

Вплив викидів українських вугільних електростанцій на здоров'я населення

Лаурі Міллівірта, провідний аналітик
Роза Ґіренс, дослідниця
Вересень 2021



CREA — це незалежна дослідницька організація, що спеціалізується на виявленні тенденцій, причин забруднення повітря та його наслідків для здоров'я, а також шляхів вирішення цієї проблеми.

Ключові висновки

- В Україні розташовані деякі з найбільш забруднюючих вугільних електростанцій у Європі та світі.
- Викиди від українських вугільних електростанцій пов'язані приблизно з 5 000 (довірчий інтервал 95%¹: 3 200–6 700) смертями у 2019 році, тоді як у 2018 році показник складав 3 300 (2 200–4 500). У 2019 році в Україні було зафіксовано 2 700 (1 700–3 600) пов'язаних смертей, у ЄС — 1 300 (850–1 700) та в інших країнах — 1 000 (660–1 400). Найбільш постраждалими регіонами в Україні були Донецька, Київська, Дніпропетровська та Львівська області: вони мали 430, 410, 280 та 230 щорічних смертей відповідно.
- У 2019 році 8 із 20 вугільних електростанцій перевищили граничні норми викидів. Якби норми були дотримані, вдалося б уникнути приблизно 2 300 смертей.
- У 2019 році приблизна приведена вартість соціальних втрат, пов'язаних із супутнім медичним обслуговуванням, зниженням продуктивності праці та зниженням рівня добробуту, склали 8,4 млрд євро (довірчий інтервал 95%: від 5,5 до 11,2 млрд євро), з них 3,2 млрд євро (від 2,1 до 4,3 млрд євро) в Україні та 5,1 млрд євро (від 3,4 до 6,9 млрд євро) в інших країнах.
- За оцінками, 8,7 мільйона людей піддаються такому рівню впливу електростанцій, що перевищує рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я щодо якості повітря, навіть не враховуючи сукупного впливу, спричиненого разом із іншими джерелами викидів.

¹ Діапазон результатів моделювання, який містить оцінювану реальну величину з визначеною ймовірністю, у даному випадку 95%.

Зміст

Ключові висновки	1
Зміст	2
Вступ	3
Результати	5
Витрати на охорону здоров'я, пов'язані з українськими вугільними електростанціями (млн євро)	12
Рекомендації щодо політики	14
Методологія	15
Викиди	15
Атмосферне моделювання	15
Вплив на здоров'я	16
Економічні втрати	18
Використані джерела	20

Фото на обкладинці: Бурштинська ТЕС, CC BY-SA 4.0, CEE Bankwatch Network

Переклад доповіді українською: Олеся Сторожук

Опубліковано у співпраці з ГО «**Центр екологічних ініціатив «Екодія»**

Вступ

В Україні розташований один із найбільш забруднюючих парків вугільних електростанцій у світі. Згідно із нещодавнім звітом (Alparslan 2021), вугільні електростанції країни є лідерами за викидами SO_2 та зольного пилу в Європі.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я про смертність та тягар хвороб, через забруднення атмосферного повітря в Україні щороку втрачається 2 538 років життя людей, із урахуванням інвалідності, на 100 000 осіб (BOOЗ 2016) — це найбільша кількість років у Європі.

Наразі Україна впроваджує у національне законодавство Директиву про промислові викиди та здійснює прийняття Найкращих доступних технологій та методів керування (НДТМ). Уряд працює над встановленням ефективних та прозорих екологічних норм відповідно до зобов'язань країни за Угодою про асоціацію та Договором про заснування Енергетичного Співтовариства, однак зміни відсутні. У липні 2021 року Верховна Рада ухвалила постанову про імплементацію Національного плану скорочення викидів від великих спалювальних установок, що був затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України у листопаді 2017 року, закликаючи уряд та національний орган регулювання енергетики вжити необхідних заходів для виконання плану.

Тим часом українські вугільні електростанції відповідають за 80% загальних викидів діоксиду сірки в Україні та 25% оксидів азоту, але при цьому на українських вугільних станціях практично відсутній контроль за цими викидами. Рівні викидів зольного пилу особливо високі та перевищують граничні значення, визначені Директивою про великі спалювальні установки, в 40 разів. Згідно з аналізом отриманих даних про викиди (Alparslan 2021), 72% загальних обсягів зольного пилу, що викидається вугільними електростанціями сукупно в ЄС, країнах-членах Енергетичного Співтовариства та Туреччині, надходить від українських ТЕС. Серед 30 великих спалювальних установок з найвищими викидами золи — 18 українських ТЕС.

У цьому звіті ми оцінюємо вплив виробництва електроенергії з вугілля в Україні на якість повітря та здоров'я, використовуючи атмосферну хімічну транспортну модель для Європи, розроблену в рамках Європейської програми моніторингу (ЄМЕП) Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великі відстані (CLRTAP) та рекомендації BOOЗ щодо оцінки впливу забруднення атмосферного повітря в Європі на здоров'я (HRAPIE), які раніше були реалізовані у звіті «Темна хмара Європи».

Що таке пов'язана смертність та інші пов'язані наслідки для здоров'я?

Велика кількість наукових досліджень свідчить, що тривалий, хронічний вплив забруднення повітря збільшує ризик смерті від різних захворювань та ризик появи різних негативних станів здоров'я, як-от напади астми. На підставі таких досліджень Всесвітня організація охорони здоров'я пропонує співвідношення «концентрація-реакція», що пов'язують вплив забруднення повітря зі зростанням ризику. Використовуючи ці співвідношення, ми можемо оцінити, наскільки поточний тягар хвороб, спричинених різними факторами, пов'язаний із забрудненням повітря — іншими словами, скільки смертей чи нападів астми можна було б уникнути щорічно, якби всі дихали чистим повітрям. Крім того, поєднавши ці співвідношення «концентрація-реакція» з атмосферними моделями, які відстежують дисперсію, осадження та хімічну трансформацію забруднювачів в атмосфері, ми зможемо оцінити кількість смертей, яких вдалося б уникнути, використовуючи альтернативні сценарії, як-от зменшення або припинення викидів забруднюючих речовин в атмосферу від українських вугільних електростанцій.

Такий підхід дозволяє нам сказати, що певної кількості смертей або інших впливів на здоров'я можна було б уникнути у разі зменшення впливу забруднення повітря, навіть якщо ми не можемо визначити конкретних людей, чия смерть була пов'язана із забрудненням повітря — так само, як ми не можемо сказати, чи людина, яка померла від раку легенів, уникнула б цієї долі, кинувши палити.

Загальноживаним терміном для смертей, пов'язаних із забрудненням повітря, є «передчасна смерть». Цей термін виник тоді, коли людство усвідомлювало лише короткострокові, гострі наслідки забруднення повітря, що здебільшого впливають на людей, які вже хворі. У разі таких гострих впливів життя постраждалої людини може скоротитися на кілька місяців або днів через різке зростання концентрації забруднювачів у повітрі. Однак нинішня наука розуміє вплив забруднення атмосферного повітря на здоров'я як такий, що здебільшого пов'язаний із хронічним, тривалим впливом, а не з короткочасним зростанням забруднення. Середні втрати життя від смертності, спричиненої забрудненням повітря у Європі, становлять приблизно 10 років. Тому термін «передчасна» смерть може створити неправильне уявлення.

Результати

Викиди від українських вугільних електростанцій збільшують концентрацію $PM_{2.5}$, SO_2 , NO_2 та озону в атмосферному повітрі по всій країні та за її межами, піддаючи десятки мільйонів людей дії підвищених концентрацій цих забруднювачів (рис. 1 та 2). Це підвищує ризик виникнення ряду гострих та хронічних захворювань та ризик смерті від цих захворювань.

За оцінками, викиди пов'язані з 5 000 (довірчий інтервал 95%: 3 200–6 700) смертей у 2019 році, тоді як у 2018 році показник складав 3 300 (2 200–4 500). У 2019 році в Україні було зафіксовано 2 700 (1 700–3 600) пов'язаних смертей, у ЄС — 1 300 (850–1 700) і в інших країнах — 1 000 (660–1 400) (див. табл. 3). За оцінками, найбільш постраждалими регіонами в Україні були Донецька, Київська, Дніпропетровська та Львівська області: вони мали приблизно 430, 410, 280 та 230 щорічних смертей відповідно (Рисунок 3).

Інші наслідки для здоров'я від викидів вугільних електростанцій у 2019 році — 6 800 дітей, хворих на бронхіт, 68 000 днів із симптомами астми та бронхіту у дітей, 3 000 госпіталізацій, 800 000 втрачених робочих днів і 5 300 000 лікарняних днів, 400 пологів із малою масою тіла новонароджених та 2 100 нових випадків хронічного бронхіту у дорослих.

У 2019 році 8 із 20 електростанцій перевищили граничні норми викидів (табл. 1 та 2). Якби норм дотримувалися на всіх станціях, можна було б уникнути приблизно 2 300 смертей (табл. 4).

У 2019 році приблизна приведена вартість соціальних витрат, пов'язаних із супутнім медичним обслуговуванням, зниженням економічної продуктивності та зниженням рівня добробуту, склала 8,4 млрд євро (довірчий інтервал 95%: від 5,5 до 11,2 млрд євро), з них 3,2 млрд євро (від 2,1 до 4,3 млрд євро) — в Україні та 5,1 млрд євро (від 3,4 до 6,9 млрд євро) — в інших країнах (табл. 5). Викиди, що перевищують граничні норми, спричинили економічні збитки на суму приблизно 3,7 млрд євро або майже 50% від загального обсягу.

За оцінками, 8,7 мільйона людей в Україні та поза її межами піддаються такому рівню впливу викидів вугільних електростанцій, що перевищує рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я щодо якості повітря, навіть не враховуючи сукупного впливу, спричиненого разом з іншими джерелами викидів.

Таблиця 1. Вугільні електростанції України з найбільшим рівнем викидів у 2019 році, тонн²

Назва станції	SO ₂	NO _x	PM (TSP)
Бурштинська ТЕС	190,371	16,757	47,495
Курахівська ТЕС	96,160	12,449	39,113
Запорізька ТЕС	68,825	21,830	4,193
Вуглегірська ТЕС	62,229	7,768	6,961
Слов'янська ТЕС	44.805	7,611	6,741
Ладизинська ТЕС	39,905	5,409	4.903
Зміївська ТЕС	37,659	3.575	15,389
Придніпровська ТЕС	32,617	6,481	3,696
Трипільська ТЕС	32,483	5,422	17,758
Добротвірська ТЕС	23,701	3,665	3,742
Луганська ТЕС	21,702	5,985	16,764
Криворізька ТЕС	20,840	5,572	4,342
Калуська ТЕЦ	10,599	612	2,354
Чернігівська ТЕЦ	5,782	1,305	1,869
Дарницька ТЕЦ	4,572	2,131	2,665
Черкаська ТЕЦ	4,488	7,804	3,626
Харківська ТЕЦ-2	3,241	1,258	2,817
Миронівська ТЕЦ	2,753	454	219
Краматорська ТЕЦ	1,966	685	1,891
Сумська ТЕЦ	598	345	829

² Джерело даних: звітність України щодо великих спалюючих установок згідно статті 72 Директиви 2010/75/ЄС <http://cdr.eionet.europa.eu/ua/eu/energycommunity/>

Таблиця 2. Вугільні електростанції України, що перевищили норми викидів у 2019 році (перевищення норм у тоннах)

Назва станції	SO ₂	NO _x	PM (TSP)
Бурштинська ТЕС	131,564	10,804	41,452
Вуглегірська ТЕС	62,099	0	562
Курахівська ТЕС	47,992	8,028	20,244
Слов'янська ТЕС	12,967	2,792	6,471
Калуська ТЕЦ	9,337	344	2,101
Придніпровська ТЕС	8,022	0	0
Добротвірська ТЕС	4,264	1,110	552
Харківська ТЕЦ-2	3,241	1,258	2,817

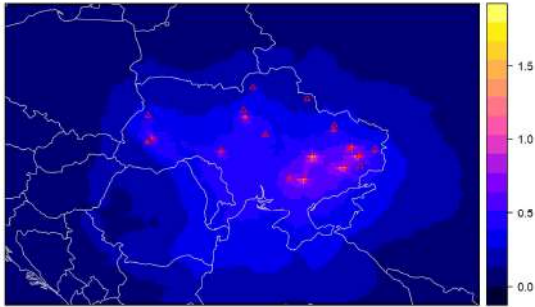
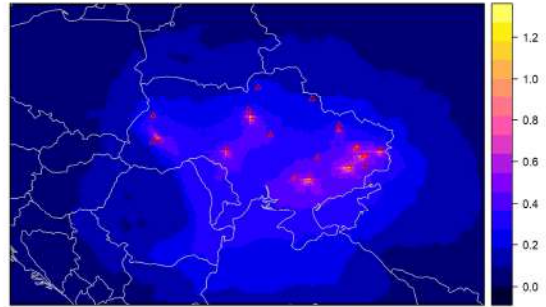
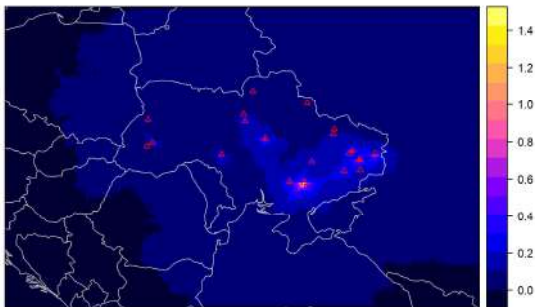
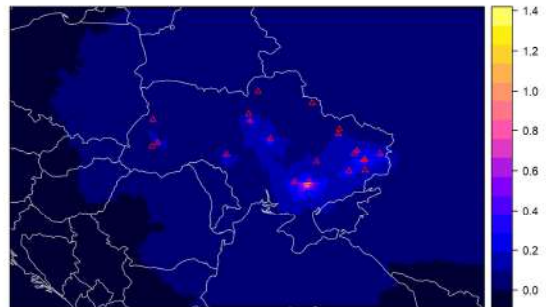
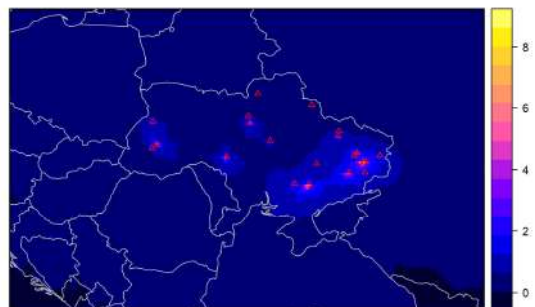
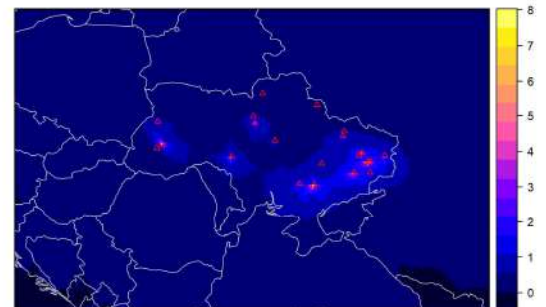
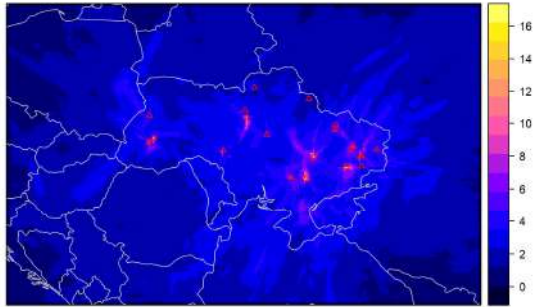
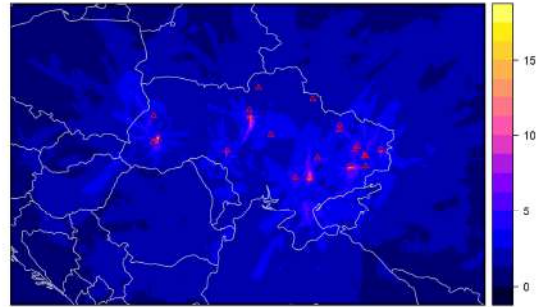
Середньорічна концентрація $PM_{2.5}$ від викидів 2018 рокуСередньорічна концентрація $PM_{2.5}$ від викидів 2019 рокуСередньорічна концентрація NO_2 від викидів 2018 рокуСередньорічна концентрація NO_2 від викидів 2019 рокуСередньорічна концентрація SO_2 від викидів 2018 рокуСередньорічна концентрація ге SO_2 від викидів 2019 року

Рисунок 1. Середньорічні концентрації $PM_{2.5}$, NO_2 та SO_2 від змодельованих станцій у 2018 та 2019 роках.

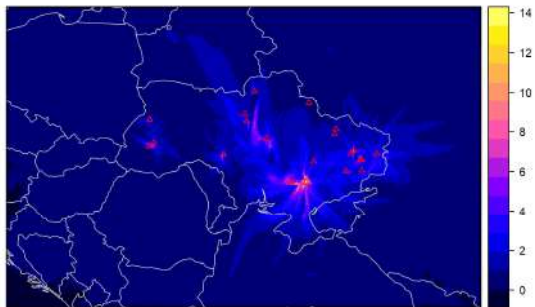
Максимальна добова концентрація $PM_{2.5}$ від викидів 2018 року



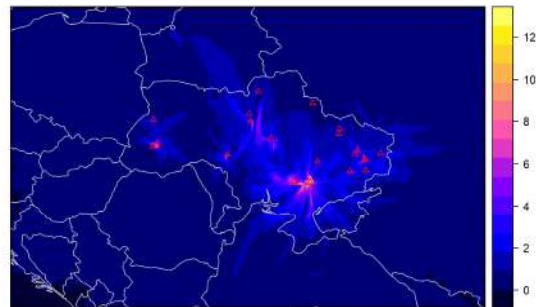
Максимальна добова концентрація $PM_{2.5}$ від викидів 2019 року



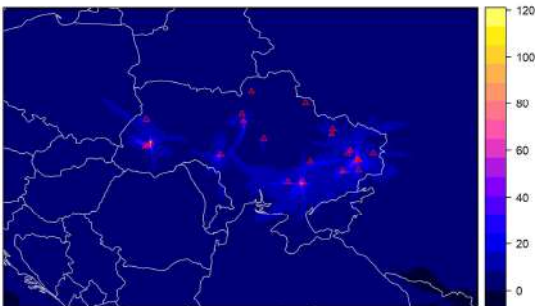
Максимальна добова концентрація NO_2 від викидів 2018 року



Максимальна добова концентрація NO_2 від викидів 2019 року



Максимальна добова концентрація SO_2 від викидів 2018 року



Максимальна добова концентрація SO_2 від викидів 2019 року

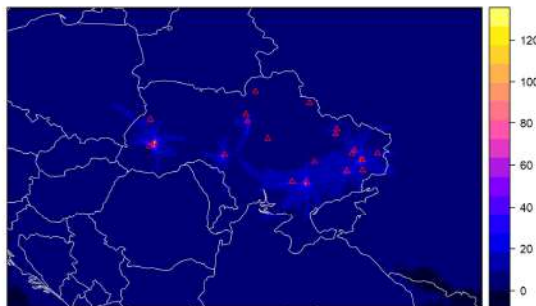


Рисунок 2. Максимальна добова концентрація $PM_{2.5}$, NO_2 та SO_2 від змодельованих станцій у 2018 та 2019 роках.

Таблиця 3. Вплив викидів українських електростанцій на здоров'я у 2019 році

Причина	Забрудник	Україна	ЄС	Інші регіони	Разом
Дні, коли проявляється астма, у дітей з астмою	PM ₁₀	30,364 (6,578–54,694)	23,378 (5,064–42,110)	14,649 (3,173–26,386)	68,391 (14,815–123,190)
Бронхіт у дітей	PM ₁₀	3,046 (0–6,886)	2,297 (0–5,191)	1,498 (0–3,386)	6,841 (0–15,463)
Госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на серцево-судинних захворюваннях	PM _{2.5}	574 (108–1,043)	488 (92–887)	261 (49–474)	1,323 (249–2,404)
Пологи з малою масою тіла новонароджених	PM _{2.5}	153 (48–266)	137 (42–237)	108 (34–188)	398 (124–691)
Смертність, усі причини	усі	2,690 (1,730–3,598)	1,315 (855–1,746)	1,023 (662–1,363)	5,028 (2,347–6,707)
Госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на захворюваннях дихальних шляхів	усі	755 (0–1,487)	516 (0–1,070)	303 (0–619)	1,574 (0–3,176)
Дні обмеженої активності	PM _{2.5}	2,450,792 (2,195,356–2,755,710)	1,761,030 (1,577,485–1,980,131)	1,113,939 (997,837–1,252,530)	5,325,761 (4,770,678–5,988,372)
Втрачені робочі дні	PM _{2.5}	197,681 (168,166–226,998)	389,458 (331,311–447,217)	210724 (179262–241976)	797,862 (678,739–916,191)

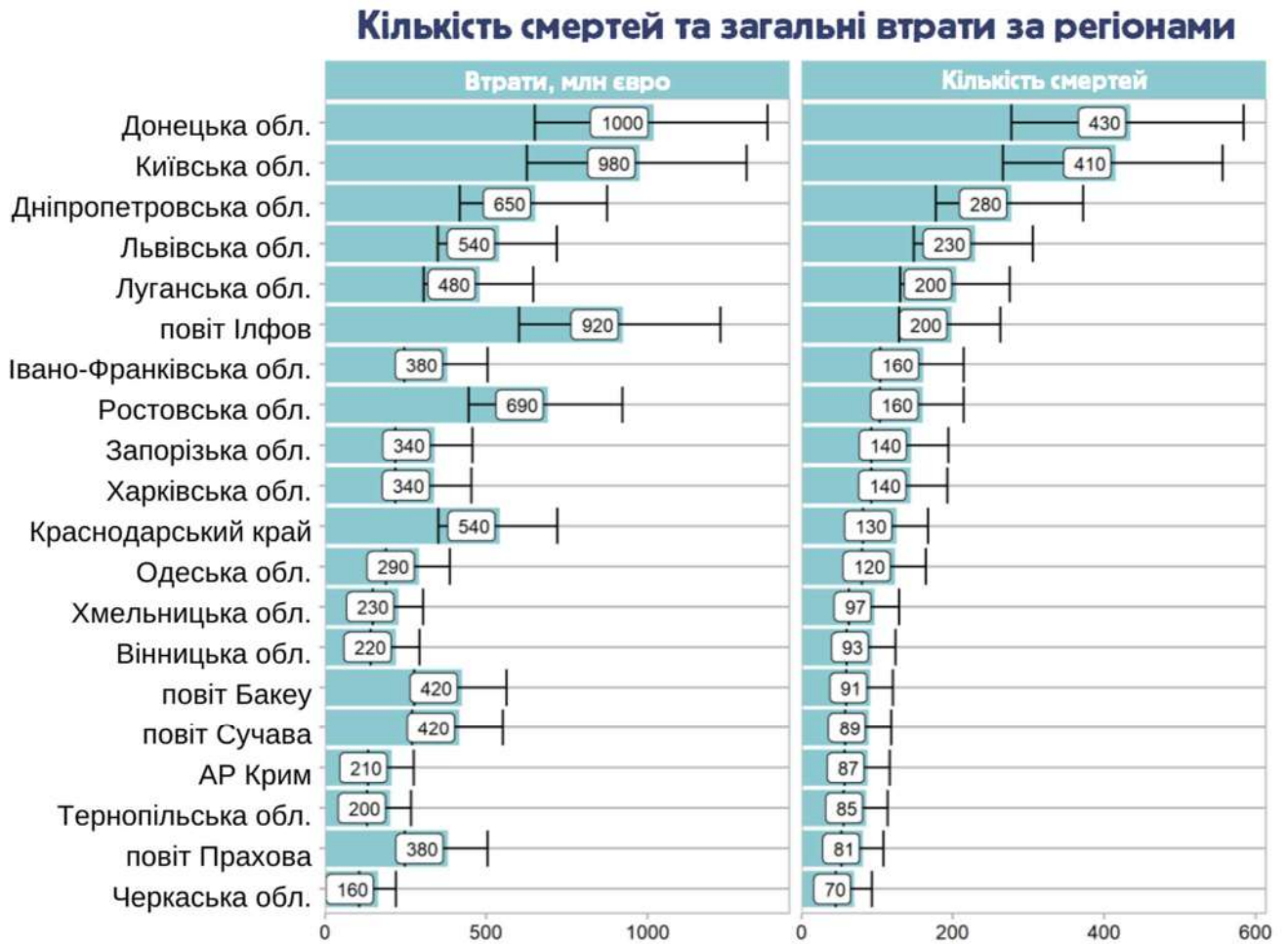
Таблиця 4. Вплив на здоров'я та втрати, яких можна було б уникнути у 2019 році у разі дотримання норм, разом по усіх країнах

Причина	Забрудник	Кількість випадків, яких вдалося б уникнути у 2019	Довірчий інтервал 95%	Втрати, млн євро	Довірчий інтервал 95%
Дні, коли проявляється астма, у дітей з астмою	PM ₁₀	32,196	6,974–57,993	0.6	0.13–1.09
Бронхіт у дітей	PM ₁₀	3,207	0–7,248	0.84	0–1.90
Госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на серцево-судинних захворюваннях	PM _{2.5}	623	117–1,132	0.63	0.12–1.14
Пологи з малою масою тіла новонароджених	PM _{2.5}	184	57–319	-	-
Смертність, усі причини	усі	2,252	1,459–2,999	3,699	2,398–4,923
Госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на захворюваннях дихальних шляхів	усі	710	0–1,449	0.70	0–1.43
Дні обмеженої активності	PM _{2.5}	2,475,801	2,217,758–2,783,831	82	73.4–92.1
Втрачені робочі дні	PM _{2.5}	383,239	326,020–440,076	23	19.6–26.5

Таблиця 5. Загальна кількість померлих та економічні втрати, пов'язані з українськими вугільними електростанціями, за регіонами та країнами, у 2019 році

Країна/Регіон	Кількість померлих (медіана)	Кількість померлих (довірчий інтервал 95%)	Загальні втрати, млн євро (медіана)	Загальні втрати, млн євро (довірчий інтервал 95%)
Україна	2 690	1 730–3 598	3,211	2 068–4 291
ЄС27, зокрема:	1 315	855–1 746	3,294	2 152–4 359
<i>Румунія</i>	534	347–710	1 277	832–1 692
<i>Польща</i>	325	211–431	857	560–1 133
<i>Угорщина</i>	153	100–204	393	257–520
<i>Болгарія</i>	124	81–165	240	157–318
<i>Словаччина</i>	55	36–73	142	93–188
<i>Чехія</i>	38	25–50	119	78–156
<i>Австрія</i>	29	19–39	120	79–157
<i>Хорватія</i>	28	18–37	65	43–86
<i>Литва</i>	20	13–26	56	37–74
Інші регіони, зокрема:	1 023	662–1 363	1 943	1 260–2 584
<i>Росія</i>	615	397–820	1 352	875–1 799
<i>Молдова</i>	170	110–226	208	135–276
<i>Білорусь</i>	132	86–176	221	144–294
<i>Сербія</i>	68	44–90	111	73–147
<i>Боснія і Герцеговина</i>	17	11–22	23	15–31
<i>Косово</i>	11	7–15	12	8–16
Разом	5 028	3 247–6 707	8 449	5 480–11 234

Рисунок 3. Розподіл смертності та втрат за регіонами



Рекомендації щодо політики

Приведення роботи парку теплових електростанцій України у відповідність з нормами викидів — це суттєва можливість покращити стан здоров'я населення та економіки.

Оператори вугільних електростанцій мають дотримуватись дозволів на викиди в атмосферу та мінімізувати шкідливий вплив своєї діяльності на здоров'я населення та довкілля.

Це має стосуватися всіх енергоблоків, які продовжать працювати після 2023 року, коли заплановано синхронізацію енергосистеми України з європейською континентальною енергетичною мережею ENTSO-E. Дотримання цієї необхідної вимоги має бути передумовою для продовження експлуатаційних дозволів.

Іншою вимогою дозвільного органу до операторів великих спалювальних установок має бути встановлення систем безперервного моніторингу викидів (CEMS) та автоматична передача даних CEMS до центрального сховища для всіх установок, які подають заявки на продовження дозволів після 2023 року.

Найбільш рентабельне скорочення викидів для всіх основних забруднювачів (PM₁₀, SO₂, NO_x) може бути досягнуте завдяки комплексному підходу, який передбачає зміну структури виробництва електроенергії, диспетчерську оптимізацію керування енергосистемою, а також модернізацію та поступове виведення з експлуатації вугільних потужностей.

Національний орган з регулювання енергетики, оператор системи передачі та Міністерство енергетики України повинні створити умови для розвитку чистих відновлюваних джерел енергії, зокрема вітрової та сонячної, забезпечити доступ до електромереж та сприятливу законодавчу та регуляторну основу для втілення проектів зі створення гнучких потужностей для балансування змінного характеру сонячної та вітрової генерації.

Європейська Комісія та Секретаріат Енергетичного Співтовариства мають пріоритетувати переговори з урядом України щодо імплементації Директиви про промислові викиди та виконання Національного плану скорочення викидів від великих спалювальних установок (НПСВ). Ці питання мають бути ключовими, оскільки інтеграція українського енергетичного сектора в енергетичний ринок ЄС може бути значно ускладнена у разі імпорту надзвичайно брудної електроенергії від українських вугільних ТЕС до країн ЄС.

Методологія

Викиди

Моделювання якості повітря базується на офіційних даних про викиди по установках від колишнього Міністерства енергетики та вугільної промисловості України за 2018 та 2019 роки (Міністерство енергетики 2019, 2021). Звітування про викиди містить і вказівку на точне місце розташування джерел.

Ми також розробили сценарій, згідно з яким усі електростанції дотримуються своїх граничних норм викидів на 2019 рік згідно НПСВ. У цьому сценарії викиди кожної установки та кожного забруднювача були прийняті за мінімум зареєстрованих викидів у 2019 році та за граничну норму 2019 року.

Зафіксовані загальні викиди твердих частинок не диференційованих за складом (TSP) були використані для оцінки викидів PM_{10} за допомогою співвідношення $PM_{10}:TSP$ як 54/80 та викидів $PM_{2.5}$ за допомогою співвідношення $PM_{2.5}:PM_{10}$ як 24/54, виходячи з коефіцієнтів викидів Агенції з охорони довкілля США AP-42 за замовчуванням для електрофільтрів у вугільних енергетичних котлах.

Атмосферне моделювання

Вплив викидів 2018 та 2019 років на якість повітря та здоров'я було розраховано за допомогою атмосферної хімічної транспортної моделі для європейського регіону, розробленої в рамках Метеорологічного синтезуючого центру «Захід» Європейської програми моніторингу (EMEP MSC-W) Конвенції про трансграничне забруднення повітря на далекі відстані (CLRTAP). Код моделі (версія з відкритим вихідним кодом rv4.33) та необхідні пакети вхідних даних були надані EMEP MSC-W та Норвезьким метеорологічним інститутом. Ці вхідні дані охоплюють базовий кадастр викидів за 2015 рік, що містить дані про викиди з усіх секторів та місць розташування джерел. Спершу цей кадастр був змінений шляхом забезпечення того, що викиди сектора електроенергії в кадастрі будуть щонайменше такими ж, як зареєстровані викиди від українських вугільних електростанцій у кожній комірці географічної сітки, і модель була запущена з цим зміненим базовим кадастром, щоб отримати результати щодо базової якості повітря. Потім було проведено моделювання шляхом віднімання викидів від електростанцій за різними сценаріями від викидів за базовим кадастром та порівняння розрахованих концентрацій забрудників повітря із базовими результатами для розрахунку впливу досліджуваних електростанцій на якість повітря.

Моделювання були проведені з використанням офіційно зареєстрованих викидів за 2018 та 2019 роки, а також модифікованих викидів за 2019 рік, з припущенням, що жодна установка не перевищила граничних норм викидів за цей рік.

Вплив на здоров'я

Вплив на здоров'я від змін у концентраціях забруднюючих речовин у різних сценаріях оцінювався відповідно до рекомендацій ВООЗ (2013) щодо оцінки впливу на здоров'я забруднення повітря в Європі, реалізованих у доповіді «Темна хмара Європи» (Huscher et al., 2017).

Вплив на здоров'я внаслідок збільшення концентрації $PM_{2.5}$, порівняно з базовою моделлю без викидів вугільної енергетики, було виміряно шляхом оцінки результуючого впливу на населення на основі мережевих даних по кількості населення з високою роздільною здатністю за 2015 рік від CIESIN (2017) та з подальшим застосуванням рекомендацій ВООЗ HRAPIE (2013) щодо оцінки впливу на здоров'я, реалізованих у Huescher et al. (2017). Кількісна оцінка передчасних пологів була здійснена на основі співвідношення «концентрація-реакція», встановленого Trasande et al. (2016). Базові показники смертності за різними причинами та віковими групами для України та сусідніх країн були отримані з даних ВООЗ, наведених у доповіді «Глобальний тягар хвороб» (GBD 2017), а базові показники передчасних пологів — з Chawanpaiboon et al. (2019) (табл. 6).

Важливо зазначити, виміряний нами вплив на здоров'я не охоплює наслідки від прямого впливу SO_2 , але викиди SO_2 є основним чинником впливу на здоров'я з боку $PM_{2.5}$ через утворення в атмосфері сульфатних вторинних мікрочасток пилу.

Таблиця 6. Коефіцієнти ризику (КР), що використовуються для оцінки впливу на здоров'я, для зміни середньорічної концентрації забруднювачів на 10 мкг/м3

Вплив	Забрудник	КР: медіана	КР: нижня межа	КР: верхня межа
бронхіт у дітей	PM10	1.08	0.98	1.19
симптоми астми у дітей, хворих на астму	PM10	1.028	1.006	1.051
випадки хронічного бронхіту у дорослих	PM10	1.117	1.04	1.189
віддалена смертність, усі причини	PM _{2.5}	1.062	1.04	1.083
госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на серцево-судинних захворюваннях	PM _{2.5}	1.0091	1.0017	1.0166
госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на захворюваннях дихальних шляхів	PM _{2.5}	1.019	0.9982	1.0402
дні обмеженої активності (застосовується до населення непрацездатного віку)	PM _{2.5}	1.047	1.042	1.053
втрачені робочі дні	PM _{2.5}	1.046	1.039	1.053
симптоми бронхіту у дітей, хворих на астму	NO ₂	1.021	0.99	1.06
госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на захворюваннях дихальних шляхів	NO ₂	1.018	1.0115	1.0245
віддалена смертність, усі причини ³	NO ₂	1.055	1.031	1.08
госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на захворюваннях дихальних шляхів	NO ₂	1.0015	0.9992	1.0038
передчасні пологи	PM _{2.5}	1.15	1.07	1.16

³ Щоб уникнути можливого дублювання із впливом PM_{2.5} на смертність, визначеним ВООЗ (2013), 2/3 смертей від NO₂ включено до медіани загальної кількості передчасних смертей, а також до нижньої межі довірчого інтервалу, а повна смертність включена до верхньої межі довірчого інтервалу.

Економічні втрати

Забруднення повітря викликає цілий ряд негативних наслідків для здоров'я: хронічні респіраторні захворювання, госпіталізація, передчасні пологи та інші наслідки для здоров'я призводять до збільшення витрат на охорону здоров'я; економічна продуктивність знижується або через хворобу та непрацездатність, або через те, що працівник повинен брати лікарняний для догляду за хворою дитиною чи іншим залежним членом сім'ї; а скорочення ймовірної тривалості життя та підвищений ризик смерті через забруднення повітря призводять до втрати добробуту постраждалими.

Оцінка економічних втрат через вплив на здоров'я, розрахована у цьому звіті, була здійснена на основі методології та оцінки, використаних у звіті Європейської агенції захисту довкілля (ЕЕА 2014) «Втрати від забруднення атмосферного повітря європейськими промисловими об'єктами у 2008–2012 рр.», із врахуванням передчасних пологів на основі втрат, оцінених Trasande et al. (2016). Втрати були конвертовані в ціни 2018 року шляхом врахування інфляції (дефлятор ВВП) у ЄС, а потім — економічних умов різних країн. Коригування здійснювалось за допомогою ВВП ПКС для впливів, які оцінюються на основі готовності до витрат (напр., смертність), ВВП у ринкових цінах — для впливів на продуктивність праці (напр., втрата робочих днів), та рівня цін (дефлятор ВВП) — для витрат на охорону здоров'я (напр., госпіталізація). Вплив на смертність коригувався за допомогою еластичності доходу 0,8 відповідно до рекомендацій ОЕСР (2012), а інші впливи — за допомогою одиничної еластичності.

Оцінка різних впливів основних забруднювачів повітря на здоров'я наведена у таблиці 7.

Таблиця 7. Оцінка впливу на здоров'я (на основі ЕЕА 2014)

Вплив та забруднювач	Оцінка в ЄС, євро, ціни 2005 року	Оцінка в Україні, євро, ціни 2019 року
віддалена смертність, усі причини, PM _{2.5}	2,200,000	1,160,000
госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на серцево-судинних захворюваннях, PM _{2.5}	2,200	740
госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на захворюваннях дихальних шляхів, PM _{2.5}	2,200	740
лікарняні дні, непрацездатне населення, PM _{2.5}	42	22.1
втрачені робочі дні, PM _{2.5}	130	18.5
постнеонатальна смертність, PM10	3,300,000	1,740,000
бронхіт у дітей, PM10	588	198
симптоми астми у дітей, хворих на астму, PM10	42	14.1
випадки хронічного бронхіту у дорослих, PM10	53,600	28,200
симптоми бронхіту в дітей, хворих на астму, NO ₂	588	198
госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на захворюваннях дихальних шляхів, NO ₂	2,200	740
короткострокова смертність, усі причини, озон	2,200,000	1,160,000
госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на серцево-судинних захворюваннях, озон	2,200	740
госпіталізація в лікарні, що спеціалізуються на захворюваннях дихальних шляхів, озон	2,200	740
віддалена смертність, усі причини, NO ₂	2,200,000	1,160,000

Використані джерела

Alparslan U 2021: Turkey, Ukraine and Western Balkan countries compete for top spot in coal power air pollution in Europe. Ember. <https://ember-climate.org/commentary/2021/05/25/coal-power-air-pollution/>

Lifting Europe's Dark Cloud: How Cutting Coal Saves Lives. Published by European Environmental Bureau, HEAL, WWF, CAN Europe and Sandbag, February 2017. <https://eeb.org/library/lifting-europes-dark-cloud-how-cutting-coal-saves-lives/>

Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) - Columbia University 2018. Gridded Population of the World, Version 4 (GPWv4): Population Density Adjusted to Match 2015 Revision UN WPP Country Totals, Revision 11. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). <https://doi.org/10.7927/H4F47M65>.

Chawanpaiboon, S., Vogel, J.P., Moller, A.B., Lumbiganon, P., Petzold, M., Hogan, D., Landoulsi, S., Jampathong, N., Kongwattanakul, K., Laopaiboon, M., Lewis, C., Rattanakanokchai, S., Teng, D.N., Thinkhamrop, J., Watananirun, K., Zhang, J., Zhou, W., Gülmezoglu, A.M. 2019. Global, regional, and national estimates of levels of preterm birth in 2014: a systematic review and modelling analysis. Lancet Glob Health 7(1):e37-e46. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30451-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30451-0).

Dadvand, P. et al. 2013. Maternal Exposure to Particulate Air Pollution and Term Birth Weight: A Multi-Country Evaluation of Effect and Heterogeneity. Environmental Health Perspectives. https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.1289/ehp.1205575?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%3dpubmed.

Europe Beyond Coal 2020. European Coal Plant Database. <https://beyond-coal.eu/data/>

European Environment Agency (EEA) 2008. Air pollution from electricity-generating large combustion plants. An assessment of the theoretical emission reduction of SO₂ and NO_x through implementation of BAT as set in the BREFs. EEA Technical report No 4/2008.

European Environment Agency (EEA) 2014. Costs of air pollution from European industrial facilities 2008–2012 — an updated assessment. EEA Technical report No 20/2014. <https://www.eea.europa.eu/publications/costs-of-air-pollution-2008-2012>

Jones, D., Huscher, J., Myllyvirta, L., Gierens, R., Flisowska, J., Gutmann, K., Urbaniak, D. & Azau, S. 2016. Europe's Dark Cloud: How coal-burning countries are making their neighbours sick. https://env-health.org/IMG/pdf/dark_cloud-full_report_final.pdf

Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2017 (GBD 2017) Results. Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2018. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>.

Huscher, J., Myllyvirta, L., Gierens, R. 2017. Modellbasiertes Health Impact Assessment zu grenzüberschreitenden Auswirkungen von Luftschadstoffemissionen europäischer Kohlekraftwerke. Umweltmedizin - Hygiene - Arbeitsmedizin Band 22, Nr. 2 (2017) <https://www.ecomed-umweltmedizin.de/archiv/umweltmedizin-hygiene-arbeitsmedizin-band-22-nr-2-2017>

Ministry of Energy of Ukraine 2019. Reporting data for 2018 on the implementation of the National Emissions Reduction Plan for Large Combustion Plants. https://cdr.eionet.europa.eu/ua/eu/lcp_ied/envxppjxw/

Ministry of Energy of Ukraine 2021. UA 2019 Reporting Data Review on the NERP from LCPs_UPDATED IN MARCH 2021. https://cdr.eionet.europa.eu/Converters/ua/eu/energycommunity/envyfjctq/UA%202019%20Reporting%20Data%20Review%20on%20the%20NERP%20from%20LCPs_UPDATED%20IN%20MARCH%202021/manage_document

Nedellec, V. & Rabl, A. 2016. Costs of Health Damage from Atmospheric Emissions of Toxic Metals: Part 2-Analysis for Mercury and Lead. Risk Analysis 36(11):2096-2104. <https://dx.doi.org/10.1111/risa.12598>.

OECD 2012. Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies. <https://doi.org/10.1787/9789264130807-en>.

Trasande, L., Malecha, P. & Attina, T.M. 2016. Particulate Matter Exposure and Preterm Birth: Estimates of U.S. Attributable Burden and Economic Costs. Environmental Health Perspectives 124:12. <https://doi.org/10.1289/ehp.1510810>.

World Health Organization (WHO) 2013. Health risks of air pollution in Europe-HRAPIE project. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf?ua=1.