

Україна

## НАДАННЯ ПІДТРИМКИ УКРАЇНІ У РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я

Переклад технічного звіту Європейського центру з  
профілактики та контролю захворювань

“Прогнозовані вихідні параметри COVID-19 в ЄС/ЄЕЗ і  
Сполученому Королівстві для оцінки впливу деескалації  
заходів”

Червень 2020

## Контакти:

Керівник проекту

Предраг Дюріч, MD, PhD

Тел.: +380 44 425 43 54

Електронна пошта:

[Predrag.Duric@gfa-group.de](mailto:Predrag.Duric@gfa-group.de)

## Україна

# НАДАННЯ ПІДТРИМКИ УКРАЇНІ У РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я

Прогнозовані вихідні параметри COVID-19  
в ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві  
для оцінки впливу деескалації заходів

Підготовлено Європейським центром  
з профілактики та контролю захворювань

## Адреса

Офіс Проекту GFA у Києві, Україна

04071, Київ, вул. Ярославська 41



Уряд України взяв на себе серйозні зобов'язання щодо впровадження порядку денного реформування, керуючись Угодою про асоціацію Європейського Союзу (ЄС) з 2017 року. Угода про асоціацію зобов'язує Україну співпрацювати в економічних, судових та фінансових реформах для наближення її політик та законодавства до тих, що в ЄС. ЄС надає Україні політичну та фінансову підтримку, доступ до досліджень та знань та пільговий доступ до ринків ЄС. Україна є пріоритетним партнером у Східному партнерстві ЄС. Угода про асоціацію між ЄС та Україною визначає законодавство та практику у сфері громадського здоров'я як пріоритетний напрямок гармонізації.

Загальна мета Проекту Підтримка України у розвитку сучасної системи громадського здоров'я це підтримка модернізації та розвитку стійкої системи громадського здоров'я, яка здатна забезпечити стандарти профілактики та контролю захворювань відповідно до законодавства, вимог та практики ЄС.

Пандемія COVID-19, що виникла на початку 2020 року, є безпрецедентним викликом для систем громадського здоров'я у світі, включаючи Україну. Це також виявило багато недоліків у системах громадського здоров'я. Європейський центр контролю та профілактики захворювань, як провідна установа ЄС у сфері громадського здоров'я, постійно здійснює моніторинг ситуації та готує на основі доказів керівні принципи та їхнє оновлення. Ці вказівки, вже перекладені на українську мову, можуть допомогти українським професіоналам успішно реагувати на пандемію.



Європейський  
центр  
з профілактики та  
контролю  
захворювань

**Технічний звіт  
Європейського центру  
з профілактики та  
контролю захворювань**

**Прогнозовані вихідні параметри COVID-19  
в ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві  
для оцінки впливу деескалації заходів**

**26 травня 2020 року**

**Основні положення**

Після масштабного розповсюдження атипової пневмонії (SARS-CoV-2) в країнах ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві, яке тривало протягом декількох тижнів, у квітні або на початку травня 2020 року епідемія COVID-19 в більшості країн досягла свого піку. Відтоді у деяких країнах спостерігається стабільне зниження кількості зареєстрованих випадків захворювання, з поступовим наближенням до рівня передачі інфекції, який було зафіксовано протягом першого тижня після спалаху. У зв'язку з цим зниженням рівня інфікування і поліпшенням даних епідеміологічного нагляду та потенціалу служб охорони здоров'я, низка країн вирішила припинити застосування певних нефармацевтичних заходів, і зараз планує поступово згорнути свою політику «самоізоляції».

Для більш ефективного аналізу розвитку епідемії серед населення в часі, складання прогнозів та інформування осіб, які приймають рішення в галузі охорони здоров'я, про заходи втручання, можна використати математичне моделювання передачі інфекції COVID-19. Це особливо корисно для оцінки заходів у сфері охорони здоров'я, зокрема, для розуміння очікуваного впливу їхнього здійснення або скасування на показники, пов'язані з передачею захворювання. Підхід на основі математичного моделювання також дозволяє кількісно оцінити невизначеність, пов'язану з цими оцінками і прогнозами. У цьому звіті представлена динамічна сегментна модель COVID-19. Вона покликана сформулювати короткостроковий 30-денний прогноз очікуваної кількості випадків інфікування COVID-19, смертей і госпіталізації (включаючи лікарняні палати загального профілю і відділення інтенсивної терапії) на основі низки припущень. У цьому першому аналізі



базовий сценарій відповідає «статусу-кво», в рамках якого всі заходи контролю, запроваджені 2 травня 2020 року, будуть продовжені до кінця прогнозованого періоду (7 червня 2020 року). Модель побудована на основі епідеміологічних і наукових даних, наявних на момент публікації. У міру надходження нової інформації і епідеміологічних даних очікується зміна результатів аналізу.

Модель була розроблена в ЄЦПКЗ і застосована на національному рівні для країн ЄС/ЄЗ і Сполученого Королівства. В рамках тлумачення прогнозів математичних моделей для нових захворювань необхідно пам'ятати про основні припущення, обмеження і невизначеності, обумовлені прогалинами в наукових знаннях та наявних даних. Обговорюються невід'ємні джерела невизначеності і обмеження прийнятого тут підходу до математичного моделювання, і їх слід враховувати під час інтерпретації результатів та проведення порівнянь з іншими математичними моделями передачі інфекції COVID-19.

Оцінка ризику, пов'язаного з епідемією COVID-19, і застосованих або запланованих стратегій реагування повинна ґрунтуватися на комплексному аналізі з урахуванням існуючих невизначеностей, конкретної епідеміологічної ситуації у кожній країні і результатів моделювання відповідно до нових наукових даних. Подальша робота у цій галузі спрямована на сприяння обміну даними і оперативного прогнозування на основі підходу, побудованого на «комплексному моделюванні». Цей підхід об'єднує у собі прогнози, отримані за допомогою різних математичних моделей, з метою вдосконалення одно-модельного прогнозу, пропонуючи більш точні прогнози тенденцій розвитку епідемії і уточнюючи невизначеності, пов'язані з цими прогнозами.

## Вступ

Збудником поточної пандемії COVID-19 є вірус SARS-CoV-2. У більшості випадків коронавіруси передаються через великі краплі з дихальних шляхів та під час прямого контакту людини з людиною, хоча висловлюють припущення і щодо інших способів передачі інфекції (наприклад, повітряно-крапельним, фекально-оральним шляхом і через інфіковані предмети). Наразі специфічного лікування або вакцини проти COVID-19 не існує. Пацієнти з важкою формою захворювання потребують лікування у лікарні, а особи у критичному стані – у реанімації, де їм найчастіше проводять вентиляцію легень. Більш детальну інформацію про останні наукові розробки див. у документі ЄЦПКЗ «Експрес-оцінка ризику коронавірусної хвороби 2019 року» (COVID-19) в ЄС/ЄЗ і Сполученому Королівстві (дев'ятий випуск, опублікований 23 квітня 2020 року) [1].

У березні 2020 року всі країни ЄС/ЄЗ і Сполучене Королівство у відповідь



на епідемію атипової пневмонії (SARS-CoV-2) запровадили низку нефармацевтичних заходів. Після зниження рівня поширення вірусу, деякі країни почали поступово пом'якшувати заходи охорони здоров'я, а інші країни оголосили про намір їх скасувати або послабити у найближчому майбутньому [1].

До теперішнього часу для вивчення багатьох аспектів пандемії COVID-19, включаючи основні епідеміологічні характеристики вірусу (наприклад, основне репродуктивне число ( $R_0$ ), інкубаційний період, передача вірусу до прояву симптомів, сезонність), а також динаміку передачі SARS-CoV-2 та ефект нефармацевтичних заходів впливу використовувалися математичні моделі [2,3]. Зокрема, органи охорони здоров'я низки країн ЄС/ЄЕЗ і Сполученого Королівства використовували математичне моделювання для прогнозування траєкторії спалаху COVID-19 у своїх країнах і оцінки фактичного репродуктивного числа з огляду на час,  $R(t)$  [4-8]. Крім того, кілька академічних груп опублікували математичні моделі, присвячені динаміці передачі інфекції COVID-19 у Європі [9-12].

У цьому звіті описується математична модель, розроблена ЄЦПКЗ, і представлено 30-денні прогнози для 30 країн ЄС/ЄЕЗ і Сполученого Королівства, а також припущення і невизначеності, властиві цій моделі. В контексті цього звіту модель не передбачає жодних змін у існуючому комплексі заходів, запроваджених у державах-членах. Прогнози моделі і дані, на які вона була відкалібрована, слід інтерпретувати з обережністю; зокрема, слід звернути увагу на особливості епідемії у кожній країні, такі як відмінності між системами епідагляду, визначення випадків інфікування COVID-19, національна політика тестування, що застосовується в ході епідемії, і рівень ефективного здійснення заходів реагування. Через цю неоднорідність представлені прогнози не підходять для прямого порівняння країн, але їх можна використовувати для отримання інформації про потенційні майбутні тенденції у передачі інфекції COVID-19 в країнах ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві.

## Опис моделі

### Структура моделі

Для того, щоб представити динаміку поширення інфекції SARS-CoV-2 і хвороби COVID-19 у країнах ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві, ЄЦПКЗ розробив стратифіковану за віком коміркову модель, засновану на диференціальних рівняннях, яку можна застосовувати на рівні країн. Модель носить детермінований характер і моделює дискретні етапи часу протягом одного дня. Модель включає в себе результати чотирьох основних нефармацевтичних заходів втручання.

Природну історію розвитку COVID-19 представлено у вигляді припущення



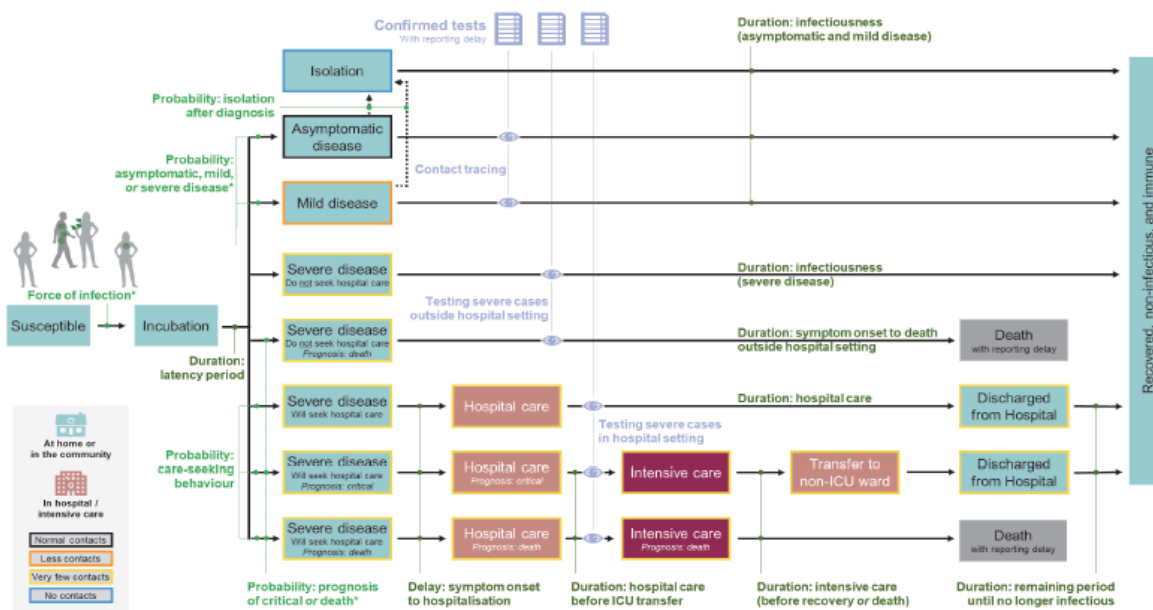
про те, що люди можуть проходити наступні взаємовиключні етапи хвороби: сприйнятливість до інфекції, схильність до впливу, безсимптомний перебіг хвороби, легкий перебіг хвороби, важкий перебіг хвороби, критичний перебіг хвороби, одужання і смерть від ускладнень, пов'язаних з COVID-19 (різні відтинки моделі представлені на рис. 1).

Після інфікування атиповою пневмонією SARS-CoV-2 люди переходять в поверхневу (або інкубаційну чи латентну) фазу, коли передбачається, що вони інфіковані, але ще не заразні. Після цієї поверхневої фази інфікована людина отримує прогноз щодо безсимптомного, легкого, важкого або критичного перебігу захворювання чи можливої смерті від ускладнень, пов'язаних з COVID-19, виходячи з імовірностей, пов'язаних з віком. Передбачається, що тривалість інфікування пацієнтів з безсимптомним і легким перебігом хвороби однакова. Особи, у яких спостерігається розвиток тяжкої або критичної форми захворювання (включаючи осіб, у яких прогнозується можлива смерть), можуть звернутися по допомогу в лікарню і їх госпіталізують через певний період після прояву симптомів, або ж, в якості альтернативи, вони можуть не звертатися по допомогу і лікуватися амбулаторно (наприклад, у будинках для людей похилого віку). Осіб, у яких розвивається критична форма захворювання під час перебування в стаціонарі, можуть переводити у відділення інтенсивної терапії (ВІТ), де вони можуть або повністю одужати (після переведення у звичайну лікарняну палату і подальшої виписки), або померти від ускладнень, пов'язаних з COVID-19. Передбачається, що в осіб, які одужали, виробляється імунітет до повторної інфекції; це припущення може бути переглянуте, якщо з'явиться додаткова інформація про імунітет. Детальна презентація моделі представлена в Додатку 4, де міститься опис моделі динамічної передачі ЄЦПКЗ.

Тестування і діагностика населення може здійснюватися через а) госпіталізацію пацієнтів з важкою або критичною формою хвороби, б) тестування пацієнтів з важкою або критичною формою хвороби амбулаторно, або с) виявлення легких та безсимптомних випадків за допомогою тестування або відстеження контактів. Особи з безсимптомним або легким перебігом захворюванням можуть перейти на етап ізоляції після проходження тестування та постановки діагнозу шляхом відстеження контактів. Крім структурування популяції за взаємовиключними етапами захворювання, модель структурує її за віком, оскільки, за оцінками, кілька процесів, пов'язаних із захворюванням (наприклад, ймовірність розвитку важкої і критичної форми захворювання) пов'язані з віком. У цій моделі визначено дев'ять вікових категорій з використанням груп по 10 років (0-10 років, 10-20 років... 70-80 років, і старше 80 років).



Рисунок 1. Огляд комірок моделі



Імовірність того, що чутлива людина буде інфікована у певний момент часу, залежить від властивості вірусу інфекційності і від того, наскільки ймовірно, що чутлива людина контактуватиме із заразною людиною. Ми припускаємо, що ймовірність контакту чутливої людини з людиною у тяжкому або критичному стані нижча, ніж з людиною у легкому або безсимптомному стані, але що під час контакту із зараженою особою сприйнятливість до інфекції не залежить від віку. Однак середня кількість контактів людини залежить від її віку, і може бути знижена за допомогою не фармацевтичних заходів втручання.

На сьогоднішній день в модель включено чотири основних не фармацевтичних заходи із соціального дистанціювання:

- скасування масових зібрань (заборона на зібрання понад 50 осіб)
- закриття будь-яких громадських місць (включаючи ресторани, розважальні заклади, магазини, у яких продаються речі не першої необхідності, часткове або повне припинення руху громадського транспорту тощо)
- рекомендації залишатися вдома для населення загалом (які несуть добровільний характер або не контролюються)
- накази залишатися вдома для населення загалом (які контролюються і можуть називатися «карантином»).

У цю першу версію моделі не включено деякі не фармацевтичні заходи втручання, оскільки поточна структура моделі не включає в себе схему контактів. Не включено наступні заходи втручання: а) конкретні заходи з дотримання соціальної дистанції для груп ризику (наприклад, літніх людей)





і b) закриття навчальних закладів. Планується подальший розвиток моделі з метою включення цих заходів втручання/закриття навчальних закладів (у міру необхідності). Дані про заходи реагування сформовано на підставі інформації, наявної в офіційних відкритих джерелах станом на 2 травня 2020 року. Включено лише заходи, які застосовуються на національному рівні; слід зазначити, що, хоча дати запровадження і оприлюднення заходів взято з офіційних джерел, можливо, мали місце затримки з їх реалізацією.

Ефективність заходів реагування у вигляді дотримання соціальної дистанції (в плані скорочення контактів між людьми), які були реалізовані у кожній країні, калібрується в процесі узгодження моделі. Автори моделі виходять з того, що заходи з дотримання соціальної дистанції мають однаковий ефект для всіх вікових груп. Відносно деяких заходів дотримання соціальної дистанції (рекомендації «залишатися вдома» і накази «залишатися вдома») також враховується затримка до того, як вони досягнуть максимальної ефективності.

Більш детальна інформація про поточні заходи, пов'язані з COVID-19, міститься в останній експрес-оцінці ризику коронавірусної хвороби (COVID-19) в ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві (дев'ятий випуск, опублікований 23 квітня 2020 р.) [1].

## Невизначеність моделі

Нижче описано вплив трьох різних джерел невизначеності (параметричної, структурної та сценарної невизначеності). Перевага математичних моделей, побудованих на основі даних і низки припущень, полягає в тому, що вони дозволяють кількісно оцінити цю невизначеність.

### Параметрична невизначеність

Параметрична невизначеність – це невизначеність параметрів, необхідних для побудови моделі. Вона може включати в себе параметри, пов'язані з інфекцією (наприклад, сприйнятливість до зараження), природний анамнез захворювання (наприклад, як швидко у людей проявляються симптоми після зараження), а також передачу інфекції (наприклад, поведінкові фактори) і параметри, пов'язані з управлінням системою охорони здоров'я (наприклад, лабораторний потенціал для підтвердження біологічної діагностики). Невизначеність щодо цих параметрів може бути викликана декількома факторами, такими як їхня внутрішня варіабельність, упередженість обстеження, помилки під час взяття зразків і вимірювань. У моделі цю проблему вирішено шляхом застосування заданих діапазонів для кожного вхідного параметра на основі біологічної правдоподібності з огляду на наукову літературу або конкретні дослідження.

Таким чином, узгодивши модель з емпіричними даними, такими як підтвержені випадки COVID-19, смертельні випадки і, по можливості,



кількість госпіталізованих пацієнтів (тобто нові випадки госпіталізації, щоденна кількість пацієнтів, госпіталізованих у даний час, нові випадки госпіталізації у ВІТ і щоденна кількість пацієнтів, госпіталізованих у ВІТ) дозволяє оцінити, які значення невідомих параметрів дозволяють моделі дати оптимальне уявлення про те, як складалася ситуація до сьогоднішнього дня. Цей процес також відомий як «калібрування моделі». Рекомендується не вибирати одне значення для кожного параметра, а запускати модель для низки різних конфігурацій. Це називається «аналізом невизначеності» і ілюструється заштрихованими стрічками навколо проєкцій моделі. Модель узгоджено з даними одночасно 31 країни в рамках бейєсовського аналізу Монте-Карло з ланцюгами Маркова (МСМС). Загалом передбачається, що біологічні параметри є глобальними (не варіюються в залежності від країни), в той час як поведінкові параметри, включаючи ефективність заходів реагування, різняться залежно від країни.

Ця модель відкалібрована на основі даних про підтвержені випадки інфікування COVID-19 і смертності по кожній країні ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівству на основі епідеміологічного вивчення, проведеного ЄЦПКЗ у базі даних щодо COVID-19, яка оновлюється щодня, а також є загальнодоступною [13]. Після систематичного огляду веб-ресурсів по всіх країнах ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівству включено наявні щоденні дані про госпіталізацію пацієнтів з COVID-19 у терапевтичні відділення та відділення інтенсивної терапії (більш детальна інформація про джерела даних наведена в Додатку 3). Оскільки дані з лікарень дуже цінні для зменшення невизначеності, постійно робляться зусилля з моніторингу даних, доступних широкому загалу, і оновлення моделі найбільш підходящими даними.

### Структурна невизначеність

На прогнози моделі впливають зроблені припущення про те, як інфекційне захворювання впливає на населення, і яким чином населення можна розділити за категоріями по різних станах перебігу захворювання (які відповідають коміркам у моделі), що залежать від природної історії розвитку хвороби, а також від поведінки, орієнтованої на медичне обслуговування. Це називається «структурною невизначеністю» моделі. Для оцінки структурної невизначеності з одними і тими ж даними було узгоджено кілька варіантів моделі (які варіюються в залежності від структури комірок) підвищеної складності. Оптимальним підходом для урахування структурної невизначеності є офіційне порівняння з іншими моделями, що моделюють ті ж результати, тобто захворюваність або смертність.



## Невизначеність сценарію

Одним з видів використання моделей є надання підтримки особам, які приймають рішення, з оцінкою різних варіантів систем охорони здоров'я шляхом моделювання різних сценаріїв, що містять цілу низку невід'ємних припущень і невизначеностей. В контексті COVID-19 будь-який сценарій містить невизначеності щодо майбутніх політичних рішень і поведінки населення. Незважаючи на цю невизначеність, все ще можливо використовувати модель для серії простих сценаріїв, щоб допомогти особам, які приймають рішення, представити актуальні знання та їхні обмеження шляхом використання всієї наявної ключової інформації.

У цьому першому аналізі базовий сценарій відповідає «статусу-кво», при якому всі контрольні заходи, які вживаються станом на 2 травня 2020 року, буде продовжено до кінця прогнозного періоду (7 червня 2020 року). Фактично, це обмежує припущення, оскільки багато країн ЄС/ЄЕЗ і Сполучене Королівство зараз обговорюють можливість скасування або вже вирішили скасувати деякі заходи контролю протягом прогнозованого періоду. Тому ці прогнози в рамках сценарію статусу-кво припускають, що скорочення обсягів інфікування, які спостерігаються з моменту піку національного спалаху, збережеться на тому ж рівні. У міру прогресуючої деескалації заходів з дотримання соціальної дистанції і активізації контактів між окремими особами, рівень інфікування може знову зрости, що зробить цей сценарій найкращою вихідною точкою. Слід зазначити, що чим коротший часовий проміжок прогнозів, тим меншим є вплив цієї невизначеності [14].

Ми припускаємо, що прогноз на більш короткий період часу не буде значною мірою залежати від змін у політиці, навіть якщо вони будуть запроваджені невдовзі після оприлюднення прогнозу.

На сьогоднішній день ефективність кожного окремого типу контрольного заходу невідома. Багато країн запровадили аналогічні заходи одночасно, що ускладнює статистичну оцінку того, який з них є найбільш ефективним в плані зниження рівня інфікування, і який вплив він має на смертність та захворюваність. Для вирішення цієї проблеми було проведено коротке опитування серед експертів, які беруть участь у реагуванні з боку системи охорони здоров'я на COVID-19 у ЄЦПКЗ. В ході опитування вивчали очікувану ефективність основних не фармацевтичних заходів, пов'язаних з дотриманням соціальної дистанції, та суміжну невизначеність експертної оцінки стосовно кожного із зазначених заходів.

На думку цієї початкової групи експертів, медіанна ефективність наказів залишатися вдома була визнана найвищою, після чого відбулися масові скасування зборів з дещо меншою загальною ефективністю. Закриття



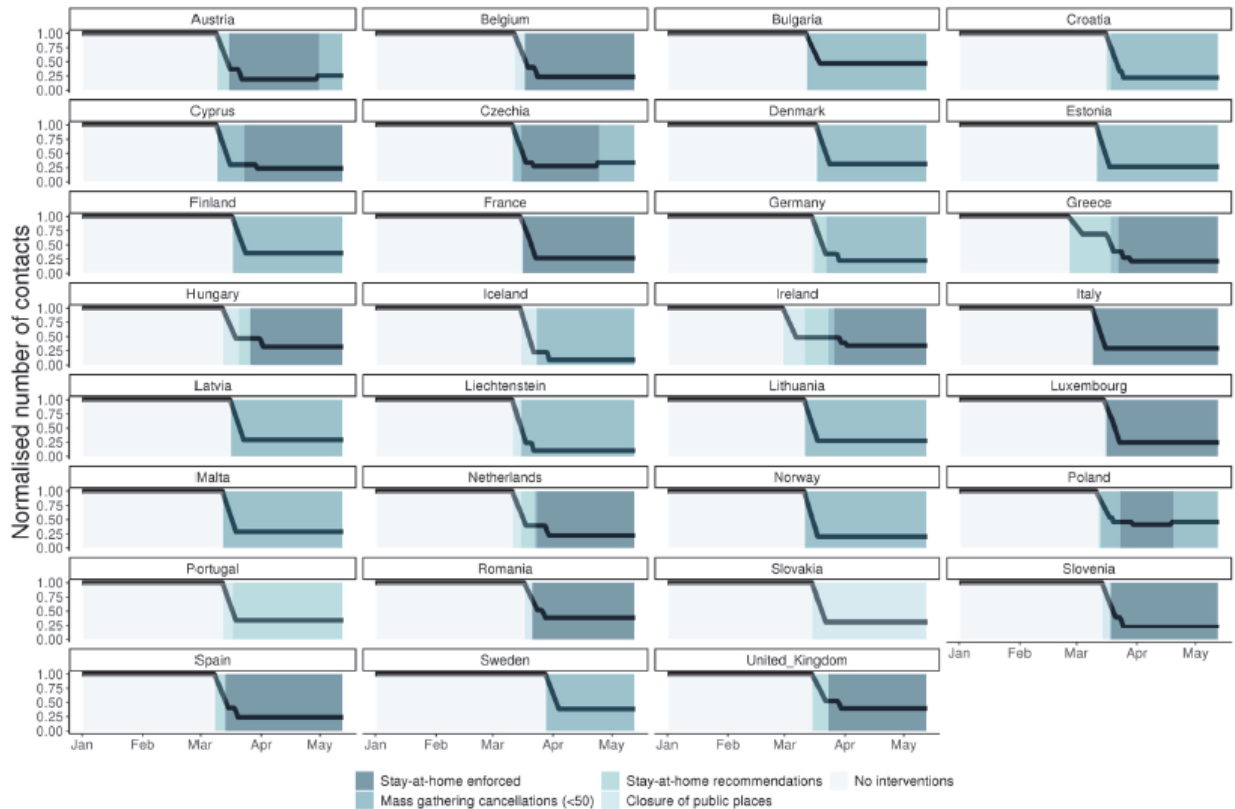
громадських місць і рекомендації залишатися вдома були оцінені на третьому і четвертому рівні з аналогічною медіанної ефективністю, дещо нижчою, ніж у двох інших заходів (Додаток 4). Кожен захід реагування, включений у модель, було нормалізовано і переглянуто відповідно до його відносної ефективності порівняно із найсуворішим заходом, наказом залишатися вдома. У майбутньому цей заснований на знаннях підхід слід доповнити епідеміологічною інформацією про спостережувані умови передачі інфекції. Наприклад, форми передачі можна реєструвати шляхом опитування в рамках відстеження контактів (наприклад, роль супер-поширення, контактне зараження у домашніх господарствах, масові зібрання). Було розпочато нове опитування з метою розширення групи експертів, і його результати будуть використовуватися в оновленій версії моделі у майбутньому.

## Вплив нефармацевтичних заходів втручання

Вплив нефармацевтичних заходів втручання на нормалізовану кількість контактів між людьми показано на рис. 2. На сьогоднішній день всі країни ЄС/ЄЕЗ і Сполучене Королівство реалізували, принаймні, один із заходів, включених у модель. Зменшення кількості контактів після реалізації цих заходів варіюється в залежності від країни і заходу.

Кількість контактів протягом періоду з найбільш активним застосуванням заходів втручання скоротилася з початкового рівня 1,00 до 0,28 (медіана), і варіюється від 0,09 до 0,47 в різних країнах. Країни, які запроваджують або скасовують свої заходи втручання в різний час, демонструють поступове скорочення або збільшення кількості нормалізованих контактів.

Рисунок 2. Вплив нефармацевтичних втручань на кількість контактів між особами в ЄС/ЄЗ і Сполученому Королівстві протягом періоду до 13 травня 2020 р.



Примітка: Враховувалися лише найжорсткіші нефармацевтичні заходи втручання у певний період; попередню оцінку впливу цих заходів втручання див. у Додатку 4.



## Прогнози стосовно рівнів захворюваності та смертності від COVID-19

### Прогнози за умови збереження статусу-кво

На рисунках 3а-3д представлено численні проміжки часу, які спостерігалися (випадки інфікування, смерті, госпіталізації у відділення терапії та у відділення інтенсивної терапії) і прогнозовані показники для ЄС/ЄЕЗ і Сполученого Королівства (15 лютого – 12 червня 2020 р.). Не фармацевтичні заходи втручання, включені у модель, показані в горизонтальних стовпчиках (15 лютого - 2 травня 2020 р.).

У більшості країн спостерігається низхідна тенденція як щодо кількості випадків захворювання, так і по відношенню до кількості смертей за короткостроковими прогнозами протягом 30 днів. Особливо в країнах, у яких епідемія не досягла вираженого піку, прогноз демонструє тенденцію помірнього зростання або вирівнювання (наприклад, у Болгарії, Польщі), а в деяких країнах – тенденцію помірнього зниження (Угорщина, Румунія, Сполучене Королівство і Швеція).

Результати моделі для кожного проміжку часу представлені в Додатку 1 (30-денний прогноз підтверджених випадків захворювання на COVID-19, смертей і звернення у лікарні в країнах ЄС/ЄЕЗ і у Сполученому Королівстві). Криві моделі можуть демонструвати певну затримку в часі щодо піку епідемії.

Це можна частково пояснити різними джерелами даних, які було використано для узгодження. Загалом, модель здатна одночасно враховувати вхідні дані з різних проміжків часу, такі як нова загальна кількість випадків захворювання/смерті та наявні дані по лікарнях. За відсутності статистики госпіталізації хворих у відділення терапії та інтенсивної терапії по країні, з метою отримання наближених статистичних показників використовувалися цифри, засновані на середніх європейських показниках.

Слід зазначити, що дані щоденної статистики, щоденні дані по лікарнях/ВІТ і дані про нові щоденні госпіталізації у відділення терапії/ВІТ у зв'язку з підтвердженням COVID-19 не завжди є загальнодоступними. Однак вони мають важливе значення в рамках калібрування математичної моделі (більш детальну інформацію про джерела даних див. в Додатку 3). Для поліпшення узгодженості і якості прогнозів потрібні додаткові статистичні дані про кількість випадків COVID-19. ЄЦПКЗ проводить регулярний моніторинг даних, доступних широкому загалу, і підтримує зв'язок з



країнами ЄС/ЄЕЗ і Сполученим Королівством з метою розширення сфери охоплення даних під час проведення аналізу в майбутньому.

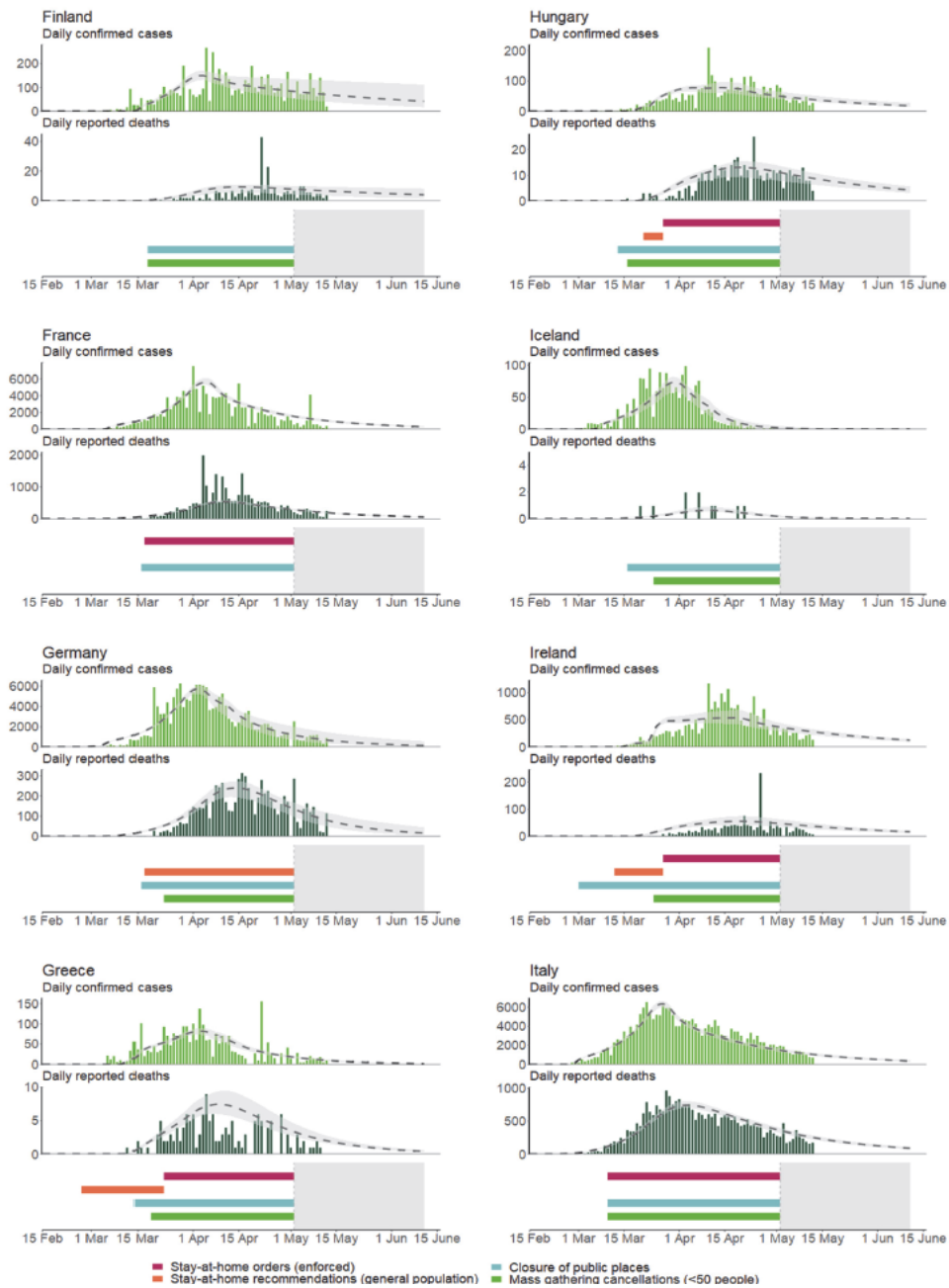
Для деяких країн модель має певні обмеження: якщо спостережувана кількість активних випадків залишається відносно невеликою, модель може бути не здатною охопити невеликі місцеві події за відсутності очевидного контактного зараження (наприклад, місцевого поширення інфекції в межах певного населеного пункту або громади). Коміркова модель фіксує контактне зараження і перебіг хвороби в лікарняних установах та за їх межами, але не у всіх можливих суб-спільнотах.

*Примітка: Дані про нефармацевтичні заходи втручання, використані для підготовки цього звіту, сформульовані на основі інформації, наявної в офіційних відкритих джерелах станом на середу, 29 квітня о 18.00, і можуть не відображати заходи, про які не повідомляється на загальнодоступних веб-сайтах. Отже, цей підхід слід розглядати як огляд заходів реагування, про які повідомляється в ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві.*

Даним про заходи реагування властива низка обмежень. По-перше, присутня значна неузгодженість в політиці дотримання соціальної дистанції і в її реалізації у різних країнах. Наприклад, рівень реалізації заходів в різних країнах може відрізнятися, і можуть існувати конкретні правила та винятки з цих заходів, що ускладнює інтерпретацію даних. Показані в цих цифрах заходи реєструються на національному рівні, і слід зазначити, що у зв'язку з еволюцією епідемії в деяких регіонах, регіональні або місцеві заходи часто запроваджуються швидше, аніж на національному рівні. Точні дати впровадження часто можна було отримати з офіційних джерел, однак, можливо, мали місце затримки в їх реалізації. Крім того, наявність відкритих даних з офіційних урядових джерел варіюється в залежності від країни. У деяких країнах дані, що стосуються скасованих заходів, вже вилучені з офіційних веб-сайтів, внаслідок чого дані про останні заходи будуть більш точними.



Рисунок 3а. Кількість спостережуваних і прогнозованих нових випадків захворювання та смерті від COVID-19, про які надійшли повідомлення, а також нефармацевтичні заходи втручання, які вживалися у ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві до 12 червня 2020 р.

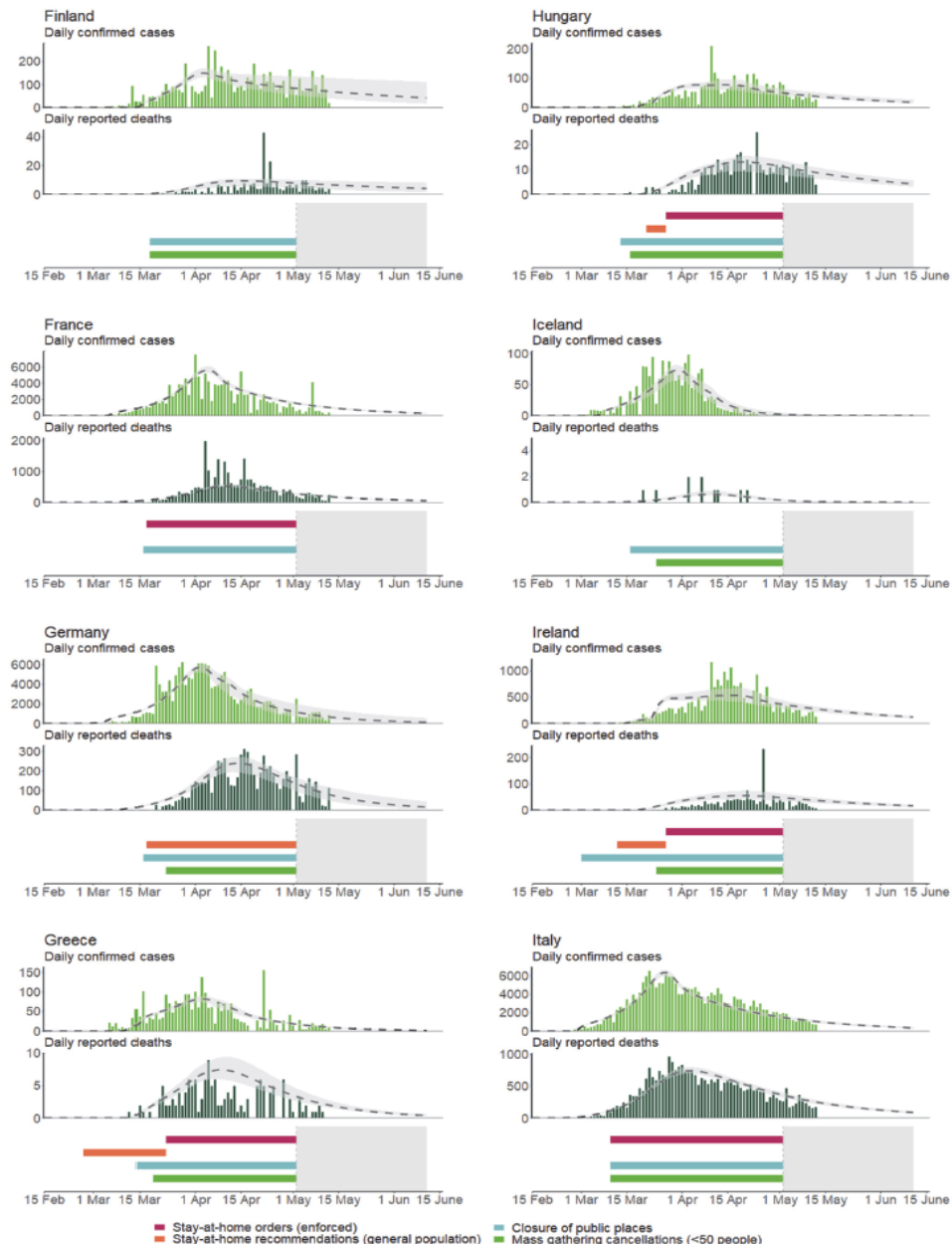


Примітка: Представлені тут прогнози не підходять для прямого порівняння країн, але можуть бути використані для отримання інформації про нефармацевтичні заходи втручання і потенційні майбутні тенденції стосовно поширення інфекції COVID-19 у країнах ЄС/ЄЕЗ і у Сполученому Королівстві.





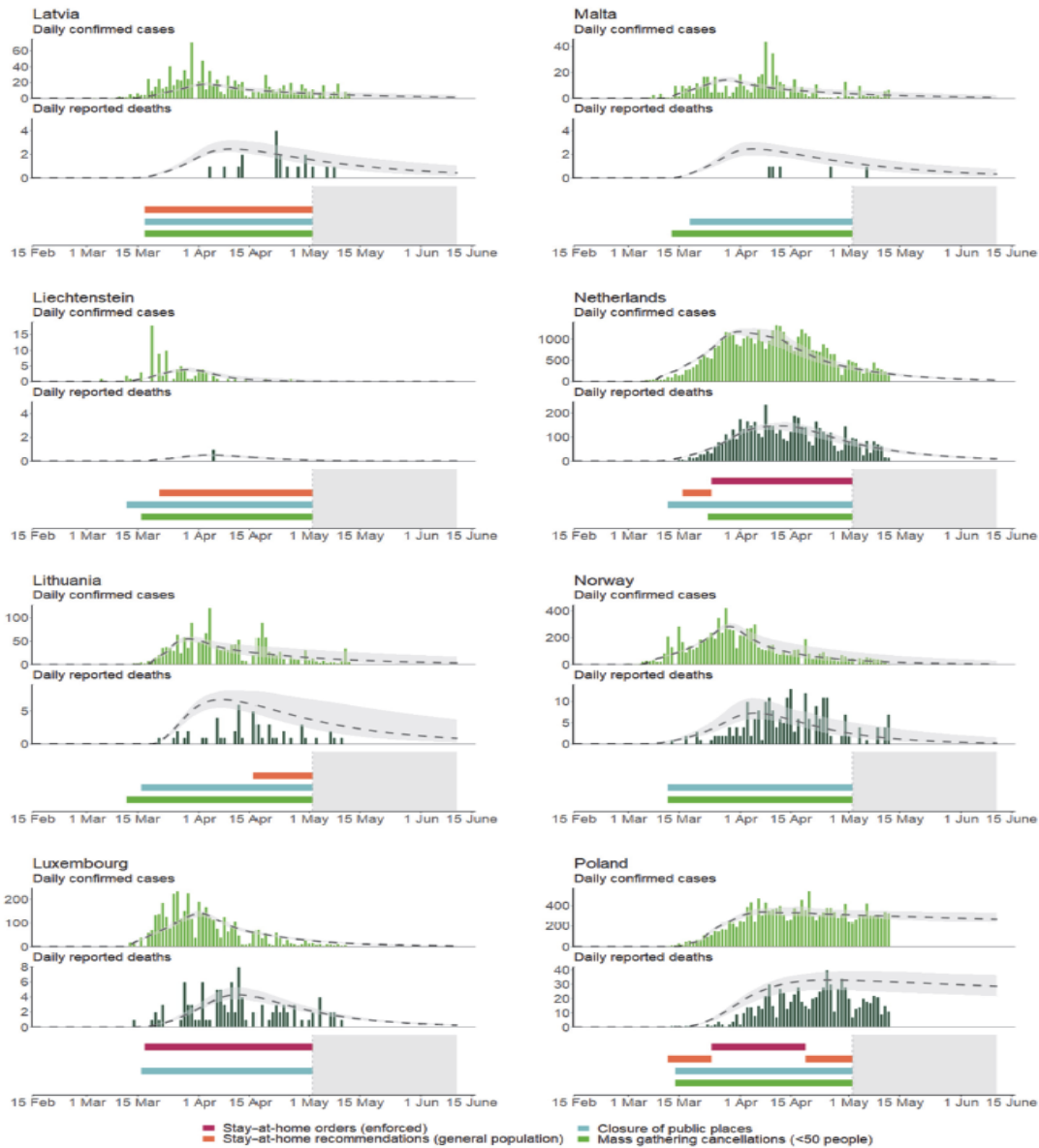
Рисунок 3в. Кількість спостережуваних і прогнозованих нових випадків захворювання та смерті від COVID-19, про які надійшли повідомлення, а також нефармацевтичні заходи втручання, які вживалися у ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві до 12 червня 2020 р.



Примітка: Представлені тут прогнози не підходять для прямого порівняння країн, але можуть бути використані для отримання інформації про нефармацевтичні заходи втручання і потенційні майбутні тенденції стосовно поширення інфекції COVID-19 у країнах ЄС/ЄЕЗ і у Сполученому Королівстві.



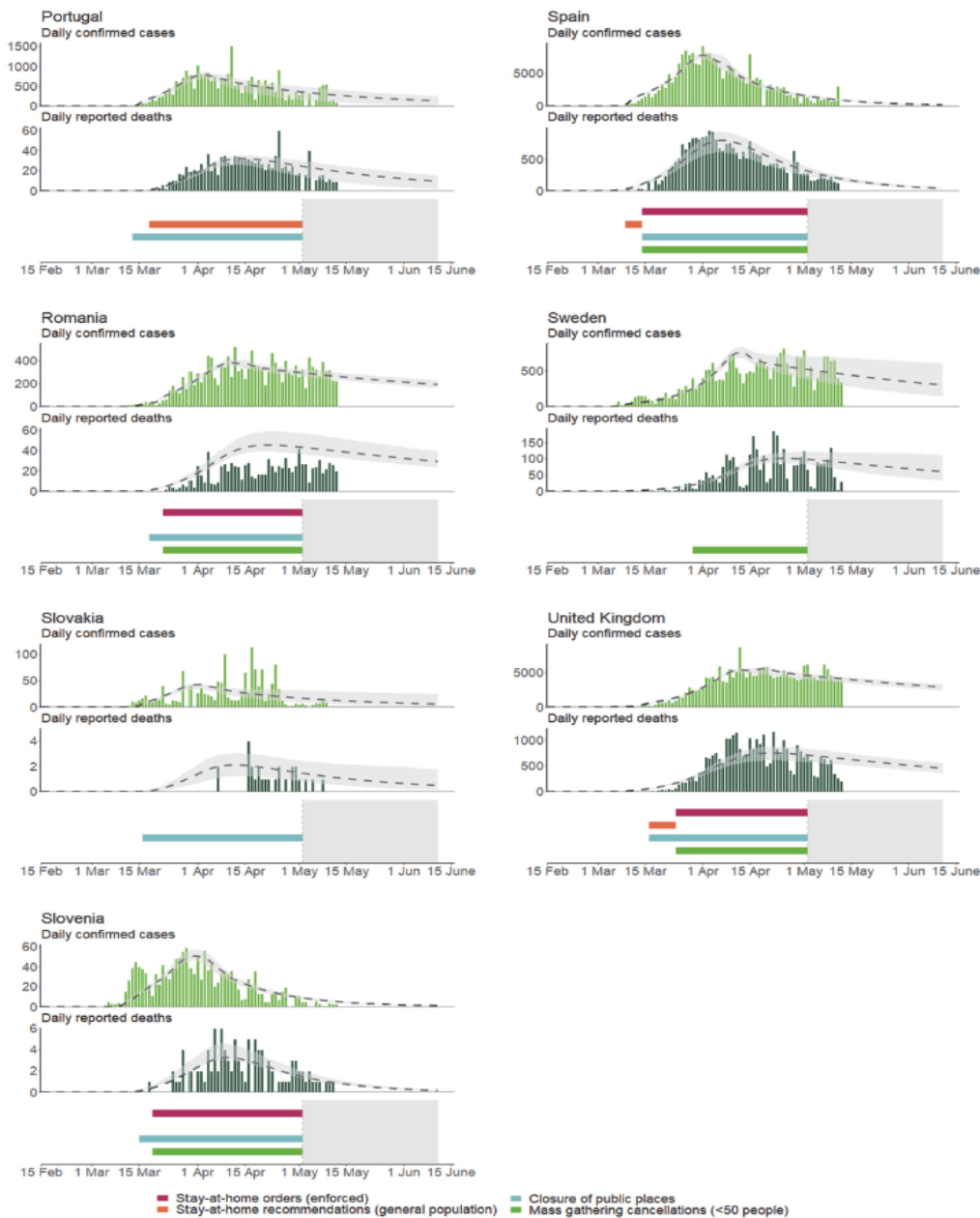
Рисунок 3с. Кількість спостережуваних і прогнозованих нових випадків захворювання та смерті від COVID-19, про які надійшли повідомлення, а також нефармацевтичні заходи втручання, які вживалися у ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві до 12 червня 2020 р.



Примітка: Представлені тут прогнози не підходять для прямого порівняння країн, але можуть бути використані для отримання інформації про нефармацевтичні заходи втручання і потенційні майбутні тенденції стосовно поширення інфекції COVID-19 у країнах ЄС/ЄЕЗ і у Сполученому Королівстві.



Рисунок 3d. Кількість спостережуваних і прогнозованих нових випадків захворювання та смерті від COVID-19, про які надійшли повідомлення, а також не фармацевтичні заходи втручання, які вживалися у ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві до 12 червня 2020 р.



Примітка: Представлені тут прогнози не підходять для прямого порівняння країн, але можуть бути використані для отримання інформації про нефармацевтичні заходи втручання і потенційні майбутні тенденції стосовно поширення інфекції COVID-19 у країнах ЄС/ЄЕЗ і у Сполученому Королівстві.



## Підсумок і подальші події

Ми представили динамічну коміркову модель передачі інфекції SARS-CoV-2 і пов'язаної з нею прогресії COVID-19 більшого ступеню серйозності, розроблену в ЄЦПКЗ. Модель відкалібровано на основі епідеміологічних даних, зібрано з усіх країн ЄС/ЄЕЗ і Сполученого Королівства, включаючи певні статистичні дані про випадки інфікування COVID-19 у спільнотах та лікарнях. У моделі представлено 30-денний прогноз кількості зареєстрованих випадків і смертей, а також очікувана потреба у лікарняних ліжках у відділеннях терапії та інтенсивної терапії (ВІТ) для країн ЄС/ЄЕЗ та Сполученого Королівства.

Ці прогнози ілюструють кількість нових зареєстрованих випадків, які можна очікувати у країнах в рамках базового сценарію, відповідно до якого заходи реагування, котрі здійснюються в даний час, залишатимуться в силі протягом найближчих 30 днів. У цьому першому аналізі базовий сценарій відповідає «статусу-кво», при якому всі заходи контролю, які діють станом на 2 травня 2020 року, будуть продовжені до кінця прогнозованого періоду (7 червня 2020 року).

Загалом, прогнозовані тенденції свідчать про неухильне скорочення кількості випадків в рамках консервативного сценарію статусу-кво. Однак для країн, в яких епідемія не досягла помітного піку, прогнози демонструють тенденцію помірному зростанню або плавного зниження, яка може і далі створювати значне навантаження на систему охорони здоров'я. Ми також представляємо поряд з прогнозами властиві моделі джерела невизначеності, пов'язані з підходом до математичного моделювання.

Передбачається подальша зміна моделі, зокрема з тим, аби:

- вирішити проблему параметричної невизначеності шляхом збільшення обсягу статистичних даних, включених у модель. Зокрема, йдеться про нові випадки госпіталізації пацієнтів у відділення терапії та інтенсивної терапії, котрі, як відомо, є більш точним індикатором динаміки передачі інфекції, аніж загальна кількість випадків захворювання у громаді, на які впливає політика тестування в громадах і наявність ресурсів для тестування. Всі країни ЄС/ЄЕЗ і Сполучене Королівство доклали значних зусиль для своєчасного надання таких даних через загальнодоступні веб-сайти та епідеміологічні платформи. Ми підтримуємо ці ініціативи і виступаємо за більш активний обмін даними про щоденну статистику нових випадків госпіталізації (у відділення терапії та інтенсивної терапії) і щотижневу кількість проведених тестів на COVID-19. Ця епідеміологічна інформація була б особливо цінною для розробки більш точних прогнозів у випадку зростання рівня поширення інфекції у майбутньому. Крім того, параметри моделі будуть уточнюватися в міру надходження нових фактичних даних з наукової літератури та даних



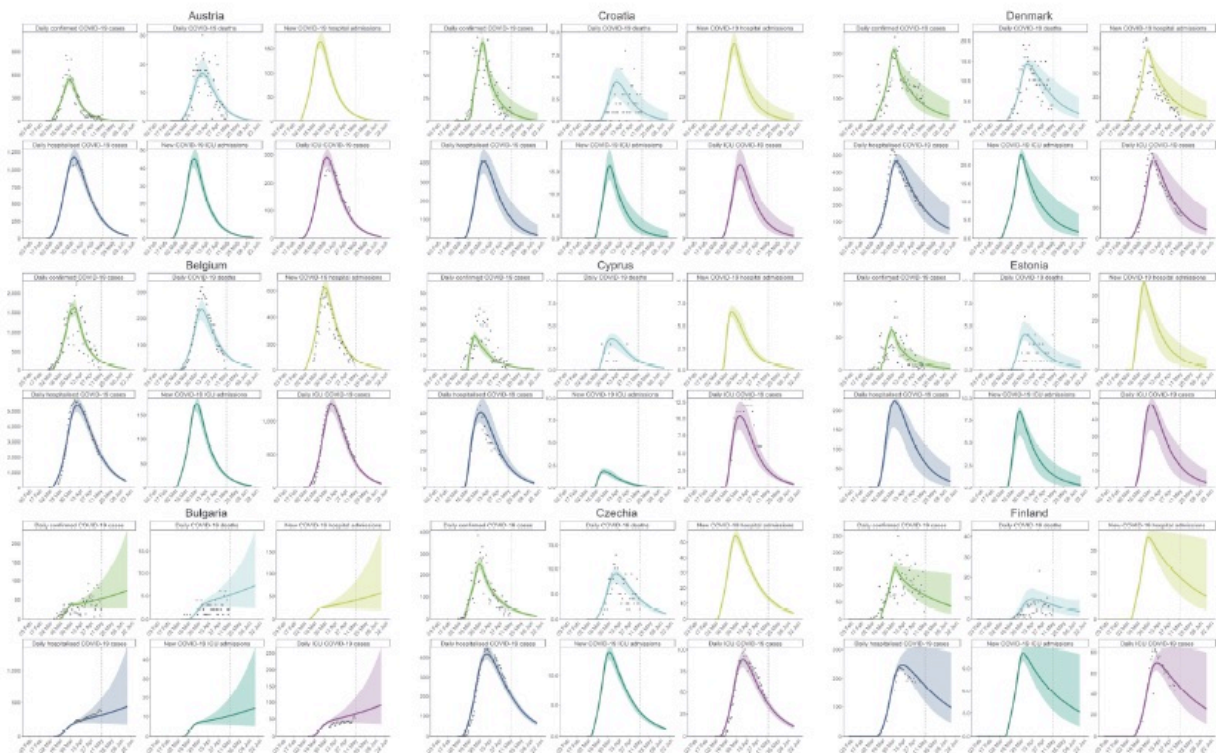
епідеміологічного нагляду у кожному конкретному випадку. Планується продовжувати моніторинг ефективності моделі і динамічна інтеграція нових наявних епідеміологічних даних у міру їх надходження.

- вдосконалити структуру моделі шляхом додавання нових функцій, таких як схема контактів, що залежить від віку. Це дозволило б розробляти змодельовані сценарії шляхом інтеграції додаткових нефармацевтичних заходів, таких як закриття навчальних закладів. Можна було б розглянути питання про подальшу інтеграцію тенденцій в області лабораторного тестування на COVID, даних про мобільність і відстеження контактів. Що стосується аспектів мобільності, то це можна зробити поступово, використовуючи публічні звіти про мобільність від Google або Apple, а пізніше – більш докладні дані про мобільність, отримані від операторів мобільного зв'язку або від проектів ЄС, що фінансуються в рамках досліджень [15-17].
- крім того, таке математичне моделювання виграло б від спільної системи прогнозування. В рамках цієї системи будуть збиратися прогнози, підготовлені в рамках ініціатив з моделювання, які надходять з різних джерел, таких як міжнародні установи, національні установи охорони здоров'я в Європі і наукові кола. Така ініціатива сприяла б обміну знаннями між усіма країнами ЄС/ЄЗ і Сполученим Королівством. Для ілюстрації цього підходу в Додатку 2 ми представляємо порівняння результатів, отриманих за допомогою моделі ЄЦПКЗ, з прогнозами Інституту метрики і оцінювання в системі охорони здоров'я (IHME, Сіетл, США). Прогнози IHME були обрані для цієї роботи тому, що у них також моделюється спалах захворювання в країнах ЄС/ЄЗ і Сполученому Королівстві протягом 30-денного проміжку часу та використовуються цільові показники, зіставні з моделлю ЄЦПКЗ. Для цього порівняння було вибрано щоденне використання ліжок у відділенні інтенсивної терапії для хворих на COVID-19 в якості одного з найважливіших показників для калібрування моделі та в якості цільового показника для оцінки тягаря на систему охорони здоров'я.
- усунути невизначеність, пов'язану зі сценарієм, шляхом розгляду альтернативних сценаріїв уточнених заходів реагування, а також політики в області лабораторних випробувань на COVID-19. Ми хотіли б підкреслити важливість зіставлення сценаріїв, які враховують різні заходи втручання, і їхньої оцінки з даними про мобільність (яку можна розглядати як непрямий показник контактів на рівні населення).



## Додаток 1. 30-денний прогноз випадків захворюваності та смертності від COVID-19, а також звернень до лікарень в країнах ЄС/ЄЕЗ і у Сполученому Королівстві

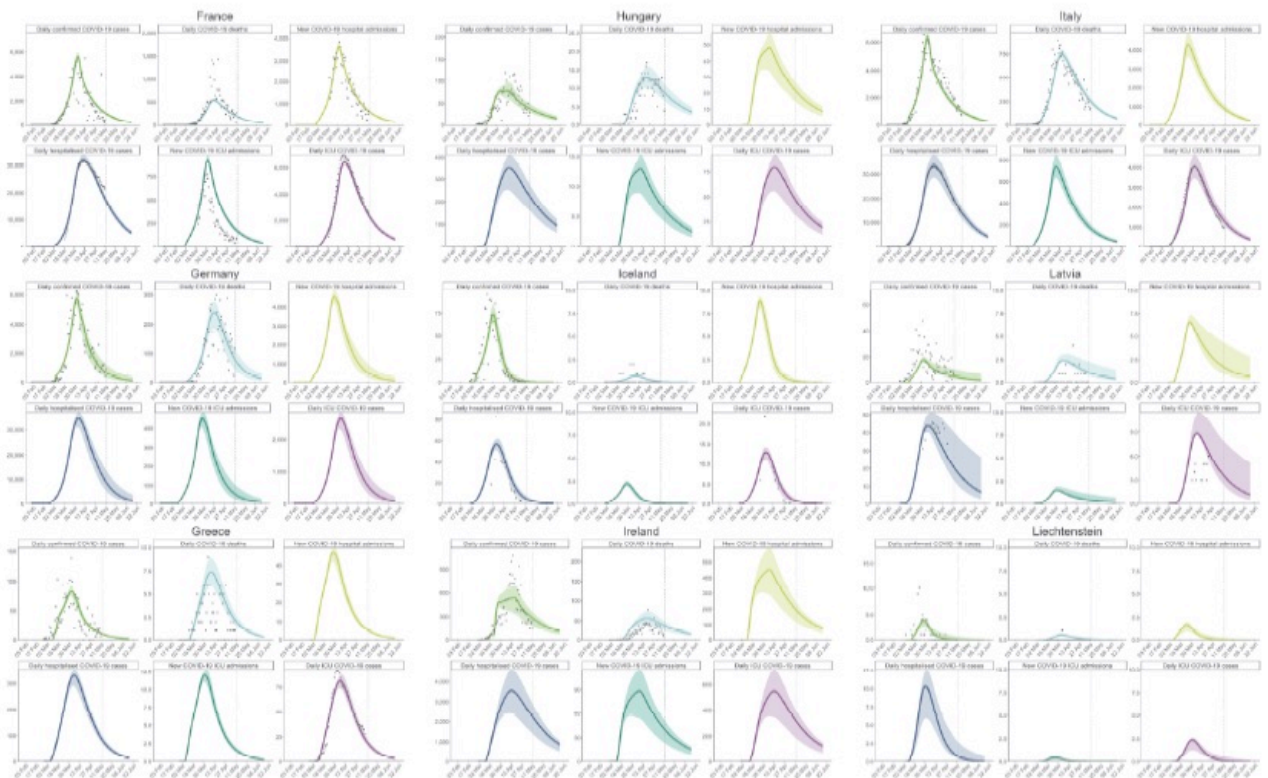
Рисунок 4а. Кількість спостережуваних і прогнозованих випадків захворювання на COVID-19 з розбивкою за типами статистичних даних (кількість нових щоденних випадків захворювання, кількість нових щоденних випадків смерті, кількість нових щоденних випадків госпіталізації, щоденна кількість пацієнтів у лікарнях, кількість нових щоденних випадків госпіталізації пацієнтів у відділення інтенсивної терапії і щоденна кількість пацієнтів у відділеннях інтенсивної терапії) у ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві до 12 червня 2020 р.



\*Статистичні дані про госпіталізованих пацієнтів та пацієнтів у ВІТ відсутні. У зв'язку з відсутністю конкретних для країни значень індикаторів, які включено у графіки, прогнози розраховуються з використанням параметрів моделі, заснованих на середніх європейських показниках, у вигляді апроксимації фактичних значень.



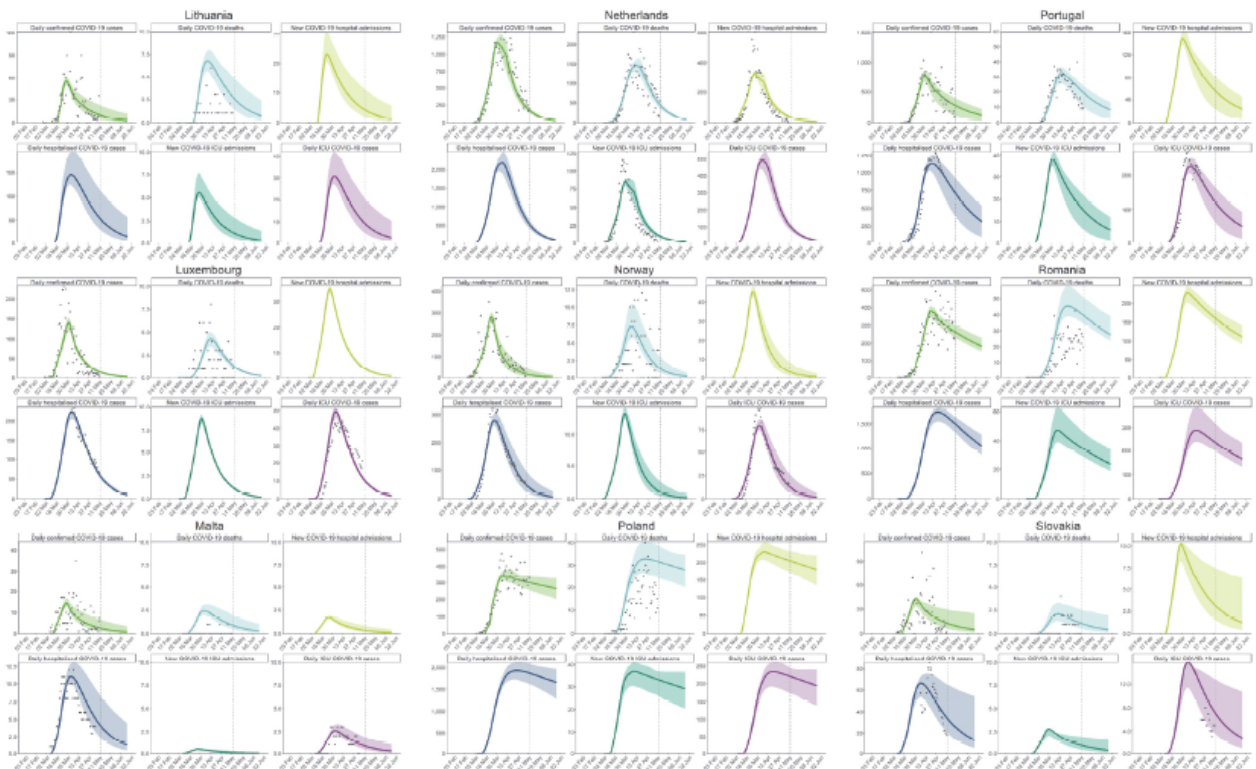
Рисунок 4б. Кількість спостережуваних і прогнозованих випадків захворювання на COVID-19 з розбивкою за типами статистичних даних (кількість нових щоденних випадків захворювання, кількість нових щоденних випадків смерті, кількість нових щоденних випадків госпіталізації, щоденна кількість пацієнтів у лікарнях, кількість нових щоденних випадків госпіталізації пацієнтів у відділення інтенсивної терапії і щоденна кількість пацієнтів у відділеннях інтенсивної терапії) у ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві до 12 червня 2020 р.



\*Статистичні дані про госпіталізованих пацієнтів та пацієнтів у ВІТ відсутні. У зв'язку з відсутністю конкретних для країни значень індикаторів, які включено у графіки, прогнози розраховуються з використанням параметрів моделі, заснованих на середніх європейських показниках, у вигляді апроксимації фактичних значень.



Рисунок 4с. Кількість спостережуваних і прогнозованих випадків захворювання на COVID-19 з розбивкою за типами статистичних даних (кількість нових щоденних випадків захворювання, кількість нових щоденних випадків смерті, кількість нових щоденних випадків госпіталізації, щоденна кількість пацієнтів у лікарнях, кількість нових щоденних випадків госпіталізації пацієнтів у відділення інтенсивної терапії і щоденна кількість пацієнтів у відділеннях інтенсивної терапії) у ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві до 12 червня 2020 р.

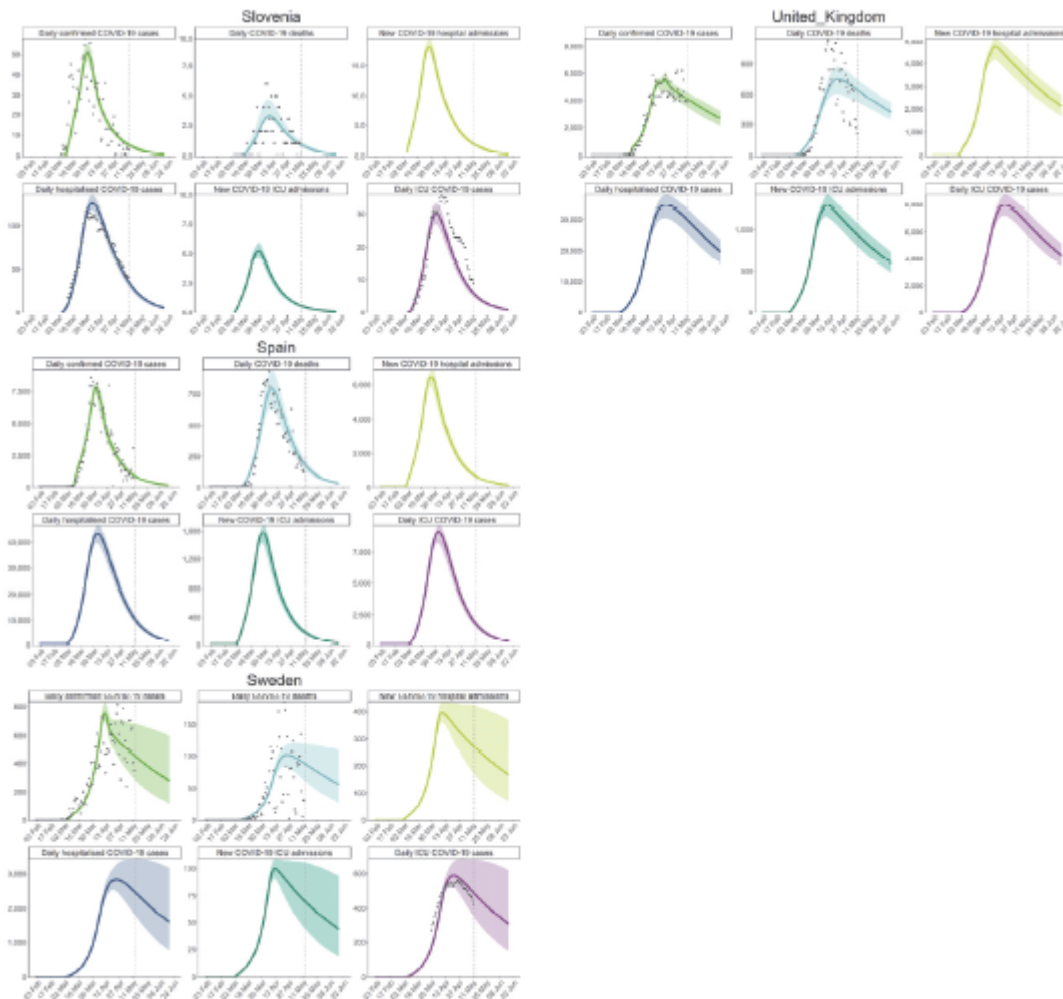


\*Статистичні дані про госпіталізованих пацієнтів та пацієнтів у ВІТ відсутні. У зв'язку з відсутністю конкретних для країни значень індикаторів, які включено у графіки, прогнози розраховуються з використанням параметрів моделі, заснованих на середніх європейських показниках, у вигляді апроксимації фактичних значень.





Рисунок 4d. Кількість спостережуваних і прогнозованих випадків захворювання на COVID-19 з розбивкою за типами статистичних даних (кількість нових щоденних випадків захворювання, кількість нових щоденних випадків смерті, кількість нових щоденних випадків госпіталізації, щоденна кількість пацієнтів у лікарнях, кількість нових щоденних випадків госпіталізації пацієнтів у відділення інтенсивної терапії і щоденна кількість пацієнтів у відділеннях інтенсивної терапії) у ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві до 12 червня 2020 р.

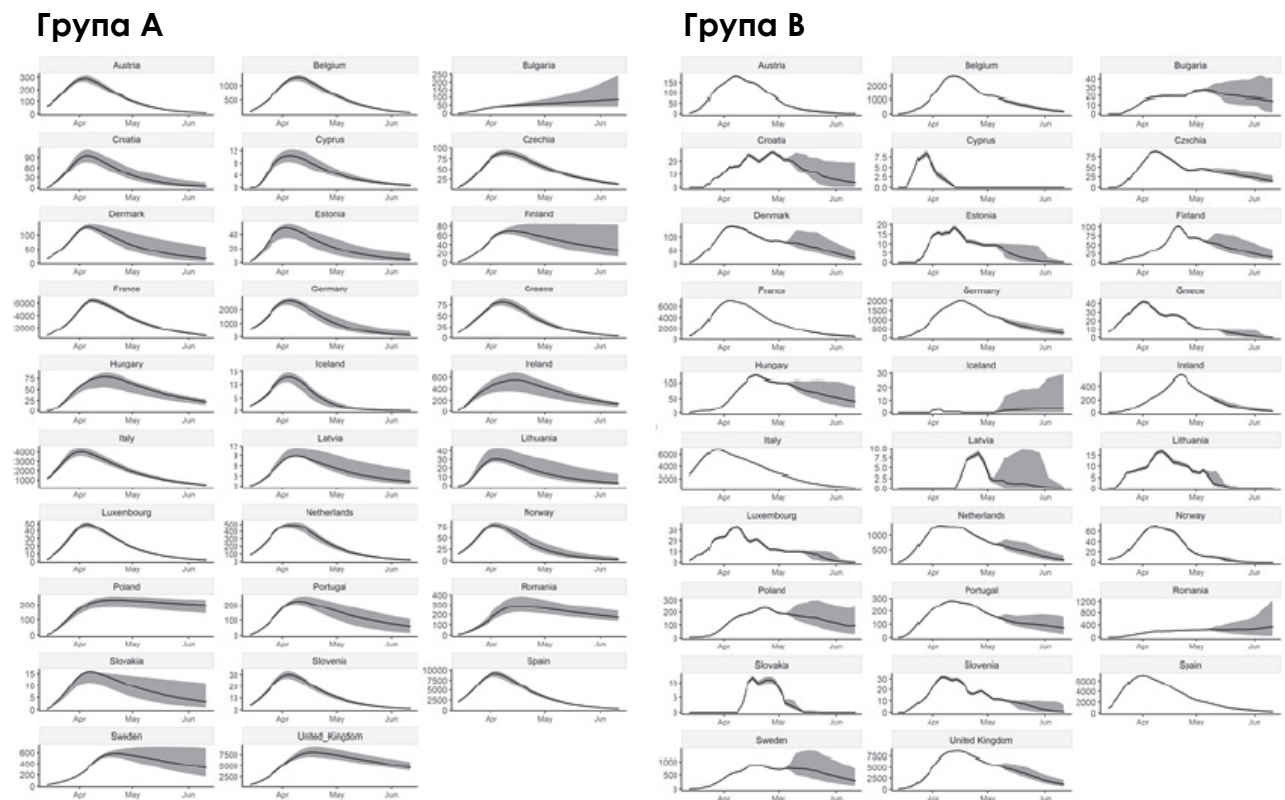


\*Статистичні дані про госпіталізованих пацієнтів та пацієнтів у ВІТ відсутні. У зв'язку з відсутністю конкретних для країни значень індикаторів, які включено у графіки, прогнози розраховуються з використанням параметрів моделі, заснованих на середніх європейських показниках, у вигляді апроксимації фактичних значень.



## Додаток 2. Порівняння прогнозів на основі моделі ЄЦПКЗ і моделі нелінійних змішаних ефектів Інституту метрики і оцінювання в системі охорони здоров'я (IHME, Сіетл)

Рисунок 5. Прогноз ЄЦПКЗ на 30-денний термін (група А) щодо середньої кількості ліжко-місць у ВІТ, необхідних на добу для хворих на COVID-19 у країнах ЄС/ЄЕЗ та Сполученому Королівстві (вибірка даних станом на 10 травня 2020 р.) і прогноз IHME на 30-денний термін (група В) щодо середньої кількості ліжко-місць у ВІТ, необхідних на добу для хворих на COVID-19 у країнах ЄС/ЄЕЗ (за винятком Ліхтенштейну і Мальти) іта Сполученому Королівстві



Показники адаптовано з сайту: <https://covid19.healthdata.org/united-states-of-america>. Projection as of 10/05/2020 [18].

Наведені вище цифри засновані на даних, отриманих від Інституту метрики і оцінювання в системі охорони здоров'я (IHME), Сіетл, Вашингтонський університет, щодо прогнозів у контексті COVID-19 (ці дані доступні за адресою <https://covid19.healthdata.org/>[18]). Модель IHME є нелінійною моделлю змішаного ефекту для прогнозування COVID-19 (більш



детальну інформацію див. в огляді моделі IHME). Модель IHME заснована на основному припущенні про те, що вимога стосовно дотримання соціальної дистанції залишатиметься в силі до тих пір, поки рівень смертності не опуститься нижче 0,3 на мільйон осіб. Автори моделі передбачають, що заходи з дотримання соціальної дистанції будуть діяти до кінця травня 2020 року. Згідно з IHME, затінені ділянки вказують на невизначеність, визначену як «діапазон значень, які, ймовірно, будуть включати в себе правильну прогнозовану оцінку для цієї категорії даних». Великі інтервали невизначеності можуть бути наслідком обмеженої доступності даних, малого масштабу досліджень і суперечливості даних, в той час як менші інтервали невизначеності можуть бути наслідком доступності великої кількості даних, масштабних досліджень і даних з різних джерел, які узгоджуються між собою».



Таблиця 1. Огляд 30-денного прогнозу ЄЦПКЗ та ІНМЕ (13 травня 2020 р. - 12 червня 2020 р.), країни ЄС/ЄЕЗ (за винятком Ліхтенштейну і Мальти) і Сполучене Королівство

Країна	ЄЦПКЗ	ІНМЕ
	Максимальна кількість необхідних на добу ліжок у відділенні інтенсивної терапії (95 % інтервали невизначеності) <sup>1</sup>	Максимальна кількість необхідних на добу ліжок у відділенні інтенсивної терапії (95 % інтервали невизначеності) <sup>2</sup>
Австрія	50 (40-60)	20 (20-30)
Бельгія	370 (310-400)	850 (770-1010)
Болгарія	90 (40-240)	20 (20-40)
Хорватія*	20 (10-40)	20 (10-30)
Кіпр	0 (0)	0 (0)
Чехія	40 (30-40)	40 (30-50)
Данія	40 (20-90)	80 (60-120)
Естонія*	10 (0-20)	0 (0-10)
Фінляндія	50 (30-80)	50 (40-80)
Франція	2280 (2040-2490)	1730 (1630-1860)
Німеччина*	520 (280-1010)	880 (780-1040)
Греція	20 (20-20)	10 (10-10)
Угорщина*	50 (30-50)	80 (70-110)
Ісландія	0 (0)	0 (0-30)
Ірландія*	310 (190-390)	180 (150-230)
Італія	1260 (1100-1490)	1740 (1680-1800)
Латвія	0 (0-10)	0 (0-10)
Литва*	10 (0-20)	0 (0-10)
Люксембург	10 (10-10)	10 (10-10)
Нідерланди	100 (80-120)	580 (460-840)
Норвегія	10 (10-20)	10 (10-10)
Польща*	220 (170-250)	170 (120-270)
Португалія	120 (60-180)	120 (100-170)
Румунія*	240 (180-310)	340 (40-1250)
Словаччина	10 (0-10)	0 (0)
Словенія	10 (0-10)	10 (10-10)
Іспанія*	1760 (1540-1950)	1380 (1290-1500)
Швеція	480 (350-700)	740 (480-1340)
Сполучене Королівство*	6540 (5650-7820)	4660 (3990-5970)

(1) Максимальна необхідна кількість ліжок у ВІТ визначається як максимальна кількість ліжок у ВІТ для хворих на COVID-19, необхідна протягом одного дня в межах обраного періоду; Детальна інформація про



індикатор і методологію IHME доступна в цьому документі: «Прогнозування впливу COVID-19 на кількість ліжко-місць в стаціонарі, днів перебування у відділенні інтенсивної терапії, днів перебування на штучній вентиляції легень та смертей по штатах США у найближчі 4 місяці», група IHME з прогнозування використання потужностей системи охорони здоров'я для хворих на COVID-19 [18, 19].

Примітка: \*Статистичні дані про госпіталізованих пацієнтів та пацієнтів у ВІТ відсутні. У зв'язку з відсутністю конкретних для країни значень індикаторів, які включено у графіки, прогнози розраховуються з використанням параметрів моделі, заснованих на середніх європейських показниках, у вигляді апроксимації фактичних значень.



## Додаток 3. Опис моделі динамічної передачі інфекції, яку пропонує ЄЦПКЗ: диференціальні рівняння, ймовірності прогнозу і калібрування моделі.

### Обчислювальна платформа

Модель розроблено з використанням програмного середовища R для статистичних обчислень і графіків (R версія 3.6.3). У процесі калібрування використовується пакет *lazymtc* для R (версія 1.0.0).

### Диференціальні рівняння

У наведеній нижче таблиці описано диференціальні рівняння, за допомогою яких обчислюється кількість людей на кожному етапі захворювання з плином часу, та надано стислий опис параметрів, необхідних для рівнянь. Для отримання докладної інформації про кількісне визначення цих параметрів див. розділ «Калібрування».

### Ймовірності прогнозу

Після інкубаційного періоду, у інфікованої людини розвивається або безсимптомна, або легка, або важка форма захворювання. Ми визначаємо ймовірність розвитку важкої форми захворювання в залежності від віку (що позначається як  $\rho_{sg}$  для вікової групи  $g$ ) і кількісно оцінюємо ці залежні від віку ймовірності в межах груп по 10 років за даними Фергюсона та ін. [20]. Особи, у яких розвивається важка форма захворювання, через деякий час можуть або звернутися по допомогу до стаціонару, або лікуватися амбулаторно. Ми моделюємо три різних варіанти прогнозу для осіб, які будуть звертатися по допомогу в стаціонар: 1) пацієнт у кінцевому підсумку одужає без інтенсивної терапії, 2) пацієнт потребуватиме інтенсивної терапії, але в кінцевому підсумку одужає, 3) пацієнт потребуватиме інтенсивної терапії і в кінцевому підсумку помре від ускладнень, пов'язаних з COVID-19. Ймовірність того, що в людини захворювання переросте у критичну форму ( $i$ , отже, потребуватиме інтенсивної терапії), з огляду на важку форму захворювання, також визначається як залежність від віку і кількісно оцінюється за даними Фергюсона та ін. [20]. Ми позначаємо цю ймовірність як  $\rho_{cg}$  для вікової групи  $g$ . Ймовірність того, що для інфікованої людини справдиться будь-який з цих трьох лікарняних прогнозів, відповідно, виражається наступною формулою:

$$\begin{aligned}\rho_{S_g^R} &= \rho_{S_g} \cdot \pi \cdot (1 - \rho_{C_g}) \\ \rho_{S_g^C} &= \rho_{S_g} \cdot \pi \cdot \rho_{C_g} \cdot (1 - \varphi) \\ \rho_{S_g^D} &= \rho_{S_g} \cdot \pi \cdot \rho_{C_g} \cdot \varphi\end{aligned}$$

де  $\pi$  – це ймовірність того, що пацієнт з важкою формою захворювання звернеться по допомогу в лікарню, а  $\varphi$  – це ймовірність смерті пацієнта,



який перебуває у відділенні інтенсивної терапії.

Крім того, ми моделюємо два різних варіанти прогнозу для пацієнтів з важкою формою захворювання, які не звернуться для стаціонарного лікування: 1) можливе одужання і 2) смерть від ускладнень, пов'язаних з COVID-19. Критичні випадки за межами стаціонару не відслідковуються. Імовірність справдження одного з цих двох варіантів, відповідно, виражається наступною формулою:

$$\begin{aligned}\rho_{S_g^R} &= \rho_{S_g} \cdot (1 - \pi) \cdot [(1 - \rho_{C_g}) + \rho_{C_g} \cdot (1 - \hat{\varphi})] \\ \rho_{S_g^D} &= \rho_{S_g} \cdot (1 - \pi) \cdot \rho_{C_g} \cdot \hat{\varphi}\end{aligned}$$

де  $\hat{\varphi}$  – це ймовірність смерті в критичних випадках за межами лікарні.

Нарешті, ми визначаємо ймовірність розвитку в інфікованої особи з вікової групи  $g$  безсимптомної та легкої форми захворювання:

$$\begin{aligned}\rho_{A_g} &= (1 - \rho_{S_g}) \theta = (1 - \rho_{S_g^R} + \rho_{S_g^C} + \rho_{S_g^D} + \rho_{S_g^R} + \rho_{S_g^D}) \theta \\ \rho_{M_g} &= (1 - \rho_{S_g}) (1 - \theta) = (1 - \rho_{S_g^R} + \rho_{S_g^C} + \rho_{S_g^D} + \rho_{S_g^R} + \rho_{S_g^D}) (1 - \theta)\end{aligned}$$

Де  $\theta$  – це частка безсимптомних не важких випадків захворювання на COVID-19. Тоді формула має наступний вигляд:

$$\rho_{A_g} + \rho_{M_g} + \rho_{S_g^R} + \rho_{S_g^C} + \rho_{S_g^D} + \rho_{S_g^R} + \rho_{S_g^D} = 1 \quad \text{для всіх вікових груп } g.$$



Таблиця 2. Опис змінних

Змінна	Опис змінної	Диференціальне рівняння ( $t$ являє собою час, визначений в ододенних проміжках часу)	Описи параметрів
$Z_g$	Сприйнятливий до інфекції	$Z_g(t+1) = Z_g(t) - \lambda(t)Z_g(t)$	$\lambda(t)$ := Вірогідність зараження для сприйнятливих осіб. Детально описано в розділі «Сила інфекції».
$E_g$	Інкубаційна фаза (особа інфікована, але не заразна)	$E_g(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\delta_E}\right)E_g(t) + \lambda(t)Z_g(t)$	$\delta_E$ := Середня кількість днів в інкубаційній фазі.
$A_g$	Симптоматичне захворювання	$A_g(t+1) = \left(1 - \sigma(t) - \frac{1}{\gamma_M}\right)A_g(t) + \frac{\rho_{A_g}}{\delta_E}E_g(t)$	$\sigma(t)$ := Інтенсивність відстеження контактів і ймовірність ізоляції для діагностованих безсимптомних і легких випадків. Подроблиці див. в розділі «Динаміка ізоляції». $\gamma_M$ := Середній інфекційний період для безсимптомних і легких випадків.
$M_g$	Легка форма захворювання	$M_g(t+1) = \left(1 - \sigma(t) - \frac{1}{\gamma_M}\right)M_g(t) + \frac{\rho_{M_g}}{\delta_E}E_g(t)$	$\rho_{A_g}, \rho_{M_g}$ := Імовірність безсимптомного або легкого захворювання, відповідно, для вікової групи $g$ .
$Q_g$	Ізоляційне стан (безсимптомні і легкі випадки)	$Q_g(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\gamma_M}\right)Q_g(t) + \sigma(t)(A_g(t) + M_g(t))$	
$S_g^R$	Важка форма захворювання, пацієнт буде потребувати стаціонарного лікування Прогноз: одужання	$S_g^R(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\delta_S}\right)S_g^R(t) + \frac{\rho_{S_g^R}}{\delta_E}E_g(t)$	$\delta_S$ := Середня кількість днів між появою важкого симптому і госпіталізацією.
$S_g^C$	Важка форма захворювання, пацієнт буде потребувати стаціонарного лікування Прогноз: критичний, але пацієнт одужає	$S_g^C(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\delta_S}\right)S_g^C(t) + \frac{\rho_{S_g^C}}{\delta_E}E_g(t)$	$\rho_{S_g^R}, \rho_{S_g^C}, \rho_{S_g^D}$ := Імовірність звернення у лікарню з важкою формою захворювання (відповідно, прогноз одужання, критичного стану, але з одужанням, і смерті) для вікової групи $g$ .





Змінна	Опис змінної	Диференціальне рівняння ( $t$ являє собою час, визначений в ододенних проміжках часу)	Описи параметрів
$S_g^D$	Важка форма захворювання, пацієнт буде потребувати стаціонарного лікування Прогноз: смерть	$S_g^D(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\delta_S}\right) S_g^D(t) + \frac{\rho_{S_g^D}}{\delta_E} E_g(t)$	Більш детальну інформацію про $\rho_{S_g^R}, \rho_{S_g^C}, \rho_{S_g^D}, \rho_{S_g^R}$ і $\rho_{S_g^D}$ див. в розділі «Імовірність прогнозу»
$\hat{S}_g^R$	Важка форма захворювання, пацієнт не звертатиметься у лікарню Прогноз: одужання	$\hat{S}_g^R(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\gamma_S}\right) \hat{S}_g^R(t) + \frac{\rho_{\hat{S}_g^R}}{\delta_E} E_g(t)$	$\rho_{\hat{S}_g^R}, \rho_{\hat{S}_g^D}$ := Імовірність відмови від звернення у лікарню з важкою формою захворювання (прогноз одужання/смерті). $\gamma_S$ := Середній інфекційний період для важких випадків.
$\hat{S}_g^D$	Важка форма захворювання, пацієнт не звертатиметься у лікарню Прогноз: смерть	$\hat{S}_g^D(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\hat{\mu}}\right) \hat{S}_g^D(t) + \frac{\rho_{\hat{S}_g^D}}{\delta_E} E_g(t)$	$\hat{\mu}$ := Середня кількість днів між появою симптому і смертю за межами лікарні.
$H_g^R$	Госпіталізований випадок Прогноз: одужання	$H_g^R(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\delta_H}\right) H_g^R(t) + \frac{S_g^R(t)}{\delta_S}$	$\delta_H$ := Середня кількість днів перебування в лікарні до виписки для пацієнтів, яких не переводили у відділення інтенсивної терапії.
$H_g^C$	Госпіталізований випадок Прогноз: критичний, але пацієнт одужає	$H_g^C(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\delta_{T_1}}\right) H_g^C(t) + \frac{S_g^C(t)}{\delta_S}$	$\delta_{T_1}$ := Середня кількість днів перебування в лікарні до переведення у відділення інтенсивної терапії для пацієнтів, стан яких став критичним.
$H_g^D$	Госпіталізований випадок Прогноз: смерть	$H_g^D(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\delta_{T_1}}\right) H_g^D(t) + \frac{S_g^D(t)}{\delta_S}$	
$I_g^C$	Інтенсивна терапія Прогноз: критичний, але одужає	$I_g^C(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\delta_I}\right) I_g^C(t) + \frac{H_g^C(t)}{\delta_{T_1}}$	$\delta_I$ := Середня кількість днів, проведених у відділенні інтенсивної терапії, до повернення в терапевтичне відділення, для пацієнтів у критичному стані, які одужують.
$I_g^D$	Інтенсивна терапія Прогноз: смерть	$I_g^D(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\mu}\right) I_g^D(t) + \frac{H_g^D(t)}{\delta_{T_1}}$	$\mu$ := Середня кількість днів, проведених у відділенні інтенсивної терапії, до смерті.



Змінна	Опис змінної	Диференціальне рівняння ( $t$ являє собою час, визначений в ододенних проміжках часу)	Описи параметрів
$T_g$	Переведений назад в терапевтичне відділення з відділення інтенсивної терапії.	$T_g(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\delta_{TH}}\right) T_g(t) + \frac{I_g^C(t)}{\delta_I}$	$\delta_{TH}$ := Середня кількість днів у терапевтичній палаті після переведення пацієнта з відділення інтенсивної терапії.
$D_g^H$	Виписаний з лікарні (без переведення у інтенсивної терапії)	$D_g^H(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\gamma_H}\right) D_g^H(t) + \frac{H_g^R(t)}{\delta_H}$	$\gamma_H$ := Кількість днів, що залишилися до одужання хворих з важким перебігом захворювання (які вже не є заразними) після виписки з лікарні стосовно некритичних випадків.
$D_g^I$	Виписаний з лікарні (після лікування у відділенні інтенсивної терапії)	$D_g^I(t+1) = \left(1 - \frac{1}{\gamma_I}\right) D_g^I(t) + \frac{T_g(t)}{\delta_{TH}}$	$\gamma_I$ := Кількість днів, що залишилися до одужання хворих з важким перебігом захворювання (які вже не є заразними) після виписки з відділення інтенсивної терапії та лікарні стосовно критичних випадків.
$X_g$	Смерть від ускладнень, пов'язаних з COVID-19	$X_g(t+1) = X_g(t) + \frac{\hat{S}_g^D(t)}{\hat{\mu}} + \frac{I_g^D(t)}{\mu}$	
Змінна	Опис змінної	Диференціальне рівняння ( $t$ являє собою час, визначений в ододенних проміжках часу)	
$R_g$	Пацієнт одужав (і прогнозується, що в нього розвинувся стерильний імунітет)	$R_g(t+1) = R_g(t) + \frac{A_g(t) + M_g(t) + Q_g(t)}{\gamma_M} + \frac{\hat{S}_g^R(t)}{\gamma_S} + \frac{D_g^H(t)}{\gamma_H} + \frac{D_g^I(t)}{\gamma_I}$	



## Вплив заходів реагування

У моделі ми розглядаємо чотири не терапевтичних заходи реагування у вигляді дотримання соціальної дистанції, які ведуть до скорочення середньої кількості контактів між людьми у суспільстві: наказ залишатися вдома, рекомендації залишатися вдома, закриття громадських місць і скасування масових заходів. Згідно з результатами опитування, проведеного серед експертів ЄЦПКЗ, ми припускаємо, що накази залишатися вдома є найбільш ефективним заходом в контексті скорочення кількості контактів, а також припускаємо, що три інших заходи реагування мають відносну ефективність (у порівнянні з наказами залишатися вдома), яка є однаковою у всіх європейських країнах. Потім ми застосовуємо масштабний коефіцієнт для пропорційного збільшення або зменшення загальної ефективності заходів реагування для кожної країни. Цей масштабний коефіцієнт для кожної країни піддається процесу калібрування (більш детальну інформацію див. в розділі «Калібрування»). Ми кількісно оцінюємо відносну ефективність заходів реагування у порівнянні з наказами залишатися вдома шляхом внутрішнього опитування експертів ЄЦПКЗ.

Ми припускаємо, що синергетичний ефект від здійснення заходів щодо скорочення контактів відсутній. Тобто, якщо країна здійснює кілька заходів одночасно (наприклад, видає наказ залишатися вдома і закриває громадські місця), то для розрахунку ефекту від скорочення контактів використовується тільки найвища ефективність від усіх цих заходів реагування. Формально, ефективність заходу реагування ( $r_{\text{effective}}$ ) в момент часу  $t$  має наступний вираз:

$$r_{\text{effective}}(t) = \min(r_1(t)\varepsilon_1, r_2(t)\varepsilon_2, r_3(t)\varepsilon_3, r_4(t)\varepsilon_4, 0.99) \cdot \omega_a$$

де  $\varepsilon_k$  означає відносну ефективність заходу реагування  $k$  в контексті скорочення середньої кількості контактів на людину в день (щодо наказів залишатися вдома див. Додаток 4),  $\omega_a$  є каліброваним коефіцієнтом масштабування для країни  $a$ , який пропорційно масштабує ефективність усіх заходів реагування, а  $r_k(t)$  є бінарною змінною, котра визначається як

$$r_k(t) = \begin{cases} 1, & \text{якщо захід реагування } k \text{ було реалізовано в момент часу } t \\ 0, & \text{якщо захід реагування } k \text{ не було реалізовано в момент часу } t \end{cases}$$

Ми беремо значення 0,99 в якості верхньої межі  $r_{\text{effective}}$  для всіх моментів часу, оскільки малоімовірно, що будь-яка комбінація заходів реагування призведе до 100-процентного скорочення контактів.

Потім ми визначаємо ефективне середнє число контактів на людину в день із тими, хто перебуває на заразному етапі захворювання  $j = \{\text{безсимптомний, легкий, важкий}\}$  в момент часу  $t$  наступним чином:



$$c_{\text{effective}}^j(t) = c\delta_j(1 - r_{\text{effective}}(t)) \frac{I_j(t)}{N}$$

де  $c$  – це середня кількість контактів на людину в день (за відсутності заходів реагування), а  $\delta_j$  – це частка, що представляє собою зменшення кількості контактів у заразному стані захворювання  $j$  порівняно з «нормальною» поведінкою (у зв'язку з хворобою, госпіталізацією або іншими причинами). Тут ми відзначаємо, що припускаємо однорідне змішання вікових груп (тобто контакти однаково вірогідні між будь-якою парою вікових груп).

Ми стверджуємо умову, що  $\delta_S \leq \delta_M \leq \delta_A = 1$ . Змінна  $I_j(t)$  являє собою загальну кількість безсимптомних, легких і важких випадків у момент часу  $t$ , а  $N$  – загальна кількість осіб у популяції. Тобто:

$$I_A(t) = \sum_g A_g(t)$$

$$I_M(t) = \sum_g M_g(t)$$

$$I_S(t) = \sum_g \left( S_g^R(t) + S_g^S(t) + S_g^D(t) + \hat{S}_g^R(t) + \hat{S}_g^D(t) + H_g^R(t) + H_g^C(t) + H_g^D(t) + I_g^C(t) + I_g^D(t) + T_g(t) + D_g^H(t) + D_g^I(t) \right)$$

$$N = I_A(t) + I_M(t) + I_S(t) + \left( \sum_g Z_g(t) + E_g(t) + Q_g(t) + X_g(t) + R_g(t) \right)$$

### Сила інфекції

Сила інфекції (тобто реальна ймовірність зараження) для чутливої особи в момент часу  $t$  описується наступним виразом:

$$\lambda(t) = 1 - \prod_j (1 - \beta_j)^{c_{\text{effective}}^j(t)}$$

де  $\beta_j$  – ймовірність інфікування між сприйнятливою і заразною контактною особою в хворобливому стані  $j$  для  $j$  - {безсимптомний, легкий, важкий}. В контексті цього моделювання ми припустили, що  $\beta_A = \beta_M = \beta_S$ . Загальна кількість нових випадків інфікування за всіма віковими групами  $g$  на момент проведення дослідження  $t$  наведена нижче:

$$\sum_g \lambda(t) \cdot Z_g(t)$$

### Калібрування моделі

Модель була відкалібрована на основі загальнодоступних даних про підтвержені випадки захворювання, госпіталізації, пацієнтів відділення інтенсивної терапії та рівень смертності (за наявності таких даних) з 31 країни ЄС/ЄЕЗ. За замовчуванням, під час калібрування були враховані



дані про смертність, госпіталізації та інтенсивність перебування у відділенні інтенсивної терапії. У наведеній нижче таблиці показано зміни у ваговому співвідношенні показників по країнах, які використовуються в процесі калібрування.

База даних ЄЦПКЗ щодо здійснення заходів реагування на національному та регіональному рівнях використовувалася для інформування про терміни вжиття заходів реагування у моделі кожної країни [1]. У процедурі узгодження використовується структура бейєсівського аналізу Монте-Карло з ланцюгами Маркова (МСМС), щоб одночасно підігнати її під 31 країну. Загалом передбачається, що біологічні параметри є глобальними (не змінюються в залежності від країни), в той час як поведінкові параметри, включаючи ефективність заходів реагування, варіюються залежно від країни. Інформативні гіперпараметри змінного ефекту використовуються для того, щоб виключити істотні розбіжності між параметрами, характерними для конкретної країни. Всі попередні автори отримують інформацію на основі кількісних даних, взятих з опублікованої літератури, а огляд наведено в таблиці нижче.

Таблиця 3. Зміни вагових коефіцієнтів індикаторів, які використовуються в процесі калібрування, в залежності від країни

Країна	Нова кількість випадків за день	Нова кількість випадків смерті за день	Щоденна кількість випадків госпіталізації	Щоденна кількість госпіталізованих хворих у відділеннях реанімації та інтенсивної терапії	Щоденна кількість нових госпіталізацій	Щоденна кількість нових пацієнтів, які надходять у відділення інтенсивної терапії
За замовчуванням	2	4	4	4	8	8
Австрія	2	8	8	8	8	8
Кіпр	4	4	8	8	8	8
Естонія	4	8	4	4	8	8
Фінляндія	4	4	4	16	8	8
Франція	2	4	4	4	8	8
Німеччина	4	8	4	4	8	8
Греція	4	4	4	8	8	8
Ісландія	2	8	8	8	8	8
Італія	4	8	8	8	8	8
Латвія	2	8	4	8	8	8
Люксембург	2	8	8	8	8	8
Нідерланди	4	4	8	8	8	8
Норвегія	2	4	16	16	8	8
Польща	8	8	4	4	8	8
Сполучене Королівство	4	4	4	4	8	8



## Калібрування за допомогою $R_0$

Основне число репродукції, що позначається як  $R_0$ , - це кількість вторинних інфекцій, викликаних одним інфекційним випадком протягом цього періоду в повністю сприйнятливою до інфекції популяції. У нашій моделі ми розраховуємо  $R_0$  в момент початкового розвитку інфекції, т, використовуючи наступне рівняння:

$$R_0 = Z(\tau) \cdot \lambda(\tau) \cdot \gamma$$

де  $\gamma$  - середній період заразності населення, а  $Z(\tau) \approx N$  - загальна кількість сприйнятливих осіб у популяції на момент часу  $\tau$  і приблизно дорівнює  $N$ , загальній кількості осіб у популяції.

Оскільки популяція загалом повністю сприйнятлива у момент часу  $\tau$  (за винятком кількості випадків, які були зареєстровані спочатку), рівняння сили інфекції в момент часу  $\tau$  зводиться до наступного виразу:

$$\lambda(\tau) = 1 - (1 - \beta)^{\frac{c}{N}}$$

де  $\beta = \beta_A = \beta_M = \beta_S$  (як описано в розділі «Сила зараження»). Замість того, щоб калібрувати значення  $\beta$  (яке ми мало розуміємо в контексті передачі SARS-CoV-2) і с таким чином, щоб вони узгоджувалися з емпіричними епідеміологічними даними, ми розглядаємо  $R_0$  як калібрувальний параметр, специфічний для кожної країни, з якого ми визначаємо необхідне значення  $c$ , зафіксувавши  $\beta$  на рівні якоїсь розумної величини. Для цього ми розв'язуємо рівняння  $R_0$  стосовно  $c$ :

$$\begin{aligned} R_0 &= Z(\tau) \cdot \lambda(\tau) \cdot \gamma \approx N \cdot \left[1 - (1 - \beta)^{\frac{c}{N}}\right] \cdot \gamma \\ \Rightarrow 1 - \frac{R_0}{N \cdot \gamma} &\approx (1 - \beta)^{\frac{c}{N}} \\ \Rightarrow \log\left(1 - \frac{R_0}{N \cdot \gamma}\right) &\approx \frac{c}{N} \cdot \log(1 - \beta) \\ \therefore c &\approx N \cdot \frac{\log\left(1 - \frac{R_0}{N \cdot \gamma}\right)}{\log(1 - \beta)} \end{aligned}$$

Невелике ускладнення полягає в тому, що кожне зі значень  $\beta$ ,  $c$  і  $\gamma$  може відрізнитися в залежності від стану захворювання (безсимптомне, легке або важке). Використовуючи «прогнозу структуру» моделі, ми можемо точно розрахувати середні показники популяції за всіма цими параметрами, попередньо розрахувавши ймовірне співвідношення безсимптомних, легких і важких випадків. При цьому враховуються залежні від віку ймовірності і демографічні показники популяції. Тут ми підкреслюємо, що  $R_0$  є каліброваним параметром для кожної країни, відзначаючи, що раніше використані в процесі калібрування параметри засновані на оцінках, взятих з міжнародної літератури (див. таблицю параметрів моделі нижче).



## Початкові умови

Ми ініціюємо модельну динаміку, імпортуючи безсимптомні і легкі випадки в популяцію за один-два тижні до передбачуваної «дати спалаху». Для більшості змодельованих країн «дата спалаху» визначається як перше захворювання протягом трьох днів поспіль з ненульовою кількістю підтверджених випадків. Для країн з відносно невеликою кількістю випадків (вибраних вручну) «датою спалаху» вважається дата першого підтвердженого випадку. Кількість імпортованих випадків калібрується для кожної країни.

Опис джерел даних

Таблиця 4. Параметри моделі

Параметр	Опис	Попереднє середнє значення <sup>1</sup>	Нижня межа	Верхня межа	Глобальний параметр <sup>2</sup>	Використання гіпер-параметра <sup>3</sup>	Вибір країн зі специфічною калібруванням <sup>4</sup>	Посилання
<b>RO</b>	Базове репродуктивне число, яке визначається як середня кількість нових випадків захворювання від одного інфікованого пацієнта у повністю сприйнятливій популяції	3	2	5	Ні	Ні	Відкалібровано: всі країни. Зафіксовано: немає.	[3,21,22]
<b>Бета</b>	Імовірність передачі інфекції під час одного контакту між повністю сприйнятною і повністю заразною людиною	0,05	0,01	0,1	Так	H3	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	
<b>Скорочення бета</b>	Зниження контагіозності безсимптомних/легких випадків у порівнянні з важкими/критичними випадками	0	H3	H3	Так	H3	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	
<b>Скорочення контактів</b>	Скорочення контактів у важких/критичних випадках у порівнянні з безсимптомними/легкими випадками у зв'язку з передбачуваною госпіталізацією або ізоляцією	0,9	0,5	0,99	Так	H3	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	



Параметр	Опис	Попереднє середнє значення	Нижня межа	Верхня межа	Глобальний параметр	Використання гіпер-параметра	Вибір країн зі специфічною калібруванням <sup>4</sup>	Посилання
<b>Сприйнятливість</b>	Експонентне зниження сприйнятливості для молодших вікових груп по відношенню до старшої вікової групи	0	H3	H3	Так	H3	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	
<b>Частка безсимптомних пацієнтів</b>	Частка всіх безсимптомних випадків	0	H3	H3	Так	H3	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	
<b>Кількість днів латентного перебігу хвороби</b>	Кількість днів у латентному (зараженому, але не заразному) стані	4,6	3	7	Так	H3	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	[2,23,24]
<b>Кількість днів легкого перебігу інфекції</b>	Кількість днів, протягом яких легкі і безсимптомні пацієнти є заразними.	6	3	10	Так	H3	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	[2]
<b>Кількість днів важкого перебігу інфекції</b>	Кількість днів, протягом яких важкі і критичні пацієнти є заразними.	22	14	35	Так	H3	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	
<b>Ймовірність ізоляції</b>	Частка легких і безсимптомних випадків, яких ізолюють після постановки діагнозу.	0	H3	H3	Ні	Так	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: всі країни.	

Параметр	Опис	Попереднє середнє значення	Нижня межа	Верхня межа	Глобальний параметр	Використання гіпер-параметра	Вибір країн зі специфічною калібровою <sup>4</sup>	Посилання
<b>Звернення у лікарню</b>	Частка тяжких випадків, які вимагають стаціонарного лікування під час важкого перебігу захворювання	0,7	0,5	0,99	Ні	Так	Відкалібровано: всі країни. Зафіксовано: жодної.	
<b>Кількість днів від розвитку симптомів до госпіталізації*</b>	Кількість днів між проявом важких симптомів і госпіталізацією	5,9	1	14	немає	Так	Відкалібровано: Бельгія, Данія, Італія, Кіпр, Латвія, Нідерланди, Норвегія, Румунія, Франція, Чеська Республіка. Зафіксовано: всі інші країни.	[25]
<b>Затримка підтвердження інфекції у стаціонарі*</b>	Кількість днів затримки між появою симптомів і постановкою діагнозу у пацієнтів, які звертаються для лікування	11,46	0,01	14	немає	Так	Відкалібровано: Бельгія, Угорщина, Греція, Данія, Ірландія, Італія, Кіпр, Люксембург, Нідерланди, Норвегія, Польща, Португалія, Румунія, Словаччина, Словенія, Сполучене Королівство, Фінляндія, Франція, Чеська Республіка, Швеція. Зафіксовано: всі інші країни.	[25]
<b>Затримка підтвердження інфекції амбулаторно*</b>	Кількість днів затримки між появою симптомів і постановкою діагнозу в амбулаторних пацієнтів	6,75	1	14	Ні	Так	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: всі країни.	[25]



Параметр	Опис	Попереднє середнє значення <sup>1</sup>	Нижня межа	Верхня межа	Глобальний параметр <sup>2</sup>	Використання гіпер-параметра <sup>3</sup>	Вибір країн зі специфічною калібровкою <sup>4</sup>	Посилання
<b>Коефіцієнт тестів, проведених амбулаторно</b>	Частка тяжких випадків, які не потребують стаціонарного лікування, і пройшли тест	0,7	0,05	0,99	Ні	Так	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: всі країни.	
<b>Кількість днів перебування у стаціонарі</b>	Кількість днів, які пацієнт у важкому некритичному стані проводить у стаціонарі до виписки.	10	1	14	Ні	Так	Відкалібровано: Австрія, Бельгія, Данія, Італія, Нідерланди, Норвегія, Португалія, Словенія, Фінляндія, Франція, Чехія. Зафіксовано: всі інші країни.	
<b>Дні перебування в стаціонарі до переведення у відділення інтенсивної терапії</b>	Кількість днів між госпіталізацією та переведенням у відділення інтенсивної терапії для пацієнтів, стан яких стане критичним	2	1	10	Ні	Так	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: всі країни.	
<b>Кількість днів перебування у відділенні інтенсивної терапії</b>	Кількість днів, які пацієнт у критичному стані проводить у відділенні інтенсивної терапії перед випискою.	7	1	10	Ні	Так	Відкалібровано: Австрія, Бельгія, Греція, Данія, Італія, Норвегія, Португалія, Фінляндія, Франція, Чехія, Швеція. Зафіксовано: всі інші країни	



Параметр	Опис	Попереднє середнє значення <sup>1</sup>	Нижня межа	Верхня межа	Глобальний параметр <sup>2</sup>	Використання гіпер-параметра <sup>3</sup>	Вибір країн зі специфічною калібровкою <sup>4</sup>	Посилання
<b>Кількість днів, проведених у відділенні інтенсивної терапії, до смерті</b>	Кількість днів, які пацієнт у критичному стані проводить у відділенні інтенсивної терапії перед смертю.	6	3	14	Так	НЗ	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	[26]
<b>Кількість днів, проведених вдома, до смерті</b>	Кількість днів між настанням симптому і смертю пацієнта, який не звертається по допомогу до лікарні.	10	7	14	Так	НЗ	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	
<b>Затримка з повідомленням про смерть*</b>	Кількість днів затримки між смертю від COVID-19 і повідомленням про неї у звіті.	1,92	1	14	Ні	Так	Відкалібровано: Бельгія, Норвегія, Словенія, Фінляндія, Франція. Зафіксовано: всі інші країни.	[25]
<b>Коефіцієнт тяжкого стану</b>	Калібрувальний коефіцієнт для частки симптоматичних випадків, які є важкими.	1	0,2	3	Ні	Так	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: всі країни.	
<b>Коефіцієнт критичного стану</b>	Калібрувальний коефіцієнт для частки важких випадків, які потребують критичного догляду у відділенні інтенсивної терапії.	1	0,2	3	Ні	Так	Відкалібровано: всі країни. Зафіксовано: немає.	



Параметр	Опис	Попереднє середнє значення <sup>1</sup>	Нижня межа	Верхня межа	Глобальний параметр <sup>2</sup>	Використання гіпер-параметра <sup>3</sup>	Вибір країн зі специфічною калібровкою <sup>4</sup>	Посилання
<b>Смерть у ВІТ пацієнтів, які перебували у критичному стані</b>	Частка смертей пацієнтів, які перебували у критичному стані, у відділенні інтенсивної терапії (передбачається, що вентилятори для легень були наявні)	0,5	0,2	0,75	Ні	Так	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: всі країни.	
<b>Смерть пацієнтів, які перебували у критичному стані, поза межами ВІТ</b>	Частка смертей пацієнтів, які перебували у критичному стані, в умовах відсутності місць чи відмови від звернення до ВІТ	0,95	0,8	0,99	Ні	Так	Відкалібровано: Австрія, Бельгія, Данія, Ісландія, Люксембург, Нідерланди, Норвегія, Португалія, Словаччина, Словенія, Фінляндія, Франція, Чехія. Зафіксовано: немає.	
<b>Перший імпорт</b>	Кількість днів затримки між першим випадком імпорту і першим підтвердженням випадком	7	НЗ	НЗ	Так	НЗ	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	
<b>Показник імпорту</b>	Кількість людей, які заразилися під час першого імпорту інфекції	100	0	1000	Ні	Ні	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: всі країни.	
<b>Тест на індексний випадок</b>	Середня кількість контактів з протестованими пацієнтами на один підтверджений індексний випадок	0	НЗ	НЗ	Ні	Так	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: всі країни.	



Параметр	Опис	Попереднє середнє значення <sup>1</sup>	Нижня межа	Верхня межа	Глобальний параметр <sup>2</sup>	Використання гіпер-параметра <sup>3</sup>	Вибір країн зі специфічною калібрувкою <sup>4</sup>	Посилання
<b>Ефективність усіх контактів</b>	Скорочення середньої кількості контактів серед всіх людей за наявності найсильнішої нецільової реакції	0,95	0,5	5	Ні	Так	Відкалібровано: всі країни. Зафіксовано: немає.	
<b>Відносна ефективність масових зібрань понад 50 осіб</b>	Ефективність зниження контактів під час заборони масових зібрань понад 50 осіб у порівнянні з примусовим перебуванням вдома	0,92	0,01	0,99	Так	НЗ	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	
<b>Відносна ефективність закриття будь-яких громадських місць</b>	Ефективність зниження контактів під час закриття громадських місць у порівнянні з примусовим перебуванням вдома	0,78	0,01	0,99	Так	НЗ	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: так	
<b>Відносна ефективність рекомендації залишатися вдома</b>	Ефективність зниження контактів під час рекомендації залишатися вдома у порівнянні з наказом залишатися вдома	0,78	0,01	0,99	немає	немає	Відкалібровано: Греція, Ірландія. Зафіксовано: всі інші країни.	

Параметр	Опис	Попереднє середнє значення <sup>1</sup>	Нижня межа	Верхня межа	Глобальний параметр <sup>2</sup>	Використання гіпер-параметра <sup>3</sup>	Вибір країн зі специфічною калібрувкою <sup>4</sup>	Посилання
<b>Затримка реакції</b>	Час у днях до того, як буде досягнуто повну ефективність заходів у відповідь після їх здійснення – передбачається, що вони будуть послідовними для всіх заходів.	7	1	14	Так	H3	Відкалібровано: ні. Зафіксовано: всі країни.	

(\*) TESSy [25]

H3 – не застосовується

(1) Попереднє середнє значення параметра використовується для всіх країн. Стосовно країн, для яких параметр не відкалібрований (тобто зафіксований), під час моделювання використовується попереднє значення (тобто параметр зафіксований для цих країн). Стосовно країн, для яких параметр відкалібрований, в процесі калібрування використовується попереднє значення, але під час аналізу або моделювання використовується наступне значення.

(2) Якщо «так», то параметр не є специфічним для конкретної країни. Глобальні параметри можна калібрувати або відмовлятися від їх калібрування.

(3) Якщо «так», то параметр використовує інформативне гіпер-пріоритетне середнє і стандартне відхилення, щоб забезпечити можливість вивчення досвіду різних країн в процесі калібрування. Це стосується лише неглобальних параметрів.

(4) Вибір країн, для яких відкалібровано відповідний параметр.

Всі дані про щоденну кількість нових випадків і смертей в країнах ЄС/ЄЕЗ і Сполученому Королівстві були отримані з бази даних Епідеміологічної інформації (EI) ЄЦПКЗ, яка перебуває у відкритому доступі і доступна за адресою: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/download-todays-data-geographic-distribution-covid-19-cases-worldwide>.

Таблиця 5. Зведення джерел епідеміологічних даних по країнах

Країна	Джерело кількості випадків	Джерело число померлих	Джерело інформації про госпіталізовані випадки	Джерело інформації про пацієнтів у відділеннях інтенсивної терапії
<b>Австрія</b>	БД ЕІ	БД ЕІ	Нові випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни джерел даних [27]	Нові випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [27]
<b>Бельгія</b>	Джерело даних по конкретній країні [28]	Джерело даних по конкретній країні [28]	Поточні випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни джерел даних [28]	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [28]
<b>Болгарія</b>	БД ЕІ	БД ЕІ	Поточні випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни джерел даних [29]	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [29]
<b>Хорватія</b>	БД ЕІ	БД ЕІ	НЗ	НЗ
<b>Кіпр</b>	БД ЕІ	БД ЕІ	Поточні випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни джерел даних [30]	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [30]
<b>Чехія</b>	БД ЕІ	БД ЕІ	Поточні випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни джерел даних [31]	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [31]
<b>Данія</b>	БД ЕІ	БД ЕІ	Нові випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни джерел даних [32]	Нові випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [32]
<b>Естонія</b>	БД ЕІ	БД ЕІ	НЗ	НЗ
<b>Фінляндія</b>	БД ЕІ	БД ЕІ	Поточні випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни джерел даних [33]	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [33]





Країна	Джерело кількості випадків	Джерело число померлих	Джерело інформації про госпіталізовані випадки	Джерело інформації про пацієнтів у відділеннях інтенсивної терапії
<b>Франція</b>	БД EI	БД EI	Нові і поточні випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни джерел даних [34]	Нові і поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [34]
<b>Німеччина</b>	БД EI	БД EI	НЗ	НЗ
<b>Греція</b>	БД EI	БД EI	НЗ	Поточні випадки ВІТ зі звіту МОЗ [35] *
<b>Угорщина</b>	БД EI	БД EI	НЗ	НЗ
<b>Ісландія</b>	БД EI	БД EI	Поточні випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни [36]	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [36]
<b>Ірландія</b>	БД EI	БД EI	НЗ	НЗ
<b>Італія</b>	БД EI	БД EI	Поточна випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни [37]	Поточний випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [37]
<b>Латвія</b>	БД EI	БД EI	Поточна випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни [38]	Поточна випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [38]
<b>Ліхтенштейн</b>	БД EI	БД EI	НЗ	НЗ
<b>Литва</b>	БД EI	БД EI	НЗ	НЗ
<b>Люксембург</b>	БД EI	БД EI	Поточні випадки госпіталізації з JRC [39]	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [40]
<b>Мальта</b>	БД EI	БД EI	Поточні випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни [41] †	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [41] †
<b>Нідерланди</b>	БД EI	БД EI	Поточнаі випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни [42]	Нові випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [43]

Країна	Джерело кількості випадків	Джерело число померлих	Джерело інформації про госпіталізовані випадки	Джерело інформації про пацієнтів у відділеннях інтенсивної терапії
Норвегія	БД EI	БД EI	Поточні випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни [44]	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [44] *
Польща	БД EI	БД EI	НЗ	НЗ
Португалія	БД EI	БД EI	Поточні випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни [45]	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [45]
Румунія	БД EI	БД EI	НЗ	НЗ
Словаччина	БД EI	БД EI	Поточні випадки госпіталізації з ОІЦ [39]	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних
Словенія	БД EI	БД EI	Поточні випадки госпіталізації зі специфічних для даної країни [46]	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [46]
Іспанія	БД EI	БД EI	НЗ	НЗ
Швеція	БД EI	БД EI	НЗ	Поточні випадки ВІТ зі специфічних для даної країни джерел даних [47,48]
Сполучене Королівство	БД EI	БД EI	НЗ	НЗ

БД EI: База даних епідеміологічної інформації ЄЦПКЗ [13]

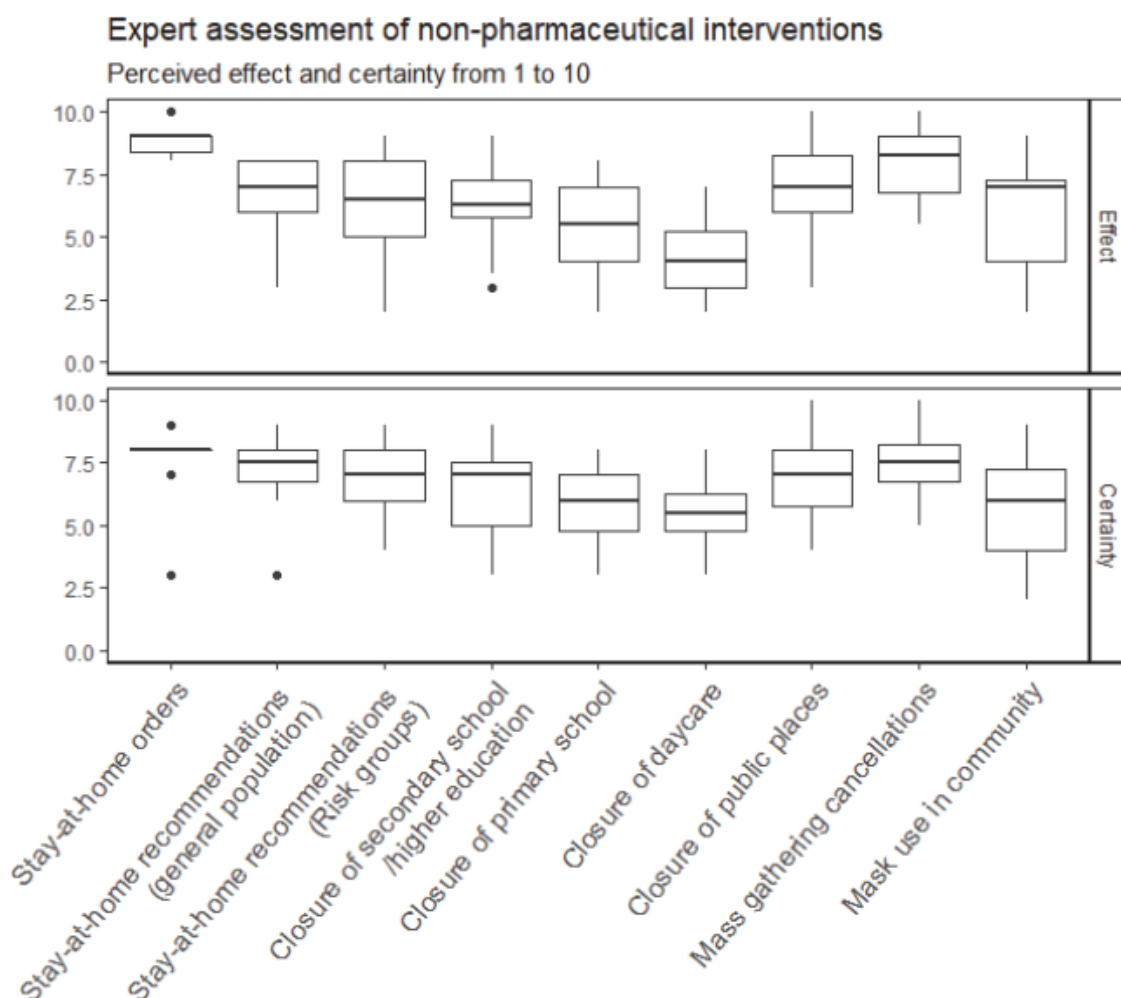
(\*) Випадки у відділенні інтенсивної терапії для Греції і Норвегії відносяться до пацієнтів, які перебувають на механічній вентиляції легень

(†) Дані про нові випадки госпіталізації і реанімації на Мальті надходять з Відділу по боротьбі з інфекційними захворюваннями (IDCU) Міністерства охорони здоров'я Мальти.



## Додаток 4. Ефективність нефармацевтичних заходів втручання за даними опитування експертів, які беруть участь в заходах системи охорони здоров'я щодо COVID-19 у ЄЦПКЗ

Рисунок 6. Експертна оцінка передбачуваної ефективності і невизначеності нефармацевтичних заходів втручання для зниження передачі SARS-CoV-2 (n = 16 експертів у сфері охорони здоров'я)



Примітка: Для рекомендацій залишатися вдома (стосовно груп ризику) учасникам було запропоновано оцінити ефективність заходів, спрямованих на зниження передачі інфекції всередині групи (груп) ризику або в групу (групи) ризику.



## Джерело запиту

Запит 64, Європейська комісія, Генеральний директорат з питань охорони здоров'я та безпеки харчових продуктів, управління в кризових ситуаціях і готовності служб охорони здоров'я (SANTE.DDG1.C.3)

## Експерти-консультанти

Експерти ЄЦПКЗ (в алфавітному порядку): Анджело Д'Амброзіо, Майк Кетчпол, Бруно Чанчу, Емілі Фінч, Хелен Джонсон, Томмі Каркі, Адріан Продан, Еммануель Робесін, Бертран Судре.

Ми також хотіли би подякувати всім експертам ЄЦПКЗ, що беруть участь в моніторингу нефармацевтичних заходів, включених у цей звіт.

Фахівці з моделювання для розробки і узгодження моделі:

Ендрю Шаток (Швейцарський тропічний інститут охорони здоров'я, факультет епідеміології та охорони здоров'я, Базельський університет, Швейцарія); Джеймс Хей, Центр динаміки інфекційних захворювань, факультет епідеміології, Школа охорони здоров'я Гарварда Т.Х. Чана, Гарвардський університет, Бостон, штат Массачусетс, США) і Ніхус Рене (Центр динаміки інфекційних захворювань, кафедра епідеміології, Школа охорони здоров'я Гарварда Т.Х. Чана, Гарвардський університет, Бостон, штат Массачусетс, США).

Були проведені консультації з наступними зовнішніми експертами в галузі охорони здоров'я і моделювання:

Алессандро Аннунціата, Відділ управління ризиками стихійних лих Об'єднаного дослідницького центру Європейської комісії, Іспра, Італія.

Також відбулися консультації з наступними особами (в алфавітному порядку по країнах): Австрія (Флоріан Бачнер, економіка і системний аналіз охорони здоров'я, Австрійський інститут охорони здоров'я, Відень, Австрія); Бельгія (Герман ван Оєн, Науковий інститут охорони здоров'я, Брюссель; Софі Койлін, Науковий інститут охорони здоров'я, Брюссель); Данія (Матіям Луїдор Хельтберг, Statens Serum Institut, Копенгаген); Франція (Койнар Бруно, Direction des maladies infectieuses, Santé publique France, Сен-Моріс; Роше Бенджамін, MIVEGEC, IRD, CNRS, Université Montpellier, Монпельє); Греція (Теодор Літрас, Національна організація охорони здоров'я, Афіни); Угорщина (Шушанна Мольнар, відділ епідеміології та нагляду за вакцинацією, Національний центр охорони здоров'я, Угорщина; Агнес Хайду, Національний центр епідеміології, Будапешт); Ісландія (Брінджолфур Гаутам Йонссон, Центр статистичного консалтингу при



Школі наук про здоров'я Ісландського університету, Рейк'явік); Нідерланди (Сьюзан ван ден Хоф, Центр епідеміології та нагляду за інфекційними захворюваннями, Національний інститут охорони здоров'я і довкілля (RIVM), Більтовен); Польща (Росінська Магдалена, Національний інститут суспільної охорони здоров'я, Національний інститут гігієни, Варшава); Португалія (Карлос Діас, Національний інститут здоров'я доктора Рікарду Хорхе, Лісабон; Константіно Перейра Цетано, Національний інститут здоров'я доктора Рікарду Хорхе, Лісабон; Балтазар Нуньєс, Національний інститут здоров'я доктора Рікарду Жоржі, Лісабон); Словаччина (Зужана Хладна, Університет Коменського в Братиславі, Братислава; Генрієта Худечкова, Медичний факультет Ессеніуса в Мартіні, Університет Коменського, Братислава; Яна Зіболенова, Медичний факультет імені Ессеніуса в Мартіні, Університет Коменського, Братислава, Словаччина); Іспанія (Клара Пратс, Політехнічний університет Каталонії, Барселона); Швеція (Андерс Тегнелл, Департамент аналізу і розробки даних у сфері охорони здоров'я, Folkhälsomyndigheten, Солена; Ліза Бруверс, Департамент аналізу і розробки даних у сфері охорони здоров'я, Folkhälsomyndigheten, Солена; Шерон Кюльман-Берензон, Департамент аналізу і розробки даних у сфері охорони здоров'я, Folkhälsomyndigheten, Солена); Сполучене Королівство (Пол Беррелл, Служба охорони здоров'я Англії, Лондон).

Всі експерти представили декларації про зацікавленість, і вивчення цих декларацій не виявило жодного конфлікту інтересів.

## Заява про відмову від відповідальності

ЄЦПКЗ видає цей технічний документ на підставі запиту № 64 Європейської Комісії, Генерального директорату з питань охорони здоров'я та безпеки харчових продуктів, управління в кризових ситуаціях і готовності служб охорони здоров'я (SANTE.DDG1.C.3), а також відповідно до статті 10 Рішення № 1082/13/ЄК і статті 7 (1) Регламенту (ЄК) № 851/2004 про створення Європейського центру з профілактики та контролю захворювань (ЄЦПКЗ).

В рамках мандата ЄЦПКЗ конкретною метою цього технічного звіту є формування короткострокових прогнозів щодо епідемії COVID-19 країнами ЄС/ЄЕЗ і Сполученим Королівством для інформування стосовно рішень в галузі охорони здоров'я щодо заходів боротьби зі спалахом. Відповідальність за вибір того, який варіант слід вибрати, і які заходи необхідно вжити, включаючи запровадження обов'язкових правил або методичних рекомендацій, несуть виключно країни ЄС/ЄЕЗ і Сполучене Королівство.

У своїй діяльності ЄЦПКЗ прагне забезпечити незалежність, високу наукову

якість, прозорість і ефективність своєї роботи. Цей звіт було підготовлено за погодженням і за сприяння групи підтримки з надзвичайних ситуацій з питань COVID-19 в галузі охорони здоров'я при Європейському центрі з профілактики і контролю захворювань. Всі дані, опубліковані у цьому звіті, є точними, виходячи з наявних на момент публікації відомостей. Опубліковані карти і цифри не є заявами з боку ЄЦПКЗ або його партнерів стосовно правового або прикордонного статусу представлених країн і територій.



## Посилання

1. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Rapid Risk Assessment: Coronavirus disease 2019 (COVID-19) in the EU/EEA and the UK – ninth update. Stockholm: ECDC, 2020.
2. Kissler SM, Tedijanto C, Goldstein E, Grad YH, Lipsitch M. Projecting the transmission dynamics of SARS-CoV-2 through the postpandemic period. *Science*. 2020:eabb5793.
3. Flaxman S, Mishra S, Gandy A, Unwin H, Coupland H, Mellan T, et al. Estimating the number of infections and the impact of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in 11 European countries. London: Imperial College London; 2020.
4. Folkehelseinstituttet (FHI). Coronavirus modelling at the NIPH. Oslo: FHI; 2020. Available from: <https://www.fhi.no/en/id/infectious-diseases/coronavirus/coronavirus-modelling-at-the-niph-fhi/>.
5. Robert Koch-Institut. Schätzung der aktuellen Entwicklung der SARS-CoV-2-Epidemie in Deutschland – Nowcasting. Berlin: RKI; 2020. Available from: [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2020/Ausgaben/17\\_20.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2020/Ausgaben/17_20.pdf?__blob=publicationFile).
6. Department of Health – Government of Ireland. COVID-19 Modelling Data. Dublin: Department of Health; 2020. Available from: <https://www.gov.ie/en/publication/ea86cc-covid-19-modelling-data-thursday-16-april-2020/>.
7. Folkhälsomyndigheten (FHM). Analysis and predictions about the COVID-19 pandemic. Stockholm: FHM; 2020. Available from: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/utbrott/aktuella-utbrott/covid-19/analys-och-prognoser/>.
8. Institute for Health Policy, Ministry of Health of the Slovak Republic. COVID-19 Spread Model. Bratislava: Ministry of Health; 2020. Available from: [https://izp.sk/wp-content/uploads/2020/04/COVID\\_v3-dfinal.pdf](https://izp.sk/wp-content/uploads/2020/04/COVID_v3-dfinal.pdf).
9. Linka K, Peirlinck M, Sahli Costabal F, Kuhl E. Outbreak dynamics of COVID-19 in Europe and the effect of travel restrictions. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*. 2020:1-8.
10. Giordano G, Blanchini F, Bruno R, Colaneri P, Di Filippo A, Di Matteo A, et al. Modelling the COVID-19 epidemic and implementation of population-wide interventions in Italy. *Nature Medicine*. 2020 2020/04/22.
11. Jit M, Jombart T, Nightingale ES, Endo A, Abbott S, LSHTM Centre for Mathematical Modelling of Infectious Diseases COVID-19 Working Group, et al. Estimating number of cases and spread of coronavirus disease (COVID-19) using critical care admissions, United Kingdom, February to March 2020. *Eurosurveillance*. 2020;25(18):2000632.
12. Salje H, Tran Kiem C, Lefrancq N, Courtejoie N, Bosetti P, Paireau J, et al. Estimating the burden of SARS-CoV-2 in France. *Science*. 2020:eabc3517.
13. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Geographical Distribution of COVID-19 Cases Worldwide. Stockholm: ECDC; 2020. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/download-todays-data-geographic-distribution-covid-19-cases-worldwide>.
14. Catala M, Pino D, Marchena M, Palacios P, Urdiales T, Cardona P-J, et al. Robust estimation of diagnostic rate and real incidence of COVID-19 for European policymakers. *medRxiv*. 2020:2020.05.01.20087023.
15. Google. COVID-19 Community Mobility Reports. Mountain View: Google; 2020. Available from: <https://www.google.com/covid19/mobility/>.
16. Apple. Mobility Trends Reports. Cupertino: Apple; 2020. Available from: <https://www.apple.com/covid19/mobility>.
17. CORDIS – European Commission. EU-supported Research and Development Activities. Brussels: European Commission; 2020. Available from:

- <https://cordis.europa.eu/search/en?q=%27COVID%27&p=2&num=10&sr=Relevance:decreasing>.
18. Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). COVID-19 Projections. Seattle: IHME; 2020. Available from: <https://covid19.healthdata.org/united-states-of-america>.
  19. Murray CJ. Forecasting COVID-19 impact on hospital bed-days, ICU-days, ventilator-days and deaths by US state in the next 4 months. medRxiv. 2020:2020.03.27.20043752.
  20. Ferguson N, Laydon D, Nedjati Gilani G, Imai N, Ainslie K, Baguelin M, et al. Report 9: Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand. 2020.
  21. Riccardo F, Ajelli M, Andrianou X, Bella A, Del Manso M, Fabiani M, et al. Epidemiological characteristics of COVID-19 cases in Italy and estimates of the reproductive numbers one month into the epidemic. medRxiv. 2020:2020.04.08.20056861.
  22. Di Domenico L, Pullano G, Sabbatini CE, Boëlle P-Y, Colizza V. Expected impact of lockdown in Ile-de-France and possible exit strategies. medRxiv. 2020:2020.04.13.20063933.
  23. Read JM, Bridgen JR, Cummings DA, Ho A, Jewell CP. Novel coronavirus 2019-nCoV: early estimation of epidemiological parameters and epidemic predictions. medRxiv. 2020:2020.01.23.20018549.
  24. Lauer SA, Grantz KH, Bi Q, Jones FK, Zheng Q, Meredith HR, et al. The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) From Publicly Reported Confirmed Cases: Estimation and Application. Annals of Internal Medicine. 2020;172(9):577-82.
  25. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). The European Surveillance System (TESSy). Stockholm: ECDC; 2020. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/european-surveillance-system-tessy>.
  26. Verity R, Okell LC, Dorigatti I, Winskill P, Whittaker C, Imai N, et al. Estimates of the severity of coronavirus disease 2019: a model-based analysis. Lancet Infect Dis. 2020 Mar 30.
  27. Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz. Amtliches Dashboard COVID-19 öffentlich zugängliche Informationen (CSV download). Berlin: BMSGPK; 2020. Available from: <https://info.gesundheitsministerium.at/data/data.zip>.
  28. Sciensano. Epistat – COVID-19 Monitoring. Brussels: Sciensano; 2020. Available from: <https://epistat.wiv-isp.be/covid/>.
  29. Stoyanov V. COVID-19 Database – Bulgaria 2020. Available from: <https://github.com/COVID-19-Bulgaria/covid-database>.
  30. Ministry of Interior – Republic of Cyprus. COVID-19 Press Releases. Nicosia: Ministry of Interior; 2020. Available from: <https://www.pio.gov.cy/coronavirus/press.html>.
  31. Ministerstvo zdravotnictví České republiky. COVID-19 in the Czech Republic: Open Data Sets. Prague: Ministerstvo zdravotnictví; 2020. Available from: <https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/api/v1/covid-19>.
  32. Sundhedsstyrelsen. Tal og overvågning af COVID-19. Copenhagen: Sundhedsstyrelsen; 2020. Available from: <https://www.sst.dk/da/corona/tal-og-overvaagning>.
  33. Terveystiete ja hyvinvoinnin laitos (THL). Confirmed corona cases in Finland (COVID-19). Helsinki: THL; 2020. Available from: <https://experience.arcgis.com/experience/d40b2aaf08be4b9c8ec38de30b714f26>.
  34. Santé publique France. Hospital data relating to the COVID-19 epidemic. Paris: Santé publique France; 2020. Available from: <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/donnees-hospitalieres-relatives-a-lepidemie-de-covid-19/>.
  35. Government of Greece. Ensuring adequacy in Intensive Care Units (ICUs) for the treatment of COVID-19 cases. Athens: Government of Greece; 2020. Available from: <https://covid19.gov.gr/exasfalisi-eparkias-se-monades-enta/>.
  36. Almannavarnadeildríkislögreglustjóra. COVID-19 in Iceland – Statistics. Reykjavik: Almannavarnadeild; 2020. Available from: <https://www.covid.is/tolulegar-upplysingar>.





37. Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile. COVID-19 GitHub Repository. Rome: Dipartimento della Protezione Civile; 2020. Available from: <https://github.com/pcm-dpc/COVID-19/tree/master/dati-province>.
38. Government of Latvia. COVID-19 by Administrative Territories. Riga: Government of Latvia; 2020. Available from: <https://data.gov.lv/dati/lv/dataset/covid-19-pa-adm-terit/resource/492931dd-0012-46d7-b415-76fe0ec7c216>.
39. Joint Research Council. COVID-19 GitHub Repository. Brussels: JRC; 2020. Available from: <https://github.com/ec-jrc/COVID-19>.
40. Ministère de la Santé – Le Gouvernement Luxembourgeois. COVID-19 en chiffres 2020. Luxembourg: Ministère de la Santé; 2020. Available from: <https://msan.gouvernement.lu/fr/dossiers/2020/corona-virus.html>.
41. Infectious Disease Control Unit (IDCU) – Ministry for Health in Malta. ITU Admissions and Hospitalizations in Malta due to COVID-19. Valletta: Ministry for Health; 2020.
42. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieub (RIVM). Ontwikkeling COVID-19 in grafieken. Bilthoven: RIVM; 2020. Available from: <https://www.rivm.nl/coronavirus-covid-19/grafieken>.
43. Nationale Intensive Care Evaluatie. COVID-19 infecties op de IC's. Amsterdam: NICE; 2020. Available from: <https://www.stichting-nice.nl/>.
44. Helsedirektoratet. Covid-19 – antall innlagte pasienter på sykehus. Oslo: Helsedirektoratet; 2020. Available from: <https://www.helsedirektoratet.no/statistikk/antall-innlagte-pasienter-pa-sykehus-med-pavist-covid-19#datakilde-og-frekvens-paa-oppdatering>.
45. Peralta-Santos A, Mexia R, Duarte G, Gomes B, Nuno R, Alves de Sousa L, et al. COVID-19 Portugal Project 2020. Available from: [https://github.com/aperaltasantos/covid\\_pt](https://github.com/aperaltasantos/covid_pt).
46. COVID-19 Slednik. Spread of COVID-19 in Slovenia 2020. Available from: <https://covid-19.slednik.org/stats>.
47. Svenska Intensivvårdsregistret (SIR). Number of cases in intensive care with COVID-19 per day. Stockholm: SIR; 2020. Available from: <https://portal.icuregswe.org/siri/report/corona.covid-dagligen>.
48. Folkhälsomyndigheten (FHM). Antal fall av COVID-19 i Sverige. Stockholm: FHM; 2020. Available from: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/utbrott/aktuella-utbrott/covid-19/analys-och-prognoser/>.



ГРОМАДСЬКЕ  
ЗДОРОВ'Я

---

ПРОЕКТ ФІНАНСУЄТЬСЯ ЄВРОПЕЙСЬКИМ СОЮЗОМ