

Бєлоусов В. Р.<sup>1</sup>, Баб'як В. І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> магістр кафедри архітектурного проектування та інженерії

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

vadym.bielousov.mnarm.2024@lpnu.ua

orcid.org/0009-0009-7147-0302

<sup>2</sup> кандидат архітектури, доцент

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

volodymyr.i.babiak@lpnu.ua

orcid.org/0000-0002-9672-0971

## МЕТОДИ БОРОТЬБИ З КАТАСТРОФІЧНИМИ ОПАДАМИ В АРХІТЕКТУРІ НА ПРИКЛАДІ ЗАКОРДОННИХ АНАЛОГІВ

© Бєлоусов В.Р., Баб'як В. І., 2026

<https://doi.org/10.32347/2519-8661.2026.35-36.296-306/>

**Анотація.** У цій статті проаналізовано сучасні методи боротьби з катастрофічними опадами на прикладі світових аналогів реалізованих проектів та загальних дієвих концепцій. Розглянуто ключові проблеми, спричиненні надмірними опадами, та способи їх вирішення в міському середовищі, окремих будинках та території навколо них. На основі проаналізованого матеріалу, виокремлено основні ефективні методи боротьби в різних масштабах: будинок, житлова група, мікрорайон, громадські простори. Наведені приклади демонструють ефективність екологічних, інженерних та архітектурних рішень по затримці, збору, поступовому випаровуванню та плавному відведенню в каналізацію дощових вод. Показано, що поєднання та комплексна інтеграції цих рішень дозволяє не лише ефективно боротися з негодою, але й перетворювати її на корисний ресурс в межах сталого розвитку міста.

**Ключові слова:** методи боротьби, катастрофічні опади, закордонні аналоги, затримка, місто-губка, синьо-зелена інфраструктура

**Вступ.** Останні десятиліття все частіше зростає інтенсивність і частота аномальних опадів по всьому світі, які призводять до повеней, сильних підтоплень та ерозійних процесів. Такі явища стають серйозним випробуванням для водовідведення міста. Це все, у свою чергу, веде до сильних руйнацій інфраструктури міст та їх оточення, будинків, транспортних комунікацій та, що найгірше, до втрати життів. Адже, саме недостатня ефективність дренажних систем є однією з основних причин таких катастроф, ігнорування якої тільки посилить рівень небезпеки для людей.

Ситуація в Україні нічим не краща за її світових партнерів. Згідно даним Державного агентства водних ресурсів України (Про локальні зливові дощі та їх негативні наслідки, 2019), дощі раніше переважно були рівномірними та затяжними на 1-2 дні. Тепер, через зміни в кліматі, з'явилися такі явища як короткочасні, але сильні опади локального характеру. Небезпека таких злив полягає в їх надмірному об'ємі води, який не встигає відводитися та спричиняє підтоплення.

У результаті вище написаного, виникає необхідність у вдосконаленні, пошуку та масовій інтеграції ефективних методів боротьби зі стихією з акцентом на сталий розвиток, мультифункціональність, адаптивність до кліматичних змін та повторного використання накопичених водних ресурсів з користю.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** На сьогоднішній день, у світі бракує досліджень, які були би присвячені способам вирішення взаємодії сильних дощів із будинками та їх оточенням. З найбільш наближених робіт, варто виділити статтю (Golz та ін., 2016), де автори дослідили та розробили інженерний підхід до систематичної класифікації критеріїв фізичних впливів сильних дощів на будинок як ззовні, так і зсередини. Відповідно, на основі їхніх емпіричних досліджень, створюється можливість глибше вивчити способи руйнування будівель, оцінити їх, розробити методи адаптації та боротьби з ними.

Окрім негативного впливу катастрофічних дощів на будинок варто розуміти, які наслідки можуть бути і для цілого міста. Наприклад у публікації (Zhou, Zhou та Shen, 2023) розглянуто проблемне зростання частоти та інтенсивності екстремальних дощів та повеней, які спричиняють значні руйнування міської інфраструктури та навіть до летальних випадків серед населення. Автори зазначають, що найбільш вразливими внаслідок пошкодження або затоплення в таких ситуаціях є електромережі (зв'язок, мобільні програми, транзакції, світло і т.п.), міські підземні простори (паркінги, магазини, тунелі і т.п.), системи екстреного реагування та інформування мешканців. Для вирішення цих проблем пропонується підвищити загальну стійкість інфраструктури міста, створення незалежних систем зв'язку та удосконалення механізмів раннього попередження.

Також варто уваги є публікація (Li та ін., 2010), де пропонується використання Bayesian Network (BN) для оцінки ризиків природних катастроф. BN дозволяє інтегрувати знання експертів різних галузей та історичні джерела інформації в єдину систему, яка здатна до навчання і допомагає у створенні висновків та прийнятті необхідних рішень. Цей підхід дозволяє надійно прогнозувати потенційні ризики утворення стихійних лих, в тому числі, катастрофічних опадів. Водночас, робота (Chen, Zhang та Wang, 2020) демонструє можливість використання штучного інтелекту, який постійно вдосконалюється, для прогнозування тропічних циклонів та пов'язаних з ними аномальних опадів. Однак, складність кліматичних систем та обмеженість даних залишаються викликами для точного довгострокового прогнозування.

**Мета статті.** Формування методів боротьби з катастрофічними опадами на основі аналізу проблематик та способів їх вирішення у закордонних аналогах.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження варто розпочати з проекту під назвою Cascading Creek House розроблений Bercy Chen Studio (2012) в місті Остін, США (Рис. 1). Цей будинок є гарним прикладом інтеграції оселі в природне середовище. Будівля розташована на схилі та розвернута до зовнішнього русла річки внизу пагорба. Завдяки інтеграції будинку з рельєфом та проектуванню його у формі трикутника, де більша сторона повернута до річки, забезпечується природний дренаж води шляхом стоку її вниз по схилу, що дозволяє ефективно відводити дощову воду з житла та її навколишніх територій. Більше того, протилежний фасад спроектований так, щоб розбивати водні потоки зі сторони вулиці та направляти її в сторони, формуючи враження майже повного занурення будинку в землю.



Рис. 1. Фотофіксація будинку з внутрішнього двору (ArchDaily, 2012. Режим доступу: <https://www.archdaily.com/250545/cascading-creek-house-bercy-chen-studio>).

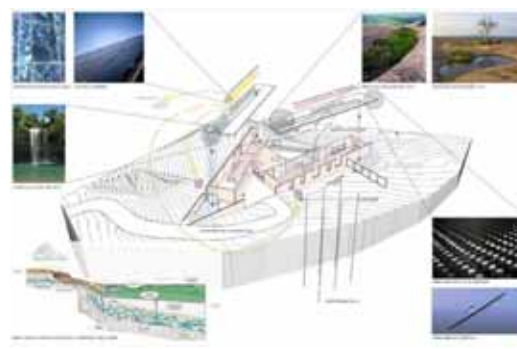


Рис. 2. Схема водовідведення та екологічних рішень даху (World-Architects, 2011. Режим доступу: <https://www.world-architects.com/ja/architecture-news/reviews/cascading-creek-house>).

Іншим способом боротьби з опадами є дах будинку, спроектований як природна чаша для збору дощової води, яка потім використовується в системах опалення та охолодження будинку, зменшуючи потребу в зовнішніх джерелах енергії (Рис. 2). Зібрана дощова вода, разом з енергією від сонячних панелей, використовується в системі кліматичного контролю будинку, яка включає в себе теплові насоси та радіаторні петлі, де вже сама система підключена до геотермальних контурів, басейнів та водних об'єктів, створюючи ефективний теплообмін та мінімізуючи залежність від електроенергії чи газу.

Окремої уваги заслуговує проект The Bullitt Center (Rainwater harvesting | bullitt center), реалізований в 2012 році архітектурною фірмою Miller Hull в США (Рис. 3). Цю будівлю називають "найзеленішою комерційною будівлею у світі". Її будівництво було продиктоване бажанням створити еталонну модель високоефективної, сталого та екологічно чистої будівлі, яка б функціонувала як єдиний живий організм. Завдяки великій площі даху, вся дощова вода збирається в підземну цистерну об'ємом 50 тис. л., де потім фільтрується та використовується повторно в побутових цілях (Thompson та Porter, 2020), зменшуючи навантаження на міську каналізацію під час опадів (Рис. 4). Також, навколо території знаходяться пермеабельні покриття, які пропускають дощову воду в ґрунт, що забезпечує природний стік води спочатку в спеціальні труби, а потім вже в каналізацію. Біля будівлі розташовані зони з рослинами, які фільтрують дощову воду, зменшуючи ризик ерозії ґрунтів.



Рис. 3. Фотографія будинку ззовні (Зображення обрізане автором з: Bullitt Center. Режим доступу: <https://bullittcenter.org/>).

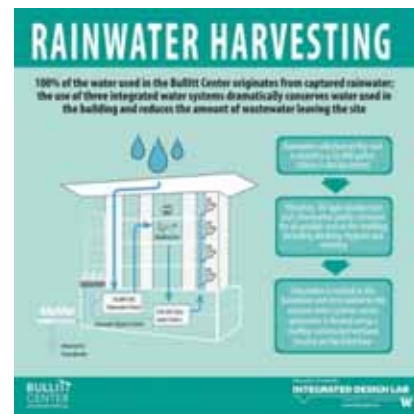


Рис. 4. Схема збору дощової води в будинку (Rainwater harvesting | bullitt center. Режим доступу: <https://bullittcenter.org/building/building-features/waterworks/>).

Цікавий підхід продемонстрував архітектор Patrick Dillon в своєму проекті Salo House (Griffiths, A., 2015), побудованого в 2012 році на острові Каренеро, Панама (Рис. 5). Основне, що вирізняє цей проект з поміж інших - це його розташування. Будинок знаходиться в самому серці тропічної природи, де люба крапля дощової води є цінною, а непередбачувані шторми вимагають стійкої до інтенсивних опадів структури. Знаючи це все, архітектор створює автономну житлову одиницю, яка не боїться сильних злив та навпаки здатна використати їх собі на користь. Завдяки спеціальній аркоподібній конструкції даху, вода відводиться в спеціальні металеві жолоби. Після чого попадає в спеціальну систему розподілу та зберігання води в цистернах для подальшого використання в побуті (ванна, кухня). Варто підмітити, що сам будинок зроблений з легких матеріалів для зменшення контакту із вологою від землі та навколо житла було висаджено чагарники, які допомагають з дренажем дощової води.

Для того, щоб пристосуватися до руйнівних ураганів з сильними зливами в Пуерто-Ріко, архітекторами фірми Fuster + Architects (McKnight, J. M., 2021) було вирішено спроектувати дім з використанням ураганостійких зовнішніх ролетів, виготовлених з брезентового матеріалу з високою стійкістю до сильних опадів (Рис. 6). Окрім цього, вони передбачили добре ізольовані бетонні стіни

покриті спеціальним захисним розчином, що не пропускають вологу. Високі димоходи використовуються для регулювання рівня вологості в будинку. Територія навколо облаштована так, щоб створити ухили, які сприяють природному стоку води навколо та сам будинок є заглибленим в землю, що зменшує деструктивні впливи води на ґрунт, запобігаючи утворенню ерозій.



Рис. 5. Фотографія будинку ззовні (Griffiths, A., 2015. Режим доступу: <https://www.dezeen.com/2015/09/14/patrick-dillons-salo-house-sustainable-low-cost-forest-panama/>).



Рис. 6. Фотографія способу використання ролетів на будинку (McKnight, J. M., 2021. Режим доступу: <https://www.dezeen.com/2021/01/30/casa-flores-fuster-architects/>).

Потреба у стійкому до кліматичних змін мікрорайону, зростання кількості опадів, створення нових рекреаційних зон, - все це спонукало німецьких архітекторів з компанії Tegel Projekt GmbH (Building & living) до створення інноваційного соціально-орієнтованого житлового середовища під назвою Schumacher Quartier. Боротьба з надмірними опадами починається з каскадної системи водовідведення, де вода переходить з даху через спеціальні труби в газон чи парк або локальні дренажні канали та резервуари (Рис. 7). При цьому, підземні цистерни, використовують, якщо немає можливості випарувати воду, як накопичений об'єм рідини, який може бути використаний в побуті (для змиву унітазів, поливу газонів, миття машин тощо). Понад 80% дахів засаджено зеленню (60% з обширним біорізноманіттям) та відіграють важливу роль в утримуванні дощової води, де мінімальна товщина субстрату становить 18 см.

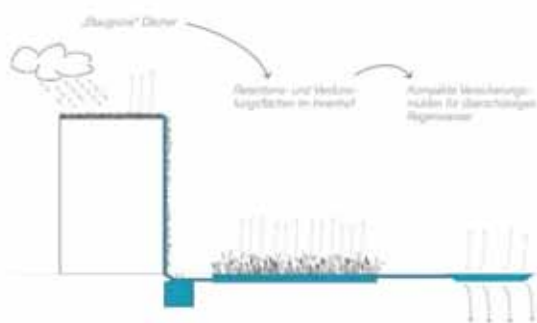


Рис. 7. Схема роботи каскадної системи водовідведення (Зображення обрізане автором з: Tegel Projekt GmbH, 2020. Режим доступу: [https://schumacher-quartier.de/wp-content/uploads/2022/11/201125\\_Quartiersbuch20Schumacher20Quartier\\_Teil20A.pdf](https://schumacher-quartier.de/wp-content/uploads/2022/11/201125_Quartiersbuch20Schumacher20Quartier_Teil20A.pdf)).

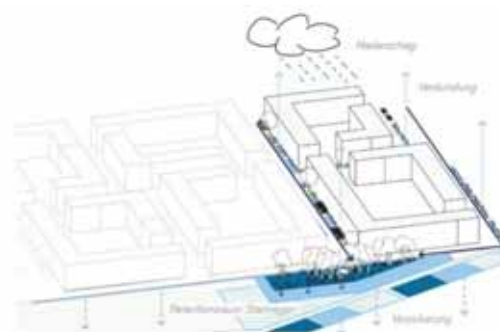


Рис. 8. Схема функціонування насаджень для утримання дощової води (Зображення обрізане автором з: Tegel Projekt GmbH, 2020. Режим доступу: [https://schumacher-quartier.de/wp-content/uploads/2022/11/201125\\_Quartiersbuch20Schumacher20Quartier\\_Teil20A.pdf](https://schumacher-quartier.de/wp-content/uploads/2022/11/201125_Quartiersbuch20Schumacher20Quartier_Teil20A.pdf)).

На території проблема з дощами вирішується імплементацією газонів та спеціальних заглиблень, засаджених водопоглинаючими рослинами (Рис. 8), по типу чагарників, для затримки надлишкової води та її поступового випаровування. Також, 40% площі дахів обладнані сонячними панелями, що живлять насоси для примусового водовідведення з потенційних зон підтоплення (Tegel Projekt GmbH, 2020).

Подібну ідею має проект екологічних житлових груп Kuninkaantammi розроблених в 2017 році компанією Lundén Architecture Company (Kuninkaantammi | sur atlas) в місті Гельсінкі, Фінляндія (Рис. 9). Метою цього проекту є інтеграція стратегій управління дощовими водами в масштабі мікрорайону. Цей новий енергоефективний житловий осередок будується на колишній промисловій зоні, яка складалася з виробничих об'єктів та, частково, з лісових масивів і розкиданих одиночних будинків. Сам мікрорайон включатиме в себе громадські, житлові та зелені зони, гармонійно поєднані для утворення екологічно направленою довкілля.



Рис. 9. Вид на мікрорайон з висоти пташиного польоту (Kuninkaantammi | sur atlas. Режим доступу: <https://suratlas.unibocconi.eu/projects/kuninkaantammi>).

Окрім вище сказаного, в цьому проекті передбачається інтеграція синьої інфраструктури: озера та ставки для збору та відведення дощової води в каналізацію або використання її в господарських цілях, дощові сади, призначення, яких є затримка та поглинання води і спеціальні болотні угіддя, торфовища для природного регулювання об'єму води на ділянці. Таким чином утворюється система управління дощовими водами, де частина затримується до повного випаровування, а інша відводиться або в ґрунт, або в каналізаційну систему.

Більш комплексний ефект та потенціал має концепція «Міста-Губки» (Рис. 10) розробленої та вперше реалізованої в Китаї в 2013 році ландшафтним архітектором Kongjian Yu (Shi та ін., 2023; Gill, 2021). Ціллю створення даної технології стала боротьба з повеннями та сильними опадами. Китайські міста часто страждали від масштабних злив, потоки яких не мали куди діватися, через стрімке зростання площі водонепроникних поверхонь, призводячи до підтоплень та руйнуванню інфраструктури. Відповідно дану концепцію було розроблено, щоб налагодити взаємодію між соціально-економічними системи в межах міського ландшафту з міським водним циклом, що підвищило би загальну стійкість першого до все більш інтенсивних дощів. Іншою причиною реалізації цього задуму слугував дефіцит водних ресурсів. Саме завдяки ідеї міста-губки в найбільш посушливих регіонах країни вдалося організувати місця для збору дощової води, поповнюючи ґрунтові води та зменшуючи потребу у зовнішніх джерелах. Основними заходами, в межах концепції, для боротьби з сильними опадами варто виділити:

- створення зон для інфільтрації та затримки дощової води (зелені покриття дахів та стін, дощові садки тощо), які сприяють поповненню ґрунтових вод, що позитивно впливає на місцеву екосистему;
- очищення дощової води за допомогою водопоглинаючих рослин з подальшою її фільтрацією – це допомагає зменшити потрапляння забруднень в річки та озера;
- накопичення води в спеціальних резервуарах, буферних ставках та інших штучних водоймах для можливого повторного використання її в побутових цілях – це дозволить покращити ситуацію з постачання води в посушливих регіонах та перенаправити руйнівний характер дощів на користь;
- загальна тенденція з озеленення міста та його соціальний вплив - збільшення кількості парків, скверів та озелених зон, що покращує якість повітря, зменшує «ефект міського теплового острова» (збільшення загальної температури довкілля через надмірну щільність забудови, велику кількість твердих поверхонь та нестачу зелених насаджень) та підвищує естетичну привабливість міста.

Наступними країнами, які перейняли цю методику, стали Німеччина, Нідерланди, Велика Британія, США. Вони, як і Китай, почали озеленяти власні міста та проектувати й реалізовувати цілі еко квартали.

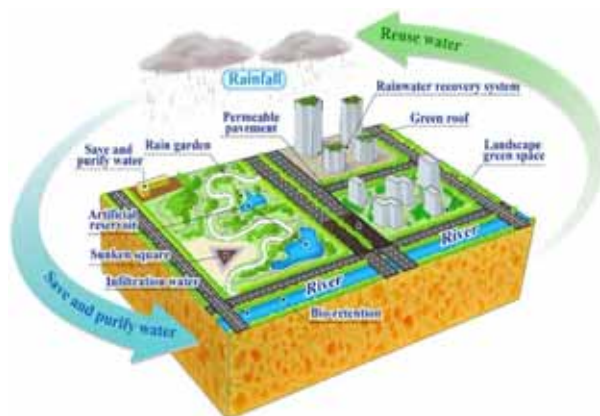


Рис. 10. Схема функціонування міста – губки (Shi та ін., 2023. Режим доступу: doi: 10.3390/w15040771).

Наочним прикладом ідеї міста – губки є проект Qianhai's Guiwan Park в Шеньчжень, Китай (Рис. 11) (Луцо, 2024). Цей парк є одним з п'яти «водяних пальців» (Рис. 12), побудованих в Цяньхаї, та грає важливу роль в екологічній направленості міста, завдяки грамотній інтеграції «синьо-зеленої» інфраструктури з активним та пасивним відпочинками, культурними програмами і екологією. При цьому, парк має не тільки рекреаційно-естетичну функцію, але й грає важливу роль в управлінні стічними водами та захисті міста від повеней та припливів з моря, створюючи буфер між містом та морем.



Рис. 11. Фотографія частини структури парку з висоти (Луцо, 2024. Режим доступу: <https://www.archdaily.com/1012860/qianhais-guiwan-park-field-operations>).

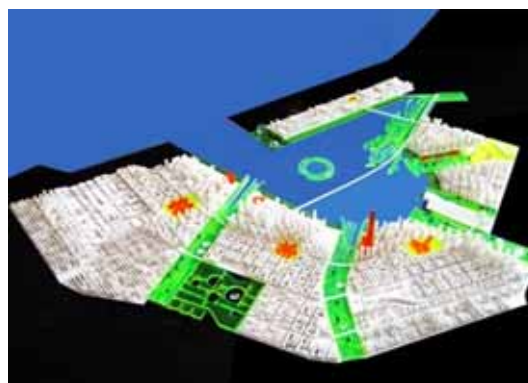


Рис. 12. Схема інтеграції паркового середовища в контексті міста (Луцо, 2024. Режим доступу: <https://www.archdaily.com/1012860/qianhais-guiwan-park-field-operations>).

Ефект досягається за допомогою синьо-зеленої системи водопоглинання, яка складається з: 51 000 м<sup>2</sup> мангрових заростей, 18 000 м<sup>2</sup> прісноводних заболочених ділянок і 255 000 м<sup>2</sup> зеленої зони парку. Трирівнева система терасування парку (ліс, прісноводні та водно-болотні угіддя) компенсує перепад висоти від рівня води до дороги приблизно в 6 м та слугує своєрідним буфером для припливів, водного стоку та ретенції (затримки) води з її подальшим випаровуванням. Взагалом паркова структура поглинає та очищає дощову воду, збираючи до 90% річної кількості опадів та зменшуючи забруднення міста на 72%. Також, парк Guiwan використовує сталі стратегії управління дощовими водами, такі як: трав'яні та гравійні канали вздовж основних доріжок, що сповільнюють рух води, дощові сади з заглибленнями та підземні резервуари для фільтрації та повторного використання накопиченого об'єму в побуті.

Доволі креативно до вирішення проблеми з катастрофічними опадами підійшли архітектори Arkitema та EnviDan в місті Орхус, яке часто потерпало від сильних злив, що перегружали каналізаційну систему, спричиняючи підтоплення. Дані негаразди створюють як економічні, так і соціальні проблеми місту. Тому для 50-ти гектарної ділянки було розроблено новий концепт протидії надмірній кількості води. Суть пропозиції полягає в ретенції дощової води в публічних місцях (вулиці, парки) з її подальшим всмоктуванням в землю. Тобто дані простори грають роль своєрідної губки, яка поглинає невеликі об'єми води (Рис. 13), дозволяючи зняти навантаження зі стічних систем. Варто зазначити, що концепція реалізована як своєрідний природний осередок для спортивної, рекреаційної та ігрової діяльності, що чудово вписується в міське середовище (Aarhus - climate adaptation as redevelopment | groupe F).



Рис. 13. Візуалізація принципу роботи концепції до (зліва) та після (справа) сильного дощу (Aarhus - climate adaptation as redevelopment | groupe F. Режим доступу: <https://www.archdaily.com/1012860/qianhais-guiwan-park-field-operations>).

У Роттердамі студія DE URBANISTEN перетворила звичайний сквер на доволі просунуту інфраструктуру для затримання та відведення дощових вод, створивши водну площу Benthemplein. (Рис. 14) (Watersquare benthemplein, rotterdam — DE URBANISTEN). Через погане водовідведення ділянки, що створювало значні незручності мешканцям, пошкоджуючи їхнє майно, перешкоджаючи пересуванню та нормальному функціонуванню території - було вирішено перетворити цю зону на водний сквер. Сам публічний простір було розроблено так, щоб його майданчики слугували як тимчасові сховища дощової води. Спершу вода доставляється до 3-х басейнів сталевими жолобами, які розміщені відкрито на площі для загальної проінформованості напрямків руху потоків. Самі басейни поділені на де 2 мілких, які розраховані для збору води з навколишньої території при звичайних дощах та 1 глибокий - при тривалих. Надлишкова вода примусово зливається в каналізацію, а накопичена - поступово випаровується чи, при потребі, також зливається в загальну стічну систему (Рис. 15).



Рис. 14. Фото загальної структури скверу (Water square Benthemplein. Режим доступу: <https://landezine.com/water-square-benthemplein-by-de-urbanisten/>).



Рис. 15. Схема стоку дощової води з даху до відкритих жолобів в басейни (Water square Benthemplein. Режим доступу: <https://landezine.com/water-square-benthemplein-by-de-urbanisten/>).

Коли басейни сухі, вони можуть бути використані як рекреаційні простори, де глибокий служить як спортивна зона або вуличний театр, а 2 інших як майданчики для велосипедів, скейтів та інших активностей.

**Висновки.** Отже, проведений аналіз архітектурних, сталих, урбаністичних та інженерних рішень показує, що для ефективної боротьби з катастрофічними опадами потрібно розробляти та інтегрувати комплексні методи, які можна умовно розділити на декілька основних масштабів: будинок, житлова група, мікрорайон та громадські простори. У кожному масштабі застосовуються як подібні, так і специфічні методи, серед яких можна виділити:

- **будинок** - впровадження зелених дахів, стін; організація систем збору води в спеціальні резервуари, чаши; передбачення форми будинку, яка гармонійно впишеться в рельєф та сприятиме природньому стоку води; використання легких будівельних матеріалів та підняття будинку вище рівня землі; використання водовідштовхувальних матеріалів на фасаді; чагарникові засадження навколо будинку для затримки надлишків води; використання накопиченої води для терморегуляції будинку;

- **житлова група** - створення локальних дренажних систем між будинками; інтеграція пермеабельних (ті, що пропускають вологу) покриттів для пропускання води через себе для уникнення утворення калюж чи підтоплень; передбачення більших спільних цистерн для збору води та повторного застосування в побуті; використання рослинності для природного збору та випаровування води; планування внутрішніх двориків як зон тимчасового зберігання дощової води;

- **мікрорайон** - створення каскадної системи водовідведення з дахів будинків через декілька рівнів озеленення до каналізації; створення штучних чи використання наявних водойм як ефективних поглиначів та фільтрів дощової води; інтеграція синьо-зеленої інфраструктури з рослинних терас, мангрових засаджень та водних коридорів; встановлення сонячних панелей для живлення насосів примусового водовідведення;

- **громадські простори** – проектування водних басейнів, які здатні, окрім збору води, виконувати роль рекреаційних зон; створення штучних заглиблень в парках, скверах, які працюватимуть як природні кишені для ретенції дощової води; використання гравійних та трав'яних канав для сповільнення потоків води; загальна тенденція на збільшення площі зелених зон.

Таким чином, урахування всіх цих заходів на різних масштабах дозволить ефективно боротися з катастрофічними опадами, знизити можливі негативні наслідки від них та навіть раціонально використати їх для потреб людей.

### Бібліографія

Про локальні зливові дощі та їх негативні наслідки [онлайн], (2019). *Державне агентство водних ресурсів України*. [Дата звернення 18 листопада 2025]. Режим доступу: <https://www.davr.gov.ua/pro-lokalni-zlivovi-dotshi-ta-ih-negativni-naslidki>

Golz, S., Naumann, T., Neubert, M. та Günther, B., (2016). Heavy rainfall: An underestimated environmental risk for buildings? *E3S Web of Conferences* [онлайн]. 7, 08001. [Дата звернення 20 листопада 2025]. Режим доступу: doi: 10.1051/e3sconf/20160708001

Zhou, X.-H., Zhou, A. та Shen, S.-L., (2023). How to mitigate the impact of climate change on modern cities: lessons from extreme rainfall. *Smart Construction and Sustainable Cities* [онлайн]. 1(1). [Дата звернення 20 листопада 2025]. Режим доступу: doi: 10.1007/s44268-023-00009-z

Li, L., Wang, J., Leung, H. та Jiang, C., (2010). Assessment of Catastrophic Risk Using Bayesian Network Constructed from Domain Knowledge and Spatial Data. *Risk Analysis* [онлайн]. 30(7), 1157–1175. [Дата звернення 20 листопада 2025]. Режим доступу: doi: 10.1111/j.1539-6924.2010.01429.x

Chen, R., Zhang, W. та Wang, X., (2020). Machine learning in tropical cyclone forecast modeling: a review. *Atmosphere* [онлайн]. 11(7), 676. [Дата звернення 20 листопада 2025]. Режим доступу: doi: 10.3390/atmos11070676

(2012). Cascading creek house / bercy chen studio [онлайн]. *ArchDaily*. [Дата звернення 20 листопада 2025]. Режим доступу: <https://www.archdaily.com/250545/cascading-creek-house-bercy-chen-studio>

(2011) Cascading Creek House [онлайн]. *World-Architects*. [Дата звернення 20 листопада 2025]. Режим доступу: <https://www.world-architects.com/ja/architecture-news/reviews/cascading-creek-house>

Rainwater harvesting | bullitt center [онлайн], (б. д.). *Bullitt Center*. [Дата звернення 22 листопада 2025]. Режим доступу: <https://bullittcenter.org/building/building-features/waterworks/>

Thompson, P. L. та Porter, R. L., (2020). Potable water for an office building from rainwater collection. *Journal AWWA* [онлайн]. 112(12), 46–54. [Дата звернення 22 листопада 2025]. Режим доступу: doi: 10.1002/awwa.1633

Bullitt center [онлайн], (б. д.). *Bullitt Center*. [Дата звернення 22 листопада 2025]. Режим доступу: <https://bullittcenter.org/>

Griffiths, A., (2015). Patrick Dillon's SaLo House is an off-grid forest dwelling [онлайн]. *Dezeen*. [Дата звернення 22 листопада 2025]. Режим доступу: <https://www.dezeen.com/2015/09/14/patrick-dillons-salo-house-sustainable-low-cost-forest-panama/>

McKnight, J. M., (2021). Hurricanes inform design of coastal home in Puerto Rico by Fuster + Architects [онлайн]. *Dezeen*. [Дата звернення 22 листопада 2025]. Режим доступу: <https://www.dezeen.com/2021/01/30/casa-flores-fuster-architects/>

Tegel Projekt GmbH (2020). *Quartiersbuch Schumacher Quartier* [PDF]. Berlin: Tegel Projekt GmbH. Режим доступу: [https://schumacher-quartier.de/wp-content/uploads/2022/11/201125\\_Quartiersbuch20Schumacher20Quartier\\_Teil20A.pdf](https://schumacher-quartier.de/wp-content/uploads/2022/11/201125_Quartiersbuch20Schumacher20Quartier_Teil20A.pdf)

Kuninkaantammi | sur atlas [онлайн], (б. д.). *Sur Atlas*. [Дата звернення 23 листопада 2025]. Режим доступу: <https://suratlas.unibocconi.eu/projects/kuninkaantammi>

Shi, C., Miao, X., Xu, T., Gao, W., Liu, G., Li, S., Lin, Y., Wei, X. та Liu, H., (2023). Promoting sponge city construction through rainwater trading: an evolutionary game theory-based analysis. *Water* [онлайн]. 15(4), 771. [Дата звернення 24 листопада 2025]. Режим доступу: doi: 10.3390/w15040771

Gill, D., (2021). Sponge city concepts could be the answer to china's impending water crisis [онлайн]. *Earth.Org*. [Дата звернення 24 листопада 2025]. Режим доступу: <https://earth.org/sponge-cities-could-be-the-answer-to-impending-water-crisis-in-china/>

Luco, A., (2024). Qianhai's guiwan park / field operations [онлайн]. *ArchDaily*. [Дата звернення 24 листопада 2025]. Режим доступу: <https://www.archdaily.com/1012860/qianhais-guiwan-park-field-operations>

Aarhus - climate adaptation as redevelopment | gruppe F [онлайн], (б. д.). *gruppe F*. [Дата звернення 24 листопада 2025]. Режим доступу: <https://gruppef.com/en/project/aarhus-climate-adaptation-as-redevelopment>

Watersquare benthemplein, rotterdam — DE URBANISTEN [онлайн], (б. д.). *DE URBANISTEN*. [Дата звернення 26 листопада 2025]. Режим доступу: <https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein>

Water square Benthemplein [онлайн], (б. д.). *LANDEZINE*. [Дата звернення 26 листопада 2025]. Режим доступу: <https://landezine.com/water-square-benthemplein-by-de-urbanisten/>

## References

About local heavy rains and their negative consequences [Pro lokalni zlyvovi doshchi ta yikh nehatyvni naslidky] [online], (2019). *Derzhavne ahentstvo vodnykh resursiv Ukrainy*. Available at: <https://www.davr.gov.ua/pro-lokalni-zlivovi-dotshi-ta-ih-negativni-naslidki> (Accessed 18 November 2025).

Golz, S., Naumann, T., Neubert, M. & Günther, B., (2016). Heavy rainfall: An underestimated environmental risk for buildings? *E3S Web of Conferences* [online]. 7, 08001. Available at: doi: 10.1051/e3sconf/20160708001 (Accessed 20 November 2025).

Zhou, X.-H., Zhou, A. & Shen, S.-L., (2023). How to mitigate the impact of climate change on modern cities: lessons from extreme rainfall. *Smart Construction and Sustainable Cities* [online]. 1(1).. Available at: doi: 10.1007/s44268-023-00009-z (Accessed 20 November 2025).

Li, L., Wang, J., Leung, H. & Jiang, C., (2010). Assessment of Catastrophic Risk Using Bayesian Network Constructed from Domain Knowledge and Spatial Data. *Risk Analysis* [online]. 30(7), 1157–1175. Available at: doi: 10.1111/j.1539-6924.2010.01429.x (Accessed 20 November 2025).

Chen, R., Zhang, W. & Wang, X., (2020). Machine learning in tropical cyclone forecast modeling: a review. *Atmosphere* [online]. 11(7), 676. Available at: doi: 10.3390/atmos11070676 (Accessed 20 November 2025).

(2012). Cascading creek house / bercy chen studio [online]. *ArchDaily*. Available at: <https://www.archdaily.com/250545/cascading-creek-house-bercy-chen-studio> (Accessed 20 November 2025).

(2011) Cascading Creek House [online]. *World-Architects*. Available at: <https://www.world-architects.com/ja/architecture-news/reviews/cascading-creek-house> (Accessed 20 November 2025).

Rainwater harvesting | bullitt center [online], (n. d.). *Bullitt Center*. Available at: <https://bullittcenter.org/building/building-features/waterworks/> (Accessed 22 November 2025).

Thompson, P. L. & Porter, R. L., (2020). Potable water for an office building from rainwater collection. *Journal AWWA* [online]. 112(12), 46–54. Available at: doi: 10.1002/awwa.1633 (Accessed 22 November 2025).

Bullitt center [online], (n. d.). Bullitt Center. Available at: <https://bullittcenter.org/> 1633 (Accessed 22 November 2025).

Griffiths, A., (2015). Patrick Dillon's SaLo House is an off-grid forest dwelling [online]. *Dezeen*. Available at: <https://www.dezeen.com/2015/09/14/patrick-dillons-salo-house-sustainable-low-cost-forest-panama/> (Accessed 22 November 2025).

McKnight, J. M., (2021). Hurricanes inform design of coastal home in Puerto Rico by Fuster + Architects [online]. *Dezeen*. Available at: <https://www.dezeen.com/2021/01/30/casa-flores-fuster-architects/> (Accessed 22 November 2025).

Building & living [online], (n. d.). *Schumacher Quartier*. Available at: <https://schumacher-quartier.de/en/building-living/> (Accessed 22 November 2025).

Tegel Projekt GmbH (2020). *Quartiersbuch Schumacher Quartier* [PDF]. Berlin: Tegel Projekt GmbH. Available at: [https://schumacher-quartier.de/wp-content/uploads/2022/11/201125\\_Quartiersbuch20Schumacher20Quartier\\_Teil20A.pdf](https://schumacher-quartier.de/wp-content/uploads/2022/11/201125_Quartiersbuch20Schumacher20Quartier_Teil20A.pdf)

Kuninkaantammi | sur atlas [online], (n. d.). *Sur Atlas*. Available at: <https://suratlas.unibocconi.eu/projects/kuninkaantammi> (Accessed 23 November 2025).

Shi, C., Miao, X., Xu, T., Gao, W., Liu, G., Li, S., Lin, Y., Wei, X. & Liu, H., (2023). Promoting sponge city construction through rainwater trading: an evolutionary game theory-based analysis. *Water* [online]. 15(4), 771. Available at: doi: 10.3390/w15040771 (Accessed 24 November 2025).

Gill, D., (2021). Sponge city concepts could be the answer to china's impending water crisis [online]. *Earth.Org*. Available at: <https://earth.org/sponge-cities-could-be-the-answer-to-impending-water-crisis-in-china/> (Accessed 24 November 2025).

Luco, A., (2024). Qianhai's guiwan park / field operations [online]. *ArchDaily*. Available at: <https://www.archdaily.com/1012860/qianhais-guiwan-park-field-operations> (Accessed 24 November 2025).

Aarhus - climate adaptation as redevelopment | gruppe F [online], (n. d.). *gruppe F*. Available at: <https://gruppef.com/en/project/aarhus-climate-adaptation-as-redevelopment> (Accessed 24 November 2025).

Watersquare benthemplein, rotterdam — DE URBANISTEN [online], (n. d.). *DE URBANISTEN*. Available at: <https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein> (Accessed 26 November 2025).

Water square Benthemplein [online], (n. d.). *LANDEZINE*. Available at: <https://landezine.com/water-square-benthemplein-by-de-urbanisten/> (Accessed 26 November 2025).

Vadym Bielousov<sup>1</sup>, Volodymyr Babiak<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Master of the Department of Architectural Design and Engineering*

*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*

*vadym.bielousov.mnarm.2024@lpnu.ua*

*orcid.org/0009-0009-7147-0302*

<sup>2</sup> *Ph.D. (Architecture), Associate Professor (Docent)*

*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*

*volodymyr.i.babiak@lpnu.ua*

*orcid.org/0000-0002-9672-0971*

## METHODS OF DEALING WITH CATASTROPHIC PRECIPITATION IN ARCHITECTURE BASED ON FOREIGN ANALOGUES

© Bielousov V. R., Babiak V. I., 2026

**Abstract.** In this article, modern methods of dealing with catastrophic precipitation are analyzed based on global analogues of realized projects and general effective concepts. Key problems caused by excessive rainfall and strategies for addressing them in urban environments, individual buildings, and the surrounding areas are considered. Based on the analyzed material, the main effective methods for addressing this problem at different scales have been identified: household, residential group, microdistrict, and public spaces. The examples provided demonstrate the effectiveness of environmental, engineering, and architectural solutions for the retention, collection, gradual evaporation, and safe draining of rainwater into the sewer system. It has been shown that combining and comprehensively integrating these solutions not only allows for effective dealing with adverse weather conditions, but also transforms them into a useful resource within the framework of sustainable urban development.

**Keywords:** methods of dealing, catastrophic precipitation, foreign analogues, retention, sponge city, blue-green infrastructure