

# 3D принтери в будівництві

Технологія 3D друку радикально перетворює будівельну галузь, пропонуючи революційний підхід до створення будівель. Замість традиційних методів будівництва, величезні 3D принтери створюють стіни та конструкції шар за шаром, використовуючи спеціальні будівельні суміші на основі бетону. Ця інноваційна технологія дозволяє звести двоповерховий будинок площею 200 квадратних метрів всього за 48 годин, знижуючи витрати на будівництво до 60% та мінімізуючи будівельні відходи.



STYLE

Building. Construction Site  
3D Printer

---

# Вступ

3D друк у будівництві — це революційна технологія, яка докорінно змінює будівельну галузь. Замість місяців будівництва, сучасні будівельні 3D принтери здатні звести двоповерховий будинок площею 200 квадратних метрів всього за 48 годин. Ця інноваційна технологія не лише прискорює процес будівництва, але й знижує витрати до 60% та значно зменшує кількість будівельних відходів.

Використовуючи спеціальні будівельні суміші на основі бетону, глини та інших матеріалів, 3D принтери створюють будівлі шар за шаром з неймовірною точністю. Сьогодні ця технологія активно впроваджується у будівництво житлових будинків, комерційних споруд та інфраструктурних об'єктів, відкриваючи нові можливості для архітектури та будівельної індустрії.



**3D**  
PRINTER

# Що таке 3D друк?



## Адитивна технологія

3D-друк у будівництві – це адитивна технологія, де величезний принтер-маніпулятор пошарово наносить будівельну суміш згідно з проектом. Принтер рухається по напрямних рейках і може досягати висоти до 8 метрів, створюючи стіни та конструкції товщиною 2-4 сантиметри.



## Цифрова модель

Процес починається зі створення детальної BIM-моделі будівлі в спеціалізованому програмному забезпеченні, як-от AutoCAD або Revit. Ця модель розділяється на тонкі горизонтальні шари висотою 1-2 см, які потім перетворюються на команди для будівельного принтера.



## Будівельні матеріали

У будівельному 3D-друці використовуються спеціально розроблені суміші: швидкотвердіючий бетон з добавками для міцності, модифікована глина для екологічного будівництва, та інноваційні композитні матеріали, що забезпечують високу теплоізоляцію та довговічність конструкцій.

# Історія 3D друку в будівництві

1

## 1980 - ті роки

Чарльз Халл винайшов стереолітографію (SLA) в 1984 році. Хоча спочатку технологія використовувалася для створення пластикових прототипів, вона заклала фундамент для майбутнього будівельного 3D друку.

2

## 2000 - ні роки

Професор Берох Хошневіс з Університету Південної Каліфорнії розробив технологію Contour Crafting. У 2004 році він представив перший великомасштабний 3D принтер для бетону та отримав численні патенти.

3

## 2010 - ні роки

Китайська компанія WinSun надрукувала 10 будинків за 24 години у 2014 році. У 2017 році російська компанія Apis Cor створила перший будинок, надрукований безпосередньо на будмайданчику за 24 години при вартості \$10,000.

4

## Сучасність

ICON будує доступне житло в Мексиці, а COBOD створює вітрові турбіни висотою 200 метрів. В Україні з'являються перші проекти 3D-друкованих будівель, включаючи експериментальні конструкції в Дніпрі та Києві.



# Переваги використання 3D принтерів у будівництві

## 1 Економія витрат

3D друк знижує витрати на будівництво на 40-60% порівняно з традиційними методами. Наприклад, будинок Aris Cog вартістю \$10,000 коштував би \$25,000 при традиційному будівництві. Економія досягається завдяки мінімізації відходів матеріалів до 3% та скороченню робочої сили на 70%.

## 3 Підвищення точності та якості

Сучасні будівельні 3D принтери забезпечують точність друку до 1 мм, що значно перевершує ручне будівництво. Надруковані конструкції мають на 20% вищу міцність завдяки рівномірному нашаруванню матеріалу та відсутності "холодних швів".

## 2 Скорочення строків будівництва

Як продемонструвала компанія WinSun, 3D принтер здатний звести 10 будинків площею 200 м<sup>2</sup> всього за 24 години. Традиційне будівництво зайняло б 2-3 місяці. Швидкість друку досягає 25 м<sup>2</sup>/год при безперервній роботі.

## 4 Можливість створення складних форм

Технологія дозволяє створювати будівлі з криволінійними стінами, складними геометричними формами та унікальними архітектурними елементами без додаткових витрат. Наприклад, проект COBOD для вітрових турбін включає складні бетонні конструкції висотою 200 метрів.



# Економія витрат

3D друк у будівництві може значно знизити витрати на будівництво за рахунок зменшення відходів, оптимізації матеріалів та автоматизації процесів.

30%

Зменшення

Відходів будівельних матеріалів

20%

Економія

Праці та часу

\$100

Витрати

На транспортування

10%

Зменшення

Витрат на енергію



# Скорочення строків будівництва

3D друк радикально скорочує час будівництва - одноповерховий будинок площею 100 м<sup>2</sup> можна надрукувати всього за 24-48 годин, порівняно з 3-4 місяцями при традиційному будівництві. Процес друку відбувається безперервно, без перерв на висихання чи затвердіння матеріалів.

При використанні 3D принтера будівельна бригада скорочується з 10-15 осіб до 2-3 операторів. Принтер автоматично зводить несучі стіни та перегородки шар за шаром зі швидкістю до 15 метрів на годину, одночасно прокладаючи необхідні комунікації. Це дозволяє завершити коробку будинку на 60-80% швидше порівняно з класичними методами будівництва.





# Підвищення точності та якості

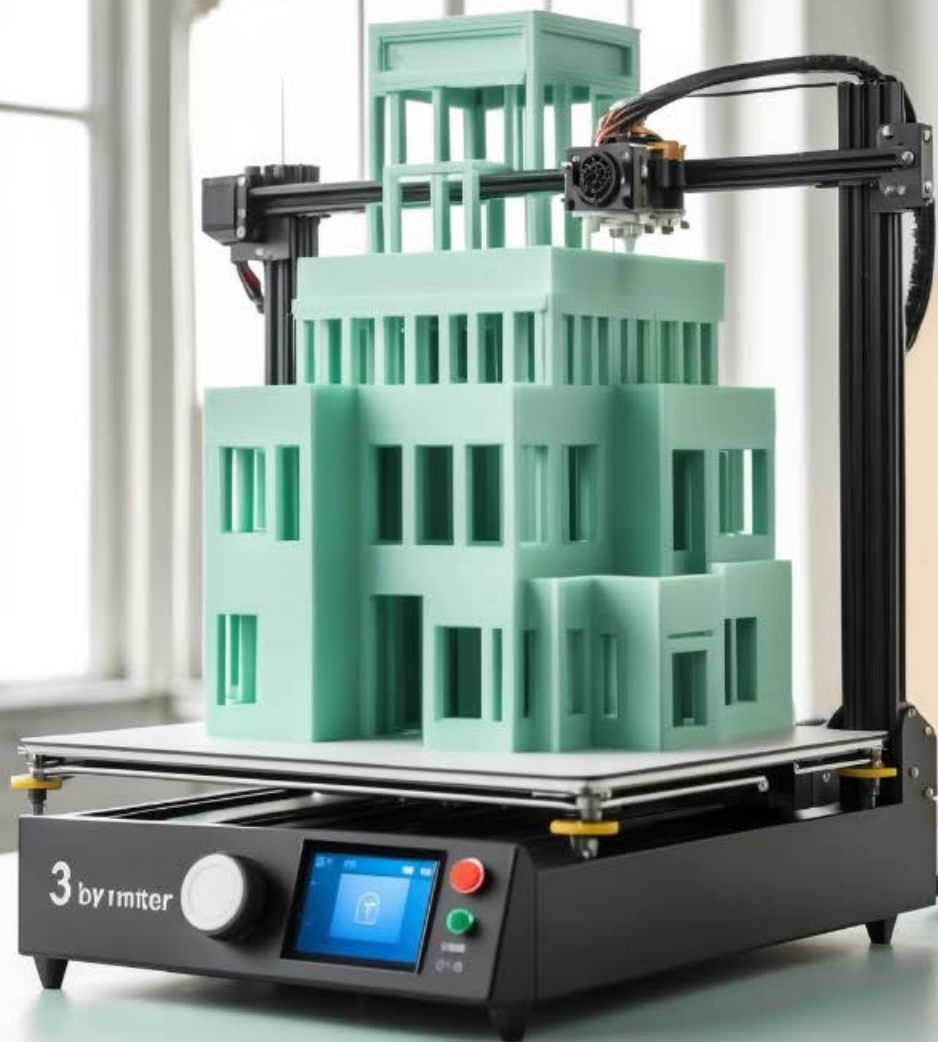
3D друк дозволяє створювати будівлі з надзвичайною точністю, зменшуючи кількість відходів і помилок.

Традиційне будівництво	3D друк
Високий рівень помилок	Мінімальна кількість помилок
Нерівні поверхні	Гладкі та рівні поверхні
Низька точність	Висока точність
Непередбачувані результати	Передбачувані та точні результати



STYLE

3D  
PRINTER



# Можливість створення складних форм

3D-друк відкриває революційні можливості у створенні складних архітектурних елементів: криволінійних стін з кутом нахилу до 80 градусів, спіральних конструкцій, параметричних фасадів та біонічних форм, які практично неможливо реалізувати традиційними методами будівництва.

Завдяки точності до 1 мм та можливості друку шарами від 2 см, архітектори можуть проектувати будівлі з вигнутими поверхнями, складними орнаментами та інтегрованими функціональними елементами, такими як канали для комунікацій чи вбудовані ніші для меблів.

## Традиційне будівництво

Прямі кути та площини, обмеження по висоті нахилу стін, складність у створенні криволінійних поверхонь

## 3D-друк

Можливість друку під будь-яким кутом, створення плавних переходів, реалізація складних геометричних візерунків та органічних форм

# Екологічність 3D друку

## Зменшення відходів

3D друк дозволяє створювати об'єкти лише за потребою, без необхідності в великих запасах матеріалів. Це зменшує кількість відходів, що виникають під час традиційного будівництва.

## Ефективне використання матеріалів

3D друк дозволяє використовувати матеріали більш ефективно, зменшуючи кількість відходів, що виникають під час обробки матеріалів. Це допомагає зменшити викиди парникових газів.

## Енергоефективність

3D друк дозволяє створювати більш енергоефективні будівлі, завдяки можливості інтегрувати енергозберігаючі технології та системи в конструкції.



STYLE  
3D PRINTED HOUSE

# Матеріали для 3D друку в будівництві



## Бетон

Спеціальна суміш швидкотверднучого бетону з добавками для 3D друку, що досягає міцності 20-40 МПа. Ідеально підходить для друку несучих стін, фундаментів та колон. Дозволяє створювати шари висотою 2-5 см з точністю до міліметра.



## Пластик

Композитні полімери з армуванням скловолокном, що мають міцність на розрив до 100 МПа. Застосовуються для друку модульних конструкцій, сантехнічних систем та ізоляційних елементів. Стійкі до корозії та ультрафіолету, термін служби - понад 25 років.



## Глина

Модифікована керамічна суміш з температурою випалу 800-1200°C. Використовується для створення декоративних елементів, перегородок та екологічного житла. Особливо ефективна для регіонів з доступом до природної глини, знижує вартість будівництва на 40-60%.



## Метал

Металеві сплави на основі алюмінію та сталі для друку складних конструктивних елементів. Забезпечують міцність до 500 МПа та вогнестійкість до 1500°C. Використовуються для створення з'єднувальних вузлів, арматури та декоративних металевих елементів.





# Бетон

**1** Найпоширеніший матеріал  
Спеціальна суміш на основі портландцементу (40-45%) з додаванням дрібнозернистого піску (30-35%) та модифікаторів (20-25%). Швидкість твердіння - 2-3 години, що ідеально для пошарового друку.

**3** Екологічне виробництво  
Використання до 30% перероблених матеріалів (шлаку, золи) знижує викиди CO<sub>2</sub> на 40%. Безвідходне виробництво завдяки точному розрахунку об'єму для друку.

**2** Висока міцність конструкцій  
Міцність на стиск досягає 40-60 МПа через 28 днів. Армування фіброволокном підвищує міцність на розтяг до 15-20 МПа. Підходить для друку несучих стін, фундаментів та колон.

**4** Інноваційні розробки  
Нові самовирівнювальні суміші з добавками полімерів забезпечують гладку поверхню без додаткової обробки. Термін служби конструкцій - понад 50 років при правильній експлуатації.



# Глина

## Екологічно чистий матеріал

Глина є 100% природним матеріалом, що біологічно розкладається та може бути повторно використана. При виробництві витрачається на 95% менше енергії порівняно з традиційними матеріалами.

## Висока міцність

Після випалу глиняні конструкції досягають міцності 15-20 МПа, що дозволяє будувати споруди висотою до 3 поверхів. Термін експлуатації - понад 50 років при правильній обробці.

## Хороша теплоізоляція

Коефіцієнт теплопровідності друкованих глиняних стін становить 0,5-0,7 Вт/(м·К), що забезпечує зниження витрат на опалення до 30% порівняно зі звичайною цеглою.

## Різноманітність дизайнів

3D принтер може створювати стіни товщиною від 15 до 40 см з різними текстурами та візерунками. Можливе виготовлення арок, куполів та складних геометричних форм з радіусом вигину від 5 см.

# Пластик



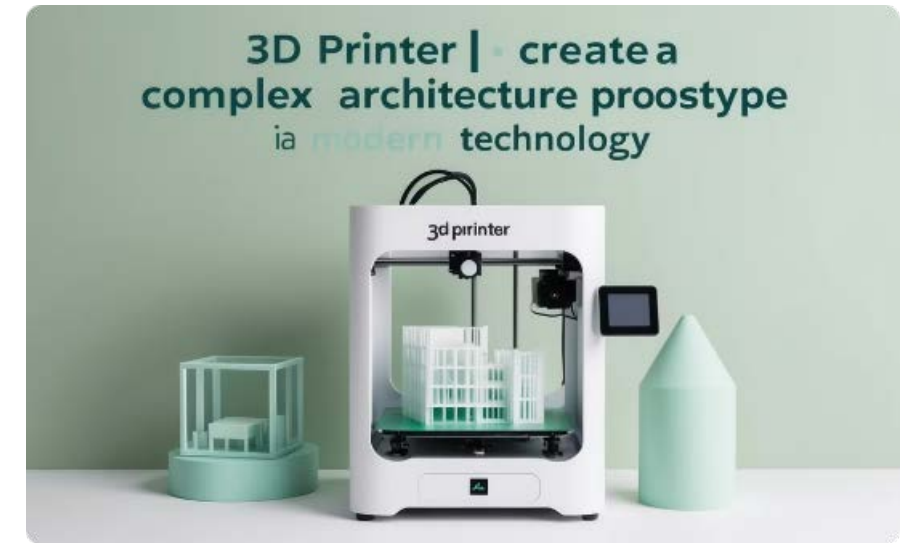
## Висока міцність та стійкість

Армований пластик ABS та PET-G досягає міцності на стиск до 65 МПа, що перевищує показники звичайного бетону. Стійкість до УФ-випромінювання та перепадів температур від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$  забезпечує термін експлуатації понад 25 років.



## Легкість та модульність

Вага пластикових будівельних елементів становить лише 1,2-1,5 кг/м<sup>2</sup>, що в 8-10 разів легше бетонних аналогів. Модульна система з'єднань дозволяє монтувати до 150 м<sup>2</sup> конструкцій за робочу зміну силами 2-3 робітників.



## Швидке прототипування

Використання високошвидкісних 3D принтерів з екструдером на 250-300 мм/с дозволяє створювати повнорозмірні прототипи елементів за 6-8 годин. Точність друку складає  $\pm 0,5$  мм, що забезпечує ідеальне припасування деталей при монтажі.

# Метал



## Міцність і довговічність

Металеві конструкції, надруковані на 3D принтері, досягають міцності на розтяг до 1200 МПа при використанні спеціальних сталевих сплавів. Такі характеристики дозволяють створювати несучі конструкції для багатопверхових будівель та мостів.



## Складна геометрія

Технологія селективного лазерного плавлення (SLM) дозволяє друкувати металеві елементи з точністю до 0,1 мм. Це дає можливість створювати ажурні фасадні елементи, декоративні панелі та функціональні вузли з оптимізованою топологією.



## Стійкість до корозії

Використання сплавів з хромом (>12%) та нікелем забезпечує захист від корозії протягом 50+ років. Це особливо важливо для прибережних районів, де висока вологість та солоне повітря можуть пошкоджувати звичайні металеві конструкції.



## Екологічність

До 98% металевих відходів при 3D друці можна переробити та повторно використати. Використання перероблених металів знижує вуглецевий слід будівництва на 35% порівняно з традиційними методами.



# Керамічні матеріали

## Перевага кераміки

Керамічні матеріали демонструють виняткову міцність на стиск (до 800 МПа) та витримують температури до 1700°C. Їхня теплопровідність становить лише 0,2-0,8 Вт/(м·К), що забезпечує відмінну теплоізоляцію.

Сучасні керамічні композити, збагачені оксидами алюмінію та цирконію, демонструють підвищену міцність та стійкість до температурних коливань, що робить їх ідеальними для 3D-друку конструкційних елементів.

## Інноваційні рішення

В будівництві використовуються спеціальні керамічні суміші: високоміцна кераміка на основі  $Al_2O_3$  для несучих конструкцій, пориста кераміка для теплоізоляційних панелей, та біокераміка з додаванням переробленого скла для екологічного будівництва.

3D-друк керамікою дозволяє створювати вентилявані фасади зі складною геометрією, декоративні панелі з точністю до 0,5 мм та несучі конструкції з оптимізованою внутрішньою структурою, що знижує вагу на 40% без втрати міцності.





# Застосування 3D принтерів у будівництві

## Житлові будинки

3D друк дозволяє створювати індивідуальні житлові будинки, враховуючи потреби та побажання власників. Можна створювати унікальні форми, планування та дизайни.

## Комерційні будівлі

3D друк широко використовується для будівництва офісних будівель, магазинів, ресторанів та інших комерційних об'єктів. Він дозволяє створювати оригінальні архітектурні рішення, що привертають увагу.

## Інфраструктура

3D принтери застосовують для будівництва мостів, тунелів, опорних конструкцій та інших інфраструктурних об'єктів. Це дозволяє швидше та ефективніше зводити складні споруди.

## Ремонт та реставрація

3D друк використовується для ремонту та реставрації історичних будівель та інших об'єктів. Він дозволяє створювати точні копії деталей, що пошкоджені або втрачені.



**3D PRINTING HOUSE**

PROFESSIONAL & FRIENDLY STYLE

# Житлові будинки



## Сучасний дизайн

3D друк дозволяє створювати будинки з куполоподібними дахами, вигнутими стінами та панорамними вікнами. Можливе швидке зведення одноповерхових будинків площею до 200 м<sup>2</sup> за 48-72 години друку.



## Енергоефективність

Спеціальна структура стін з повітряними камерами забезпечує на 40% кращу теплоізоляцію. Можливість інтеграції сонячних панелей та систем рекуперації тепла безпосередньо під час друку конструкцій.



## Індивідуальні плани

Замовники можуть обирати з понад 50 базових планувань або створювати власні проекти з урахуванням особливостей ділянки. Доступне проектування від компактних будинків на 40 м<sup>2</sup> до просторих вілл на 300 м<sup>2</sup>.



# Комерційні будівлі

## Офісні будівлі

3D друк скорочує витрати на будівництво офісів до 40% та час будівництва на 60%. Технологія дозволяє створювати відкриті простори зі складною геометрією стель, вбудованими системами вентиляції та оптимізованими для природного освітлення вікнами.

## Магазини

За допомогою 3D друку створюються інноваційні фасади з хвилеподібними елементами, багаторівневі атріуми та унікальні вітрини. Технологія дозволяє швидко адаптувати планування під різні формати торгівлі - від бутиків до великих торгових центрів площею понад 10000 м<sup>2</sup>.

## Готелі та ресторани

3D принтери друкують вигнуті стіни, декоративні перегородки та стельові конструкції для створення неповторної атмосфери. Можливе швидке виготовлення модульних номерів для готелів та створення ресторанів з тематичним дизайном, включаючи складні архітектурні елементи та вбудовані меблі.

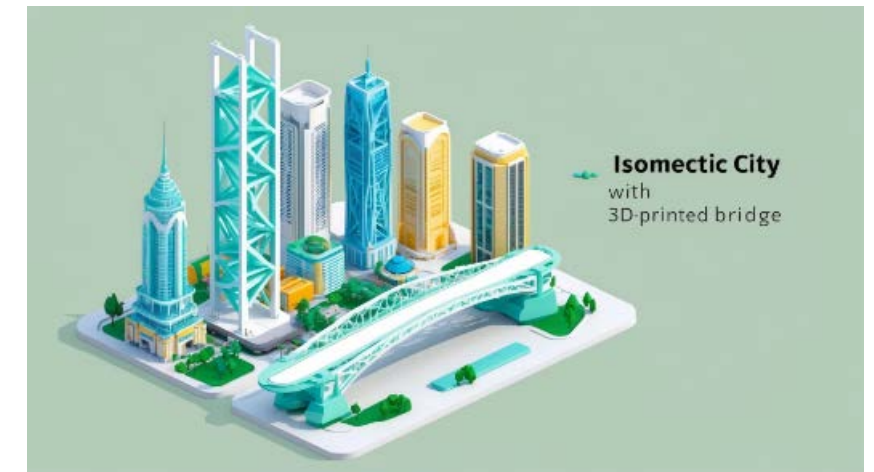
# Інфраструктура

## Мости та тунелі

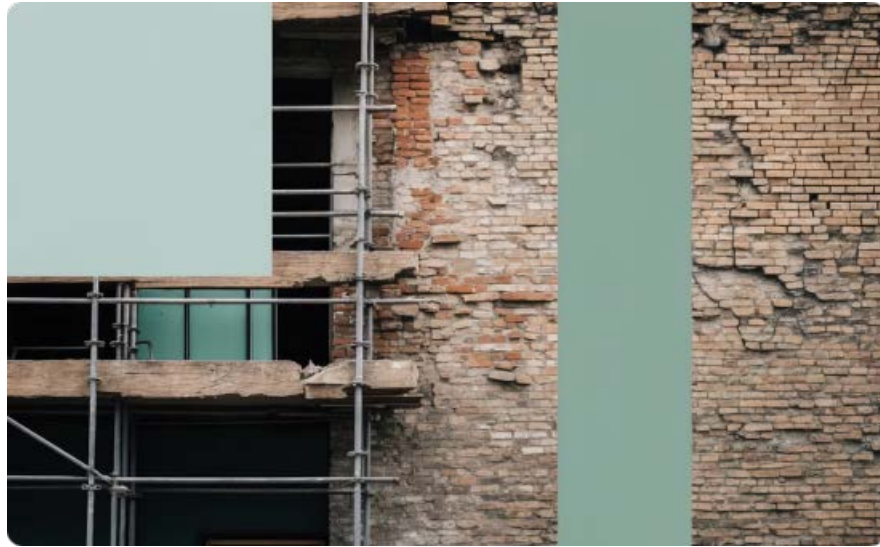
3D друк революціонує будівництво мостових конструкцій. Наприклад, у Нідерландах вже встановлено 12-метровий пішохідний міст, надрукований з армованого бетону. Технологія дозволяє створювати конструкції на 30% легші за традиційні, витрачаючи на 40% менше матеріалу. Термін будівництва скорочується з 6-8 місяців до 2-3 місяців.

## Дороги та тротуари

Інноваційні 3D-друковані дорожні покриття включають вбудовані дренажні системи та датчики моніторингу стану. Спеціальний бетонний склад з додаванням переробленого пластику забезпечує на 60% кращу стійкість до деформацій. Термін служби таких доріг збільшується до 25-30 років, а вартість обслуговування знижується на 45%.



# Ремонт та реставрація



## Відновлення історичних будівель

3D друк дозволяє відтворити архітектурні елементи XVII-XIX століть з точністю до 0.1 мм. У Львові вже відреставровано 5 історичних будівель з використанням цієї технології, що скоротило витрати на 40% порівняно з традиційними методами.



## Заміна пошкоджених деталей

Технологія дозволяє друкувати окремі елементи фасаду площею до 2 м<sup>2</sup>, включаючи карнизи, молдинги та орнаменти. Процес заміни займає 2-3 дні замість 2-3 тижнів при традиційному підході, а вартість знижується на 60%.



## Створення реставраційних елементів

За допомогою 3D сканування та друку відтворюються складні декоративні елементи з точністю до дрібних деталей. Використання спеціальних сумішей на основі портландцементу забезпечує довговічність до 50 років та стійкість до атмосферних впливів.

# Виготовлення деталей

3D друк дозволяє створювати складні архітектурні елементи, такі як декоративні карнизи, колони з орнаментами та художні фасадні панелі. Для інженерних конструкцій виготовляються з'єднувальні вузли, опорні конструкції та кріпильні елементи з точністю до 0.1 мм.

Використання композитного бетону з міцністю 70 МПа дозволяє друкувати несучі конструкції. Металеві деталі виготовляються з алюмінієвих сплавів та нержавіючої сталі, а декоративні елементи – з полімерних матеріалів та кераміки.

Технологія дозволяє скоротити витрати на виробництво складних деталей на 40-60% порівняно з традиційними методами. Час виготовлення зменшується з кількох тижнів до 2-3 днів.

Завдяки можливості створення будь-яких геометричних форм, архітектори можуть проектувати унікальні елементи з біонічним дизайном, які неможливо виготовити традиційними методами. Це особливо важливо при реставрації історичних будівель та створенні сучасних архітектурних шедеврів.





# Майбутнє 3D друку в будівництві

1

## Розвиток технологій

Очікується, що 3D-друк у будівництві стане ще більш точним і швидким, а також дозволить використовувати нові матеріали.

2

## Автоматизація процесів

Збільшення рівня автоматизації на будівельних майданчиках скоротить витрати на робочу силу та підвищить безпеку.

3

## Інтеграція з BIM

Інтеграція 3D-друку з BIM-моделями забезпечить точне планування та виконання будівельних робіт.



# Розвиток технологій

## Швидке прототипування

Сучасні алгоритми машинного навчання та CAD-системи нового покоління скорочують час проектування на 60%. Технології генеративного дизайну автоматично створюють оптимізовані 3D-моделі з урахуванням заданих параметрів міцності та економічності.

## Нові матеріали

Розробляються інноваційні композитні суміші на основі графену та нанотехнологій, які на 40% міцніші за звичайний бетон. Новітні екологічні матеріали включають перероблений пластик та біорозкладні полімери, стійкі до температурних коливань від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ .

## Інтеграція з BIM

Повна інтеграція з BIM дозволяє досягти точності друку до 0.1 мм та автоматично корегувати параметри друку в реальному часі. Хмарні BIM-платформи забезпечують синхронізацію даних між 3D-принтером, проектною документацією та системами контролю якості.



# Автоматизація процесів



## Автоматизоване будівництво

Сучасні роботи-маніпулятори здатні працювати цілодобово, укладаючи до 1000 цеглин на годину та розподіляючи бетонну суміш з точністю до міліметра. Це скорочує час будівництва на 60% та знижує ризик виробничих травм на 80%.



## Інтеграція BIM

Синхронізація 3D-принтерів з BIM-моделями дозволяє автоматично коригувати параметри друку в режимі реального часу. Система може самостійно адаптувати швидкість подачі матеріалу та траєкторію руху відповідно до цифрової моделі, забезпечуючи точність будівництва до 0.1 мм.



## Моніторинг та аналіз

Інтелектуальні датчики та камери високої роздільної здатності забезпечують постійний контроль за якістю друку, температурою та вологістю матеріалів. Штучний інтелект аналізує понад 1000 параметрів щосекунди, передбачаючи можливі відхилення та автоматично коригуючи процес будівництва.

# Інтеграція з BIM



## Передова інтеграція

BIM (Building Information Modeling) - це процес цифрового моделювання будівель.



## Точні дані

BIM забезпечує точні дані про геометрію, матеріали та системи будівлі.



## Планування та координація

Інтеграція з BIM дозволяє оптимально планувати та координувати процес 3D друку.

# Впровадження 3D друку на будівельних майданчиках

1

## Планування

Аналіз ґрунту та рельєфу, вибір оптимального розміщення принтера з урахуванням BIM-моделі та комунікацій.

2

## Підготовка

Створення рівної бетонної основи, встановлення захисних конструкцій, налаштування систем подачі матеріалів та енергопостачання.

3

## Встановлення

Калібрування 3D принтера, синхронізація з BIM-системою, тестування точності позиціонування та налаштування програмного забезпечення.

4

## Використання

Безперервний друк конструктивних елементів з постійним моніторингом якості та автоматизованим контролем параметрів.

Впровадження 3D друку на будівельних майданчиках вимагає чіткої координації між проектною документацією, BIM-моделюванням та будівельними процесами.

При плануванні необхідно враховувати логістику поставок матеріалів, дотримання норм безпеки праці, екологічні вимоги та можливості інтеграції з існуючими будівельними технологіями.



## 3D Printern Sttyle



# Зниження експлуатаційних витрат

3D друк значно скорочує експлуатаційні витрати будівель на 30-40% порівняно з традиційними методами будівництва. Завдяки монолітній структурі та відсутності швів, будівлі потребують ремонту в 2-3 рази рідше, а термін служби конструкцій збільшується до 50-70 років. Використання інноваційних теплоізоляційних матеріалів при 3D друку знижує витрати на опалення та кондиціювання на 25%, а спеціальна структура стін забезпечує оптимальну вентиляцію та вологість у приміщеннях.



# Екологічна стійкість

## 1 Зменшення відходів

3D друк скорочує будівельні відходи на 30-60% порівняно з традиційними методами. Точне дозування матеріалів дозволяє використовувати лише необхідну кількість бетону та інших компонентів, мінімізуючи залишки на майданчику.

## 3 Ефективне використання ресурсів

Інноваційні будівельні суміші містять до 70% перероблених матеріалів, включаючи подрібнений бетон, промислову золу та пластикові відходи. Використання геополімерних бетонів зменшує потребу в цементі на 90%.

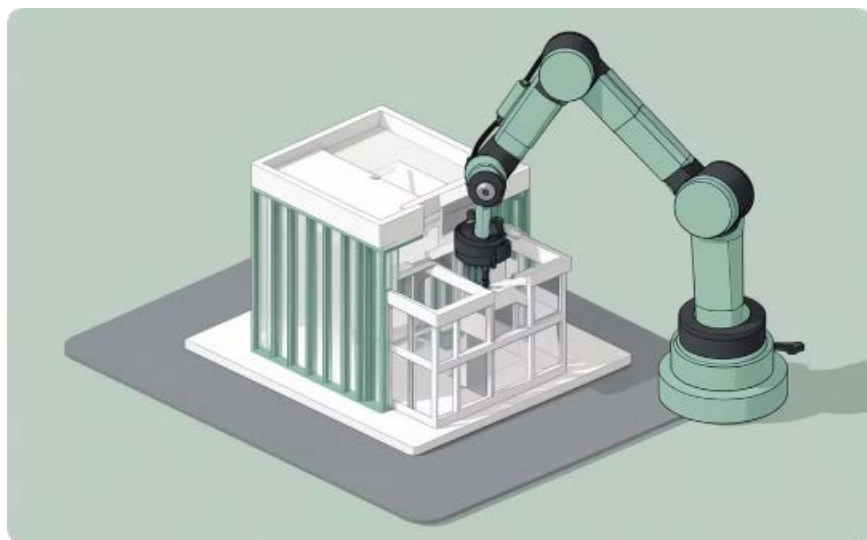
## 2 Зменшення викидів

Використання 3D друку знижує викиди CO<sub>2</sub> на 50% завдяки оптимізації логістики та зменшенню використання важкої техніки. Локальне виробництво будівельних елементів зменшує потребу в транспортуванні матеріалів на великі відстані.

## 4 Збереження природних ресурсів

3D друк дозволяє замінити до 40% природних заповнювачів переробленими матеріалами. Оптимізована структура стін зменшує витрату бетону на 25-35%, зберігаючи при цьому необхідну міцність конструкції.

# Висновки



## Революція в будівництві

3D друк скорочує терміни будівництва на 50-70%, знижує витрати на будівництво до 40%, та забезпечує високу точність виконання робіт завдяки автоматизованим системам.



## Економічність та екологічність

Використання 3D друку зменшує будівельні відходи на 30%, знижує експлуатаційні витрати на 25%, та подовжує термін служби будівель до 50-70 років завдяки монолітній структурі.



## Інновації майбутнього

Інтеграція з BIM-технологіями, використання нових матеріалів та повна автоматизація процесів зроблять 3D друк стандартом будівельної галузі у найближчі роки.

# Ключові переваги використання 3D принтерів у будівництві



## Економія коштів

Зниження витрат на матеріали, робочу силу та логістику.



## Скорочення термінів будівництва

Швидке будівництво завдяки автоматизації процесів та зменшенню кількості етапів.



## Підвищення точності та якості

Зменшення людського фактору та можливість створення високоточних деталей.

# Перспективи розвитку технології

## Покращення матеріалів

Розробляються інноваційні композитні матеріали з міцністю до 120 МПа, що на 40% перевищує показники звичайного бетону. Нові добавки дозволяють досягти водонепроникності W20 та морозостійкості F400, забезпечуючи термін експлуатації понад 100 років.

## Автоматизація та інтеграція

До 2025 року очікується повна інтеграція 3D принтерів з BIM-системами, що дозволить знизити час проектування на 60%. Роботизовані комплекси зможуть працювати 24/7, скорочуючи термін будівництва типового будинку до 48 годин.

## Збільшення масштабування

Нове покоління принтерів матиме робочу зону до 50x50 метрів та висоту друку до 25 метрів. Це дозволить будувати багатопверхові житлові комплекси та промислові об'єкти площею понад 2500 м<sup>2</sup> за один цикл друку.







# Рекомендації для впровадження 3D друку

## 1. Оцінка потреб

Визначте конкретні завдання, які можна вирішити за допомогою 3D друку.

## 2. Вибір технології

Виберіть відповідний тип 3D принтера та матеріали для конкретного проекту.

## 3. Навчання персоналу

Забезпечте навчання операторів 3D принтерів та інженерів.

## 4. Створення інфраструктури

Створіть відповідне робоче середовище для 3D друку, включаючи вентиляцію та освітлення.