

Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова
(повне найменування вищого навчального закладу)
Навчально-науковий інститут Будівництва, землеустрою та цивільної
інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))
Кафедра Охорони праці та безпеки життєдіяльності
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

бакалавра

(освітній рівень)

на тему «Застосування міжнародного досвіду підвищення рівня безпеки праці
при проведенні будівельних робіт на прикладі компанії Schnarr Erdbewegung.
Німеччина»

Виконав: студент групи ОПР 2022-1
спеціальності

263 “Цивільна безпека”

(шифр і назва спеціальності)

Кукленко Богдан Андрійович

(прізвище та ініціали)

Керівник Абракітов В. Е.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Логвінков С.М.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2026 рік

Реферат

Бакалаврська дипломна робота «Застосування міжнародного досвіду підвищення рівня безпеки праці при проведенні будівельних робіт на прикладі компанії Schnarr Erdbewegung, Німеччина»

В першому розділі описано діяльність фірми та стан охорони праці в ній. Компанія приділяє особливу увагу питанням охорони праці та екологічної безпеки. В другому розділі аналізується виробнича діяльність фірми та дотримання вимог охорони праці на будмайданчику.

Всі роботи виконуються з дотриманням чинних норм і стандартів, зокрема DIN 4124 (стандарти безпеки для земляних робіт), а також вимог щодо захисту навколишнього середовища. Для успішної інтеграції на німецький будівельний ринок та забезпечення відповідності високим стандартам охорони праці, українським компаніям необхідно здійснити комплексні заходи, аналогічні розглядуванім в дипломній роботі.

В третьому розділі проаналізовано стан безпеки в надзвичайних ситуаціях.

В четвертому розділі рекомендації охоплюють не тільки правові, організаційні та технічні аспекти, але ще економічну ефективність діяльності в галузі охорони праці.

Дипломна робота містить 91 сторінок тексту, 13 таблиць та 17 рисунків. Список використаних джерел налічує 45 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЛЬВАНГЕН, БУДІВНИЦТВО, БЕЗПЕКА, ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ, КРАН, НІМЕЧЧИНА, ПОЖЕЖА, ОХОРОНА ПРАЦІ

Abstract

The first section describes the company's activities and the state of occupational safety in it. The company pays special attention to issues of occupational safety and environmental safety. The second section analyzes the company's production activities and compliance with occupational safety requirements at the construction site.

All work is carried out in compliance with current norms and standards, in particular DIN 4124 (safety standards for earthworks), as well as environmental protection requirements. For successful integration into the German construction market and ensuring compliance with high occupational safety standards, Ukrainian companies need to implement comprehensive measures similar to those considered in the thesis.

The third section analyzes the state of safety in emergency situations. The fourth section contains recommendations that cover not only legal, organizational and technical aspects, but also the economic efficiency of activities in the field of occupational safety.

The thesis contains 91 pages of text, 13 tables and 17 figures. The list of used sources includes 45 items.

KEYWORDS: ELLWANGEN, CONSTRUCTION, SAFETY, PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT, CRANE, GERMANY, FIRE, OCCUPATIONAL SAFETY

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	10
1.1 Характеристика об'єкта дипломного проектування.....	10
1.2 Дослідження головних принципів охорони праці в будівництві Німеччини	15
1.3 Порівняльний аналіз систем охорони праці Німеччини та України.....	17
1.4 Візуальне порівняння систем охорони праці	20
1.5 Детальне порівняння технічних вимог до безпеки на будівництві: Німеччина та Україна.....	21
1.5.1 Загальні відомості.....	21
1.5.2 Технічні засоби та обладнання.....	24
1.5.3 Електробезпека на майданчику.....	24
1.5.4 Санітарно-побутові умови.....	25
Висновки по розділу 1	25
2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	27
2.1 Обґрунтування обраних шляхів підвищення рівня безпеки на об'єкті проектування.....	27
2.2 Рекомендації щодо впровадження організаційних заходів.....	28
2.2.1 Навчання працівників з питань охорони праці	28
2.2.2 Інструкції з охорони праці.....	28
2.2.3 Професійний добір	29
2.2.4 Організація робочого місця з урахуванням ергономічних вимог	29
2.3 Рекомендації щодо застосування технічних засобів, що забезпечують безпеку на робочих місцях	30
2.3.1. Вентиляція та кондиціонування виробничих приміщень	30
2.3.2 Інженерний розрахунок освітлення.....	30
2.3.3 Розрахунок рівнів шуму на будівельній фірмі Schnarr Erdbewegung ...	38

2.3.4 Заходи та засоби, що забезпечують електробезпеку	44
2.4 Приклад організації роботи з охорони праці на одному з об'єктів будівництва (точніше, реконструкції) Schnarr Erdbewegung.....	45
2.4.1 Реальний об'єкт реконструкції Schnarr Erdbewegung.....	45
2.4.2 Будівельний генплан забудови.....	48
2.4.3 Підбір баштового крана та вирахування небезпечних зон при його роботі	51
2.4.4 Розрахунок небезпечної зони при роботі баштового крана в Німеччині (за німецькими нормами).....	52
2.4.5 Прибори безпеки на борту баштового крана WOLFF 4518 City	55
2.4.6 Основні вимоги безпеки на будівельному генеральному плані німецького будівельного майданчика фірми Schnarr Erdbewegung з баштовим краном WOLFF 4518 City	57
2.5 Рекомендації для українських будівельних компаній щодо адаптації до стандартів охорони праці країн Євросоюзу.....	60
2.5.1 Загальні вказівки.....	60
2.5.2 Організаційні заходи та управління безпекою	60
2.5.3 Технічні заходи та обладнання	61
2.5.4 Моніторинг та постійне вдосконалення.....	62
Висновки по розділу 2	62
3 БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	64
3.1 Класифікація надзвичайних ситуацій в Німеччині.....	64
3.2 Порівняння класифікацій надзвичайних ситуацій у Німеччині та Україні	65
3.3 Аналіз потенційних надзвичайних ситуацій на будівельному об'єкті згідно системи цивільного захисту Німеччини (Bevölkerungsschutz)	69
3.4 Шляхи забезпечення безпеки персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації	70
3.4.1 Планування та документація	71
3.4.2 Організаційні заходи	71

3.4.3 Технічні засоби	72
3.5 Заходи щодо підвищення рівня пожежної безпеки на підприємстві	73
Висновки по розділу 3	74
4 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ	76
4.1 Аналіз соціально-економічної ефективності від впровадження заходів по зниженню рівня травматизму та професійних захворювань на об'єкті німецької будівельної фірми	76
4.2 Методологія розрахунку економічної ефективності (Return on Prevention - ROP)	77
4.2.1 Складові витрат (Costs, C_{inv})	77
4.2.2 Складові вигод (Benefits)	78
4.2.3 Формула розрахунку, застосовувана в німецькій охороні праці	79
4.3 Приклад розрахунку економічної ефективності для будівельної фірми Schnarr Erdbewegung	79
4.3.1 Вихідні дані та припущення:	79
4.3.2 Розрахунок витрат на заходи ОП (C_{inv})	80
4.3.3 Розрахунок потенційних вигод (Benefits)	80
4.3.4 Підсумковий розрахунок економічного ефекту та коефіцієнта ROP ...	81
Висновки по розділу 4	82
ВИСНОВКИ	83
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	85
Додаток А	91
Перелік графічного матеріалу	91

ВСТУП

Питання формування робочого середовища, яке було б і надійним, і не завдавало шкоди здоров'ю, супроводжувало людство протягом усієї історії. Однак, в епоху стрімкого науково-технічного розвитку, вони набули критичної ваги, оскільки вартість кожної інцидентної події чи аварії зростає багаторазово. Трагедії на робочому місці та професійні недуги досі спричиняють величезні людські втрати, обертаючись значними фінансовими збитками та тягнучи за собою глибокі проблеми в суспільстві.

На жаль, щороку фіксується приблизно 25 мільйонів інцидентів, пов'язаних з виробничим травматизмом, що призводить до загибелі понад мільйона осіб. У низці держав фінансові збитки, спричинені нещасними випадками та аваріями, за своїми масштабами вже можуть конкурувати з державними асигнуваннями, виділеними на потреби національної безпеки.

Будівельна галузь є однією з найбільш травмонебезпечних у світі, що зумовлює особливу увагу до питань охорони праці. У Німеччині, де діють суворі стандарти та законодавчі акти, забезпечення безпеки на будівельних майданчиках є пріоритетним завданням [1]. Ця робота має на меті систематизувати та обґрунтувати організаційно-технічні заходи, які дозволять будівельним фірмам ефективно управляти ризиками та підвищувати рівень безпеки праці відповідно до німецького законодавства та передових практик [2].

Підприємства, які впроваджують останні будівельні технології, регулярно зіштовхуються з певним колом професійних ризиків, що потребують неупинного контролю та безумовної модернізації механізмів безпеки праці. Розглядаючи діяльність Schnarr Erdbewegung – компанії, орієнтованої на будівельні проєкти, – можна чітко простежити, наскільки критичною є структурована увага до безпеки праці саме у цій індустрії. У цьому контексті поєднуються потенційні загрози, пов'язані з технічними

процесами, з необхідністю бездоганної організації робочих етапів та забезпечення адекватної комунікації з персоналом.

Робота присвячена аналізу та обґрунтуванню організаційно-технічних заходів з охорони праці в будівельній галузі, з врахуванням дуже корисного для наших українських реалій досвіду умов Німеччини. Розглядаються ключові аспекти забезпечення безпеки на будівельних об'єктах, включаючи нормативно-правову базу, організаційні та технічні рекомендації, а також заходи з підвищення пожежної безпеки.

Метою роботи є розробка комплексних рекомендацій для будівельних фірм, з врахуванням досвіду Німеччини, з метою мінімізації ризиків та створення безпечних умов праці.

Завдання дипломної роботи включає вивчення умов праці робітників у Schnarr Erdbewegung, ідентифікацію потенційно небезпечних та шкідливих впливів на виробничому середовищі, а також подальшу та створення набору кроків із нарощування рівня безпеки та оптимізації цих умов через впровадження рекомендованих практик охорони праці та заходів для гарантування безпеки у випадку виникнення надзвичайних ситуацій.

Предмет дослідження – застосування досягнень з підвищення рівня безпеки праці в Україні.

Об'єкт дослідження – позитивний досвід підвищення рівня безпеки праці в Німеччині на прикладі Schnarr Erdbewegung.

За матеріалами кваліфікаційної роботи підготовлено 3 шт. тези доповідей на:

- 1) ХСІ Всеукраїнській науково-технічній конференції здобувачів вищої освіти «Сталий розвиток міст: поствоєнний період» (91-ї науково-технічній конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) [40]: [Кукленко Б.А. Абракітов В. Е. Виклики воєнного часу для системи охорони праці в Україні. // Матеріали XIX Всеукраїнської науково-технічної здобувачів вищої освіти конференції «Сталий розвиток міст: поствоєнний період» (91-ша науково-

технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) : в 5-и ч. / Ч. 3. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. - с. 325- 326].

2) XXI Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, курсантів та студентів: «Проблеми та перспективи розвитку безпеки життєдіяльності в умовах війни». – Львів: ЛДУБЖД, 2026 [41]: [Кукленко Б.А., Абракітов В.Е. Особливості охорони праці в Україні під час воєнних дій (російської агресії) // Проблеми та перспективи розвитку безпеки життєдіяльності в умовах війни: Зб. наук. праць XXI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУБЖД, 2026. – с. 729-732.]

3) V Міжнародній науково-практичній конференції «Green construction» («Зелене будівництво») на базі Київського національного університету будівництва і архітектури. [45]: [Абракітов В., Кукленко Б. Зелене будівництво як один із способів захисту від міського шуму. // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2026. – С. 10-14.]

1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ

1.1 Характеристика об'єкта дипломного проектування

Schnarr Erdbewegung – це німецька будівельна компанія, яка з 2004 року спеціалізується на виконанні робіт у сфері земляних, глибоких, дорожніх, бетонних, каналізаційних, а також екологічних та водних будівельних робіт [3]. Її логотип надано на рис. 1.1. Компанія розташована в місті Елльванген (Ellwangen), федеральна земля Баден-Вюртемберг, і має репутацію надійного партнера для приватних, муніципальних та промислових замовників у регіоні та за його межами. Schnarr Erdbewegung вирізняється сучасним машинним парком, високою кваліфікацією співробітників, дотриманням європейських стандартів якості та гнучкістю у виконанні проектів різної складності.



Рисунок 1.1 – Фірмовий логотип підприємства

З моменту створення компанія постійно розвивалася, розширюючи спектр послуг, інвестуючи у сучасну техніку та підвищуючи кваліфікацію персоналу. Від самого початку діяльності Schnarr Erdbewegung орієнтувалася на впровадження інновацій у будівельній техніці та геодезії, що дозволило їй швидко зайняти помітне місце серед регіональних підрядників у сфері земляних робіт. Протягом понад двох десятиліть компанія є зразком будівельного бізнесу, що сприяє гнучкості управління, швидкому прийняттю рішень та особистій відповідальності керівництва за якість виконання робіт.

Schnarr Erdbewegung зареєстрована за адресою Kapellenstraße 7, 73479 Ellwangen (Jagst), Баден-Вюртемберг, Німеччина (рис. 1.2). Керівником і



Основна спеціалізація Schnarr Erdbewegung – земляні та глибокі роботи (Erd- und Tiefbau), які включають підготовку будівельних майданчиків, а також виконання складних інженерних завдань (таблиця 1.1). Компанія також активно працює у сферах дорожнього будівництва (Straßenbau), каналізаційного будівництва (Kanalbau), бетонних робіт (Betonbau), екологічного та водного будівництва (Umwelt- und Wasserbau), а також займається утилізацією та рекультивацією земель. Schnarr Erdbewegung пропонує повний цикл послуг – від проектування, геодезичних вимірювань, підготовки ґрунтів, до здачі об'єкта «під ключ». Важливою конкурентною перевагою компанії є використання сучасних технологій у геодезії та будівельній техніці, що дозволяє досягати високої точності, ефективності та економічності при реалізації проектів. Schnarr Erdbewegung також приділяє

значну увагу екологічним аспектам, дотримуючись вимог щодо захисту навколишнього середовища та безпеки праці.

Таблиця 1.1 – Перелік послуг, які виконує фірма [3]

№ п.п.	Послуга	Опис
1.	Земляні роботи	Підготовка майданчиків, розробка котлованів, планування, переміщення ґрунтів
2.	Глибокі роботи	Влаштування фундаментів, траншей, підземних комунікацій
3.	Дорожнє будівництво	Будівництво та ремонт доріг, тротуарів, паркувальних майданчиків, під'їзних шляхів
4.	Каналізаційне будівництво	Прокладання та ремонт каналізаційних і дренажних систем, водовідведення
5.	Бетонні роботи	Заливка фундаментів, стін, перекриттів, виготовлення бетонних конструкцій
6.	Геодезія та вимірювання	Сучасні геодезичні роботи, лазерне сканування, контроль точності
7.	Екологічне та водне будівництво	Рекультивация, укріплення берегів, будівництво водних об'єктів, екологічні проекти
8.	Утилізація та рекультивация	Вивіз і утилізація будівельного сміття, рекультивация земель
9.	Діамантова техніка	Прецизійне буріння, різання бетону, створення отворів у конструкціях
10.	Ландшафтний дизайн	Благоустрій територій, озеленення, створення садів, терас, майданчиків

Перелік послуг Schnarr Erdbewegung охоплює всі ключові етапи сучасного будівництва – від підготовчих земляних робіт до складних

інженерних завдань, включаючи екологічні та ландшафтні рішення. Компанія виконує як масштабні інфраструктурні проекти (будівництво доріг, каналізаційних систем), так і приватні замовлення (фундаменти, ландшафтний дизайн, облаштування територій). Особливу увагу приділяють точності виконання, використанню сучасної техніки та дотриманню екологічних стандартів. Діамантова техніка дозволяє виконувати складні роботи з буріння та різання бетону без пошкодження конструкцій, що особливо важливо при реконструкціях та модернізаціях об'єктів.

До складу парку входять екскаватори різних типів і розмірів (гусеничні, колісні), бульдозери, самоскиди, катки, бетонозмішувачі, обладнання для діамантового буріння та різання, а також спеціалізовані машини для геодезичних вимірювань. Вся техніка регулярно проходить технічне обслуговування та відповідає вимогам безпеки і стандартам експлуатації, що підтверджується відповідними сертифікатами та дозволами.

Schnarr Erdbewegung також інвестує у впровадження інноваційних технологій, таких як лазерне сканування, GPS-навігація для техніки, що підвищує якість та ефективність робіт.

Schnarr Erdbewegung має значний досвід реалізації різноманітних проектів у сфері інфраструктурного, житлового, промислового та екологічного будівництва. Серед ключових напрямків – будівництво та реконструкція доріг, прокладання каналізаційних систем, облаштування промислових майданчиків, виконання земляних робіт для житлових комплексів, а також екологічні проекти з рекультивації та благоустрою територій. На офіційному сайті компанії представлена фотогалерея реалізованих проектів, яка ілюструє якість виконання робіт, сучасний підхід до організації будівельного процесу та використання інноваційної техніки. Серед типових кейсів – будівництво нових житлових кварталів, облаштування паркувальних зон, прокладання інженерних мереж для муніципалітетів, а також участь у проектах з екологічного відновлення територій після будівництва або промислового використання/

Компанія бере участь у проектах різного масштабу – від локальних приватних замовлень до великих муніципальних та промислових об'єктів. Завдяки мобільності техніки та гнучкості організації, Schnarr Erdbewegung може виконувати роботи й у інших регіонах Німеччини за запитом замовників. Такий підхід дозволяє компанії залишатися конкурентоспроможною на ринку та розширювати клієнтську базу.

Точна кількість співробітників не розкривається у відкритих джерелах, і є непостійною величиною, однак за масштабом виконуваних робіт, наявністю сучасного машинного парку та різноманіттю послуг можна зробити висновок, що компанія має у своєму штаті від 10 до 30 кваліфікованих працівників. До складу команди входять машиністи, інженери, геодезисти, спеціалісти з бетонних та дорожніх робіт, а також адміністративний персонал. Schnarr Erdbewegung приділяє значну увагу підвищенню кваліфікації співробітників, що підтверджується наявністю відповідних сертифікатів та участю у професійних навчальних програмах.

Schnarr Erdbewegung має всі необхідні сертифікати та дозволи для виконання земляних, глибоких, дорожніх та бетонних робіт відповідно до німецьких та європейських стандартів. Компанія проходить регулярні перевірки з боку контролюючих органів, а співробітники мають відповідні кваліфікаційні документи, зокрема свідоцтва про проходження навчання з експлуатації будівельної техніки, охорони праці та екологічної безпеки. Schnarr Erdbewegung також співпрацює з Торгово-промисловою палатою, що підтверджує відповідність професійним вимогам у галузі будівництва.

Schnarr Erdbewegung має обов'язкове страхування професійної відповідальності (Berufshaftpflichtversicherung), що забезпечує захист інтересів клієнтів у разі виникнення непередбачених ситуацій або пошкоджень під час виконання робіт.

Schnarr Erdbewegung активно впроваджує інновації у сфері геодезії та будівельної техніки. Компанія використовує сучасні методи лазерного сканування, GPS-навігації для будівельної техніки, що дозволяє досягати

високої точності при виконанні земляних та глибоких робіт. Всі співробітники проходять регулярне навчання та підвищення кваліфікації, що підтверджується відповідними сертифікатами. Schnarr Erdbewegung також впроваджує новітні технології у сфері бетонних робіт, діамантового буріння та різання, що дозволяє виконувати складні завдання при реконструкції та модернізації об'єктів. Інноваційний підхід до організації будівельного процесу забезпечує ефективність, економічність та безпеку робіт.

На офіційному сайті Schnarr Erdbewegung представлена фотогалерея реалізованих проектів, яка ілюструє якість виконання робіт, використання сучасної техніки та дотримання стандартів безпеки. Фотодокументація охоплює всі етапи будівельного процесу – від підготовки майданчика до здачі об'єкта в експлуатацію. Портфоліо компанії включає як масштабні інфраструктурні проекти, так і приватні замовлення, що свідчить про універсальність та гнучкість Schnarr Erdbewegung у виконанні завдань різної складності. Візуальні матеріали підтверджують професіоналізм команди, сучасний підхід до організації робіт та відповідальність перед клієнтами.

1.2 Дослідження головних принципів охорони праці в будівництві Німеччини

Основні законодавчі та нормативні акти в сфері охорони праці та в галузі будівництва, які діють в Німеччині, це:

1) Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) - закон про охорону праці [1]. Вимагає від роботодавця оцінювати ризики (Gefährdungsbeurteilung) та впроваджувати заходи безпеки.

2) Baustellenverordnung (BaustellV) [2] - положення про безпеку на будівельних майданчиках. Впроваджує роль координатора з охорони праці (SiGeKo).

3) Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) [4] - положення про безпеку експлуатації обладнання.

4) DGUV Vorschriften [5] - правила захисту від нещасних випадків (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung). Наприклад, DGUV Vorschrift 38 для будівельних робіт.

5) ASR (Arbeitsstättenregeln) [6] - технічні правила для робочих місць (освітлення, вентиляція, температура).

У структурі загальної теорії безпеки її принципи та методи відіграють значну роль і надають цілісне уявлення про зв'язки в цій сфері знання. Принципи, методи, засоби – це логічні етапи забезпечення безпеки, вибір яких залежить від конкретних умов діяльності, рівня небезпеки, вартості тощо [7].

Конкретно в умовах безпеки будівельних процесів в Німеччині застосовуються наступні принципи:

- Принцип STOP (Rangfolge der Schutzmaßnahmen) [8].
- Substitution (Заміна): заміна небезпечних речовин або процесів.
- Technische Maßnahmen (Технічні заходи): наприклад, вентиляція, огороження, шумозахист.
- Organisatorische Maßnahmen (Організаційні заходи): наприклад, навчання, обмеження часу перебування в небезпечній зоні.
- Persönliche Schutzmaßnahmen (Особисті заходи): застосування ЗІЗ (PPE).

Розглянемо їх чуть детальніше. Вони включають в себе організаційні заходи, такі як:

- Unterweisung: регулярний інструктаж (перед початком роботи та щонайменше раз на рік).
 - Gefährdungsbeurteilung: оцінка ризиків для кожного робочого місця.
 - Ergonomie: ASR A1.2 (простір для руху), ASR A3.5 (температура).
- Також включають технічні заходи відносно деяких НШВФ, наприклад:
- Вентиляція: ASR A3.6.
 - Освітлення: ASR A3.4.
 - Шум/Вібрація: Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV).

– Електробезпека: DGUV Vorschrift 3.

Пожежна безпека має в своєму складі: ASR A2.2: заходи проти пожеж; призначення Brandschutzhelfer (помічників з пожежної безпеки); наявність вогнегасників, планів евакуації (аналогічно з Україною).

1.3 Порівняльний аналіз систем охорони праці Німеччини та України

Законодавство про охорону праці в Німеччині та Україні має спільну мету – захист життя та здоров'я працівників, проте існують суттєві відмінності в підходах, відповідальності та механізмах контролю. Нами проведено порівняльний аналіз основних аспектів законодавства обох країн на виявлення основних відмінностей у законодавстві про охорону праці між Німеччиною та Україною.

Основні відмінності полягають у: загальній філософії та підході (табл. 1.2); ролі страхових організацій; відповідальності та контролі; специфіці будівництва і підготовці кадрів. Так, Німеччина орієнтована на превентивну оцінку ризиків (STOP-принцип), тоді як Україна часто базується на нормативно-реактивному підході. У Німеччині галузеві страхові товариства (Berufsgenossenschaften) відіграють ключову роль у превентивних заходах, тоді як в Україні ця роль менш виражена. Німеччина має подвійну систему контролю та високу особисту відповідальність керівників, тоді як в Україні контроль здійснює Держпраці, а система штрафів часто сприймається як фіскальний інструмент. У Німеччині обов'язковим є призначення координатора з охорони праці (SiGeKo) на будівельних об'єктах, що не так виражено в українській практиці. Німеччина також має багатоступеневу підготовку фахівців з безпеки, тоді як в Україні практична підготовка часто відірвана від сучасних методик. Розберемо це детальніше.

Роль страхових організацій в обох країнах дуже відмінна.

В Німеччині ключову роль відіграють Berufsgenossenschaften (BG) – галузеві страхові товариства. Вони не лише виплачують компенсації, а й розробляють власні правила безпеки (DGUV), проводять навчання та консультують підприємства. Вони є приватними організаціями з публічно-правовими функціями.

В Україні соціальне страхування здійснюється через Пенсійний фонд України (раніше Фонд соціального страхування). Роль страховика у превентивних заходах значно менша порівняно з німецькими BG.

Таблиця 1.2 – Загальна філософія та підхід

Характеристика	Німеччина (DE)	Україна (UA)
Основний підхід	Превентивний та ризик-орієнтований. Головна увага приділяється оцінці ризиків (Gefährdungsbeurteilung) на кожному етапі.	Нормативно-реактивний. Система часто базується на суворому дотриманні встановлених державних норм (ДБН, НПАОП) та реагуванні на порушення.
Принцип захисту	STOP-принцип (Substitution, Technical, Organizational, Personal). Пріоритет завжди у технічних заходах над ЗІЗ.	Пріоритет часто зміщений у бік забезпечення ЗІЗ та виплат компенсацій за шкідливі умови праці.

Відповідальність та контроль – також дуже відмінні.

Німеччина має подвійну систему контролю – тобто державні органи (Gewerbeaufsicht) та інспектори страхових товариств (BG); та передбачає

особисту відповідальність – керівник підприємства несе повну відповідальність за безпеку. Проте значна частина функцій делегується фахівцям з безпеки (Fachkraft für Arbeitssicherheit) та лікарям підприємства.

Україна має такі відмінності в цьому плані – себто головний контролюючий орган – Державна служба України з питань праці (Держпраці) [9]; система штрафів чітко регламентована законодавством, але часто сприймається бізнесом як фіскальний інструмент, а не стимул до безпеки.

Специфіка будівництва має деякі сходні риси.

Німеччина (BaustellV): обов'язкове призначення координатора з охорони праці (SiGeKo) ще на етапі проектування. Створюється детальний план безпеки та здоров'я (SiGe-Plan).

Україна (ДБН А.3.2-2-2009 [10]) також передбачає розробку ПВР (проект виконання робіт) з розділом про охорону праці, але роль координатора, який би незалежно контролював різні підрядні організації на одному об'єкті, менш виражена в реальній практиці.

Підготовка кадрів у двох країнах має свою національну специфіку.

В Німеччині, фахівець з безпеки (Sifa) повинен мати інженерну освіту, професійний досвід та пройти спеціальну багатоступеневу підготовку, організовану страховими товариствами.

В Україні фахівці з охорони праці часто отримують вищу освіту за спеціальністю «Цивільна безпека», але практична підготовка часто відірвана від сучасних ризик-орієнтованих методик.

Резюме відмінностей між Німеччиною та Україною в плані охорони праці в будівництві полягає в наступному – у Німеччині держава встановлює цілі безпеки (ASR), а роботодавець сам обирає шлях їх досягнення через оцінку ризиків. В Україні система більш деталізована (сотні НПАОП), що часто створює бюрократичне навантаження.

Значну роль відіграють економічні стимули, тобто у Німеччині безпека вигідна економічно (менші внески до державних фондів при низькому травматизмі). В Україні цей механізм працює слабше.

Якщо намагатися охарактеризувати такий аспект, як культура безпеки, – то у Німеччині безпека – це частина бізнес-процесу, в Україні вона часто сприймається як формальність для перевірки.

1.4 Візуальне порівняння систем охорони праці

Для візуалізації ключових відмінностей було підготовано:

1. Порівняльну схему, яка демонструє різницю в архітектурі систем охорони праці Німеччини та України (підходи, органи контролю, координація) – рис. 1.4.
2. Зведену таблицю з ключовими факторами управління безпекою (табл. 1.3).

Основний візуальний акцент зроблено на переході від державного контролю в Україні до галузевого страхування та превенції в Німеччині.

Діаграма та детальний опис додані до відповіді.

Таблиця 1.3 – Ключові відмінності в структурі та управлінні

Сфера порівняння	Німеччина (DE)	Україна (UA)
Філософія	Превентивна: Оцінка ризиків (STOP)	Реактивна: Дотримання жорстких норм
Органи впливу на галузь безпеки	Страхові товариства (BG)	Державні органи (Держпраці)
Координація будівництва	SiGeKo (з етапу проектування)	Генпідрядник (на етапі виконання)
Економічний стимул	Зниження страхових внесків	Штрафи за порушення

Сфера порівняння	Німеччина (DE)	Україна (UA)
Документація	План безпеки та здоров'я (SiGe-Plan)	Проект виконання робіт (ПВР)

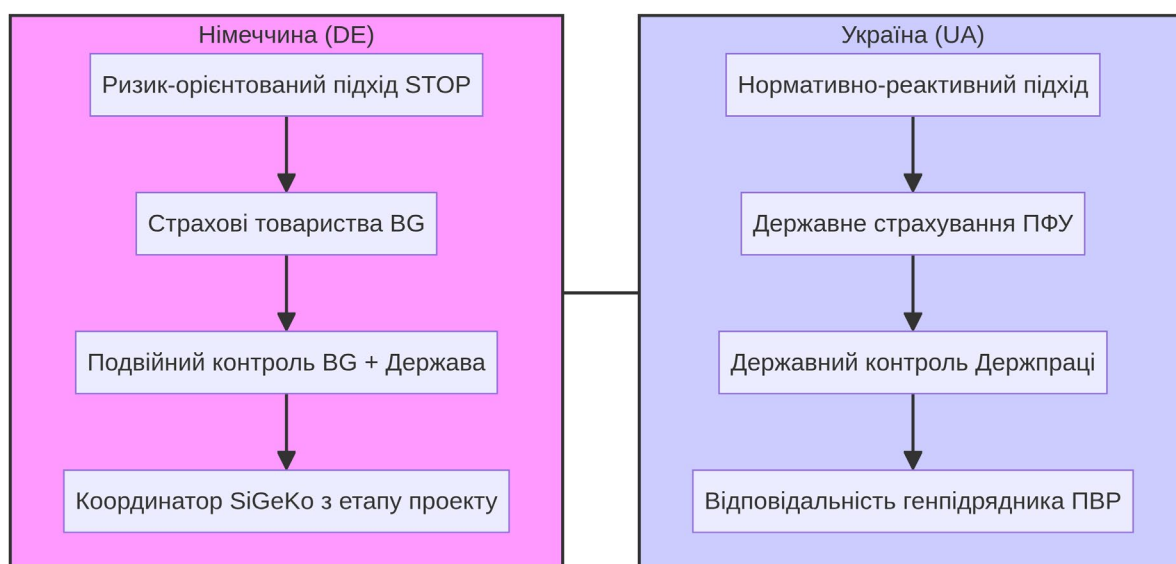


Рисунок 1.3 – Схематичне порівняння систем

1.5 Детальне порівняння технічних вимог до безпеки на будівництві: Німеччина та Україна

1.5.1 Загальні відомості

Підготовлене детальне порівняння конкретних вимог до безпеки на будівельних майданчиках у Німеччині та Україні охоплює такі аспекти:

- робота на висоті та захист від падіння, де є відмінності у визначенні висоти, вимогах до огорожень та пріоритеті засобів захисту (табл. 1.4);
- організація та координація безпеки – роль SiGeKo в Німеччині проти відповідальності генпідрядника в Україні, а також відмінності в документації (SiGe-Plan vs ПВР) (табл. 1.5);

- технічні засоби та обладнання – вимоги до використання драбин та іншого обладнання;
- електробезпека на майданчику – вимоги до будівельних електрощитів та захисних пристроїв;
- санітарно-побутові умови – різниця у вимогах до побутових приміщень для працівників.

Порівняння базується на аналізі німецьких норм (ASR, DGUV, BaustellV) та українських нормативних актів (ДБН А.3.2-2-2009, НПАОП 0.00-1.15-07 та ін.).

Таблиця 1.4 – Робота на висоті та захист від падіння

Параметр	Німеччина (DE)	Україна (UA)
Визначення висоти	Обов'язкові заходи захисту починаються з висоти 1,0 м (для робіт над водою або небезпечними речовинами – з 0 м) [11].	Роботами на висоті вважаються роботи на висоті 1,3 м і більше від поверхні ґрунту, покриття або робочого настилу [10].
Огородження	Стандартна висота перил – 1.10 м (якщо висота падіння > 12 м). Обов'язкова наявність поручня, проміжної планки та бортової дошки (відбійника) висотою не менше 15 см [12].	Висота захисних огорожень повинна бути не менше 1.1 м. Також обов'язкова бортова дошка висотою не менше 15 см та проміжна горизонтальна планка [10].
Пріоритет засобів	Колективні засоби захисту (огороження, сітки) мають	Декларується пріоритет колективних засобів, але

Параметр	Німеччина (DE)	Україна (UA)
	безумовний пріоритет над індивідуальними (страхувальні пояси) [11].	на практиці частіше покладаються на запобіжні пояси.

Таблиця 1.5 – Організація та координація безпеки

Характеристика	Німеччина (DE)	Україна (UA)
Координація	Обов'язкове призначення SiGeKo (Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator) на етапі проектування та будівництва, якщо працюють декілька підрядників [2].	Відповідальність покладається на генпідрядника. Функції координатора часто виконує інженер з ОП або виконроб, що створює конфлікт інтересів.
Документація	SiGe-Plan (План безпеки та здоров'я) – детальний документ, що координує взаємодію підрядників. Unterlage – документ для безпечного обслуговування будівлі в майбутньому [2].	ПВР (Проект виконання робіт) з розділом про ОП. Документ часто формальний і не завжди враховує динаміку взаємодії багатьох підрядників.

Характеристика	Німеччина (DE)	Україна (UA)
Повідомлення	Повідомлення про початок робіт (Vorankündigung) подається до органів нагляду, якщо роботи тривають > 30 днів або залучено > 20 осіб одночасно [2].	Повідомлення про початок будівельних робіт подається до ДІАМ (Державна інспекція архітектури та містобудування), де питання ОП є лише частиною загального пакету.

1.5.2 Технічні засоби та обладнання

В Німеччині, наприклад, (DGUV Vorschrift 38) висуває суворі вимоги до драбин – використання драбин як робочих місць дозволено лише у виняткових випадках, коли неможливо застосувати безпечніше обладнання (риштування, підйомники). Драбини повинні проходити щорічну перевірку з маркуванням [13].

В Україні (згідно НПАОП 0.00-1.15-07) [14] (на аналогічний приклад), – драбини широко використовуються. Вимоги до випробувань існують (раз на 6-12 місяців), але контроль за маркуванням та фактичним станом на об'єктах часто слабший.

1.5.3 Електробезпека на майданчику

Німеччина характеризується використанням спеціальних будівельних електрощитів (Baustromverteiler) з обов'язковими пристроями захисного відключення (ПЗВ) (RCD/FI-Schalter) типу В (чутливі до всіх видів струму); проводиться щоденна перевірка кнопок "Тест" працівниками [15].

Самі по собі ПЗВ, як відомо, були винайдені і перше зроблені саме в Німеччині.

В Україні ж використання пристроїв захисного відключення (ПЗВ) передбачено нормами, але на практиці часто використовуються звичайні побутові пристрої або застарілі системи заземлення без належного диференційного захисту.

1.5.4 Санітарно-побутові умови

Німеччина (ASR A4.1, A4.2) має жорсткі вимоги до розмірів та оснащення побутових приміщень – наприклад, обов'язкова наявність сушарок для одягу, душових з гарячою водою, місць для відпочинку з певною площею на одного працівника [16].

У нас в Україні вимоги існують у ДБН, але їх дотримання на невеликих та середніх об'єктах часто мінімальне (вагончики без належної вентиляції та опалення).

Висновки по розділу 1

Проведено дослідження німецької компанії Schnarr Erdbewegung: історія, діяльність, послуги, репутація та ринкова позиція. А також охарактеризовано стан охорони праці в ній за суто німецькими стандартами.

Schnarr Erdbewegung – це сучасна, динамічна та надійна компанія, яка вже понад 20 років успішно працює на ринку земляних, глибоких, дорожніх, бетонних та екологічних робіт у Німеччині. Основними конкурентними перевагами компанії є сучасний машинний парк та інноваційні технології; висока кваліфікація персоналу та постійне підвищення компетенцій; дотримання європейських стандартів якості, безпеки та екології; гнучкість, індивідуальний підхід до клієнта та прозорість у веденні бізнесу; стійка позитивна репутація серед клієнтів та партнерів.

Schnarr Erdbewegung має всі необхідні сертифікати, дозволи та страхування, що гарантує безпеку та якість виконання робіт. Нещасних випадків із робітниками при проведенні будівельних робіт не було.

Також проведено часткове порівняння української нормативної бази та законодавства в галузі охорони праці із німецькими.

2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

2.1 Обґрунтування обраних шляхів підвищення рівня безпеки на об'єкті проектування

Підвищення рівня безпеки на будівельному об'єкті в Німеччині базується на комплексній стратегії, що включає правові, організаційні та технічні аспекти. Основним принципом є так званий STOP-принцип (Substitution, Technische Maßnahmen, Organisatorische Maßnahmen, Persönliche Schutzmaßnahmen) [8], який визначає ієрархію пріоритетності заходів захисту:

1) Substitution (заміна) – тобто усунення небезпеки шляхом заміни небезпечних матеріалів, процесів або обладнання на менш небезпечні. Наприклад, використання безпилкових методів різання матеріалів замість тих, що генерують велику кількість пилу.

2) Technische Maßnahmen (технічні заходи) - це є впровадження інженерних рішень для усунення або зменшення ризиків. Це можуть бути захисні огороження, системи вентиляції, шумоізоляція, автоматичні системи відключення обладнання.

3) Organisatorische Maßnahmen (організаційні заходи) включає під собою заходи, що стосуються організації праці, навчання, інструктажів, планування робіт, обмеження доступу до небезпечних зон.

4) Persönliche Schutzmaßnahmen (особисті заходи - це забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) – касками, захисними окулярами, рукавицями, спецодягом тощо. Ці заходи застосовуються лише тоді, коли інші рівні захисту не можуть повністю усунути ризик.

Законодавчою основою для всіх цих заходів є Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) [1], який зобов'язує роботодавця проводити оцінку ризиків (Gefährdungsbeurteilung) та вживати необхідних заходів для захисту працівників. Також важливим є Baustellenverordnung (BaustellV) [2], що

регулює безпеку на будівельних майданчиках і вимагає призначення координатора з охорони праці (SiGeKo).

2.2 Рекомендації щодо впровадження організаційних заходів

2.2.1 Навчання працівників з питань охорони праці

Регулярне та якісне навчання є наріжним каменем системи охорони праці. Згідно з ArbSchG, роботодавець зобов'язаний забезпечити навчання працівників щодо ризиків та заходів їх запобігання [1]. Рекомендації включають інструктажі та безпосереднє навчання.

Як і в Україні, первинний інструктаж проводиться для всіх нових працівників перед початком роботи; він повинен охоплювати загальні правила безпеки на підприємстві, специфіку будівельного об'єкта, використання ЗІЗ та дії у надзвичайних ситуаціях.

Повторний інструктаж, аналогічно українському, проводиться регулярно, щонайменше раз на рік, або при зміні технологічних процесів, обладнання, матеріалів; метою є оновлення знань та навичок працівників.

Цільовий інструктаж в Німеччині проводиться перед виконанням робіт підвищеної небезпеки (наприклад, роботи на висоті, з електроінструментом, у замкнутих просторах).

Для працівників, які виконують специфічні роботи (оператори кранів, електрики, зварювальники), необхідно організовувати спеціалізовані курси та сертифікацію відповідно до DGUV Vorschriften [5]. При тому, враховуючи багатонаціональний склад будівельних бригад (у т.ч. наймані працівники в Німеччині з України), навчання та інструктажі повинні проводитися мовою, зрозумілою для всіх працівників.

2.2.2 Інструкції з охорони праці

Чіткі та зрозумілі інструкції з охорони праці є обов'язковими для кожного виду робіт та для кожного робочого місця. Вони повинні бути

розроблені на основі оцінки ризиків (Gefährdungsbeurteilung) та відповідати вимогам DGUV Vorschriften та ASR [5, 6]. Інструкції повинні містити опис безпечних методів виконання робіт; вимоги до використання ЗІЗ; порядок дій у аварійних ситуаціях; вимоги до обладнання та інструментів; та правила поводження з небезпечними речовинами.

Інструкції повинні бути доступними на робочих місцях та регулярно переглядатися та оновлюватися.

2.2.3 Професійний добір

Професійний добір є важливим елементом запобігання нещасним випадкам. Він (за німецькими настановами) включає: регулярні медичні огляди для визначення придатності працівника до виконання певних видів робіт, особливо пов'язаних з підвищеними фізичними навантаженнями або впливом шкідливих факторів; психофізіологічний відбір (оцінка психологічних якостей працівників, таких як уважність, швидкість реакції, стресостійкість, що є критично важливим для робіт підвищеної небезпеки); перевірку наявності необхідних допусків, сертифікатів та досвіду для виконання конкретних будівельних робіт.

2.2.4 Організація робочого місця з урахуванням ергономічних вимог

Ергономіка робочого місця відіграє ключову роль у запобіганні професійним захворюванням та підвищенні продуктивності праці. Рекомендації базуються на ASR A1.2 (простір для руху) та ASR A3.5 (температура) [17, 19]: та стосуються розміщення обладнання; органів керування; засобів відображення інформації та промислової гігієни.

Так, обладнання та інструменти повинні бути розташовані таким чином, щоб мінімізувати необхідність у незручних позах, надмірних нахилах або розтягуваннях. Органи керування машинами та механізмами повинні бути легкодоступними, чітко позначеними та інтуїтивно зрозумілими. Інформаційні табло, монітори, індикатори повинні бути розташовані на

оптимальній відстані та висоті, мати достатню яскравість та контрастність для легкого зчитування.

Слід зазначити про забезпечення достатнього та рівномірного освітлення робочої зони відповідно до ASR A3.4 [20], та про підтримання оптимального температурного режиму, вологості та швидкості руху повітря відповідно до ASR A3.5 та ASR A3.6 (вентиляція) [19, 23].

2.3 Рекомендації щодо застосування технічних засобів, що забезпечують безпеку на робочих місцях

2.3.1. Вентиляція та кондиціонування виробничих приміщень

На будівельних об'єктах, особливо у закритих приміщеннях, забезпечення належної вентиляції є критично важливим для видалення шкідливих речовин (пил, випари фарб, розчинників, вихлопні гази) та підтримання комфортного мікроклімату. Рекомендації базуються на ASR A3.6 [23] та стосуються природної та примусової, а також локальної витяжної вентиляції і кондиціонування. Безпосередньо це максимальне використання природної вентиляції через вікна, двері, отвори; встановлення систем припливно-витяжної вентиляції з механічним спонуканням у місцях інтенсивного виділення шкідливих речовин; застосування локальних відсмоктувачів безпосередньо біля джерел забруднення (наприклад, при зварюванні, різанні, шліфуванні). А у приміщеннях, де неможливо підтримувати оптимальний температурний режим за допомогою вентиляції, слід застосовувати системи кондиціонування.

2.3.2 Інженерний розрахунок освітлення

Достатнє та якісне освітлення робочих місць є запорукою безпеки та продуктивності праці. Недостатнє освітлення може призвести до перенапруження зору, помилок та нещасних випадків. Рекомендації відповідають вимогам ASR A3.4 [20] по категоріям: природне освітлення,

штучне освітлення, норми освітленості, захист від засліплення. Це – максимальне використання природного світла через віконні та дверні прорізи; забезпечення комбінованого освітлення (загальне та місцеве) з урахуванням характеру виконуваних робіт; дотримання встановлених норм освітленості для різних видів робіт та приміщень; використання світильників із захисними пристроями для запобігання засліпленню працівників; встановлення систем аварійного освітлення для забезпечення безпечної евакуації у разі відключення основного електропостачання.

В Німеччині різноманітні інженерні розрахунки з охорони праці проводяться за допомогою різноманітних комп'ютерних програм. Виконаємо розрахунок штучного освітлення для приміщення, яке знаходиться в будівлі, яка будується будівельною фірмою Schnarr Erdbewegung.

Проводимо такий розрахунок в програмі Dialux EVO. Dialux EVO є сучасним інструментом для світлотехнічних розрахунків, який широко застосовується в інженерії охорони праці. Він дозволяє моделювати освітлення робочих приміщень, перевіряти відповідність нормам українських ДБН та німецьких ASR A3.4 [20], а також оцінювати вплив освітлення на безпеку праці.

Вихідні дані для розрахунку:

- приміщення: офіс $5,4 \times 3,6$ м, висота стелі 2,8 м;
- робоча площа: 0,8 м від підлоги;
- світильники: LED-панелі 600×600 мм, світловий потік 3600 лм, колірна температура 4000 К;
- норматив: ASR A3.4 [20] – мінімальна освітленість для офісних робочих місць 300 лк, що співпадає з нормами ДБН В.2.5-28:2018 [21].

Розрахунком реалізуємо основні можливості Dialux EVO для охорони праці:

- 1) Можливість розрахунку освітленості, що включає в себе точний розрахунок рівня освітленості у будь-якій точці приміщення; врахування нормативних вимог (наприклад, ДБН В.2.5-28:2018, ASR A3.4 [20]);

можливість визначення середньої, мінімальної та максимальної освітленості для робочих зон.

2) Моделювання робочого середовища, яке має в собі на мету створення 3D-моделі приміщення з урахуванням геометрії, матеріалів поверхонь та відбивних властивостей; введення параметрів робочої площини (наприклад, висота робочого столу – 0,8 м); врахування коефіцієнта запасу освітлення для довготривалої експлуатації світильників.

3) Аналіз відповідності нормам охорони праці, котрий передбачає перевірку, чи відповідає освітлення санітарним нормам та стандартам безпеки; виявлення зон з недостатнім або надмірним освітленням, що може впливати на зорове навантаження та безпеку працівників; оцінка рівномірності освітлення, що важливо для уникнення тіней і засліплення.

4) Документація та звітність, яка містить автоматичне формування звітів і схем розташування світильників; специфікація обладнання та матеріалів для подальшого монтажу; техніко-економічне обґрунтування проекту з урахуванням вимог охорони праці.

Розрахунок проводимо в такій послідовності. Запускаємо Dialux EVO (рис 2.1).

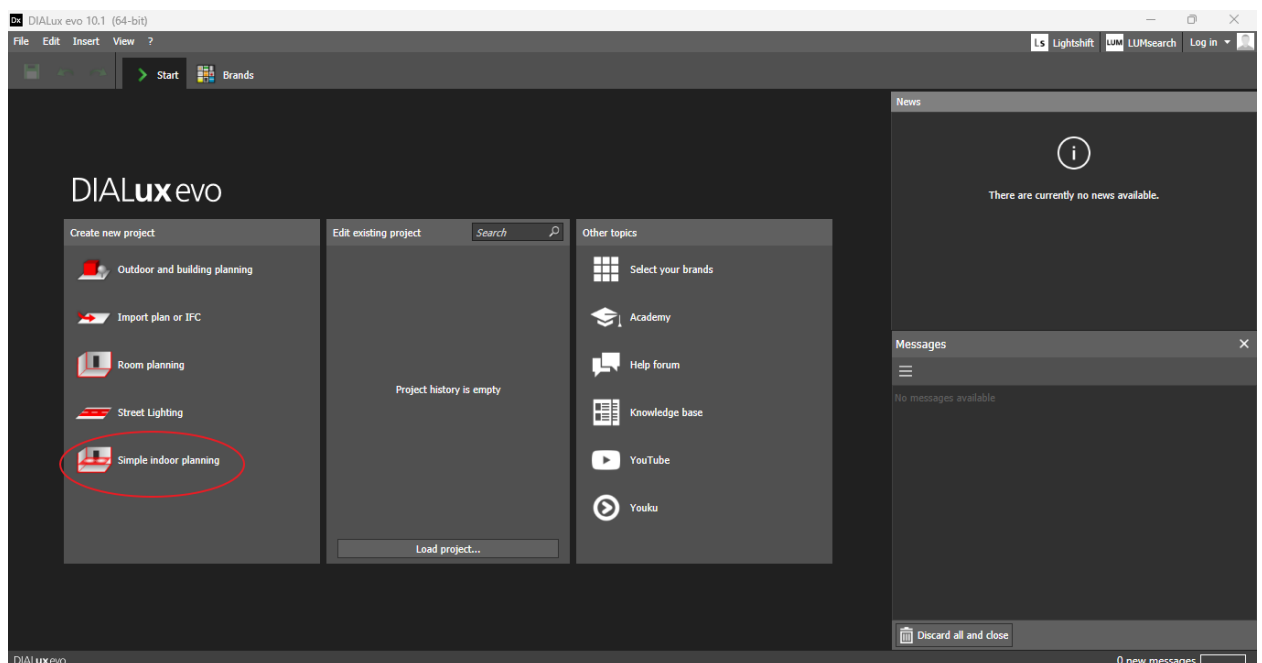


Рисунок 2.1 – Запускаємо програму та обираємо режим Simple indoor planning (обведено нами червоним)

Нам являється зображення відповідного приміщення в плані (рис 2.2). В даному випадку (див. наші вихідні дані) воно повинно мати розміри 5,4 м x 3,6 м x 2,8 м. Виставляємо їх. Обираємо його тип. Оберемо, наприклад, Offices: (фірма буде адміністративну будівлю - офісний центр).

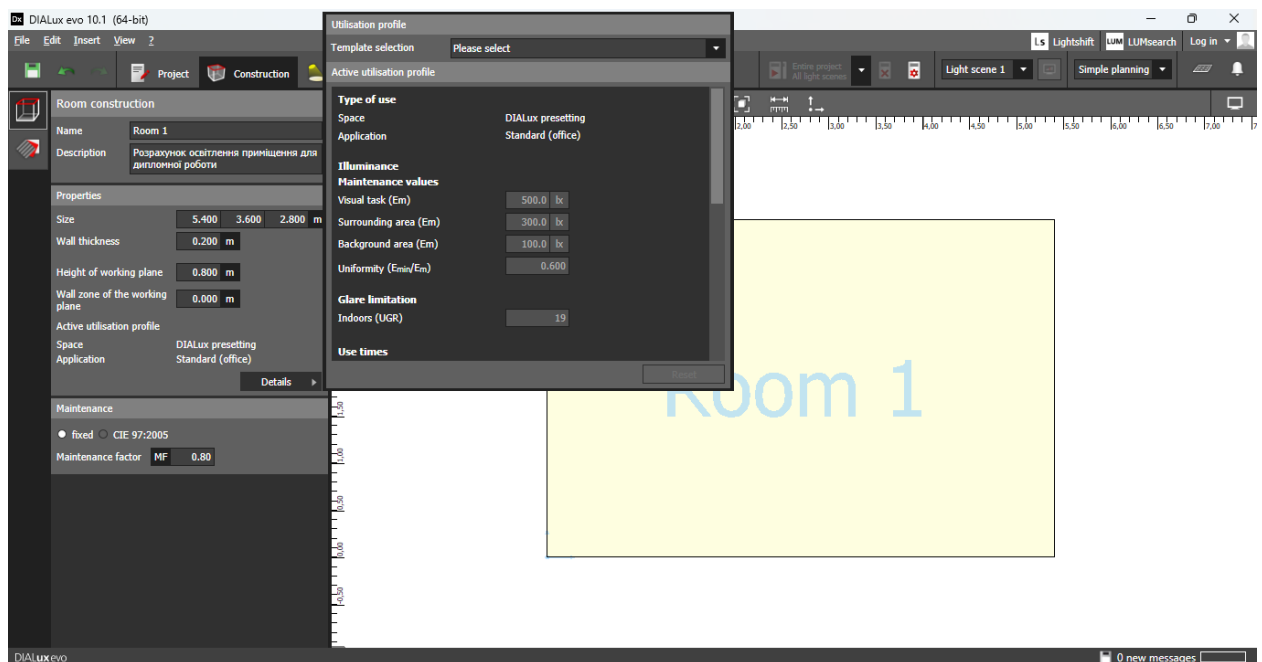


Рисунок 2.2 – Введення вихідних даних в Dialux EVO

Переходимо в режим Light. Тут на початку потрібно обрати світильники, які можуть бути застосовані в розрахунку.

Але жодного світильника в нашій копії програми Діалюкс – поки що немає. Потрібно їх імпортувати з електронного каталогу [22] (рис 2.3).

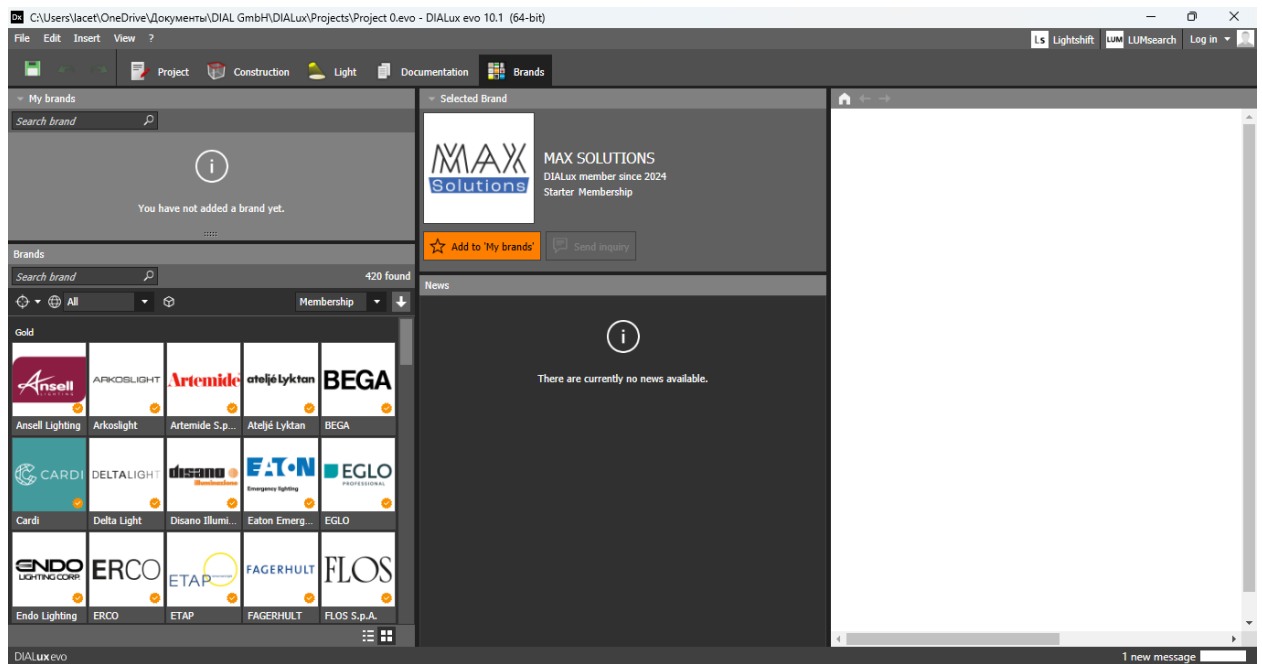


Рисунок 2.3 – Електронний каталог Dialux EVO

Обираємо відомий бренд Philips (рис 2.4). Завантажую необхідний мені каталог світильників.

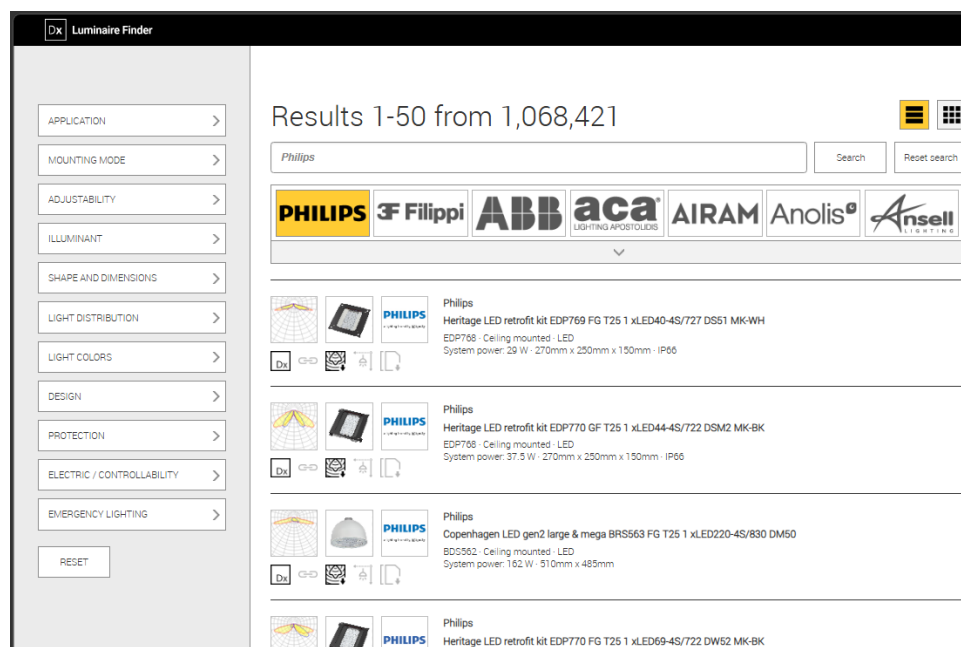


Рисунок 2.4 – Електронний каталог світлотехнічної продукції Philips на сайті Dialux EVO

Обираємо та завантажуємо один із світильників [31] (рис 2.5). Конкретно це GreenSpace Accent Projector ST321S 1 xLED39S_CH WB.

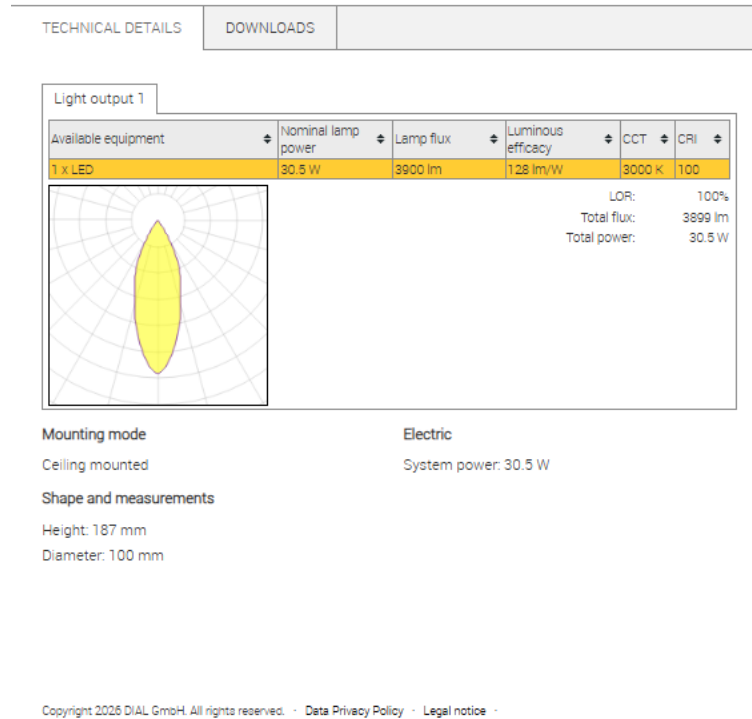


Рисунок 2.5 – Технічні дані обраного світильника

Щокаємо по ньому мишею та обираємо “Send to Dialux” (рис 2.6).

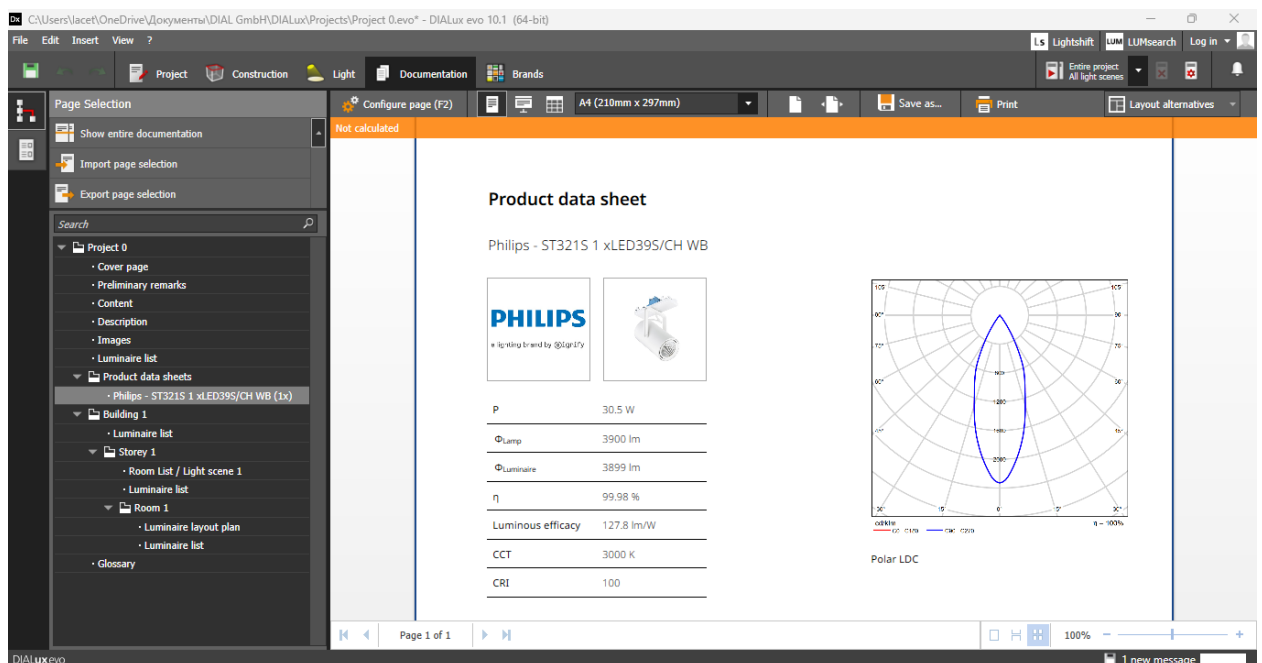


Рисунок 2.6 – Технічні дані на обраний світильник вже всередині Dialux (найбільш важливий етап. Потрібно «загнати» світильник в програму)

Щокаємо по ньому мишею та обираємо “Send to Dialux”. Потім робимо розташування світильників в обсязі приміщення (рис 2.7). Ми обираємо будь-яку кількість світильників, та можемо розставити їх свавільно.

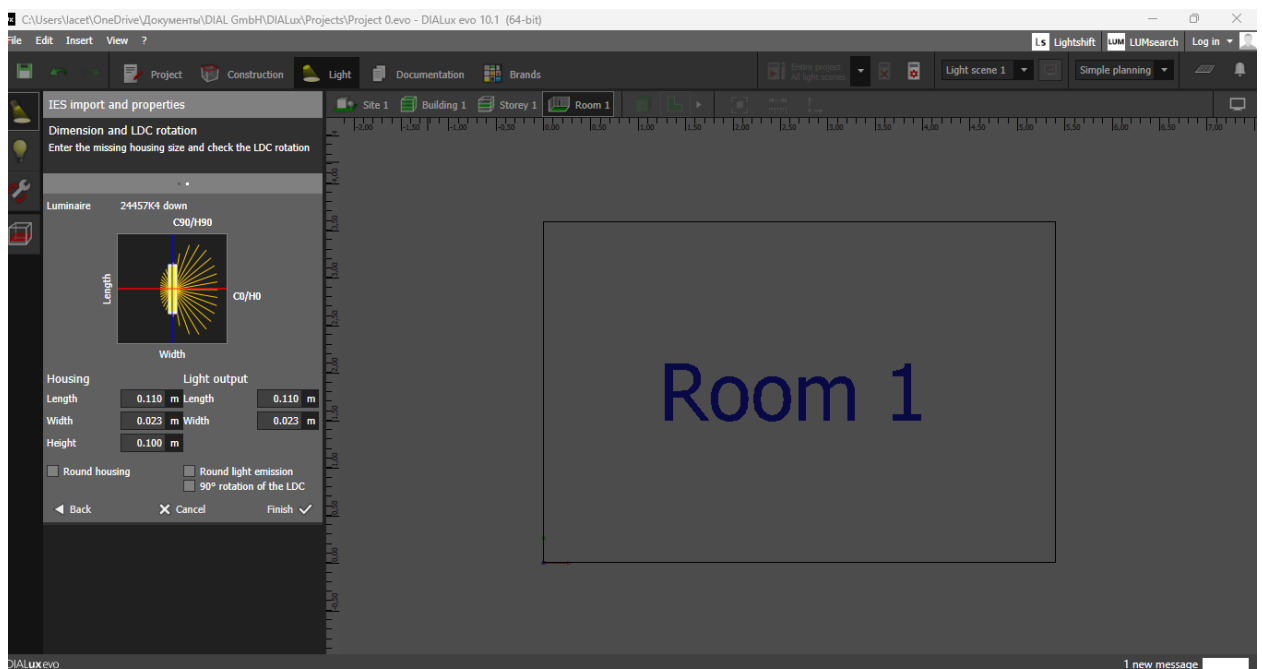


Рисунок 2.7 – Обраний світильник перед розстановкою в приміщенні

Використовуємо опцію автоматичної розстановки світильників (рис 2.8).

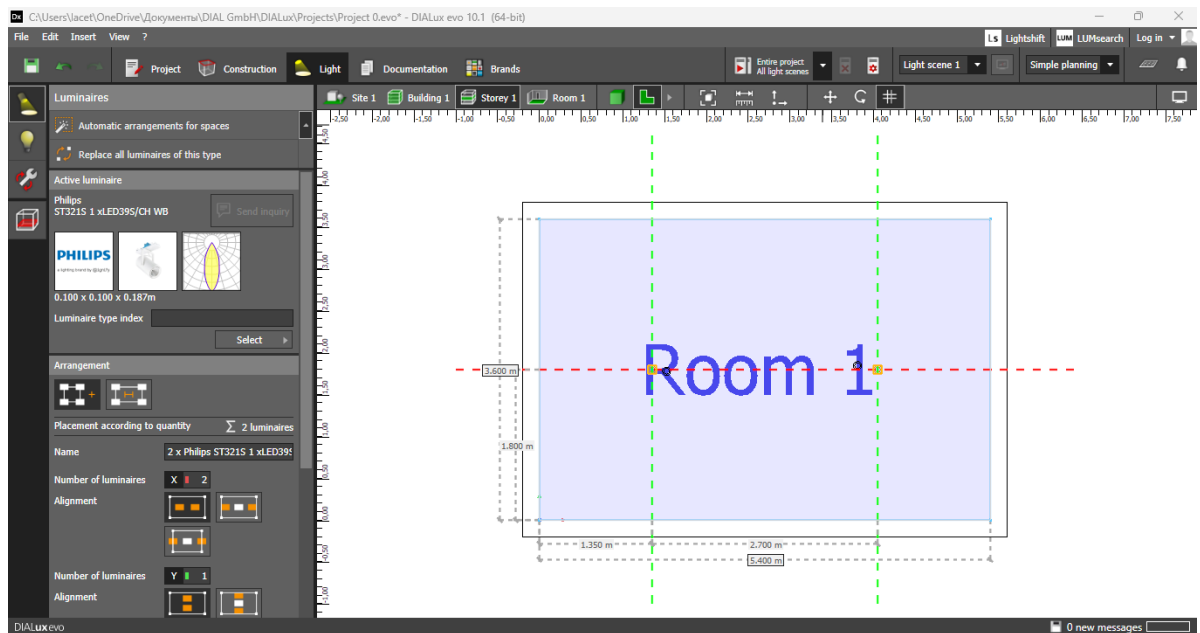


Рисунок 2.8 – Обраний світильник вже розставлено в приміщенні

Це всередині інтерфейсу програми виглядає ось так (рис 2.9).

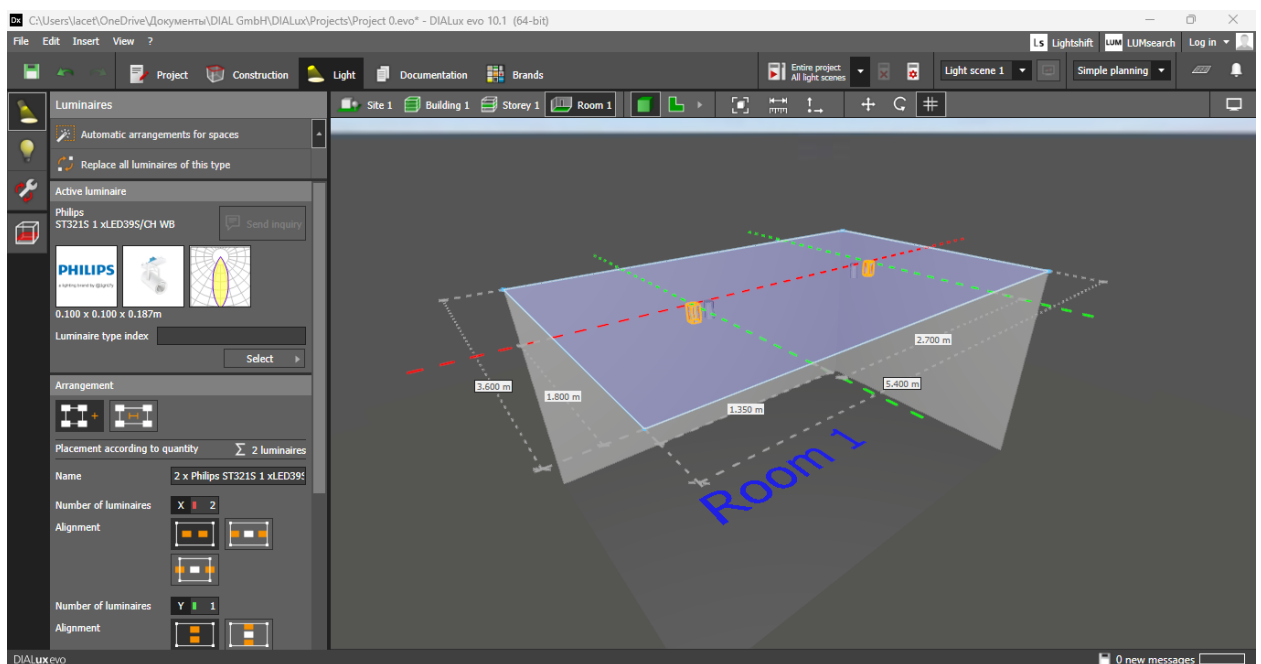


Рисунок 2.9 – Обраний світильник освітлює кімнату. 3D-вигляд

Ось приклад такого звіту, який можна отримати в Dialux EVO для нашого офісного приміщення з точки зору охорони праці: вихідні дані нашого розрахунку – див. вище. Кінцеві результати розрахунку – в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку Dialux EVO для нашого випадку

Параметр	Значення	Норма
Середня освітленість	420 лк	≥ 300 лк
Мінімальна освітленість	310 лк	≥ 200 лк
Максимальна освітленість	480 лк	–
Рівномірність ($E_{\min}/E_{\text{sr}}$)	0,74	$\geq 0,7$
Коефіцієнт осліплення UGR	18	≤ 19

Проміжні висновки (по результатам розрахунку штучного освітлення): освітлення відповідає нормативним вимогам охорони праці; рівномірність достатня, ризик утворення тіней мінімальний; показник осліплення в межах допустимого, що знижує ризик зорового дискомфорту; рекомендовано врахувати коефіцієнт запасу освітлення (наприклад, 1,25) для довготривалої експлуатації.

2.3.3 Розрахунок рівнів шуму на будівельній фірмі Schnarr Erdbewegung

Надмірний шум та вібрація на будівельних об'єктах можуть призвести до професійних захворювань (втрата слуху, вібраційна хвороба) та зниження концентрації уваги. У Німеччині питання охорони праці та шумового навантаження регулюються стандартами DIN (наприклад, DIN 4109 «Schallschutz im Hochbau») та міжнародними нормами ISO (зокрема ISO 12354 для розрахунку звукоізоляції будівельних конструкцій). Заходи регулюються Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) [24] та передбачають зниження шуму в джерелі; шумоізоляція шумопоглинання віброізоляція організаційні заходи та ЗІЗ. А саме це є використання менш шумного обладнання, регулярне технічне обслуговування машин та механізмів; встановлення шумозахисних екранів, кожухів, кабін для операторів; застосування звукопоглинаючих матеріалів у закритих

приміщеннях; використання віброізолюючих платформ, амортизаторів для обладнання, антивібраційних рукояток для ручного інструменту; обмеження часу перебування працівників у зонах з підвищеним рівнем шуму та вібрації, надання перерв; забезпечення працівників засобами індивідуального захисту від шуму (навушники, беруші) та вібрації (антивібраційні рукавиці).

Для комп'ютерних розрахунків рівнів шуму широко застосовуються спеціалізовані програми:

- CadnaA (DataKustik) – використовується для моделювання поширення шуму на робочих місцях, у містах та промислових зонах;
- SoundPLAN – дозволяє розраховувати акустичні карти, оцінювати ефективність шумозахисних екранів та ізоляції;
- IMMI – сертифіковане ПЗ для акустичних розрахунків відповідно до німецьких норм.

Перейдемо до прикладного акустичного розрахунку з застосуванням програми CadnaA (DataKustik) (рис 2.10).

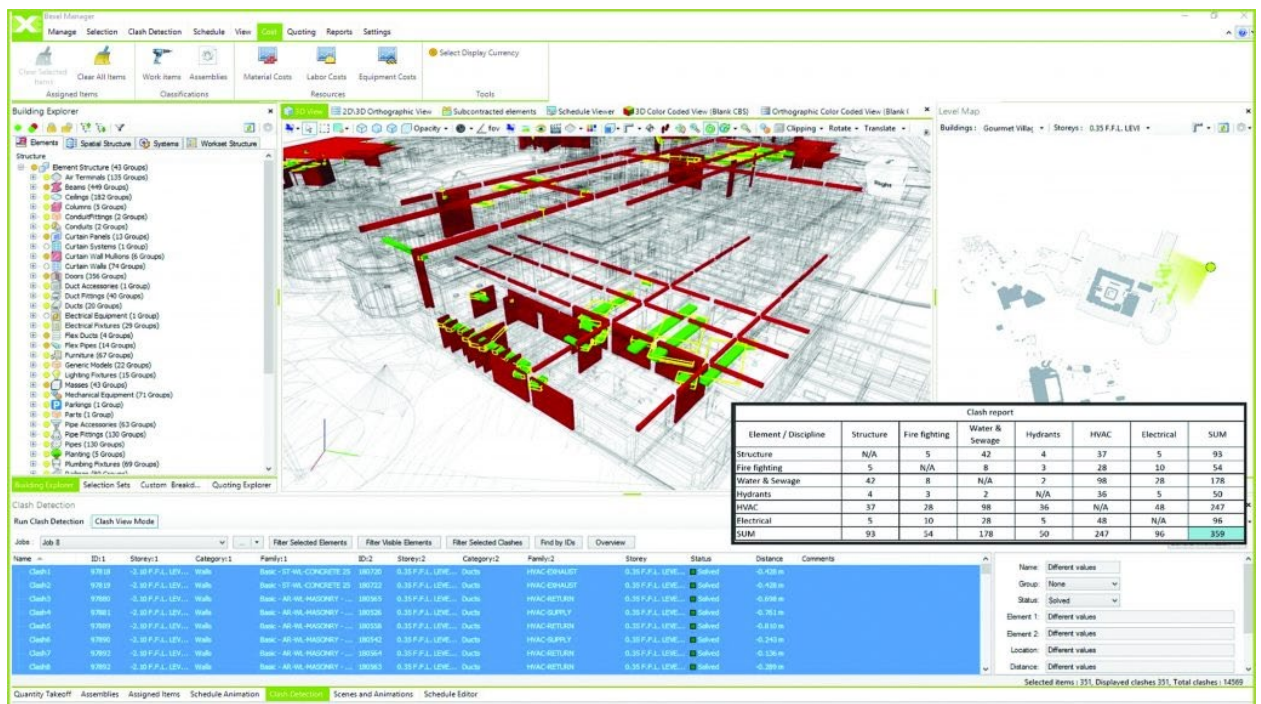


Рисунок 2.10 – Загальне вікно програми

Розглянемо виробниче приміщення, де рівень шуму від обладнання становить 90 дБ(А). Встановлюється подвійна гіпсокартонна перегородка з мінеральною ватою товщиною 100 мм. За даними ISO 12354, така конструкція має звукопоглинання $R_w = 45$ дБ:

- початковий рівень: 90 дБ(А);
- зменшення завдяки перегородці: ~ 45 дБ;
- рівень у сусідньому приміщенні: близько 45 дБ(А).

Це вже відповідає вимогам охорони праці для офісних приміщень, де допустимий рівень шуму за німецькими нормами становить приблизно 45–50 дБ(А).

Акустична карта на базі CadnaA (DataKustik) з нашими вихідними даними створена і відображена нижче (рис 2.11); вона показує розподіл рівнів звуку в приміщенні 30×20 м за моделлю сферичного розсіювання з джерелом 90 дБ(А) на 1 м і вертикальною перегородкою з індексом звукоізоляції $R_w = 45$ дБ на $x = 15$ м. У прикладі в точці (20,10) рівень до перегородки 70 дБ(А), після застосування $R_w - 25$ дБ(А) (зниження 45 дБ).

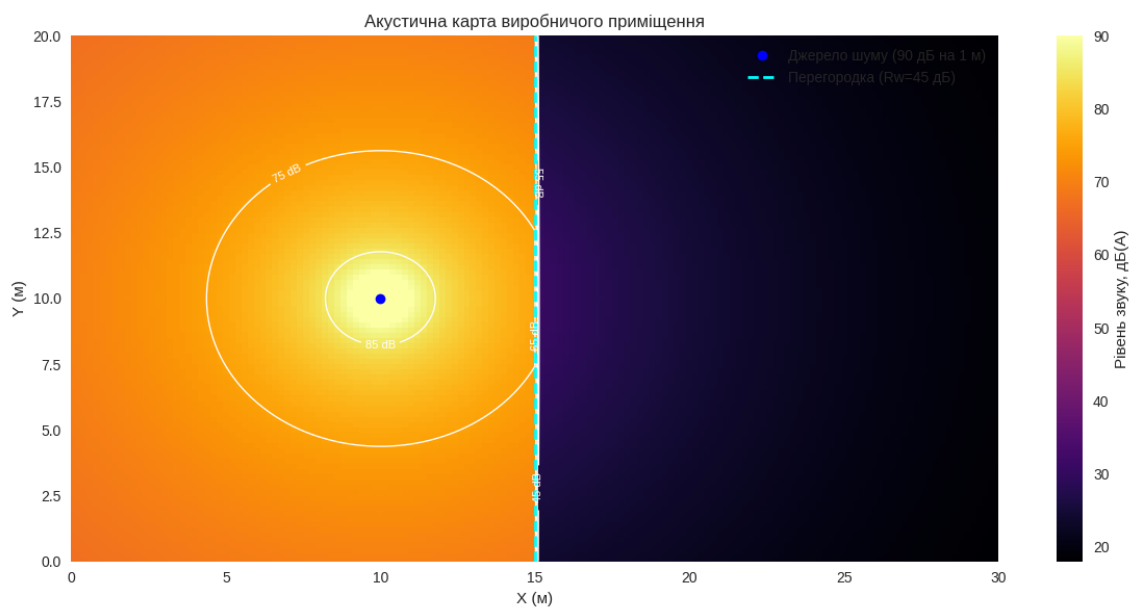


Рисунок 2.11 – Результат акустичного розрахунку

Що можна бачити на карті:

- колірна карта (heatmap) відображає рівень звуку (L_p) у ДБ(А) по площині; контури проведені для рівнів 85, 75, 65, 55, 45 дБ;
- синя точка позначає джерело шуму у координатах (10,10);
- пунктирна вертикальна лінія показує положення перегородки на $x = 15$ м.

Використана в акустичних розрахунках модель і припущення полягає в тому, що джерело шуму ($L_0 = 90$) дБ(А) на 1 м надає поширення як просте сферичне розсіяння з формулою [18]:

$$L_p(x,y) = L_0 - 20\log_{10}(r), \quad (2.1)$$

де (r) — відстань від джерела до точки, але мінімум ($r=1$) м (щоб уникнути нескінченності).

Шумозахисна перегородка – це вертикальна стіна на ($x=15$) м, повністю перекриває по (y). Для точок праворуч від стіни, для яких пряма від джерела до точки перетинає стіну, застосовано додаткове зниження $R_w = 45$ дБ (тобто віднято 45 дБ від (L_p)). Сітка координат: крок 0.2 м по X та Y.

Ось приклад такого числового обчислення рівнів шуму за програмою (точка (20,10)) розрахуємо відстань до джерела [18]:

$$r = \sqrt{(20-10)^2 + (10-10)^2} = 10 \text{ м.} \quad (2.2)$$

Розрахуємо рівні до перегородки (без R_w):

$$L_p = 90 - 20\log_{10}(10) = 90 - 20 = 70 \text{ dB(A)}$$

Після застосування перегородки (оскільки пряма перетинає $x=15$):

$$70 - 45 = 25 \text{ dB(A)}.$$

Зниження через перегородку складає 45 дБ (за заданим R_w).

Важливо врахувати обмеження цієї моделі. Модель не враховує дифракцію, відбиття від стін, частотну залежність матеріалів, внутрішні резонанси, та реальні шляхи поширення в приміщенні. R_w — це однозначна оцінка звукоізоляції, яка в реальності залежить від частоти; у більш професійних розрахунках використовують багатосмугові моделі та стандарти (наприклад, норми для будівельних конструкцій).

Для точних рішень охорони праці та проєктування звукоізоляції рекомендовано робити багатосмугові розрахунки або вимірювання на місці.

В якості звіту за розрахунком побудовані таблиці рівнів звуку у вибраних точках приміщення (табл. 2.2). Нижче наведено таку таблицю (табл. 2.2) з розрахунками рівнів звуку для вибраних точок у приміщенні (30 x 20) м з джерелом у точці координат (10,10) і початковим рівнем ($L_0 = 90$) дБ(А) на 1 м. Використана модель [18]:

$$L_p = L_0 - 20 \log_{10}(r), \quad (2.3)$$

де (r) — відстань до джерела (мінімум ($r=1$) м).

Вертикальна перегородка на $x = 15$ м має $R_w = 45$ дБ; для точок праворуч від перегородки ($x > 15$), для яких пряма від джерела до точки перетинає перегородку, застосовано додаткове зниження 45 дБ.

Надаємо до нашого розрахунку пояснення перевірки перетину перегородки. Для точки ((x,y)) пряма від джерела ($(10,10)$) перетинає вертикаль ($x=15$), якщо ($x > 15$) і при параметрі

$$t = \frac{15-10}{x-10} = \frac{5}{x-10},$$

значення

$$y_{15} = 10 + t \cdot (y - 10) \quad (2.4)$$

лежить у межах $([0, 20])$ і $(0 < t < 1)$. У такому випадку застосовано зниження (45) дБ.

Таблиця 2.2 – Результат акустичних розрахунків (вибрані точки)

Точка	Координати (м)	Відстань (r) (м)	Lp до перегородки (дБ)	Перетинає перегородку?	Lp після (дБ)	Зниження (дБ)
A	(12,10)	2,000	84,0	Ні	84,0	0,0
B	(14,10)	4,000	78,0	Ні	78,0	0,0
C	(16,10)	6,000	74,4	Так	29,4	45,0
D	(20,10)	10,000	70,0	Так	25,0	45,0
E	(25,15)	15,811	66,0	Так	21,0	45,0
F	(5,5)	7,071	73,0	Ні	73,0	0,0
G	(15,12)	5,385	75,4	На самій перегородці (x=15)	75,4	0,0

Примітки до таблиці: Відстані та рівні округлено до одного знаку після коми. Для точок праворуч від $x=15$, де пряма від джерела перетинає перегородку, застосовано однорідне зниження $R_w = 45$ дБ (частотно-незалежне наближення). Точка G лежить на перегородці ($x=15$) – до неї R_w не застосовується.

Надаємо детальний приклад обчислення – точка D (20,10) [18]:

1. Відстань:

$$r = \sqrt{(20-10)^2 + (10-10)^2} = 10 \text{ м.}$$

2. Рівень без перегородки:

$$L_p = 90 - 20 \log_{10}(10) = 90 - 20 = 70 \text{ дБ(А)}.$$

3. Перевірка перетину: для ($x=20$) маємо:

$$t = \frac{5}{20-10} = 0.5,$$

$$y_{15} = 10 + 0.5 \cdot (10 - 10) = 10$$

— у межах $[0,20]$, отже пряма перетинає перегородку.

4. Рівень після застосування R_w :

$$L_{p,\text{після}} = 70 - 45 = 25 \text{ дБ(А)}.$$

5. Зниження: $(70 - 25 = 45)$ дБ.

Таблиця 2.2 показує, що для точок, що «закриті» перегородкою (пряма від джерела до точки перетинає $x=15$), модель дає зниження рівня на величину $R_w = 45$ дБ. Для інших точок рівень визначається лише відстанню.

Обмеження нашого комп'ютерного розрахунку – це спрощена модель: не враховано дифракцію звуку навколо країв перегородки, відбиття від стін, частотну залежність матеріалів, внутрішні резонанси та акустичні шляхи, що можуть зменшувати або збільшувати реальне зниження; R_w на практиці залежить від частоти — професійні розрахунки роблять багатосмугові (октавні) оцінки; у реальному приміщенні відбиття можуть підвищувати рівні у деяких точках (стоячі хвилі).

2.3.4 Заходи та засоби, що забезпечують електробезпеку

Електробезпека є одним з найважливіших аспектів на будівельних майданчиках, де часто використовується велика кількість електроінструментів та обладнання. Заходи регулюються DGUV Vorschrift 3 [25]: захисне

заземлення та занулення; захисне відключення; ізоляція; регулярні перевірки та навчання.

Конкретно це: обов'язкове заземлення металевих частин електрообладнання, що можуть опинитися під напругою; використання низької напруги; використання пристроїв захисного відключення (ПЗВ) для швидкого відключення електромережі у разі виникнення струму витоку; забезпечення надійної ізоляції струмоведучих частин електрообладнання та кабелів; застосування переносних електроінструментів та світильників з напругою не вище 42 В у особливо небезпечних умовах; проведення регулярних перевірок електрообладнання та електромереж кваліфікованим персоналом; навчання працівників правилам електробезпеки та надання першої допомоги при ураженні електричним струмом.

2.4 Приклад організації роботи з охорони праці на одному з об'єктів будівництва (точніше, реконструкції) Schnarr Erdbewegung

2.4.1 Реальний об'єкт реконструкції Schnarr Erdbewegung

Фірма отримала будівельне замовлення на реконструкцію старовинної існуючої історичної будівлі 1911 р. побудови в місті Ельванген. Його вигляд надано на рис. 2.12.



Рисунок 2. 12 – Фасад реконструйованого будинку

Будинок чотириповерховий, зведений із цегли з поперечними несучими стінами. Розріз його надано на рис. 2.13.

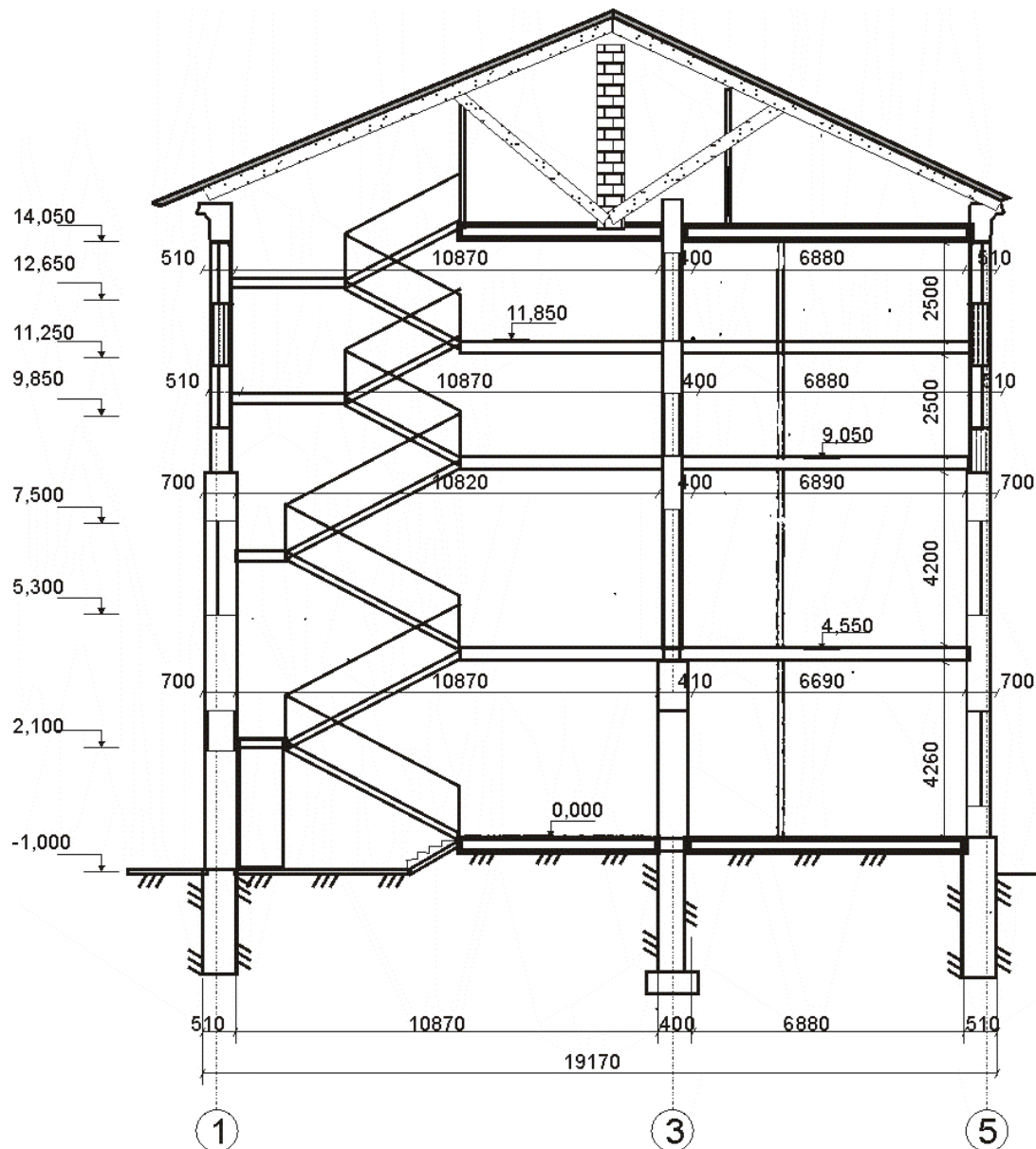


Рисунок 2. 13 – Поперечний розріз реконструйованої будівлі

Перекрытия й покрівля - дерев'яні; на жаль, стали непридатними та потребують заміни. Згідно з проектом, запропоновано заміну перекриттів і покрівлі на виготовлені із сучасних матеріалів, внаслідок чого рівень вогнестійкості зросте, і будинок стане комфортним та безпечним для проживання людей. На даний момент значна частина конструкцій будинку пошкоджена корозією.

Реорганізація внутрішніх приміщень – незначна, і викликана виключно потребою привести номенклатуру наявних приміщень до вимог, що

висуваються згідно з сучасними стандартами. Велика кількість робіт пов'язана з встановленням всередині приміщень сучасної комп'ютерної техніки (комп'ютерів, факсів, копіїв тощо), а також пристосуванням існуючої системи інженерних мереж під їхні потреби.

Максимальна висота будівлі – 19,450 м. Габаритні розміри: 18,610 x 19,170 м.

Результати обстеження будинку вказують на потребу в широкому дослідженні будівельних конструкцій та їхній діагностиці. Оцінка технічного стану будівлі визначається, виходячи з величини фізичного зносу загалом.

Частини будівлі, що підлягають перебудові: (перелік виконуваних будівельною компанією Schnarr Erdbewegung при реконструкції технологічних операцій), це – часткова заміна дерев'яних перекриттів на збірні залізобетонні плити індивідуального виготовлення, що укладаються на металеві балки; заміна покрівлі з листового заліза на покриття з азбестоцементних хвилястих листів; укріплення цегляних простінків та цегляних стовпів; зведення перегородок з гіпсокартонних листів; підвісних стель із гіпсокартонних плит по металевій обрешітці; нових підлог у місцях реконструкції перекриття. Також зовнішнє оздоблення – закладення тріщин та вибоїн у зовнішній штукатурці, штукатурення ділянок після укріплення простінків та внутрішнє оздоблення.

2.4.2 Будівельний генплан забудови

Проектування будівельного генерального плану об'єкта полягає у визначенні складу й раціонального розміщення будівельного комплексу на території будівництва на певний період перебудови.

Слід зазначити, що будівництво (реконструкція) провадиться в умовах стісненої житлової забудови історичної частини міста. Це накладає дуже суттєві обмеження на роботу будівельних механізмів (рис. 2.14)

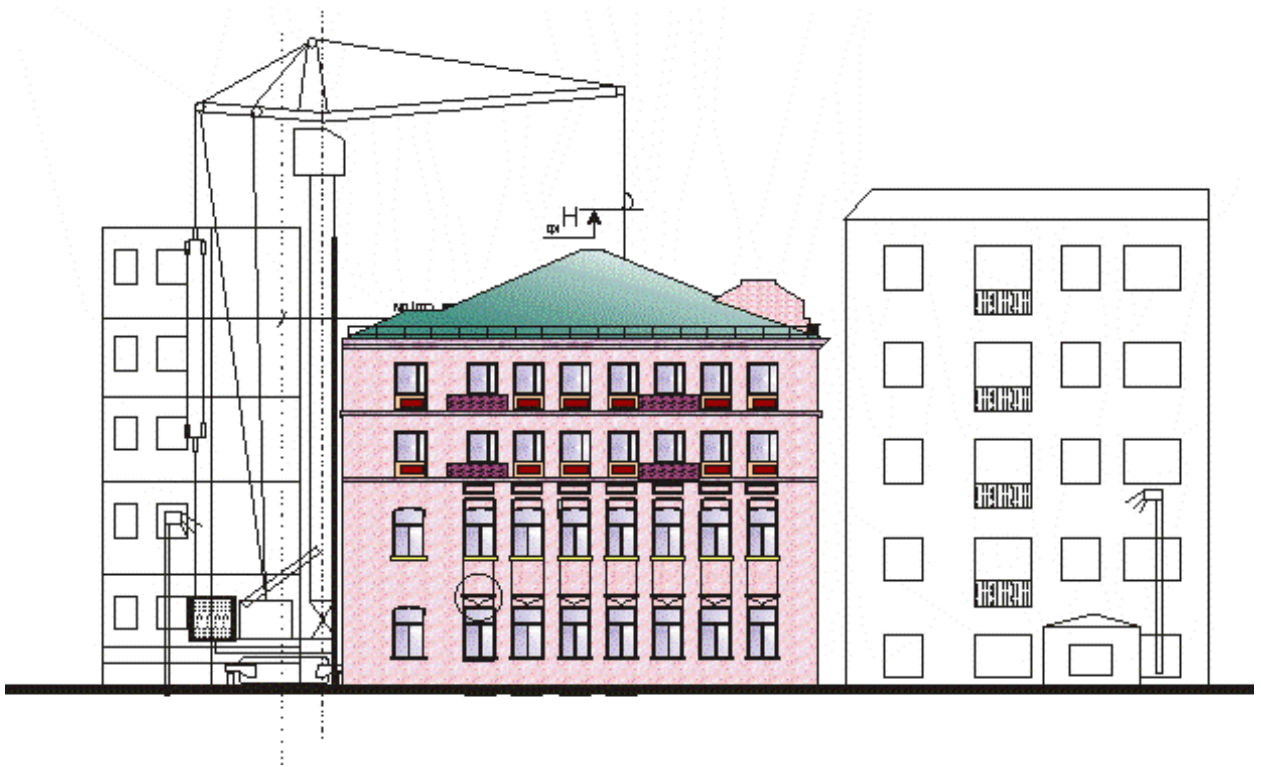


Рисунок 2.14 – Розріз до будгенплану

Вихідними даними для складання будгенплану (рис. 2.15) були: статутний план об'єкта, основні технологічні та будівельні рішення проекту, календарний графік виконання робіт, потреба в кваліфікованих кадрах, відомість про потребу в будівельних матеріалах і конструкціях.

Оскільки перебудова будівлі здійснюється з відселенням, тимчасові приміщення для робітників ІТП відводяться всередині будівлі на поверхах, де не виконується перебудова перекриттів і посилення конструкцій.

Відкриті склади будівельних конструкцій розміщуються вздовж шляху руху підйомників. Закриті склади розташовуються всередині будівлі.

На територію ремонтно-будівельного майданчика підведені кільцева й тупикова з розворотною площадкою тимчасові дороги. У районі відкритих складів будівельних конструкцій тимчасові дороги мають розширення.

Територія будмайданчика огорожена по периметру тимчасовим металевим огороженням висотою 2 м.

2.4.3 Підбір баштового крану та вирахування небезпечних зон при його роботі

Робота проєктантів Schnarr Erdbewegung над реконструкцією почалася із підбору потрібного баштового крану. Рекомендації для них при виборі крану полягають в наступному: потрібно підтвердити потрібну гачкову висоту (висота гака над рівнем ґрунту) після врахування фундаменту та підстави крана; уточнити конфігурацію башти (кількість секцій) у постачальника — саме вона визначає, чи досягне 20–25 м, та перевірте вантажні характеристики при 25 м вильоті — бо різні модифікації мають різну вантажопідйомність на кінці стріли. Ризики та обмеження при підборі крану ускладнюють транспортування і монтаж: додаткові секції підвищують логістику й час монтажу, а при висоті 20–25 м потрібно враховувати місцеві вітрові умови та обмеження експлуатації. Потрібно перевіряти технічний паспорт для конкретної конфігурації.

Найбільш підходящий приклад, за їхніми висновками — німецький баштовий кран WOLFF 4518 City з базовим вильотом стріли 25 м, який при конфігурації башти легко забезпечує робочу висоту в діапазоні 20–25 м; альтернативи тому — WOLFF 7032.12 Clear (25 м вильоту) або Liebherr 25 L (25 м вильоту, стандартна гачкова висота 19.1 м, потребує додаткових секцій для 20–25 м). Їхні технічні дані та технічні креслення наведені в проспектах [26, 27, 28] та в стислому вигляді занесено в табл. 2.3.

WOLFF 4518 City має 25 м базовий виліт і проєктується для міських умов з можливістю нарощування башти та різними варіантами підстави (стаціонарна або на ходовому каркасі). Це робить його першим вибором, якщо вам потрібен 25 м вильот і робоча висота 20–25 м. WOLFFKLAN WOLFF 7032.12 Clear також доступний з 25 м базовим вильотом і має гнучку систему секцій та опції підйому; підходить для більших навантажень або коли потрібні додаткові опції. Liebherr 25 L — компактний швидко-зіібраний кран з вильотом 25 м, але стандартна максимальна гачкова висота — 19.10 м; для досягнення 20–25 м потрібні додаткові секції або інша конфігурація.

Таблиця 2.3 – Порівняльна таблиця до підбору основного будівельного механізму

Модель	Виліт стріли	Тип/примітка щодо висоти	Чому підходить
WOLFF 4518 City	25 м	Можлива конфігурація башти для 20–25 м робочої висоти	Компактний міський кран, швидке встановлення [26].
WOLFF 7032.12 Clear	25 м	Система секційної башти; висота залежить від конфігурації	Більш потужний варіант з опціями зовнішнього/внутрішнього підйому. [27]
Liebherr 25 L	25 м	Стандартна гачкова висота 19.10 м; можна додати секції для більшої висоти	Швидко встановлюваний L-серії. [28]

2.4.4 Розрахунок небезпечної зони при роботі баштового крана в Німеччині (за німецькими нормами)

Небезпечна (заборонена) зона при роботі баштового крана з вильотом стріли 25 м за німецькими вимогами охорони праці [30] охоплює горизонтальну площину радіусом мінімум 25 м від осі башти (зона під стрілою), а для практичної безпеки рекомендовано встановити огорожу радіусом 25 м + додатковий буфер 5–10 м (тобто 30–35 м в сумі), причому підвішені вантажі та зона падіння мають бути повністю вільні від людей; остаточний розмір визначається індивідуально в результаті оцінки ризиків (Gefährdungsbeurteilung). [30].

Основні принципи безпеки при роботі крана (що вимагає німецьке законодавство): заборонено перебування людей під підвішеними вантажами;

оператор і замовник повинні організувати огороження та заходи, що виключають доступ. Безпека визначається через Gefährdungsbeurteilung відповідно до BetrSichV та DGUV-рекомендацій [30].

Мінімальні «технічні» зазори до рухомих частин крана — 0,5 м (системні вимоги до відстаней до будівель/конструкцій), але це не замінює зони виключення під стрілою [30].

Покрокова інструкція для проєктування небезпечної зони крана в Німеччині [30]:

1. Визначте центр крана і накресліть коло радіусом 25 м (виліт).
2. Додайте буфер 5–10 м для динаміки, позначте остаточну огорожу на відстані 30–35 м.
3. Врахуйте вітрові умови, масу вантажу, можливість обриву елементів — це може збільшити небезпечну зону.
4. Проведіть Gefährdungsbeurteilung (оцінку ризиків) згідно з BetrSichV та DGUV; за її результатами скоригуйте зони [30].
5. Встановіть фізичні бар'єри, знаки та відповідальних осіб; забороніть проходи й роботу під підвішеними вантажами [30].

На підставі цього для нашого прикладу реального будівельного об'єкта були вираховані небезпечні зони (табл. 2.4) та викреслені в графічному вигляді на рис. 2.15.

Таблиця 2.4 –Просторовий розрахунок небезпечних зон (практичний підхід)

Зона	Опис	Розрахунок	Рекомендація
Зона під стрілою (основна)	Місце, куди може потрапити підвішений	Радіус вильот стріли = 25 м	Рекомендовані буфери (5–10 м) – практична порада; юридично об-

Зона	Опис	Розрахунок	Рекомендація
	вантаж або уламки		ґрунтоване рішення має впливати з Gefährdungsbeurteilung
Буферна зона для динаміки/коливачь	Врахування коливачь вантажу, помилок позиціонування, падіння інструментів	+ 5–10 м	30–35 м (рекомендовано Gefährdungsbeurteilung)
Зона для монтажу/баласту/транспорту	Місця розміщення баласту, під'їзди техніки	Відокремити окремо від основної зони	залежить від плану монтажу
Вертикальна зона (будівля 20 м)	Роботи на висоті, ризик падіння предметів	Організувати захист від падіння предметів на підставі ASR/ASR A2.1 та DGUV	заборонити доступ під місцями робіт на висоті

2.4.5 Прибори безпеки на борту баштового крана WOLFF 4518 City

На борту баштового крана WOLFF 4518 City встановлені електронна система захисту від перевантаження WOLFFBoost, електронне вимірювання навантаження в стрілі, обмежувач робочого простору, анемометр з сигналізацією, захист від обриву троса катка, антиколізійний інтерфейс та система передачі даних WOLFFLink — всі ці пристрої й опції описані в технічному паспорті виробника [26] (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Перелік основних пристроїв безпеки (баштовий кран WOLFF 4518 City)

№	Пристрій безпеки	Оригінальна назва	Призначення
1.	Електронна система захисту від перевантаження	WOLFFBoost	автоматичне обмеження вантажопідйомності та меню-керовані налаштування захисту
2.	Електронне вимірювання навантаження в секції стріли	load measuring device	дає реальну інформацію про навантаження на різних радіусах.
3.	Обмежувач робочого простору	working space limiter/ slew and outreach limiters	програмні/апаратні кінцеві вимикачі для обмеження вильоту і повороту
4.	Антиколізійний інтерфейс	anti collision interface	інтеграція з іншими кранами/системами для запобігання зіткненням
5.	Захист від обриву троса катка	trolley rope breakage safety device	механічно/електронно контролює цілісність ходових тросів

№	Пристрій безпеки	Оригінальна назва	Призначення
6.	Анемометр з сигнальними ліхтарями та автоматичною системою реагування на вітер	wind sensor; automatic windforce compensation / wind cut-off	попереджає та блокує рухи при перевищенні допустимого вітру
7.	Інкрементальні/абсолютні енкодери для всіх рухів		точне позиціонування й контроль швидкостей
8.	Автоматична переобв'язка/переключення канатних ходів	automatic re-reeving device	знижує ризик помилок при зміні кількості гілок підйому
9.	кабіна з графічним дисплеєм або дистанційне керування з дисплеєм		відображення діагностики, попереджень і параметрів безпеки
10.	Система передачі даних	WOLFFLink	віддалений моніторинг стану крана і логів подій

Перед зміною зміни крановику потрібно перевіряти роботу WOLFFBoost, покази датчика навантаження і анемометра; фіксувати покази в журналі.

При складанні будгенплану активно задіється обмежувач робочого простору (на другій стоянці крана, де виліт стріли обмежується до 16 м.

2.4.6 Основні вимоги безпеки на будівельному генеральному плані німецького будівельного майданчика фірми Schnarr Erdbewegung з баштовим краном WOLFF 4518 City

На генеральному плані будівельного майданчика з баштовим краном в Німеччині обов'язково позначають [5] місце та конструкцію фундаменту підкранових шляхів крана з розрахунком несучої здатності ґрунту (рис. 2.16), зони безпеки й огороження навколо крана, безпечні відстані до електроліній і котлованів, маршрути під'їзду/евакуації та місця складування вантажів; всі ці елементи мають бути підтверджені технічною документацією та інспекціями.

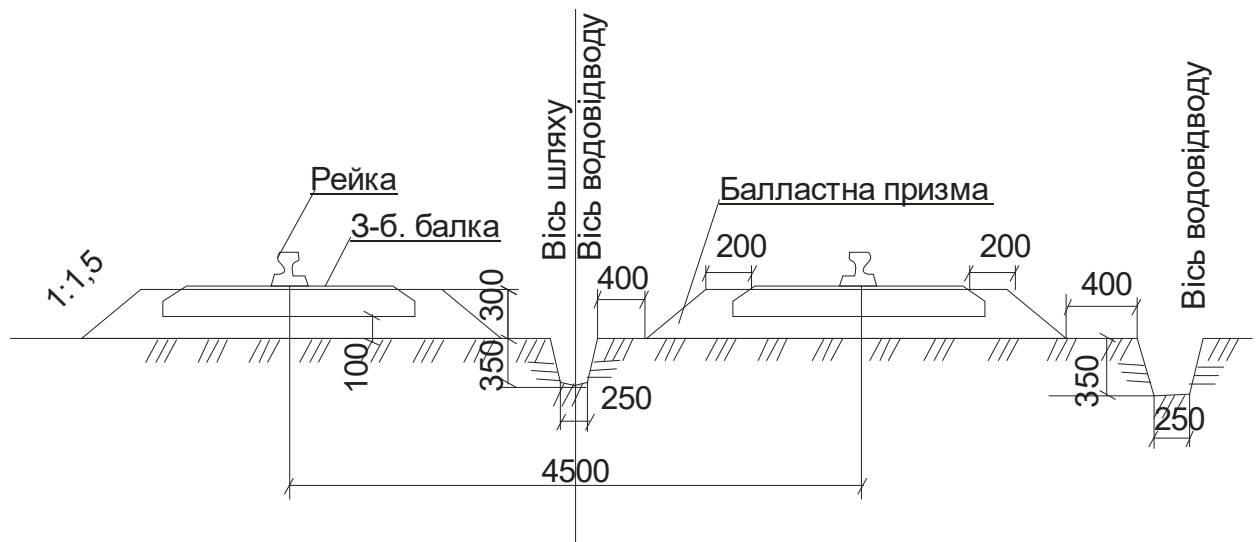


Рисунок 2.16 – Влаштування підкранових шляхів для WOLFF 4518 City

На плані вказують [5] тип фундаменту підкранових шляхів (бетонна плита/свайний фундамент/рельсова основа), розміри, несучу здатність ґрунту та підпірні конструкції; критично потрібен статичний розрахунок і протокол перевірки підстави. Мінімальні відстані 0,5–1,0 м між рухомими частинами крана і стаціонарними перешкодами; позначають заборонені зони для персоналу, огорожі та проходи для обслуговування. Відстані до котлованів і краю траншей контрольовані [5]. Це є дотримання вимог стійкості бортів і захисних смуг (наприклад, мін. 0,6 м захисного простору біля котлованів або розрахунок стійкості). На плані вказують відстані до повітряних ліній, точки

контакту з мережею, заходи узгодження з енергопостачальником та засоби захисту електробезпеки (заземлення, RCD) (рис. 2.17).

Маршрути руху та логістика, тобто під'їзди для монтажу/демонтажу, місця для розвороту автотранспорту, зони тимчасового зберігання матеріалів, під'їзди для пожежної техніки — все має бути нанесено й узгоджено.

Операційні та організаційні вимоги [5] включають в себе план підйомних операцій (Lifting plan) (маршрути підйому, граничні навантаження, сертифікати вантажозахватних пристроїв, відповідальні особи, що є обов'язковим); відбивають інспекції та технічне обслуговування: (щоденні, часті та періодичні перевірки крана згідно рекомендацій (документація FEM / виробника)).

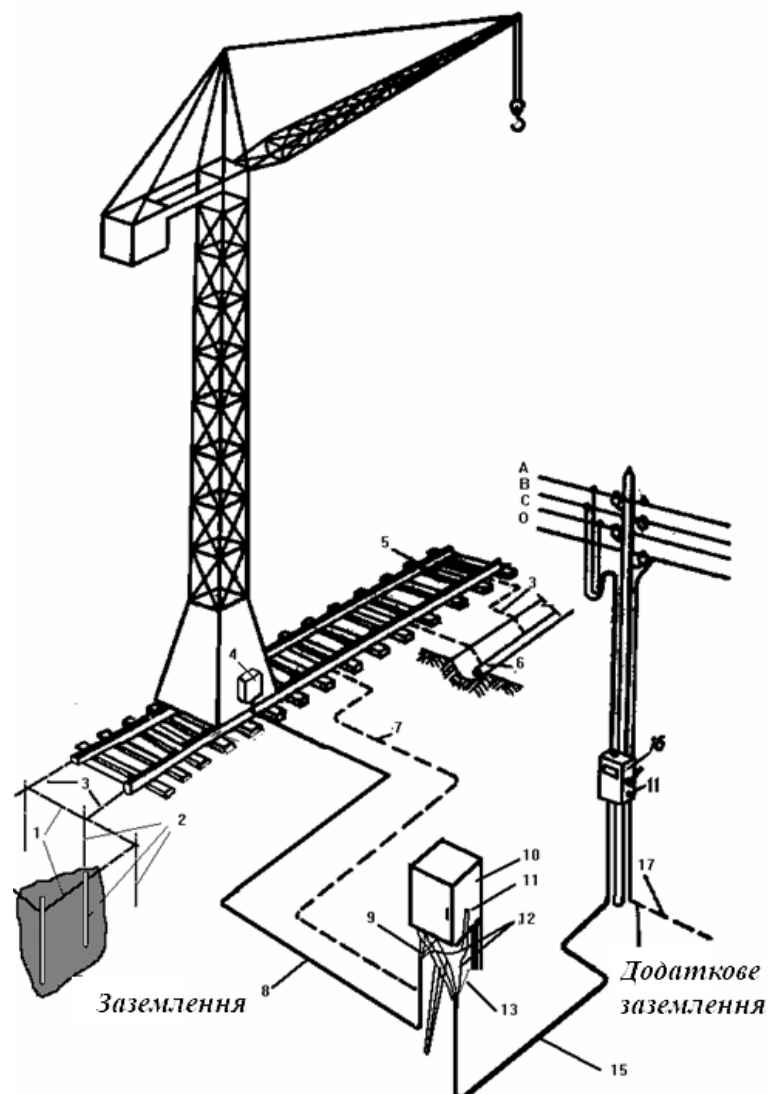


Рисунок 2.17 – Забезпечення електробезпеки експлуатації баштового крана

WOLFF 4518 City: A,B,C - фазні проводи лінії електропостачання; 0, 12 - нульові проводи лінії; 1 - горизонтальна сполучна сталева смуга 40x4мм; 2 - вертикальні заземлювачі; 3 - провідник, що заземлює, (дріт діаметром 6 мм); 4, 10 - силові шухляди на крані й основна; 5 - перемичка між нитками рейок (приварюється); 6 - варіант заземлювача у виді труби; 7 - провідник, що з'єднує металевий корпус силової шухляди крана з нитками рейок; 8 - гнучкий шланговий чотирьохжильний кабель; 9 - фазні проводи гнучкого кабелю; 11 - болт, що заземлює; 13 - провідник, що заземлює ізоляцію кабелю; 14 - фазні проводи живильного кабелю; 15 - живильний чотирьохжильний кабель; 16 - рубильник розриву; 17 - провідник, що заземлює.

На плані вказують також відповідальних за монтаж/експлуатацію; оператори мають мати відповідні допуски та інструктажі.

Координація з іншими кранами обумовлена вимогами [5]: якщо на майданчику кілька кранів — позначають зони взаємного впливу, обмеження повороту та процедури синхронізації. Для нашого випадку це не характерно: (працює один кран).

Захист сторонніх осіб та екстрені заходи позначаються на генеральному плані. До них відноситься огороження майданчика, пішохідні обходи, попереджувальні знаки та тимчасові дорожні обмеження; маркування зон падіння вантажу; та план евакуації, доступ для рятувальних служб, освітлення та сигналізація .

2.5 Рекомендації для українських будівельних компаній щодо адаптації до стандартів охорони праці країн Євросоюзу

2.5.1 Загальні вказівки

Наведені вище в прикладі реального будівництва вимоги — за німецькими стандартами, для робіт в Україні слід застосовувати місцеві норми та погоджувати їх з інженером з охорони праці.

Взагалі адаптація української будівельної компанії до німецьких стандартів охорони праці вимагає не лише технічного переоснащення, а й глибокої трансформації корпоративної культури безпеки.

Рекомендації про це структуровані за такими напрямками, як правові та адміністративні аспекти; організаційні заходи; технічні заходи; культура безпеки та навчання.

Вони передбачають наступне реєстрація в BG BAU, оформлення сертифікатів A1 та декларування відряджених працівників; впровадження системи управління охороною праці (СУОП), проведення оцінки ризиків (Gefährdungsbeurteilung) німецькою мовою та взаємодія з координатором SiGeKo; забезпечення відповідності обладнання стандартам CE, використання сертифікованих ЗІЗ та впровадження систем електробезпеки (Baustromverteiler).

Детальний план адаптації додається нижче. Це допоможе будь-якій українській компанії, переходячи на німецькі стандарти, мінімізувати юридичні ризики та забезпечити високий рівень безпеки на німецьких будівельних об'єктах.

2.5.2 Організаційні заходи та управління безпекою

Впровадження системи управління охороною праці (СУОП) передбачає розробити та впровадити СУОП, що відповідає німецьким стандартам (наприклад, на основі ISO 45001 або DGUV Vorschrift 1). Це включає оцінку ризиків (Gefährdungsbeurteilung), що має під собою проведення детальної

оцінки ризиків для кожного виду робіт та робочого місця, з урахуванням специфіки німецьких будівельних об'єктів. Документація повинна бути німецькою мовою [6].

Наступним етапом є розробка інструкцій – створення чітких та зрозумілих інструкцій з охорони праці для всіх видів робіт, адаптованих до німецьких норм та перекладених на мови, зрозумілі працівникам. На будівельних об'єктах, де працюють декілька підрядників, обов'язкова співпраця з призначеним SiGeKo (Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator). Компанія повинна активно взаємодіяти з ним, надавати необхідну інформацію та дотримуватися його вказівок [29].

Навчання та підвищення кваліфікації персоналу має велику роль, що в свою чергу означає: спеціалізоване навчання – проведення навчання з охорони праці для всіх працівників відповідно до німецьких стандартів (DGUV Regel, ASR). Це включає первинні, повторні та цільові інструктажі. Можливо, залучення німецьких фахівців для проведення навчання.

Підготовка фахівців з ОП являє собою навчання одного або кількох співробітників на посаду Fachkraft für Arbeitssicherheit (Sifa) або залучення зовнішнього Sifa.

На останнє слід указати на формування проактивної культури безпеки, де кожен працівник усвідомлює свою відповідальність та активно бере участь у процесах забезпечення безпеки. Заохочення повідомлень про небезпечні ситуації та пропозицій щодо покращення.

2.5.3 Технічні заходи та обладнання

Організаційні заходи з охорони праці в Німеччині підкріплюються також технічними. Вони мають у своєму складі відповідність обладнання та інструментів, тобто все обладнання, машини та інструменти повинні відповідати європейським стандартам (СЕ-маркування) та проходити регулярні перевірки (наприклад, DGUV V3 для електроінструменту) [30].

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) мають дуже велике значення. Це на практиці означає забезпечення працівників ЗІЗ, що відповідають німецьким стандартам (EN-норми). Це може включати більш високі вимоги до якості та функціональності ЗІЗ (наприклад, каски з підборідним ременем, захисне взуття S3) [32].

Колективні засоби захисту мають не менш важливе значення при забезпеченні пріоритету колективних засобів захисту (огороження, захисні сітки, риштування) над індивідуальними. Встановлення та використання цих засобів повинно відповідати ASR та DGUV Regel [33].

Питання електробезпеки включають використання будівельних електрощитів (Baustromverteiler) з обов'язковими пристроями захисного відключення (RCD/FI-Schalter) типу В. Регулярна перевірка електроустановок та електроінструменту [11].

Слід нагадати також про забезпечення належних санітарно-побутових умов на будівельному майданчику відповідно до ASR A4.1 та A4.2 (роздягальні, душові, туалети, місця для відпочинку та прийому їжі) [16].

2.5.4 Моніторинг та постійне вдосконалення

Цей пункт включає внутрішній аудит, зовнішній аудит та аналіз інцидентів. Детальніше це означає регулярне проведення внутрішніх аудитів системи охорони праці для виявлення недоліків та можливостей для покращення; розгляд можливості залучення німецьких експертів для проведення незалежного аудиту відповідності стандартам охорони праці; ретельний аналіз усіх нещасних випадків та небезпечних ситуацій (Beinaheunfälle) для виявлення першопричин та розробки коригувальних заходів.

Висновки по розділу 2

Для успішної інтеграції на німецький будівельний ринок та забезпечення відповідності високим стандартам охорони праці, українським компаніям необхідно здійснити комплексні заходи. Ці комплексні рекомендації охоплюють як правові, так і організаційні та технічні аспекти.

Ефективна система охорони праці в будівельній фірмі в Німеччині неможлива без чітко визначених організаційних заходів. Ці заходи спрямовані на формування культури безпеки, підвищення кваліфікації працівників та оптимізацію робочих процесів.

Технічні заходи є невід'ємною частиною комплексної системи охорони праці, спрямованої на усунення або мінімізацію впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Вони мають пріоритет над організаційними та особистими заходами згідно з STOP-принципом [8].

В якості прикладу розглянуто організацію роботи з охорони праці на німецькому будівельному майданчику. Виконано підбір крана за умови його безпечної експлуатації та розрахунок для його роботи небезпечних зон.

В програмі Dialux EVO виконаний розрахунок освітлення для одного із приміщень, яке будується фірмою Schnarr Erdbewegung. У Німеччині можна провести точні комп'ютерні моделювання шуму за допомогою програм на кшталт CadnaA чи SoundPLAN, які враховують стандарти DIN та ISO, і отримати конкретні значення зниження шуму в децибелах. Нами виконаний такий розрахунок.

Розроблено покрокові рекомендації, що охоплюють правові, організаційні та технічні аспекти, які допоможуть українській компанії успішно інтегруватися в німецьке будівельне середовище.

3 БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Класифікація надзвичайних ситуацій в Німеччині

В Україні, як відомо, існує [34] та Національний класифікатор ДК 019:2010 «Класифікатор надзвичайних ситуацій» [35] – один зі головних складників комплексу національних класифікаторів. В класифікаторі зазначено впорядковані назви сучасних надзвичайних ситуацій (НС), які можуть виникнути в Україні, та їхні коди.

У Німеччині немає єдиної “класифікації надзвичайних ситуацій”, як в законодавстві України, але існує офіційна система цивільного захисту (Bevölkerungsschutz), яка поділяє НС за типами: природні, техногенні, біологічні та соціальні. Вона закріплена у федеральних законах та стандартах, зокрема у “Gesetz über den Zivilschutz und die Katastrophenhilfe” (ZSZG) та документах Федерального відомства цивільного захисту і допомоги при катастрофах (BBK).

Основні категорії надзвичайних ситуацій у Німеччині – це:

1) Природні катастрофи (Naturkatastrophen) – повені (Hochwasser); штормові вітри, урагани (Sturm, Orkan); лісові пожежі (Waldbrände); землетруси (Erdbeben).

2) Техногенні аварії (Technische Gefahren), які включають аварії на транспорті (Verkehrsunfälle великого масштабу); хімічні аварії (Chemieunfälle); радіаційні інциденти (Strahlenunfälle); вибухи та пожежі на промислових об'єктах.

3) Біологічні та медичні загрози (Biologische Gefahren), тобто епідемії та пандемії (наприклад, COVID-19: це було дуже актуально для Німеччини свого часу (в період пандемії COVID)); масові отруєння; зоонози (поширення небезпечних хвороб від тварин).

4) Соціальні та безпекові кризи (Gesellschaftliche Gefahren) – терористичні акти; масові заворушення; військові конфлікти та їх наслідки.

Рівні реагування дещо інші, ніж в Україні. У Німеччині класифікація надзвичайних ситуацій більше орієнтована на масштаб та відповідальність органів влади:

1) Kommunale Ebene (муніципальний рівень) – це включає реагування місцевих служб (пожежна охорона, поліція, медики);

2) Länder-Ebene (земельний рівень) – уряд федеральної землі координує дії при великих катастрофах;

3) Bundesebene (федеральний рівень) – Федеральне відомство ВВК та інші структури залучаються при загрозах національного масштабу (наприклад, пандемія чи терористичні атаки).

Головною інституцією в Німеччині є ВВК (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) – головний орган, що відповідає за класифікацію та реагування на НС. А самі найважливі документи в Німеччині щодо НС – це є: ZSZG (Gesetz über den Zivilschutz und die Katastrophenhilfe) – закон про цивільний захист і допомогу при катастрофах; Katastrophenschutzpläne – плани цивільного захисту, які розробляються на рівні земель та муніципалітетів.

3.2 Порівняння класифікацій надзвичайних ситуацій у Німеччині та Україні

Отже, офіційна класифікація надзвичайних ситуацій у Німеччині існує, але вона не уніфікована, як в Україні (на кшталт [34 та 35]) – табл. 3.1. Вона базується лише на типах загроз (природні, техногенні, біологічні, соціальні) та рівнях реагування (муніципальний, земельний, федеральний). Це дозволяє гнучко організовувати систему цивільного захисту в Німеччині залежно від масштабу події.

Таблиця 3.1 – Порівняльна таблиця класифікації надзвичайних ситуацій в Україні та Німеччині.

Категорія	Україна (згідно ДК НС та законодавства)	Німеччина (BBK, ZSZG, плани цивільного захисту)
1	2	3
Природні	Повені, землетруси, урагани, пожежі, зсуви	Hochwasser (повені), Sturm/Orkan (бури), Waldbrände (лісові пожежі), Erdbeben (землетруси)
Техногенні	Аварії на транспорті, вибухи, пожежі, хімічні та радіаційні аварії	Verkehrsunfälle (масові ДТП), Chemieunfälle (хімічні аварії), Strahlenunfälle (радіаційні інциденти), Industriebrände (пожежі на заводах)
Біологічні/медичні	Епідемії, пандемії, масові отруєння	Epidemien/Pandemien (COVID-19), Zoonosen (хвороби від тварин), масові отруєння
Соціальні/безпекові	Терористичні акти, масові заворушення, військові конфлікти	Terroranschläge (теракти), Gesellschaftliche Unruhen (заворушення), Kriegsauswirkungen (наслідки війни)
Рівні реагування	Державний, регіональний, місцевий	Kommunal (муніципальний), Länder (земельний), Bund (федеральний)

Ключовими відмінностями обох систем є те (табл. 3.2), що в Україні класифікація уніфікована та закріплена у державних стандартах (ДК НС,

кодекс цивільного захисту); у Німеччині класифікація більш гнучка, орієнтована на тип загрози та рівень реагування, без єдиної централізованої таблиці на кшталт [35]. В Україні додатково визначаються рівні НС за масштабом (державний, регіональний, місцевий, об'єктовий); у Німеччині ж акцент робиться на координації між муніципалітетом, землею та федерацією.

Таблиця 3.2 – Детальніша порівняльна таблиця з прикладами нормативних документів та законів, які регулюють класифікацію надзвичайних ситуацій в Україні та Німеччині

Категорія	Україна	Німеччина
Природні НС	Закон України «Про правові засади цивільного захисту»; Державний класифікатор надзвичайних ситуацій (ДКНС)	Katastrophenschutzpläne земель; BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) – офіційні керівництва
Техногенні НС	ДКНС: аварії на транспорті, пожежі, вибухи, хімічні та радіаційні аварії	Gesetz über den Zivilschutz und die Katastrophenhilfe (ZSZG); технічні стандарти DIN/ISO для безпеки
Біологічні/медичні НС	Закон України «Про захист населення від інфекційних хвороб»; класифікація епідемій у ДКНС	Infektionsschutzgesetz (IfSG) – закон про захист від інфекцій; плани пандемічної готовності BBK

Категорія	Україна	Німеччина
Соціальні/безпекові НС	Закон України «Про боротьбу з тероризмом»; класифікація НС соціального характеру	Sicherheitsgesetze (закони про безпеку); Terrorismusbekämpfungsgesetz (закон про боротьбу з тероризмом)
Рівні реагування	Державний, регіональний, місцевий, об'єктовий (згідно ДКНС та постанов КМУ)	Kommunal (муніципальний), Länder (земельний), Bund (федеральний) – розподіл відповідальності у ZSZG
Ключові інституції	ДСНС України (Державна служба України з надзвичайних ситуацій)	ВВК (Федеральне відомство цивільного захисту і допомоги при катастрофах), THW (Technisches Hilfswerk – технічна допомога)

Це у вигляді інфографіки надано на рис. 3.1. На схемі видно, що Україна має Єдиний державний класифікатор ДКНС, який передбачає чіткі категорії – (природні, техногенні, біологічні, соціальні); та рівні НС – (державний, регіональний, місцевий, об'єктовий). Німеччина, на відміну від цього характеризується гнучкою системою загроз та рівнів; поділ на категорії – (природні, техногенні, біологічні, соціальні); рівні реагування – (муніципальний (Kommune), земельний (Länder), федеральний (Bund)).



Рисунок 3.1 – Інфографіка, яка наочно показує різницю між системою класифікації надзвичайних ситуацій в Україні та Німеччині

Ця схема добре ілюструє головну відмінність: в Україні – централізована класифікація, у Німеччині – децентралізована система реагування.

3.3 Аналіз потенційних надзвичайних ситуацій на будівельному об'єкті згідно системи цивільного захисту Німеччини (Bevölkerungsschutz)

На німецьких будівельних майданчиках, які є об'єктами діяльності фірми «Schnarr Erdbewegung» можуть виникати різноманітні НС, що вимагають швидкої та скоординованої реакції. До найбільш типових належать пожежі та вибухи, які можуть бути спричинені вогневими роботами (зварювання, різання), несправністю електрообладнання, неправильним зберіганням легкозаймистих матеріалів (паливно-мастильні матеріали, розчинники) або газових балонів; особливу небезпеку становлять пожежі в

закритих або обмежених просторах, де швидко накопичуються токсичні продукти горіння [36].

Падіння з висоти в Німеччині також розглядається саме серед НС, хоча воно частіше є причиною нещасних випадків, ніж НС, – однак масове падіння конструкцій або риштувань може призвести до множинних травм та загибелі людей, що кваліфікується за німецьким законодавством вже саме як НС. Падіння працівників з висоти залишається однією з найчастіших причин важких травм на будівництві Німеччини [11].

Обвали та руйнування конструкцій за німецьким законодавством відносяться до НС – обвали траншей, котлованів, елементів будівель, що зводяться або демонтуються, можуть призвести до засипання або травмування працівників; це також включає руйнування тимчасових споруд, таких як риштування або опалубка [37].

Аварії з вантажопідіймальною технікою – перекидання кранів, обрив строп, падіння вантажів можуть спричинити значні руйнування та травми; неправильна експлуатація або технічні несправності є основними причинами таких аварій.

В перелік НС в Німеччині входять хімічні інциденти: витік небезпечних хімічних речовин (кислоти, луги, розчинники), отруєння газами (наприклад, у каналізаційних системах або при роботі з певними матеріалами) можуть призвести до опіків, отруєнь та інших серйозних наслідків для здоров'я.

Також Gefahren включає медичні екстрені випадки – серцеві напади, інсульти, важкі травми, теплові удари або переохолодження, що вимагають негайної медичної допомоги.

3.4 Шляхи забезпечення безпеки персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації

Ефективне реагування на НС вимагає комплексного підходу, що включає планування, навчання, технічне оснащення та чітку координацію дій.

Німецьке законодавство та нормативи встановлюють високі вимоги до цих аспектів.

3.4.1 Планування та документація

Кожен будівельний об'єкт повинен мати детальний план дій у НС, який охоплює всі потенційні загрози: «План дій у надзвичайних ситуаціях» (Notfallplan) – (аналог українського ПЛАС). План має бути легкодоступним, зрозумілим для всіх працівників та містити:

- контакти екстрених служб (поліція: 110, пожежна/швидка: 112) та внутрішніх відповідальних осіб (Sifa, керівник об'єкта, Ersthelfer);
- схеми евакуації з позначенням шляхів евакуації, аварійних виходів та збірних пунктів (Sammelplatz) [38];
- місця розташування засобів пожежогасіння, аптечок, аварійних вимикачів електроенергії та газопостачання;
- алгоритми дій для різних типів НС (пожежа, обвал, травма тощо);
- план пожежної безпеки (Brandschutzordnung), який розробляється відповідно до ASR A2.2 та містить детальні інструкції щодо запобігання пожежам, дій у разі їх виникнення, використання засобів пожежогасіння та евакуації [36];
- матеріали з оцінки ризиків (Gefährdungsbeurteilung), які повинні включати аналіз ризиків виникнення НС та розробку відповідних заходів реагування.

3.4.2 Організаційні заходи

Вони полягають в наступному:

1) Призначення відповідальних осіб; наявність достатньої кількості навчених Ersthelfer (фахівців з першої допомоги, мінімум 10% від загальної кількості працівників на будівельному майданчику) та Brandschutzhelfer (помічників з пожежної безпеки) [39].

2) Навчання та тренування; регулярні інструктажі та практичні тренування з евакуації (Evakuierungsübungen), використання засобів

пожежогасіння та надання першої допомоги; працівники повинні чітко знати свої дії у разі НС.

3) Забезпечення ефективної системи оповіщення про НС (сирени, гучномовці, радіозв'язок, мобільні телефони); сигнал тривоги має бути чітко чутним на всьому об'єкті.

4) Чітка координація дій між усіма підрядниками на об'єкті, а також з місцевими екстреними службами; SiGeKo (Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator) відіграє ключову роль у координації заходів безпеки, включаючи реагування на НС [29].

3.4.3 Технічні засоби

Вони мають в своєму складі такі елементи:

1) Шляхи евакуації та аварійні виходи повинні бути достатньої ширини, вільними від перешкод, чітко позначеними знаками безпеки (відповідно до ASR A1.3 та ASR A2.3) та мати аварійне освітлення [38].

2) Засоби пожежогасіння – достатня кількість вогнегасників відповідного типу, пожежні гідранти, пожежні щити; регулярна перевірка та обслуговування цих засобів.

3) Аптечки та пункти першої допомоги повинні бути доступні, укомплектовані аптечки, що відповідають DGUV Information 204-022. На великих об'єктах – обладнані пункти першої допомоги [30].

4) Наявність надійних засобів зв'язку для виклику допомоги та координації дій.

5) Безпечне зберігання небезпечних речовин, що передбачає дотримання правил зберігання паливно-мастильних матеріалів, хімікатів, газових балонів для запобігання пожежам, вибухам та витокам.

3.5 Заходи щодо підвищення рівня пожежної безпеки на підприємстві

Пожежна безпека на будівельних об'єктах вимагає особливої уваги через наявність легкозаймистих матеріалів, тимчасових споруд та великої кількості джерел займання. Заходи регулюються ASR A2.2 [43]. Перелічимо їхні головні елементи:

1) План пожежної безпеки, що передбачає розробку детального плану пожежної безпеки для кожного об'єкта, що враховує німецькі норми (ASR A2.2) [43].

2) Навчання Brandschutzhelfer, тобто призначення та навчання достатньої кількості Brandschutzhelfer (помічників з пожежної безпеки) з числа працівників.

3) Засоби пожежогасіння – забезпечення об'єкта необхідною кількістю та типами вогнегасників, пожежних гідрантів та іншого обладнання.

Про ці три пункти докладніше можна сказати наступне. Розробка плану пожежної безпеки – являє собою створення детального плану, що включає схеми евакуації, розташування пожежного обладнання, відповідальних осіб та порядок дій у разі пожежі. План передбачає також організацію безпечного зберігання легкозаймистих та горючих матеріалів у спеціально відведених місцях, подалі від джерел займання та забезпечення вільних та чітко позначених шляхів евакуації, які не повинні бути зашарашені.

Призначення відповідальних осіб – це є призначення Brandschutzhelfer (помічників з пожежної безпеки), які пройшли спеціальне навчання та відповідають за організацію заходів пожежної безпеки та координацію дій під час пожежі. Сюди входить також видача нарядів-допусків на проведення вогневих робіт (зварювання, різання) та забезпечення постійного контролю за їх виконанням. Навчання працівників передбачає регулярне навчання працівників правилам пожежної безпеки, використанню первинних засобів пожежогасіння та діям у разі пожежі.

Забезпечення первинними засобами пожежогасіння передбачає наявність достатньої кількості вогнегасників, пожежних гідрантів, пожежних щитів з необхідним інвентарем. Сюди також можна віднести встановлення систем автоматичної пожежної сигналізації та оповіщення про пожежу.

Висновки по розділу 3

Будівельні майданчики є середовищем підвищеної небезпеки, де, попри всі превентивні заходи, можуть виникати надзвичайні ситуації (НС).

Україна має уніфікований державний класифікатор (ДК НС), який чітко визначає види та рівні НС. Німеччина, на відміну від цього, використовує систему законів та планів, де класифікація більш гнучка й залежить від типу загрози та рівня реагування.

В Україні акцент на єдиній централізованій системі класифікації НС, у Німеччині – на координації між муніципалітетом, землею та федерацією.

Ефективне управління НС в будь-якому разі, (як в Німеччині, так і в Україні), є критично важливим для збереження життя та здоров'я персоналу, мінімізації матеріальних збитків та забезпечення безперервності виробничих процесів.

У Німеччині вимоги до безпеки в НС чітко регламентовані законодавством та технічними правилами, такими як *Arbeitsstättenregeln* (ASR) та *DGUV Vorschriften*.

Цей розділ був присвячений аналізу потенційних НС на будівельному об'єкті німецької фірми та розробці шляхів забезпечення безпеки персоналу.

Безпека в надзвичайних ситуаціях на будівельному майданчику німецької фірми є результатом ретельного планування, суворого дотримання нормативних вимог та постійного навчання персоналу. Комплексний підхід, що включає розробку детальних планів дій, призначення та навчання відповідальних осіб, забезпечення необхідними технічними засобами та регулярні тренування, дозволяє мінімізувати ризики та забезпечити ефективне

реагування на будь-які НС. Це не лише відповідає законодавству, а й є проявом соціальної відповідальності компанії, що зберігає життя та здоров'я працівників.

4 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз соціально-економічної ефективності від впровадження заходів по зниженню рівня травматизму та професійних захворювань на об'єкті німецької будівельної фірми

Впровадження заходів з охорони праці (ОП) часто розглядається як додаткове навантаження на бюджет підприємства. Однак, у довгостроковій перспективі, інвестиції в безпеку праці приносять значні соціальні та економічні вигоди. У Німеччині, де система охорони праці тісно інтегрована з механізмами соціального страхування, економічна ефективність заходів ОП є очевидною і підтверджується численними дослідженнями. Цей розділ присвячений аналізу соціально-економічної ефективності від впровадження заходів по зниженню рівня травматизму та професійних захворювань на об'єкті німецької будівельної фірми.

Впровадження цього плану дозволяє німецькій будівельній фірмі досягти значного соціально-економічного ефекту, що виходить за рамки простого дотримання законодавства - зниження витрат; підвищення продуктивності, зміцнення репутації, покращення морального клімату та соціальна відповідальність.

На практиці це означає зменшення внесків до BG BAU завдяки низькому рівню травматизму, економія на оплаті лікарняних, уникнення штрафів та судових витрат. Загальний Return on Prevention (ROP) очікується на рівні 1,5 – 2,5 [44]; зменшення простоїв, пов'язаних з інцидентами, підвищення якості робіт та ефективності використання ресурсів; позитивний імідж компанії як надійного та відповідального роботодавця, що сприяє залученню кваліфікованих кадрів та нових замовлень; зростання задоволеності та лояльності працівників, зниження

плинності кадрів; внесок у збереження життя та здоров'я працівників, що є найвищою цінністю.

Нами проведені реальні розрахунки, базуючись на економічній моделі німецької системи страхування (BG BAU), де основний акцент робиться на зниженні страхових внесків, запобіганні штрафам та збереженні продуктивності праці. Розрахунок буде включати як прямі економічні вигоди, так і соціальний ефект.

4.2 Методологія розрахунку економічної ефективності (Return on Prevention - ROP)

У Німеччині для оцінки економічної ефективності інвестицій в охорону праці широко застосовується концепція Return on Prevention (ROP). Дослідження DGUV (Німецьке соціальне страхування від нещасних випадків) та ISSA (Міжнародна асоціація соціального забезпечення) показують, що в середньому на кожен 1 євро, інвестований у профілактику, компанія отримує близько 2.2 євро економічної вигоди [42].

Розрахунок ROP базується на порівнянні витрат на заходи ОП та отриманих від них вигод. Основні складові - витрати (Costs, C_{inv}) та вигоди (Benefits).

4.2.1 Складові витрат (Costs, C_{inv})

До витрат на заходи з охорони праці належать:

- прямі інвестиції (придбання безпечного обладнання, засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), систем колективного захисту (огородження, сітки), систем вентиляції, освітлення, шумо- та віброзахисту);
- витрати на навчання (проведення інструктажів, тренінгів, спеціалізованих курсів для працівників та керівного складу);

- оплата послуг фахівців (залучення зовнішніх або утримання внутрішніх фахівців з охорони праці (Fachkraft für Arbeitssicherheit - Sifa) та лікарів підприємства (Betriebsarzt));
- адміністративні витрати (розробка документації, оцінка ризиків (Gefährdungsbeurteilung), сертифікація).

Вони формують сумарне значення (Costs, C_{inv}) для Schnarr Erdbewegung.

4.2.2 Складові вигод (Benefits)

Вигоди від впровадження заходів ОП включають зниження внесків до Berufsgenossenschaften (BG BAU) та зменшення виплат за лікарняні (Entgeltfortzahlung). Це означає, що німецькі галузеві страхові товариства застосовують систему диференційованих внесків, де компанії з низьким рівнем травматизму отримують знижки (Beitragsnachlass) [30]; у Німеччині роботодавець зобов'язаний оплачувати 100% заробітної плати працівнику протягом перших шести тижнів непрацездатності;

Слід також зазначити про зменшення кількості нещасних випадків та професійних захворювань прямо зменшує ці витрати. Підвищення продуктивності праці, тобто зменшення простоїв, пов'язаних з нещасними випадками, покращення морального клімату в колективі, зниження плинності кадрів та підвищення якості роботи; уникнення штрафів та регресних позовів: запобігання адміністративним штрафам від контролюючих органів та можливим регресним позовам від страхових компаній у разі грубих порушень.

Все це суттєво впливає на збереження репутації компанії: високий рівень безпеки є важливим фактором для залучення кваліфікованих кадрів та отримання нових замовлень, особливо у великих тендерах.

4.2.3 Формула розрахунку, застосовувана в німецькій охороні праці

Методика розрахунку ефективності заходів з охорони праці, застосовувана в німецькій практиці (яка зветься Return on Prevention - ROP) передбачає вирахування економічного ефекту від охорони праці самого по собі та коефіцієнта ефективності ROP та викладена в [42].

Економічний ефект (E) = Загальні вигоди (Benefits) - Загальні витрати (Costs):

$$E = \text{Benefits} - \text{Costs} \quad (4.1)$$

Коефіцієнт ефективності (K) = Загальні вигоди (Benefits) / Загальні витрати (Costs)

$$K = \text{Benefits} / \text{Costs} \quad (4.2)$$

4.3 Приклад розрахунку економічної ефективності для будівельної фірми Schnarr Erdbewegung

Розглянемо німецьку будівельну фірму Schnarr Erdbewegung з 100 працівниками (максимально можлива кількість під час сезонних робіт) , яка вирішила інвестувати в покращення системи охорони праці.

4.3.1 Вихідні дані та припущення:

- кількість працівників на Schnarr Erdbewegung 100 осіб;
- середня річна заробітна плата на працівника 40 000 євро;
- середня кількість нещасних випадків на рік (до впровадження заходів) 5 випадків;

- середні прямі та непрямі витрати на один нещасний випадок (без урахування виплат BG BAU) 10 000 євро (включає втрачені робочі дні, розслідування, тимчасову заміну, незначні пошкодження майна);
- базовий річний внесок до BG BAU 50 000 євро (спрощене припущення);
- прогнозоване зниження кількості нещасних випадків після впровадження заходів: 50%.

4.3.2 Розрахунок витрат на заходи ОП (C_{inv})

В 2025 році компанія здійснила такі інвестиції:

- навчання та інструктажі 5 000 євро;
- придбання нових ЗІЗ (каски, захисне взуття, спецодяг) 10 000 євро;
- встановлення додаткових колективних засобів захисту (огородження, системи електробезпеки) 15 000 євро;
- послуги зовнішнього Sifa та консультації 10 000 євро.

Загальні витрати на заходи ОП:

$$(C_{inv}) = 5\,000 + 10\,000 + 15\,000 + 10\,000 = 40\,000 \text{ євро.}$$

4.3.3 Розрахунок потенційних вигод (Benefits)

Benefits складає:

1) Економія на внесках до BG BAU (S_{bg}):

Припустимо, завдяки зниженню травматизму компанія отримає 10% знижку на внески. Тоді:

$$S_{bg} = 50\,000 \text{ євро} \cdot 0,10 = 5\,000 \text{ євро.}$$

2) Економія на оплаті лікарняних та пов'язаних витратах (S_{sick}):

Зниження кількості нещасних випадків: $5 \cdot 0,50 = 2,5$ випадки (тобто, вдалося уникнути 2-3 випадків).

$$S_{\text{sick}} = 2,5 \text{ випадки} \cdot 10\,000 \text{ євро/випадок} = 25\,000 \text{ євро.}$$

3) Вигода від підвищення продуктивності (S_{prod}):

Зменшення простоїв, покращення морального духу, зниження плинності кадрів. Оцінимо їх значення консервативно 10 000 євро.

4) Уникнення штрафів та юридичних витрат (S_{fine}):

Запобігання серйозним інцидентам зменшує ризик штрафів та судових витрат. Оцінимо в 5 000 євро.

Загальні вигоди (Benefits) за [42] є сумація усіх компонент:

$$\text{Benefits} = (S_{\text{bg}}) + (S_{\text{sick}}) + (S_{\text{prod}}) + (S_{\text{fine}}), \text{ €} \quad (4.3)$$

Загальні вигоди (Benefits) за (4.3):

$$\text{Benefits} = 5\,000 + 25\,000 + 10\,000 + 5\,000 = 45\,000 \text{ євро.}$$

4.3.4 Підсумковий розрахунок економічного ефекту та коефіцієнта ROP

Економічний ефект (E) за (4.1):

$$E = 45\,000 \text{ євро (Benefits)} - 40\,000 \text{ євро (Costs)} = 5\,000 \text{ євро.}$$

Коефіцієнт ефективності (K) за (4.2):

$$K = 45\,000 \text{ євро} / 40\,000 \text{ євро} = 1,125.$$

4.4 Соціальна ефективність заходів з охорони праці

Окрім прямих економічних вигод, заходи з охорони праці мають значний соціальний ефект, який важко виміряти у грошовому еквіваленті, але який є не менш важливим.

По-перше, це збереження життя та здоров'я працівників. По-друге – покращення умов праці, себто створення комфортного та безпечного робочого середовища, що сприяє підвищенню задоволеності працівників; зміцнення морального духу та лояльності: працівники, які відчують турботу про свою безпеку, більш мотивовані та лояльні до компанії.

По-третє, це – підвищення соціальної відповідальності компанії, демонстрація відповідального ставлення до працівників та суспільства, що позитивно впливає на імідж компанії; а також зниження соціальної напруги: зменшення конфліктів, пов'язаних з умовами праці та компенсаціями.

Висновки по розділу 4

Цей розділ включає:

- 1) Методологію розрахунку економічної ефективності (Return on Prevention - ROP), що застосовується в Німеччині.
- 2) Приклад розрахунку для будівельної фірми Schnarr Erdbewegung, який демонструє прямі економічні вигоди від інвестицій в охорону праці (зниження внесків до BG BAU, економія на лікарняних, підвищення продуктивності, уникнення штрафів). У даному прикладі, на кожен 1 євро, інвестований у заходи з охорони праці, компанія отримала 1,125 євро вигоди. Це свідчить про позитивну економічну ефективність інвестицій.
- 3) Аналіз соціальної ефективності, яка охоплює збереження життя та здоров'я працівників, покращення умов праці та зміцнення репутації компанії Schnarr Erdbewegung.

ВИСНОВКИ

Schnarr Erdbewegung – це приклад сучасного сімейного бізнесу, який поєднує традиції, інновації та відповідальність, забезпечуючи якісне виконання будівельних проектів будь-якої складності.

Компанія активно бере участь у державних тендерах, має широку партнерську мережу та стабільну фінансову позицію. Завдяки сімейній структурі управління, Schnarr Erdbewegung швидко адаптується до змін ринку, впроваджує інновації та підтримує високий рівень сервісу для своїх клієнтів.

Ефективна система охорони праці в будівельній фірмі, що працює в Німеччині, є не лише законодавчою вимогою, а й ключовим фактором успішної та стабільної діяльності. Впровадження комплексних організаційно-технічних заходів, заснованих на STOP-принципі та відповідних німецьких нормативних актах (ArbSchG, BaustellV, DGUV Vorschriften, ASR), дозволяє значно знизити ризики нещасних випадків та професійних захворювань. Постійне навчання персоналу, чіткі інструкції, професійний добір, ергономічна організація робочих місць, а також застосування сучасних технічних засобів захисту та ретельне дотримання заходів пожежної безпеки створюють безпечне та продуктивне робоче середовище. Дотримання цих рекомендацій сприятиме не лише збереженню здоров'я та життя працівників, а й підвищенню репутації компанії та її конкурентоспроможності на ринку.

Для успішної інтеграції на німецький будівельний ринок та забезпечення відповідності високим стандартам охорони праці, українським компаніям необхідно здійснити комплексні заходи. Ці комплексні рекомендації охоплюють як правові, так і організаційні та технічні аспекти.

Розроблено покрокові рекомендації, що охоплюють правові, організаційні та технічні аспекти, які допоможуть українській компанії успішно інтегруватися в німецьке будівельне середовище.

Для реальних проєктів у Німеччині та ЄС використовують спеціалізоване ПЗ: CadnaA (DataKustik), SoundPLAN, IMMI; вони враховують стандарти та

багатосмугові розрахунки. Нами було виконано світлотехнічний розрахунок в програмі «Діалюкс» та акустичний розрахунок в програмі CadnaA (DataKustik).

Безпека в надзвичайних ситуаціях на будівельному майданчику німецької фірми є результатом ретельного планування, суворого дотримання нормативних вимог та постійного навчання персоналу. Комплексний підхід, що включає розробку детальних планів дій, призначення та навчання відповідальних осіб, забезпечення необхідними технічними засобами та регулярні тренування, дозволяє мінімізувати ризики та забезпечити ефективне реагування на будь-які НС. Це не лише відповідає законодавству, а й є проявом соціальної відповідальності компанії, що зберігає життя та здоров'я працівників

Інвестиції в охорону праці в німецькій будівельній фірмі є не лише обов'язковою вимогою законодавства, а й стратегічно вигідним рішенням. Як показав розрахунок, навіть при консервативних оцінках, економічний ефект від впровадження заходів ОП є позитивним. Соціальні вигоди, хоч і не завжди вимірювані в грошах, є фундаментальними для сталого розвитку компанії та суспільства в цілому. Комплексний підхід до охорони праці, що включає превентивні заходи, навчання та постійний моніторинг, дозволяє не тільки уникнути значних витрат, а й створити безпечне, продуктивне та соціально відповідальне підприємство.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. ArbSchG - nichtamtliches Inhaltsverzeichnis (Закон про охорону праці Німеччини) Електронний ресурс: Режим доступу: <https://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/>

2 Baustellenverordnung // Gesetze im Internet Електронний ресурс: Режим доступу: <https://www.gesetze-im-internet.de/baustellv/>

3. SE Schnarr Erdbewegung (Сайт фірми) Електронний ресурс: Режим доступу: www.schnarr-erdbewegung.de

4 Betriebssicherheitsverordnung // Gesetze im Internet Електронний ресурс: Режим доступу: https://www.gesetze-im-internet.de/betrsv_2015/index.html

5 DGUV Information: Einsatz von Seitenschutz Електронний ресурс: Режим доступу: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/184/auswahl-und-betrieb-elektrischer-anlagen-und-betriebsmittel-auf-bau-und-montagestellen>

6 Arbeitsstättenregeln (Технічні правила для робочих місць) Електронний ресурс: Режим доступу: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>

7. Безпека життєдіяльності людини : навч. посібник / [А. Є. Ачкасов, В. А. Лушкін, В. Е. Абракітов, В. І. Пашков]; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва імені О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 565 с.

8. Das TOP-Prinzip für Ihre Schutzmaßnahmen. VBG. Електронний ресурс: Режим доступу: <https://www.vbg.de/cms/arbeitsschutz/arbeitsschutz-organisieren/verantwortung-des-unternehmens-und-rechtliche-grundlagen/das-top-prinzip-fuer-ihre-schutzmassnahmen>

9. Закон Про охорону праці | від 14.10.1992 № 2694-XII. Електронний ресурс: Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

10 ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві Основні положення. Київ. Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. 2012. – 95 с.

11. ASR A2.1: Schutz vor Absturz und herabfallenden Gegenständen Електронний ресурс: Режим доступу:

https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR-A2_1.html

12. DGUV Information 201-023: Einsatz von Seitenschutz Електронний ресурс: Режим доступу: /www.bgbau.de/fileadmin/Medien-Objekte/Medien/DGUV-Informationen/201_023/201_023.pdf

13 DGUV Information 208-016: Handlungsanleitung für den Umgang mit Leitern und Tritten Електронний ресурс: Режим доступу: publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/450

14. Про затвердження Правил охорони праці під час виконання робіт на висоті (НПАОП 0.00-1.15-07) Електронний ресурс: Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0573-07#Text>

15 DGUV Information 203-006: Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen auf Bau- und Montagestellen Електронний ресурс: Режим доступу: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/792>

16 ASR A4.1: Sanitärräume Електронний ресурс: Режим доступу: https://www.bgbau-medien.de/handlungshilfen_gb/daten/tr/asr_a4_1/

17. [BAuA - Regelwerk - ASR A1.2 Raumabmessungen und Bewegungsflächen - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin](#) Електронний ресурс: Режим доступу: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR-A1-2>

18. Абракітов В.Е. На шляху до наукових відкриттів: монографія. /В.Е. Абракітов. - Х.: Парус, 2007. – 424 с. - ISBN 966-695-085-5.

19. High Workplace Room Temperatures Електронний ресурс: Режим доступу: https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A3-5.pdf?__blob=publicationFile

20 Technische Regeln für Arbeitsstätten Beleuchtung und Sichtverbindung ASR A3.4 Електронний ресурс: Режим доступу: https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A3-4.pdf?__blob=publicationFile

21. ДБН В.2.5-28-2018. Природне та штучне освітлення. Київ. Мінрегіон України, 2018, – 137 с.

22. [DIALux Luminaire Finder - Search luminaire](https://luminaires.dialux.com/en#0) Электронный ресурс: Режим доступа: <https://luminaires.dialux.com/en#0>

23. Technische Regel für Arbeitsstätten "Lüftung" (ASR A3.6) Электронный ресурс: Режим доступа: https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A3-6.pdf?__blob=publicationFile

24. Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV). Bundesministerium der Justiz. Электронный ресурс: Режим доступа: https://www.gesetze-im-internet.de/l_rmvibrationsarbschv/

25. DGUV Vorschrift 3 – Elektrische Anlagen und Betriebsmittel. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) . Электронный ресурс: Режим доступа: https://www.dguv.de/de/praevention/vorschriften_regeln/dguv-vorschrift-3/index.jsp

26 WOLFF 4518 City. Электронный ресурс: Режим доступа: <https://www.wolffkran.com/website/en/de/products/tower-cranes/clear-cranes/wolff-4518>

27 WOLFF 7032.12 Clear. Электронный ресурс: Режим доступа: <https://www.wolffkran.com/website/en/de/products/tower-cranes/clear-cranes/wolff-7032-clear/wolff-7032-12-clear>

28 Liebherr 25L. Электронный ресурс: Режим доступа: <https://www.liebherr.com/en-gb/p/657152-4214514>

29. [BG BAU - Information for foreign employers](https://www.bgbau.de/themen/versicherungsschutz-und-leistungen/ausland/information-for-foreign-employers). Электронный ресурс: Режим доступа: <https://www.bgbau.de/themen/versicherungsschutz-und-leistungen/ausland/information-for-foreign-employers>

30. BG BAU - Beitrag für Unternehmen. Электронный ресурс: Режим доступа: https://www.bgbau-medien.de/handlungshilfen_gb/daten/dguv/52/11.htm

31. [DIALux Luminaire Finder - Product data sheet: GreenSpace Accent Projector ST321S 1 xLED39S/CH WB](https://luminaires.dialux.com/en/article/rKiDcJOiQ-mnYhcyMDKDcA?_Y=500) Электронный ресурс: Режим доступа: https://luminaires.dialux.com/en/article/rKiDcJOiQ-mnYhcyMDKDcA?_Y=500

32 Germany4Ukraine - Dürfen Ukrainer und Ukrainerinnen in Deutschland arbeiten? Электронный ресурс: Режим

34 Наказ міністерства внутрішніх справ України від 06.08.2018 № 658, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 28 серпня 2018 р. за № 969/32421 «Про затвердження Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій» . Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0969-18#Text>

36. ASR A2.2: Maßnahmen gegen Brände. Режим досту-
[bing.com/ck/a?!&&p=55439b2042babf5d661f0fd68efeaeb765eaf2c4c90bcd047cf02
29ea574ec4JmltdHM9MTc3OTc1MzYwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&clid=3a48e1a
b-1f8f-6ab5-054c-
f6b51e3e6bb3&psq=ASR+A2.2%3a+Ma%C3%B0nahmen+gegen+Br%C3%A4nde&u=a1aHR0cHM6
Ly93d3cuYmF1YS5kZS9ERS9BbmdlYm90ZS9SZWdlbHdlcmstvQVNSL3BkZi9B
U1ltQTItMi5wZGYX19ibG9iPXB1YmxpY2F0aW9uRmlsZO&ntb=1](https://bing.com/ck/a?!&&p=55439b2042babf5d661f0fd68efeaeb765eaf2c4c90bcd047cf0229ea574ec4JmltdHM9MTc3OTc1MzYwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&clid=3a48e1ab-1f8f-6ab5-054c-f6b51e3e6bb3&psq=ASR+A2.2%3a+Ma%C3%B0nahmen+gegen+Br%C3%A4nde&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cuYmF1YS5kZS9ERS9BbmdlYm90ZS9SZWdlbHdlcmstvQVNSL3BkZi9BU1ltQTItMi5wZGYX19ibG9iPXB1YmxpY2F0aW9uRmlsZO&ntb=1)

37. DGUV Regel 101-020: Arbeiten in umschlossenen Räumen von
abwassertechnischen Anlagen. Режим доступа:
[https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-regeln/923/arbeiten-in-umschlossenen-
raeumen-von-abwassertechnischen-anlagen](https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-regeln/923/arbeiten-in-umschlossenen-raeumen-von-abwassertechnischen-anlagen).

38. ASR A2.3: Fluchtwege und Notausgänge. Режим доступа:
https://www.bing.com/search?q=ASR+A2.3%3A+Fluchtwege+und+Notausg%C3%A4nge&cvid=93eb1b4f2d84492998c64664c18af934&gs_lcrp=EgRlZGdlKgYIABBFGDkyBggAEEUYOTIHCAEQ6wcYQNIBCDQ4NTZqMGo0qAIAsAIA&FORM=ANAB01&PC=U531&source=chrome.ob

39. DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention. Режим доступа: https://www.dguv.de/de/praevention/vorschriften_regeln/dguv-vorschrift-1/index.jsp

40. Кукленко Б.А. Абракітов В. Е. Виклики воєнного часу для системи охорони праці в Україні. // Матеріали XIX Всеукраїнської науково-технічної здобувачів вищої освіти конференції «Сталий розвиток міст: поствоєнний період» (91-ша науково-технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) : в 5-и ч. / Ч. 3. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. - с. 325- 326. Режим доступу:

https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2026/Tezi%20konferencij/C.%203%20Budivnictvo%20zemleustrij%20ta%20civilna%20inzeneria_26.pdf

41 Кукленко Б.А., Абракітов В.Е. Особливості охорони праці в Україні під час воєнних дій (російської агресії) // Проблеми та перспективи розвитку безпеки життєдіяльності в умовах війни: Зб. наук. праць XXI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУБЖД, 2026. – с. 729-732. - Режим доступу:

<https://indico.ldubgd.edu.ua/event/72/attachments/838/1079/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D1%82%D0%B5%D0%B7%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97.pdf>

42. The return on prevention: Calculating the costs and benefits of investments in occupational safety and health. Електронний ресурс: Режим доступу: <https://www.issa.int/node/179333>

43. ASR A2.2 Maßnahmen gegen Brände. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). Електронний ресурс: Режим доступу: https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR-A2_2.html

44. The return on prevention: Calculating the costs and benefits of investments in occupational safety and health Електронний ресурс: Режим доступу: <https://www.issa.int/node/179333>

45. Абракітов В., Кукленко Б. Зелене будівництво як один із способів захисту від міського шуму. // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2026. – С. 10-14.

Електронний ресурс: Режим доступу:
https://www.researchgate.net/publication/407139148_Materiali_V_Miznarodnoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_Green_Construction_Zelene_budivnictvo_20-21_travna_2026_roku.

Перелік графічного матеріалу

1. Апробація результатів досліджень дипломної роботи.
2. Відомості про Schnarr Erdbewegung.
3. Ситуаційна схема розташування підприємства.
4. Перелік послуг, які виконує фірма. Географія роботи та регіони покриття
5. Показники економічної діяльності.
6. Основні законодавчі та нормативні акти в сфері охорони праці та в галузі будівництва, які діють в Німеччині
7. Порівняльний аналіз систем охорони праці Німеччини та України
8. Генеральний план місця реконструкції
9. Фасад реконструйованого будинку
10. План першого поверху реконструйованого будинку та поперечний переріз
11. Будгенплан.
12. Розріз до будгенплану
13. Влаштування підкранових шляхів крана WOLFF 4518 City
14. Забезпечення електробезпеки експлуатації баштового крана WOLFF 4518 City.
15. Акустичний розрахунок з застосуванням програми CadnaA (DataKustik)
16. Інженерний розрахунок освітлення за допомогою програми Dialux
17. Дорожня карта адаптації німецького досвіду охорони праці в Україні
18. Інфографіка, яка наочно показує різницю між системою класифікації надзвичайних ситуацій в Україні та Німеччині.
19. Приклад розрахунку економічної ефективності для будівельної фірми Schnarr Erdbewegung