

УДК 517:339.9

DOI <https://doi.org/10.32689/maup.it.2022.4.4>

Ольга КОВАЛЬЧУК

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри прикладної математики, Західноукраїнський національний університет, вул. Львівська, 11, Тернопіль, індекс 46004 (olhakov@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-6490-9633

Степан БАБІЙ

Старший викладач кафедри економічної кібернетики та інформатики, Західноукраїнський національний університет, вул. Львівська, 11, Тернопіль, індекс 46004 (babijstepan@ukr.net)

ORCID: 0000-0001-5052-2702

Михайло КАСЯНЧУК

доктор технічних наук, професор, професор кафедри кібербезпеки, Західноукраїнський національний університет, вул. Львівська, 11, Тернопіль, індекс 46004 (kasyanchuk@ukr.net)

ORCID: 0000-0002-4469-8055

Olha KOVALCHUK

Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Applied Mathematics, West Ukrainian National University, 11 Lvivska str., Ternopil, Ukraine, postal code 46004 (olhakov@gmail.com)

Stepan BABII

Senior Lectures at the Department of Economic Cybernetics and Informatics, West Ukrainian National University, 11 Lvivska str., Ternopil, Ukraine, postal code 46004 (babijstepan@ukr.net)

Mykhailo KASIANCHUK

Doctor of Technical Science, Professor, Professor at the Department of Cyber Security, West Ukrainian National University, 11 Lvivska str., Ternopil, Ukraine, postal code 46004 (kasyanchuk@ukr.net)

Бібліографічний опис статті: Ковальчук, О., Бабій, С., Касянчук, М. (2022). Модель оцінювання ефектів цінового шоку ринку природного газу ЄС за умов припинення експорту російського газу. *Інформаційні технології та суспільство*, 4 (6), 27–33. DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2022.4.4>

Bibliographic description of the article: Kovalchuk, O., Babii, S., Kasianchuk, M. (2022). Model ocynuvannya efektyv cinovogo shoku rinku prirodnogo gazu v YeS v umovah vidmovi vid rosijskogo importu [Assessing model for effects of price shock on the natural gas market]. *Informatsiini tekhnolohii ta suspilstvo – Information technology and society*, 4 (6), 27–33. DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2022.4.4>

МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВ ЦІНОВОГО ШОКУ РИНКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЄС ЗА УМОВ ПРИПИНЕННЯ ЕКСПОРТУ РОСІЙСЬКОГО ГАЗУ

Сучасна криза європейської індустрії природного газу, спричинена наслідками пандемії COVID-19, екстремальними погодними умовами та повномасштабним вторгненням росії в Україну, актуалізувала проблему перетворення даних в корисну інформацію та знання, які можуть надати вагому підтримку при прийнятті ефективних рішень з питань забезпечення сталого збалансованого ринку скрапленого природного газу (СПГ) в системі енергетичної безпеки ЄС. В роботі зроблено спробу виміряти сукупний ефект від припинення експорту російського природного газу до країн ЄС. У роботі отримано попередні оцінки відносної величини та стійкості цінового шоку (потрясіння) на скрапленій природний газ після раптового припинення постачання російського газу до країн ЄС. У зв'язку з відсутністю аналогічних прецедентів застосовано модельний підхід. Побудовано математичну модель для оцінювання впливу раптової відмови від російського газу на економічну діяльність ЄС. Наші оцінки є лише першим наближенням наслідків для виробництва країн ЄС, однак отримані результати можуть надати важливу інформацію для ведення ефективної економічної політики країн ЄС та прийняття оптимальних рішень у сфері забезпечення сталого енергетичного розвитку країн ЄС. Зокрема, наші дослідження ілюструють способи адаптації ресурсів до шоків пропозиції на рівні країн-членів ЄС. Наприклад, перехід на альтернативні внутрішні або міжнародні поставки, заміна альтернативними видами енергії з врахуванням еластичності заміщення ресурсів, перерозподіл виробництва та стимулювання інновацій для забезпечення стійкості виробничих процесів до економічних потрясінь. Встановлено, що розмір ринку, що постраждав від шоку пропозиції, є головною детермінантою впливу на внутрішню сукупну діяльність.

Ключові слова: енергетична безпека, природний газ, ціновий шок, російський газ, ЄС, математична модель.

ASSESSING MODEL FOR EFFECTS OF PRICE SHOCK ON THE NATURAL GAS MARKET

The modern crisis in the European natural gas industry is caused by the consequences of the Covid-19 pandemic, extreme weather conditions, and a full-scale invasion of Russia into Ukraine updated the problem of data conversion into useful information and knowledge that could provide significant support for effective decisions- making on issues ensure stabled liquefied natural gas market in the energy safety system of the EU. The attempt to estimate the cumulative effect of the termination export of Russian natural gas to the countries of the EU is presented in this article. Preliminary estimations of the relative measure and stability of the price shock for liquefied natural gas after the sudden termination of the Russian gas supply to the EU countries were obtained. Due to the lack of similar precedents, a model approach was applied. The mathematical model to assess the impact of a sudden cessation of Russian gas exports on the EU from Russian gas on the economic activity of the EU was built. The received estimates are only the first-round approximation of the consequences for the production of the EU countries. However, the obtained results can provide essential information for conducting the economic policy of the EU countries and making effective decisions in the area of ensuring sustainable energy development of the EU countries. In particular, our research illustrates ways of adapting resources to supply shocks at the level of the EU member state, for example, switching to alternative domestic or international supplies, or substitution with alternative types of energy. It is offered to take into account/consider the cross-elasticities of substitution among inputs, redistribution of production, reallocating production, and stimulating innovation to ensure the resilience of production processes to economic shocks. The value of the market was affected by the supply shock is the major determinant of the impact on domestic aggregate activity is established.

Key words: energy security, natural gas, price shock, Russian gas, EU, mathematical model.

Вступ. Вторгнення Росії в Україну в 2022 році спричинило дестабілізацію світового енергетичного ринку, а його наслідки можуть суттєво загострити глобальну енергетичну кризу. Одним із ключових пріоритетів забезпечення енергетичної безпеки країн є зниження рівня монопольної залежності від постачання енергоносіїв. Європейський Союз прагне поступово позбутися залежності від російського викопного палива шляхом підвищення диверсифікації енергопостачання, прискорення розгортання відновлюваних джерел енергії та економії споживання енергії.

Метою роботи є розробка математичної моделі для попередньої наближеної оцінки цінового шоку на скрапленій природний газ у країнах ЄС у разі раптового припинення постачання російського газу.

Наукова новизна. Вперше побудовано наближену математичну модель оцінювання впливу цінового шоку на скрапленій природний газ для країн ЄС за умов раптової відмови від споживання російського газу. Досліджено ефекти на рівні країн-членів ЄС у перспективі на 1 рік.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Моделюванням ефектів економічних шоків є предметом досліджень низки науковців, зокрема [1; 2]. Зростання геополітичної напруженості через війну в Україні призвело до збільшення кількості спроб оцінити потенційні економічні наслідки антиросійських санкцій, зокрема в енергетичній промисловості. Р. Бахман та ін. отримали оцінки сукупних ефектів постачання від припинення експорту російського природного газу до Німеччини [3]. Д. Амаглобелі та ін. провели аналіз можливих стратегій фіскальної політики для пом'якшення соціальних потрясінь в енергетичній сфері при збереженні цін і коригуванні попиту [4]. ДіБелла та ін. використали багатосекторну модель часткової рівноваги попиту та виявили середній ефект ВВП для країн ЄС [5]. Інші дослідження більше зосереджені на аналізі імпорту енергоносіїв з Росії і пошуку неоднорідних наслідків для різних країн, що відображають відмінності між ними [2; 3; 6; 7; 8].

Результати останніх досліджень свідчать, що економіка часто має більшу здатність пристосовуватися до шоків пропозиції факторів виробництва, ніж це передбачається з інженерного погляду на виробництво [3; 9; 10; 11]. Однак недостатньо вивчено можливі сценарії поширення шоків пропозиції в економіці. Наші дослідження ілюструють способи адаптації до шоків пропозиції ресурсів на рівні країн-членів ЄС.

Основна частина. Ринок природного газу ЄС достатньо інтегрований, але існують потенційні суперечності в разі припинення імпорту російського газу. Неросійський імпортерний газовий потенціал ЄС становить 257 млрд. кубометрів, що надходить через трубопровід, і до 232 млрд. кубометрів скрапленого природного газу (СПГ) на рік [12]. Річне споживання СПГ країнами ЄС складає приблизно 400 млрд. кубометрів [13]. У 2021 році з 232 млрд. кубометрів загального обсягу імпорту СПГ було використано лише 31% [14]. Останнім часом його використання значно зросло і у квітні 2022 року досягло свого максимуму, який склав 53% річних [1]. Німеччина є найбільшим споживачем природного газу і найбільше залежить від російського газу серед країн ЄС [15].

Загалом, повне припинення постачання природного газу з Росії спричинило б безпрецедентний шок європейської газової інфраструктури. Незважаючи на те, що наявні запаси природного газу зі сховищ дали б домогосподарствам, фірмам і урядам деякий час для пристосування, існує висока невизначеність щодо потенційно вузьких місць газової інфраструктури ЄС, політичних рішень та регулювання цін [16].

Методологія дослідження. Було зроблено припущення щодо повного і постійного припинення експорту російського природного газу до країн ЄС. Загальний обсяг російського експорту природного газу у країни ЄС у 2021 році склав 155 млрд кубометрів, з яких близько 13,2 млрд кубометрів – у формі СПГ [1]. Припускаємо, що російський експорт СПГ буде перенаправлений в інші країни, і цей аспект не враховуємо як частину потрясіння постачання газу. Таким чином, величина шоку постачання газу $\Delta \log E$ становить 142 млрд. кубометрів, тобто приблизно -16,8% відносно загального ринку СПГ в ЄС (табл. 1). Розмір чистого шоку пропозиції відносно європейського ринку становить – 34,7%.

Таблиця 1

Оцінки шоку постачання у разі відмови від російського природного газу

Загальний експорт російського газу до ЄС (2021)	-155 млрд куб
Російський експорт СПГ (2021), перенаправлений в інші країни	+13,2 млрд куб
Розмір шоку пропозиції	-141,8 млрд куб
Обсяг ринку природного газу ЄС	409 млрд куб
Шок пропозиції газового ринку ЄС	-34,7%

Цінова еластичність попиту та пропозиції природного газу

Ключовим компонентом обчислення взаємозалежності ціни та обсягів є еластичність попиту та пропозиції за ціною. Відносна зміна попиту та пропозиції на ринку природного газу під впливом відносної зміни ціни визначає еластичність попиту та пропозиції. Еластичність суттєво відрізняється в різних секторах (промисловість, домогосподарства, енергетика, інші сектори) економіки ЄС [17]. Припускаємо однорічну короткострокову перспективу і використовуємо короткострокову еластичність.

В ЄС на природний газ припадає майже 30% споживання енергоресурсів. Існує суттєва неоднорідність між країнами-членами та секторами. Природний газ переважно використовується для виробництва тепла у побутовому та промисловому секторах і відносно менше в транспортному секторі (рис. 1).

Використовуємо галузеві оцінки еластичності, які є поширеними в літературі (табл. 2). Переходячи від найнижчої до найвищої еластичності попиту, виробництво природного газу демонструє найбільш нееластичний попит. Наприклад, важко замінити природний газ у виробництві азотних добрив та деяких інших нафтохімічних процесах. Еластичність попиту вища в енергетичному секторі, оскільки природний газ можна замінити іншими видами викопного палива, але залишається обмеженою в найближчій перспективі. Крім того, природний газ є основним паливом для виробництва електроенергії, необхідної, щоб компенсувати перебої у використанні відновлюваних джерел енергії. Сектор домогосподарств має найвищу цінову еластичність попиту, оскільки від споживання природного газу можна відмовитися або певною мірою раціоналізувати його. У деяких випадках також можна замінити іншим видом палива найближчим часом.

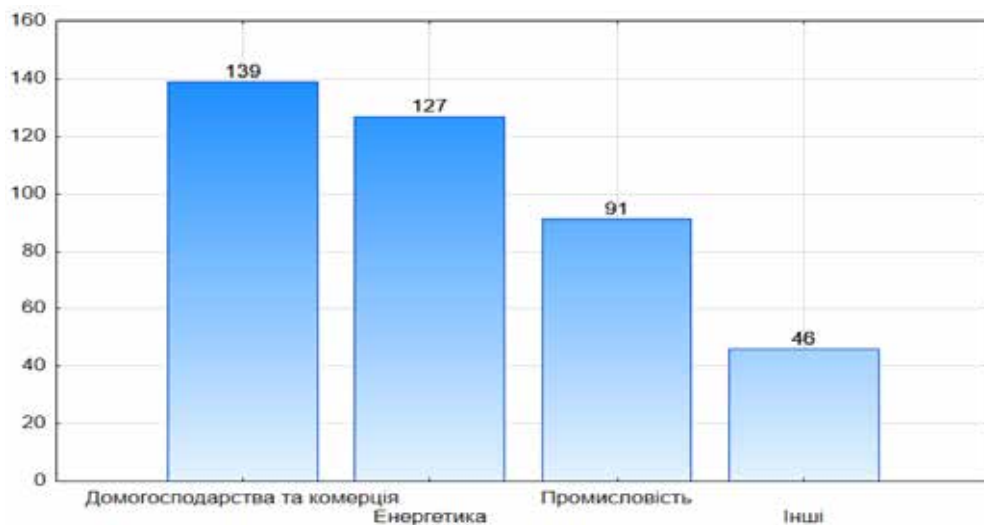


Рис. 1. Споживання природного газу країнами ЄС за секторами, млрд. кубометрів [17]

Таблиця 2

Цінова еластичність попиту на природний газ за секторами: [18, 19, 20, 21]

Сектор	Еластичність попиту за власною ціною	Частка споживання природного газу в ЄС (%)
Промисловість	0,084	23
Домогосподарства	0,24	34
Енергетика	0,136	32
Інші сектори	0,22	11

Наші дослідження фокусується на 12-місячній перспективі, тому ми використали ізоеластичну функцію пропозиції для природного газу з локальною ціною еластичністю 0,06 [22].

Модель оцінювання цінового шоку на скрапленій природний газ після раптового припинення постачання російського газу до країн ЄС

Для кількісного оцінювання цінового шоку на СПГ розглянуто ізоеластичність попиту та пропозиції для ринку природного газу. Для кожного сектора n (домогосподарства, промисловість та виробництво електроенергії) і кожної країни k логарифмічне відхилення ринкової ціни від рівноважної до удару складає:

$$\bar{Q}_{nk}^v = -E_n^v \bar{P} + \varepsilon_{nk}^v, \tag{1}$$

де \bar{Q}^v – попит, E^v – цінова еластичність попиту, \bar{P} – фактична ціна на природний газ, ε^v – похибка.

Пропозиція є функцією цінової еластичності пропозиції, ціни та похибки:

$$\bar{Q}^s = E^s \bar{P} + \varepsilon^s, \tag{2}$$

де \bar{Q}^s – пропозиція, E^s – цінова еластичність пропозиції, \bar{P} – фактична ціна на природний газ, ε^s – похибка.

У стані рівноваги \bar{Q}^v (агрегована по секторах і країнах) дорівнює різниці обсягів пропозиції скрапленого природного газу та обсягів газу, що зберігається. Визначимо вплив зміни обсягів газу, що зберігається:

$$\bar{Q}^s - \lambda \Delta s = \bar{Q}^v \tag{3}$$

де Δs – зміна запасів газу у стаціонарному стані λ .

Рівноважна ціна є функцією шокової пропозиції і цінової еластичності попиту та пропозиції:

$$\bar{P} = -\frac{\varepsilon^v - \varepsilon^s + \lambda(\bar{s} - s)}{E^v + E^s}, \tag{4}$$

де $\Delta s = \bar{s} - s$, \bar{s} історичне середнє обсягів споживання скрапленого природного газу.

За відсутності потрясінь попиту ε^v і за умови сталих обсягів зберігання (сталим потрясінням і початковим рівнем запасів не вище середнього) отримаємо:

$$\bar{P} = -\frac{\varepsilon_s}{E^v + E^s}, \tag{5}$$

де E^v є зваженою оцінкою середнього значення еластичності на рівні окремого сектора.

Вартість обсягів чистого імпорту природного газу за 2021 рік обчислено шляхом множення різниці між споживанням природного газу та обсягами виробництва [23] за середньорічною європейською референтною ціною на природний газ TTF (віртуального майданчика для торгівлі природним газом у Нідерландах) (рис. 2) [16]. Для обчислення часток витрат використано значення номінального валового національного продукту (ВНП) [24].

Вплив ціни на природний газ розраховано на основі рівняння (5) для країн ЄС для мінімальної та зваженої еластичності (табл. 3). Ціни розраховані на основі ціни на природний газ TTF за перший квартал 2022 року. Таким чином, зафіксовано зростання цін, яке відбулося напередодні військового вторгнення росії в Україну. На це зростання, серед іншого, вплинув низький рівень обсягів наповнення природним газом європейських газосховищ «Газпромом» з врахуванням ефектів очікування.

Таблиця 3

Залежність цін на природний газ у країнах ЄС від припинення споживання російського газу

	Еластичність	Логарифм цін, у %	Рівень цін	Зростання ціни, у %	Ціна (дол./м³)
1	Зважена	1,54	4,7	367,4	150,6
2	Мінімальна	2,41	11,1	1010,8	357,9



Рис. 2. Графік цін TTF на природний газ в ЄС по місяцях 2021 року [16]

На основі цінового ефекту отримано скориговані обсяги споживання природного газу і виробництва з використанням рівнянь (1) і (2). Чистий імпорт природного газу для нового сталого стану обчислено як різницю скоригованих обсягів виробництва газу від скоригованого споживання.

Обчислено частку витрат на імпорт природного газу від обсягів внутрішнього споживання ВВП (загальні фінансові витрати домогосподарств, фірм та урядів, у тому числі на споживання та інвестиції) у 12-місячній перспективі. Витрати на імпорт природного газу розраховано як добуток обчисленого чистого імпорту газу на його розрахункові ціни. Далі витрати на імпорт природного газу поділено на прогнозований Міжнародним валютним фондом [12] обсяг щодо номінального ВВП на 2022 рік [1]. Номінальний обсяг внутрішнього ВВП приймається як стала величина, а ефекти зворотного зв'язку упускаються. Однак скорочення обсягів внутрішнього споживання ВВП, ймовірно, компенсується надзвичайно високою інфляцією у 2022 році. У таблиці 4 відображено витрати частки імпорту природного газу в обсягах внутрішнього споживання ВВП країн ЄС. Зміна частки витрат на імпорт природного газу для країн-членів коливається від 7,4 до 20,8 відсотка.

Таблиця 4

Макроекономічні наслідки відмови від російського природного газу для ЄС

	Еластичність	Скориговане споживання країнами ЄС, млрд. куб.	Частка витрат на імпорт (2021), у %	Частка витрат на імпорт (після потрясіння), у %	Зміна частки витрат
1	Зважена	265,1	1,4	8,8	7,4
2	Мінімальна	264	1,4	22,2	20,8

Ми оцінили економічні наслідки від можливого припинення постачання російського газу у країни ЄС на однорічну перспективу (табл. 5). Наш підхід не передбачає оцінювання вузьких місць інфраструктури та політики щодо надзвичайних ситуацій, що можуть фрагментувати ринки в деяких країнах. Також не враховано побічні ефекти попиту, що може подвоїти отримані оцінки.

Таблиця 5

Економічні наслідки для ЄС припинення постачання російського природного газу

	Еластичність	Оцінки, у %	Шок пропозиції як частка споживання, у %	Цінова еластичність попиту	Скоригований чистий імпорт (млрд. м ³)	Зростання ціни, %
1	Зважена	-1,38	-34,5	0,170	265	367
2	Мінімальна	-2,65	-34,5	0,084	282	1011

Оцінки для окремих країн також значно відрізняються залежно від величини еластичності попиту (табл. 6).

Таблиця 6

Економічні наслідки припинення постачання російського природного газу для країн-членів

Еластичність	Зважена	Мінімальна	Еластичність	Зважена	Мінімальна
Австрія	-1,00	-2,09	Італія	-2,09	-3,94
Бельгія	-1,64	-3,14	Латвія	-1,51	-3,00
Болгарія	-1,88	-4,01	Литва	-1,96	-3,45
Хорватія	-2,24	-4,55	Люксембург	-0,73	-1,35
Чехія	-1,82	-3,41	Мальта	-1,22	-2,65
Данія	-0,35	-0,76	Нідерланди	-1,89	-4,02
Естонія	-0,72	-1,40	Польща	-1,84	-3,73
Фінляндія	-0,37	-0,84	Португалія	-1,04	-2,27
Франція	-0,77	-1,40	Румунія	0,08	0,73
Німеччина	-1,29	-2,44	Словаччина	-2,55	-4,64
Греція	-1,44	-2,87	Словенія	-0,69	-1,60
Угорщина	-3,36	-6,29	Іспанія	-1,15	-2,45
Ірландія	-0,84	-1,82	Швеція	-0,11	-0,22
ЄС	-1,38			-2,65	

Відмінності між країнами відображають різні частки витрат на газ в економіці та галузевий склад споживання газу країнами. Оцінки за припущення низької еластичності попиту є більш негативними.

Якщо уряд прийме рішення компенсувати вплив цін і повністю нівелювати попит домогосподарств, потрясіння буде посилено для промисловості. У такому разі сектор виробництва електроенергії буде мати на 50–66% меншу еластичність попиту, ніж для домашніх господарств. Нехай всі сектори мають однакову цінову еластичність. Як константу обрано цінову еластичність попиту промислового сектору (-0,08), що є найнижчою серед усіх галузей. Це припущення дало змогу отримати числові результати, близькі до результатів для нульової еластичності сектору домогосподарств ЄС.

Отримані оцінки не враховують довгострокові наслідки для потенційного виробництва від погіршення стану державних фінансів. Побутова захищеність означає захист домогосподарства лише від перебоїв у постачанні. При цьому більшість країн регулюють ціни на СПГ, надаючи домогосподарствам стимули для зниження споживання.

Висновки. Побудовано математичну модель для оцінювання впливу раптової відмови від російського газу на економічну діяльність ЄС. Отримані оцінки є попередніми та наближеними, однак можуть надати актуальну інформацію урядам країн-членів ЄС щодо зменшення негативного економічних ефектів. Зокрема, наслідки потрясіння можна зменшити, якщо уряди приймуть рішення замінити газ іншими видами енергії чи альтернативними джерелами, ініціювати економію газу або сприяти його видобутку всередині країни. Подальший аналіз передбачає оцінювання економічних наслідків для країн, які інтегровані в глобальний ринок СПГ, але не входять у ЄС.

Список використаних джерел:

- Albrizio, S., Bluedorn J., Koch, C., Pescatori, A., & Stuermer, M. (2022). Market Size and Supply Disruptions: Sharing the Pain of a Potential Russian Gas Shut-off to the European Union. IMF Working Paper, No. WP/22/143.
- Baqae, D., & E. Farhi E. (2019). Networks, Barriers, and Trade. Working Paper 26108. National Bureau of Economic Research.
- Bachmann, R., Baqae, D., Bayer, C., Kuhn M., Loschel, A., Peichl, A., Pittel, K., Moll, B., & Schularick, M. (2022). What if? The economic effects for Germany of a stop of energy imports from Russia. ECONtribute Policy Brief 28.
- Amaglobeli, D., Hanedar, E., Hong, G., & Thevenots, C. (2022). Fiscal Policy for Mitigating the Social Impact of High Energy and Food Prices". IMF Notes 2022/001.
- DiBella, G., Flanagan, M., Foda, K., Maslova, S., Pienkowski, A., Stuermer, M., & Toscani, F. (2022). Natural Gas in Europe. The Potential Impact of Disruptions to Supply". IMF Working Paper.
- Langot, F., & Tripiet F. (2022). Le Cout d'un Embargo sur les Energies Russes pour les Economies Europeennes [The Cost of an Embargo on Russian Energy for European Economies]. Observatoire Macro du CEPREMAP 2. [in French].
- Chepeliev, M., Hertel, T., & D. van der Mensbrugge (2022). Cutting Russia's Fossil Fuel Exports: Short-term pain for long-term pain. VoxEU Blog.
- European Central Bank (2022). Staff Macroeconomic Projections for the Euro Area. Tech. rep. European Cenral Bank.
- Carvalho, V. M., Nirei, M., Saito, Y. U., & Tahbaz-Salehi A. (2021). Supply chain disruptions: Evidence from the Great East Japan Earthquake. *The Quarterly Journal of Economics*, 136.2, 1255–1321.
- Gholz, E. and L. Hughes (2021). Market structure and economic sanctions: the 2010 rare earth elements episode as a pathway case of market adjustment. *Review of International Political Economy*, 28.3, 611–634.

11. Ilzetzki, E. (2022). Learning by necessity: Government demand, capacity constraints, and productivity growth. Working Paper. London School of Economics.
12. *System Development Map. European Network of Transmission System Operators*. European Network of Transmission System Operators for Gas (ENTSOG) (2022). ENTSOG.
13. International Energy Agency (2022). A 10-Point Plan to Reduce the European Union's Reliance on Russian Natural Gas. International Energy Agency, Paris.
14. Kpler (2022). LNG dataset. Kpler.
15. Kovalchuk, O., Shynkaryk, M., Berezka, K, Babala, L., Chopyk P., & Basisty P. (2022). Data Mining Tools for Analysis of Dependence of Gas Consumption of the Gas Price for Housholds of the EU Memberd-States. *12th International Conference "Advanced Computer Information Technologies"* (pp. 267-271). Spišská Kapitula, Slovakia.
16. EU Natural Gas 2021. (2022). *Trading Economics*. Retrieved from <https://tradingeconomics.com/commodity/eu-natural-gas>.
17. Share of natural gas final consumption by sector. (2019). IEA. Retrieved from <https://www.iea.org>.
18. Andersen, T. B., O. B. Nilsen, & Tveteras, R. (2011). How is demand for natural gas determined across European industrial sectors? *Energy Policy*, 39.9, 5499-5508.
19. Asche, F, Nilsen, O. B., and R. Tveteras (2008). Natural gas demand in the European household sector. *The Energy Journal*, 29.3.
20. Serletis, A., Timilsina, G. R., & Vasetsky, O. (2010). Interfuel substitution in the United States. *Energy Economics*, 32.3, 737-745.
21. Labandeira, X., Labeaga, J. M., & Lopez-Otero X. (2017). A meta-analysis on the price elasticity of energy demand. *Energy Policy*, 102, 549-568.
22. Krichene, N. (2002). World crude oil and natural gas: a demand and supply model. *Energy economics*, 24.6, 557-576.
23. Summer Supply Outlook. European Network of Transmission System Operators for Gas. Eurostat (2022). Database. Eurostat, Brussels. Retrieved from <https://www.entsog.eu>.
24. World Economic Outlook Database (2022). (Retrieved on June 3). International Monetary Fund, Washington DC. Retrieved from <https://www.imf.org>.