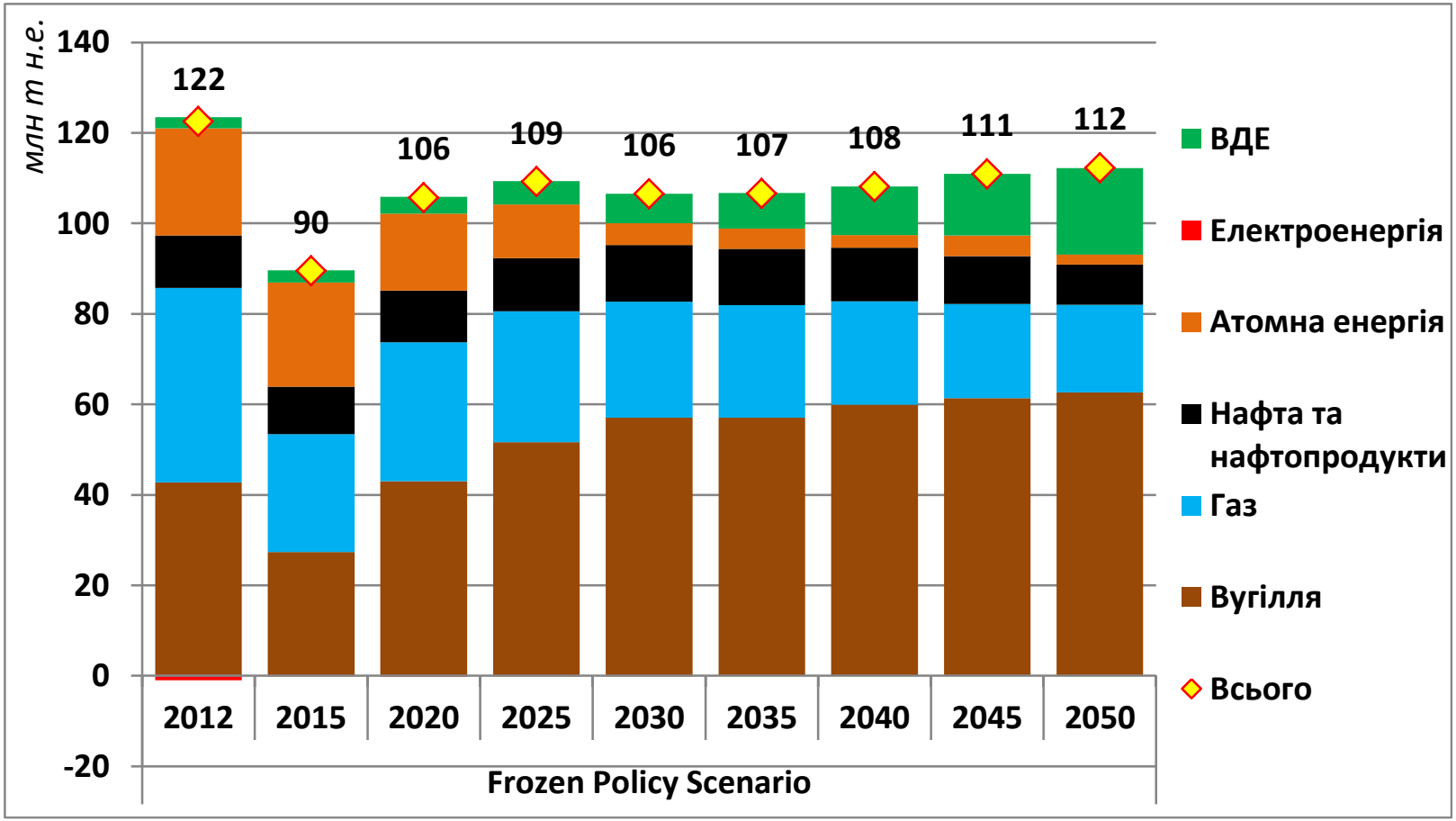
- Спеціально для поширення та широкого обговорення результатів моделювання різних сценаріїв досягнення основних показників Енергетичної стратегії України, було створено web-платформу, яка містить основні результати моделювання.
- Доступ до платформи відкритий за посиланням https://www.timesukraine.tokni.com/

Сценарії
та модельні результати:

Бездієвий (Frozen Policy) сценарій

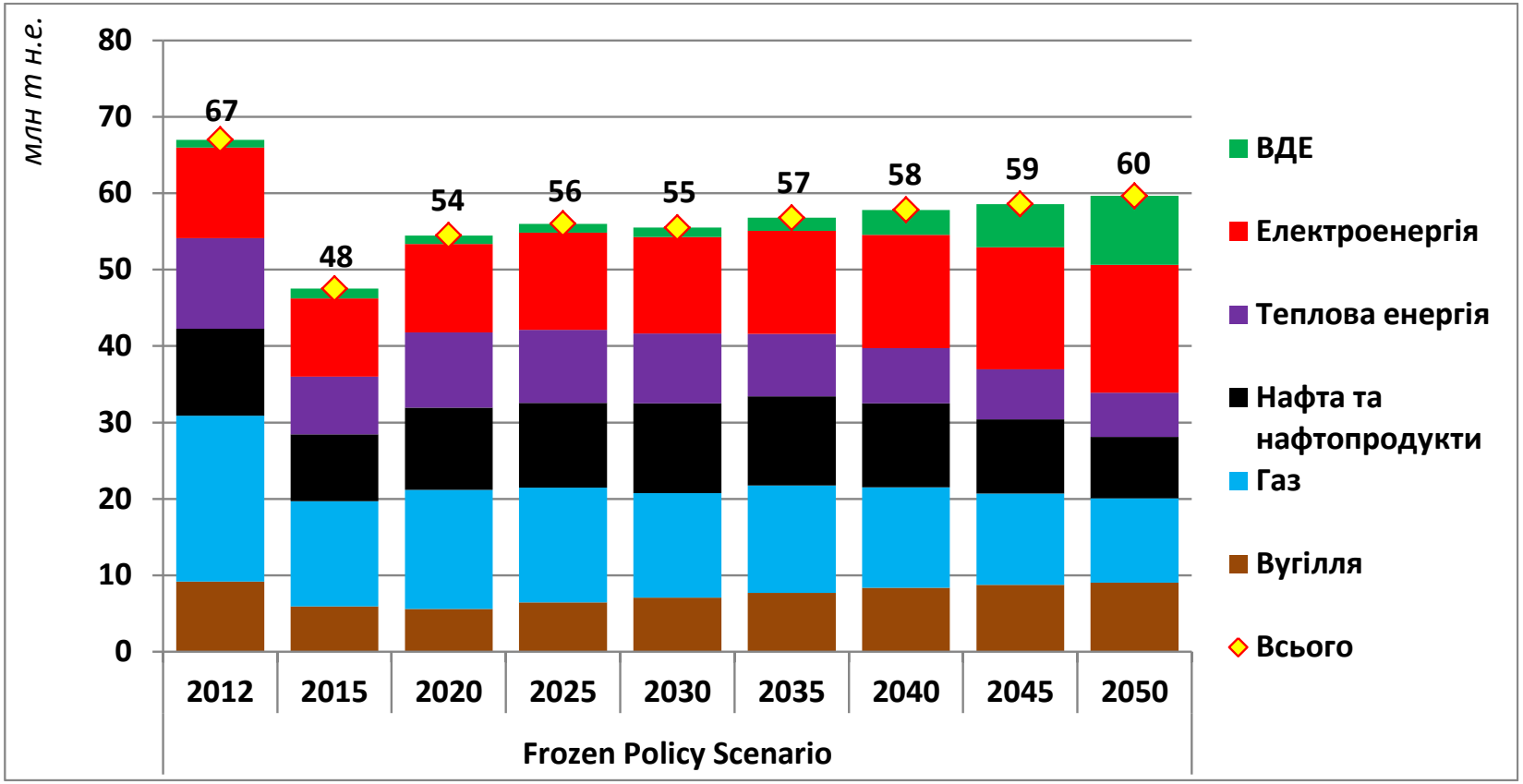
Загальне постачання первинної енергії

- Загальне постачання первинної енергії (ЗППЕ) не перевищить рівень 2012 року впродовж усього прогнозного періоду, навіть за умови відновлення та зростання економіки.
- Без цільової політики енергозбереження, розвитку ВДЕ та екологічних і кліматичних обмежень відновлювана енергетика зростатиме, хоч і повільними темпами.
- Найбільші темпи зростання гіпотетично має вугільний сектор, за умови відновлення усіх діючих шахт та будівництво нових.



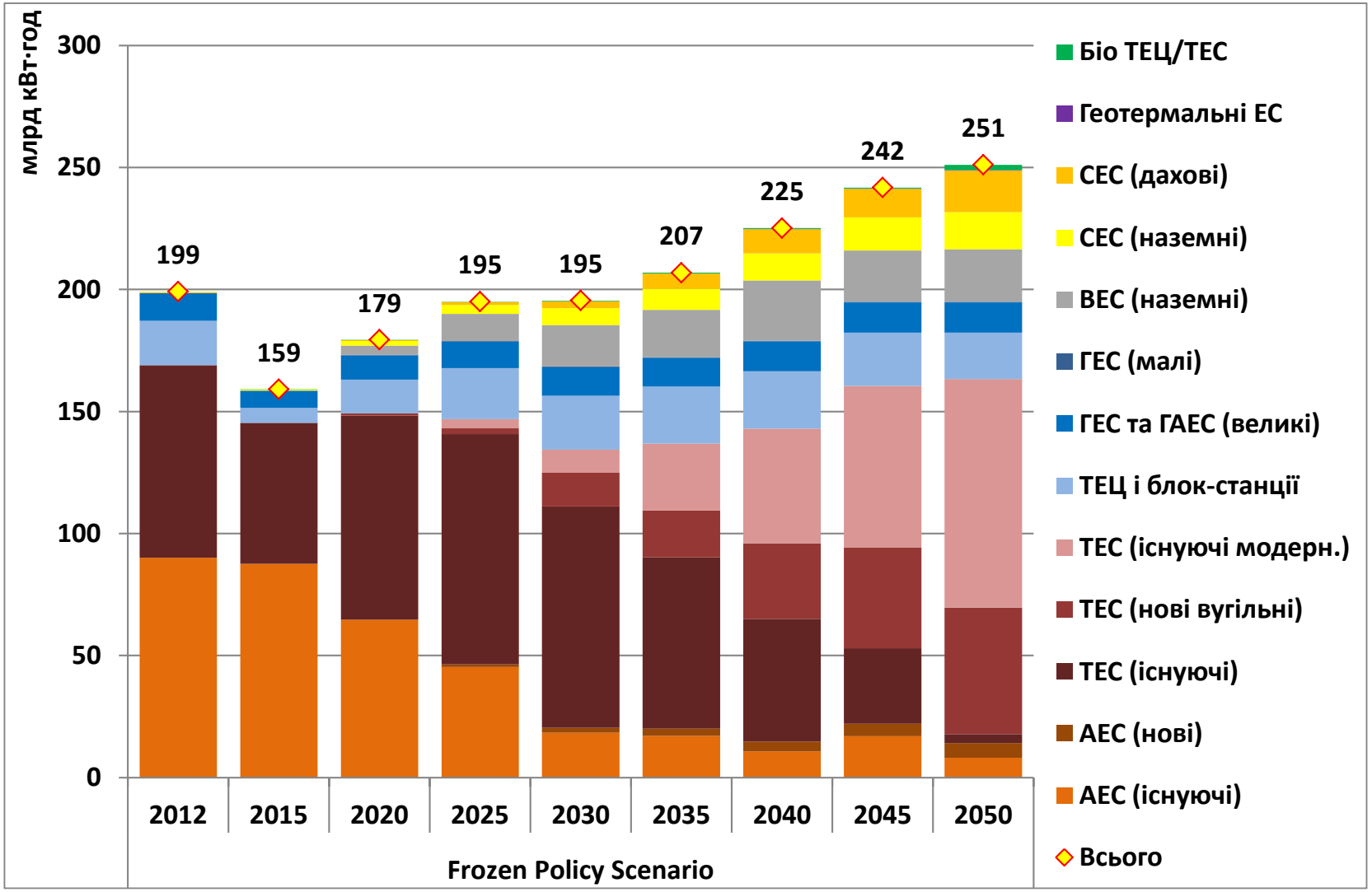
Кінцеве енергетичне споживання

- В кінцевому енергетичному споживанні (КЕС) частка ВДЕ також зростатиме за рахунок біомаси та сонячної енергії.
- Без цільової політики стимулювання розвитку ВДЕ, в першу чергу, в секторі будівель, частка ВДЕ в КЕС становитиме лише близько 3% в 2035 році і близько 15% в 2050 році..
- Зросте використання електричної енергії з 18% в 2012 р. до 24% і 28% в 2035 р. та 2050 р. відповідно.
- Суттєво скоротиться частка газу та тепла, що постачається централізовано.



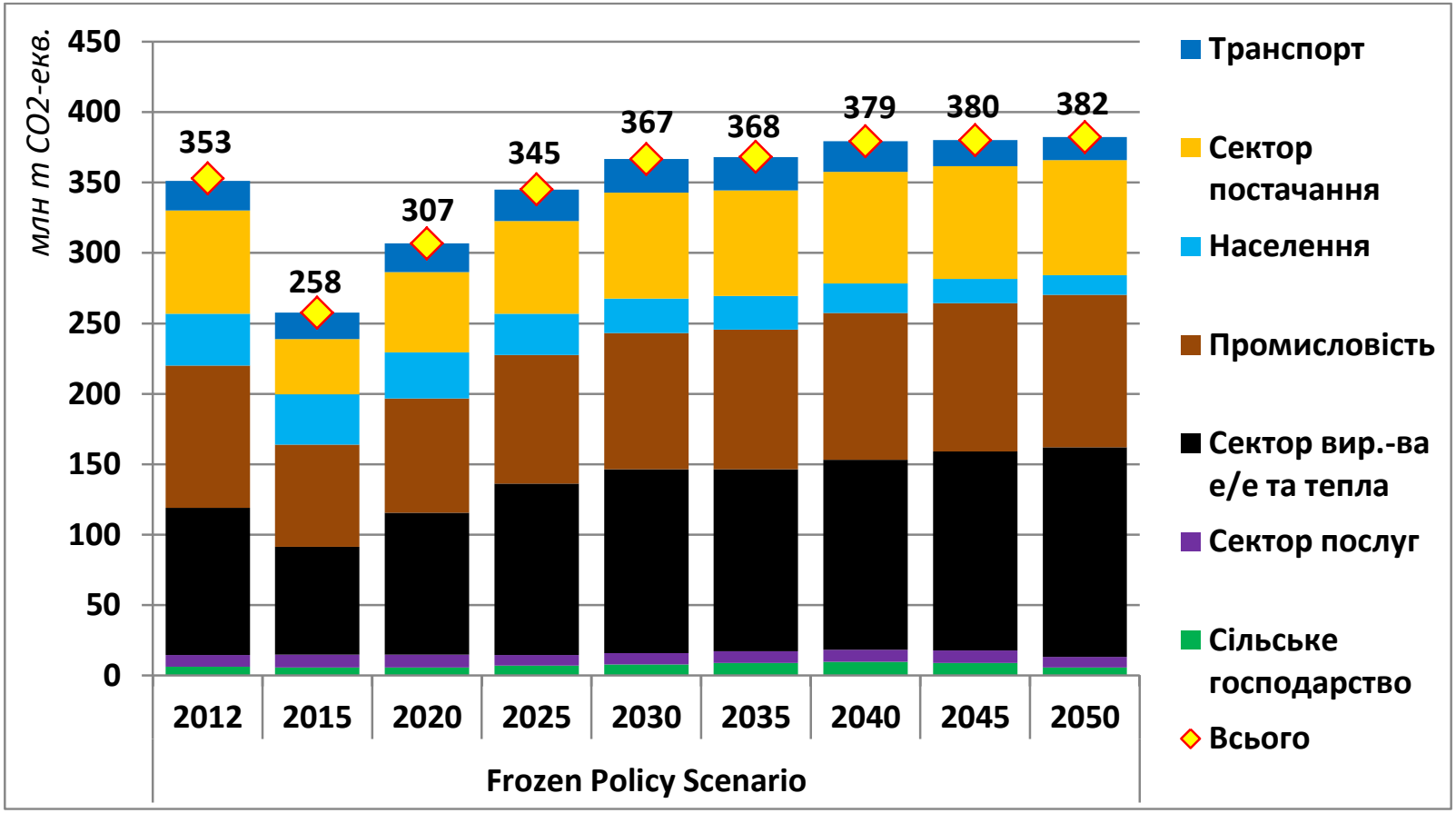
Виробництво електроенергії

- В структурі генерації електроенергії за сценарії «замороженої» політики частка вугільної теплової енергетики перевищуватиме 50% в 2035-2050 рр.
- Частка ВДЕ може зрости до 23% в 2035 р. і майже 30% в 2050 р.



Викиди парникових газів

- В першу чергу за рахунок зростання використання та споживання вугілля, зростатимуть викиди парникових газів, особливо, в секторі виробництва електроенергії та тепла. Частка цього сектору в структурі викидів ПГ зросте з 30% в 2012 р. до 35% та 40% в 2035 та 2050 роках відповідно.
- При цьому частка домогосподарств в структурі викидів ПГ скоротиться з 10% до 7% в 2035 р. і майже 4% в 2050 р.

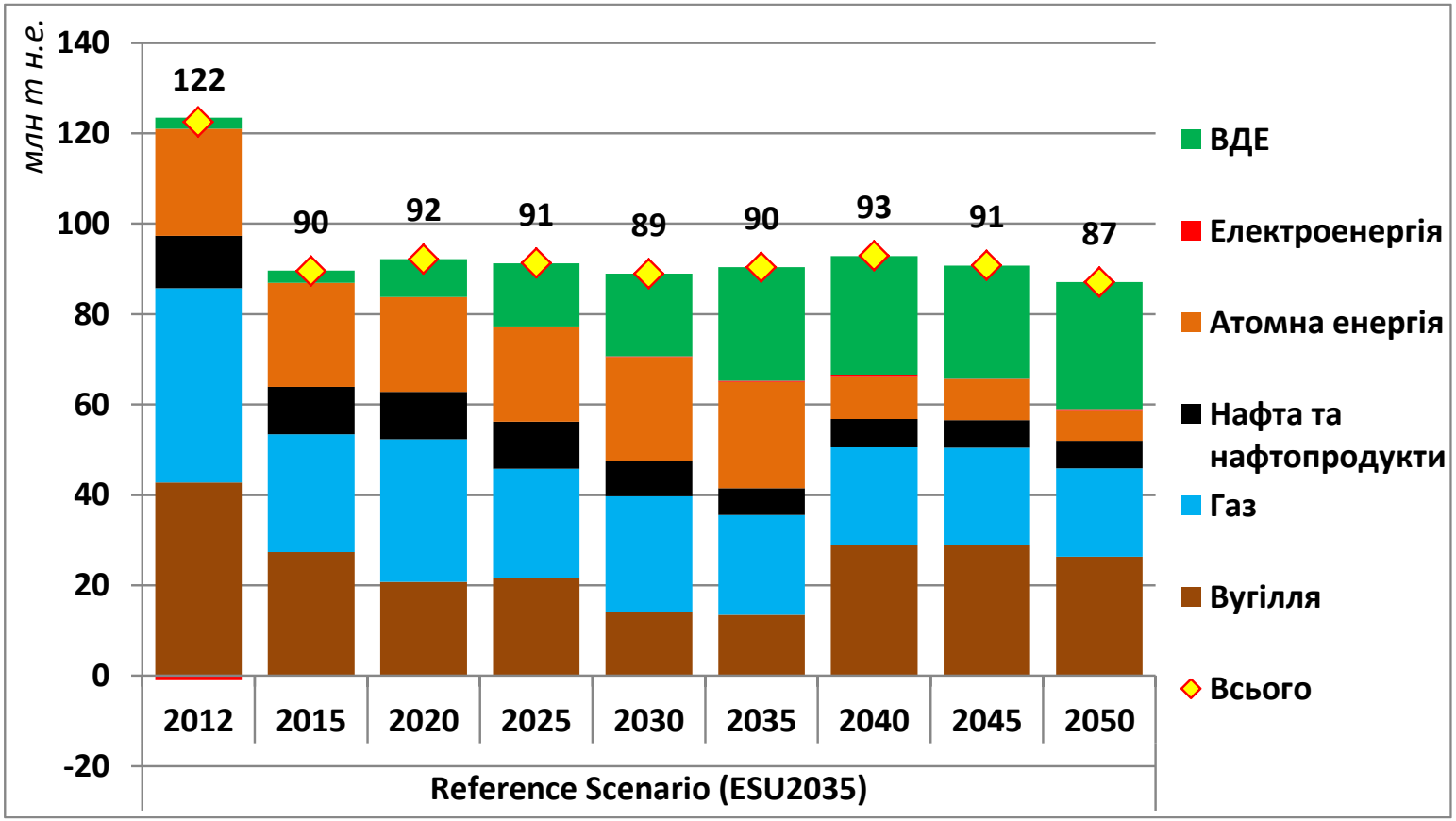


Сценарії
та модельні результати:

Базовий (Reference) сценарій

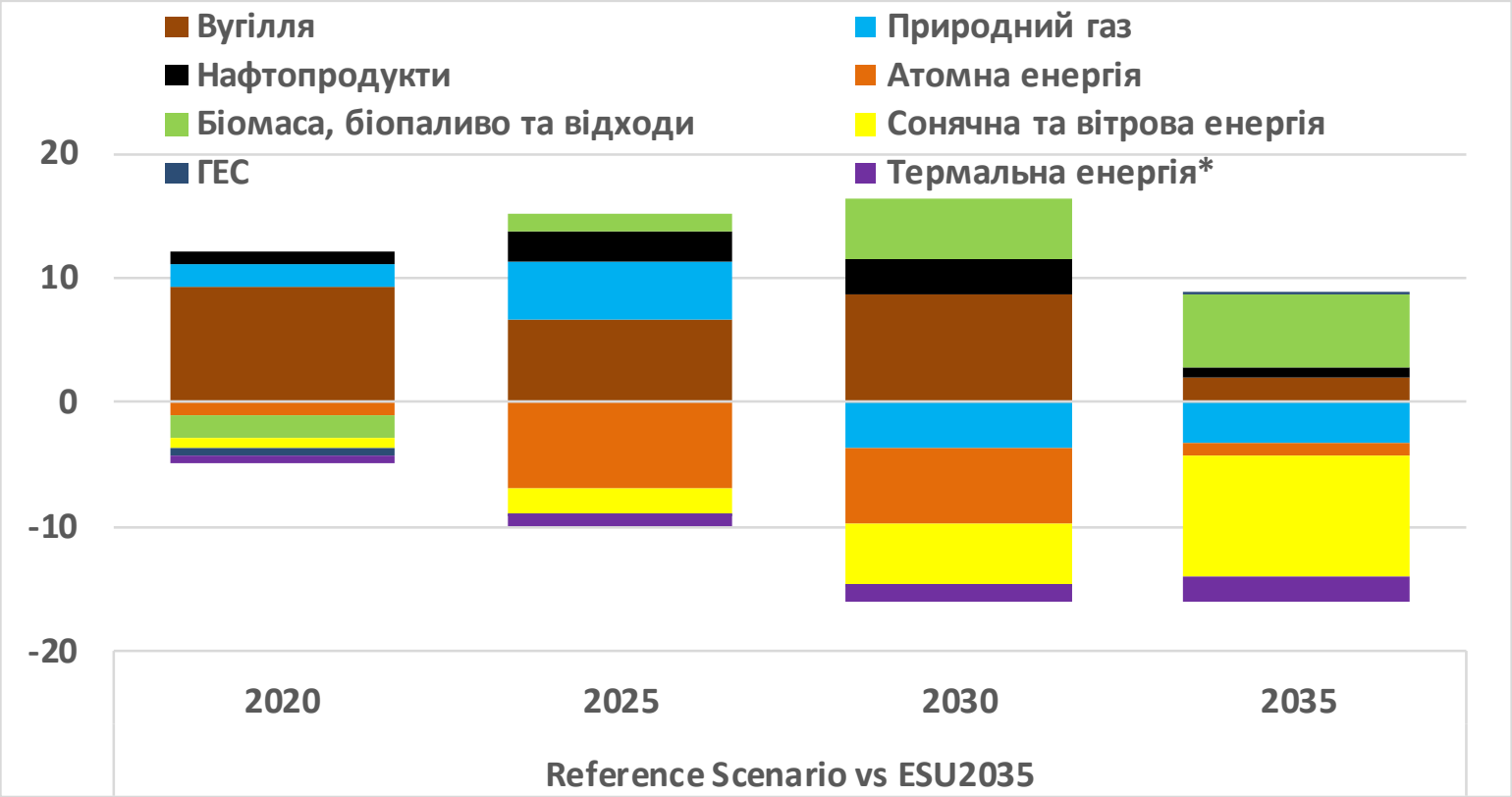
Загальне постачання первинної енергії

- Згідно Базового (Reference) сценарію, що оснований на Енергетичній стратегії України, ЗППЕ залишатиметься на рівні 2015 року впродовж усього прогнозного періоду, за умови відновлення та зростання економіки і, беззаперечного, відновлення суверенітету України.
- Частка ВДЕ в структурі ЗППЕ до 2035 р. повністю відповідатиме цілям ЕСУ і до 2050 р. може скласти третину загального первинного постачання енергії.
- До 2035 р. частка вугілля може скоротитися до 15%, однак, надалі через необхідність заміщення виведених із експлуатації діючих блоків АЕС, вона може зрости до рівня 2015 р.



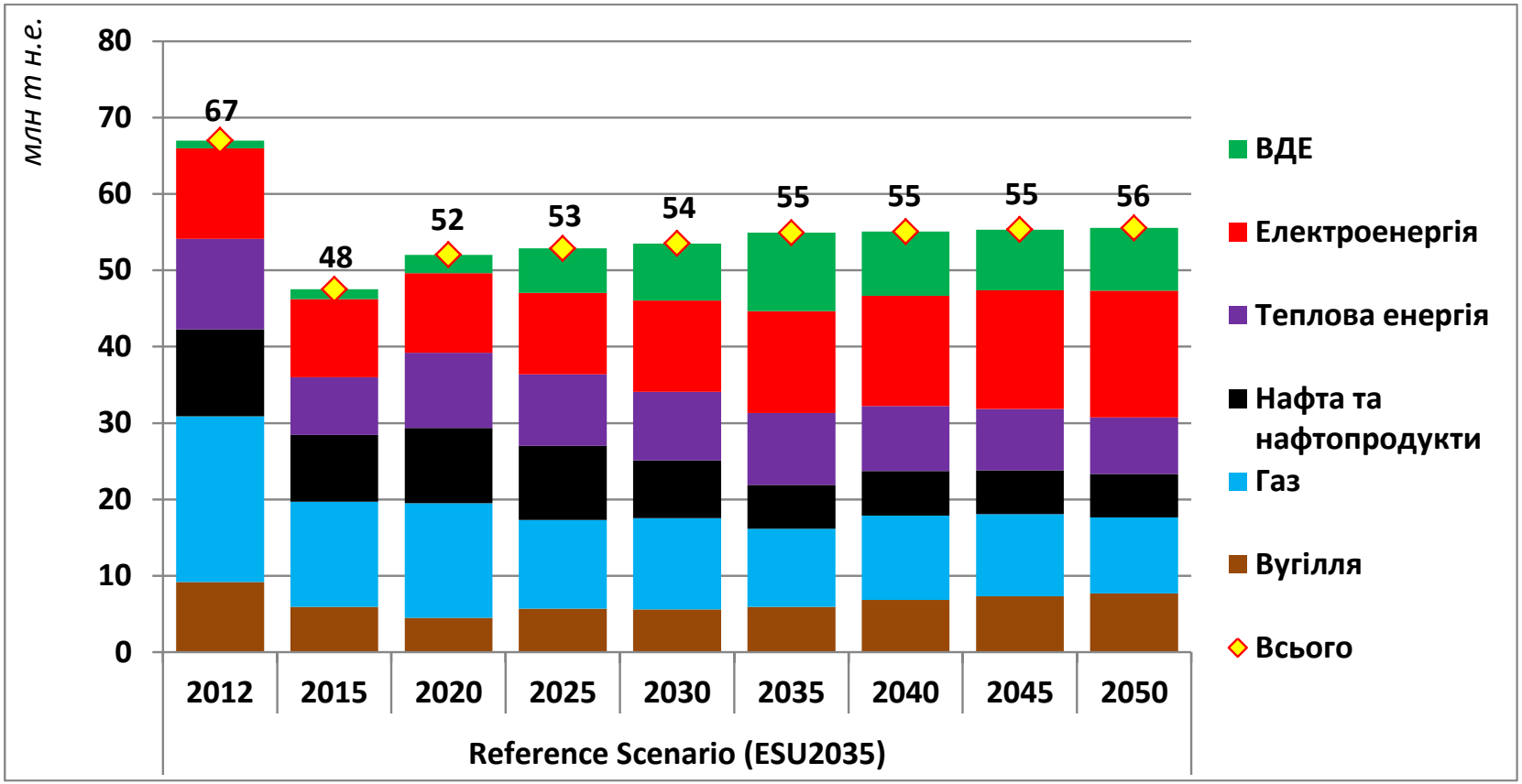
Загальне постачання первинної енергії

- Різниця між обсягами ЗППЕ за Базовим (Reference) сценарієм та ЗППЕ представленому в додатку до Енергетичної стратегії України до 2035 року не досить значна, що є очевидним, так як для двох варіантів ЗППЕ використовувалися однакові показники енергоємності.
- Існує певна різниця в структурах ЗППЕ. Згідно результатів моделювання за Базовим сценарієм очікується більший попит на вугілля, а в ЕСУ очікується більше використання ВДЕ та атомної енергії.
- Однак, в обох сценаріях досягаються цільові показники щодо ВДЕ, енергоємності, частки імпорту в ЗППЕ тощо.



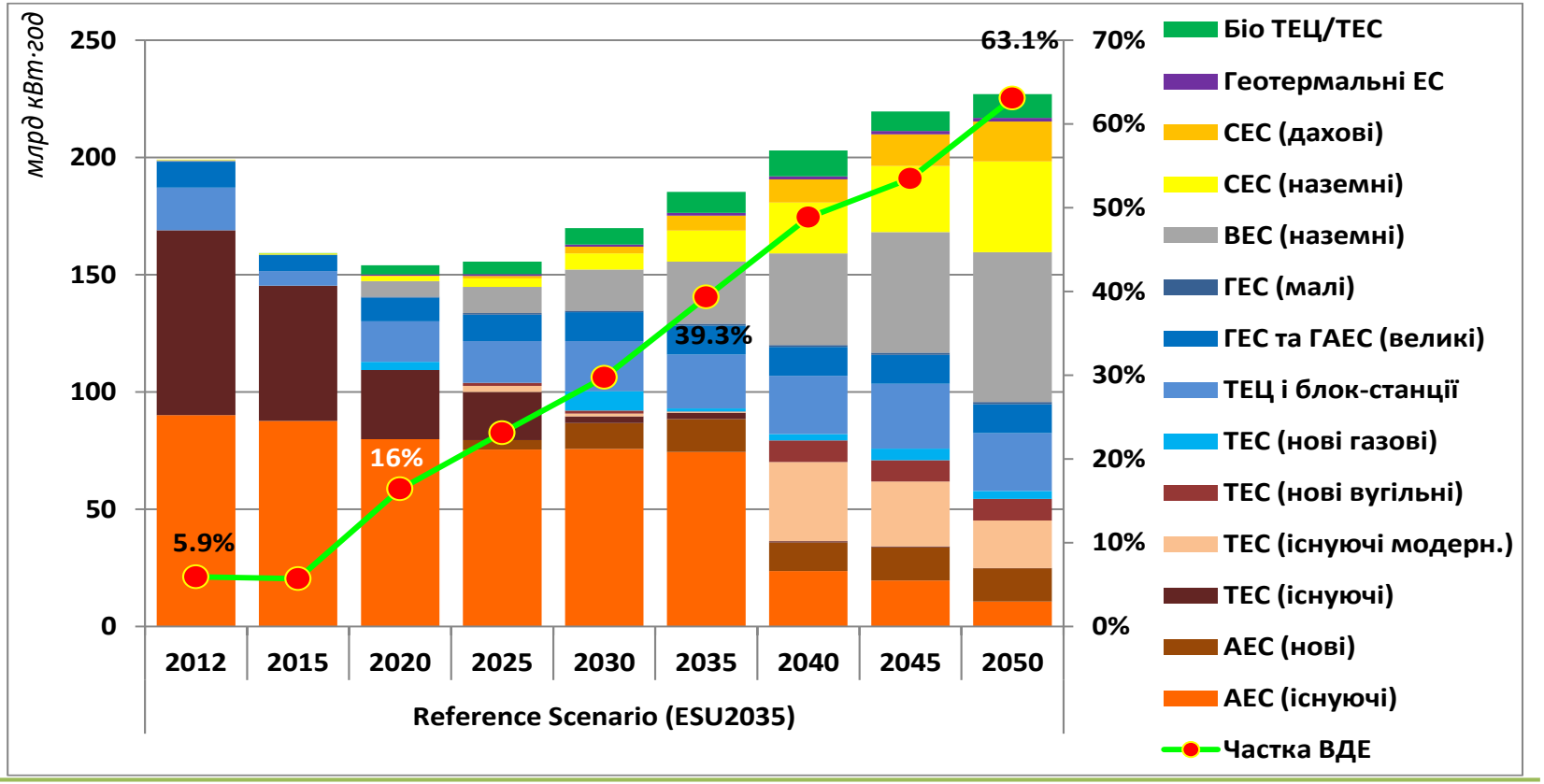
Кінцеве енергетичне споживання

- За рахунок реалізації політики з енергоефективності кінцеве енергетичне споживання (КЕС) після 2020 р. буде незначно зростати і в 2035-2050 рр. складатиме 55-56 млн. т н.е.
- В кінцевому енергетичному споживанні (КЕС) частка ВДЕ зросте до 20% в 2035 р. завдяки політиці стимулювання цих видів енергоресурсів, однак, без продовження такої політики, використання ВДЕ в 2050 р. порівняно з 2035 р. може скоротитися.
- Частка споживання газу скоротиться з 32% в 2012 р. до 18-19% в 2035-2050 рр., в той час як споживання електричної енергії зросте з 18% в 2012 р. до 24% і 30% в 2035 р. та 2050 р.



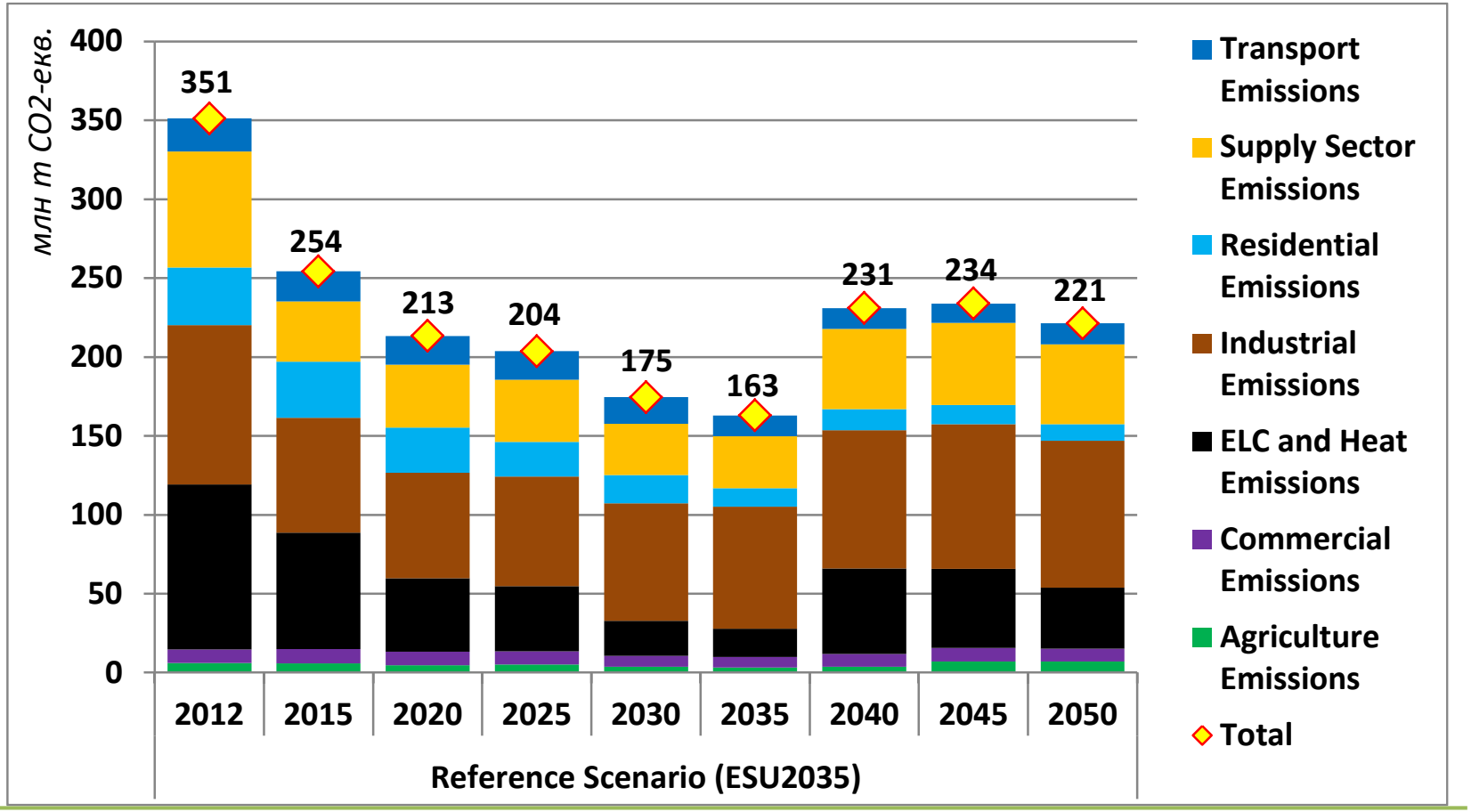
Виробництво електроенергії

- Результати моделювання за Базовим (Reference) сценарієм показують, що частка ВДЕ в структурі електрогенерації може бути навіть більша ніж це передбачає ЕСУ до 2035 р. Це, зокрема, викликано тим, що в ЕСУ є ціль досягнення 25% ВДЕ в структурі ЗППЕ і, очевидно, що не достатньо для цього буде досягнути лише 25% ВДЕ в структурі електробалансу. До 2050 р. частка ВДЕ може становити більше 60%.
- Атомна енергетика, при дотриманні цілей ЕСУ до 2035 р. зберігатиме свою домінуючу роль, однак, нове будівництво блоків є менш обґрунтованим з огляду на його вартість і конкуренцію з відновлюваною енергетикою.



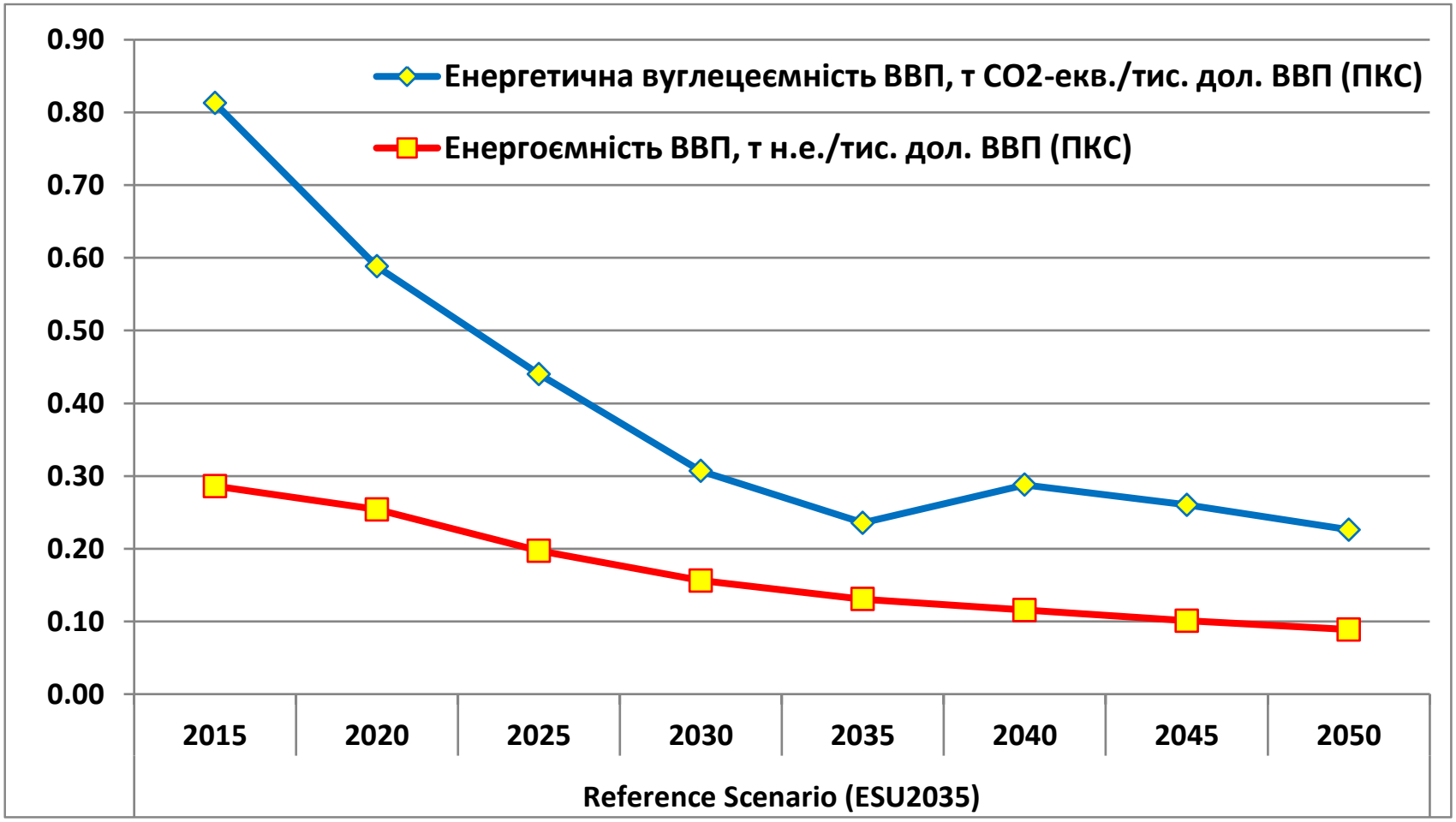
Викиди парникових газів

- Реалізація Енергетичної стратегії України дозволить суттєво скоротити викиди парникових газів до 2035 року, однак, без подальшої аналогічної політики, через завершення навіть продовженого терміну експлуатації діючих блоків АЕС, викиди ПГ можуть знову зрости, через зростання виробництва електроенергії на вугільних ТЕС.
- Однак, найбільшу частку викидів ПГ займатиме промисловість, оскільки наразі відсутні дієві механізми її екологізації та декарбонізації.



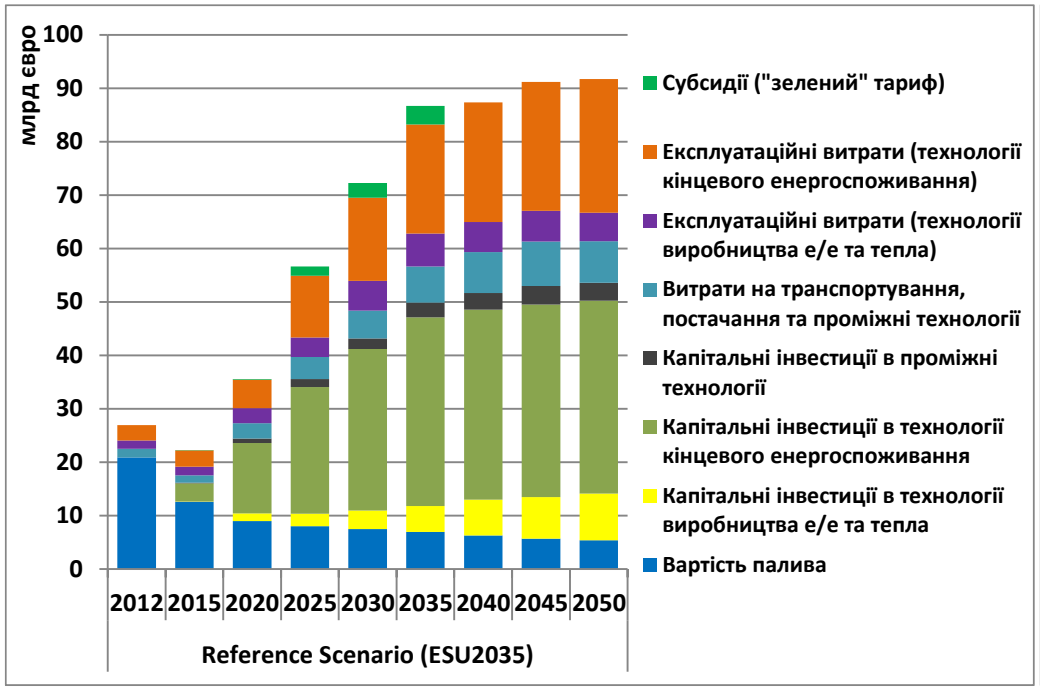
Вуглецеємність та енергоємність

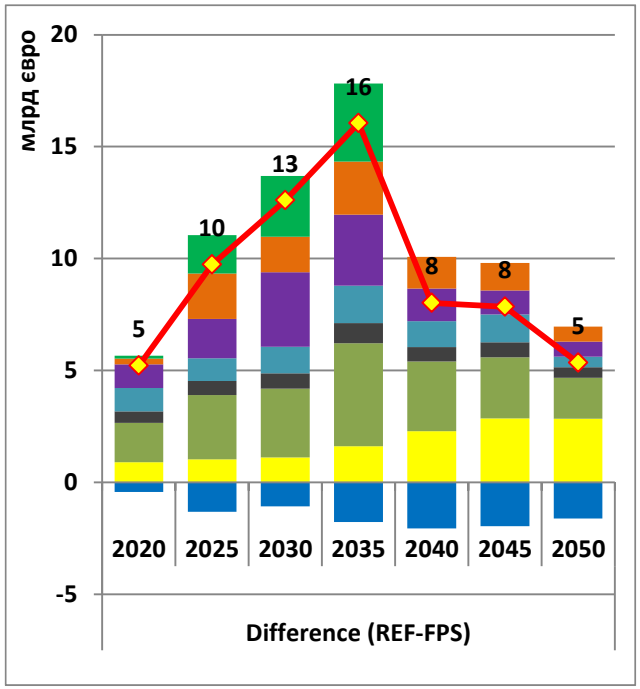
- Реалізація Енергетичної стратегії України дозволить скоротити вуглецеємність ВВП за рахунок лише трансформацій в енергетичній системі в 3,4 рази до 2035 року та в 3,6 рази до 2050 року.
- Енергоємність ВВП скоротиться в 2,2 рази до 2035 року та в 3,2 рази до 2050 року.



Вартість функціонування енергосистеми

- Капітальні та експлуатаційні витрати мають суттєво зрости задля досягнення цілей Енергетичної стратегії України, однак, 2/3 з них складатимуть витрати пов'язані з оновленням та розширенням приладів (засобів) кінцевого споживання енергетичних ресурсів. Частка сектору виробництва електроенергії та тепла складатиме лише 15%.
- У порівнянні з Бездієвим (Frozen Policy) сценарієм, витрати на функціонування енергетичної системи за Базовим сценарієм очевидно, що зростуть. До 2035 року вони можуть зрости в середньому на 20% (або 10 млрд євро), а після 2035 р. – в середньому на 9% або 7 млрд євро.
- При цьому відбуватиметься економія за рахунок зменшення купівлі палива на 1-2 млрд. євро.



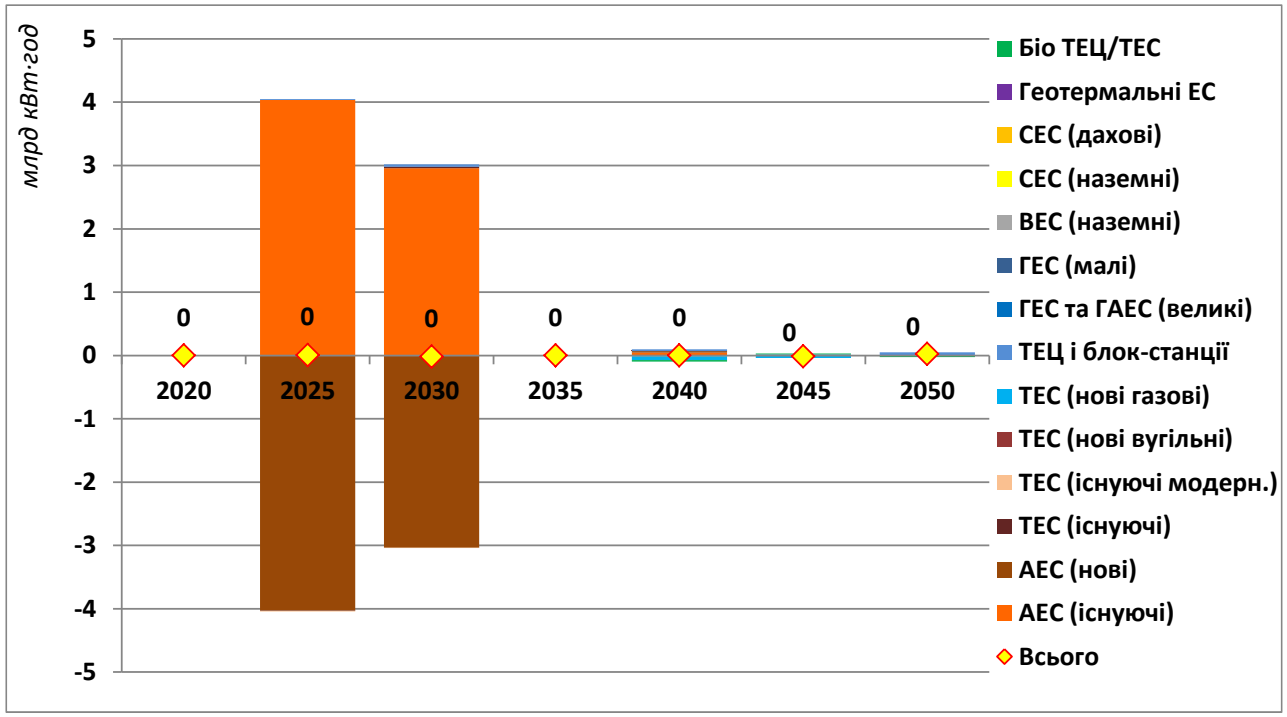


Сценарії
та модельні результати:

Сценарії чутливості

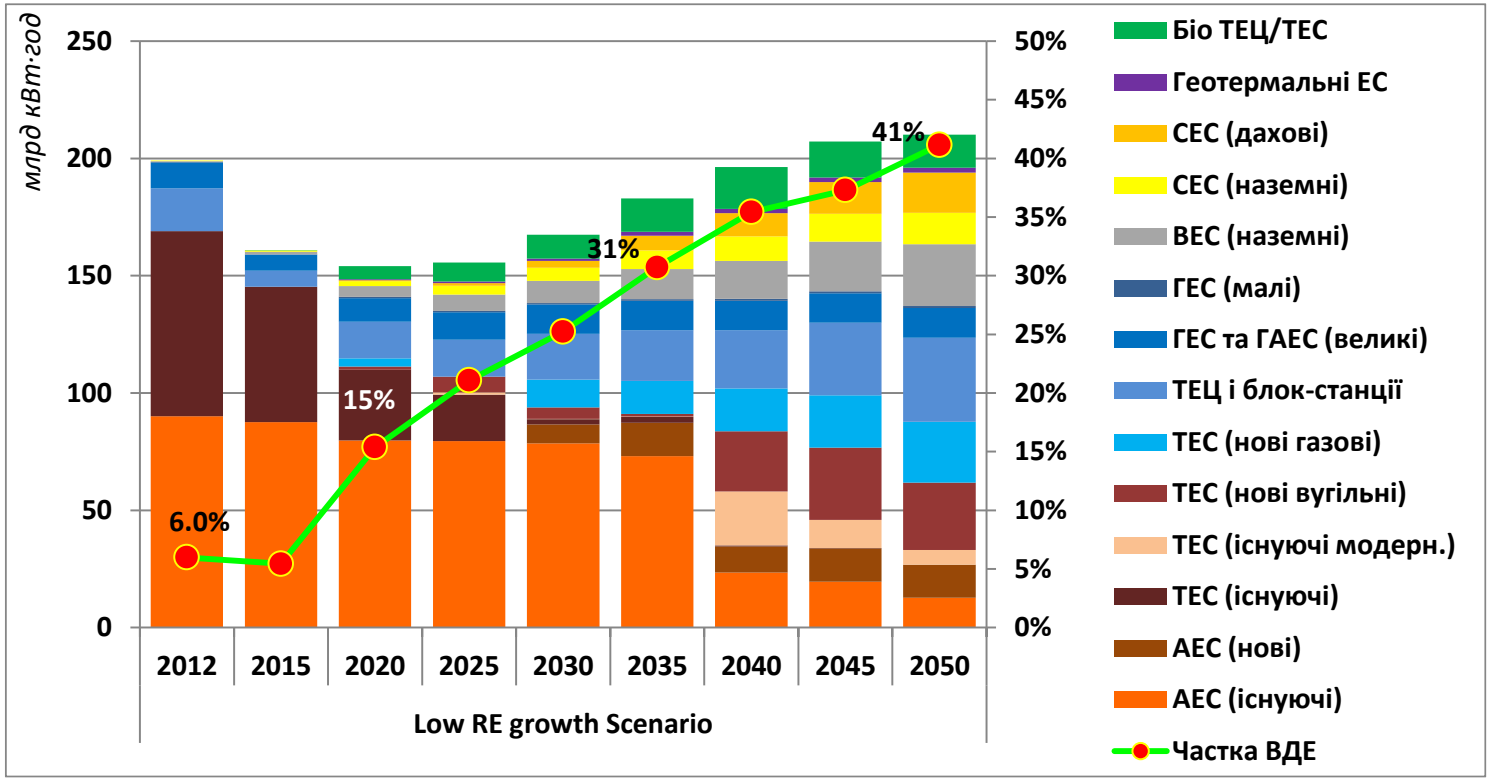
Доцільність будівництва ХАЕС №3 в 2025 р.?

- Результати моделювання показують, що у разі досягнення цілей ЕСУ, зокрема щодо суттєвого зниження енергоємності економіки та суттєвого нарощування ВДЕ, спостерігатиметься неповна завантаженість існуючих блоків АЕС, а, відтак, будівництво нового блоку №3 на Хмельницькій АЕС в 2025 р. видається незатребуваним.
- Доцільність будівництва (введення в експлуатацію) ХАЕС №3 може бути доцільним не раніше ніж в період 2030-2035 р., згідно результатів моделювання. Це дозволить зменшити обсяги необхідних інвестицій, орієнтовно на 270 млн євро за рахунок оптимізації введення в експлуатацію енергогенеруючих об’єктів.
- При такому сценарії потужність інших електрогенеруючих об’єктів не відрізнятиметься від Базового сценарію.



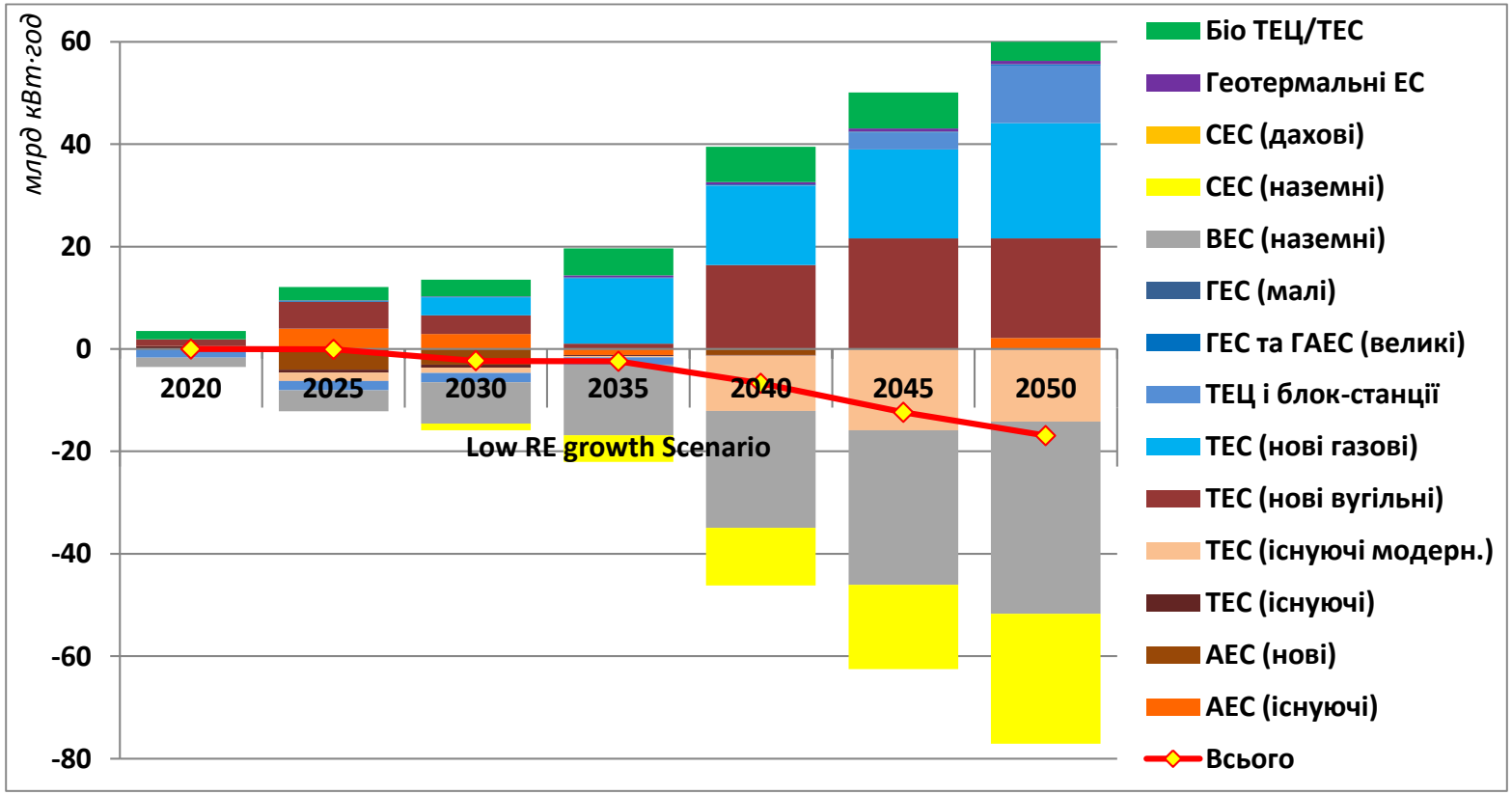
Виробництво електроенергії при помірних темпах розвитку ВДЕ

- У Звіті з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей (ДП «НЕК «Укренерго») розглядаються сценарії з помірними темпами розвитку змінних ВДЕ, де в 2050 р. може бути не більше 7,2 ГВт та 10,4 ГВт потужностей вітрової та сонячної (промислової) енергетики відповідно.
- У разі застосування таких умов до Базового сценарію, частка ВДЕ в структурі електрогенерації зросте лише до 41% в 2050 році, при цьому в 2035 р. вона становитиме близько 31%, що більше ніж передбачає Енергетична стратегія України.



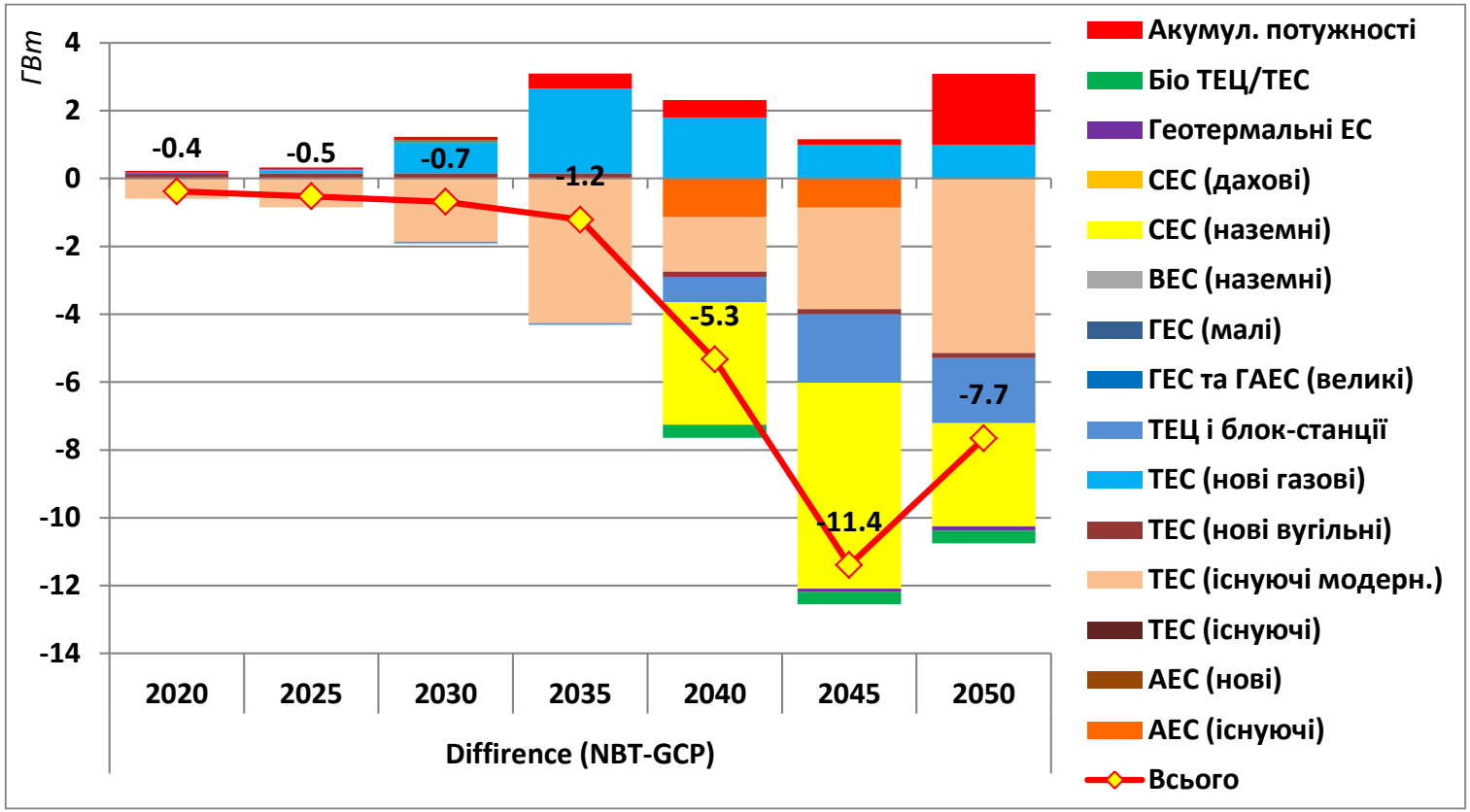
Зміни у виробництві електроенергії при помірних темпах розвитку ВДЕ

- Порівняно з Базовим сценарієм у сценарії з помірними темпами розвитку ВЕС та СЕС після 2035 р. може спостерігатися скорочення попиту на електричну енергію.
- Відбуватиметься заміщення виробництва електроенергії на ВЕС та великих СЕС вугільною та газовою генерацією та, можливо, електрогенерацією на Біо-ТЕС/ТЕЦ.
- Вплив таких ВДЕ-обмежень на загальну вартість енергетичної системи оцінюється на рівні 1,7% або близько 12 млрд євро, згідно результатів моделювання.



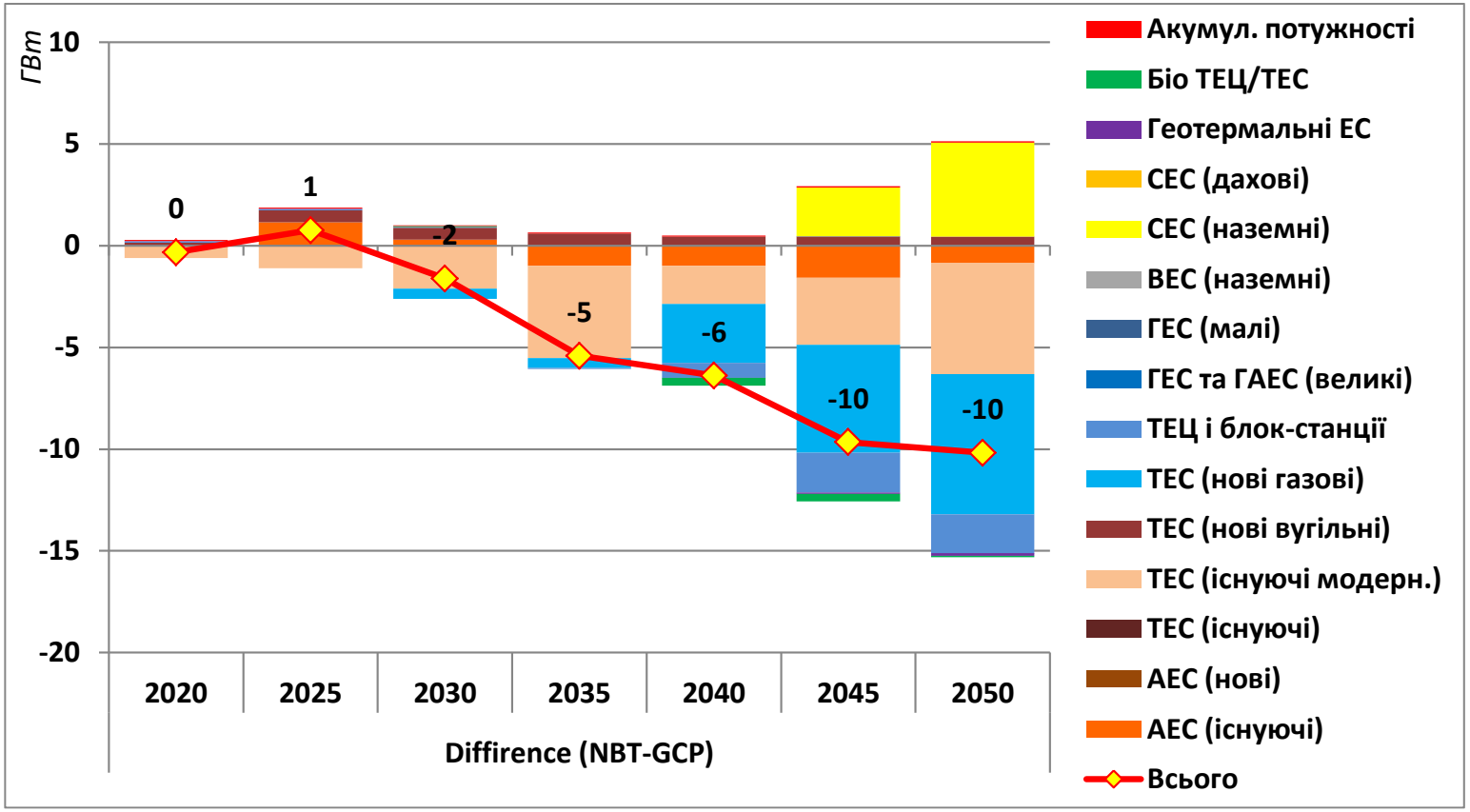
«Зелено»-вугільний парадокс та нові балансуючі технології

- Поточне балансування чистих ВДЕ відбувається переважно за рахунок «брудної» вугільної генерації.
- Застосування нових балансуючих та маневруючих технологій дозволить дешевше забезпечувати попит на електричну енергію, досягнути необхідних цілей з ВДЕ, скоротивши інвестиційні потреби на 13 млрд євро за період 2020-2050 років, завдяки меншому будівництві електрогенеруючих об’єктів.



Система точного прогнозування роботи ВЕС та СЕС з мінімальними відхиленнями

- Згідно модельних розрахунків, у порівнянні зі сценарієм «зелено»-вугільного парадоксу, застосування сучасних систем точного прогнозування, разом із використанням сучасних балансуючих та маневруючих технологій, дозволить:
  - наростити виробництво електроенергії з ВДЕ.
  - зменшити потреби в інвестиціях на 11,5 млрд євро (за період 2020-2050 рр.).
  - зменшити вартість загальної вартості функціонування енергосистеми на 0,5%.

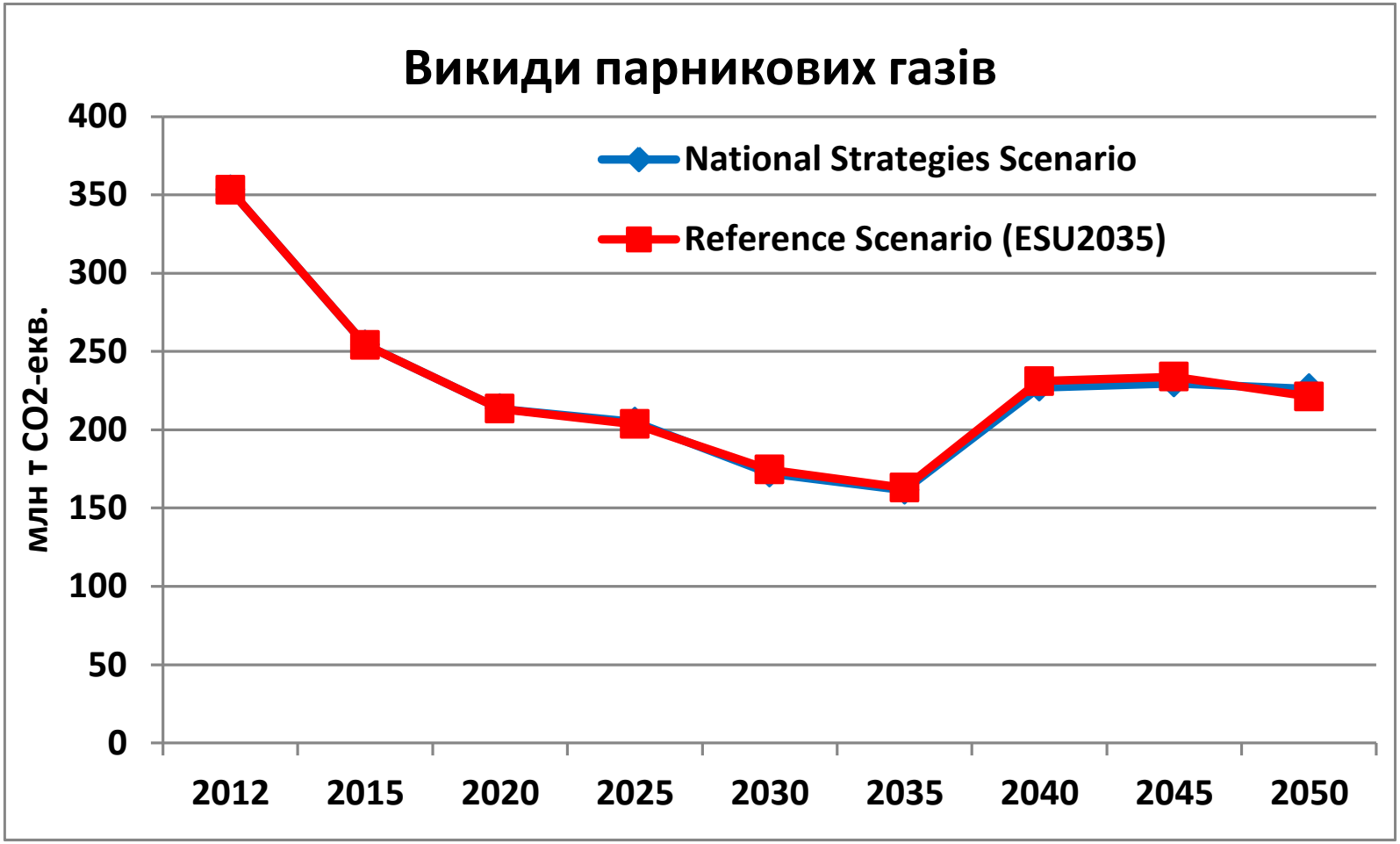


Сценарії
та модельні результати:

Сценарій національних стратегій

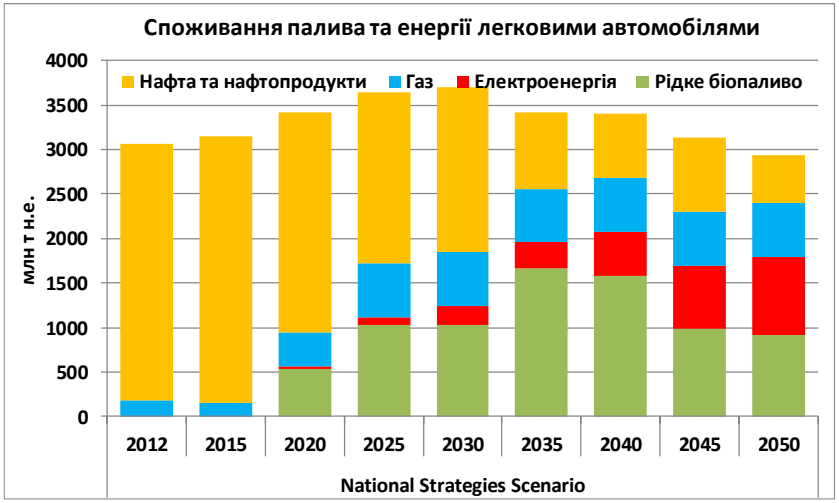
Вплив реалізації СНВР

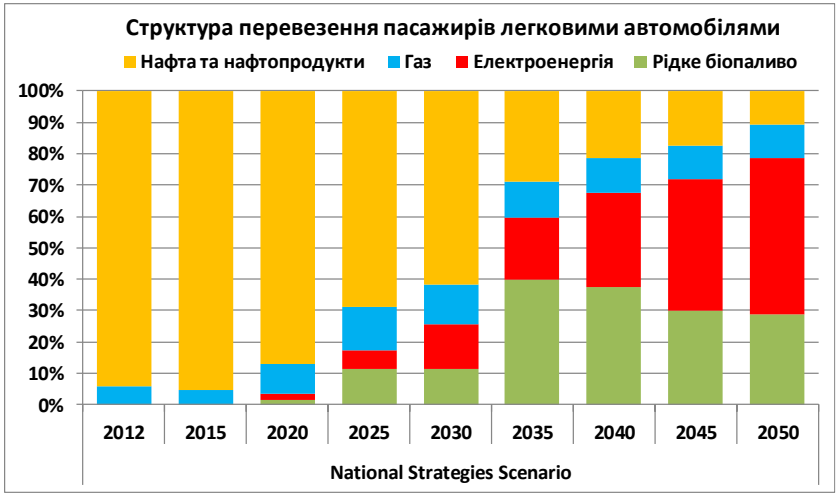
- Вплив Стратегії низьковуглецевого розвитку до 2050 р. не має суттєвого впливу на результати моделювання Базового сценарію, так як СНВР готувалася із врахуванням ЕСУ.
- Завдяки тому, що Уряд затвердив ЕСУ в період підготовки СНВР вдалося по максимуму врахувати основні показники ЕСУ.



Вплив реалізації транспортної стратегії

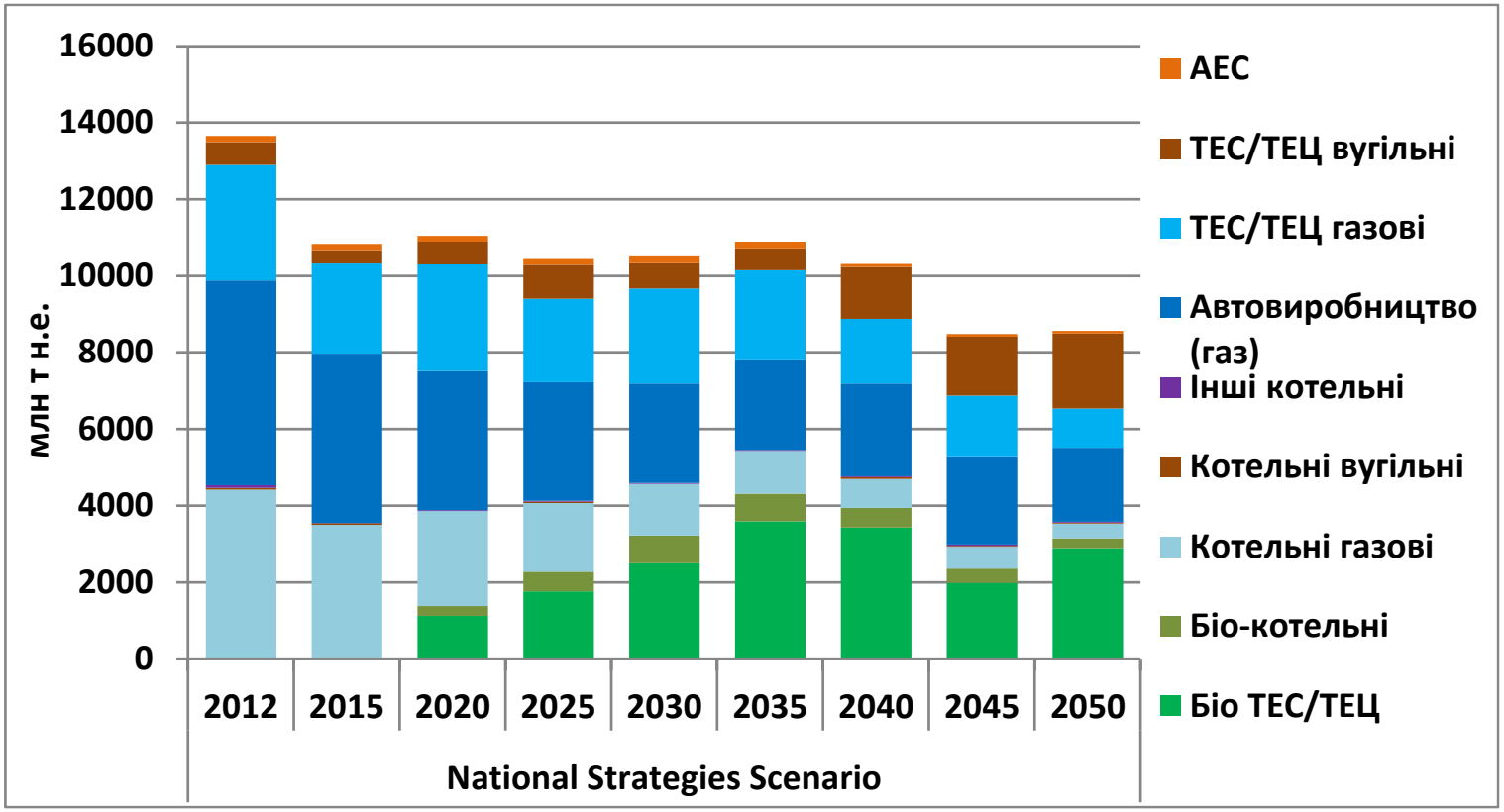
- Національна транспортна стратегія матиме суттєвий вплив на паливо та енергозабезпечення, в першу чергу, автотранспорту. За результатами моделювання видається можливим, що суттєво зросте попит на біопаливо до 2035 року, а потім на електричну енергію завдяки широкому використанню електромобілів.
- Використання значно ефективніших електромобілів у порівнянні з автомобілями з двигунами внутрішнього згоряння, дозволить скоротити споживання транспортним сектором енергоресурсів, при зростанні кількості авто та їх роботи у перевезенні пасажирів та вантажів.
- Враховуючи потенціал виробництва рідкого біопалива в Україні та за умови проведення відповідної державної політики, частка цього виду палива в структурі енергоспоживання легковими автомобілями може зрости до 50% в 2035 р. Частка електромобілів в перевезенні пасажирів легковим автомобільним транспортом може становити до 20% в 2035 р. та 50% в 2050 р., а частка електроенергії в споживанні цим видом транспортних засобів може досягнути 10% та 30% відповідно.





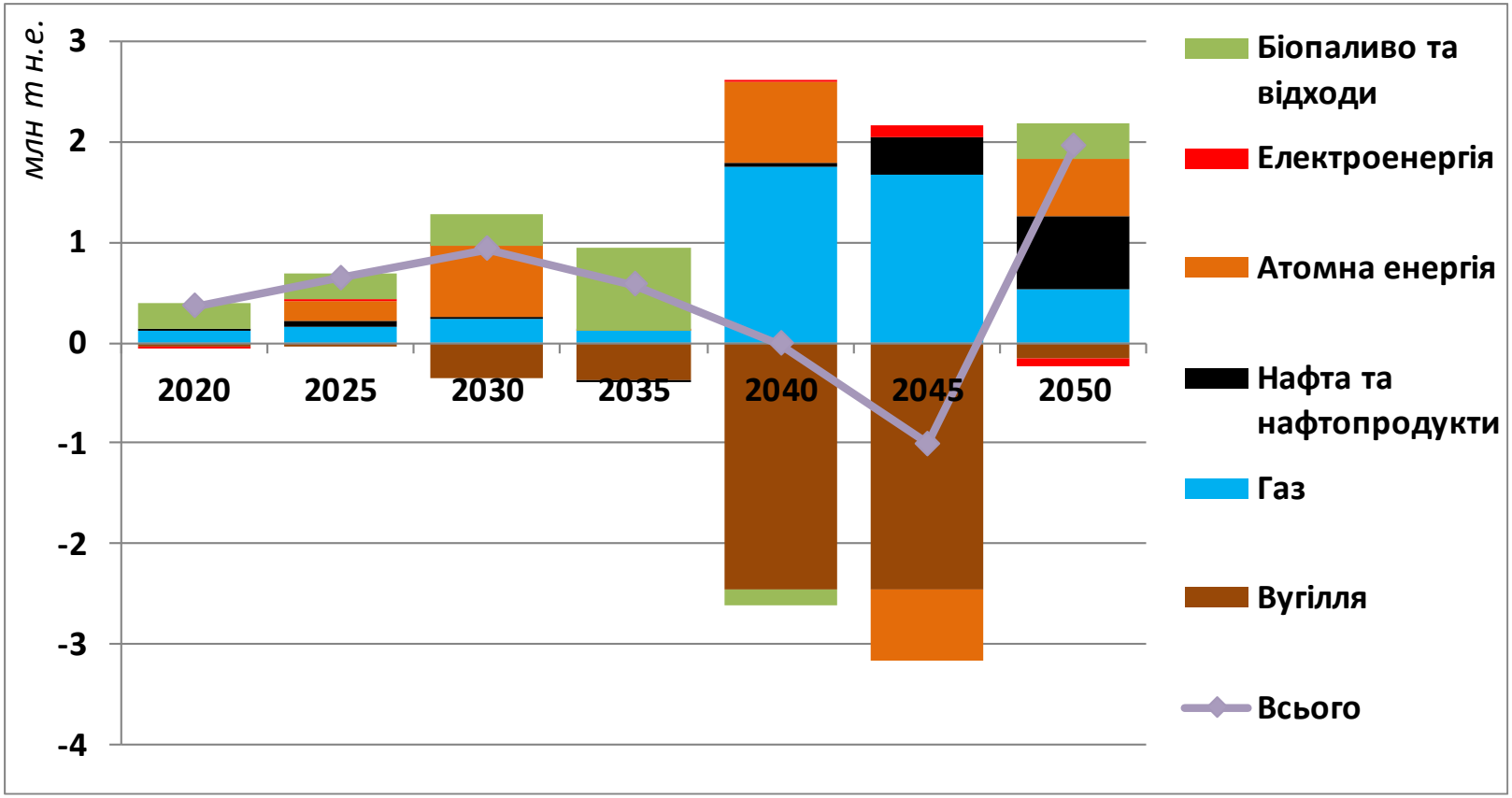
Вплив реалізації Концепції теплопостачання

- Концепція реалізації державної політики у сфері теплопостачання передбачає суттєве зростання частки ВДЕ у централізованому виробництві теплової енергії.
- Її реалізація дозволить до 2035 року забезпечити виробництво 40% теплоенергії з біомаси та інших ВДЕ, при тому, що загальний попит на централізоване теплопостачання не зростатиме.
- Через відсутність запланованої політики щодо екологізації малих та середніх об’єктів теплогенерації і її наявність для великих об'єктів, може відбутися перерозподіл використання вугільної продукції між цими типами об’єктів теплогенерації.



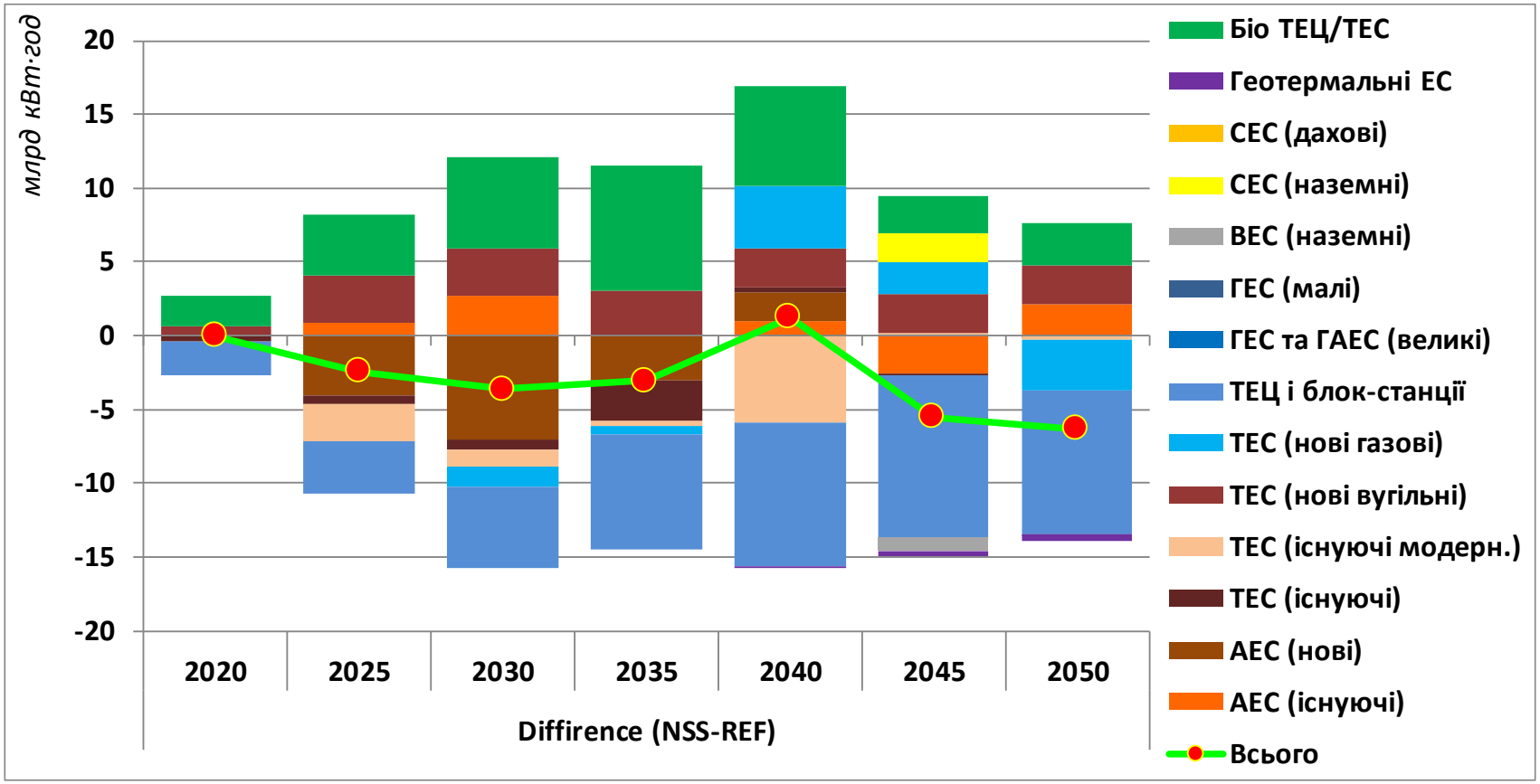
Зміни в ЗППЕ

- У порівнянні з Базовим (Reference) сценарієм, ЗППЕ за Сценарієм національних стратегій буде мало відрізнятися за обсягами, однак, можуть відбутися досить суттєві структурні зміни. Відбуватиметься заміщення найбільш вуглецеємного енергоресурсу – вугілля, на менш вуглецеємні (газ) та безвуглецеві (атомна енергія та ВДЕ).
- Тим не менш є очевидним, що без продовження дієвої політики на кшталт які заплановані в діючих національних стратегіях до 2030-2035 рр., обсяги ЗППЕ в Україні в 2050 можуть зрости.



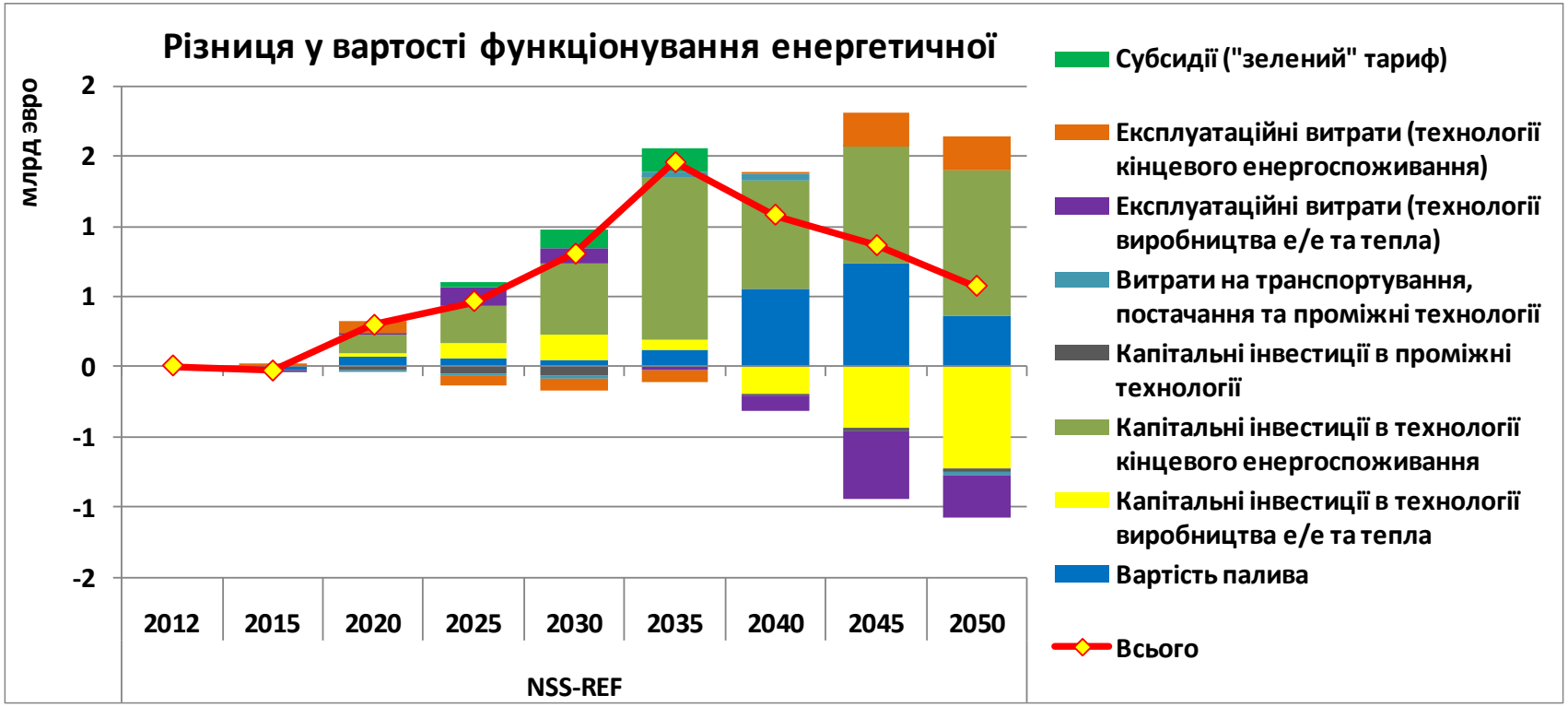
Зміни в електрогенерації

- В структурі електрогенерації також відбуватимуться зміни. На відміну від Базового (Reference) сценарію, реалізація Сценарію національних стратегій сприятиме більшому виробництву електроенергії з біомаси.
- Скорочуватиметься використання газу впродовж усього періоду, а до 2030 р. також і вугілля, в зв'язку із необхідністю досягнення цілей Концепції реалізації державної політики у сфері теплопостачання.



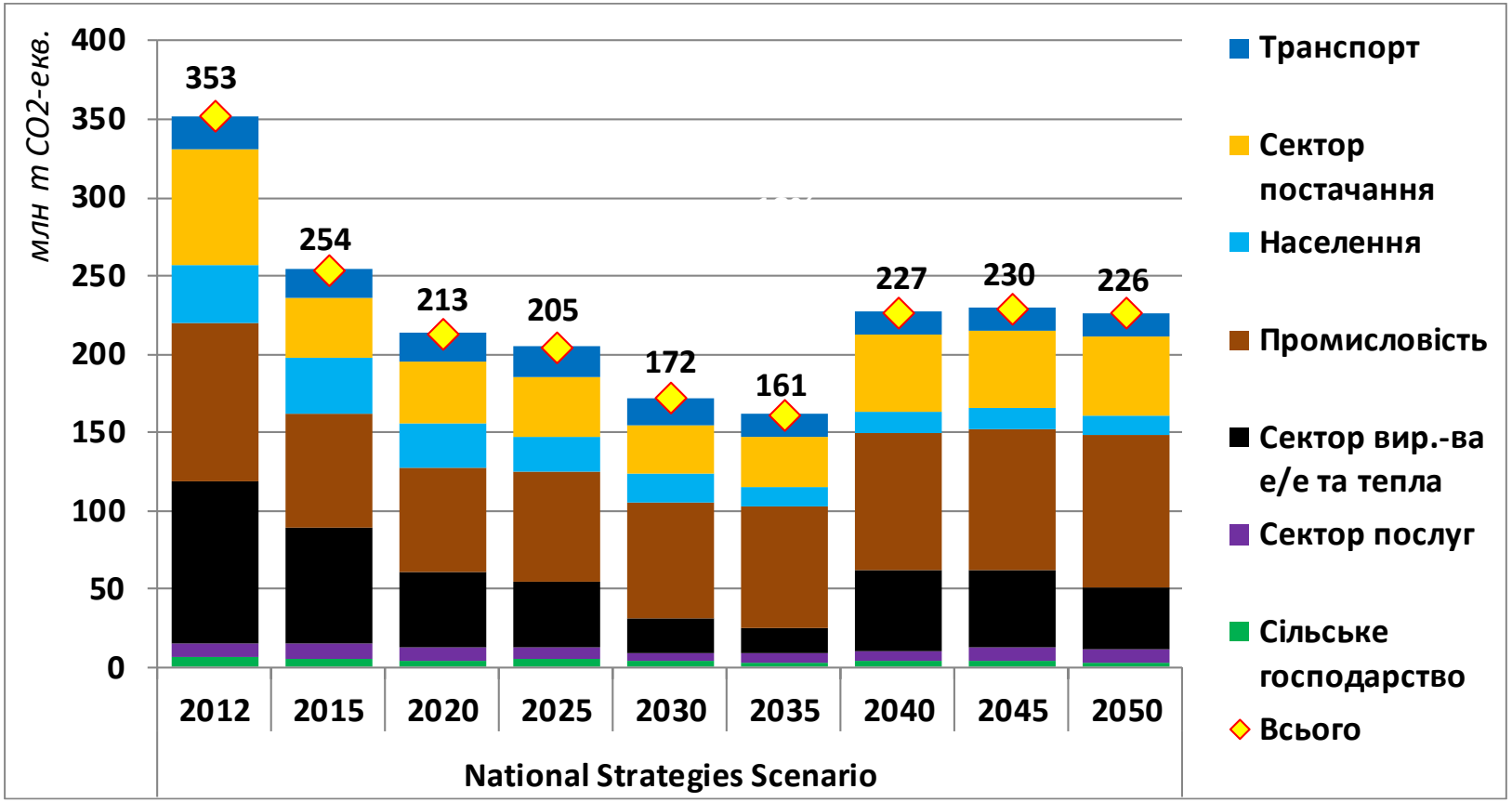
Загальний вплив реалізації інших стратегій

- Реалізація Сценарію національних стратегій, показники яких не враховані в ЕСУ, очевидно, що вимагатиме додаткових інвестицій. Однак, якщо забезпечити синхронність виконання і ЕСУ і решти стратегій, планів, концепцій тощо, то можна отримати синергетичний ефект у вигляді вищої ефективності досягнення цільових показників та менших витрат для цього.
- Як показують результати моделювання врахування перелічених стратегій та концепції потребуватиме на 1-2 млрд євро більших інвестицій в технології кінцевого споживання енергетичних ресурсів.
- В той же час може знадобитися менше інвестицій в технології виробництва електроенергії та тепла.



Викиди парникових газів

- За наявності конкретних політик та цілей, пов'язаних із скороченням викидів парникових газів, можна досягнути вагомих результатів у боротьбі зі зміною клімату.
- Як показують результати моделювання, реалізація цілей ЕСУ та інших стратегічних документів до 2035 рр., дозволить скоротити викиди ПГ на 55% відносно 2012 року., в той же час за відсутності подальшої цільової політики, зокрема, щодо змін пов'язаних із необхідністю виведення атомних блоків з експлуатації в період 2040-2050 рр. – викиди ПГ зростатимуть.

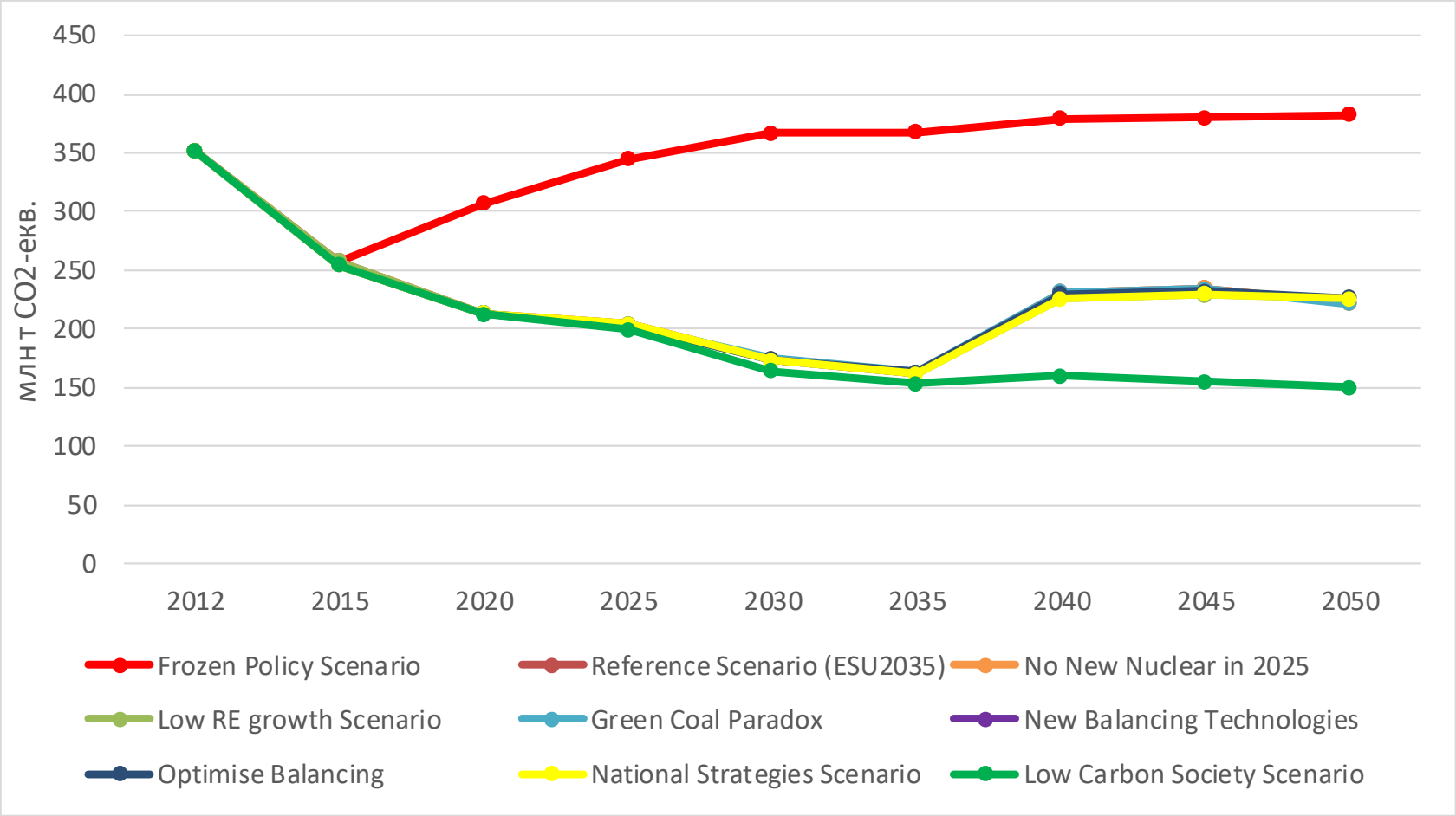


Сценарії
та модельні результати:

Сценарій скорочення викидів ПГ
або
Низьковуглецеве суспільство

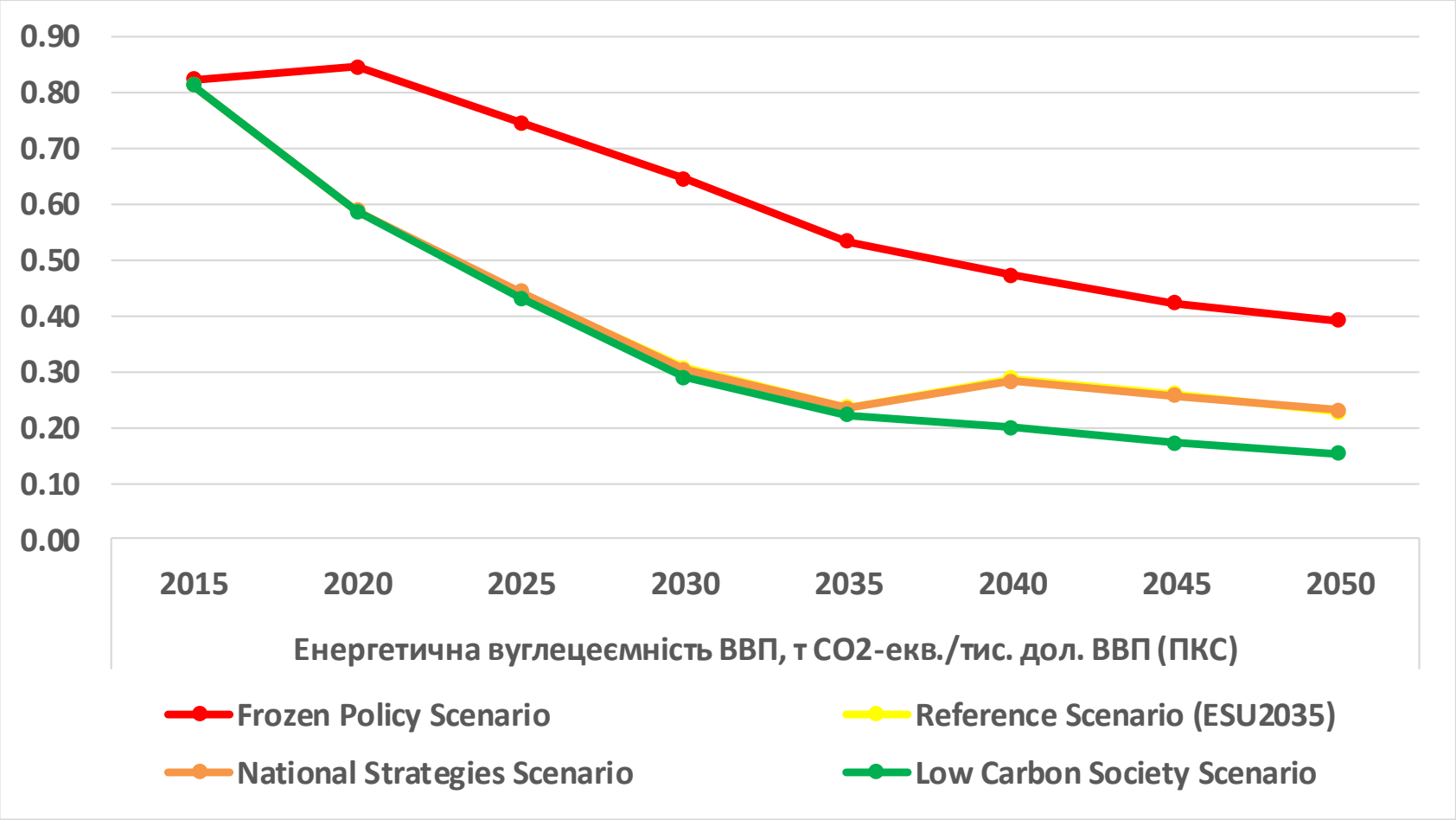
Викиди парникових газів за сценаріями

- Цільова політика скорочення викидів парникових газів дозволить неперервно рухатися в напрямку декарбонізації економіки України.
- Декарбонізація економіки має відбуватися за принципом де-каплінгу, коли одночасно викиди парникових газів неперервно скорочуються, а економіка неперервно зростає.
- Як видно з графіку нижче, по суті є три сценарії викидів ПГ.



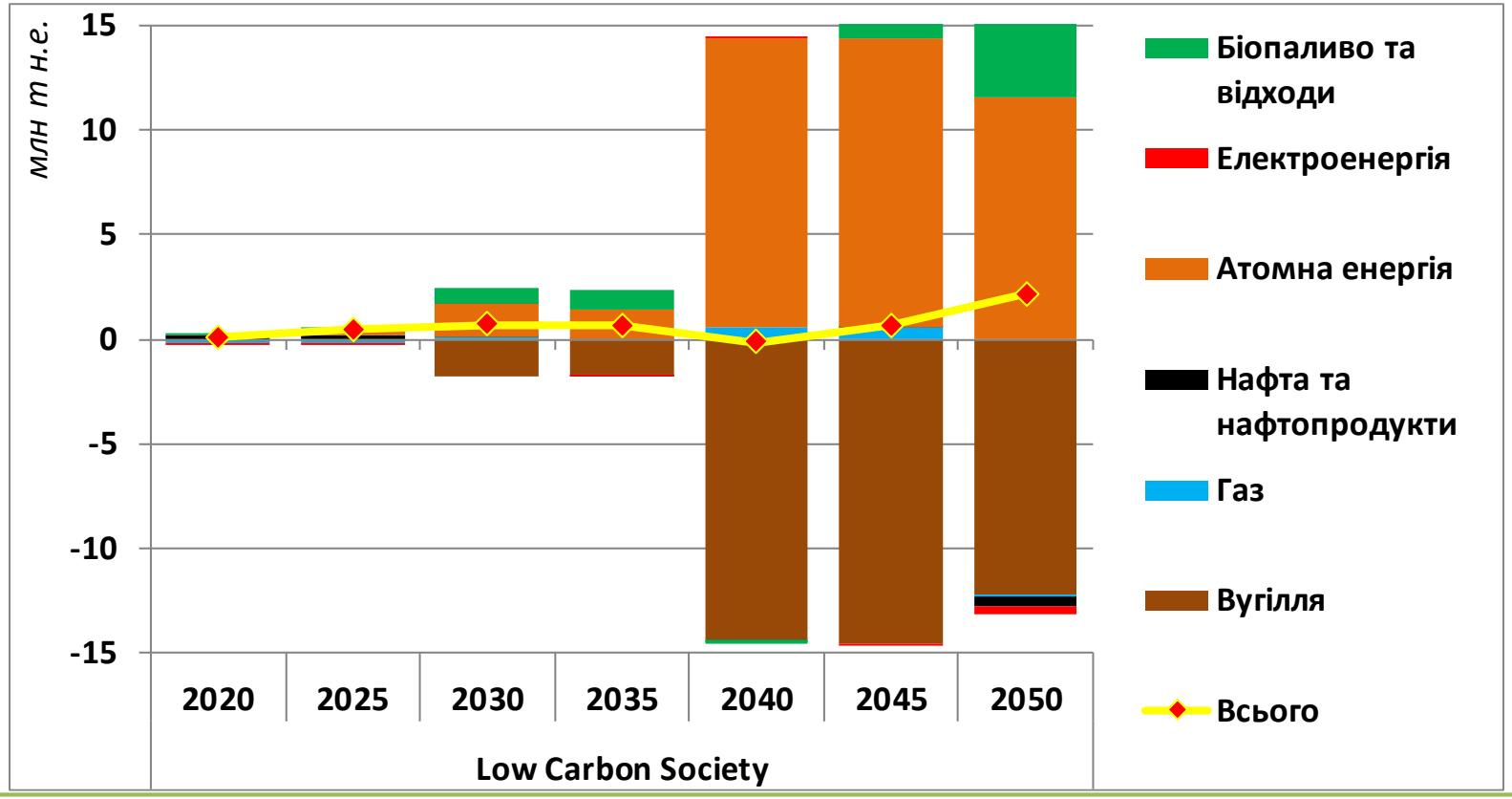
Енергетична вуглецеємність ВВП

- Скорочення викидів парникових газів та зростання валового внутрішнього продукту (ВВП), за принцом де-каплінгу, вестимуть до зниження вуглецеємності економіки.
- На рисунку показано вуглецеємність ВВП України, де викиди ПГ взято лише від функціонування енергетичного сектору, так як решта секторів-емітентів не моделювалися в даній роботі. Таку ж практику використовує МЕА.



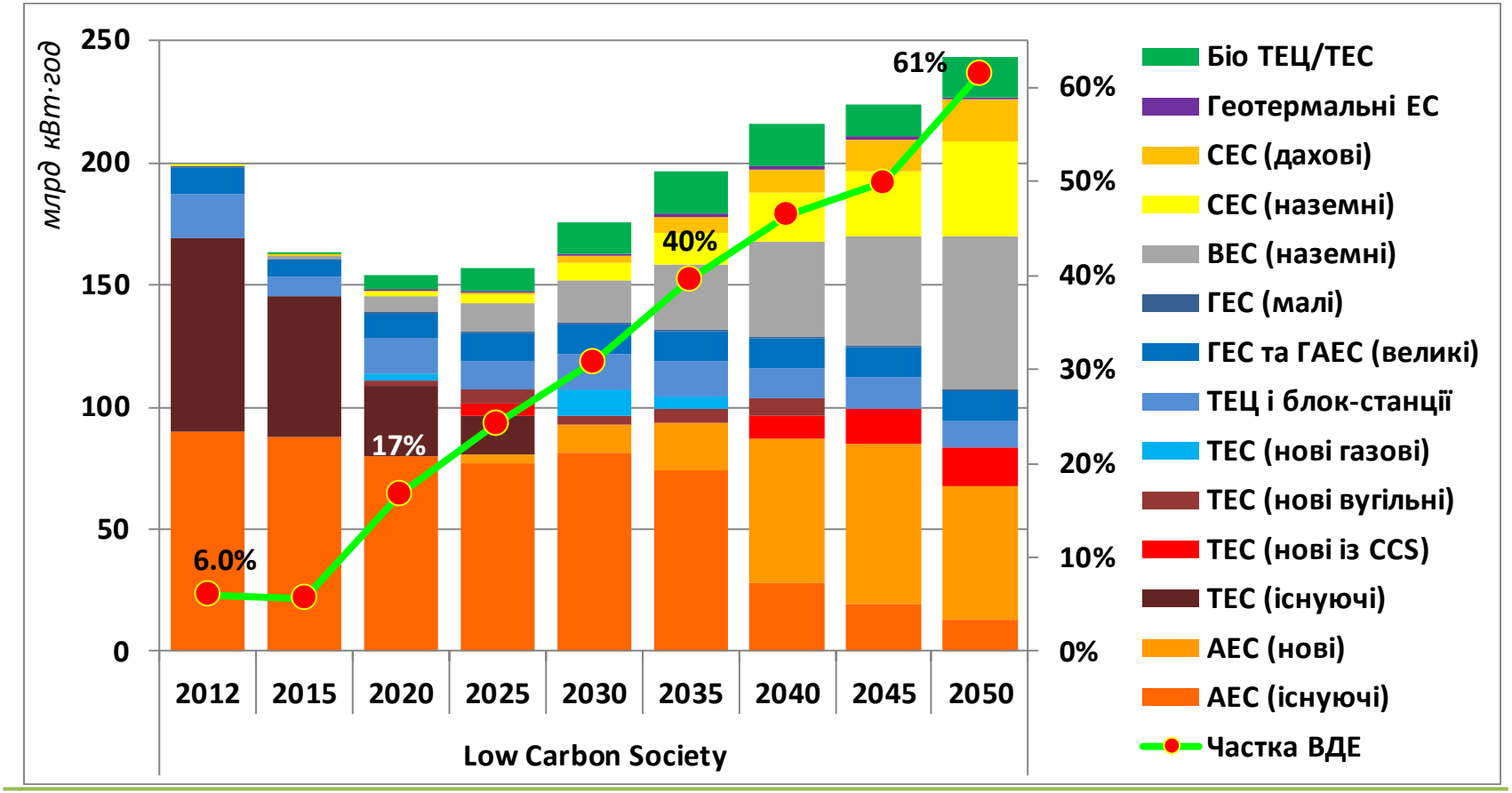
Загального постачання первинної енергії

- Необхідність суттєвого скорочення викидів парникових газів посилюватиме роль атомної енергетики.
- Згідно модельних результатів, практично немає різниці між обсягами загального постачання первинної енергії в Базовому сценарії та Сценарії скорочення викидів ПГ. Однак, до 15 млн т н.е. вугільної продукції в 2040-2050 рр. буде заміщено атомною енергетикою.
- ЄС також покладається на атомну низьковуглецеву енергетику, однак ставить за мету скоротити її частку з 25% до 15%, перейшовши до відновлюваних джерел енергії.



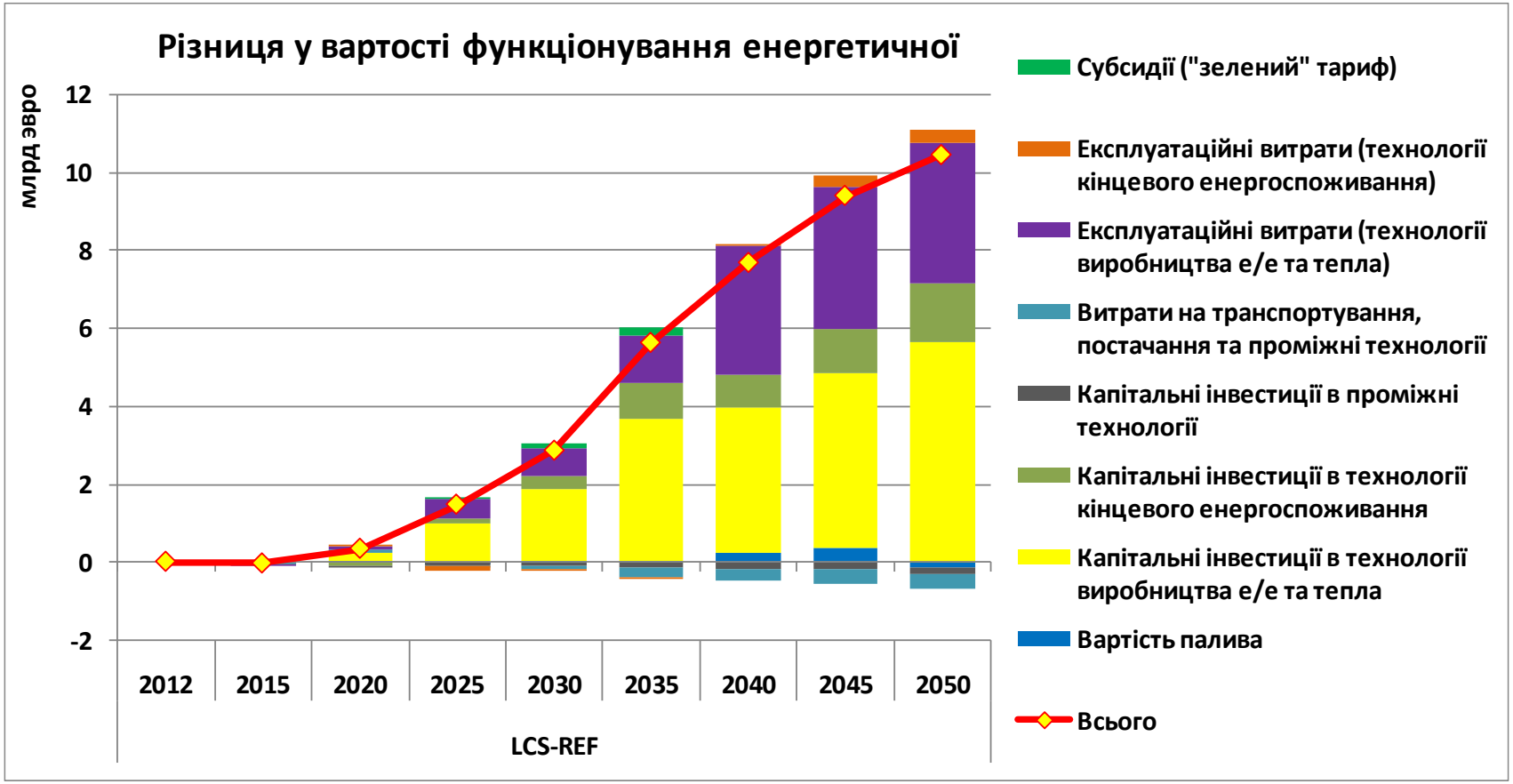
Виробництво електроенергії

- Результати моделювання показують, що для реалізації сценарію «низьковуглецеве суспільство», який передбачає у 2050 р. не більше 20% викидів ПГ від рівня 1990 року (попередня ціль ЄС, яка наразі трансформувалася в нетто нульові викиди в 2050 р.), що основними джерелами для виробництва електроенергії можуть бути ВДЕ та ядерна енергія.
- Їх частка разом можке скласти майже 90%, серед яких: 28% - АЕС, 26% - ВЕС, 23% - СЕС, 7% - Біо-ТЕЦ/ТЕС та 5% - ГЕС та ГАЕС.



Вартість функціонування енергосистеми

- Для реалізації сценарію «низьковуглецеве суспільство», для суттєвого скорочення викидів ПГ, очевидно, що необхідно буде більше інвестицій.
- Результати моделювання показують, що до 2035 року щороку необхідно буде залучити на 1-4 млрд євро більше ніж за Базовим сценарієм і на 4-6 млрд більше в 2040-2050 рр.
- Експлуатаційні витрати також можуть суттєво вирости, що в першу чергу пов'язано із атомною енергетикою.



Джерела даних та основні припущення в моделі TIMES-Україна

Середньорічні темпи приросту ВВП України на період 2016-2050 рр., %

- Для даного дослідження взято базовий макроекономічний сценарій, що був підготовлений фахівцями ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України» в 2016 р. в рамках проекту Агентства США з міжнародного розвитку (USAID) «Муніципальна енергетична реформа в Україні» і оновлений із врахуванням останніх змін в економіці України.

Сектори\Роки	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2045	2046-2050
Сільське, лісове та рибне господарство	1,4	5,7	4,9	5,1	5,1	5,1	5,1
Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	3,0	3,4	2,3	2,0	2,0	2,0	2,0
Переробна промисловість	6,5	5,6	4,1	3,3	3,3	3,3	3,3
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	4,4	4,9	4,8	4,5	4,5	4,5	4,5
Будівництво	8,0	6,4	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Сфера товарного виробництва – разом	4,2	5,3	4,3	4,0	4,0	4,0	4,0
Сфера послуг – разом	2,5	5,0	4,2	4,0	4,0	4,0	4,0
ВВП	2,8	5,0	4,2	4,0	4,0	4,0	4,0

Прогноз цін на енергетичні ресурси

- Прогноз цін на основні енергетичні ресурси для України до 2050 р. базується на прогнозах Світового банку до 2030 р. (жовтень, 2018 р.). Шляхом екстраполяції даних, зроблено відповідний прогноз цін на 2035-2050 рр.
- http://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets

THE WORLD BANK
IBRD • IDA

WHO WE ARE | WHAT WE DO | WHERE WE WORK | UNDERSTANDING POVERTY | WORK WITH US

Research

Commodity Markets

FEATURED 1 / 2

DATA

Latest Commodity Prices Published

March 4, 2019 — Commodity prices mostly rose in February, with energy commodities rebounding 4.9 percent and non-energy commodities gaining 1.8 percent. Agricultural prices changed little while metals and minerals increased 5.7 percent. Read More

PUBLICATIONS AND DATA | ARCHIVES (ANALYSIS) | ARCHIVES (DATA)

Prices	Outlook	Special Topics
Commodity prices ("Pink sheet") March 2019 (PDF)	Commodity Markets Outlook October 2018 (PDF)	The changing of the guard: Shifts in commodity demand over the past 20 years October 2018
Price forecasts October 2018 (PDF)	Executive summary October 2018 (PDF)	The implications of tariffs for commodity markets October 2018
Monthly prices March 2019 (XLS)	Chart data October 2018 (ZIP)	Oil exporters: Policies and challenges April 2018
Annual prices March 2019 (XLS)		Investment weakness in commodity exporters January 2017

RELEASE SCHEDULE

Pink sheets are released on the second business day of the month. Next release: April 4.

The next Commodity Markets Outlook will be published in April 2019.

NEWS

News release, English (10/29/18):
Oil price rises in 2019 to be modest as U.S. production constraints ease.

News release, other languages (10/29/18):
العربية | 中文 | Français | 日本語 | Português | Español | Русский

BLOGS

Pink Sheet
Commodity prices rose modestly in February–Pink Sheet (3/05/19)

Recent blog posts
Energy prices fell 11 percent in December–Pink Sheet (1/11/19)

Rebound in metal prices? All eyes on China and trade (12/05/18)

Fertilizer prices to rise in 2019 on supportive

Демографічні умови та припущення

- Використано прогнозні дані чисельності населення Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України (ІДСД) , що є співставними із відповідними прогнозами Департаменту ООН з соціальних та економічних питань.
- В даній роботі результати досліджень ґрунтуються лише на одному демографічному сценарії ІДСД (сценарій ССС), який передбачає середні темпи народжуваності, середню тривалість життя та середню чисту міграцію в Україні.

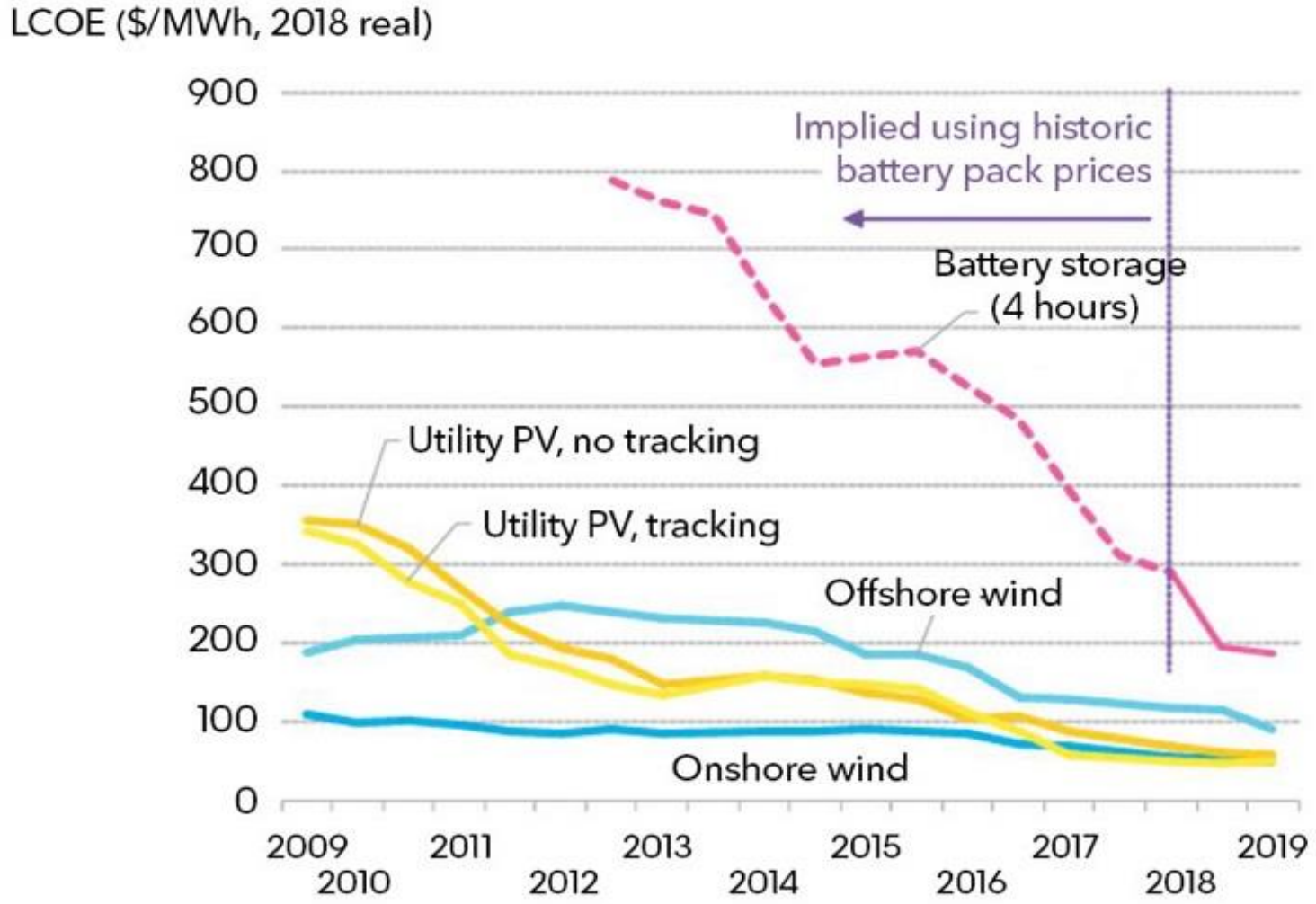
Сценарії	2012	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ІДСД - Сценарій ССС	45,3	42,7	**44,4**	**43,6**	**42,8**	**41,8**	**40,8**	**39,9**	**38,9**
ІДСД - Сценарій ВВВ			45,1	45,1	45,1	45,1	45,2	45,4	45,6
ІДСД - Сценарій ННН			43,4	41,6	39,7	37,8	35,8	33,9	32,0
ІДСД - Сталий сценарій			44,1	42,7	41,1	39,5	37,8	36,1	34,3
ІДСД - Сценарій ССН			44,3	43,3	42,1	40,8	39,5	38,3	37,1
ІДСД - Сценарій ВНВ			44,3	43,5	42,7	41,8	41,1	40,7	40,3
ІДСД - Сценарій НВН			44,2	43,2	42,1	41,0	39,8	38,5	37,0
Сценарій Департаменту ООН з соціальних та економічних питань			43,7	42,4	40,9	39,3	37,8	36,4	35,1

Вартість енергетичних технологій

- В таблиці представлено орієнтовна вартість капітальних витрат на будівництво і продовження експлуатації електростанцій та засобів акумулювання електроенергії.

Технології виробництва/акумулювання електроенергії	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса з деревини	2800	2800	2800	2600	2500	2400	2200	2000
Біомаса з відходів агропромислового комплексу та ін.	3500	2900	2800	2700	2600	2500	2300	2100
Біогаз	4500	4400	4300	4200	4100	4000	3900	3800
Газ (Комбінований цикл)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Газ (Газова турбіна)	600	600	600	600	600	600	600	600
Газ (Парова турбіна)	920	920	920	920	920	920	920	920
Газ (високоманевренні потужності)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Вугілля (спалювання в циркулюючому киплячому шарі)	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
Вугілля (інтегрований комбінований цикл газифікації)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Вугілля (спалювання на підкритичних параметрах)	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Спільне спалювання вугілля та біомаси	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050
Вугілля (спалювання на надкритичних параметрах)	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Наземні вітрові електростанції	1600	1500	1500	1440	1350	1300	1250	1250
Промислові сонячні електростанції з трекером	1150	900	825	750	670	600	550	500
Промислові сонячні електростанції без трекера	1050	700	675	650	580	520	475	440
Геотермальні електростанції	5379	4362	4362	4362	4281	4119	3958	3877
Блок №3 на Хмельницькій АЕС	1581	1581	1581	1581	1581	1581	1581	1581
Блок №4 на Хмельницькій АЕС	1510	1510	1510	1510	1510	1510	1510	1510
Нові блоки атомних електростанцій	5328	5328	5328	5328	5328	5328	5328	5328
Продовження терміну експлуатації на 10 років	135	135	135	135	135	135	135	135
Малі гідроелектростанції	2970	2940	2926	2911	2882	2853	2824	2796
Великі гідроелектростанції	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Акумулюючі потужності	1100	900	875	850	800	750	700	600

Глобальне порівняння вартості електроенергії від ВЕС, СЕС та акумулюючих технологій



Source: BloombergNEF. Note: The global benmark is a country weighed-average using the latest annual capacity additions. The storage LCOE is reflective of a utility-scale Li-ion battery storage system running at a daily cycle and includes charging costs assumed to be 60% of whole sale base power price in each country.

Висновки

- Застосування економіко-математичних методів та моделей в стратегічному плануванні та управлінні енергетикою дозволяє отримувати не лише кількісні, але й якісні оцінки прийнятих або запланованих рішень.
- Досягнення цільових показників ЕСУ багато в чому залежить, зокрема, від соціально-економічного розвитку України.
- В ЕСУ зберігається певна невизначеність щодо окремих стратегічно важливих питань розвитку енергетичного сектору на більш віддалену перспективу до 2050 року, зокрема в частині розвитку атомної енергетики.
- У разі перманентного досягнення цілей ЕСУ, будівництво нового блоку №3 на Хмельницькій АЕС в 2025 р. для внутрішніх потреб України, видається необґрунтованим, однак доцільним в 2030-2035 роках.
- Навіть за умов помірних темпів нарощування потужностей ВЕС та СЕС (згідно даних ДП «НЕК «Укренерго», 2018), загальна частка ВДЕ в 2035 р. може становити 31%, що більше ніж наразі передбачає ЕСУ.
- Не використання економічно-доцільного потенціалу ВДЕ після 2035 року змушуватиме використовувати більш дорогу теплову генерацію, що суттєво позначиться на загальній вартості та споживанні електроенергії в системі.

Висновки

- Сьогоднішній «Зелено-вугільний парадокс» економічно вигідно долається застосуванням сучасних балансуючих технологій та засобами керування попитом, при цьому відбуватиметься більш інтенсивне та надійне зростання відновлюваної енергетики
- Одночасна реалізація цілей національних стратегій в інших сферах та ЕСУ2035, очевидно, що вимагатиме додаткових інвестицій, однак, це матиме синергетичний ефект у вигляді вищої ефективності досягнення цільових показників та менших витрат.
- Для досягнення значно амбітніших цілей з декарбонізації економіки (сценарій Низьковуглецеве суспільство) необхідно екстраполювати відповідну політику ЕСУ на період після 2035 року. В іншому випадку, послаблення або повна відмова від продовження реалізації політики декарбонізації та екологізації можуть швидко нівелювати досягнення, зокрема, щодо зменшення енергоємності економіки та скорочення викидів ПГ і забруднюючих речовин.
- **Результати моделювання свідчить про потенціал удосконалення процедур узгодження галузевих політик та необхідність актуалізації індикативних показників ЕСУ.**

Дякуємо за увагу!

Питання, пропозиції, поради надсилайте на:

timesukraine@gmail.com