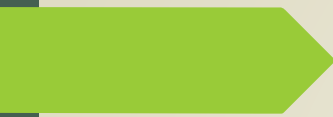


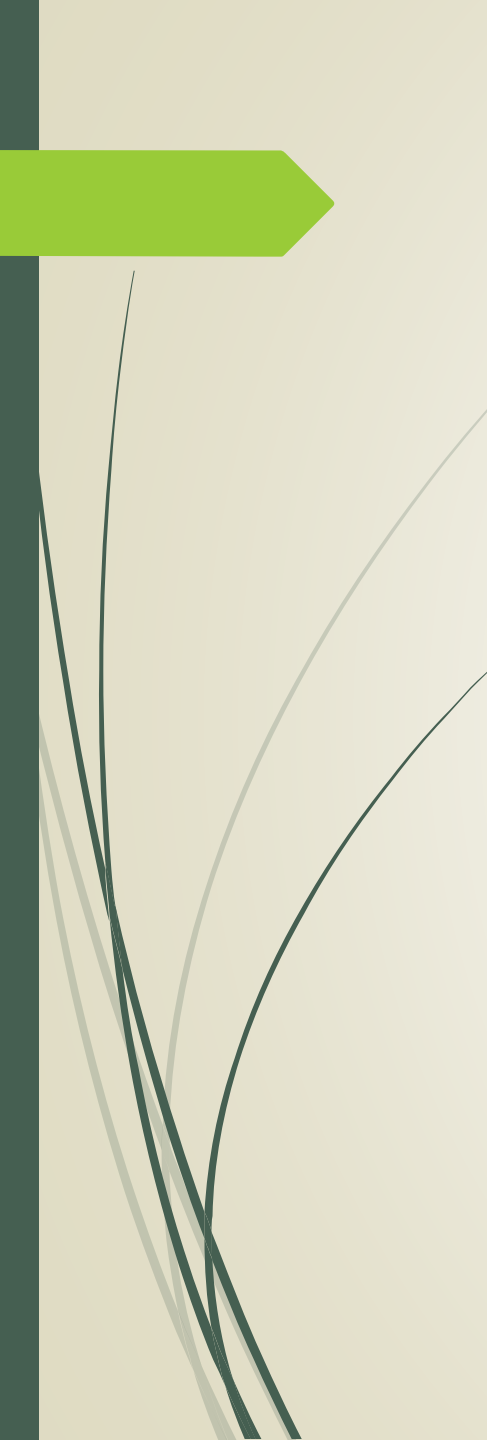


Кліматичні ризики для техногенно трансформованої міської екосистеми

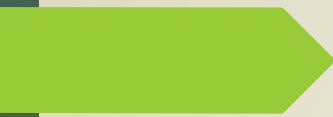


План

- 
- 1. Негативні наслідки зміни клімату, які впливають вразливість урбоекосистеми
 - 2. Вразливість матеріальної інфраструктури урбоекосистеми
 - 3. Вразливість економіки урбоекосистеми
 - 4. Вразливість соціальної сфери урбоекосистеми
 - 5. Оцінка вразливості урбоекосистеми до зміни клімату
 - 6. Заходи зниження вразливості техногенно навантажених урбоекосистем



Вразливість до зміни клімату постає наскрізним питанням, яке слід враховувати в стратегіях стійкого розвитку урбоекосистем. Вразливість відбиває ступінь, до якого система піддається несприятливим наслідкам мінливості клімату та екстремальних ситуацій, або нездатна впоратися з ними. Вона виступає функцією характеру, величини та швидкості зміни клімату, а також чутливості системи та здатності до адаптації. Вплив зміни клімату визначається як характер і ступінь, до якого система піддається значним кліматичним коливанням, а чутливість, відповідно, як ступінь, до якої на систему впливають кліматичні стимули.



1. Негативні наслідки зміни клімату, які впливають на вразливість урбоєкосистеми



Під **вразливістю** розуміють схильність системи до несприятливого впливу зміни клімату, яка ґрунтується на трьох компонентах: вплив, чутливість та здатність до адаптації (рис. 1). Вплив визначає кількість і швидкість змін, яких зазнає урбоекосистема прямо, як то зміна температури, опадів, так і опосередковано, приміром, втрата рекреаційних зон внаслідок засухи та загибелі рослинності. Чутливість відноситься до характеристик урбоекосистеми та залежать від конкретних умов навколишнього середовища, і ступеня, до якого на нього ймовірно вплине зміна клімату, насамперед, температура або гідрологічні вимоги.

Адаптивна здатність – це здатність урбоекосистеми справлятися з умовами, які змінюються, пристосовуватись та розвиватись в них.

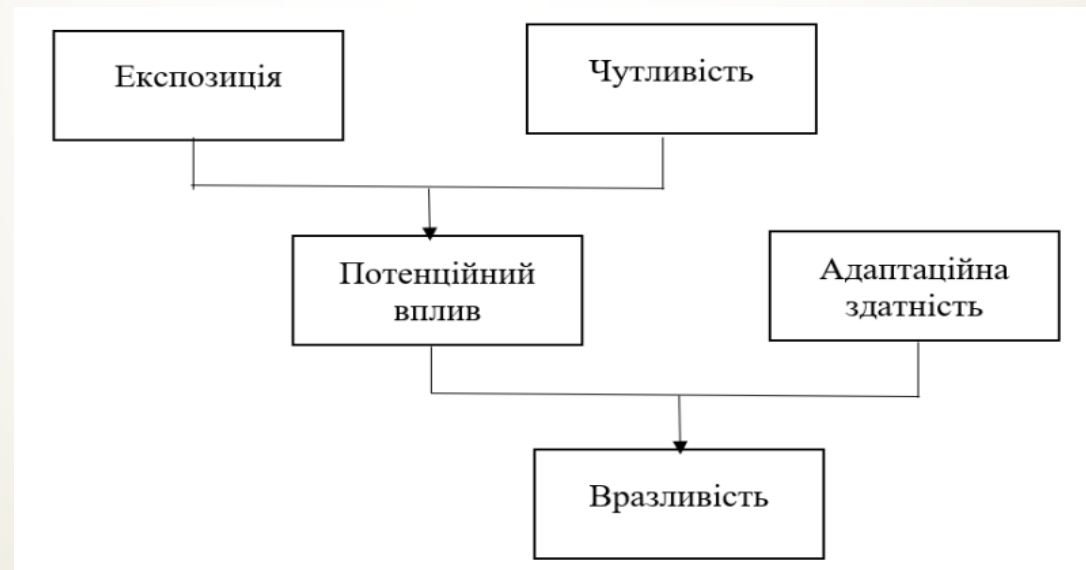
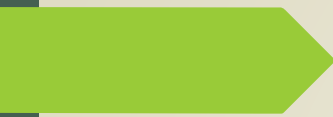
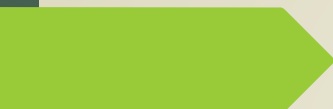


Рис. 1. Формування вразливості до зміни клімату



Поєднання негативних наслідків урбанізації та кліматичної зміни, що спостерігається у великих містах, створюють пряму загрозу екологічній, економічній та соціальній стабільності як у світі в цілому, так і в окремих країнах. Посилення проявів зміни клімату та аналіз їх негативних наслідків у містах свідчать, що зміна клімату спричинює виникнення у містах унікальних проблем.



До основних потенційних негативних наслідків зміни клімату, що можуть проявитися у містах належать та зумовлюють його вразливість:

- тепловий стрес через формування «острову тепла»;
- підтоплення урбанізованої території;
- зменшення площ зелених зон урбоекосистем та порушення видового складу міської рослинності;
- стихійні гідрометеорологічні явища залежно від географічного розташування;
- зменшення кількості та погіршення якості питної води;
- зростання кількості інфекційних захворювань та алергічних проявів у населення;
- порушення нормального функціонування енергетичних систем техногенно навантаженої урбоекосистеми.

Передбачувані наслідки для урбоекосистем через виникнення різноманітних кліматичних феноменів

Кліматичний феномен	Ймовірність	Основні передбачувані наслідки
Менше холодних днів та ночей	Майже абсолютна	Зниження потреби в енергії для опалення
Більша кількість теплих днів і ночей, підвищення температури на більшій частині суші	Майже абсолютна	Збільшення потреби в енергії для охолодження.
Більш висока температура	Майже абсолютна	Найменша кількість пошкоджень транспортної системи від снігу та льоду, які впливають на зимовий туризм. Зміна області вічної мерзлоти, збитки будівель та інфраструктури.

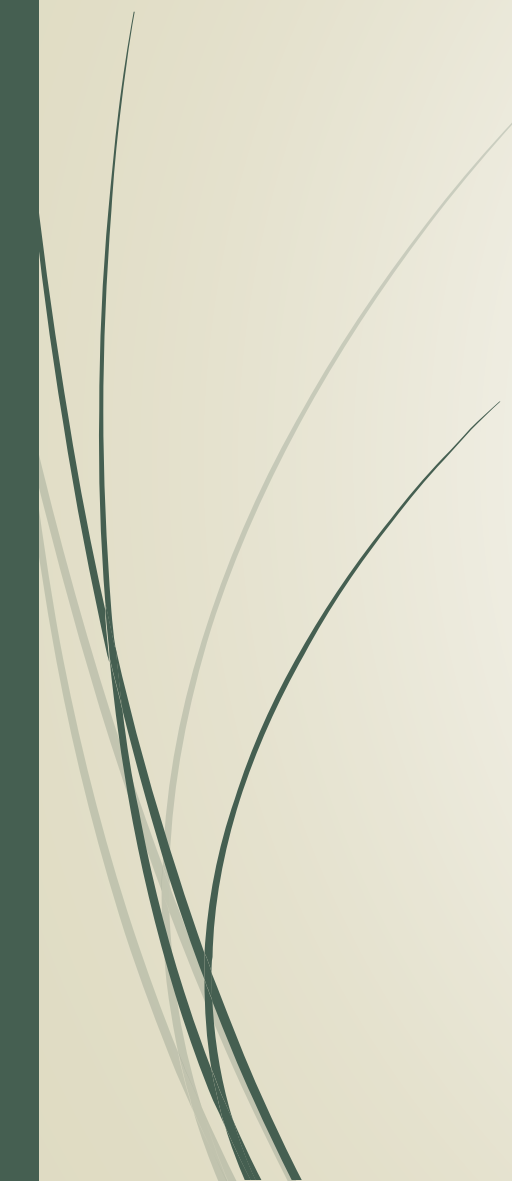
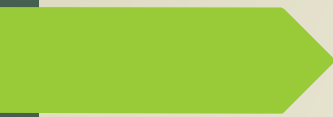
Кліматичний феномен	Ймовірність	Основні передбачувані наслідки
«Хвилі спеки»: частота зростає на більшій частині суші	Цілком можливо	Зниження якості життя людей у теплих регіонах без кондиціонерів повітря; вплив на літніх, малолітніх та бідних мешканців, включаючи значну кількість смертельних випадків. Збільшення енергії, що використовується для кондиціювання.
Території, які страждають від посухи	Ймовірно	Нестача води для людей, промисловості та сфери послуг; зниження кількості електроенергії, що виробляється гідроелектростанціями. Можлива міграція людей.

Кліматичний феномен	Ймовірність	Основні передбачувані наслідки
Інтенсивні опади: частота зростає в більшості регіонів	Цілком можливо	Руйнування поселень, економіки, транспорту повенями. Значна кількість смертельних випадків та постраждалих, шкода матеріальним активам та інфраструктурі. Можливість використання дощової води для виробництва електроенергії у багатьох регіонах.
Часте різке підвищення рівня моря (включаючи цунамі)	Ймовірно	Зниження кількості прісної води через проникнення до неї морської. Велика кількість смертельних випадків, постраждалих, значна шкода власності. Можлива міграція населення.

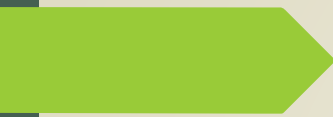
Кліматичний феномен	Ймовірність	Основні передбачувані наслідки
Збільшення кількості потужних тропічних циклонів	Ймовірно	Руйнування поселень повеннями та вітром. Руйнування системи водопостачання. Припинення страхового відшкодування на територіях з високим ступенем ризику (принаймні в розвинених країнах). Велика кількість смертельних випадків, постраждалих, значні збитки власності. Можлива міграція населення.

Слід зазначити, що вразливість міста до ризику виникнення теплового стресу – основного наслідку зміни клімату, притаманного всім без виключення урбоекосистемам посилюється наступними чинниками, а саме:

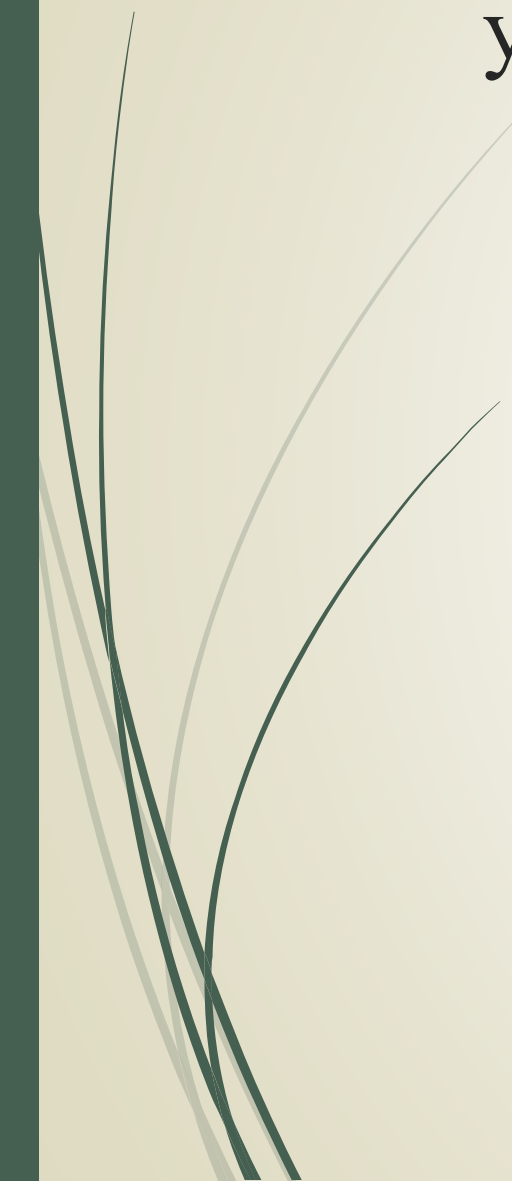
- ▶ недостатня кількість зелених насаджень в місті, перш за все посухостійких, які відзначаються інтенсивним ростом, широко розгалуженою кореневою системою здатних стримувати пил, вітер, отже запобігати вітровій ерозії;
- ▶ тенденція до скорочення площ існуючих зелених зон (парків, скверів, тощо) внаслідок забудови територій (температура повітря всередині зеленого масиву, в середньому, на 2-3 0C нижча, ніж у середині міського кварталу);
- ▶ висока щільність забудови та запечатаність асфальто-дорожнім покриттям;
- ▶ недостатня кількість рекреаційних зон зі сприятливими умовами для відпочинку населення під час спеки (зелені зони, зони відпочинку на водоймах, тощо). Існує декілька ключових моментів, щодо вразливості більшості великих міст:
- ▶ інтенсивність впливу зміни клімату на жителів міста залежить від їх статі, віку, достатку;
- ▶ обмеження адаптаційного потенціалу інфраструктури та загроза життя мешканців міста через неможливість корегування зонування території вже сформованої урбоекосистеми, а також невідповідність забудови сучасним будівельним нормам і стандартам;
- ▶ тривалість і глобальність наслідків зміни клімату;
- ▶ динамічний розвиток молодих міських районів, зумовлює суттєвий дефіцит управління, інфраструктури, отже і пристосування до протидії загрозі кліматичної зміни.

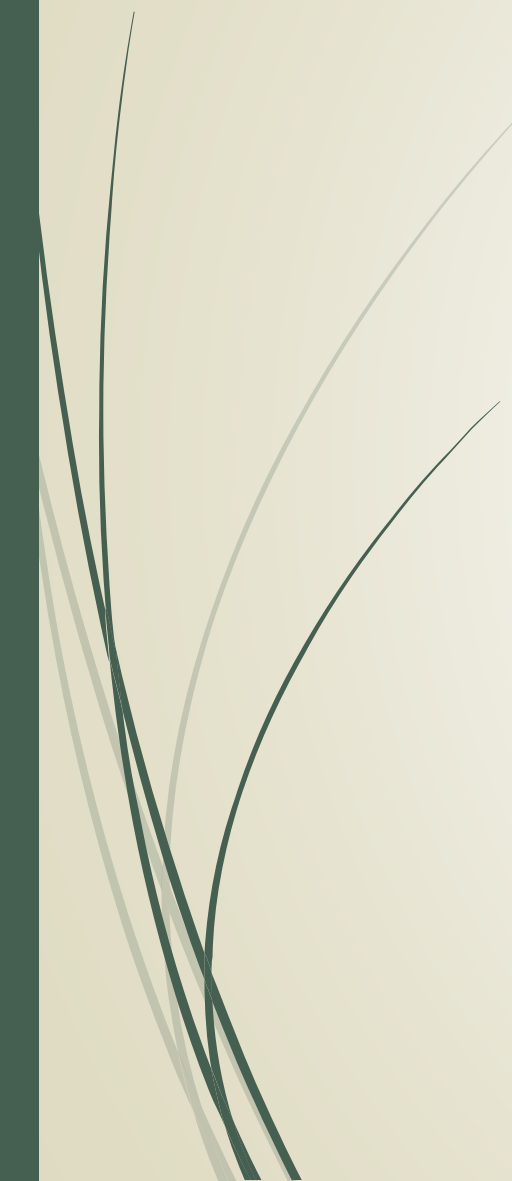
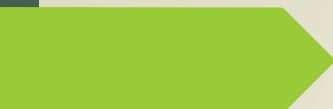


Вразливість техногенно навантаженої урбоекосистеми до певного негативного наслідку зміни клімату може змінюватися з часом, що пов'язано з реалізацією цільових превентивних програм, спрямованих на підвищення стійкості міста або зміни економічних, соціальних та інших умов, які впливають на вразливість. В свою чергу різні рівні вразливості урбоекосистеми призводять до різного роду збитків та втрат за аналогічних умов впливу фізичних чинників.

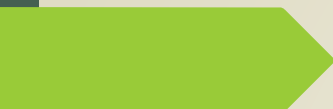


2. Вразливість матеріальної інфраструктури урбоекосистеми

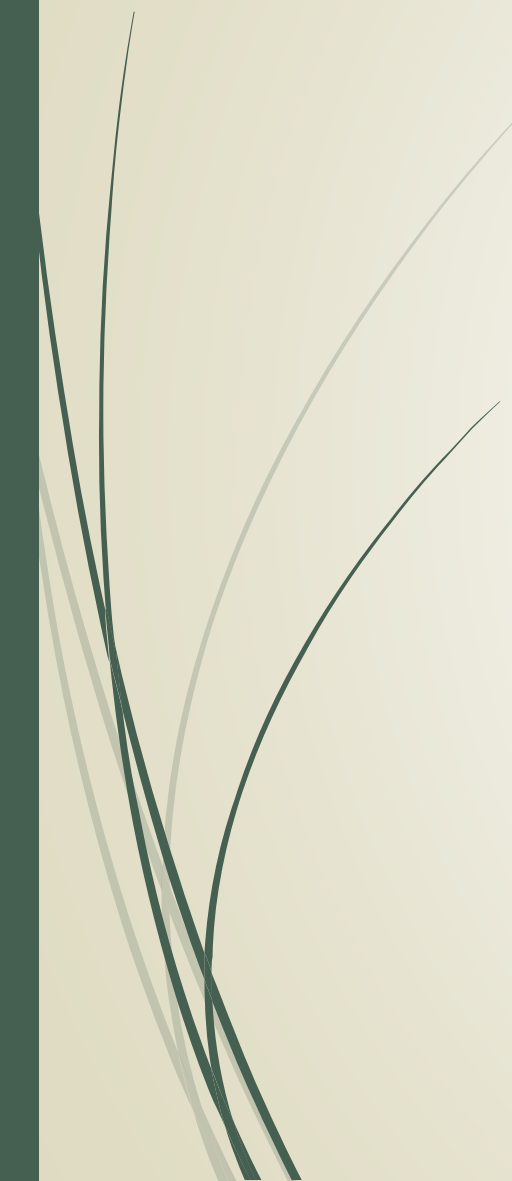
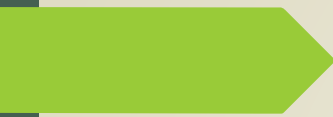




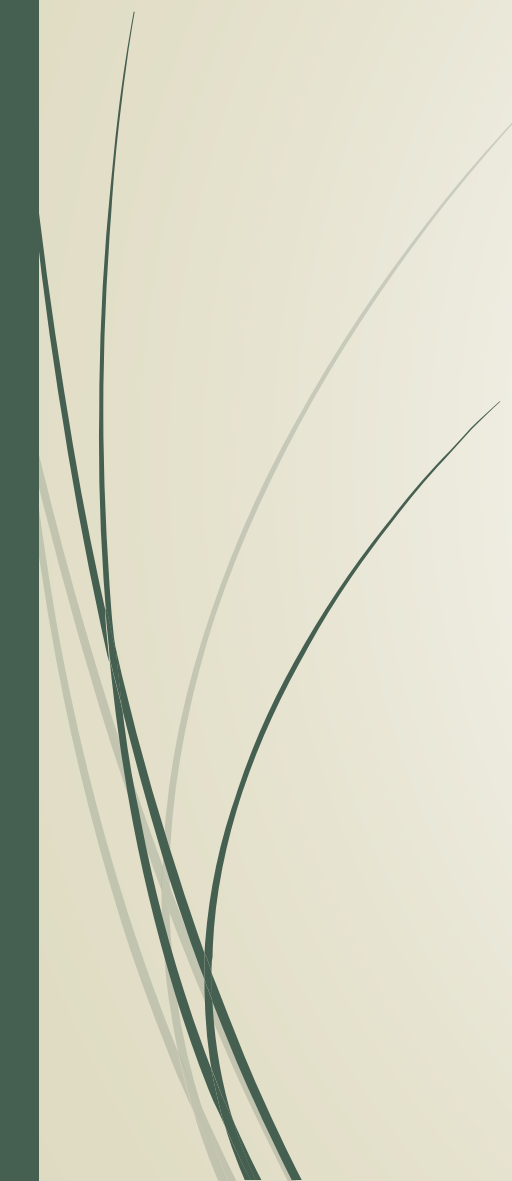
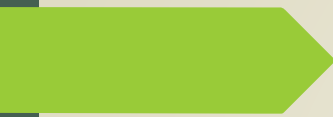
Зміна клімату впливає на матеріальну інфраструктуру міста – його мережі, будівлі, дороги, каналізацію та енергетичні системи – що, у свою чергу, позначається на добробуті та способі життя його мешканців. Цей вплив буде особливо сильним у розташованих низько відносно рівня моря прибережних зонах, де знаходяться багато з найбільших міст світу. Хоча до таких територій належить лише 2% загальної території суші, у цих зонах проживає приблизно 13% світового міського населення.



Прямий вплив на матеріальну інфраструктуру полягає в загрозі життю людей через руйнування або пошкодження транспортних систем та довготривале порушення сполучення. Значне руйнування будівель та споруд очікується у разі збільшення кількості стихійних лих та катастроф, пов'язаних зі зміною клімату, особливо коли руйнівним стихійним лихом будуть виступати повені, які в результаті збільшення кількості опадів відбуватимуться частіше у різних регіонах світу. Для урбоекосистем, розташованих на прибережних зонах, також буде характерна ерозія берегової лінії, а проникнення морської води може руйнувати будівлі і робити деякі райони непридатними для життя. Осідання рівня земної кори – ще один «довготривалий» фактор, що становить ризик для житлового та комерційного фондів міст. Слід зазначити, що швидкість осідання може досягати одного метра за 10 років.

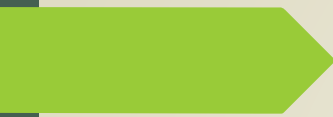


Зміна клімату може зруйнувати транспортну систему, приміром, у прибережних містах підвищення рівня моря призведе до руйнування автошляхів через розмиття подушки дорожнього покриття, а інколи навіть опори мостів. Інтенсивні опади та їх наслідки у вигляді повенів та зсувів сприяють довготривалим порушенням транспортної інфраструктури, завдаючи шкоди шосе, морським портам, мостам та злітно-посадковим смугам аеропортів. Підвищення температури повітря, зокрема тривалі періоди посухи та більше високі середні температури, також негативно впливають на дорожнє покриття та призводять до необхідності частішого ремонту

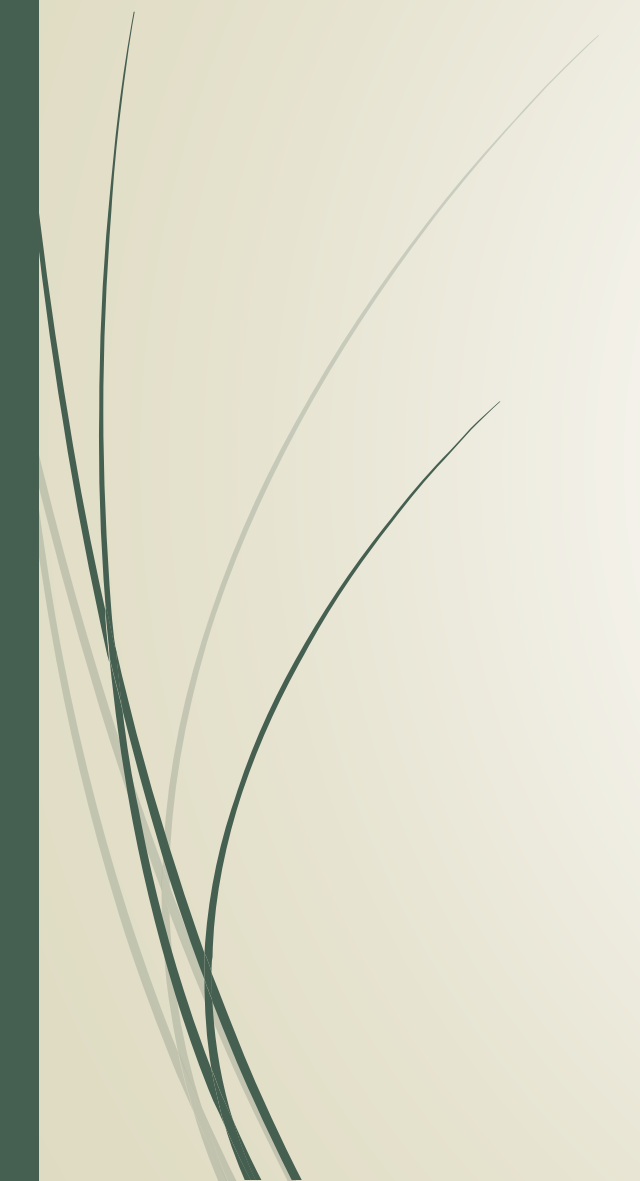


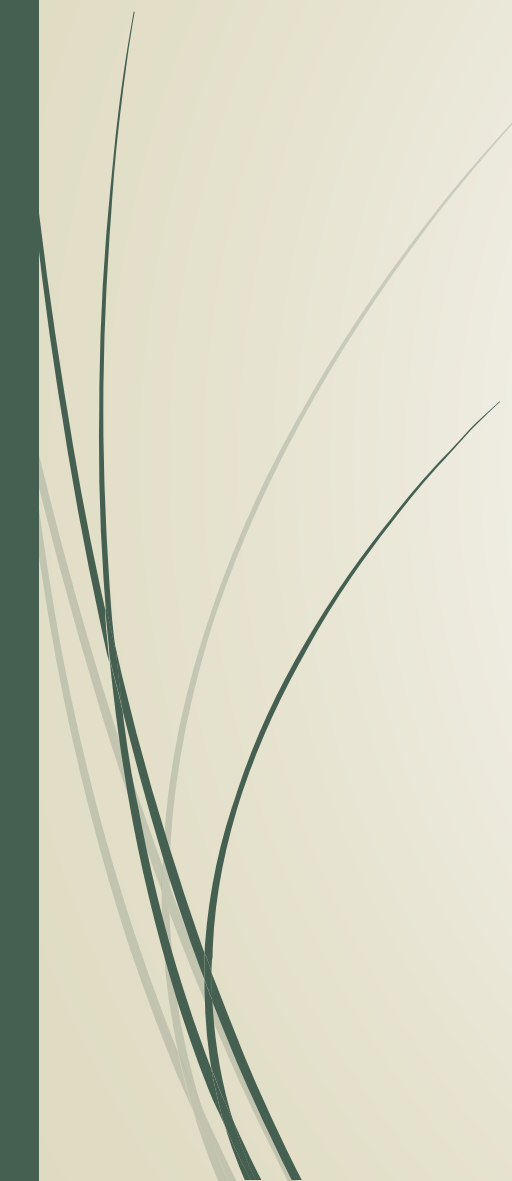
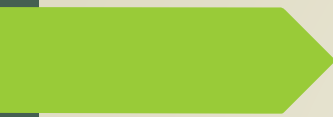
Опосередкований вплив полягає у високому споживанні енергії та пов'язаних із нею ресурсів, адже зміна клімату майже завжди порушує структуру попиту та пропозиції в енергетиці. У сукупності зростання міського населення, зміна місцевих погодних умов, накопичення тепла на територіях техногенно навантажених урбоекосистем та економічного розвитку можуть призвести до істотного збільшення потреби в енергії. В той же час інфраструктура передачі електричної енергії буде ставати все більш вразливою та потерпати від штормів і повеней, які почастишають та стануть більш інтенсивнішими.

Зі зростанням температури та зі зміною кількості опадів буде порушена система видобутку, підготовки та розподілу води, а саме, зміна клімату ймовірно ускладнить водопостачання через зниження рівня річок, рівня ґрунтових вод, проникнення в підземні води та річки солоної води в прибережних зонах, а це вже буде позначатися не тільки на кількості, а й на якості. Паралельно, зі збільшенням температури, більш частими періодами екстремальної спеки та зростанням населення, його добробуту потреба у воді у містах у майбутньому має зрости. Вже зараз питоме водоспоживання для мешканців мегаполісів складає близько 500 л на добу. Виникнуть проблеми з каналізаційними системами урбанізованих територій, особливо з ливневим стоком внаслідок повенів.

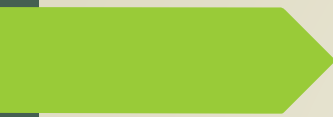


3. Вразливість економіки урбоекосистеми

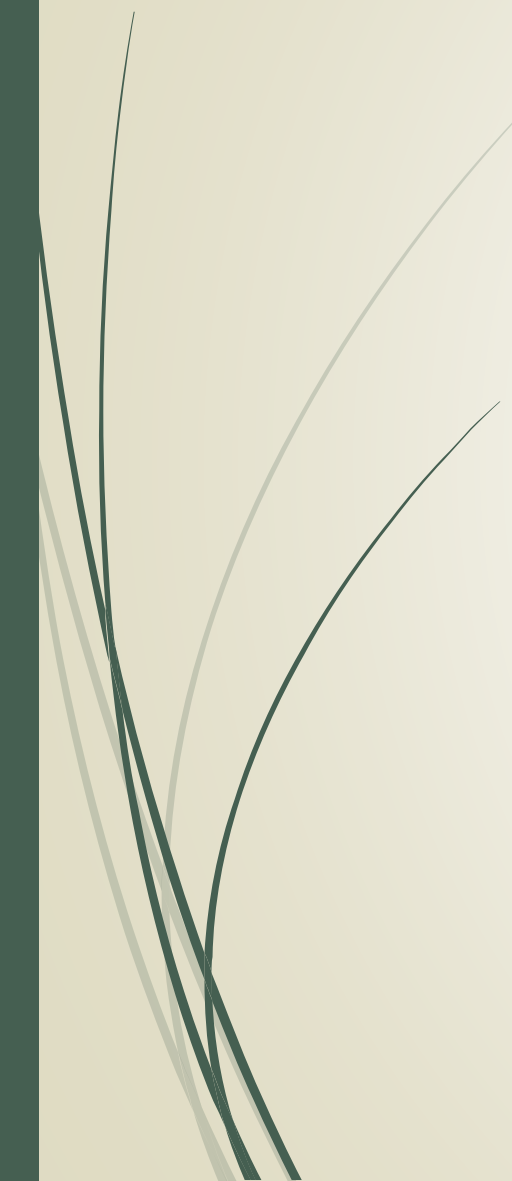
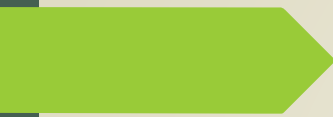




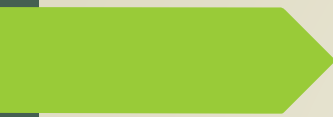
Збільшення частоти та інтенсивності екстремальних кліматичних умов, а також їх довготривалі зміни підвищують уразливість міських економічних активів та, відповідно, вартість ведення бізнесу. Зміна клімату може вплинути на широкий спектр видів економічної діяльності, перш за все на торгівлю, промислове виробництво, туризм та страхові послуги.



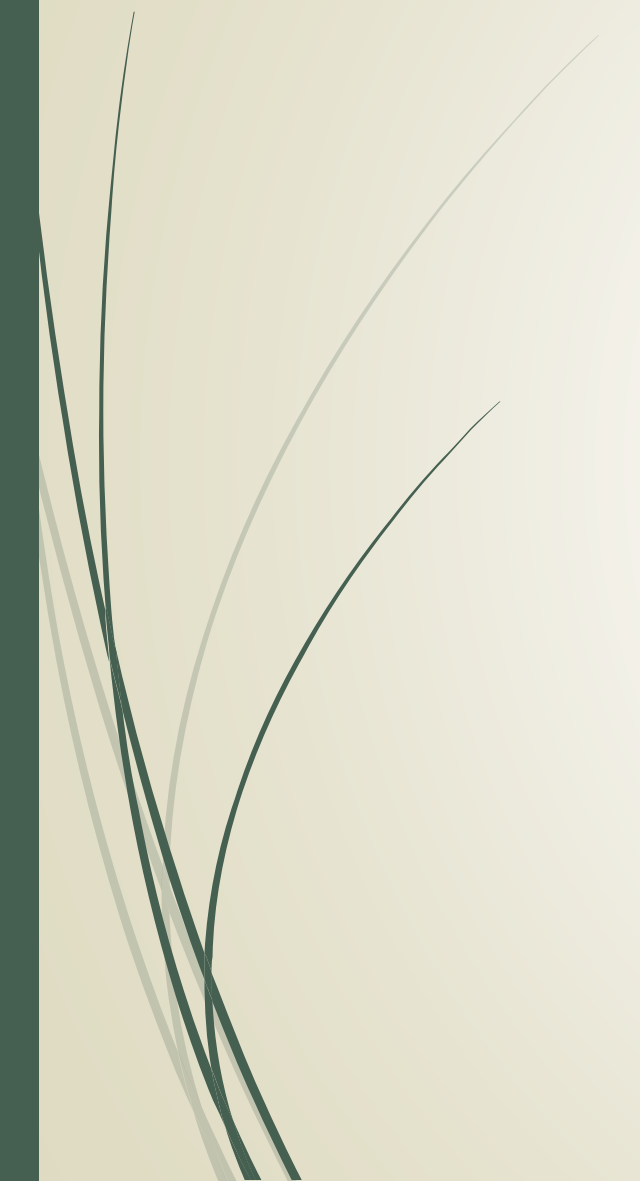
Прямі наслідки зміни клімату на економіку включають спричинення шкоди будинкам, інфраструктурі та іншим активам, особливо тяжкими вони будуть у регіонах, де промислові підприємства розташовані на вразливих територіях, як то прибережні зони та рівнини, схильні до повеней. Непрямі 30 наслідки зміни клімату відбиваються через затримки у виконанні з подальшим розірванням контрактів, пов'язані із впливом клімату на систему транспорту, зв'язку та енергетики. Так само загрозі піддаються роздрібні та комерційні послуги, оскільки ці зміни впливають на ланцюги поставок, мережі розподілу та транспортну систему, та також стосуються процесу споживання.

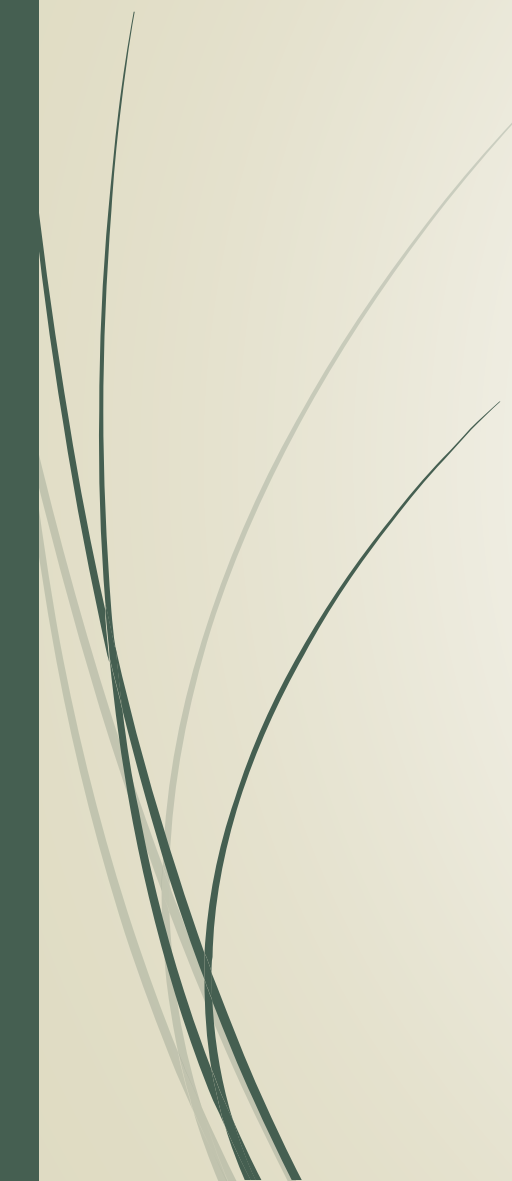
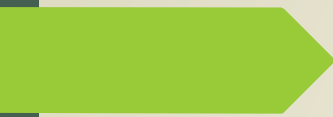


Економіка міст-туристичних центрів може зазнати значних грошових втрат і зіткнутися зі зменшенням кількості робочих місць через брак туристів внаслідок кліматичних змін. На страхову індустрію будуть впливати екстремальні кліматичні умови, а саме, при підвищенні попиту на страхові послуги, знизиться розмір страхових відшкодувань. Імовірно, вартість страхових послуг значно зросте у разі збільшення кількості нерегулярних, але катастрофічних стихійних лих. Очікування настання подій, що призводять до великих збитків, позначиться на розмірах страхового відшкодування.

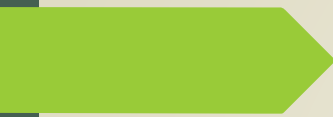
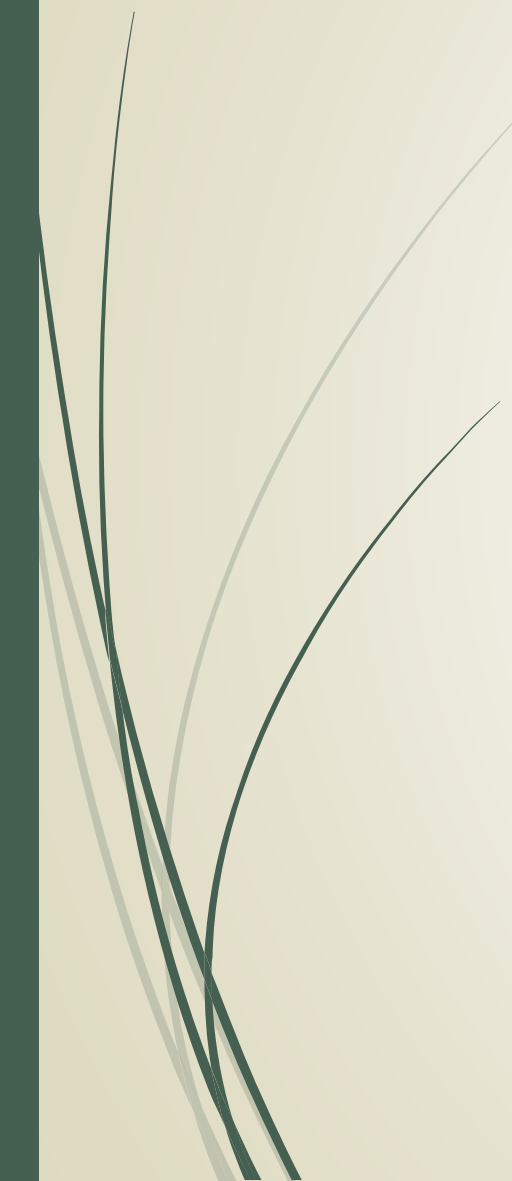


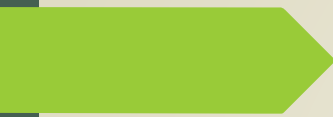
4. Вразливість соціальної сфери урбоекосистеми





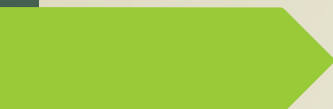
Зміна клімату суттєво впливає на стан охорони здоров'я мешканців техногенно навантажених урбоекосистем. При цьому бідність стає ускладнювальною обставиною, яка істотно посилює вплив зміни клімату на здоров'я. Зі зростанням числа людей, які переїжджають до міст, і збільшенням температури повітря, а також швидким старінням суспільства, загроза підвищення рівня смертності від спеки у майбутньому стане реальною. Вже зараз показник смертності від спеки при реєстрації причин смерті значно знижується. Стихійні лиха мають як негайний, так і довготривалий вплив на охорону здоров'я. Наслідками повеней і штормів стають не лише фактична загибель людей та збитки їх здоров'ю, а й довготривалий збиток, завданий об'єктам, які забезпечують систему охорони здоров'я, приміром вимкнення електроенергії може порушити роботу лікарень, а забезпечення питною водою буде ускладнено у разі завдання шкоди об'єктам водопостачання, або нестачі електроенергії.

- 
- 
- **Кліматичні фактори** – температура, опади, вологість та підвищення рівня моря змінюють область поширення, циклічність і методи передачі інфекційних захворювань. Повінь може забруднити систему водопостачання токсинами та хвороботворними організмами, що призведе до збільшення кількості кишкових розладів та захворювань дихальних органів.



Зміна клімату по-різному впливає на різні групи людей:

- збільшують гендерну та расову нерівність;
 - стосуються бідних родин і бідних жінок більше, ніж заможних.
- 



5. Оцінка вразливості урбоекосистеми до зміни клімату



Оцінка вразливості до зміни клімату потребує чіткої концептуальної основи та має важливе значення для розробки відповідної політики адаптації. Виходячи з чинників формування вразливості ступень вразливості оцінюється наступним чином:

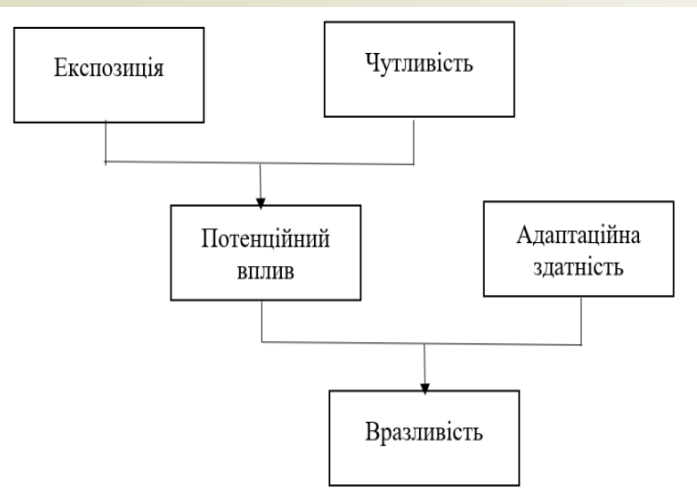
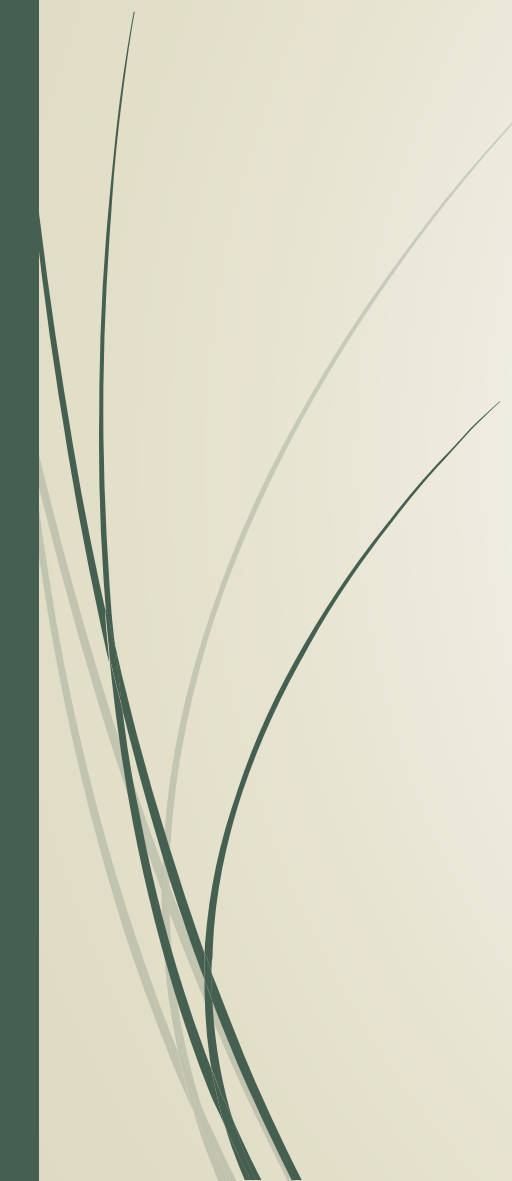
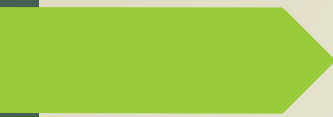


Рис. 1. Формування вразливості до зміни клімату

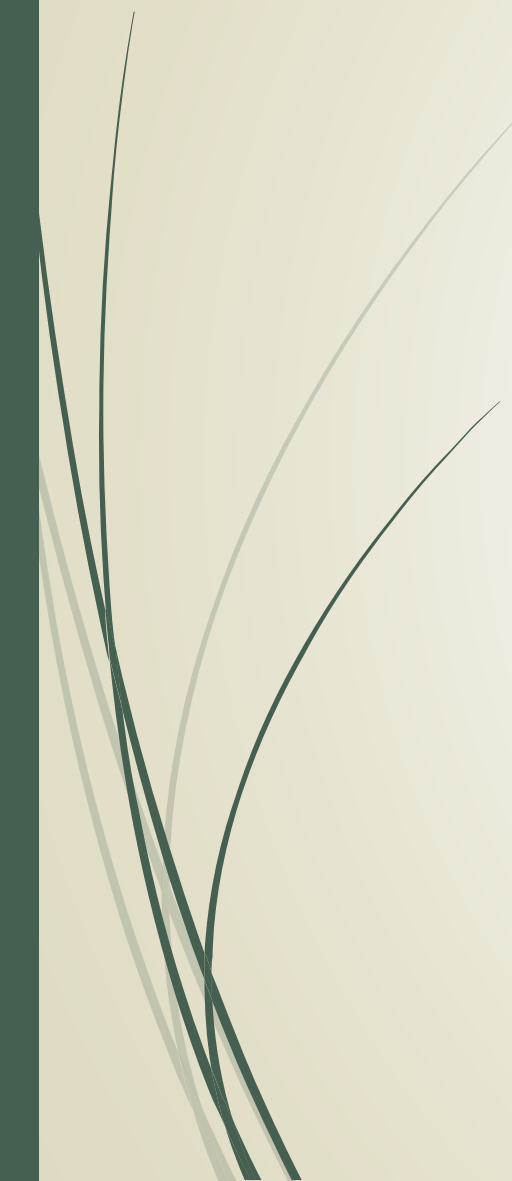
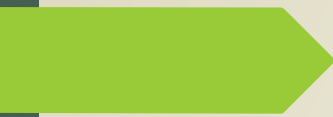
висока чутливість + низький адаптаційний потенціал = висока вразливість

низька чутливість + високий адаптаційний потенціал = низька вразливість

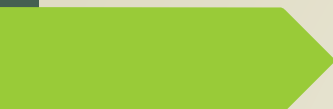
висока чутливість + високий адаптаційний потенціал = середня вразливість



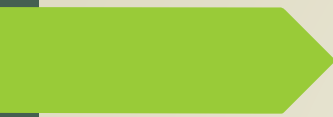
Вразливість до зміни клімату повинна враховувати, як це вплине на навколишнє середовище, суспільство та економіку в різних масштабах, а також здатність до адаптації. Оцінка вразливості є необхідною передумовою для розробки планів і стратегій підвищення стійкості техногенно навантажених урбоекосистем до зміни клімату. На оцінці вразливості конкретного міста позначаються відмінності внаслідок фізико-географічного розташування та соціально-економічних умов.



Для масштабів урбоекосистеми добре себе зарекомендувало використання індексу вразливості до зміни клімату, що дає змогу для картографування та ранжування вразливості урбанізованої території. Слід зазначити, що оцінка вразливості тісно пов'язана з проблемами багатокритеріального прийняття рішень, оскільки вона застосовує просторове ранжування небезпек. Ранжування показників вразливості можна використовувати як підґрунтя для визначення пріоритетних напрямків при розробці планів адаптації до зміни клімату для техногенно навантаженої урбоекосистеми



Вразливість визначається як комбінація чутливості до кліматичних коливань, ймовірності несприятливих змін клімату та здатності до адаптації. Для кожного з цих компонентів уразливості можна побудувати та об'єднати формальні індекси. Індекс вразливості до зміни клімату надає можливість визначення місця, де ризики можуть бути відносно високими. Його можна використовувати як числову основу для ранжування місць за потенційною вразливістю до зміни клімату.

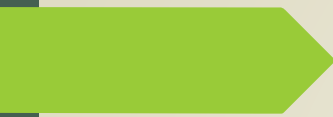


Індекс вразливості до зміни клімату – це зведений індекс, який складається з трьох компонентів: експозиція, чутливість і здатність до адаптації, математично його можна описати наступним чином:

$$CVI=f(\text{експозиція, чутливість, адаптивна здатність}).$$

Де вплив, який відбивається через експозицію (Е), стосується різноманітних кліматичних подразників, таких як підвищення рівня моря, зміни температури, зміни кількості опадів, хвилі спеки, сильні зливи та кліматичні посухи.

Чутливість (S) – це ступінь, до якого система змінюється або на який впливають збурення. Адаптивна здатність (АС) – це здатність системи адаптуватися до екологічних небезпек або змін у політиці та розширювати діапазон мінливості, з якою вона може підтримувати стабільність

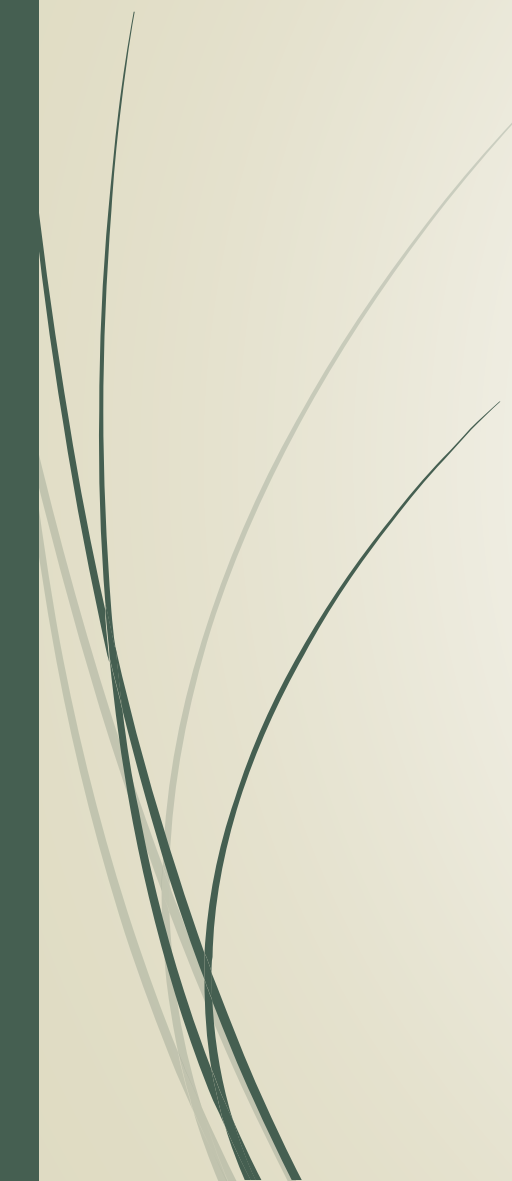
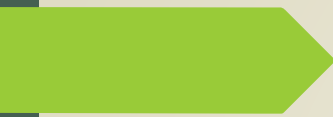


Значення індексу вразливості до зміни клімату можна визначити за допомогою багатокритерної системи, в яку входить 6 об'єднаних множинних компонентів – глобальних факторів впливу.

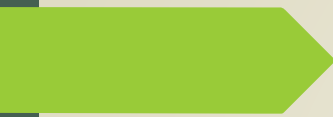
Структура індексу вразливості до змін клімату є зваженою, отже середнє значення кількох компонентів, записують математично так:

$$CVI = \frac{r_g G + r_r R + r_a A + r_r C + r_u U + r_e E}{r_g + r_r + r_a + r_r + r_u + r_e}$$

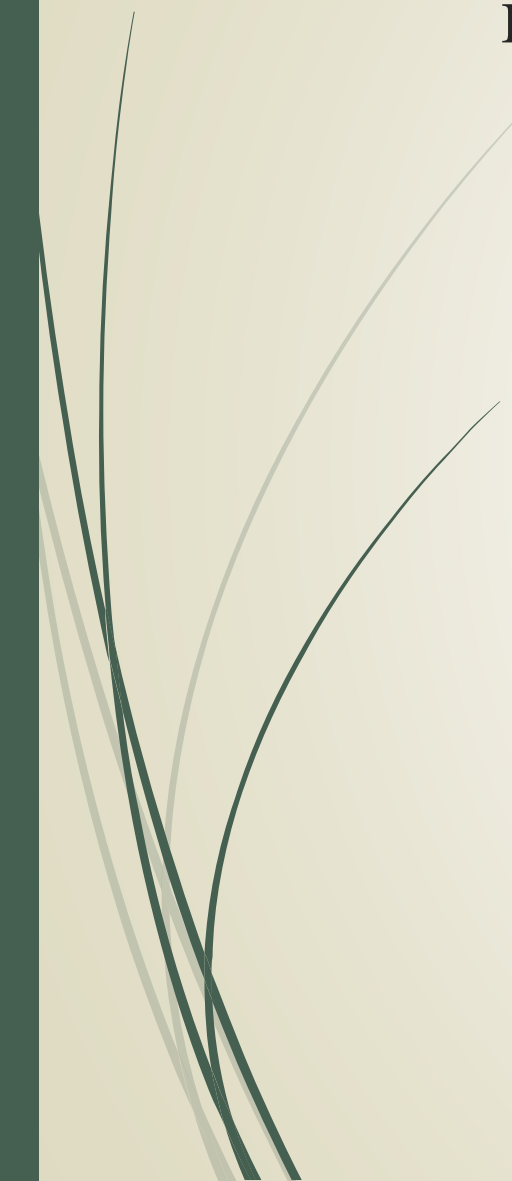
де G, R, A, C, U та E є геопросторовою мінливістю, кількісним визначенням ресурсів, доступністю та правами власності, спроможністю людей та установ, використанням та економічною ефективністю, підтримкою екологічної цілісності, відповідно. Вага, наведена для кожного компонента, визначається як фактор r , що відбиває актуальність компонента в конкретному місці та ймовірний ступінь ризику пов'язаний з ним

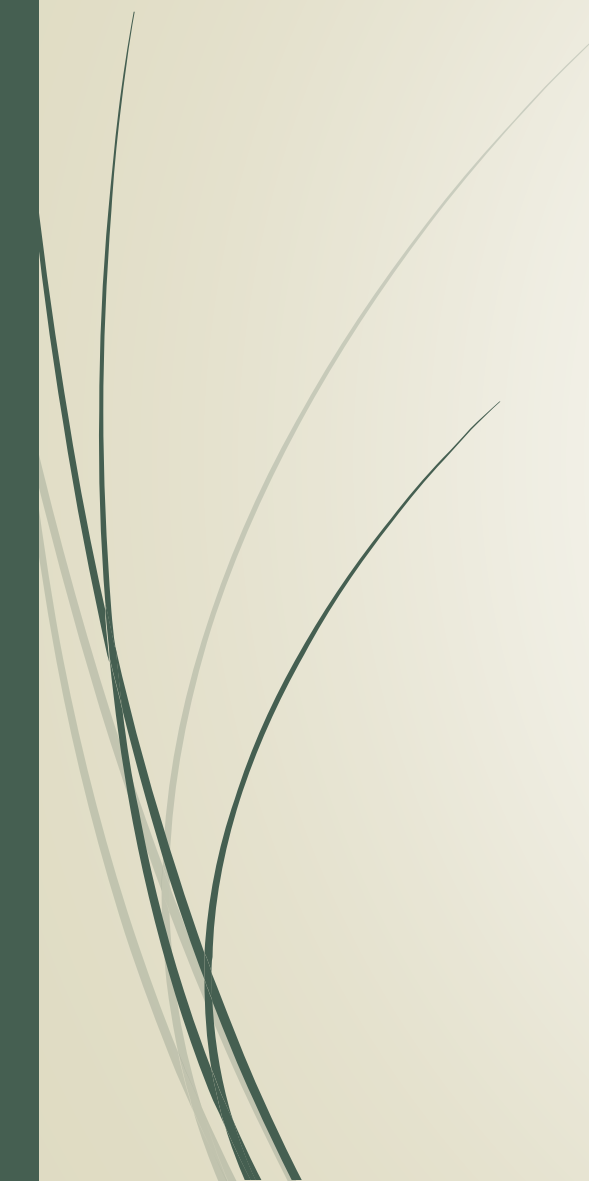
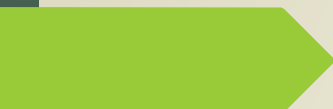


Отримані оцінки зазначеного показника дають змогу встановити міру вразливості до існуючої мінливості клімату на даний момент часу та дозволяють робити порівняння між різними місцями в межах урбоекосистеми та/або різних урбоекосистем. Значення індексу коливаються від 0 до 100, причому вищі значення вказують на високу вразливість. При створенні сценаріїв майбутніх умов, шляхом зміни значень вихідних компонентів, буде змінюватися зміна балів індексу вразливості до зміни клімату, що, в свою чергу, буде підказувати найбільш вразливі сфери та ефективні заходи з адаптації.



6. Типові заходи зниження вразливості техногенно навантажених урбоекосистем до зміни клімату

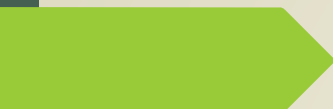


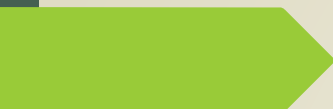


В теперішній час іде напрацювання
заходів щодо зниження вразливості
урбанізованих територій у різних
секторах господарювання.

Найбільш успішно зарекомендували в умовах техногенно навантажених урбоекосистем України наступні:

- модернізація та, за потреби, розширення зливової міської каналізаційної системи для прийняття значної кількості води під час зливових опадів, повторюваність та інтенсивність яких зростатиме;
- розробка системи управління дощовою водою в межах усього міста шляхом створення резервуарів для її накопичення та використання для господарських потреб;
- для зменшення водоспоживання використання ресурсозберігаючих технологій на виробництві, пристроїв в побуті та у громадських місцях;
- підтримання в належному стані водопровідної мережі та своєчасна ліквідація аварій для зменшення втрат води на шляху до споживача;
- стимулювання впровадження заходів, направлених на зниження температури приміщень без використання кондиціонерів, як то затінення за допомогою навісів над вікнами, висаджування дерев особливо в умовах малоповерхової забудови;
- сприяння розвитку у місті альтернативних джерел енергії залежно від природно-кліматичних умов – вітрової, сонячної, гідротермальної, 33 геотермальної, особливу увагу слід приділити використанню альтернативних джерел енергії в індивідуальних домогосподарствах;

- 
- 
- при озелененні урбанізованих територій не використовувати алергенні рослини, адже серед міських жителів може спостерігатися суттєве зростання випадків проявів алергії;
 - забезпечення термоізоляції будівель для зменшення нагріву приміщень влітку та втрат тепла взимку;
 - розробка та впровадження системи оповіщення про спекотну погоду, яка може зашкодити здоров'ю, усіх категорій споживачів з використанням різноманітних способів передачі інформації: для підприємств та організацій – за допомогою інтернету та факсу, для населення – смсрозсилка, радіо та телебачення, з обов'язковим проведенням роз'яснювальної роботи серед населення щодо дій під час «хвиль тепла»;
 - створення питних фонтанчиків та бюветів по всій території урбоекосистеми, а також забезпечення створення комфортного температурного режиму під час «хвиль тепла» у місцях скупчення значної кількості людей, передусім зважаючи на вразливі групи населення (дитячі дошкільні установи, лікарні, будинки для людей похилого віку, тощо), а також облаштування додаткових затінених зон для населення в парках, скверах, біля водойм в періоди високих температур;
 - моніторинг вразливих груп населення з обов'язковим визначенням їх кількості, розподілу по території міста, по районах, тощо) для координування дій, спрямованих на допомогу у випадку спекотної погоди.



Питання для самоконтролю

- 1. Обґрунтуйте вибір заходів зі зниження вразливості до змін клімату на прикладі конкретної урбоекосистеми.
- 2. Наведіть та розкрийте сутність чинників вразливості. Яким чином відбувається формування вразливості?
- 3. В чому полягають особливості вразливості економіки техногенно навантажених систем до змін клімату?
- 4. В чому полягають особливості вразливості сфери життєзабезпечення міста до зміни клімату?
- 5. Наведіть конкретні приклади передбачуваних кліматичних наслідків через зміну клімату для міст України та ЄС.