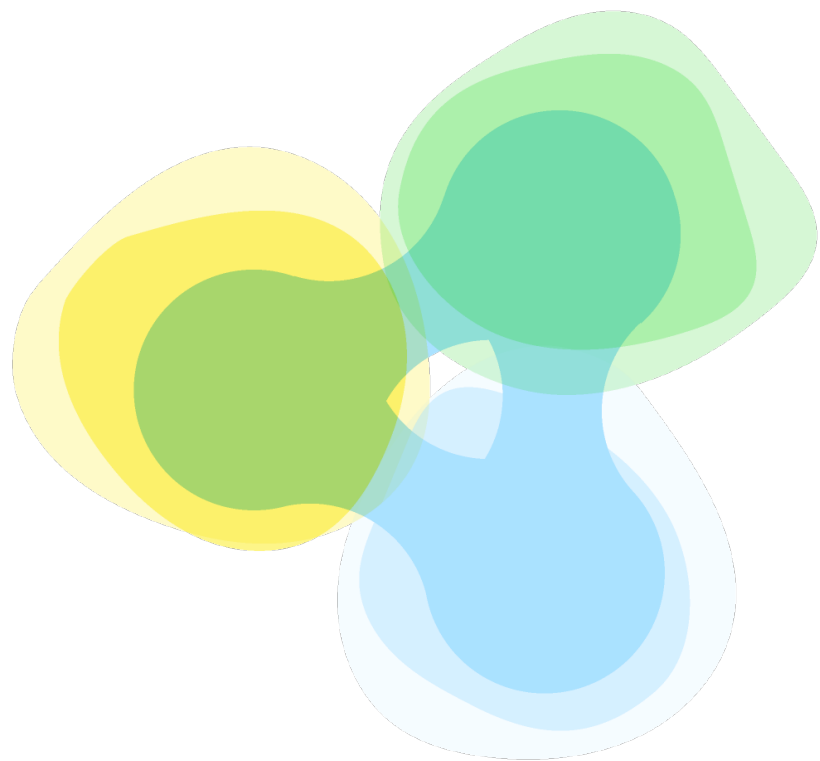




Новий європейський Баугауз
прекрасний | сталий | спільний



Новий європейський Баугауз

Циркулярність в будівництві (Проект В)

Мір'ям Німайер / Mirjam Niemeyer, Цюрих-Київ • Наташа Козуб / Natasha Kozub, Порту-Харків

ЧОМУ?

Станом на 8 вересня 2022 р.,
щонайменше
15 300 висотних будинків,
115 990 приватних будинків,
44 громадські центри,
1 118 закладів освіти
**в Україні зазнали руйнувань
через війну.**

Після закінчення війни потреба у
будівництві та відбудові буде величезною.
**Відбудова України повинна бути
максимально карбон-нейтральною.**
Україна вже взяла курс на зелене
відновлення (Лугано, Берлін) та має йти
обраним шляхом.

ЧОМУ?

Приблизно половина загальної кількості викидів CO₂ окремою будівлею відбувається в процесі будівництва та виробництва будівельних матеріалів. Недостатньо просто оптимізувати енергоефективність будинку.

Щоб зменшити внесок будівельної промисловості у глобальне потепління, потрібно її негайно декарбонізувати. Цей процес не може обмежуватись лише поступовим зменшенням кількості викидів CO₂ протягом життєвого циклу будівлі — до нього треба також включити процес планування та будівництва.

ЩО?

Циркулярність в будівництві означає розробку, використання та повторне використання будівель, ділянок та інфраструктури без зайвої витрати природних ресурсів, забруднення довкілля та руйнування екосистем.

Це будівництво, яке є економічно ефективним та підвищує добробут людей, тварин, природи та всієї планети.

МЕТА

цієї доповіді:

- надати огляд чинної законодавчої бази;
- виявити місцеві ресурси для циркулярного будівництва;
- познайомити з технологіями циркулярного будівництва;
- надати рекомендації для подальших кроків в цьому напрямку

Тема 1.

Законодавча
база та
розуміння
циркулярності

Тема 2.

Зруйновані
будинки:
повторне
використання
будівельних
компонентів
та переробка
будівельних
матеріалів

Тема

3.

Технології
циркулярного
будівництва з
використанням
українських
ресурсів

Тема 4.

Реконструкція
будинків з
використанням
технологій
циркулярного
будівництва

Тема 5.

Стратегічні
рекомендації
для
подальших
кроків в
цьому
напрямку

Законодавча база та розуміння циркулярності в Україні

Основні скорочення та терміни

- * ВБР - відходи від будівництва та руйнувань
- * РЗ - рецикльовані заповнювачі: кінцевий продукт переробки ВБР

Профільне українське законодавство до 2022 р.

2017 р.: Ухвалено Національну стратегію з управління відходами до 2030 р.: в ній задано курс на повторне використання ВБР та на стале використання ресурсів у будівництві.

2019 р.: Прийнято Національний план з управління відходами до 2030 р.: в ньому надано перелік запланованих законів про різні типи відходів; хоча безпосередньо ВБР не згадуються; на даний момент прийнято лише рамковий закон "Про управління відходами".

2020 р.: Закон "Про надання будівельної продукції на ринку" набуває чинності 1 січня 2023 р. Цим законом встановлено вимоги щодо сталого використання природних ресурсів шляхом їх повторного використання та переробки, проєктування задля забезпечення тривалої експлуатації та використання екологічно-безпечних матеріалів.

2021 р.: з метою виконання вимог Регламенту №305/2011 Європейського парламенту прийнято понад 500 державних стандартів, ідентичних гармонізованим стандартам ЄС стосовно будівельних матеріалів.

З 1 січня 2023 р. Україна стане 32 країною в світі, яка реалізує Регламент (ЄС) №305/2011, що встановлює гармонізовані умови для розміщення будівельних матеріалів на ринку.

Профільне українське законодавство після 24 лютого 2022 р.

Червень 2022 р.: закон "Про управління відходами" є основою майбутнього законодавства в галузі управління відходами; за ним з'являться секторальні закони та регіональні та місцеві плани управління відходами; на думку експерта Ігоря Лисенка, голови комітету міжнародної взаємодії Асоціації професіоналів довкілля України (ПАЕУ), процес прийняття законодавства в галузі управління відходами на всіх рівнях триватиме ще щонайменше 3-4 роки.

Серпень 2022 р.: "Національний стандарт з оцінювання вартості життєвого циклу будівлі", спрямований на стимулювання енергоефективності будівництва та ефективного використання ресурсів.

Серпень-вересень 2022 р.: внесено зміни до кількох законів, оновлено державні будівельні стандарти для сприяння державному курсу на енергозбереження та всебічну термомодернізацію країни.

Вересень 2022 р.: новим законом "Про систему громадського здоров'я" забороняється використання азбесту в нових будівельних матеріалах, проте не запроваджується жодних заходів стосовно існуючих будівель, в яких наявний азбест.

Вересень 2022 р.: оприлюднений новий "Порядок поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій"; в ньому визначено категорії ВБР та можливе поводження з ними; водночас поза увагою залишається поводження з небезпечними відходами (включаючи азбест).

Вересень 2022 р.: зміни до Постанови №590 в частині фінансування діяльності муніципалітетів: під час дії воєнного стану обмежено витрачання муніципалітетами своїх бюджетів на певні види діяльності, проте управління відходами від руйнувань НЕ ВКЛЮЧЕНО до переліку видів такої діяльності.

Нещодавні ключові події в сфері циркулярності в Україні

Міжнародні організації приділяють багато уваги проблемі відходів від руйнувань внаслідок воєнних дій в Україні.

Починаючи з вересня 2022 р., проведено низку очних та онлайн заходів, призначених для налагодження комунікації між муніципалітетами, фахівцями в галузі управління відходами, екології та охорони довкілля, а також спеціалістами-практиками в галузі відбудови.

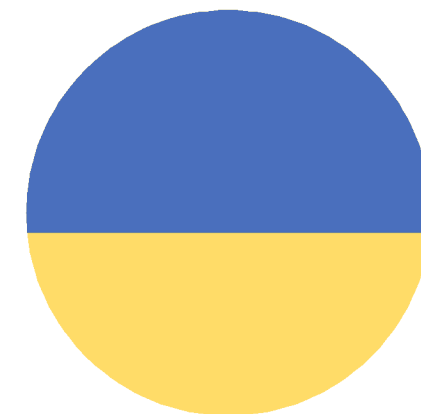
За підтримки уряду Франції, компанія "Neo Eco" розробляє пілотний проект реконструкції будівель у м. Гостомель з використанням відходів від руйнувань.

Пілотний проект будівництва житла в м. Харків з використанням відходів від руйнувань розробляється Фондом Нормана Фостера та офісом компанії "Arup" в м. Берлін у співпраці з місцевими архітекторами та міською адміністрацією.

У серпні 2022 р. було оголошено про можливість співпраці між урядом України та компанією "GreenMix", Ізраїль, в галузі будівництва першого в Україні заводу з виробництва РЗ, хоча про розвиток співпраці ЗМІ наразі не сповіщають.

Усе це підвищує обізнаність всіх зацікавлених сторін щодо наявної ситуації, викликів та потенціалу управління ВБР; ПРОТЕ інші аспекти циркулярного будівництва все ще залишаються поза увагою.

Висновки щодо законодавчої бази України в галузі циркулярності



Потенціал

- Після початку повномасштабного вторгнення та отримання Україною статусу кандидата в члени Євросоюзу, **державне законодавство в галузі будівельної промисловості швидко змінюється з метою його гармонізації з законодавством ЄС.**
- **Найбільший прогрес спостерігається в галузі управління відходами та енергоефективності будівель.**
- В останні місяці Україна висловила **тверде прагнення зеленого відновлення та сталого розвитку.**

Виклики

- **Відсутність національної стратегії для переходу до циркулярності в галузі будівництва.**
- Нові закони "помірні" та мають радше рекомендаційний, а не прескриптивний характер.
- **Механізми контролю не визначені або не працюють.**
- Існує **нагальна потреба в державних стандартах стосовно вторинних або перероблених будівельних матеріалів, які б встановили відповідні вимоги та вивели б такі матеріали на ринок.**

Рекомендації

- Систематичний перегляд нормативів будівельної промисловості та **запровадження функціонуючої та сприятливої законодавчої бази для покращення циркулярності в галузі будівництва.** Потрібна співпраця між багатьма зацікавленими сторонами: інвесторами, забудовниками, виробниками будівельних матеріалів та ін.
- Розроблення аналогічних **заходів стосовно сучасної енергоефективності будівель та інших аспектів циркулярності в будівництві та переробці.**

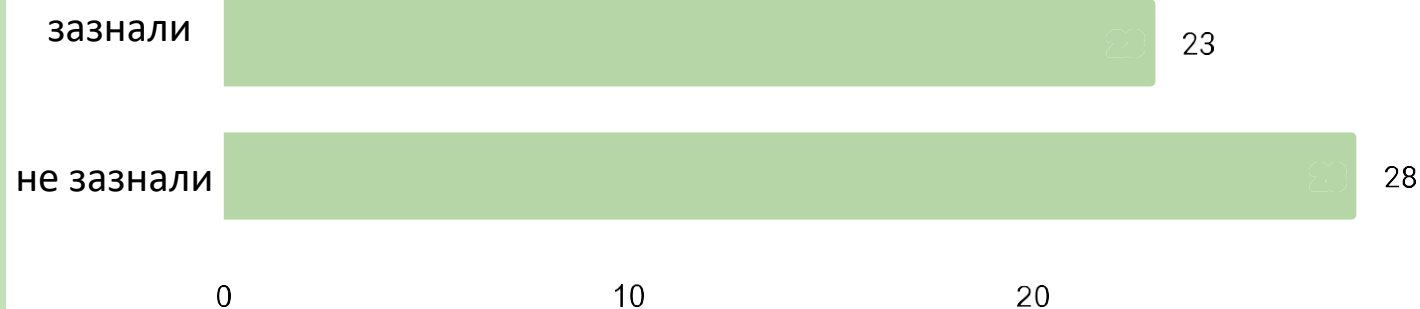
Зруйновані будівлі: повторне використання будівельних компонентів та переробка будівельних матеріалів

Результати опитування, присвяченого відходам від руйнувань в окремих муніципалітетах України

Опитування проводилось з 26 жовтня по 4 листопада 2022 р. в муніципалітетах України організацією Угода мерів-Східне партнерство.

Було отримано 51 відповідь (кілька докладних та інформативних).

Муніципалітети, які зазнали руйнувань



Співвідношення знищених будівель за типологією

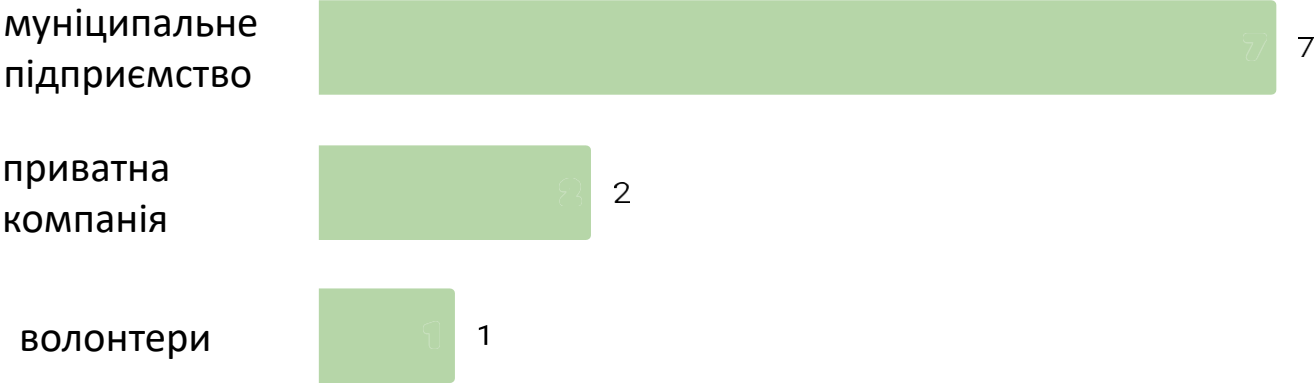


Результати опитування, присвяченого відходам від руйнувань в окремих муніципалітетах України

Хто замовив демонтаж?



Хто виконував демонтаж?



Кінцевий пункт призначення відходів від руйнувань



Результати опитування, присвяченого відходам від руйнувань в окремих муніципалітетах України

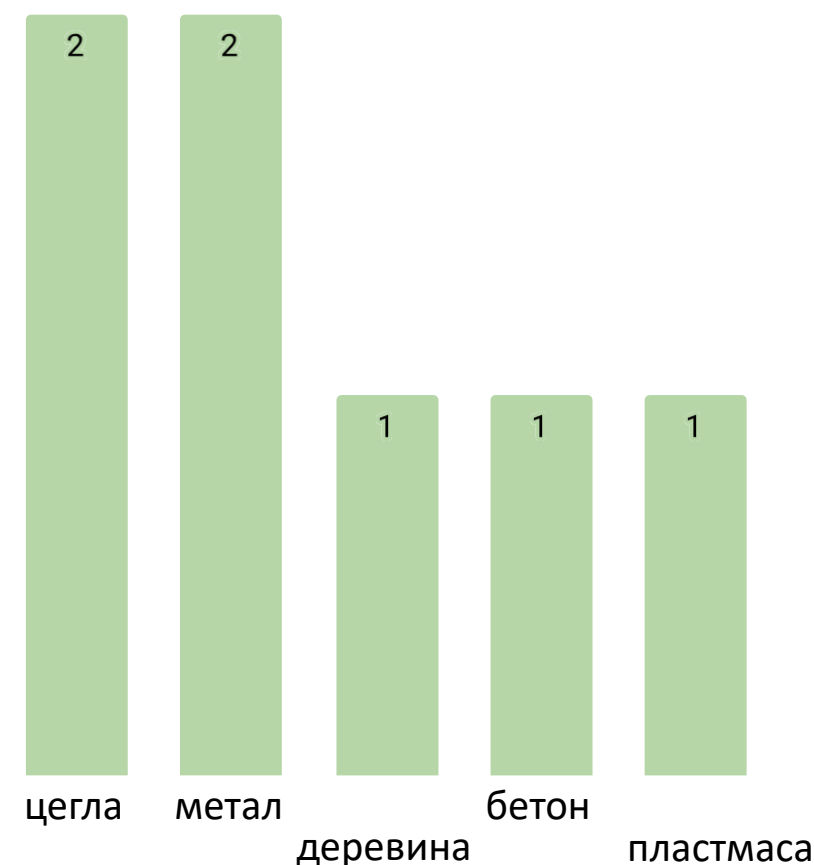
Чи сортувались відходи від руйнувань?



Чи є поблизу компанії-переробники ВБР?



Які категорії відсортовувались?



Результати опитування, присвяченого відходам від руйнувань в окремих муніципалітетах України

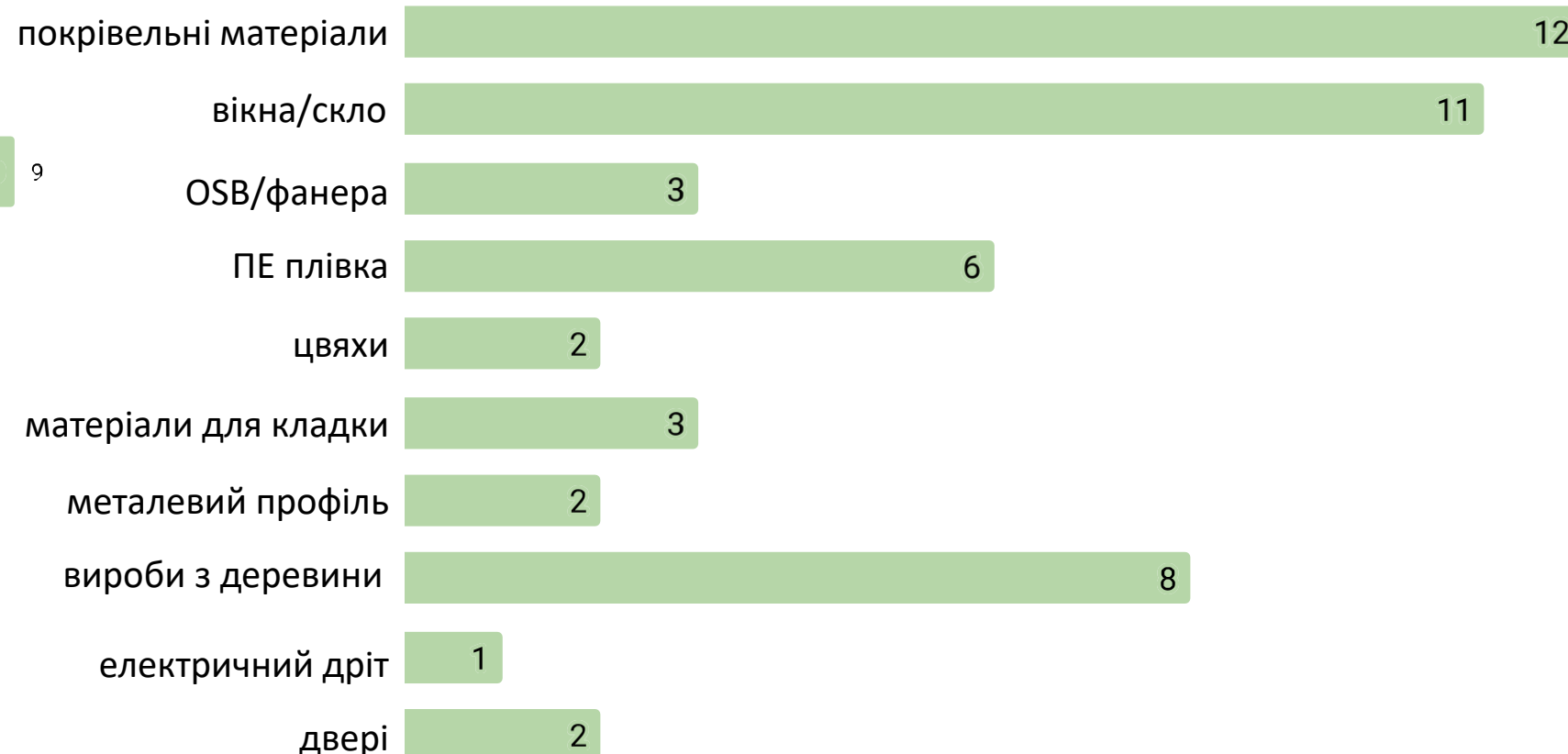
Чи є можливість повторного використання будівельних елементів?



Чи можуть відсортовані матеріали бути використані непрофесійними будівниками?



У яких матеріалах зараз спостерігається нагальна потреба?



Висновки за результатами опитування, присвяченого відходам від руйнувань в окремих муніципалітетах України



Більшість муніципалітетів усвідомлює наявну потребу та має процедуру управління відходами від руйнувань, надану центральним урядом України. Проте на час дії воєнного стану витрати муніципалітетів обмежені кількома пріоритетними напрямками, до яких НЕ ВКЛЮЧЕНО управління відходами.

Згадані муніципалітетами перешкоди для сортування та переробки відходів від будівель, зруйнованих внаслідок воєнних дій:

- великий масштаб руйнувань;
- часові обмеження - треба швидко;
- відсутність спеціалістів (люди);
- примітивні (базові) ноу-хау;
- відсутність обладнання для сортування та переробки;
- відсутність фінансування для демонтажу будівель та переробки;
- відсутність фінансування для належного транспортування/завантаження/розвантаження;
- відсутність площ для зберігання;
- ціль не зрозуміла муніципалітетам;
- бюрократія.

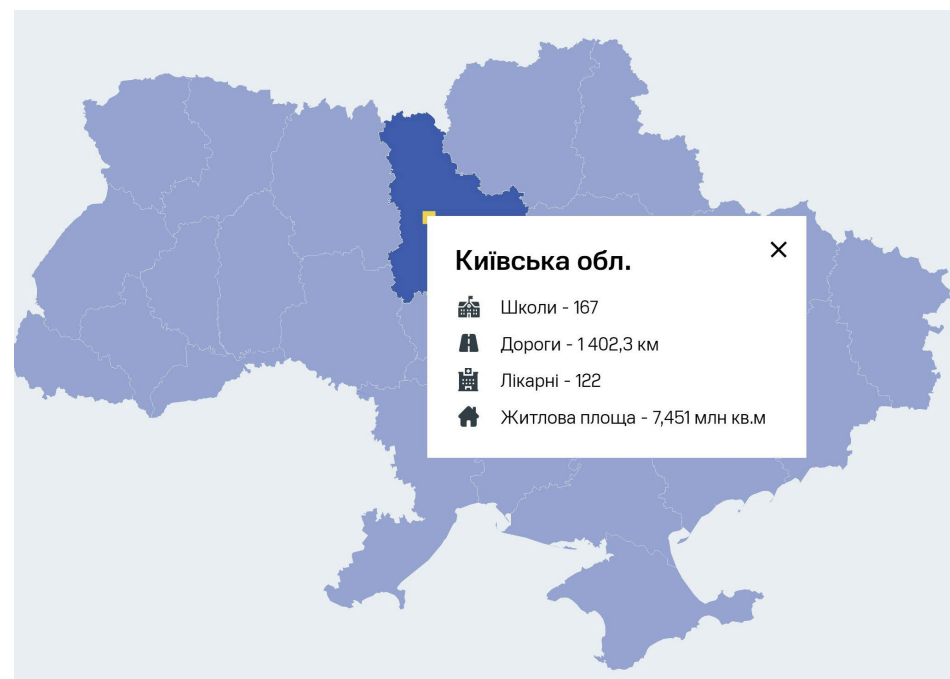
Муніципалітети наразі не можуть самотійно впоратись з наявною кількістю відходів від руйнувань, тому **потрібна національна програма для надання ноу-хау та фінансової допомоги** для міського видобутку вторинної сировини з відходів від руйнувань: належний демонтаж, сортування, обладнання для переробки, площі для зберігання тощо.

Створення мап руйнувань

Кілька ініціатив займаються створенням мап руйнувань - два приклади:

Більшість руйнувань виявляється вздовж лінії фронту, на окупованих або звільнених територіях. Проте масовані ракетні удари також спричинили значні руйнування по всій країні.

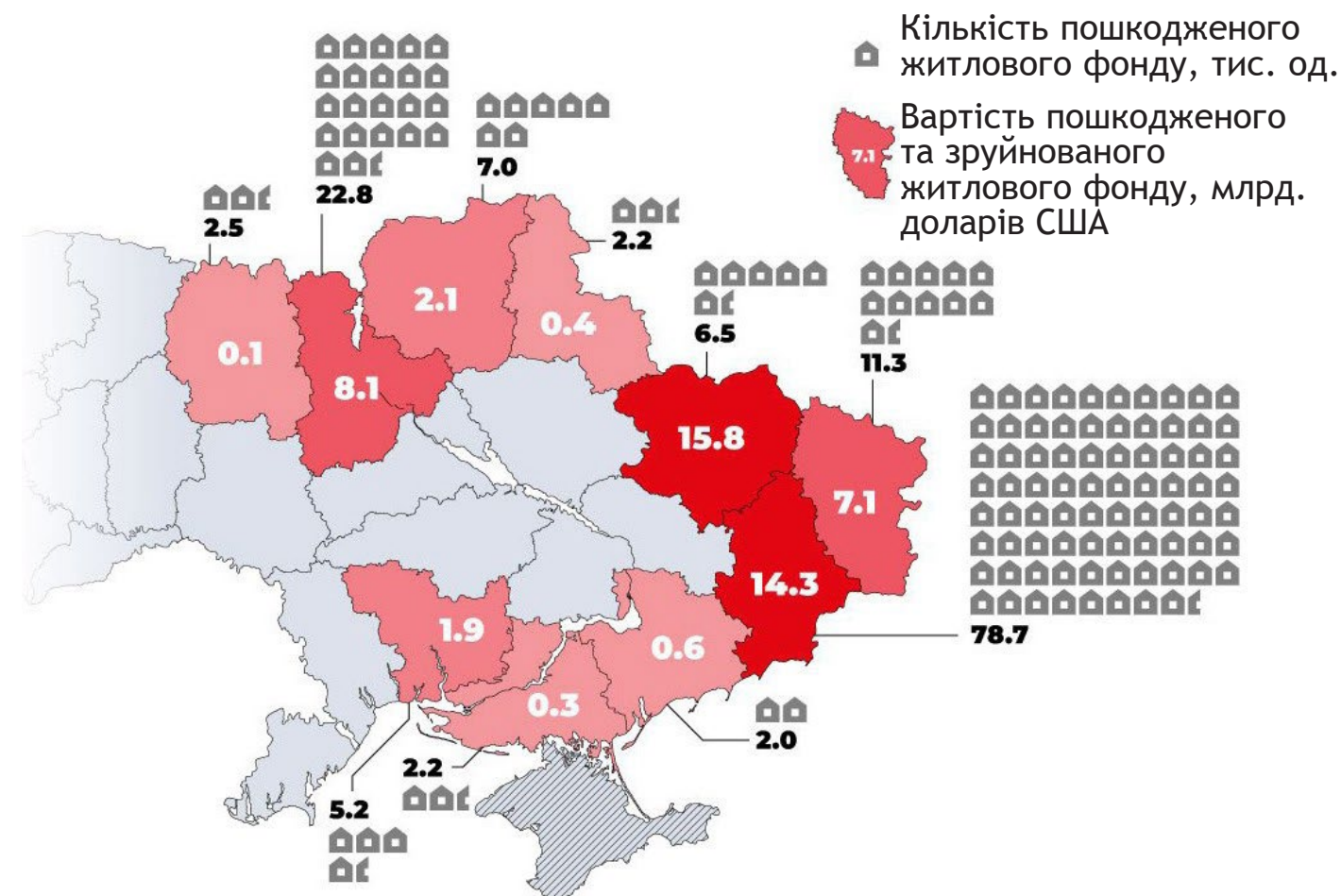
Зруйнована інфраструктура



Інтерактивна мапа recovery.gov.ua надає дані стосовно зруйнованої інфраструктури (за типологією об'єктів): школи, транспортні магістралі, лікарні, житло; окремо по кожному регіону

Регіони України з найбільшою кількістю пошкодженого житла

10 регіонів з найбільшою кількістю житлового фонду, зруйнованого та пошкодженого внаслідок російських бомбардувань



Джерело: Звіт Київської школи економіки, дані листопада 2022 р.

Оцінка руйнувань

Супутникові фото:

- сприяють першим крокам в оцінці руйнувань;
- надають загальну картину та фокусуються на конкретних ділянках;
- попередні результати;
- надають можливість оцінити кількість уламків.

Ініціативи, діючі в цій галузі:

- RebuildUA.net - супутникові фото та оцінка руйнувань; проаналізовано 58 локацій (станом на 6 грудня 2022 р.)
- damaged.in.ua/satellite-data - супутникові фото та оцінка руйнувань, партнери: RebuildUkraine та Culver Aviation (Калвер Авіейшн); проаналізовано 61 локацію (станом на 6 грудня 2022 р.)
- uadamage.com - супутникові фото та автоматична оцінка руйнувань незалежною мережею; проаналізовано 51 локацію (станом на 6 грудня 2022 р.)



Джерело: rebuildUA.net

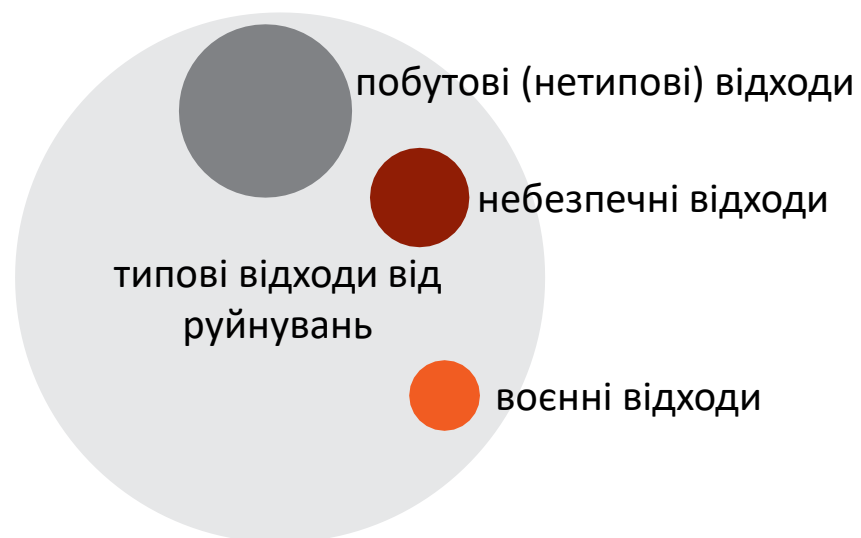


Джерело: uadamage.com, м. Харків

Склад відходів від руйнувань

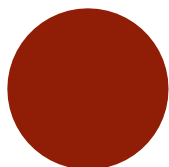
Морфологія уламків, які утворились внаслідок воєнних дій, складніша за "звичайні" відходи від знесення, оскільки зазвичай перед знесенням будинки спорожнюють від усіх побутових речей: меблів, текстилю, побутової техніки, електроніки, ліків, органічних частин тощо.

До цього також додаються відходи воєнного походження, тобто частини боєприпасів, які вибухнули/не вибухнули. На діаграмі внизу склад відходів представлений концептуально, точні підрахунки ще ніким не робились.



Добробат - це мережа груп волонтерів, які надають допомогу в розборі завалів та нагальних ремонтах по всій Україні. Телеграм-канал Добробату

Небезпечні відходи в Україні



- Переважно уламки відправляються на сміттєзвалища. Туди потрапляють небезпечні речовини, які забруднюють ґрунт, ґрунтові води та повітря.
- Такі сміттєзвалища - це "бомба уповільненої дії": існує ризик серйозного забруднення довкілля.
- Утилізація небезпечних відходів витратна та наразі фінансово недоступна для муніципалітетів.
- Низька обізнаність суспільства щодо того, які матеріали є небезпечними та які з ними пов'язані ризики.

Нормативи стосовно переробки матеріалів та компанії-переробники ІСНУЮТЬ для:

- флуоресцентних та енергозберігальних ламп;
- елементів та блоків живлення та акумуляторів;
- ВЕЕО (відходів електричного та електронного обладнання);
- ліків;
- фарб, які містять важкі метали.

Нормативи стосовно переробки матеріалів та компанії-переробники НЕ ІСНУЮТЬ для:

- азбесту (в Україні він міститься приблизно у 60% покрівельних матеріалів);
- ПХБ (поліхлоровані біфеніли);
- ртуть;
- ін.

Невідкладні дії для вирішення проблеми азбесту: пропозиція для муніципалітетів України

- Поінформувати осіб, які розбирають сміття, про:
1) ризики безпосереднього контакту з азбестом (рак легень є найпоширенішою невиліковною хворобою, пов'язаною з азбестом); 2) матеріали, в яких він використовується (переважно в покрівельних та теплоізоляційних матеріалах)
- Особи, задіяні в розчищенні уламків, яке може містити азбест, повинні це робити в масках для захисту органів дихання від азбесту.
- Під час вивезення уламків, азбестовмісні матеріали повинні відсортовуватись.
- Азбестовмісні відходи треба пакувати у кілька шарів щільної поліетиленової або стретч-плівки.
- Азбестовмісні уламки, упаковані як описано вище, слід зберігати окремо у спеціально призначених місцях до моменту, коли стане можливою їх належна утилізація.
- Азбестовмісні відходи не слід розміщати на сміттєзвалищі загального призначення!

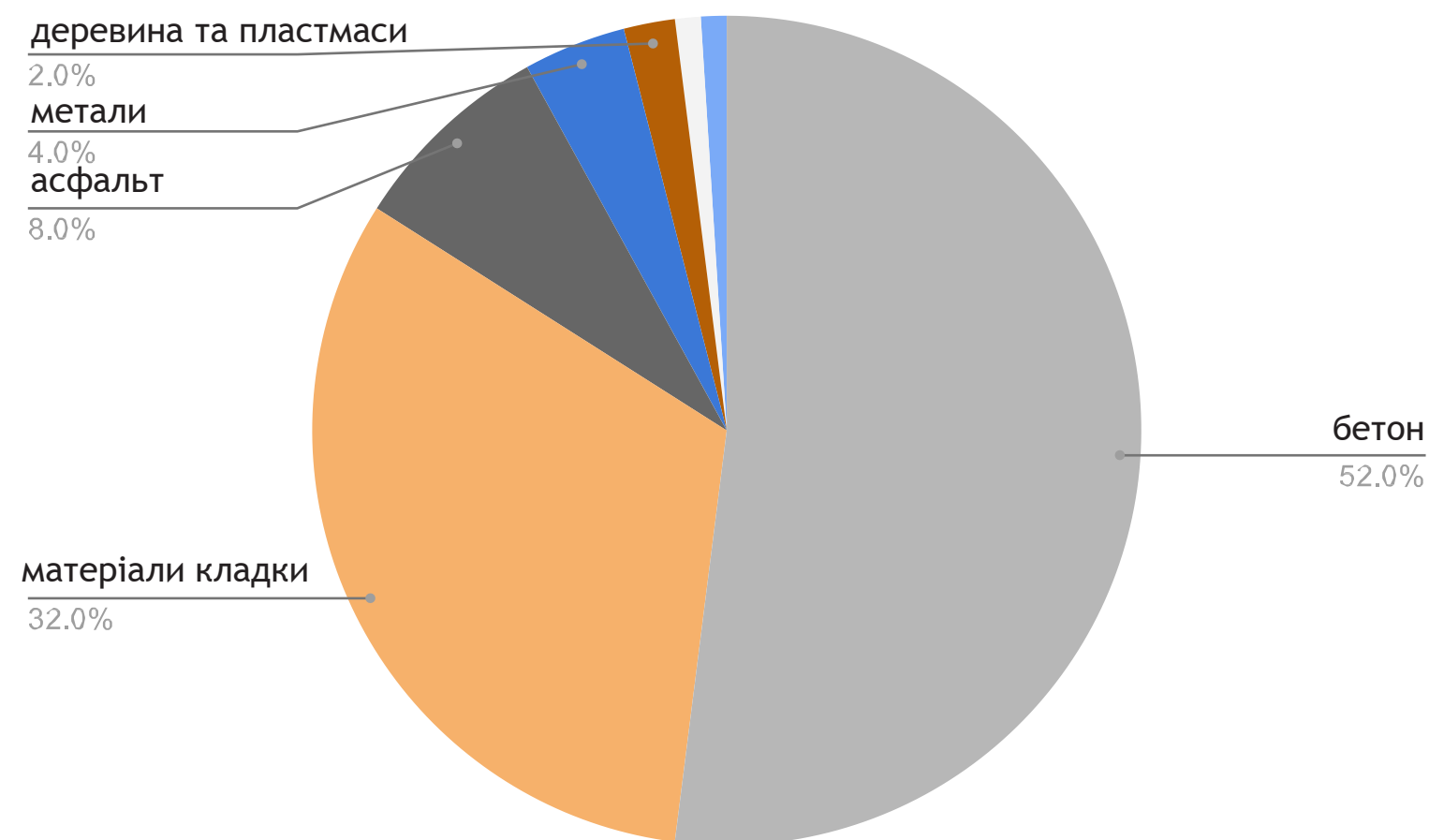


Азбестовмісна продукція

Склад уламків

З точки зору циркулярності, потенціал до переробки є пропорційним до кількості наявних матеріалів:

- бетонні елементи та цегла складають більш ніж 80% та мають великий економічний потенціал;
- переробка металу проводиться на регулярній основі та є рентабельною;
- незначний відсоток наявної деревини, ПВХ, гіпсу, скла, мінеральної вати тощо зумовлює дещо низьку рентабельність їхньої переробки та, враховуючи досвід інших країн, їхню переробку треба додатково стимулювати нормативами та політичними рішеннями, інакше це не стане загальноприйнятою практикою та залишатиметься периферійним завданням активістів-захисників довкілля.



Джерело: Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 р., опублікована в 2017 р.

Переробка бетону: ситуація, що наразі склалась в Україні

"Вузьким місцем" для переробки бетону в Україні є дороге обладнання, яке зараз мають лише окремі компанії та муніципалітети:

- В Україні є два виробники такого обладнання (компанії "Олнова" та "Арієс Україна"); один подрібнювач бетону коштує близько 1 млн. євро.
- У більшості випадків бетон вивозять на сміттєзвалище разом з рештою відходів від руйнувань.
- В окремих випадках його використовують у форматі окремих елементів, що залишаються після демонтажу, для засипки або мощення.
- Бетон як складова відходів від руйнувань потенційно суттєво контамінований азбестом, ПХБ, важкими металами та іншими небезпечними речовинами; наразі в Україні відсутнє ноу-хау для його очищення; в багатьох випадках рішенням може бути сортування вручну перед подрібненням.

Наразі подрібнювальне обладнання мають лише окремі муніципалітети. Проте в муніципалітетах, які зазнали руйнувань, спостерігається значна зацікавленість в отриманні такого обладнання. За оцінками, зараз кількість уламків, з'явившихся внаслідок воєнних дій, сягає мільйонів тон, та муніципалітети повільно, проте впевнено, схиляються до того, щоб використовувати їх як вторинний будівельний матеріал.



Робота подрібнювача бетону в м. Харків. Джерело: фейсбук-сторінка компанії "Олнова"

Подрібнений бетон продається небагатьма компаніями, проте є популярним продуктом в Україні завдяки нижчій (приблизно на 50%) ціні у порівнянні з гравієм; попит на заповнювачі первинного або вторинного виробництва високий, що обумовлено нагальними ремонтами інфраструктури, які наразі тривають.



Джерело: інтернет-магазин компанії "Будова"

Переробка бетону: технології, які традиційно використовуються в світі

Заповнювачі з переробленого бетону є традиційним продуктом в ЄС та в усьому світі. Переважно РЗ використовуються для влаштування основи автомобільних доріг та для засипки, лише 1% використовується для виробництва нового бетону або цементу.

Компанії-виробники РЗ в ЄС:

- feess.de
- holcim.com
- theopouw.nl
- eberhard.ch



Карбоновані та звичайні РЗ можна ефективно використовувати для будівництва автомобільних доріг

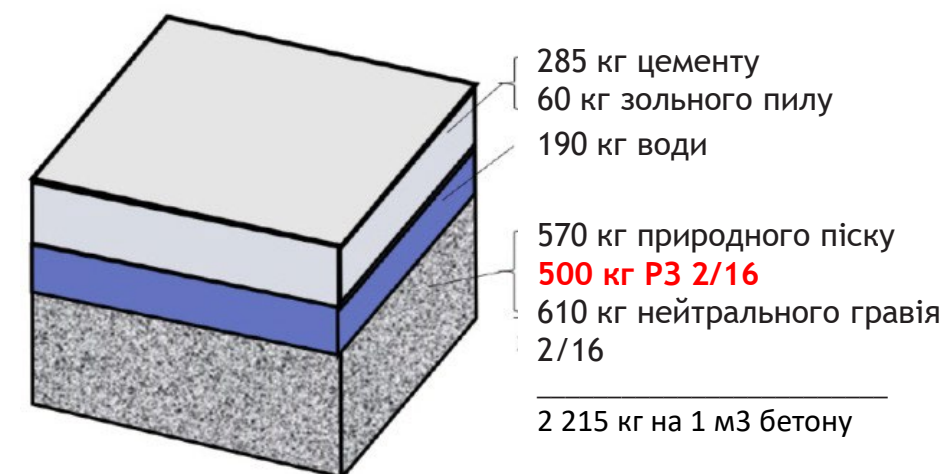
CO₂-негативні РЗ є відносно новим та інноваційним продуктом в усьому світі. CO₂-негативні РЗ або карбоновані РЗ виробляються шляхом обробки подрібненого бетону зрідженим CO₂. Цей процес вимагає наявності промислових потужностей для вловлення CO₂, які наразі відсутні в Україні. Вочевидь, це пояснюється тим, що у порівнянні з усіма країнами-членами ЄС Україна має найнижчу вартість викидів CO₂, а також існуванням корупційних схем для подолання квот на викиди. Тому зараз на ринку просто відсутня зацікавленість у зменшенні викидів CO₂, але є сподівання, що ситуація зміниться, оскільки як кандидат на вступ до ЄС, Україна буде зобов'язана зменшити викиди CO₂.

Компанії-виробники CO₂-негативної продукції, зокрема РЗ:

- neustark.ch
- carbicrete.com

Використання РЗ та карбонованих РЗ для виробництва бетону технічно можливе та здійснюється в деяких країнах (Німеччина, Китай, Нідерланди, Франція), однак через специфіку РЗ, такий бетон потребує більше цементу при використанні для виробництва конструктивних будівельних елементів; проте саме цемент і є головним джерелом викидів CO₂. Водночас, РЗ можна використовувати для виробництва не-несучих бетонних блоків та тротуарної плитки.

1 м³ бетону C25/30



Типовий склад переробленого бетону

Приблизно 1/3 всіх заповнювачів можна замінити РЗ

Джерело: Заключна конференція європейського проекту "SeRaMCo" (Вторинна сировина для виготовлення збірної бетонної продукції), 2020 р.

Переробка бетону: Передова технологія "CO2-негативний бетон"

"Карбонований перероблений бетон" виробляється з карбонованих РЗ: CO₂, поглинений заповнювачами, залишається в бетоні. Карбонізація створює до 10% CO₂-негативних викидів.

Під час виробництва карбонованого бетону вловлюється більше карбону, ніж викидається, що робить вироблений бетон CO₂-негативним.

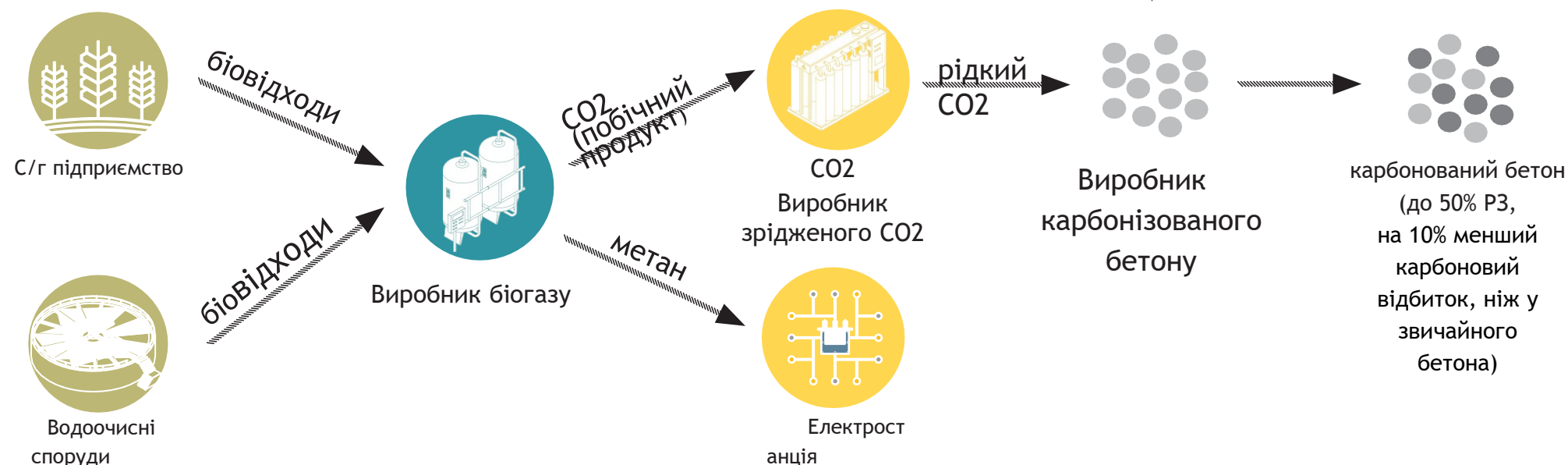
Для карбонізації потрібний зріджений CO₂. CO₂ - звичайний побічний продукт виробництв біогазу, бетону, водоочищення тощо. CO₂ вловлюється та зріджується; щоб карбонізувати РЗ, вони змішуються з рідким CO₂ у спеціальних автоклавах; потім такі карбонізовані РЗ можна використовувати для виробництва CO₂-негативного бетону.

Міжнародні компанії-виробники:

www.neustark.com (бетонні заповнювачі)

www.carbicrete.com (бетонні конструкції)

Організація та розвиток виробництва РЗ вимагає співпраці між виробниками CO₂ та виробниками РЗ. Оскільки Україна має потужне сільське господарство, яке щорічно виробляє тони біовідходів, а ситуація, що склалась наразі в енергетичному секторі, напевно, призведе до зростання виробництва біогазу, співпраця між компаніями-виробниками біогазу, які викидають CO₂, та компаніями-виробниками РЗ, які вловлюють CO₂, має великий потенціал.



Переробка бетону: Передова технологія СмартКрашер (SmartCrusher)

Найбільш позитивного впливу на довкілля можна досягти використовуючи **цемент без викидів CO₂**. Потенційна технологія полягає в тому, щоб видобувати цемент зі старого бетону. СмартКрашер (SmartCrusher) - це інноваційна технологія, розроблена в Нідерландах, яка "вивільняє" цемент зі старого бетону; після певної обробки, котра є набагато менш енерговитратною, ніж виробництво звичайного цементу, такий цемент можна використовувати для виробництва нового висококласного бетону; енергію для такої обробки можна отримати від сонячних батарей, що робить кінцевий продукт (цемент) повністю зеленим. Ця технологія вимагає співпраці між виробниками бетонних заповнювачів та виробниками цементу; останнім доведеться змінити свій процес виробництва, і для цього їм потрібна серйозна мотивація. Цього можна досягти тільки ухваленням нормативів та політичних рішень разом з чіткими та дієвими механізмами контролю.

СмартКрашер (SmartCrusher) - це передова технологія з великим потенціалом для зменшення CO₂-відбитку бетону; ця технологія випробовується на кількох експериментальних майданчиках, один з яких розташований в м. Амстердам, Нідерланди. Уже реалізовано кілька пілотних проектів з використання цементу "вивільненого" зі старого бетону за допомоги СмартКрашер (SmartCrusher).



Експериментальна установка Смарт Крашер (SmartCrusher), Нідерланди



Тут циркулярна бетонна суміш виробництва компанії "Рутте Груп" (Rutte Group) за технологією Смарт Крашер (SmartCrusher) використовується як складова залізобетону, який відділяє велосипедну доріжку від автомагістралі.
Джерело: slimbreker.nl, 2022 р.



Кінцева продукція виробничого процесу СмартКрашінгу (SmartCrushing)

Переробка цегли, облицювальної плитки та кераміки

Цеглу, облицювальну плитку та кераміку можна використовувати для виробництва змішаних РЗ, які можна ефективно використовувати для засипки або для виробництва не-несучих будівельних матеріалів, наприклад, тротуарної плитки, не-несучих стінових панелей, підлог тераццо тощо.

Виклики переробки такого типу відходів від руйнувань аналогічні викликам переробки бетону: відсутність подрібнювального обладнання та контамінація небезпечними матеріалами.



Змішані РЗ



Зразки матеріалу під назвою "Rebetong", зробленого зі змішаних РЗ.
Джерело: skanska.cz

Переробка металу, пластмас, обробленої деревини та скла

Переробка металу успішно проводиться в Україні. Металобрухт використовується для видобутку високоякісних нових металів.

Виклики:

- перед переробкою потрібно відсортовувати різні типи металів;
- основні виробники сталі припинили роботу через війну;
- для видобутку арматури з бетону потрібні потужні подрібнювачі та магнітні конвеєрні стрічки.

Більша частина деревини, яка поступає на переробку, є обробленою (пофарбованою чи просякнутою); оброблена деревина та пластмаси (труби, віконні рами) можна використовувати лише як альтернативне пальне (АП). АП - один з найпотужніших важелів зниження кількості CO2 у виробництві цементу.

Виклики:

В умовах енергетичної кризи велика частина обробленої деревини буде спалена населенням у побутових печах, таким чином з неї вивільнятимуться небезпечні речовини. Наразі виробники цементу не висловлюють зацікавленості та бажання співпрацювати.

В Україні листове скло переробляється для виробництва скляної продукції. Щонайменше один виробник скла - Костопільський завод - приймає скло на переробку. Склобій можна використовувати як домішок у виробництві бетону, для виробництва піноскла та ізоляційних матеріалів, проте в Україні наразі такі технології відсутні.

Виклики:

- в Україні дуже мало склопереробних підприємств;
- більшість з них - на окупованих територіях або зруйнована;
- бізнес в цій галузі не є прибутковим через невелику кількість цього матеріалу у відходах від руйнувань; він потребує додаткових стимулів з боку законодавства чи субсидій.



Металева арматура, видобута з подрібненого бетону



Пластмаси у ВБР



Оброблена деревина



Склобій з вікон, зібраний на переробному заводі РАДА, Бучанський район

Висновки щодо переробки будматеріалів: бетону, цегли, металу, деревини, скла

Потенціал

- **Кількість відходів знесення зумовлює величезний потенціал міського видобутку вторинної сировини з відходів від руйнувань.** Існуючі ініціативи зі створення мап руйнувань (с.20) дозволяють оцінити кількість відходів та виявити основні потенційні місцевості для підприємств-переробників.
- Сортивання та повторне використання на місці за допомоги мобільного обладнання може спростити логістику та зменшити викиди CO2.
- Легкозаймисті відходи (оброблена деревина та пластмаси) можна використовувати для видобутку енергії (наприклад, для виробництва цементу).
- Подрібнений бетон, очищений від небезпечних матеріалів, можна використовувати для влаштування шарів основи автомобільних доріг.
- Змішані заповнювачі з бетону, цегли, кераміки та облицювальної плитки можна використовувати для засипки, та виробництва не-несучих елементів, наприклад тротуарної плитки, стінових блоків

Виклики

- Сьогодні для муніципалітетів уламки - це "місія нездійсненна": немає обладнання, немає команди, немає ноу-хау, немає фінансування.
- **Державні стандарти для РЗ та альтернативного палива відсутні.**
- **Відходи від руйнувань містять велику кількість небезпечних відходів (азбест, ПХБ, важкі метали, домашні прилади, ліки); в Україні не вистачає технологій, ресурсів та спеціалістів для утилізації таких відходів; для окремих різновидів небезпечних відходів (напр., азбест) немає нормативів.**



Рекомендації

- **Національна програма для надання муніципалітетам ноу-хау, обладнання та фінансової допомоги для переробки відходів від руйнувань.**
- **Нагальна потреба у розробці стратегій поводження з небезпечними відходами.** Фінансування технологій переробки для сортування та належного зберігання небезпечних відходів для запобігання екологічній катастрофі. **Допомогти можуть міжнародні компанії.**
- **Започаткувати пілотні виробництва у співпраці з будівельним сектором в Україні, щоб продемонструвати ефективність отримання вторинної сировини з відходів від руйнувань.**
- **Створити механізм фінансової зацікавленості, щоб будівельний сектор почав інвестувати в переробку.**

- Досвід Німеччини зі спадком НДР показує, що приблизно 30% блоків серійних панельних житлових будинків можна повторно використовувати як несучі елементи; в Україні подібні дослідження ще не проводились, але, враховуючи кількість таких будинків, до цієї теми спостерігається великий інтерес.
- Елементи з найвищим потенціалом до повторного використання - це плити перекриття/підлоги та внутрішні стіни.
- Стандартні габарити панелей спрощують їхнє повторне використання.
- Підтверджено ефективність використання панелей для односімейних будинків (панелі можна розрізати на окремі частини).
- Збільшенню масштабів повторного використання панелей сприятиме створення бази даних наявних елементів
- Структурні компоненти повинні пройти випробування та сертифікацію; оптимально було б проводити такі випробування безпосередньо на місці, оскільки будь-яке транспортування зменшує переваги повторного використання.
- Повторно використовувати такі елементи оптимально щонайближче до місця їх видобуття (через розміри та вагу плит їх перевезення зменшує рентабельність їх використання).
- Сьогодні в Україні не існує спеціалістів з повторного використання бетонних панелей серійних житлових будинків радянського періоду.
- Існує потенціал для виникнення нового ринку (вторинних панелей)



Джерело: Платформа "Bellastock", проект "La Fabrique du Clos", 2017 р.

Повторне використання бетонних панелей: приклад з Німеччини

Східна Німеччина має багатий спадок масового панельного житла. У 2005-2006 рр. архітектурна компанія "Conclus" реалізувала три пілотні проєкти, в яких панелі з демонтованих панельних будинків були використані у будівництві нових односімейних будинків, зведених неподалік від будівлі-донора. Ця технологія довела економічну ефективність повторного використання, економія склала близько 26% у порівнянні з будинком, побудованим традиційними методами.

Для будинку в Мероу (зліва) плити перекриттів та стін були отримані від будинку-донора, розташованого на відстані 8 км. Демонтаж, обробка та монтаж були завершені за планом та тривали 12 днів. На фасаді була змонтована зовнішня термоізоляційна композитна система (ETIC). Загалом, було повторно використано 118 м³ збірних бетонних конструкцій.

Якість українського панельного житла значно залежить від його серії. Навіть якщо економічна ефективність була доведена для повторного використання панелей німецької серії P20, в Україні потрібно провести дослідження та лабораторні випробування матеріалів різних серій житлових будинків.



Проект: "Mehrow House", Мероу, м. Берлін; арх. компанія "Conclus", м. Берлін, архітектор Ерве Біле (Hervé Biele), 2005 р.

Повторне використання сталевих несучих конструкцій в ЄС та в Україні

Повторне використання сталевих несучих конструкцій має високий екологічний потенціал, оскільки переплавка сталі - енерговитратний процес, в якому зазвичай використовуються викопне паливо. Перехід до виробництва "зеленої сталі", в якому замість викопного палива використовується водень, все ще лишається перспективою на майбутнє.

Повторне використання сталевих несучих конструкцій в нових будівлях обмежено нормативами, які вимагають сертифікації та проведення випробувань міцності повторно використаних елементів.

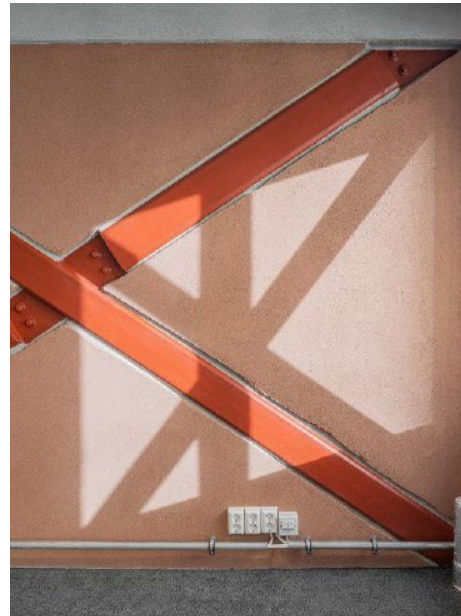
Повторне використання сталевих несучих конструкцій довело свою рентабельність на прикладі кількох проектів, реалізованих в Україні та інших країнах світу.

В Україні більшість будівель зі сталевим несучим каркасом є промисловими.

Проект "KA13" бюро "Mad.no" в м. Осло, Норвегія, - це будівля, яка на 80% складається з повторно використаних матеріалів, включаючи сталь для несучих конструкцій. Цей проект цікавий тим, що сталеві балки були отримані з різних ділянок та мали різну довжину; довжину окремих балок довелося збільшувати. Цей проект ілюструє, що складності, пов'язані з повторним використанням, можна подолати завдяки раціональному проектуванню та інноваціям.



Бюро "mad.no", проект "KA13", м. Осло, Норвегія



Сталева несуча конструкція автосалону "BMW", побудованого бюро "Дроздов та партнери" в м. Харків, Україна, виконана з повторно використаної сталеві конструкції сусідньої промислової будівлі.



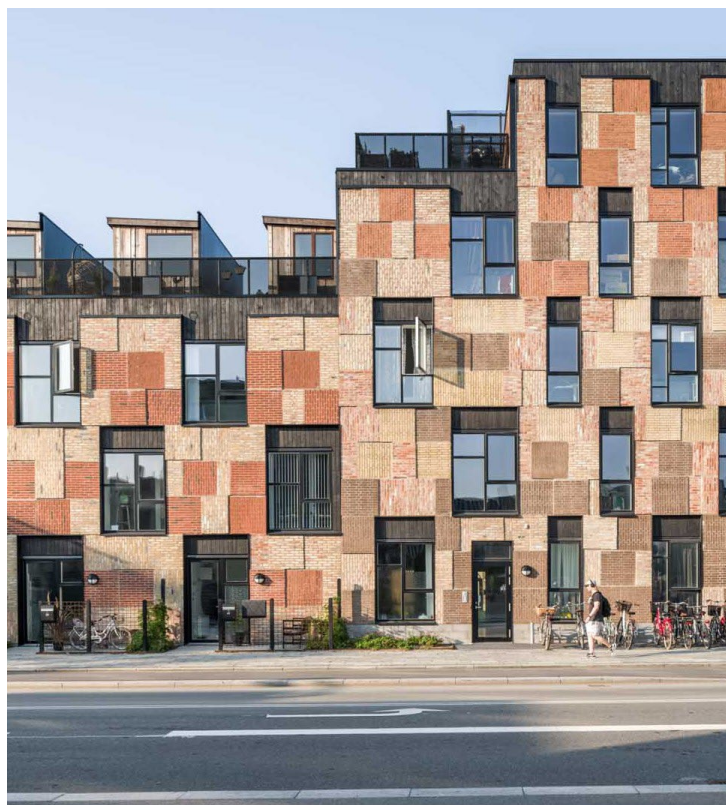
Бюро "Дроздов та партнери", автосалон "BMW", м. Харків, Україна

Повторне використання цегли: приклади з Данії та України

Україна вже має досвід повторного використання старої цегли; на ринку більшість повторно використаної цегли вироблена до 1970-х рр.; після цього популярності набули міцні розчини на основі цементу. Очищення цегли від такого розчину вимагає більше часу та ресурсів, ніж видалення рихлого вапняного розчину.

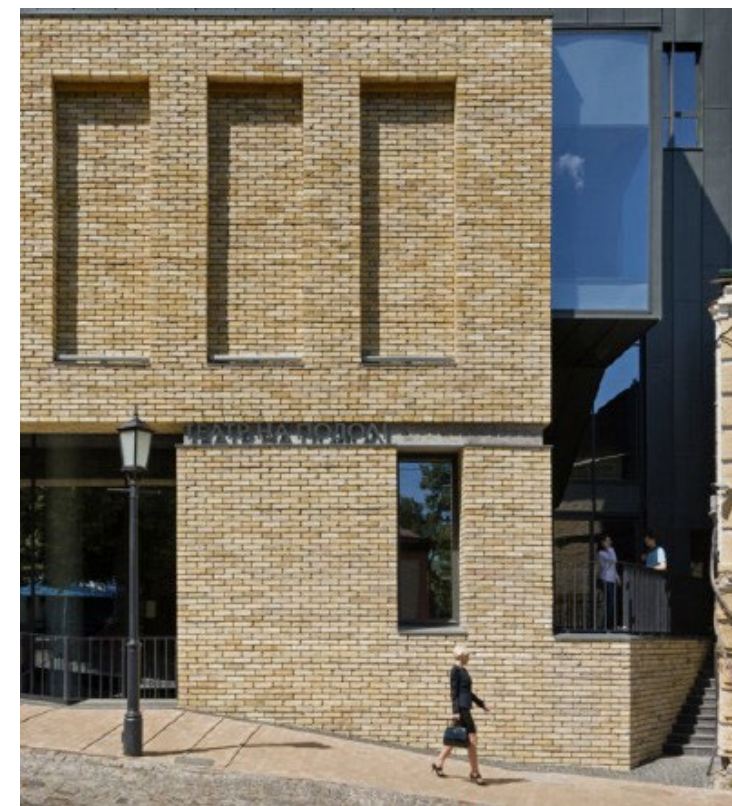
Більш того, в Україні старіша цегла зазвичай має кращі якісні та візуальні характеристики. Повторне використання цегли в Україні практикується непрофесійними будівниками; проте також її використано в кількох великомасштабних проектах архітектурних бюро "Дроздов та партнери", м. Харків-Львів та "МетаЛаб", м. Івано-Франківськ.

Проект "Resource Rows" бюро "Lendager Group" втілює інноваційний підхід до повторного використання цегли: цегляні стіни старих будівель були порізані на модулі та повторно використані як крупногабаритні блоки для утворення нових несучих стін.



Проект "Resource Rows" бюро "Lendager Group", м. Копенгаген, Данія

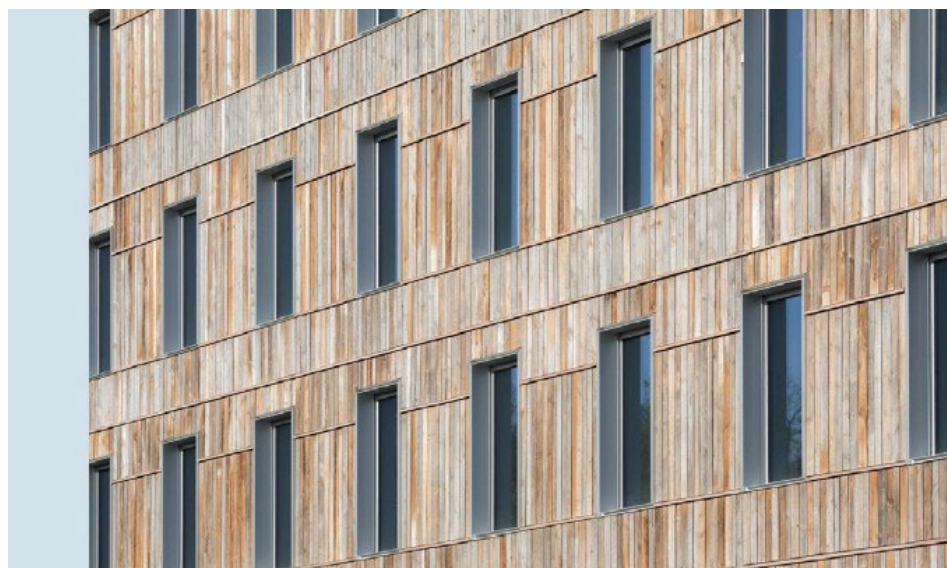
В Україні найвідоміший приклад повторного використання старої цегли для створення нових фасадів - це суспільна будівля в м. Київ, Театр на Подолі, виконана архітектурним бюро "Дроздов та партнери". Тут стара цегла виконує естетичну функцію: вона інтегрує нову будівлю до історичного контексту старого Києва.



Театр на Подолі, бюро "Дроздов та партнери", м. Київ, Україна

Повторне використання різних матеріалів: творчий підхід

У рамках цього проекту переобладнання врятовані дерев'яні дошки були порізані на комплекти визначеної довжини, але різної ширини. Як наслідок, дошки різних розмірів можна було використати для обшивки, забезпечуючи певну регулярність, що також спростило монтування. Більш того, включення коротких дощок стандартної довжини до загальної композиції дозволило використати в проекті обрізки та коротші планки, що сприяло подальшому зменшенню кількості відходів.



Креативний дерев'яний фасад з повторно використаної деревини.
Будівля Інституту ботаніки Львівського університету, Бельгія.

Проект В: Циркулярне житло в Україні

Ще один варіант того ж самого принципу: ціла керамічна облицювальна плитка використана для утворення геометричної сітки, в комірках якої можна вільним чином розмістити уламки пошкоджених кахлів. Для повторного використання потрібний творчий підхід та бажання; в Україні ми все ще підозріло та зарозуміло ставимось до повторно використаних матеріалів; проте інтерес до циркулярного дизайну наразі зростає, особливо поміж молодії генерації архітекторів.

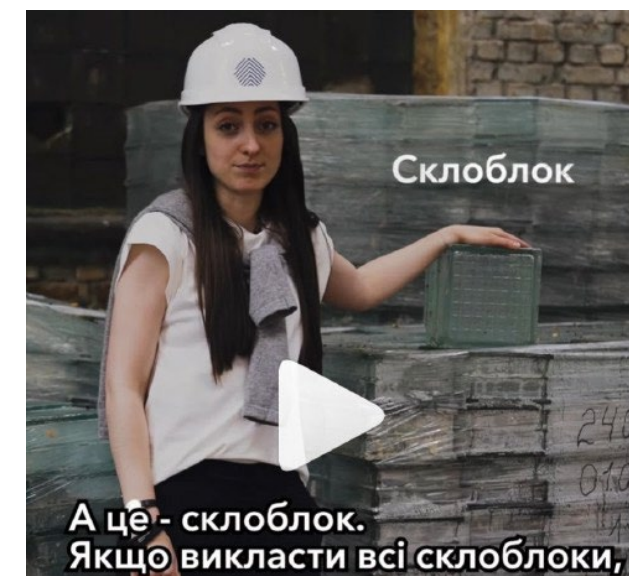


Креативне використання облицювальної плитки, Нідерланди

Тема 2: Потенціал для переробки та повторного використання

Компанія "МетаЛаб" в м. Івано-Франківськ, Україна, - одне з небагатьох архітектурних бюро України, яке збирає та повторно використовує вже використані матеріали.

У проекті реконструкції заводу "ПромПрилад" було збережено велику кількість склопакетів, які призначені для використання на цьому ж об'єкті.



Склоблоки, підготовлені до повторного використання, бюро "МетаЛаб", м. Івано-Франківськ, Україна, 2022 р.

Мір'ям Німайер / Mirjam Niemeyer • Наташа Козуб / Natasha Kozub

Повторне використання вікон: приклади з країн-членів ЄС

Наразі в Україні вікна та листове скло є одними з найдефіцитніших матеріалів через те, що саме вікна зазнали найбільших пошкоджень від вибухів. Ще одна причина - те, що два найкрупніші виробники віконного скла (Костянтинівський та Лисичанський заводи) залишаються в окупації.

Переплавка листового скла - енерговитратний процес, тому повторне використання скла має великі екологічні переваги.

Повторне використання вікон ставить два виклики:

- вікна, врятовані з різних будівель, зазвичай мають різні габарити, тому їх використання в новій будівлі вимагає творчого підходу до проектування;
- старі вікна зазвичай не відповідають сучасним вимогам до енергоефективності.

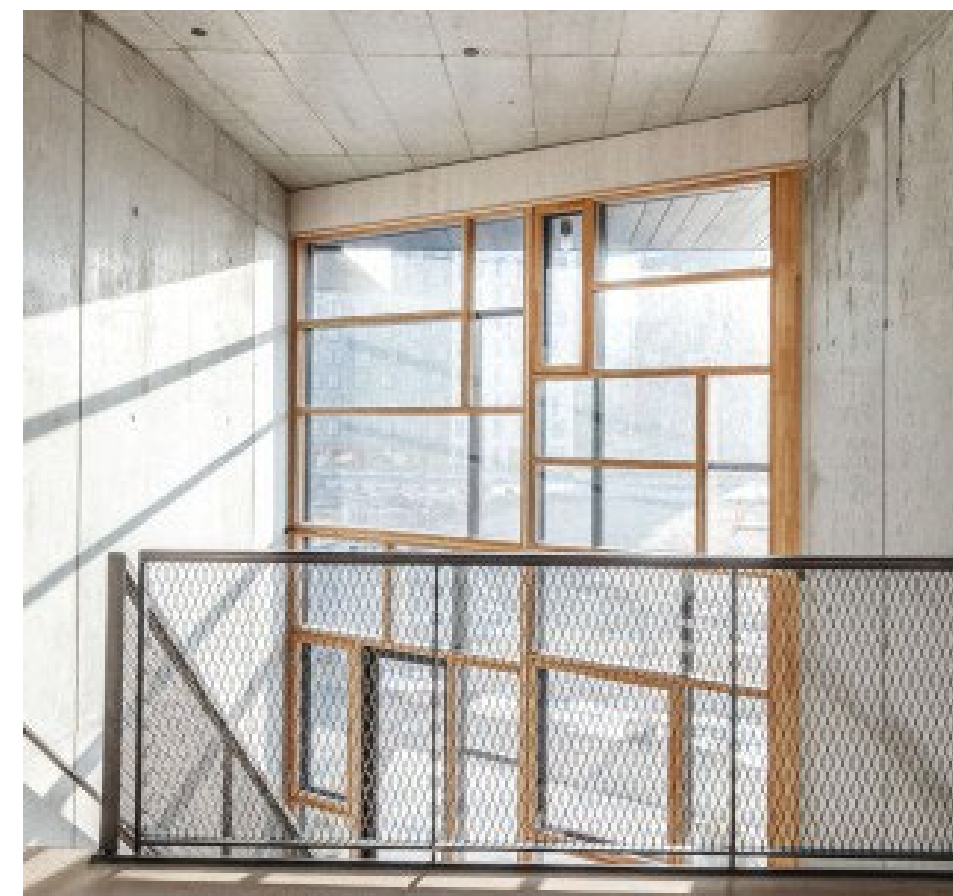
Наразі працює кілька ініціатив, які імпортують до України (або планують імпортувати) збережені вікна з Польщі, Швейцарії та Данії, щоб задовольнити нагальну потребу. Проте, за словами одного з волонтерів, залучених до цього процесу, попит на такі вікна досі низький - бо важко вставити вікна певних габаритів до існуючих отворів інших габаритів.

У країнах Євросоюзу є низка проектів, в яких збережені вікна різних габаритів інтегруються в одній будівлі. Це доводить, що це лише питання дизайну.

Низька енергоефективність збережених вікон - це також виклик, на який можна відповісти дизайнерським рішенням. У проекті "Upcycle Studios" данського бюро "Lendager Group", вікна інсталювані в два шари, що забезпечує ідеальну ізоляцію.



Проект "KA13" бюро "Mad.no", м. Осло, Норвегія, 2019 р.



Проект "Upcycle Studios" бюро "Lendager Group", Данія, 2020 р.

Висновки щодо повторного використання будівельних компонентів в Україні

В Україні повторне використання матеріалів активно застосовується переважно при будівництві односімейних будинків, в той час як у країнах ЄС реалізуються пілотні проєкти великого масштабу.

Потенціал

- Ціни на повторно використані будівельні компоненти дуже низькі.
- Повторне використання, підготовка та логістика можуть створити в Україні багато нових робочих місць та новий ринок.
- Дизайн, що передбачає повторне використання будівельних компонентів, вимагає творчого підходу та може збільшити сектор інтелектуальних послуг в будівельній промисловості (який наразі залишається дуже незначним).
- Повторне використання сталевих несучих конструкцій, бетонних елементів, цегли та вікон має найбільший потенціал для циркулярного будівництва.

Виклики

- Технології проектування із залученням повторно використаних будівельних компонентів залишаються нерозвиненими. В Україні реалізовано дуже мало великомасштабних пілотних проєктів з повторним використанням елементів будівельних конструкцій; переважно в них використовується цегла.
- Відсутність стандартів та процедур сертифікації повторно використаних елементів будівельних конструкцій.
- Муніципалітети не мають фінансових стимулів для повторного використання елементів будівельних конструкцій: демонтаж з метою повторного використання робить цей процес більш важким, витратним та збільшує обсяг адміністративної роботи.
- "Негативний імідж" вторинних матеріалів; обмежена обізнаність про переваги та можливості їхнього використання



Рекомендації

- Впровадження національної системи бонусів для демонтажу зі збереженням, для стимулювання муніципалітетів та приватних компаній.
- Створення інтернет-реєстру будівельних компонентів та місць їх зберігання, на зразок Opalis.eu та Salvoweb.com в ЄС, може сприяти процесу повторного використання в Україні.
- Розробка процедур аудиту матеріалів і елементів будівель, що мають бути демонтовані, посібники та підготовчі курси можуть забезпечити підготовку спеціалістів з повторного використання будівельних матеріалів.
- Запуск пілотних проєктів, щоб продемонструвати рентабельність великомасштабного будівництва з повторним використанням елементів будівельних конструкцій



Невідкладні дії стосовно повторного використання/переробки: пропозиція для муніципалітетів України



Згідно "Порядку поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд" (№1073), ухваленим 27 вересня 2022 р., виконавчі органи муніципального рівня зобов'язані "вживати заходів щодо повторного використання основних компонентів відходів від руйнувань (після їх оброблення (перероблення) - у разі потреби) під час реалізації проектів будівництва, щодо яких [вони] є замовником будівництва, та сприяти використанню відходів від руйнувань іншими замовниками будівництва".

Дії стосовно небезпечних відходів
"Порядком" (див. Додаток 1) визначені категорії, на які повинні сортуватись відходи, та наведені можливі шляхи повторного використання для кожної категорії. Ми погоджуємось з більшістю наданих рекомендацій, за винятком пунктів 6.1 та 6.4 (Додатку 1): ми рекомендуємо, що всі азбестовмісні матеріали треба належним чином відсортовувати та утилізувати (див. стор. 23 цього звіту).
У пунктах 7-10 Додатку 1 ("Порядок..." №1073) визначені категорії небезпечних відходів, але не визначені шляхи їхньої утилізації; для деяких категорій заходи з утилізації визначено законодав-

ством України стосовно небезпечних речовин (зокрема люмінесцентних ламп, ВЕЕО), для решти відходів заходи ще не визначені (зокрема азбесту, ПХБ, ртуті). У будь-якому разі, жодні небезпечні речовини НЕ ПОВИННІ потрапляти на загальні або тимчасові сміттєзвалища; їх потрібно відсортовувати та зберігати окремо на спеціалізованих ділянках до моменту, коли стане можливою їхня належна утилізація.

Сортування та повторне використання на місці
У "Порядку..." №1073 пропонується транспортувати відходи від руйнування до тимчасових звалищ, де має відбуватись їхнє сортування та переробка.
Натомість ми рекомендуємо сортувати та переробляти максимальну кількість відходів безпосередньо на ділянці біля зруйнованої будівлі. Бетон, цегла, пластмаси та оброблена деревина складають більше 80% відходів від руйнувань; ці типи відходів можна подрібнити на місці, використовуючи мобільне обладнання (яке в Україні можна придбати в компаніях "Олнова" (olnova.com.ua) або "Арієс Україна» (arjes.com.ua)); таке мобільне обладнання коштує приблизно 1 млн. євро. Подрібнений бетон та цеглу можна використовувати замість гравію.

Після подрібнення об'єм сміття зменшується в 5-8 разів та відповідно зменшуються витрати на його транспортування.

Повторне використання будівельних компонентів для односімейних будинків. За результатами дослідження, проведеного урбан-коаліцією "РоЗквіт", непрофесійні будівельники часто забирають зі зруйнованих будівель будівельні матеріали та компоненти для подальшого використання. Муніципалітетам слід якомога більше підтримувати та розвивати цю практику. Згідно чинному законодавству, в будівлях з площею підлоги до 300 м2, вторинні матеріали можна використовувати без сертифікації або випробувань.

Матеріали, які мають найбільший потенціал для повторного використання: **бетонні панелі та блоки, цегла, сталеві профілі, вікна, двері, радіатори** тощо.

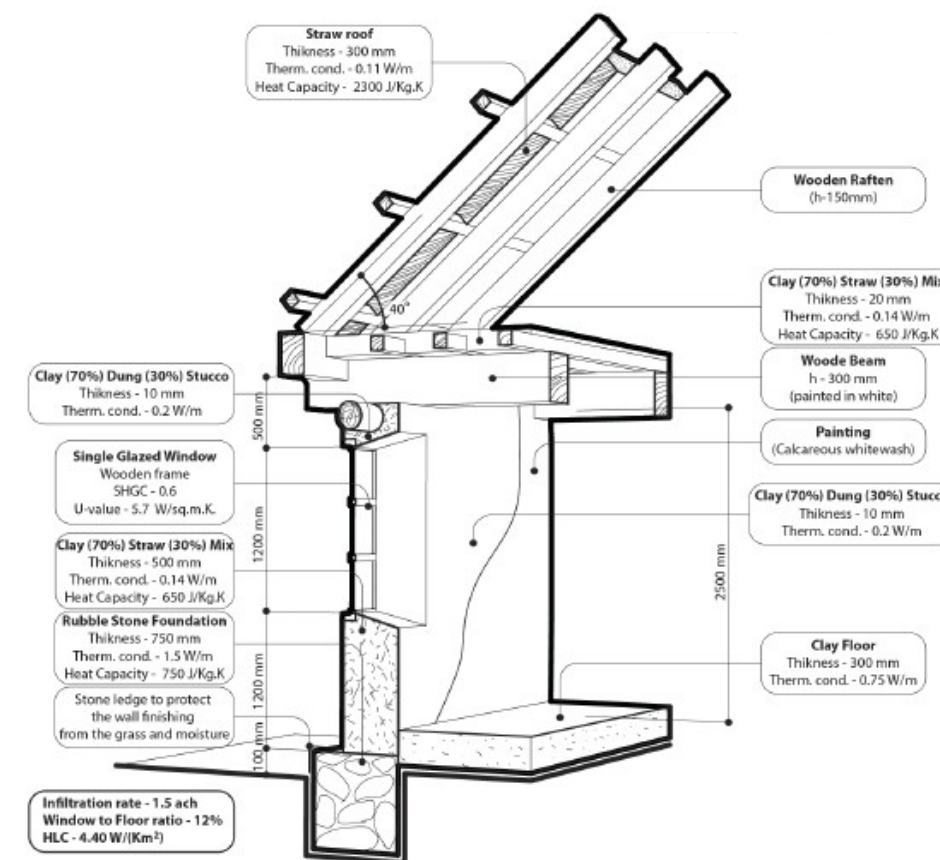
МЕТОДИ ЦИРКУЛЯРНОГО БУДІВНИЦТВА З ВИКОРИСТАННЯМ РЕСУРСІВ, НАЯВНИХ В УКРАЇНІ

Традиційні будівельні технології

- Глина, солома та деревина є найбільш розповсюдженими та доступними будівельними матеріалами в Україні.
- Традиційна будівельна технологія мазанки (українського традиційного сільського будинку): стіни утворюються несучою рамою, яка заповнюється вапняком або невивпаленою цеглою-сирцем, та обмазуються глиною. Цегла-сирець робиться з саману - суміші глини та соломи - та висушується на сонці.
- Значна частина наявного житлового фонду в сільській місцевості представлена саме мазанками.
- Ця будівельна технологія все ще використовується в сільській місцевості, проте мазанка викликає негативні асоціації (бідність, застарілий спосіб життя, замалі вікна та кімнати, низькі технічні стандарти)
 - > надати приклади сучасних будівель з соломи та деревини.
 - > надати сучасні технології.



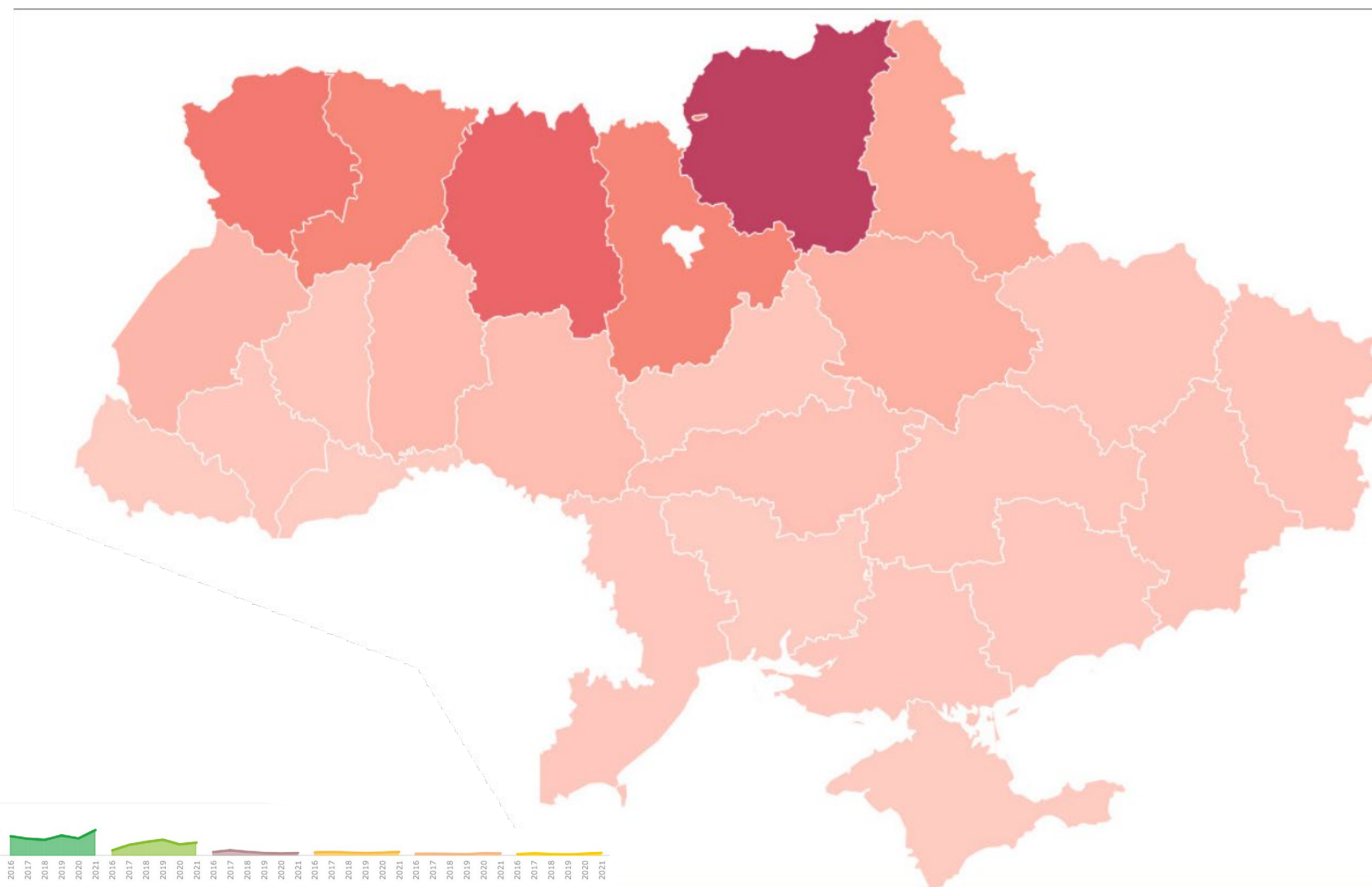
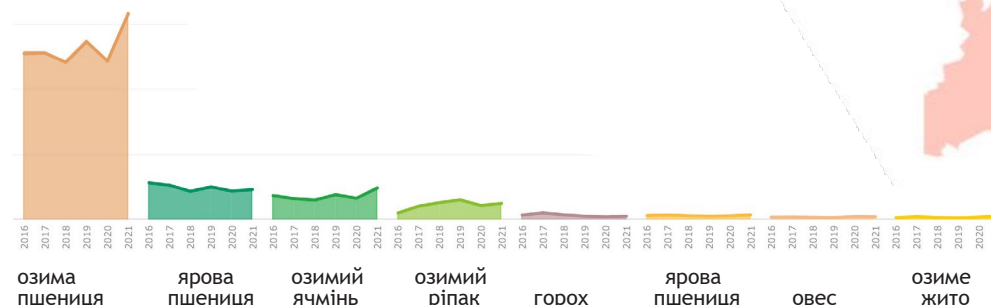
Типова мазанка



Артем Осламовський. Типова конструктивна схема мазанки

Житня солома

- Як поновлюваний ресурс, житня солома оптимально підходить для будівництва: вона містить мінімальну кількість поживних речовин, тож не привертає комах або гризунів.
- Жито переважно вирощується в Чернігівській області та на Поліссі.
- У порівнянні з іншими зерновими культурами, жито культивується в набагато меншій кількості.
- У 2021 р. було вирощено 616 тис. тон жита. З коеф. 1.3 > 800 тис. тон соломи за рік.
- Сьогодні при переробці більшості соломи, її потенціал не реалізується: її використовують як паливо, підстилку або корм для худоби, мульчу тощо.
- У 2022 р. жито взагалі не вирощувалось через низьку рентабельність.
- Водночас, до 2022 р. експорт жита був заборонений; заборону скасували у 2022 р.



Мапа: Вирощування жита в Україні Графік: Вирощування жита у порівнянні з іншими зерновими культурами
Джерело: <https://public.tableau.com/> мапа створена агенцією аграрних брендів "MUKOVOZ.DESIGN"

- > **Якщо житня солома стане цінним будівельним матеріалом, рентабельність культивування жита швидко зросте.**

Модульні солом'яні панелі: технологія

- Відмінна теплоізоляція: у порівнянні зі стандартними стінами, 40-см фасадні панелі зменшують теплообмін до 80%.
- Панелі з деревини та соломи, обмазані глиною, мають REI 60 клас вогнестійкості.
- Відмінні звукоізоляційні властивості (40-см панелі фасада - 56 Дб).
- Для виробництва потрібно: близько 1 200 м² закритої виробничої площі, близько 250 м² складських приміщень.
- Для виробництва не потрібно дороге обладнання.
- Збірна конструкція пришвидшує будівництво та знижує витрати будівельних матеріалів
- Чинне законодавство дозволяє зведення збірних конструкцій з несучим дерев'яним каркасом до 3 поверхів, а також вищі конструкції з бетонним або металевим каркасом.
- В Україні модульні солом'яні панелі мають великий потенціал як не-несучий стіновий матеріал, альтернатива стандартним ізоляційним матеріалам (пінобетону, мінеральній ваті, полістиролу тощо).



Панелі та будинки виробництва компанії "Life House Building"
Джерело: <https://www.instagram.com/life.house.building>

Модульні солом'яні панелі: аналіз ринку

- В Україні цю технологію використовують кілька компаній.
- За останнє десятиліття в Україні побудовано більш ніж 100 односімейних будинків.
- Проєкт 15-квартирного 2-поверхового будинку, розроблений компанією "Life House Building", було призупинено через війну.
- Вартість односімейного будинку з готових солом'яних панелей приблизно відповідає вартості цегляного будинку аналогічних розмірів.

Українські виробники: lhb.com.ua/
ecopanel.com.ua/ eco-bud.com/ avers-agro.com.ua/

www.novator-group.com
www.soloma.house/



Односімейний будинок з солом'яних панелей, м. Львів, Україна, 2021 р.
компанія "Life House Building"



Дизайн-проєкт (не реалізований)
будинку на 15 квартир для ВПО, м.
Київ, 2022 р.
Замовлений компанії "Life House Building"
Міністерством оборони України

Солома, глина, бетон: приклади

Проект: вул. Субейран
житлові кооперативи "Equilibre" та "Luciole" бюро
"atba SA"

м. Женева, Швейцарія, 2016 р.

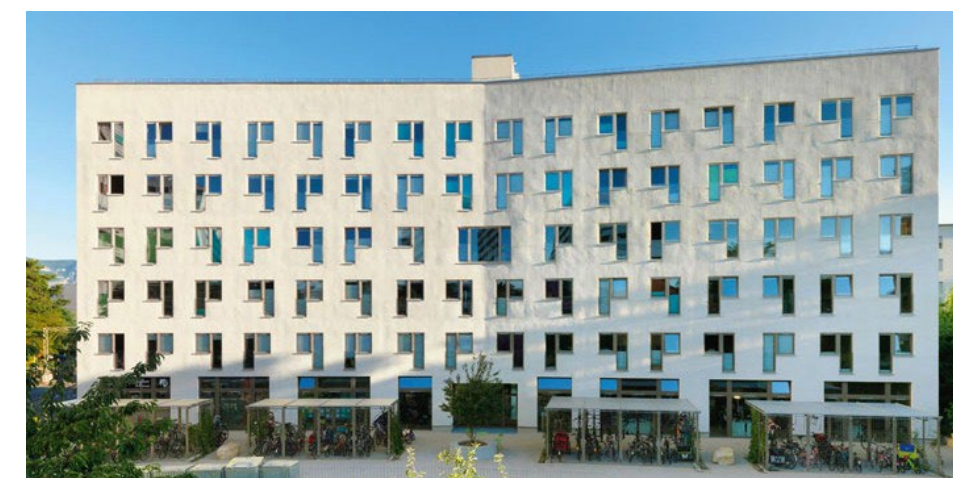
- Легка бетонна структура, ізоляція двох головних фасадів соломом, штукатурка внутрішніх стін ґрунтом.
- Клас енергоефективності A+
- Стічні води утворюють замкнений цикл шляхом виробництва компосту з органічних сполук в туалеті та повторного використання стічних вод для промивки туалету та іригації.
- Активна залученість мешканців в проєкт на всіх етапах від проєктування до будівництва.
- Кілька просторів для зустрічей та спільного користування. Тераса на даху із садами, кімнати спільного користування, гостьові кімнати.



Джерело: компанія "atba.ch"



Джерело: компанія "atba.ch"



Джерело: компанія "atba.ch"

Повторно використані будівельні компоненти, солома, глина, деревина: приклади

Проект: "K118"

бюро "bauburo in situ" м. Вінтертур,
Швейцарія, 2021 р.

- Реконструкція та розширення існуючої промислової будівлі
- Клас енергоефективності A+
- Метою цього проекту було знизити енерговитратність будівництва: було попереджено 60% викидів CO₂ та заощаджено 500 тон первинних матеріалів.
- Більшість компонентів та матеріалів були використані повторно, включаючи структурні елементи.
- Використання бетону обмежене до абсолютного мінімуму.
- Стіни виготовлені з солом'яних панелей з дерев'яним каркасом, що дозволили адаптувати конструкцію до різних за розміром повторно використаних вікон, отриманих з різних джерел.



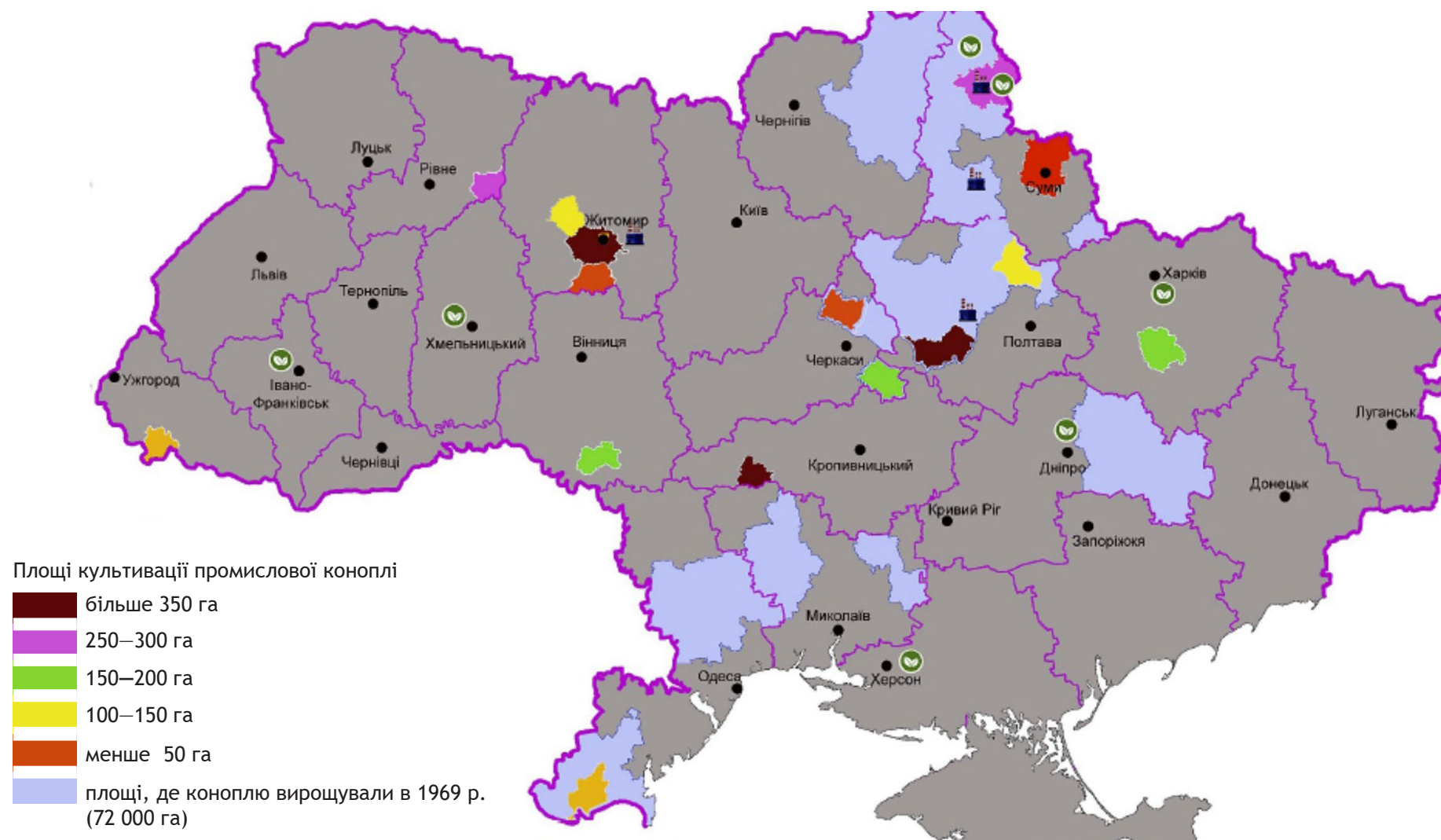
Джерело: "bauburo in situ"



Джерело: "bauburo in situ"

Коноплі

- Конопля - це поновлюваний ресурс та найшвидше зростаючий злак на планеті.
- Конопля не потребує добрив та невибаглива до води чи ґрунту.
- Кількість коноплі, вирощеної в інших країнах, значно зросла протягом останніх років: це також можливо й в Україні.
- Чинне законодавство: технічна конопля дозволена в Україні, медична - ні. Процедури жорсткого контролю ускладнюють промислове виробництво.



Конопляний бетон: технологія та український ринок

- Конопляний бетон - це екологічний ізоляційний матеріал, зроблений з коноплі та вапна.
- Конопляний бетон має відмінні тепло- та звукоізолюючі характеристики та, за умови покриття глиною, є вогнестійким.
- Для виробництва конопляного бетону не потрібне спеціальне обладнання.
- Конопляний бетон використовується як стінові панелі в будівлях з дерев'яним каркасом; технологія будівництва із дерев'яним каркасом широко застосовується в Україні.
- Законодавством дозволено будівництво будівель з дерев'яним каркасом висотою до 3 поверхів.
- В Україні конопляний бетон - тренд, що швидко зростає, не зважаючи на обмежену кількість наявних спеціалістів.
- Технологію можуть використовувати як окремі непрофесійні будівельники, так і малі та середні підприємства.
- Вартість ізоляції конопляним бетоном на 7% вища, ніж мінеральною ватою.

Українські виробники: hempire.tech
hempbud.com.ua



Джерело: фото з семінару компанії "HEMPIRE"



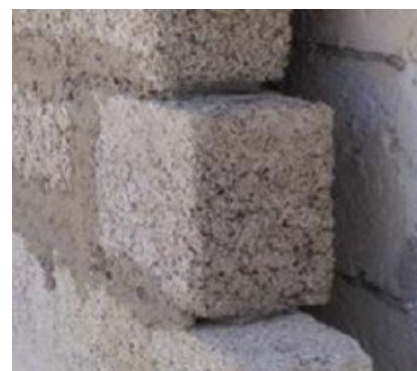
Джерело: інстаграм засновника та виконавчого директора компанії "HEMPIRE"

Конопля та вапняк: приклади

Проект: "Case di Luce"

бюро "Pedone Working", м. Бішельє, Італія, 2016 р.

- Два багатоповерхові майже пасивні будинки з комерційною та житловою функціями на 61 квартиру.
- Клас енергоефективності A+
- Інноваційна система будівництва Muratura Vegetale® була реалізована за допомоги матеріалу Natural Beton® (природний бетон, суміш коноплі та вапна).
- Низьке енергоспоживання та практично нульові витрати на обслуговування при чудовій ізоляції.



Вироблений конопляно-глиняний камінь



Сира суміш коноплі та глини



Джерело: Pietro Pedone та ін. 2019 р. IOP Conf. Ser. Materials Science and Engineering

Висновки щодо методів будівництва в Україні з використанням житньої соломи та коноплі



Потенціал

- жито та конопля - швидкозростаючі культури, Україна - крупний виробник с/г продукції.
- Сьогодні соломі використовують як паливо або іншим чином марнуючи її потенціал.
- Технологія використання житньої соломи набула популярності в екологічному будівництві односімейних будинків.
- Виготовлення модульних панелей з житньої соломи не потребує складного обладнання; їх використання значно скорочує час будівництва.
- Конопля з вапном (так званий конопляний бетон) набуває популярності в екологічному будівництві як ізоляційний матеріал.

- Обидві технології використовуються при будівництві макс. 3-поверхових споруд з дерев'яними несучими каркасами.
- За умови використання міцніших каркасів (з бетону, інженерної деревини або металу) можуть використовуватись в будівлях більшої поверховості.
- Конопля та солома - слушні альтернативи стандартним продуктам з негативним карбоновим відбитком.

Виклики

- Коноплю та жито сьогодні вирощують в меншій кількості у порівнянні з іншими злаковими культурами.
- В Україні цей сектор залишається нерозвинутим.

- Недостатня кількість спеціалістів з цієї технології в Україні (для реалізації великомасштабної реконструкції потрібно розвинути наявний потенціал).
- У цій галузі наявні спеціалісти з дрібномасштабного будівництва, а не з будівництва висотних споруд.
- Сьогодні технології складають дуже незначну частину будівельного сектора.

Рекомендації

- Технології міжнародних експертів в цій галузі могли б сприяти розвитку та зростанню наявних технологій.
- Заходи підтримки (субсидії, гранти) та інформування.

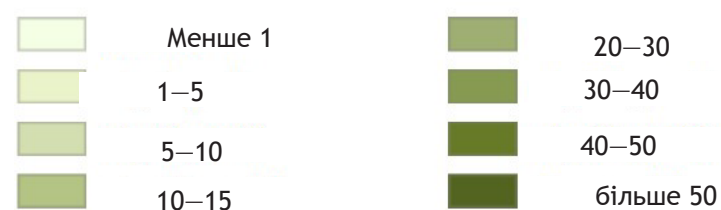
Деревина

- 15,9% території України покрито лісами, що є достатньо низьким показником.
- Ліси розташовані дуже нерівномірно та переважно сконцентровані на Поліссі та в Карпатах.
- Протягом останніх 50-ти років площа лісів в Україні зросла майже в 1,5 рази, а кількість дерев зросла в 2.5 рази.
- Кількість деревини в лісах України оцінюється в 2,1 млрд. м3. Загальний щорічний середній оборот в національних парках складає 35 млн. м3.
- Від початку повномасштабного вторгнення, значний відсоток лісів України зазнав пошкоджень.
- Наявна в Україні енергетична криза спричиняє ситуацію, коли значна кількість деревини використовується для обігріву.

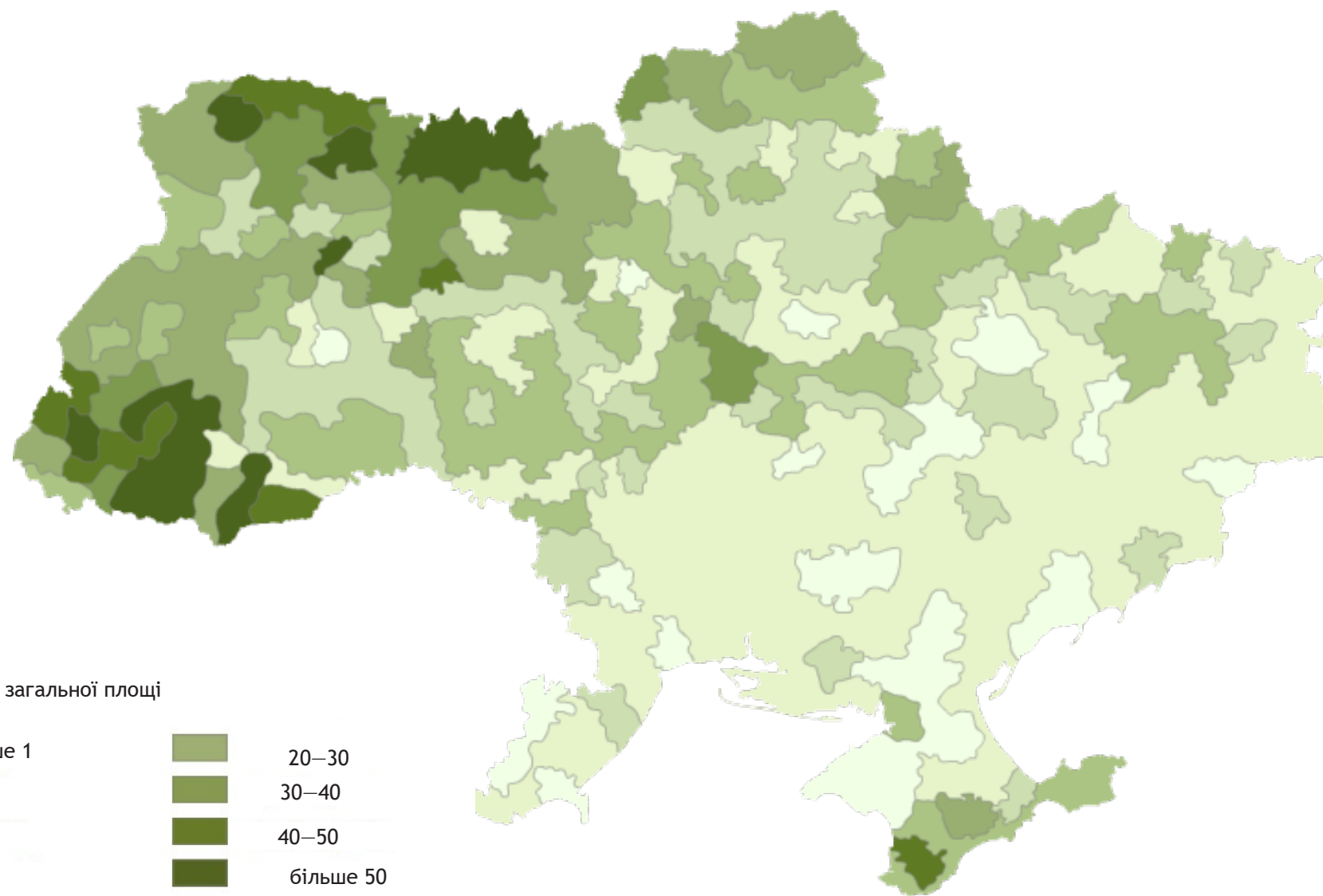
Висновок:

- > **Для України деревина - це обмежений нерівномірно розподілений ресурс, дефіцит лісів спостерігався до війни, війна його ще збільшила.**

Відсоток лісів від загальної площі



Джерело: Державне агентство лісових ресурсів України, 2019 р.



Сучасні дерев'яні матеріали: CLT та LVL

- За несучими властивостями CLT-панелі та LVL брус наближаються до бетону.
- CLT-панелі виробляються в Україні; LVL ще ні
- У секторі будівництва спостерігається значний інтерес до цієї технології, хоча практичного досвіду ще не вистачає (реалізовані лише односімейні будинки).
- Національні стандарти стосовно CLT та LVL ще не ухвалені.
- За чинним законодавством з каркасом із CLT та LVL дозволяється будувати будинки до 3х-поверхів.
- Каркас із CLT та LVL в 1,5-2 рази дорожчий аналогічного каркасу з бетону.

Українські виробники:

"Українська Холдінгова Лісопильна Компанія",
м. Коростень, Житомирська область: result.pro

Вартість 1 м³ CLT (станом на осінь 2022 р.) - 650 євро



Джерело: приватна практика Андрія Бідакова, інженера, експерта з деревинних конструкцій



Модулі CLT виробляються на заводі в м. Коростень, Житомирська область

Модульне будівництво з CLT: приклади

Проект: "Juf Nienke" бюро "SeARCH & RAU"

м. Амстердам, Нідерланди (в процесі будівництва)

- 15-ти метрова конструкція з CLT розташована на бетонній платформі;
- використані перероблені матеріали;
- готові модулі дозволяють скоротити час будівництва до мінімуму;
- розташовані попарно або один на одному, вони складаються у великий будинок з приватним зовнішнім простором для кожної квартири;
- модулі стандартної ширини 4 м, різні за глибиною;
- полегшують майбутній демонтаж та повторне використання;
- проект заощаджує до 580 000 кг CO₂, оскільки майже повністю зроблено з деревини;
- модулі забезпечують велику гнучкість: їх можна легко демонтувати, пересунути, збільшити, розширити;
- просторові модулі забезпечують конструктивну стабільність (важливо для України через воєнну загрозу).



Джерело: Бюро "SeARCH & RAU"

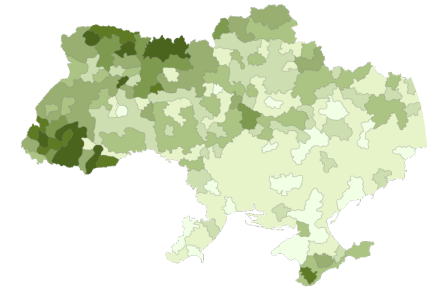


Джерело: Бюро "SeARCH & RAU"



Джерело: Бюро "SeARCH & RAU"

Висновки щодо методів будівництва з використанням пиломатеріалів в Україні



Потенціал

- Використання CLT та LVL для несучого каркасу будівлі є **CO2-негативною** альтернативою несучим бетонним конструкціям.
- Проєктування, що забезпечує можливість майбутньої адаптації та демонтажу, може гарантувати довгострокові цикли експлуатації.

Виклики

- В Україні наявність інженерних пиломатеріалів обмежена їх високою ціною;
- Відсутні державні стандарти для CLT та LVL;
- Поверховість обмежена 3-ма поверхами
- В Україні наявність **деревини як матеріалу** обмежена та продовжуватимете скорочуватись в майбутньому через її інтенсивне використання для опалення внаслідок відключення електрики, які наразі тривають в Україні.

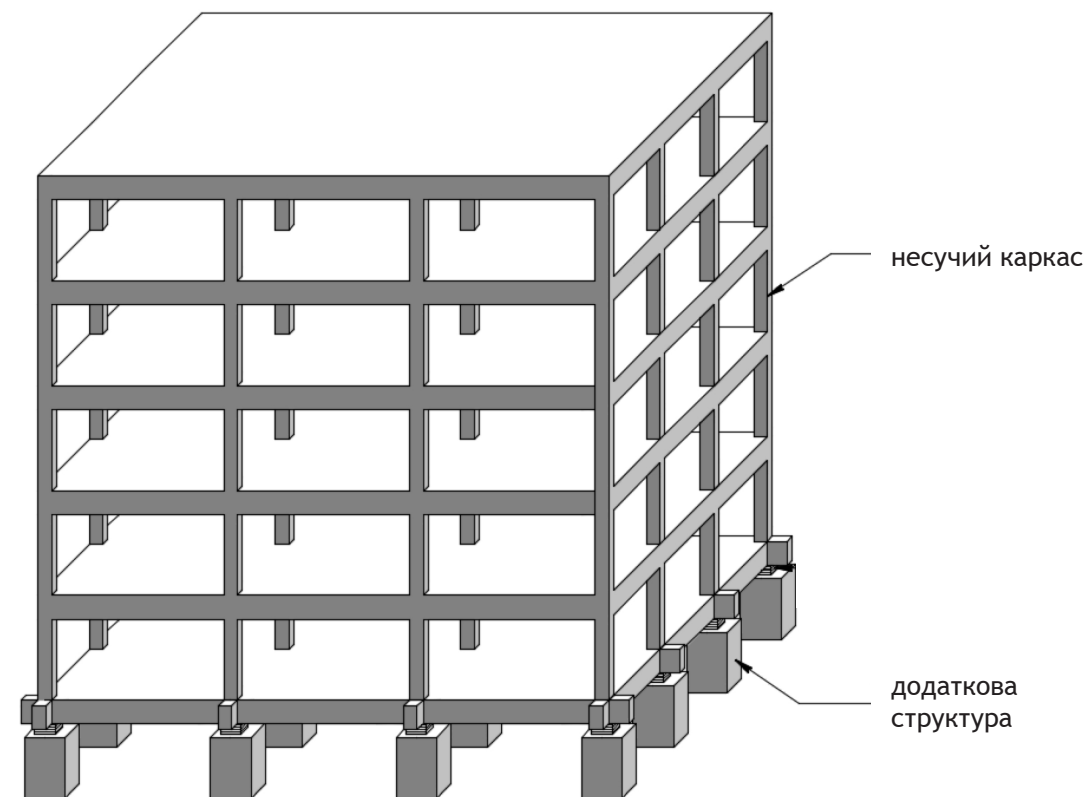
Рекомендації

- **Обмежити використання CLT та LVL несучими конструкціями** (тобто, для частиною будівлі з максимальним терміном експлуатації);
- проєктувати конструкції, які передбачають максимальну адаптивність та можливість демонтажу в майбутньому, щоб максимально подовжити їхній строк експлуатації;
- надавати перевагу використанню CLT-модулів для забезпечення міцності несучого каркасу та високоефективного використання ресурсів.

Технології циркулярного будівництва із застосуванням бетону

Бетон - найпопулярніший матеріал для створення каркасів будівель, в той час як циркулярний бетон через його технічні обмеження можна використовувати для створення несучих елементів лише в окремих випадках. Тому загальний підхід до використання бетону полягає в тому, щоб обмежити його використання лише до випадків, де без нього не можна обійтись, та знизити його кількість. Основні підходи до циркулярного використання бетону:

1. Проектувати каркас будівлі таким чином, щоб забезпечити її максимальну адаптивність та максимальний термін експлуатації: це означає, що висота поверхів та навантаження на підлогу повинні враховувати можливу зміну функції (з житлової на виробничу або комерційну та навпаки) та можливість зміни планування.
2. Використовувати збірні бетонні елементи, що надає можливість їх демонтажу та майбутнього повторного використання; це може заощадити 20-40% матеріалу на етапі будівництва.
3. Проектувати гібридні та легкі структури, які мінімізують використання бетону (див. приклад проекту "Kreislaufo-Wohnhaus« с. 57)



Несучий каркас - найвитриваліша складова будівлі, зазвичай виготовлена з бетону; її треба проектувати таким чином, щоб забезпечити максимальний строк експлуатації та адаптивність.

Приклад несучого бетонного каркасу, проект "NEST" (гніздо)

Проект: "NEST"

бюро "EMPA"

м. Цюрих, Швейцарія, будівництво розпочато в 2016 р.

- Проект "NEST" (гніздо) народився із співпраці між науково-дослідною лабораторією, виробником та державними інвесторами.
- Це ідеальний приклад високоадаптивної структури з бетону: всі не-несучі шари будівлі можна за необхідності замінити, залишаючи її каркас незмінним.
- Проект "NEST" - це поєднання широкого спектру інновацій в секторі будівництва.
- Хоча "NEST"- це дослідницький проект, проводяться випробування його функціональності як житла із залученням тимчасових мешканців.



Монтаж готового модуля до бетонного каркасу. Джерело: компанія "EMPA"



Проект "NEST"
Джерело: ютуб-канал бюро "EMPA"

Приклад використання бетону та легкого металевого каркасу

Проект: "Kreislauf-Wohnhaus" бюро "Troxler Architects"

м. Цюрих, Швейцарія, 2021 р.

- Кожний матеріал застосовується так, щоб використати його найкращі характеристики, та тільки там, де він може забезпечити ефективне використання ресурсів та карбон-нейтральне будівництво.
- Несучі компоненти вироблені зі сталі, бетону та деревини: бетон використано для фундаменту, бетон та деревину застосовано на верхніх поверхах.
- Сталь не використана як легка несуча конструкція у комбінації з композитним металопрокатом для утворення стелі. Прокат використаний як опалубка для бетону.
- Дерев'яні елементи використані для зменшення товщини стін. Жорстке сталеве армування дозволило створити довгі віконні парапети без додаткового ускладнення конструкції



Джерело: Компанія "Troxler Architects"



Джерело: Компанія "Troxler Architects"

Висновки щодо використання бетону як будівельного матеріалу

Використання бетону слід мінімізувати та обмежити лише ділянками, де його використання неможливо уникнути; переважно це стосується конструктивних елементів.

Наявні технології не дозволяють отримати бетон високих марок з рецикльованого заповнювача, конструктивні властивості якого повністю відповідали б конструктивним властивостям "стандартного" бетону без збільшення кількості використаного цементу.

Потенціал

- «Дизайн, який передбачає демонтаж», або використання (покращених) готових збірних конструкцій допоможе зменшити кількість бетону;
- наявність в Україні спеціалістів зі збірних конструкцій;
- велика кількість уламків - новий ресурс для отримання переробленого бетону низьких марок.

Виклики

- Виробництво бетону є в Україні розвинутою галуззю; виробництво бетону та цементу не обмежено квотами на CO2 або іншими нормативами.
- Обізнаність про екологічну небезпечність бетону низька; бетон є найпопулярнішим будівельним матеріалом та вважається найнадійнішим.
- Системи для виробництва збірних бетоноконструкцій застарілі за своїми архітектурними характеристиками та енергоефективністю і мають «поганий імідж».



Рекомендації

- Використовувати перероблений бетон для не-несучих матеріалів (стінові панелі, тротуар);
- бетон використовувати лише там, де цього неможливо уникнути;
- для зменшення кількості бетону, який використовується при будівництві, можна застосувати три основні підходи:
 - 1) готові збірні конструкції;
 - 2) проектування, що забезпечує адаптивність та тривалу експлуатацію;
 - 3) комбінування бетону з іншими матеріалами, зокрема інженерними пиломатеріалами та металом.

Реконструкція будівель із застосуванням технологій циркулярного будівництва

Типологія житла за кількістю сімей

Статистика щодо типології житла в Україні відсутня; проте наявні статистичні дані про кількість сімей в окремий період будівництва.

Спираючись на дані про типи житла, побудовані в різні періоди часу, та дані, що 40% всіх родин мешкає в односімейних будинках, була створена наступна діаграма. Вона може бути неточною, проте загальне співвідношення здається вірним.

На ній показано, що приблизно 50% всіх сімей в Україні мешкає в стандартних житлових будинках, побудованих у радянські часи.

сучасні монолітно-каркасні будинки

7.6%

брежневка: панельні будинки

30.5%

хрущевки: цегла+панелі

18.7%

односімейні будинки

40.0%

побудовані до 1940х: цегла

3.3%

Відсоток сімей в Україні, які мешкають в різних типах будинків, 2022 р.

Покоління радянського масового житла

Хрущовки - це 4/5-поверхові панельні або цегляні будинки з зовнішніми несучими стінами. Деякі серії планувались як тимчасове рішення на 25-60 років та зараз вже майже наблизились до кінця строку експлуатації (переважно через металеві елементи кріплення панелей, які з часом поржавіли).

Переваги хрущовки:

- низькоповерховість (5 поверхів) утворила райони людського масштабу: жваві, зелені та привабливі.

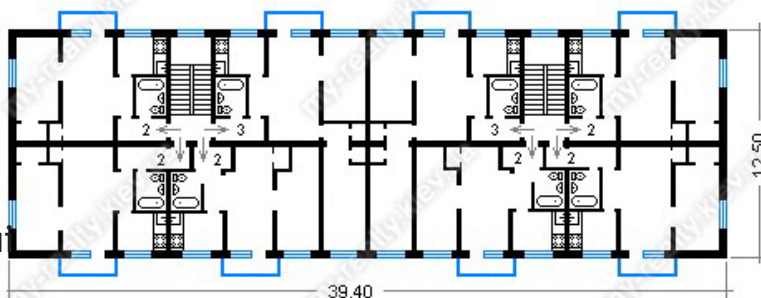
Підходи до реконструкції хрущовок:

- покращення теплоізоляції, високоякісне скління;
- перепланування;
- встановлення ліфтів
- зміцнення фундаментів.

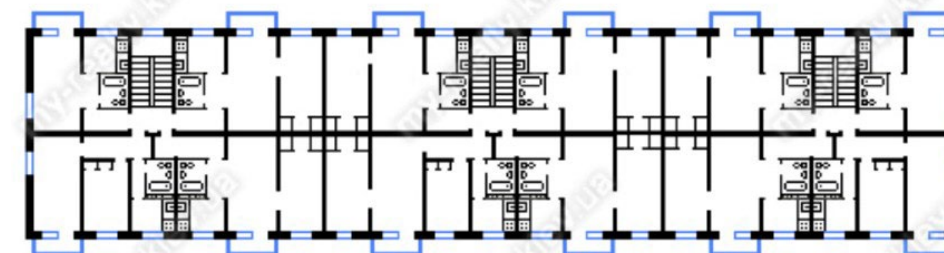
До війни, національна стратегія України передбачала знесення хрущовок та будівництво нового житла.

Причини, через які хрущовки не були масово реконструйовані, до сьогоденного моменту були політичними та соціальними: згідно Закону України про реконструкцію від 2005 р., згоду на реконструкцію повинні надати 100% мешканців, чого ніколи не вдавалось досягти.

Нещодавно обговорювався альтернативний закон, в якому цей процент знижено до 75%



1-438, побудовані в 1956-1964 рр.



1-464A, побудовані з 1962 р. до кінця 1960х рр.

Покоління радянського масового житла

У 1969 р., в радянській постанові про масове житло, висловлено вимогу покращити якість масового житла за рахунок збільшення кількості поверхів та покращення планування. Так з'явилась "брежневка" - 9/16-поверховий панельний будинок з несучими внутрішніми та зовнішніми стінами.

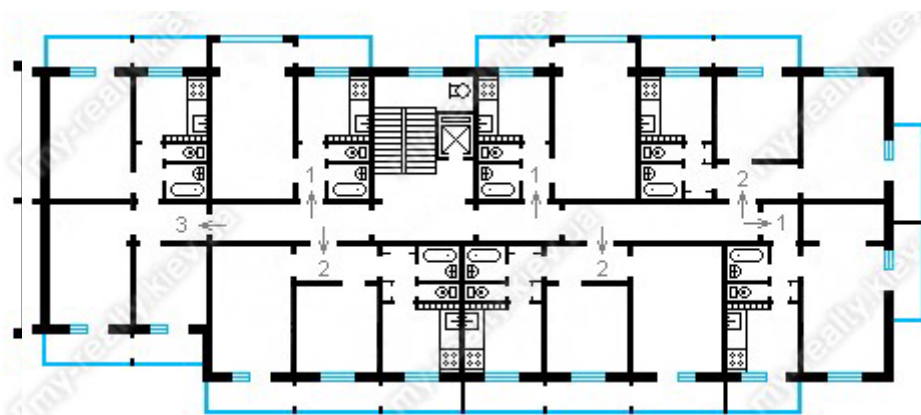
Переваги брежневки у порівнянні з хрущовкою:

- ліфти;
- квартири більшої площі та з вищими стелями;
- окремі гідроізовані ванна кімната та туалет;
- ширші сходи та міжповерхові прольоти;
- переважно ізовані (непрохідні) кімнати;
- середні за розміром кухні (близько 9 м).

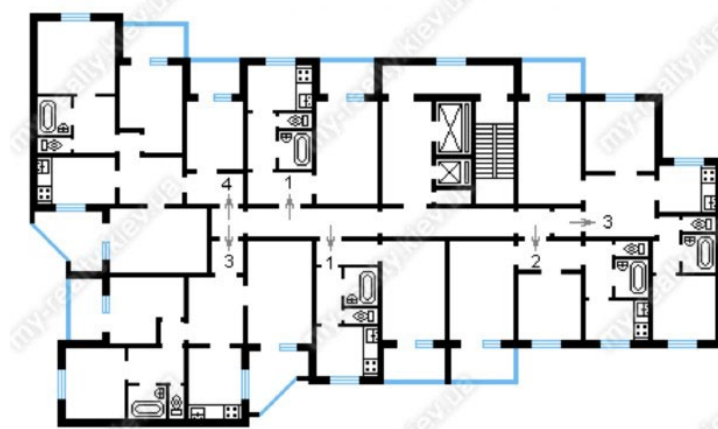
Проблеми брежневок:

- міжпанельні шви часто розходились;
- обмежені можливості зміни планування, більшість стін - несучі ;
- маленькі ванні кімнати;
- низька енергоефективність.

Для брежневок пропонуються підходи, аналогічні підходам до реконструкції хрущовок: з акцентом на тепло- та звукоізоляції та реконструкції інженерних систем.



1-КГ-480, побудовані в 1956-1964 рр.



АППС-К-134, побудовані в 1986-2005 рр.

Реконструкція масового житла: приклад з Франції

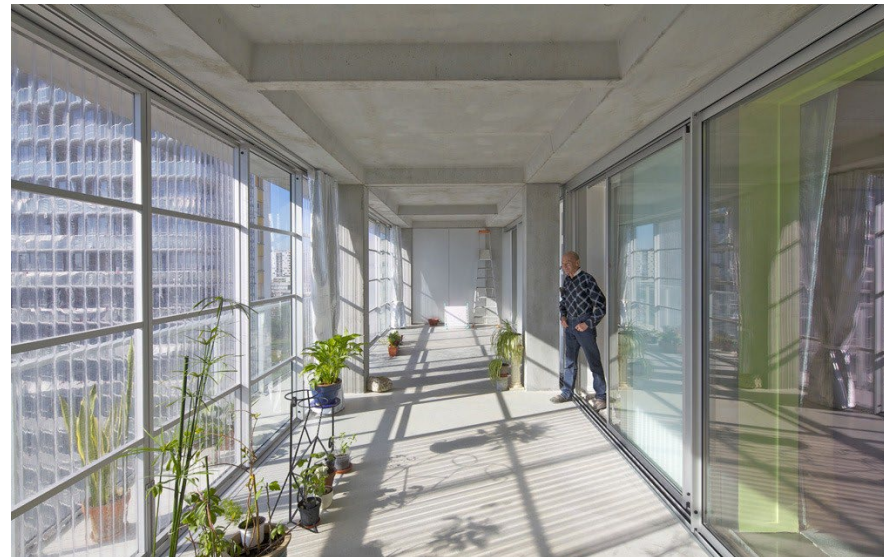
Проект:

А. Лакатон та Ж.-Ф. Вассаль, м. Бордо, Франція, 2016 р.

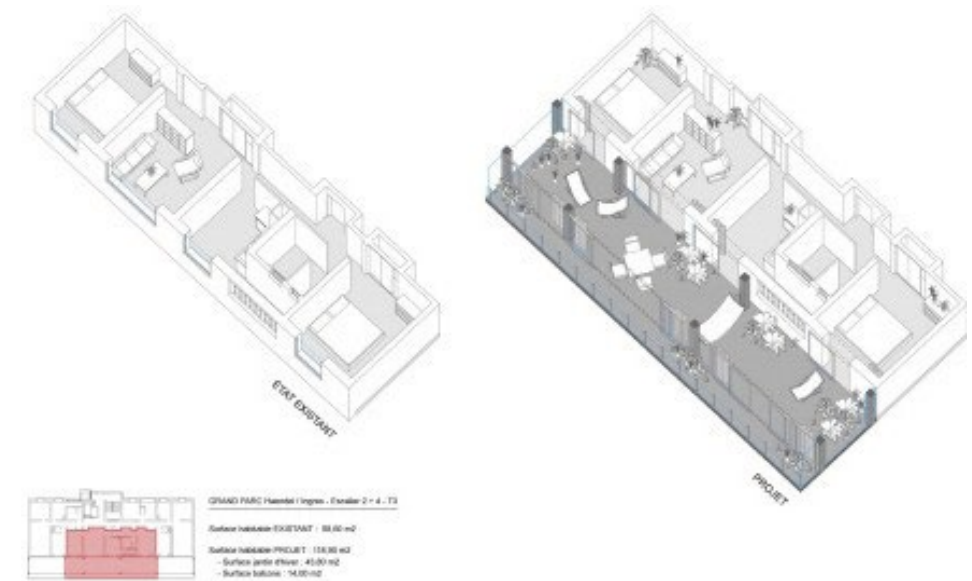
- Додання другого шару перед існуючим фасадом створює додатковий житловий простір та працює як буферна зона для регулювання температури.
- Використання дешевих конструкційних елементів (полікарбонатних панелей) надало можливість розширити житловий простір зарахунок незначних інвестицій.
- Зміна вихідного архітектурного стилю та стилю життя будівлі.
- Можна застосовувати для будівель незначної глибини помешкань (природне освітлення).



Новий фасад Джерело: Лакатон, Вассаль



Новий додатковий простір в доданому шарі. Джерело: Лакатон, Вассаль



Аксонометрія. Джерело: Лакатон, Вассаль

Реконструкція масового житла: приклад зі Східної Німеччини

Проект: "Haus 08"

бюро "Stefan Forster

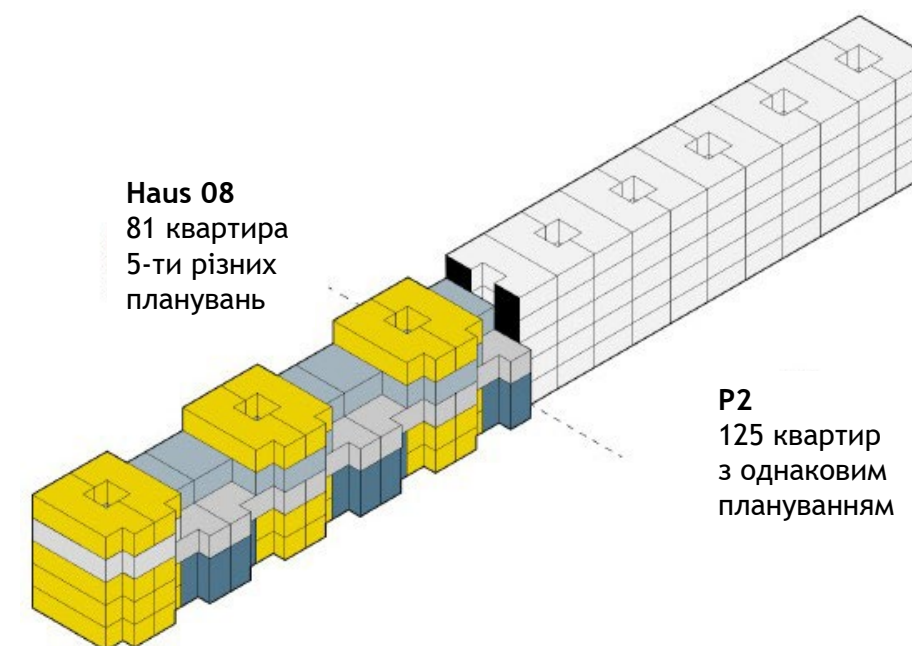
Architekten", м. Галле-

Нойштадт, Німеччина, 2010 р.

- Спроба змінити наявну архітектуру та досвід життя в будинку;
- частковий демонтаж панелей для створення динамічних просторів; додавання балконів для розширення простору;
- трансформація однакових квартир з двома кімнатами, використовуючи один з 5 варіантів нових розмірів та конфігурацій. Нові варіанти приваблюють різні демографічні групи;
- Краща енергоефективність.
- Цей проект став полігоном для тестування такого підходу, який виявив свою ефективність, проте був занадто витратним, щоб набути популярності.



Проект "Haus 08", м. Галле-Нойштадт, Німеччина, 2005 р.
Джерело: магістерська робота Трістана Бергмезера (Tristan Bergmeuser)



Висновки щодо реконструкції масового житла із застосуванням технологій циркулярного будівництва



В Україні приблизно половина родин мешкає в квартирах в багатоквартирних будинках радянської епохи. Будівлі та райони мають своє обличчя. Зберегти їх означає зберегти соціальні зв'язки між їх мешканцями

Реалізовані проекти реконструкції масового житла в країнах ЄС переважно спрямовані на підвищення енергоефективності та покращення житлових стандартів; якісна архітектура залишається поза увагою. Різні серії масового житла вимагають різних підходів до реконструкції.

Потенціал

- Масштабні руйнування та потреба в житлі створюють **імпульс для інновацій** у формуванні нових механізмів реконструкції.
- Велика кількість стандартного масового житла надає можливість дійти системних рішень.

Виклики

- **Безпека:** Коли в будинок радянських часів потрапляє снаряд, руйнування демонструють ефект доміно.
- **Іржаві закладні елементи:** деякі серії були розраховані на 50 років, які вже спливи або спливають, найбільшу небезпеку становлять заіржавілі закладні елементи, які тримають панелі разом.

- Чинне законодавство стосовно **прав власності** (всі мешканці є власниками квартир) створює **організаційні виклики** для організації капітальної реконструкції: 100% власників повинні надати свою згоду (згідно чинному законодавству), чого ніколи не вдається досягти (багато мешканців не мають коштів на ремонт). Планується прийняття нового закону, який, утім, ще не прийнято.

Рекомендації

- Вдосконалити механізми для надання субсидій на ремонт;
- Розробити комерційні проекти, які мають потенціал до розповсюдження, щоб показати життєздатність реконструкції будинків.

Реконструкція сільського житлового фонду України

- За даними національної статистики (джерело: Державна служба статистики України, 2017 р.), з 1990 по 2017 рр. близько 3,8 млн. осіб переїхали з сільської місцевості до міст; наслідком цього процесу стала велика кількість покинутих сільських будинків.
- Ці покинуті сільські будинки - переважно так звані "радянські сільські будинки", побудовані з 1950-х до 1980-х рр.
- Відновлення будинків матиме позитивний вплив на відновлення села.
- Будинки можна переобладнати, використовуючи традиційні матеріали, які не вимагають професійних навичок будівництва.
- Сьогодні українське село не дуже розвинене: погано функціонує транспорт, незадовільна публічна та сервісна інфраструктура, низький рівень життя, відсутній бізнес-сектор.
- Реконструкція сільських будинків надає великий потенціал для ВПО: цей процес вже розпочався, але статистичні дані ще відсутні.



Типова мазанка

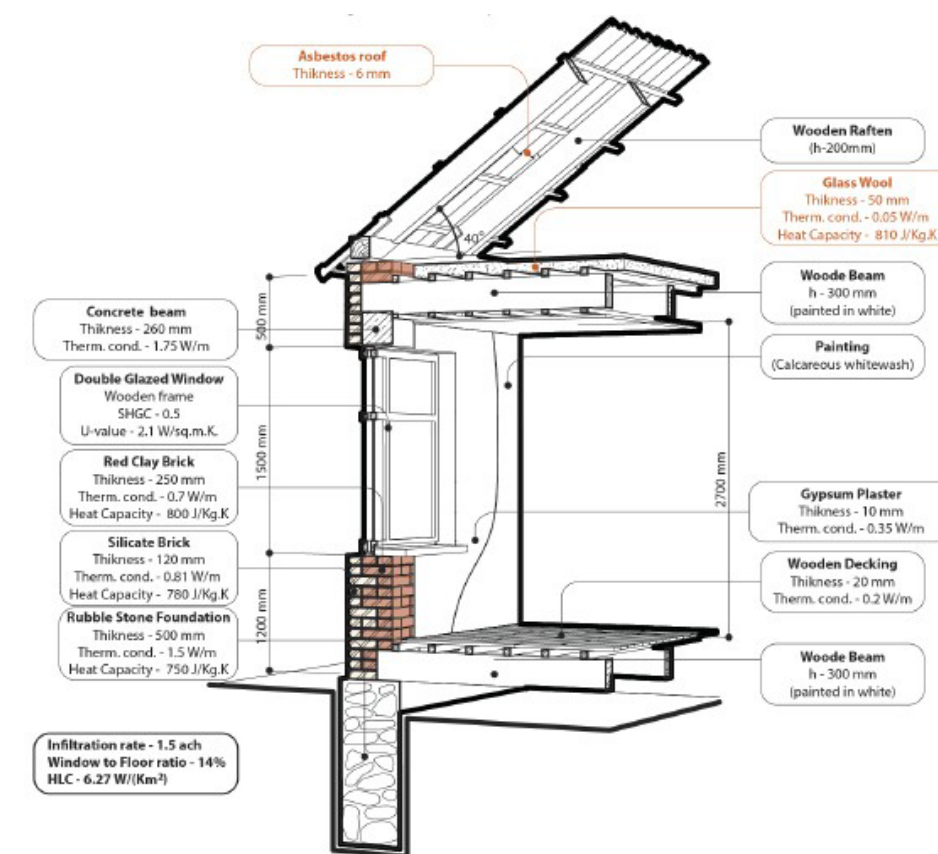


Figure 47: Rural "Socialist" house construction features. (Source: according to description of Verheul, 2017)

Артем Осламовський. Можливості реконструкції мазанки

Висновки щодо реконструкції сільського житла із застосуванням технологій циркулярного будівництва



Потенціал

- Наявна велика кількість покинутих будинків, які можна реконструювати, адаптувати та збільшувати.
- Проста конструкція будинків разом з їх невеликими розмірами полегшує виконання будівельних робіт для непрофесіоналів.
- Коли ВПО, які переїхали до більш безпечних регіонів, купують покинуті сільські будинки, це може стимулювати подальший процес та оживити село.

Виклики

- Незадовільний доступ до інфраструктури та робочих місць в сільській місцевості.

Рекомендації

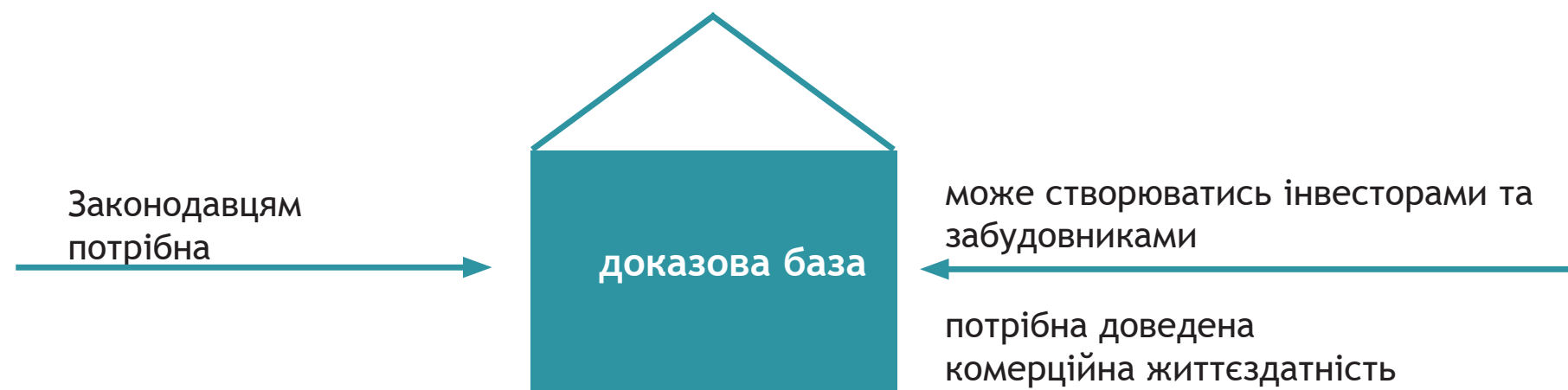
- Державні інвестиції в сільську інфраструктуру: автомобільні дороги, інтернет, побутові послуги тощо;
- законодавство про право власності: нові орендатори отримують (можливо тимчасово) право власності та, наприклад, роблять ремонт.
- підтримка на державному рівні: технології та субсидії (грошові або наданням будматеріалів) на реконструкцію.

Стратегічні рекомендації

Основні зацікавлені сторони, які сприяють переходу до циркулярного будівництва

Основні зацікавлені сторони, які сприяють переходу до циркулярної економіки в секторі будівництва - це*

1. інвестори (приватні та державні);
2. Забудовники;
3. Законодавці всіх рівнів
 - Національний рівень
 - Обласний рівень
 - Рівень громади



*за даними фонда Елен Макартур та компанії "Arup"

Сектор будівництва в Україні сьогодні

За даними Державної служби статистики України, на українському будівельному ринку домінують малі та середні підприємства.

Великі підприємства відповідають за 4% обсягу продажів в сфері будівництва житлових та нежитлових споруд.

Перед війною об'єм продажів зростав (більш ніж втричі з 2010 р.), зберігалось співвідношення між гравцями різного масштабу.

МСБ більш гнучко змінює свої бізнес-моделі та адаптує нові технології.

МСБ може очолити перехід до циркулярності. Для цього потрібне сприятливе законодавче середовище.

Структура сектору будівництва в Україні має великий потенціал для масштабного руху в бік циркулярності.

Висновки щодо переходу до економіки замкнутого циклу в будівництві

Великий обсяг відходів від руйнувань може стати потужним поштовхом до повторного використання і переробки будівельних матеріалів по всій країні. Для цього потрібні інвестиції до інфраструктури, ноу-хау з переробки та відновлення, а також нові технології, .

Війна створила унікальну ситуацію, коли внутрішня потреба в розвитку поєднується з потенційною готовністю міжнародних інвесторів (державних та приватних) інвестувати в пілотні проєкти в галузі циркулярності. У результаті можуть з'явитись проєкти, які матимуть міжнародне значення.

В ЄС активно проводяться науково-дослідні та експериментально-конструкторські розробки. Обмін ноу-хау та партнерство можуть прискорити перехід України до циркулярності та створити нові бізнес-можливості.

Ключові актори, які можуть стимулювати перехід до циркулярності, - це інвестори, забудовники та законотворці всіх рівнів. Законотворцям потрібна доказова база (проєкти, реалізовані в галузі циркулярності), а інвестори та забудовники для створення цієї доказової бази, потребують підтверджень її комерційного потенціалу.

У будівельній промисловості України домінує МСБ (великі підприємства складають лише 4%); **саме МСБ з більшою вірогідністю перейде до використання циркулярних моделей будівництва.**

Важливо із самого початку залучити до цього процесу місцеві муніципалітети: вони водночас приймають політичні рішення та є потенційними інвесторами в майбутнє житло та інфраструктурні проєкти.

Основними партнерами з реалізації ініціатив є українські НДО, оскільки вони слугують містком до муніципалітетів та надають інформацію щодо українського контексту міжнародним партнерам. Наразі з'являються ініціативи пілотних проєктів, сфокусованих на циркулярності; урбан-коаліція РоЗквіт залучена до кількох з них.

Подальші кроки

ТЕО пілотного проекту, який втілює принципи циркулярності (міський видобуток вторинних матеріалів та їхня переробка, будівельні технології, високоякісне проектування адаптивних розбірних конструкцій) і застосовує партиципаційний підхід (залучення мешканців).

Потенційні локації: міста та регіони Запоріжжя, Миколаїв, Бучі та Рівного, оскільки урбан-коаліція Розквіт вже працює з цими муніципалітетами в галузі стратегічного та генерального планування. Ці міста зазнали значних руйнувань, та потреба в новому житлі тут надзвичайно висока. Миколаївська область - перспективний регіон, адже тут багато маленьких міст зазнали значних руйнувань; урбан-коаліція Розквіт підтримує контакт з обласною адміністрацією, обидві сторони налаштовані на співпрацю.

ТЕО передбачатиме також пошук партнерів та джерел фінансування для будівництва; організацію процесу партиципації (залучення потенційних мешканців), вибір ділянки тощо.