

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко технологічний факультет

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного
факультету

_____ **Братішко В.В.** _____
(підпис) (ПІБ)
“ ” _____ 2025р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувачка кафедри
транспортних технологій та
засобів АПК

_____ **Савченко Л.А.** _____
(підпис) (ПІБ)
“ ” _____ 2025р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Дослідження ефективності транспортного процесу перевезення негабаритних вантажів умовах ПП «Транс-Авто-Д»

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»
(код і назва)

Освітня програма Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

_____ **Д.Є.Н.** _____
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)
_ _

_____ **Загурський О.М.** _____
(ПІБ)

Керівник магістерської роботи

_____ **К.Т.Н., ДОЦЕНТ** _____
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)
_ _

_____ **Опалко В.Г.** _____
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)
_ _

_____ **Андріяшевський В.В.** _____
(ПІБ)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Механіко технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

транспортних технологій та засобів у АПК

Савченко Л. А.

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

« » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Андріяшевському Віталію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(код і назва)

Освітня програма Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема випусної магістерської роботи **«Дослідження ефективності транспортного процесу перевезення негабаритних вантажів умовах ПП «Транс-Авто-Д»»**

затверджена наказом ректора НУБіП України від 15.08.2024 р. 2037 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 11 листопада 2025 р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи:

1. Короткі відомості та географічне розміщення об'єкту дослідження.
2. Особливості розвитку перевезення негабаритних вантажів у сучасних умовах
3. Довідкові дані про об'єкт, що досліджується.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Загальна характеристика підприємства ПП «Транс-Авто-Д»
2. Організація та оптимізація транспортно-логістичних процесів у ПП «Транс-Авто-Д»
3. Охорона праці на підприємстві
4. Економічне обґрунтування запропонованих рішень

Дата видачі завдання «1» жовтня 2024 р.

Керівник магістерської роботи _____

(підпис)

Опалко В.Г.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

.....
(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Розрахунково-пояснювальна записка складається з 4 розділів і містить 82 сторінки, 14 таблиць, 4 рисунків.

Магістерська робота присвячена дослідженню та удосконаленню транспортно-логістичного процесу перевезення великогабаритних елементів вітроенергетичних установок (ВЕУ) на прикладі діяльності ПП «Транс-Авто-Д». У роботі комплексно розглянуто технічні, організаційні, правові та екологічні аспекти здійснення проектних перевезень у міжнародному та внутрішньому сполученні.

У першому розділі представлено характеристику підприємства, проаналізовано його матеріально-технічну базу, структуру управління, фінансові показники та ефективність використання рухомого складу.

У другому розділі досліджено конструктивні особливості елементів ВЕУ, нормативно-правові вимоги до їх транспортування, а також проведено SWOT-аналіз логістичної діяльності підприємства.

У третьому розділі розроблено оптимальну транспортно-технологічну схему перевезення та обґрунтовано вибір маршруту Гданськ – Львів – Кропивницький. Виконано розрахунок техніко-експлуатаційних показників автопоїзда, включаючи продуктивність, витрати палива та час доставки, а також застосовано цифрові системи моніторингу для підвищення ефективності управління перевезеннями.

У четвертому розділі розглянуто заходи з охорони праці та екологічної безпеки, що забезпечують безпечне транспортування великогабаритних вантажів відповідно до вимог законодавства та стандартів ISO.

Результати дослідження підтверджують, що ПП «Транс-Авто-Д» має достатній технічний та організаційний потенціал для ефективного виконання перевезень елементів ВЕУ, а запропоновані удосконалення сприяють підвищенню безпеки, надійності й екологічної сталості транспортного процесу.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ПП «ТРАНС-АВТО-Д»	7
1.1 .Загальна характеристика підприємства ПП «Транс-Авто-Д».....	7
1.2 Результати діяльності підприємства	15
1.3 . Аналіз використання рухомого складу підприємства	18
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК.....	23
2.1. Конструктивні особливості перевезень великогабаритних елементів вітроенергетичних установок	23
2.2. Огляд особливостей перевезення елементів вітроенергетичних установок	26
2.3. Організаційні та правові аспекти перевезення великогабаритних вантажів	30
2.4. Нормативні вимоги до автопоїздів.....	35
2.5. Транспортне забезпечення перевезень	41
2.6. SWOT-аналіз логістичної діяльності підприємства	44
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК В УМОВАХ ПП «ТРАНС-АВТО-Д».....	50
3.1. Формування транспортно-технологічної схеми доставки негабаритного вантажу	50
3.3. Визначення маршруту перевезення	56
3.3. Визначення показників перевезення елементів вітроенергетичних установок.....	63
3.4. Застосування цифрових технологій для управління перевезеннями.....	67
РОЗДІЛ 4. ЗАХОДИ З БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЕЛЕМЕНТІВ ВЕС	75
ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	80

ВСТУП

Сучасний розвиток відновлюваної енергетики в Україні зумовлює зростання потреби у якісній та безпечній логістиці великогабаритних елементів вітроенергетичних установок. Такі перевезення є технологічно складними, вимагають спеціалізованого рухомого складу, детального планування маршрутів та дотримання міжнародних стандартів безпеки. Підвищення ефективності цього процесу є важливим чинником для забезпечення стабільного розвитку галузі та інтеграції України у європейський енергетичний простір.

Негабаритні перевезення характеризуються високими вимогами до технічної підготовки, організації супроводу та узгодження маршрутів. Особливості габаритно-вагових параметрів лопатей, гондол і секцій веж вітроустановок створюють додаткові ризики для транспортної системи, що потребує впровадження сучасних логістичних рішень. Тому актуальною стає оптимізація транспортно-логістичного процесу із використанням цифрових технологій, аналітичних інструментів та оновлених методів планування.

Вибір підприємства ПП «Транс-Авто-Д» як об'єкта дослідження обумовлений його практичним досвідом у сфері міжнародних негабаритних перевезень та необхідністю вдосконалення організаційних і технічних процесів. У роботі розглядаються питання підвищення ефективності перевезення елементів вітроенергетичних установок шляхом оптимізації маршрутів, удосконалення транспортно-технологічних схем та впровадження цифрової системи управління перевезеннями.

Актуальність теми дипломної роботи зумовлена необхідністю підвищення ефективності та безпечності перевезень великогабаритних елементів вітроенергетичних установок в умовах зростання частки альтернативної енергетики та збільшення попиту на високотехнологічні логістичні рішення. Особливої важливості це набуває в умовах воєнного стану в Україні, що висуває додаткові вимоги до організації руху, контролю ризиків і забезпечення технічної стійкості транспортних операцій.

Метою дослідження є удосконалення транспортно-логістичного процесу перевезення елементів вітроенергетичних установок в умовах ПП «Транс-Авто-Д».

Об'єктом дослідження є транспортно-логістична діяльність ПП «Транс-Авто-Д».

Предметом дослідження є процес перевезення великогабаритних елементів вітроенергетичних установок

Для досягнення поставленої мети у роботі визначено такі завдання:

- виконати оцінку масово-габаритних характеристик вантажів та технічних можливостей рухомого складу;
- побудувати та обґрунтувати оптимальний маршрут доставки;
- розробити транспортно-технологічну схему перевезення;
- запропонувати заходи з цифровізації та автоматизації процесів моніторингу, супроводу та документообігу;
- здійснити економічне обґрунтування ефективності запропонованих рішень;

визначити заходи з безпеки праці та мінімізації екологічних ризиків.

Результати дослідження спрямовані на формування практичних рекомендацій для підвищення безпеки, економічної ефективності та технологічної стійкості перевезень великогабаритних вантажів. Запропоновані рішення можуть бути впроваджені у діяльність ПП «Транс-Авто-Д» та використовуватися іншими транспортними підприємствами, що працюють у сфері логістики відновлюваної енергетики.

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ПП «ТРАНС-АВТО-Д»

1.1. Загальна характеристика підприємства ПП «Транс-Авто-Д»

Приватне підприємство «Транс-Авто-Д» було засноване на початку 2000-х років у місті Волочиськ Хмельницької області. Основною метою створення компанії було забезпечення українського ринку високоякісними послугами з перевезення негабаритних і великовагових вантажів, а також розвиток власного виробництва спеціалізованих напівпричепів і трейлерів для таких перевезень.

Перші роки діяльності підприємства (2000–2005 рр.) характеризувалися формуванням виробничо-транспортної бази та закупівлею техніки для виконання внутрішніх перевезень. У цей період було створено власний сервісний центр для технічного обслуговування автотранспорту, що дозволило скоротити витрати на ремонт і підвищити надійність рухомого складу.

Починаючи з 2006 року, ПП «Транс-Авто-Д» активно розширює свою діяльність, виходячи за межі регіонального ринку. Компанія починає виконувати міжнародні перевезення до країн Центральної та Східної Європи, зокрема Польщі, Чехії, Румунії, Угорщини, Словаччини та країн Балтії. У цей період підприємство отримує перші ліцензії на міжнародні автоперевезення, а також вступає до Асоціації міжнародних автомобільних перевізників України (АсМАП), що стало важливим кроком до інтеграції у європейський транспортний простір.

Новим етапом розвитку стало власне виробництво спеціалізованих напівпричепів і тралів під брендом TAD, яке розпочалося у 2008 році. Це дозволило підприємству не лише забезпечувати власні потреби у техніці, а й виходити на ринок як виробник транспортних засобів спеціального призначення. Виробничі потужності розмістилися у Волочиську, де було створено конструкторське бюро, зварювальний та фарбувальний цехи, а також випробувальний полігон.

Період 2010–2015 років характеризується інтенсивним оновленням автопарку: підприємство закуповує нові моделі тягачів MAN, Scania, Volvo, а також розробляє серію власних низькорамних напівпричепів TAD Classic. Водночас компанія укріплює свої позиції на українському ринку, формуючи репутацію одного з найбільш надійних перевізників негабаритних вантажів.

З 2016 року ПП «Транс-Авто-Д» починає поглиблену спеціалізацію на проектних перевезеннях, які передбачають комплексну організацію транспортування великогабаритних промислових, енергетичних та сільськогосподарських об'єктів. Паралельно запускається виробництво нових моделей тралів серії TAD TUR із вантажопідйомністю до 120 тонн, що дозволило значно розширити клієнтську базу та підвищити технічні можливості підприємства.

Після 2020 року компанія зосереджує зусилля на цифровізації управління транспортними процесами. Було впроваджено сучасну систему FleetHand для моніторингу автопарку, що дало змогу оптимізувати маршрути, зменшити витрати палива й підвищити ефективність використання транспортних засобів. Також підприємство впровадило систему управління якістю ISO 9001:2015, що підтвердило його відповідність міжнародним стандартам у сфері логістики.

У період 2022–2024 років, попри складну військово-економічну ситуацію в Україні, ПП «Транс-Авто-Д» не лише зберегло виробничу стабільність, а й продовжило модернізацію технічної бази. Частина автопарку була оновлена, а виробництво тралів — переорієнтовано на потреби оборонного комплексу та аграрного сектору. Підприємство активно бере участь у відновленні транспортної інфраструктури та підтримує гуманітарні перевезення.

Сьогодні ПП «Транс-Авто-Д» — це повноцінна транспортно-виробнича компанія, яка поєднує у своїй діяльності:

- виготовлення спеціалізованих напівпричепів (бренд TAD);
- міжнародні та внутрішні перевезення негабаритних вантажів;
- сервісне обслуговування автотехніки;
- проектно-логістичну підтримку перевезень “під ключ”.

Завдяки системному розвитку, високому рівню технічної оснащеності та професіоналізму персоналу ПП «Транс-Авто-Д» посідає лідируючі позиції серед українських компаній, що спеціалізуються на перевезенні негабаритних вантажів. Підприємство стало прикладом поєднання виробничих, транспортних і логістичних компетенцій, що забезпечують високу ефективність його діяльності навіть у складних економічних умовах.

Приватне підприємство «Транс-Авто-Д» створене відповідно до чинного законодавства України та діє на підставі Статуту, зареєстрованого у встановленому порядку. Підприємство функціонує у формі приватного підприємства (ПП), що надає йому статус самостійного суб'єкта господарювання з повною юридичною відповідальністю за результати своєї діяльності.

Юридична адреса підприємства: 31200, Україна, Хмельницька область, м. Волочиськ, вул. Запорізька, 7.
Фактичне місце розташування виробничих потужностей збігається з юридичною адресою, що забезпечує централізоване управління виробничими, адміністративними та логістичними процесами.

Організаційно-правова форма приватного підприємства передбачає:

- повну майнову відповідальність власника за результати діяльності;
- право самостійно визначати напрями розвитку, структуру управління, чисельність персоналу;
- гнучкість у формуванні договірних відносин із контрагентами;
- право здійснювати зовнішньоекономічну діяльність, брати участь у міжнародних програмах та асоціаціях.

Керівництво підприємства здійснює директор, який діє на підставі Статуту без довіреності, представляючи інтереси компанії у взаємовідносинах із державними органами, банківськими установами та іншими суб'єктами господарювання.

Вищим органом управління є збори засновників, до компетенції яких належать ухвалення стратегічних рішень, затвердження фінансових планів, внесення змін до Статуту та контроль за ефективністю використання майна підприємства.

ПП «Транс-Авто-Д» зареєстроване як платник податку на прибуток на загальних підставах, що забезпечує прозорість фінансової звітності й дає змогу брати участь у державних та міжнародних тендерах.

Відповідно до Класифікатора видів економічної діяльності (КВЕД), підприємство виконує такі основні види діяльності:

49.41 — Вантажний автомобільний транспорт;

29.20 — Виробництво кузовів для автотранспортних засобів, причепів і напівпричепів;

45.20 — Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів;

52.29 — Інша допоміжна діяльність у сфері транспорту;

28.30 — Виробництво машин і устаткування для сільського та лісового господарства;

45.19 — Торгівля іншими автотранспортними засобами.

Таким чином, підприємство поєднує виробничий, транспортний та сервісний напрями діяльності, що формує його комплексну структуру як виробничо-транспортного комплексу. Такий формат організації дозволяє забезпечити замкнутий цикл послуг — від проектування і виготовлення спеціалізованої техніки до її практичного використання у процесі перевезень.

Основними видами діяльності ПП «Транс-Авто-Д» є:

1. Перевезення негабаритних і великовагових вантажів автомобільним транспортом по території України та країн Європейського Союзу.
2. Розробка та виробництво спеціалізованих напівпричепів і тралів під торговими марками TAD та TUR.
3. Сервісне обслуговування транспортних засобів та причепів (технічна діагностика, ремонт, фарбування, оновлення).
4. Логістичне та проектне супроводження перевезень: розробка маршрутів, отримання спеціальних дозволів, організація супроводу поліцією.
5. Митно-брокерські та експедиторські послуги, пов'язані з міжнародними перевезеннями.

Компанія має у власності митно-ліцензійний склад, що дозволяє виконувати попереднє зберігання вантажів, здійснювати оформлення експортно-імпортних операцій і забезпечувати клієнтам повний логістичний сервіс.

Організаційно-правова структура підприємства включає такі підрозділи:

- виробничо-технічний відділ (відповідає за проектування та виготовлення тралів);
- транспортно-експлуатаційний відділ (організація перевезень, технічний контроль, планування маршрутів);
- комерційний відділ (контракти, тендери, ціноутворення);
- відділ логістики (планування перевезень, моніторинг, оптимізація завантаження автопарку);
- відділ кадрів та охорони праці;
- бухгалтерія та фінансово-аналітичний сектор.

Така декомпозиція управлінських функцій забезпечує оперативність прийняття рішень, ефективну взаємодію між підрозділами та високий рівень контролю за якістю виконання транспортно-логістичних операцій.

ПП «Транс-Авто-Д» посідає провідні позиції на вітчизняному ринку транспортно-логістичних послуг, зокрема в сегменті перевезень негабаритних та великовагових вантажів. Компанія є одним із найбільших спеціалізованих перевізників у галузі та водночас виробником техніки для здійснення таких перевезень, що забезпечує їй унікальну вертикально інтегровану бізнес-модель.

Ринок негабаритних перевезень в Україні має тенденцію до зростання завдяки розвитку інфраструктурних проєктів, модернізації сільськогосподарської техніки та розширенню промислового виробництва. За експертними оцінками, щорічний обсяг цього ринку зростає на 7–10 %. Основними конкурентами ПП «Транс-Авто-Д» є компанії ТОВ «Аврора-Транс», ТОВ «Негабарит», ТОВ «СпецТрансСервіс», які спеціалізуються на аналогічних видах послуг.

Однак ключовою конкурентною перевагою ПП «Транс-Авто-Д» є наявність власного виробництва напівпричепів та тралів, що дозволяє:

- забезпечувати технічну гнучкість у підборі транспортних засобів під конкретні замовлення;
- суттєво зменшувати собівартість перевезень;
- скорочувати терміни технічного обслуговування;
- гарантувати клієнтам високий рівень безпеки та надійності під час транспортування.

Завдяки цим факторам ПП «Транс-Авто-Д» у 2024 році входить до трійки лідерів українського ринку негабаритних перевезень, маючи частку близько 15–18 % серед офіційно зареєстрованих перевізників цього сегмента. Компанія активно співпрацює з аграрними холдингами («Ерідон», «Кернел», «Астарта-Київ») та будівельними корпораціями, здійснюючи доставку важкої техніки та промислового обладнання по території України та за її межами.

Організаційна структура ПП «Транс-Авто-Д» побудована за лінійно-функціональним принципом, що поєднує централізоване стратегічне управління з високим рівнем самостійності окремих функціональних підрозділів

Ключові функціональні підрозділи підприємства:

- Виробничо-технічний відділ — займається проектуванням, розробкою і виготовленням напівпричепів і спеціальних платформ під брендом TAD.
- Транспортно-логістичний відділ — організовує перевезення, планує маршрути, контролює виконання рейсів, координує взаємодію з експедиторами.
- Відділ експлуатації рухомого складу — відповідає за технічну справність автопарку, контроль витрат палива, проведення техоглядів і планових ремонтів.
- Комерційний відділ — здійснює маркетингову політику, укладає договори перевезення, займається ціноутворенням і роботою з клієнтами.
- Відділ фінансів і бухгалтерського обліку — веде фінансову звітність, планує витрати, контролює економічну ефективність транспортних процесів.

- Відділ кадрів і охорони праці — забезпечує набір, навчання та підвищення кваліфікації персоналу, а також дотримання вимог безпеки праці.
- Сервісно-технічний центр — здійснює технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів і напівпричепів, проводить діагностику обладнання.
- Юридичний відділ — забезпечує правовий супровід господарських операцій, контроль за дотриманням законодавства у сфері транспорту.

Така структура дозволяє забезпечити оперативність прийняття управлінських рішень, чіткий розподіл відповідальності та ефективний контроль за результатами діяльності.

Матеріально-технічна база ПП «Транс-Авто-Д» включає виробничі, транспортні, складські та сервісні потужності, що утворюють єдиний логістичний комплекс.

Основні складові бази:

- Виробничий корпус площею понад 6000 м², у якому розміщені цехи зварювання, фарбування, збірки та контролю якості напівпричепів.
- Сучасна ділянка механічної обробки металу з обладнанням компаній *ESAB* і *Bosch*, що забезпечує точність виготовлення елементів тралів.
- Сервісна станція (STO) з трьома ремонтними постами для тягачів і чотирма — для напівпричепів.
- Митно-ліцензійний склад об'ємом понад 1200 м² для тимчасового зберігання та обробки вантажів.
- Склад запасних частин і матеріалів із системою автоматизованого обліку.
- Власна заправна станція з резервуарами для зберігання палива (близько 100 тонн), що дозволяє оптимізувати витрати та забезпечувати автономність роботи автопарку.

Автопарк підприємства налічує понад 120 сучасних сидельних тягачів марок MAN, Scania, Volvo, DAF та близько 140 напівпричепів-тралів власного виробництва різних конфігурацій (серії *Classic*, *Mega*, *TUR*). Вантажопідйомність тралів коливається від 40 до 120 тонн, що дозволяє

перевозити широкий спектр вантажів: від сільськогосподарської техніки до промислового обладнання великої маси.

Підприємство впровадило цифрову систему моніторингу FleetHand, яка дозволяє:

- у режимі реального часу відстежувати місцезнаходження транспортних засобів;
- контролювати витрату палива та технічний стан автопарку;
- розраховувати ефективність маршрутів;
- знижувати адміністративні витрати та кількість порожніх пробігів.

Крім того, на підприємстві функціонує система планово-попереджувального обслуговування (TADEX Maintenance), що гарантує високий коефіцієнт технічної готовності рухомого складу (0,96 у 2024 р.).

Основні напрями міжнародної діяльності підприємства

Міжнародна діяльність ПП «Транс-Авто-Д» розвивається у трьох основних напрямках:

1. Транспортно-експедиційна діяльність — перевезення негабаритних вантажів у країни Європейського Союзу (Польща, Німеччина, Чехія, Словаччина, Румунія, Угорщина, Литва, Латвія, Естонія).
2. Експорт продукції власного виробництва — напівпричепів і тралів серії *TAD* на ринки ЄС та Кавказу.
3. Логістичне партнерство з міжнародними компаніями, що здійснюють проєктні перевезення та постачання промислового обладнання.

Для забезпечення міжнародної діяльності підприємство має:

- ліцензію на міжнародні автоперевезення вантажів (серія АЕ №71638, видана АсМАП України);
- допуск до системи TIR (Міжнародна книжка МДП), що спрощує перетин митних кордонів;
- сертифікацію ISO 9001:2015, яка визнається міжнародними партнерами.

Завдяки цим можливостям ПП «Транс-Авто-Д» забезпечує повний цикл міжнародних перевезень — від оформлення дозвільної документації до доставки

“door-to-door” з митним оформленням і супроводом. У 2024 році частка міжнародних перевезень у загальному обсязі транспортної роботи підприємства становила понад 40 %, що підтверджує високий рівень інтеграції компанії у європейський логістичний простір.

Таким чином, ПП «Транс-Авто-Д» посідає стратегічно важливе місце на ринку транспортно-логістичних послуг України, має сучасну організаційну структуру, потужну матеріально-технічну базу та активно розвиває міжнародну діяльність, поєднуючи виробничі, транспортні та логістичні компетенції в єдину систему ефективного управління.

1.2 Результати діяльності підприємства

Дослідження економічних результатів діяльності ПП «Транс-Авто-Д» за 2021–2024 роки дає змогу оцінити динаміку розвитку підприємства, визначити ефективність використання ресурсів та тенденції зміни фінансових показників у період зростання попиту на послуги з перевезення негабаритних вантажів.

Протягом досліджуваного періоду підприємство демонструє позитивну фінансову динаміку — спостерігається стабільне збільшення доходів, скорочення питомої ваги постійних витрат у собівартості послуг і підвищення рівня прибутковості.

Собівартість послуг також збільшилася, проте темпи її зростання були нижчими від темпів зростання доходів, що забезпечило позитивну динаміку прибутковості. Так, рентабельність продажу підвищилася з 1,7 % у 2021 році до 3,1 % у 2024 році. Це свідчить про зростання ефективності операційної діяльності підприємства, раціональне управління витратами та підвищення продуктивності праці.

У 2022–2024 роках діяльність підприємства відбувалася в умовах суттєвого впливу зовнішніх макроекономічних і політичних чинників, зокрема воєнних дій, зміни логістичних маршрутів і коливання валютних курсів. У

таблиці 1.3 подано узагальнену характеристику основних факторів впливу на фінансові результати ПП «Транс-Авто-Д».

Таблиця 1.1

Вплив зовнішніх факторів на фінансові результати діяльності ПП «Транс-Авто-Д»

Група факторів	Характер впливу	Прояв у діяльності підприємства	Результат
Економічні	Підвищення цін на паливо, запчастини та сировину	Зростання собівартості послуг; перегляд тарифів на перевезення	Підвищення витрат компенсовано збільшенням тарифів на 8–12 %
Воєнно-політичні	Ускладнення логістики через воєнні дії	Часткова релокація маршрутів, затримки на кордонах	Перехід на альтернативні маршрути через Польщу, Румунію
Логістичні	Руйнування інфраструктури, дефіцит транспортних засобів	Перенавантаження автопарку, зростання термінів доставки	Оптимізація графіків, залучення партнерських перевізників
Валютні	Коливання курсу євро та долара	Нестабільність вартості імпортованих комплектуючих	Перехід на довгострокові контракти в гривні
Соціально-трудові	Міграція кваліфікованих кадрів, зростання зарплат	Підвищення навантаження на персонал	Впровадження програм підготовки водіїв і механіків

Технологічні	Цифровізація та автоматизація перевезень	Впровадження FleetHand, TADEX Maintenance	Підвищення контролю, зменшення витрат на 5–7 %
--------------	--	---	--

Незважаючи на дію негативних зовнішніх факторів, підприємство зуміло зберегти фінансову стабільність та рентабельність діяльності. Це стало можливим завдяки ефективному управлінню витратами, швидкому реагуванню на зміни ринку та використанню технологічних рішень для оптимізації логістичних процесів.

Кадровий склад і продуктивність праці

Кадровий потенціал є одним із ключових чинників ефективності функціонування транспортного підприємства. Висококваліфікований персонал забезпечує безпечність перевезень, оптимізацію логістичних процесів і підтримання належного технічного стану автопарку.

Станом на 2024 рік на ПП «Транс-Авто-Д» працює 180 працівників, з яких 85 % становить виробничо-технічний персонал, а решта — адміністративно-управлінські працівники, логісти, інженери та бухгалтерія. Висока частка технічного персоналу забезпечує належне технічне обслуговування автопарку, що прямо впливає на коефіцієнт технічної готовності рухомого складу (0,96).

У 2021–2024 рр. чисельність працівників збільшилася з 158 до 180 осіб (на 14 %), а фонд оплати праці — на 67 %. Середньомісячна заробітна плата зросла з 20,9 тис. грн у 2021 р. до 42,0 тис. грн у 2024 р., що відображено в таблиці 1.5.

Проведений аналіз свідчить, що ПП «Транс-Авто-Д» має сильний кадровий потенціал, високу продуктивність праці та ефективну систему використання виробничих і енергетичних ресурсів. Зростання рівня заробітної плати, підвищення коефіцієнта використання виробничих потужностей до 0,96 та зменшення витрати палива до 30,9 л/100 км свідчать про стале зростання ефективності підприємства, що є результатом

технологічної модернізації, професійного розвитку персоналу та раціонального управління ресурсами.

1.3. Аналіз використання рухомого складу підприємства

Ефективність діяльності автотранспортного підприємства значною мірою визначається структурою та технічним рівнем його рухомого складу. Для підприємств, що спеціалізуються на перевезенні негабаритних і великовагових вантажів, цей аспект є ключовим, оскільки потребує застосування техніки підвищеної потужності, спеціалізованих платформ і напівпричепів із унікальними характеристиками вантажопідйомності.

Станом на 2024 рік у складі ПП «Транс-Авто-Д» експлуатується 260 одиниць техніки, серед яких 120 сідельних тягачів і 140 спеціалізованих напівпричепів (тралів) різних конфігурацій. Такий масштаб рухомого складу забезпечує підприємству можливість одночасного виконання понад 50 транспортних операцій у межах України та країн Європейського Союзу.

Переважну частину автопарку становлять транспортні засоби провідних європейських виробників – MAN, Scania, Volvo та DAF, які зарекомендували себе високими експлуатаційними показниками, паливною економічністю та відповідністю екологічним стандартам Євро-6. Основні технічні характеристики найбільш поширених моделей наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Основні моделі рухомого складу ПП «Транс-Авто-Д» та їх технічні характеристики

Модель транспортно-го засобу	Кількість, од.	Потужність двигуна, к.с.	Вантажопідйомність, т	Рік випуску	Призначення
1	2	3	4	5	6

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6
MAN TGX 18.580	38	580	до 60	2018– 2023	Перевезення важких негабаритних вантажів
Scania R500	31	500	до 55	2017– 2022	Міжнародні перевезення великогабаритної техніки
Volvo FH 500	27	500	до 60	2019– 2024	Проектні та транскордонні перевезення
DAF XF 480	24	480	до 50	2016– 2021	Внутрішні перевезення промислових вантажів
Напівпричепи TAD Classic	62	—	40– 60	2019– 2024	Перевезення техніки середньої маси
Напівпричепи TAD TUR	46	—	80– 120	2020– 2024	Транспортування надважких вантажів
Напівпричепи TAD Mega	32	—	30– 50	2021– 2024	Міжнародні перевезення з низькою посадкою

Підприємство володіє широким спектром транспортних засобів, що дозволяє здійснювати повний цикл перевезень негабаритних вантажів будь-якої складності — від середньотоннажних до надважких конструкцій.

Переважає більшість техніки має потужність двигуна 480–580 кінських сил, що забезпечує достатній запас тяги для буксирування тралів з вантажопідйомністю до 120 тонн.

Важливо відзначити, що середній вік автопарку становить менше 4 років, що є показником високого рівня оновлення основних фондів підприємства. Протягом 2021–2024 років ПП «Транс-Авто-Д» систематично інвестує у модернізацію рухомого складу: закуповуються нові тягачі з покращеними показниками паливної економічності та напівпричепи із телескопічними платформами і гідравлічними системами керування. Така динаміка дозволила зменшити середній вік техніки з понад 5 років у 2021 році до 3,7 року у 2024 році,

що безпосередньо вплинуло на скорочення простоїв, зниження витрат на ремонт та підвищення технічної готовності автопарку.

Структура транспортних засобів підприємства характеризується оптимальним співвідношенням між тягловими одиницями та напівпричепами (1 : 1,17), що забезпечує гнучкість у формуванні транспортних колон та раціональне використання наявних потужностей. Універсальність автопарку дозволяє швидко адаптуватися до різних типів вантажів – від сільськогосподарської техніки до промислових трансформаторів і металевих конструкцій великої маси.

Власне виробництво тралів під брендом TAD є суттєвою конкурентною перевагою підприємства. Зокрема, моделі TAD Classic і TAD TUR розроблені спеціально під специфіку перевезення негабаритних вантажів в умовах української дорожньої інфраструктури. Вони характеризуються високою надійністю, низьким центром ваги, а також можливістю транспортування вантажів із нерівномірним розподілом маси. Використання таких напівпричепів дозволяє підприємству зменшити витрати на технічне обслуговування, підвищити безпеку руху та скоротити час на завантаження і розвантаження.

Тягачі MAN TGX, Scania R500 та Volvo FH відзначаються високим рівнем технологічного оснащення — вони обладнані системами GPS-моніторингу, адаптивного круїз-контролю, антипробуксовочного захисту і телеметрії паливної витрати. Це дозволяє здійснювати оперативний контроль транспортних процесів, аналізувати ефективність роботи водіїв та планувати маршрути з мінімальними витратами пального.

Завдяки поєднанню потужних тягачів і спеціалізованих тралів ПП «Транс-Авто-Д» має можливість здійснювати перевезення вантажів довжиною до 25 метрів, шириною до 6 метрів і масою понад 100 тонн, що виводить компанію в число провідних перевізників України у сфері негабаритних вантажів.

Системне оновлення автопарку супроводжується технічною модернізацією: впроваджено систему технічного моніторингу TADEX Maintenance, яка дозволяє вести облік стану техніки, планувати ТО та своєчасно

проводити діагностику. Завдяки цьому коефіцієнт технічної готовності рухомого складу у 2024 році становив 0,96, що є одним із найвищих показників у галузі.

В умовах зростання цін на енергоносії важливим напрямом підвищення ефективності діяльності ПП «Транс-Авто-Д» є оптимізація енергетичних і паливних витрат.

Підприємство щороку споживає близько 2,8 млн літрів дизельного палива для потреб транспортних перевезень і технічного обслуговування.

Показники енергетичної та паливної ефективності наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Показники паливно-енергетичної ефективності ПП «Транс-Авто-Д»

Показник	2021	2022	2023	2024	Відхилення, %
Середня витрата палива, л/100 км	32,5	31,7	31,2	30,9	-4,9
Обсяг спожитого палива, тис. л	2 950	2 880	2 850	2 810	-4,7
Вартість 1 л палива, грн	32,0	46,0	52,0	53,0	+65,6
Витрати на паливо, млн грн	94,4	132,5	148,2	149,0	+57,8
Витрати палива на 1 т перевезень, л/т	9,8	9,2	8,6	8,3	-15,3

Як видно з таблиці, підприємству вдалося зменшити середню витрату палива на 4,9 % за рахунок оновлення автопарку та впровадження системи GPS-моніторингу FleetHand.

Хоча загальні витрати на паливо зросли через підвищення цін, енергетична ефективність діяльності підприємства покращилася:

- скоротилися простой техніки;
- зменшилась частка порожніх пробігів;
- зросла паливна економічність тягачів MAN TGX і Scania R500 стандарту Євро-6.

ПП «Транс-Авто-Д» також реалізує комплекс заходів із зниження енергоспоживання виробничих приміщень: заміна освітлення на LED,

встановлення теплових насосів і впровадження рекупераційних систем у зварювальному цеху. Це дозволило зменшити споживання електроенергії на 8 % у 2024 році порівняно з 2022 роком.

Отже, автопарк ПП «Транс-Авто-Д» характеризується високим рівнем технічної оснащеності, сучасною структурою та ефективною системою оновлення. Поєднання потужних тягачів європейського виробництва з власними тралами серії TAD формує технічну базу, здатну забезпечити стабільну, економічну та безпечну експлуатацію транспортних засобів у процесі перевезення негабаритних вантажів.

Підприємство демонструє сталу тенденцію до зростання технічної ефективності, що підтверджується високими коефіцієнтами технічної готовності, паливної економічності та надійності автопарку, які є фундаментом подальшого вдосконалення транспортного процесу.

Висновки ро розділу 1. У першому розділі проведено комплексну характеристику ПП «Транс-Авто-Д» як транспортно-виробничого підприємства, що спеціалізується на перевезенні негабаритних вантажів та виробництві тралів TAD/TUR. Досліджено етапи розвитку та організаційно-правову структуру, показано, що лінійно-функціональна система управління й наявність власних виробничих, сервісних і митно-логістичних потужностей забезпечують замкнутий цикл послуг. На основі аналізу результатів діяльності за 2021–2024 рр. встановлено зростання доходів, рентабельності продажу та підвищення продуктивності праці за одночасного зниження питомих паливних витрат завдяки модернізації автопарку і впровадженню систем FleetHand та TAD EX Maintenance. Показано, що сучасний технічний стан рухомого складу (коефіцієнт технічної готовності 0,96) і сильний кадровий потенціал дозволяють розглядати ПП «Транс-Авто-Д» як базову платформу для подальшої оптимізації процесу перевезення елементів вітроенергетичних установок у наступних розділах роботи.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

2.1. Конструктивні особливості перевезень великогабаритних елементів вітроенергетичних установок

У транспортній галузі під великогабаритними та великоваговими вантажами розуміють об'єкти, параметри яких перевищують установлені нормативи маси та (або) геометричних розмірів, визначені чинними правилами дорожнього руху та технічними регламентами. Такі вантажі вимагають застосування спеціальних транспортних засобів, розроблення індивідуальних маршрутів руху та отримання відповідних дозволів від компетентних органів.

Вітроенергетичні установки сучасного покоління належать до складних інженерних споруд, що характеризуються значними масово-габаритними параметрами та високими вимогами до точності складання. Основними структурними складовими таких установок є лопаті ротора, гондола та секції башти. Кожен з цих елементів має специфічні технічні характеристики, що безпосередньо впливають на вибір транспортного засобу, методи кріплення і загальну логістику перевезення.

Лопаті є найбільш довгомірним елементом конструкції, який визначає аеродинамічні характеристики всієї турбіни. Для сучасних моделей класу Vestas V136, Siemens Gamesa 5.X, Nordex N163 довжина однієї лопаті становить у середньому 65–75 м, що у 3–4 рази перевищує стандартну довжину напівпричепа. Їхня маса сягає 20–25 т, а максимальна ширина – 4,2–4,5 м.

Транспортування таких елементів виконується на спеціалізованих розсувних тралах з поворотними візками, які забезпечують мінімальний радіус повороту під час проходження звужених ділянок. Для складних маршрутів (гірські або міські території) застосовуються гідравлічні системи підйому лопатей (blade-lifter), що дозволяють змінювати кут нахилу до 60–70°, мінімізуючи ризик контакту з мостами, лініями електропередач і деревами.



Рисунок 2.1. Лопать для найбільшого вітряка у світі

Гондола розташовується у верхній частині башти й містить основні вузли — головний вал, мультиплікатор, генератор та систему керування. Її параметри залежать від номінальної потужності турбіни. Для типових моделей потужністю 3–5 МВт довжина гондоли становить 8–12 м, ширина — до 4,5 м, маса — 60–100 т.

Такі характеристики зумовлюють необхідність застосування низькорамних платформ підвищеної вантажопідйомності (до 120 т) з 8–10 осями. У процесі транспортування особлива увага приділяється розподілу навантаження по осях та центру маси гондоли, що запобігає перевищенню допустимого тиску на дорожнє покриття (не більше 11,5 т на вісь згідно з Директивою 2002/7/ЄС).

Башта є опорною конструкцією, що забезпечує необхідну висоту для ефективного перетворення енергії вітру. Вона транспортується окремими секціями циліндричної форми, кількість яких зазвичай становить три–п'ять. Одна секція має довжину 20–35 м, діаметр нижньої частини до 5 м і масу 30–60 т. Через форму та великі розміри секції перевозять на розсувних тросах з ложементами та спеціальними упорами, що забезпечують рівномірне

навантаження та стабільність під час руху. Для перевезення верхніх секцій, де діаметр менший, можливе використання напівпричепів стандартного типу з адаптованими фіксаторами.

Повна змонтована висота башти сучасних ВЕУ сягає 120–160 м, а в установках нового покоління — понад 200 м, що вимагає транспортування до 180 т металоконструкцій загалом.

Елементи вітротурбіни мають значну різницю у формах, масі та площі опори, тому їх транспортування організовується поетапно та синхронізовано. Порухення послідовності доставки може спричинити простої монтажних бригад і збільшення витрат. На практиці планування перевезень здійснюється за логістичним графіком “Just-in-time”, що передбачає прибуття компонентів на будівельний майданчик у визначеному порядку:

1. секції башти;
2. гондола;
3. лопаті ротора;
4. допоміжне обладнання.

Таким чином, елементи вітроенергетичних установок належать до категорії особливо складних великогабаритних вантажів, які поєднують перевищення за всіма основними параметрами — довжиною, шириною, висотою та масою. Їх перевезення потребує застосування багатовісних низькорамних платформ, розсувних тралів, систем гідравлічного регулювання, а також попереднього моделювання маршруту з урахуванням інфраструктурних обмежень.

Раціональне проектування транспортного процесу для таких об'єктів є необхідною умовою ефективного функціонування підприємств, що спеціалізуються на негабаритних перевезеннях, зокрема ПП «Транс-Авто-Д», яке має відповідний технічний парк і досвід у сфері проектних логістичних рішень для галузі відновлюваної енергетики.

Перевезення елементів вітроенергетичних установок (ВЕУ) належить до найбільш складних видів транспортно-логістичних операцій. Цей процес

поєднує підвищені вимоги до технічних засобів, організації руху, безпеки дорожнього транспорту та узгодження маршруту із державними органами. Через великі габарити, велику масу і високу вартість обладнання перевезення вітротурбін має проектний характер і вимагає попереднього техніко-економічного обґрунтування.

2.2. Огляд особливостей перевезення елементів вітроенергетичних установок

Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 30 від 18 січня 2001 року «Про затвердження Правил перевезення небезпечних, великовагових та великогабаритних вантажів автомобільним транспортом», до великогабаритних належать транспортні засоби з вантажем або без нього, якщо хоча б один із таких параметрів перевищує:

- ширину – 2,6 м;
- висоту від поверхні дороги – 4,0 м;
- довжину – 22 м (для автопоїздів – 25 м).

До великовагових вантажів відносять такі, у яких загальна маса транспортного засобу перевищує 40 тонн, або якщо навантаження на окрему вісь перевищує:

- 11,5 т — для одиночної осі;
- 16 т — для здвоєних осей;
- 22,5 т — для строєних осей.

Таким чином, критерій габаритності пов'язаний переважно з геометричними розмірами, а критерій вагової категорії — із механічним навантаженням на дорожнє полотно. У більшості випадків вантаж може одночасно бути і великогабаритним, і великоваговим, що потребує спеціальної техніки та погоджень із дорожніми і контролюючими службами.

В європейському законодавстві, зокрема в Директиві 2002/7/ЄС Європейського Парламенту та Ради Європи, визначено аналогічні межі допустимих параметрів транспортних засобів:

- максимальна довжина автопоїзда – 18,75 м,
- максимальна ширина – 2,55 м (для рефрижераторів – 2,6 м),
- максимальна висота – 4,0 м,
- гранична маса автопоїзда – 40–44 т.

У разі перевищення цих параметрів вантаж визнається *oversize cargo* (негабаритним), і для його переміщення застосовуються спеціальні правила та система дозволів, що діє в межах країн ЄС та в Україні.

Для кожної категорії визначаються окремі вимоги щодо типу транспортного засобу, методів кріплення, умов руху та швидкісного режиму. Так, для перевезення елементів вітроенергетичних установок характерна комбінована габаритність: довжина лопаті сучасної турбіни може сягати 60–75 м, діаметр башти — 4,5–5 м, маса генераторного вузла — 70–100 т. Такі параметри вимагають застосування багатовісних низькорамних платформ із гідравлічним керуванням, а також ретельного узгодження маршруту.

У логістичному аспекті великогабаритні вантажі є особливою категорією, яка потребує індивідуального підходу при маршрутизації, технічному плануванні, виборі транспортних засобів і методів кріплення. Ефективність перевезення таких об'єктів залежить не лише від технічного потенціалу автопарку, а й від рівня організації транспортного процесу та дотримання нормативних вимог безпеки руху.

Транспортні труднощі зумовлені не лише значними розмірами вантажів, а й їхньою геометричною нестандартністю. Лопаті мають обтічну форму зі змінним радіусом кривизни; секції башти — циліндричну конструкцію з різним діаметром по довжині; гондоли — концентровану масу з високим центром тяжіння. Усе це вимагає індивідуального вибору типу транспортного засобу та точного розрахунку розподілу навантаження.

Таблиця 2.1

Основні чинники складності транспортування елементів вітроенергетичних установок

Група чинників	Зміст прояву	Потенційні наслідки
Габаритні параметри	Довжина до 75 м, ширина до 4,5 м, висота до 4,5 м	Неможливість проходу через стандартні перехрестя, тунелі та мости
Масові характеристики	Маса окремих компонентів до 100 т	Перевищення допустимих навантажень на осі, потреба у багатовісних платформах
Конструктивна форма	Нестандартна геометрія (лопати, секції)	Ускладнене кріплення та розміщення вантажу
Транспортна інфраструктура	Обмеження радіусів поворотів, габаритів мостів, ЛЕП, вузьких ділянок	Необхідність погодження маршруту, можливість тимчасового демонтажу інфраструктурних елементів
Безпека руху	Обмежена оглядовість, нестійкість вантажу, низька швидкість руху (20–40 км/год)	Підвищення ризику ДТП, потреба у супроводі пілотними автомобілями
Організаційні обмеження	Нічний час руху, погодження з поліцією та службами, міждержавні дозволи	Подовження термінів транспортування та збільшення витрат

Основними технічними факторами, що ускладнюють перевезення елементів ВЕУ, є:

- надмірна довжина (до 75 м) і маса (до 100 т);

- необхідність гідравлічного регулювання кута нахилу лопаті при подоланні інженерних споруд;
- обмежена вантажопідйомність мостів і дорожніх покриттів;
- потреба в підвищеній маневровості при русі через населені пункти;
- вимоги до зниження осьового навантаження (не більше 11,5 т на вісь відповідно до директив ЄС і норм Укравтодору).

Великогабаритні та великовагові перевезення створюють істотне навантаження на транспортну мережу. При русі багатовісних автопоїздів відбувається нерівномірний розподіл навантаження на покриття, що може призводити до утворення колійності, пошкодження асфальтового шару та деформацій мостових конструкцій.

В Україні під час видачі дозволів на перевезення негабаритних вантажів проводиться інженерно-технічне обстеження маршруту, яке включає:

- перевірку несучої здатності мостів і шляхопроводів;
- вимірювання габаритного коридору дороги;
- оцінку стану дорожнього покриття;
- визначення допустимого навантаження на осі автопоїзда.

Відповідно до європейської практики, застосовується принцип відшкодування шкоди інфраструктурі, коли перевізник сплачує компенсаційний збір за перевищення допустимих параметрів руху. Такі механізми також закріплені у вітчизняних нормативно-правових актах (Постанова КМУ №879 від 27.06.2007 р.).

Ключовим аспектом є забезпечення стійкості та рівноваги вантажу. При перевезенні довгомірних елементів, особливо лопатей, необхідно забезпечити:

- точне розташування центра маси відносно осей трала;
- жорстке кріплення вантажу за допомогою сертифікованих ланцюгів і стяжних систем (RUD, Rewag, SpanSet тощо);
- контроль висоти центра тяжіння для запобігання перекиданню під час поворотів або гальмування.

Для гондол і секцій башти додатково розраховується момент стійкості автопоїзда, який має бути не менше ніж утричі більшим за крутний момент, що виникає при дії поперечних вітрових навантажень.

Маршрутизація перевезення вітроенергетичного обладнання є багатofакторним процесом, який охоплює технічні, правові та організаційні аспекти. На етапі підготовки маршруту враховуються:

- допустимі радіуси поворотів (не менше 25–30 м для тралів довжиною 50–60 м);
- мінімальна висота споруд уздовж шляху (не менше 5,5 м);
- відсутність різких ухилів і вузьких проїздів;
- можливість роз'їзду з іншим транспортом.

2.3. Організаційні та правові аспекти перевезення великогабаритних вантажів

Організація перевезення великогабаритних та великовагових вантажів — це комплексний транспортно-технологічний процес, який потребує чіткої послідовності дій, узгоджених між усіма учасниками логістичного ланцюга: замовником, перевізником, органами контролю та дорожніми службами. Загальна структура процесу охоплює п'ять основних етапів: підготовка вантажу, оформлення дозволів, завантаження, перевезення, розвантаження.

Таблиця 2.2

Послідовність етапів транспортного процесу перевезення великогабаритних вантажів

№	Етап транспортно-го процесу	Основний зміст робіт	Учасники процесу	Документи та нормативна база
1	2	3	4	5

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
1	Підготовка вантажу	Ідентифікація геометричних і масових параметрів; розроблення схеми кріплення; вибір типу транспортного засобу; моделювання маршруту руху; технічний огляд трала та тягача	Вантажовідправник, інженер служби логістики, технічна служба перевізника	Технічна специфікація вантажу, креслення, акт технічного огляду
2	Оформлення дозволів та узгоджень маршруту	Подання заяви до Укравтодору або його регіонального підрозділу; розрахунок осьових навантажень; погодження з поліцією, комунальними та дорожніми службами; визначення компенсаційного збору	Перевізник, дорожні служби, поліція	Постанова КМУ №30 (2001), Правила дорожнього руху України, Директива 2002/7/ЄС
3	Завантаження	Підготовка платформи, очищення ложементів, встановлення опорних блоків; використання підйомної техніки (кранів, лебідок); кріплення вантажу сертифікованими	Вантажовідправник, механік, такелажна бригада, водій	Інструкція з техніки безпеки, схема кріплення, журнал вантажних операцій

		елементами (ланцюги, стяжки, ложементи); перевірка стійкості та центру ваги		
4	Перевезення	Рух за погодженим маршрутом; дотримання графіка супроводу; контроль швидкості (20–40 км/год); моніторинг GPS; координація дій пілотних автомобілів; за потреби — нічний режим руху	Водій, керівник конвою, пілотні автомобілі, служба логістики	Дозвіл на рух, товарно-транспортна накладна, супровідна карта маршруту
5	Розвантаження та передача вантажу замовнику	Встановлення автопоїзда на рівному майданчику; перевірка фіксації; поступове розвантаження з використанням кранів, лебідок або рамп; підписання актів приймання-передачі	Вантажоодержувач, водій, представник замовника, механік	Акт приймання-передачі, звіт про виконання перевезення

Організація перевезення великогабаритних вантажів передбачає чітко структуровану послідовність дій, від якої залежить технічна можливість, безпечність та економічна ефективність здійснення транспортування. Кожен етап транспортного процесу має власну функціональну роль і є невід’ємною складовою єдиного логістичного циклу.

Підготовчий етап є ключовим, оскільки саме на цьому етапі визначається технічна можливість виконання перевезення. На основі креслень і технічної

документації вантажу розробляється інженерна схема його кріплення, проводиться вибір типу транспортного засобу — розсувного, низькорамного або модульного трала — залежно від масово-габаритних характеристик об'єкта. Для довгомірних вантажів, зокрема лопатей та секцій башти вітроустановок, здійснюється обстеження маршруту за допомогою сучасних цифрових технологій: лазерного сканування, геоінформаційних систем або тривимірного моделювання дороги. Такі методи дозволяють виявити потенційні перешкоди, визначити критичні радіуси поворотів, оцінити стан дорожнього покриття, розташування мостів, ліній електропередач, дерев і вузьких ділянок.

Наступним етапом є оформлення дозвільної документації. Відповідно до чинного законодавства України, перевезення великогабаритних і великовагових вантажів можливе лише за наявності спеціального дозволу, який видається Укравтодором або його регіональними підрозділами після погодження маршруту з органами Національної поліції, дорожніми та комунальними службами. Для отримання дозволу перевізник подає пакет документів, що містить креслення автопоїзда, схему маршруту, розрахунок осьових навантажень і технічні характеристики вантажу. У разі перевищення нормативних параметрів встановлюється компенсаційна плата за користування автомобільними дорогами.

Підприємство ПП «Транс-Авто-Д» має ліцензію на міжнародні перевезення та практичний досвід оформлення дозволів у країнах Європейського Союзу (зокрема в Польщі, Німеччині та Чехії), що забезпечує ефективну організацію транспортування елементів вітроенергетичних установок через державний кордон.

Процес завантаження великогабаритного вантажу є однією з найвідповідальніших технологічних операцій. Він виконується під безпосереднім контролем відповідальної особи та із суворим дотриманням правил охорони праці. Перед початком робіт транспортний засіб встановлюється на вирівняній горизонтальній поверхні, платформа очищується від бруду, льоду чи мастила, а

вантаж розташовується симетрично відносно осі напівпричепа. Кріплення здійснюється сертифікованими стяжними ланцюгами та натяжними пристроями відповідно до вимог ДСТУ ISO 3874:2021. Для підняття і встановлення лопатей або гондол застосовуються крани вантажопідйомністю 80–160 тонн чи гідравлічні лебідки. Кожна операція документується у журналі безпеки робіт, що гарантує контроль усіх дій такелажної бригади.

Безпосереднє транспортування вантажу є центральним етапом процесу. Рух автопоїздів здійснюється відповідно до затвердженого маршруту з дотриманням встановленого графіка супроводу. У складі конвою обов'язково перебувають пілотні автомобілі супроводу, розташовані попереду та позаду автопоїзда (за необхідності — два спереду), оснащені проблисковими маячками, знаками попередження та засобами радіозв'язку. Для маршрутів міжнародного значення використовується система GPS-моніторингу, що дозволяє контролювати швидкість руху, зупинки й дотримання траєкторії. Максимальна швидкість перевезення зазвичай не перевищує 40 км/год, що мінімізує ризик дестабілізації вантажу. На небезпечних ділянках дороги, зокрема мостах, вузьких поворотах та у межах населених пунктів, рух координується представниками дорожніх служб і поліції. Важливе значення має забезпечення стійкості автопоїзда: при гальмуванні або маневруванні допустиме зміщення центра маси не повинно перевищувати 5 % довжини платформи, що гарантує стабільність і запобігає перекиданню вантажу.

Завершальний етап транспортного процесу — розвантаження та передача вантажу замовнику. Роботи виконуються у зворотній послідовності до завантаження, із застосуванням порталних кранів, гідравлічних домкратів або комбінованих систем підйому. Вантаж розміщується на монтажному майданчику відповідно до проектного плану будівництва. Після завершення всіх операцій здійснюється огляд вантажу, складається акт приймання-передачі та звіт про виконання перевезення, що підтверджують доставку без пошкоджень.

Вибір маршруту перевезення є критично важливим елементом організації транспортного процесу, оскільки саме від маршрутизації залежить безпечність

руху, витрати часу та ресурсів, а також ризик пошкодження інфраструктури. Основним завданням є формування маршруту з найменшими інфраструктурними перешкодами, достатньою шириною проїзної частини, мінімальною кількістю вузьких ділянок і обмежень за висотою. Під час планування маршруту враховуються такі параметри:

- висота мостів і шляхопроводів, що повинна перевищувати максимальну висоту автопоїзда не менше ніж на 0,3–0,5 м;
- радіуси поворотів, які повинні відповідати мінімальному радіусу маневру автопоїзда (для низькорамних тралів — не менше 25 м);
- вантажопідйомність мостів, що має забезпечувати безпечний проїзд при сумарній масі автопоїзда понад 80–120 т;
- якість дорожнього покриття, ухили, наявність об'їздів та інженерних споруд;
- рівень інтенсивності руху на маршруті, що впливає на час доби, у який доцільно здійснювати транспортування.

2.4. Нормативні вимоги до автопоїздів

Рух автопоїздів, що здійснюють перевезення великогабаритних та великовагових вантажів, має відбуватися в суворій відповідності до узгодженого маршруту та умов, зазначених у спеціальному дозволі на перевезення. Такий дозвіл встановлює допустимі параметри транспортного засобу, швидкісний режим, час доби для руху, вимоги до супроводу та позначення автопоїзда. Метою дотримання цих умов є забезпечення безпеки дорожнього руху, збереження інфраструктури та запобігання виникненню аварійних ситуацій.

Перевезення великогабаритних вантажів здійснюється переважно в умовах зниженого швидкісного режиму. У більшості випадків максимальна швидкість не перевищує 40 км/год, а в населених пунктах — 25 км/год, що зумовлено потребою в підвищеній стабільності автопоїзда та обмеженою маневровістю. На

складних ділянках маршрутів, де присутні круті повороти, мости або ділянки з недостатньою видимістю, рух може тимчасово припинятися або координуватися працівниками дорожньої служби та поліції. Для уникнення конфліктів із загальним потоком транспорту перевезення часто здійснюються у нічний або ранковий час, коли інтенсивність руху є мінімальною.

Важливе значення під час таких перевезень має наявність пілотного супроводу, який є обов'язковою вимогою чинного законодавства. Автопоїзд супроводжується щонайменше двома службовими автомобілями — переднім і заднім, обладнаними проблисковими маячками жовтого кольору, світловідбивними знаками та засобами радіозв'язку. Основним завданням пілотних машин є попередження інших учасників дорожнього руху про наближення великогабаритного вантажу, контроль безпечної дистанції, координація дій водія основного тягача під час маневрування та гальмування. У разі особливо складних перевезень (наприклад, транспортування лопатей довжиною понад 60 м або гондол масою понад 80 т) залучаються додаткові супровідні машини, а також представники Національної поліції.

Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України №30 від 18.01.2001 р. та положеннями Директиви 2002/7/ЄС, автопоїзди, що здійснюють перевезення великогабаритних вантажів, повинні бути чітко позначені. На передній і задній частинах транспортного засобу розміщуються попереджувальні таблички «Негабаритний вантаж» жовтого або помаранчевого кольору з контрастним написом, а на виступаючих частинах вантажу — світловідбивні елементи та сигнальні прапорці. У темний час доби або за обмеженої видимості виступаючі частини позначаються червоними ліхтарями, які чітко вказують межі габариту. Додатково на транспортному засобі встановлюються проблискові маячки жовтого кольору, що сигналізують про особливий режим руху автопоїзда. Позначення повинно бути виконане згідно з технічними вимогами ДСТУ 4100:2021 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови» та ДСТУ ISO 3864-1:2014 щодо кольорів і форм попереджувальних символів.

З метою підвищення безпеки перевезення вітроенергетичних елементів, що мають довжину понад 50 метрів або масу більше 60 тонн, маршрут погоджується не лише з дорожніми службами, а й з енергетичними компаніями, якщо на шляху проходять лінії електропередач. У таких випадках залучаються спеціальні бригади для тимчасового підняття або демонтажу проводів. Особлива увага приділяється вибору ділянок для стоянки та маневрування автопоїздів, оскільки довжина транспортного конвою може перевищувати 200 метрів, а для виконання повороту або розвороту необхідна площа понад 600 м².

У державах ЄС процес перевезення великогабаритних вантажів чітко регламентований та реалізується за принципом “one-stop permit system” — єдиної процедури погодження маршруту й отримання дозволу. У межах цього механізму перевізник подає цифрову заявку через національний онлайн-портал (наприклад, у Польщі — Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, у Німеччині — система VEMAGS), де автоматично перевіряються габаритні обмеження, вантажопідйомність мостів і стан дорожньої мережі. Такий підхід скорочує час оформлення дозволів із кількох тижнів до 3–5 днів, а в деяких випадках — до 48 годин.

Важливим практичним рішенням у ЄС є використання багатомодальних маршрутів, коли частину шляху великогабаритний вантаж транспортується залізницею або річковим транспортом, а завершальний етап виконується автомобільними тралами. Це дає змогу зменшити навантаження на дороги, уникнути проходження густонаселених районів і мінімізувати ризики дорожніх інцидентів. Подібні схеми активно застосовуються під час перевезення елементів вітротурбін у Данії, Нідерландах та Німеччині, де доставка секцій башт здійснюється водним транспортом до припортових терміналів, після чого — автомобільним шляхом безпосередньо до будівельного майданчика.

У країнах ЄС велика увага приділяється підготовці персоналу. Водії автопоїздів, що здійснюють перевезення негабаритів, проходять спеціальні курси з управління динамічною стійкістю транспортних засобів, а пілотні автомобілі мають сертифіковані системи зв'язку й попередження.

Додатково запроваджується принцип “escort coordination” — централізоване управління рухом групи супроводу, що зменшує ризик неузгоджених дій між водіями під час маневрування.

У Польщі, яка є типовим транзитним напрямком для проектних перевезень вітроенергетичного обладнання, застосовується багаторівнева система дозволів для транспортних засобів нестандартних параметрів (категорії I–VII). Кожна категорія визначає межі відхилень від стандарту, компетентний орган, територіальну чинність і умови руху (час доби, швидкість, супровід). Процедури уніфіковані з вимогами ЄС та поєднані з електронними сервісами погодження маршрутів.

Узгодження міждержавних перевезень здійснюється з урахуванням міжнародних транспортних коридорів. Коридори мережі TEN-T забезпечують доступ до єдиних вимог до інфраструктури на основних і комплексних маршрутах ЄС, що спрощує попередню оцінку мостових обмежень, габаритів і пропускної спроможності. Для північно-південних та східно-західних напрямів, що з’єднують Україну з Чорноморським та Каспійським регіонами, практичне значення має й кооперація в межах TRACECA: маршрути, включені до програм розвитку коридору, зазвичай мають стандартизовані технічні характеристики та зрозумілу процедуру міжвідомчих погоджень.

Таблиця 2.3

Порівняльна характеристика нормативних вимог до перевезення великогабаритних вантажів в Україні та країнах Європейського Союзу

Показник	Україна (рамково)	ЄС (рамково для міжнародних перевезень)	Коментар до практики
1	2	3	4
Максимальна ширина без дозволу	2,60 м	2,55 м (2,60 м для ізоітермічних кузовів)	Для перевищення ВЕУ

			ширини є типовим → режим спецдозволу.
--	--	--	---------------------------------------

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Максимальна висота без дозволу	~4,00 м	орієнтир 4,00 м (на нац. рівні, не всюди гармонізовано)	При секціях башт часто потрібна перевірка висоти споруд по трасі.
Максимальна довжина без дозволу	до 22 м ТЗ; до 25 м автопоїзд	до 16,50 м (тягач+напівпричіп), до 18,75 м (автопоїзд)	Лопаті 40–75 м ⇒ завжди спецдозвіл + спеціальні трали.
Загальна маса без дозволу	орієнтир 40 т (з окремими винятками)	40–44 т (залежно від конфігурації та держави)	Для гондол і модульних платформ типово >80 т ⇒ обов'язковий спецдозвіл.
Навантаження на осі	11,5 т (одиначна), 16 т (здвоєні), 22,5 т (строєні)	11,5 / 16 / 22,5 т (гармонізовані орієнтири)	Фактичний розрахунок виконується по кожній ділянці маршруту.
Позначення ТЗ і вантажу	Попереджувальні таблички/світло, вимоги ДСТУ	Попереджувальні таблички/світло за вимогами держав ЄС	Нічний/обмежена видимість — обов'язкові ліхтарі на виступах.

Супровід	Пілотні авто, поліція/дорожні служби за умовами дозволу	Пілотні авто, поліція за нац. правилами	Кількість машин супроводу залежить від габаритів/маршруту.
----------	---	---	--

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Процедура дозволу	Заява → погодження маршруту (поліція, дорожні служби) → розрахунки осьових навантажень → компенсаційний збір	Аналогічно; у багатьох державах-членах — електронні портали (one-stop)	Польща: категорії I–VII; Німеччина: VEMAGS; скорочені строки обробки.

Українська процедура передбачає подання перевізником пакета документів із графічною схемою автопоїзда, детальним маршрутом та розрахунком масово-габаритних і осьових навантажень. Маршрут підлягає погодженню з Нацполіцією, службами автомобільних доріг і, за потреби, з власниками інженерних мереж. Для транскордонних перевезень додатково оформлюються дозволи відповідних держав проходження; на практиці це здійснюється в координації з логістичними партнерами в ЄС. Рух у межах міжнародних коридорів (TEN-T, TRACECA) спрощує технічне обстеження та планування зупинок, оскільки опорні параметри інфраструктури та типові габаритні обмеження задокументовані й підтримуються в актуальному стані.

У Польщі застосовується диференційована система категорій дозволів на нестандартні перевезення: від базових категорій для невеликих відхилень від «звичайних» параметрів до вищих категорій із розширеним переліком узгоджень, вимог до супроводу та можливістю визначення індивідуального маршруту. Компетенція щодо видачі (місто/повіт/воєводство, GDDKiA) та термін дії залежать від категорії, маршруту і масштабів відхилень. Аналогічні за духом механізми функціонують у більшості держав ЄС, а цифрові портали подачі скорочують строки розгляду та дозволяють відстежувати статус заявки.

Ефективність і безпеність перевезення великогабаритних вантажів безпосередньо залежать від технічних можливостей транспортних засобів, конструкції напівпричепів-тралів, стану їх технічного обслуговування та рівня організації супроводу. Вибір оптимальної транспортної системи визначається характеристиками вантажу, його масою, габаритами, формою, а також умовами маршруту.

2.5. Транспортне забезпечення перевезень

Сучасна практика перевезень елементів вітроенергетичних установок передбачає використання спеціалізованих сідельних тягачів і низькорамних напівпричепів. Найпоширенішими моделями серед сідельних тягачів є MAN TGX, Volvo FH, Scania R-серії, Mercedes-Benz Actros та інші високопотужні автомобілі з потужністю двигуна від 460 до 680 к.с. і тяговим зусиллям, що забезпечує переміщення автопоїздів масою понад 120 тонн. Такі транспортні засоби обладнані підсиленими редукторами, пневматичною підвіскою та гальмівними системами з електронним розподілом тиску, що забезпечує плавність руху навіть за нерівного дорожнього покриття.

У підприємства ПП «Транс-Авто-Д» парк тягачів представлений переважно моделями MAN TGX 18.500 та MAN TGA 41.540, які відзначаються високою надійністю та економічністю при транспортуванні великовагових

вантажів. Усі транспортні засоби проходять планові технічні огляди, мають сертифікати відповідності технічним нормам ЄС і оснащені телематичними системами GPS-моніторингу для контролю руху та дотримання маршруту.

Особливе значення для негабаритних перевезень мають конструктивні характеристики напівпричепів-тралів, які забезпечують можливість транспортування довгомірних, широких або високих вантажів. Основні типи платформ, що використовуються у європейській і вітчизняній практиці, включають:

низькорамні напівпричепи (Lowbed), які мають мінімальну висоту завантаження 0,35–0,55 м, що дозволяє перевозити вантажі заввишки понад 4 м без порушення дорожніх габаритів;

розсувні трали з телескопічною рамою довжиною до 60 м — для транспортування лопатей і секцій башт вітроустановок;

модульні системи (Goldhofer, Faymonville, Scheuerle) з незалежною гідравлічною підвіскою та керованими осями, які забезпечують рівномірний розподіл навантаження;

розширювані платформи (extendable trailers) із гідравлічними розширювачами для перевезення широких компонентів.

Напівпричепи власного виробництва TAD Classic, TAD Jumbo, TAD Mega, що експлуатуються ПП «Транс-Авто-Д», мають вантажопідйомність від 60 до 120 т, кількість осей від 3 до 10 та обладнані гідравлічною системою вирівнювання платформи. Конструкція тралів передбачає наявність передніх і задніх завантажувальних трапів, ложементів для круглих секцій і фіксаторів для довгомірних вантажів. Гальмівна система виконується за стандартом EBS/ABS, а підвіска — пневматична з автоматичним регулюванням висоти.

Вимоги до технічного стану транспортних засобів під час перевезення великогабаритних вантажів визначаються як національними, так і міжнародними нормативами. Усі елементи ходової частини, гальмівні системи, світлова сигналізація, замки, буксирні пристрої, системи освітлення та маркування повинні відповідати вимогам ДСТУ 3649:2010, ДСТУ ISO 7638:2018 і технічним

регламентам ЄС. Перед кожним рейсом проводиться передрейсовий технічний огляд, що включає перевірку систем кріплення, шин, гідравліки та енергоживлення. Для забезпечення безпеки руху транспортні засоби мають бути обладнані світловідбивними табличками, сигнальними ліхтарями, проблісковими маячками жовтого кольору, а у разі нічних перевезень — додатковим бортовим освітленням.

Ключовим аспектом транспортної безпеки є методи кріплення великогабаритних вантажів, що запобігають їх зміщенню під час руху. Для цього використовуються спеціалізовані ланцюгові або текстильні стяжні системи з натяжними пристроями, сертифікованими за EN 12195-2. Кількість точок фіксації визначається залежно від маси та геометрії вантажу. Наприклад, для гондоли вітроустановки масою 80 т необхідно не менше 12 кріпильних точок, а для секції башти — 8–10. Центр ваги вантажу розташовується симетрично відносно подовжньої осі трала, при цьому осьове навантаження розподіляється таким чином, щоб жодна вісь не перевищувала нормативу 11,5 т. Балансування вантажу контролюється за допомогою динамічних датчиків або механічних рівнів, а у складних випадках виконується попереднє комп'ютерне моделювання навантаження.

Вибір типу транспортного засобу здійснюється на основі низки критеріїв, серед яких основними є:

- відповідність габаритам і масі вантажу;
- технічна сумісність тягача та напівпричепа;
- стан дорожньої інфраструктури маршруту (радіуси поворотів, вантажопідйомність мостів, ухили);
- можливість гідравлічного керування платформою та підйому лопатей;
- рівень економічної ефективності перевезення (витрати палива, плата за дозволи, супровід).

2.6. SWOT-аналіз логістичної діяльності підприємства

Для комплексної оцінки ефективності підприємства та визначення напрямів його подальшого розвитку доцільно провести SWOT-аналіз. Цей метод дозволяє систематизувати та проаналізувати внутрішні сильні (Strengths) і слабкі (Weaknesses) сторони підприємства, а також зовнішні можливості (Opportunities) та загрози (Threats), які впливають на ефективність його діяльності.

SWOT-аналіз є важливим інструментом стратегічного управління, що допомагає визначити потенціал підприємства в умовах змінного ринкового середовища, зокрема на ринку транспортно-логістичних послуг України.

Сильні сторони (Strengths)

ПП «Транс-Авто-Д» має ряд внутрішніх переваг, що формують основу його конкурентоспроможності на ринку перевезень негабаритних вантажів. До ключових сильних сторін належать:

1. Власне виробництво напівпричепів і тралів під брендом TAD. Це забезпечує підприємству незалежність від зовнішніх постачальників, скорочення витрат на придбання техніки та можливість адаптації конструкцій під специфічні замовлення.
2. Висока кваліфікація персоналу. Понад 70 % працівників мають стаж понад 8 років у сфері транспортної логістики. Компанія регулярно проводить навчання з безпеки перевезень, підготовку водіїв міжнародного класу та інженерів-технологів.
3. Розгалужена географія перевезень. Підприємство виконує перевезення по всій території України, а також у понад десять країн Європейського Союзу. Наявність міжнародних ліцензій і сертифіката ISO 9001:2015 підтверджує високі стандарти якості послуг.
4. Впровадження цифрових систем управління. Застосування програмних рішень FleetHand для моніторингу

транспортних процесів і TADEx Maintenance для контролю технічного стану автопарку забезпечує зниження операційних витрат і підвищення ефективності роботи транспорту.

5. Сильна ділова репутація та надійні партнерські відносини. Підприємство співпрацює з провідними аграрними та промисловими компаніями України та ЄС, що створює стабільну базу замовлень і фінансову стійкість.
6. Комплексність логістичних послуг. «Транс-Авто-Д» надає не лише перевезення, але й супутні сервіси – митне оформлення, отримання спеціальних дозволів, супровід транспортних колон, що забезпечує повний цикл логістичного обслуговування.

Слабкі сторони (Weaknesses)

Поряд із перевагами, діяльність підприємства має низку внутрішніх недоліків, які потенційно можуть обмежувати темпи розвитку:

1. Висока капіталомісткість оновлення автопарку. Сучасна техніка має значну вартість, тому процес оновлення відбувається поступово, що створює фінансове навантаження на підприємство.
2. Залежність від коливань валютного курсу. Закупівля комплектуючих, мастильних матеріалів і частини техніки здійснюється в іноземній валюті, що впливає на собівартість послуг.
3. Недостатній рівень автоматизації документообігу. Більшість внутрішніх процесів (облік маршрутів, звітність, контроль витрат) ще не повністю інтегровані у єдину ERP-систему.
4. Нерівномірне завантаження транспортних засобів протягом року. Сезонність попиту на негабаритні перевезення (переважно весна–осінь) призводить до неповного використання потужностей у зимовий період.

Можливості (Opportunities)

1. У сучасних економічних умовах ПП «Транс-Авто-Д» має широкі перспективи розвитку, зокрема:
2. Зростання попиту на негабаритні перевезення. Післявоєнне відновлення інфраструктури, будівництво нових енергетичних об'єктів і розвиток агропромислового сектору зумовлюють підвищення потреби у перевезенні великогабаритних вантажів.
3. Інтеграція до європейського транспортного простору. Лібералізація транспортних угод з ЄС відкриває нові маршрути для українських перевізників і полегшує логістичні операції.
4. Впровадження екологічних технологій. Використання енергоефективних двигунів, альтернативного палива та цифрового моніторингу викидів відкриває доступ до міжнародних «зелених» програм фінансування.
5. Розвиток логістичних партнерств. Створення спільних транспортних альянсів і використання мультимодальних схем (авто–залізниця–порт) може підвищити конкурентоспроможність компанії.

Загрози (Threats)

1. Водночас підприємство стикається з низкою зовнішніх загроз, що можуть негативно вплинути на його діяльність:
2. Нестабільна економічна ситуація в країні. Інфляційні процеси, зростання цін на паливо та запчастини створюють ризики збільшення собівартості перевезень.
3. Військові дії та руйнування транспортної інфраструктури. Обмеження руху на окремих ділянках доріг, ризики безпеки руху та складність митного оформлення призводять до зниження ефективності перевезень.

Узагальнюючи результати SWOT-аналізу, можна зробити висновок, що ПП «Транс-Авто-Д» має високий внутрішній потенціал розвитку, який базується

на сучасній матеріально-технічній базі, власному виробництві спеціалізованих напівпричепів, кваліфікованому персоналі та розвиненій системі управління перевезеннями.

Водночас підприємству необхідно посилювати автоматизацію управлінських процесів, кадрову стабільність і гнучкість у реагуванні на зовнішні ризики. Реалізація зазначених можливостей у поєднанні з мінімізацією загроз дозволить забезпечити стабільне зростання ефективності транспортно-логістичної діяльності та підвищити конкурентоспроможність ПП «Транс-Авто-Д» на національному й міжнародному ринках.

Після ідентифікації ключових внутрішніх і зовнішніх факторів діяльності підприємства доцільним є формування SWOT-матриці, яка відображає взаємозв'язок між сильними та слабкими сторонами, можливостями і загрозами. Такий підхід дозволяє не лише узагальнити результати аналізу, але й розробити стратегічні напрями розвитку підприємства, орієнтовані на підвищення його конкурентоспроможності.

Узагальнені результати побудови SWOT-матриці для ПП «Транс-Авто-Д» подано нижче (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

SWOT-матриця діяльності ПП «Транс-Авто-Д»

Таблиця 2.4

Внутрішні фактори	Зовнішні фактори
<p>Сильні сторони (S):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Власне виробництво напівпричепів (TAD). 2. Сучасний автопарк і високий рівень технічної готовності. 3. Кваліфікований персонал і стабільна команда. 	<p>Можливості (O):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зростання попиту на негабаритні перевезення під час післявоєнного відновлення. 2. Лібералізація транспортних угод з ЄС.

<p>4. Розвинена міжнародна логістика.</p> <p>5. Впровадження цифрових систем FleetHand і TADDEX Maintenance.</p> <p>6. Позитивна ділова репутація та сталі партнерські зв'язки.</p>	<p>3. Державні програми підтримки машинобудування.</p> <p>4. Впровадження енергозберігаючих технологій.</p> <p>5. Можливість створення міжнародних логістичних альянсів.</p>
<p>S–O Стратегія: Використання власного виробництва TAD для задоволення зростаючого попиту на перевезення в ЄС; розширення виробництва під державні програми підтримки; впровадження еко- та енергоефективних технологій у транспортному процесі.</p>	<p>S–T Стратегія: Використання сучасного автопарку і цифрових систем моніторингу для мінімізації впливу економічних ризиків та інфраструктурних обмежень; посилення конкурентних переваг за рахунок високої якості послуг.</p>
<p>Слабкі сторони (W):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Висока вартість оновлення автопарку. 2. Залежність від валютних коливань. 3. Обмежений рівень автоматизації внутрішніх процесів. 4. Кадровий дефіцит у сфері міжнародних перевезень. 5. Сезонні коливання попиту. 	<p>Загрози (T):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нестабільна економічна ситуація. 2. Воєнні ризики та руйнування інфраструктури. 3. Зростання конкуренції на ринку ЄС. 4. Ускладнення митних процедур. 5. Відтік кадрів за кордон.
<p>W–O Стратегія: Залучення інвестицій і грантів для оновлення техніки; розвиток кадрових програм; створення власного навчального центру для водіїв; інтеграція ERP-систем для повної автоматизації документообігу.</p>	<p>W–T Стратегія: Диверсифікація ринків перевезень; створення резервного фонду для стабілізації у кризові періоди; поступова локалізація виробництва запчастин;</p>

	посилення системи ризик-менеджменту.
--	--------------------------------------

Висновки ро розділу 2.

У другому розділі здійснено комплексний аналіз особливостей перевезення елементів вітроенергетичних установок та умов їх транспортування в Україні та ЄС. Встановлено, що лопаті, гондоли та секції башт значно перевищують нормативні габарити й масу, що зумовлює використання багатовісних низькорамних і розсувних тралів, спеціальних систем кріплення та обов'язкового пілотного супроводу. Досліджено технічні, інфраструктурні та правові обмеження, визначено етапи транспортного процесу та вимоги до автопоїздів. Порівняння нормативів України та ЄС підтвердило необхідність спеціальних дозволів і ретельної маршрутизації. SWOT-аналіз показав, що ПП «Транс-Авто-Д» має сильні технічні та організаційні переваги для виконання таких перевезень. Отримані результати створюють основу для подальшого удосконалення транспортного процесу в наступному розділі.

РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК В УМОВАХ ПП «ТРАНС-АВТО-Д»

3.1. Формування транспортно-технологічної схеми доставки негабаритного вантажу

Перевезення елементів вітроенергетичних установок належить до категорії проектних логістичних операцій, для яких характерна складна багатостадійна структура транспортування та висока вимогливість до координації між учасниками процесу. Кожна поставка має індивідуальні параметри, пов'язані з типом турбіни, відстанню до місця монтажу, дорожніми обмеженнями, умовами митного оформлення й кліматичними чинниками. Тому створення оптимальної транспортно-логістичної схеми є ключовим завданням при плануванні перевезень підприємством ПП «Транс-Авто-Д».

Логістичний ланцюг доставки вітроенергетичного обладнання можна представити як послідовність взаємопов'язаних етапів, що забезпечують безперервний рух вантажу від виробничого підприємства (заводу виготовлення турбін) до місця встановлення (монтажного майданчика). Узагальнена структура цього процесу наведена на рисунку 3.1.

У більшості міжнародних проектів ланцюг транспортування включає кілька видів транспорту — морський, залізничний і автомобільний. Такі перевезення реалізуються за мультимодальним або інтермодальним принципом, коли на кожному етапі використовується оптимальний транспортний засіб з урахуванням вартості, швидкості й безпеки.

Одним із ключових етапів транспортно-технологічної схеми доставки великогабаритних елементів вітроенергетичних установок є правильне розміщення вантажу на платформі та його надійне закріплення. Від цього залежить стійкість автопоїзда, безпека дорожнього руху й збереження вантажу під час транспортування.

Розроблення схем навантаження ґрунтується на принципах рівномірного розподілу маси по осях, мінімізації висоти центра ваги та жорсткого закріплення вантажу відносно рами напівпричепа. Усі схеми погоджуються з технічним відділом підприємства та відповідають вимогам ДСТУ ISO 3874:2021 «Контейнери вантажні. Підйом і кріплення», EN 12195-2:2011 «Load restraint assemblies on road vehicles» та ДСТУ 3649:2010 щодо безпечного закріплення вантажів.

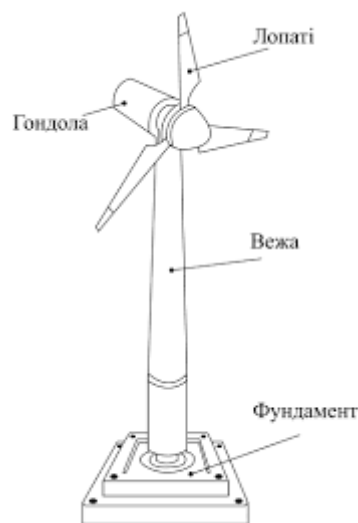


Рисунок 3.1. Основні конструктивні елементи вітрової установки

Транспортування лопатей вітроустановок здійснюється на розсувних низькорамних тралах типу TAD Extendable або Faymonville WingMAX, обладнаних гідравлічними системами підйому — blade-lifter. Таке технічне рішення дозволяє змінювати кут нахилу лопаті до $60\text{--}70^\circ$, що є критично важливим при проходженні мостів, тунелів або ліній електропередач.

Гондола транспортується на низькорамній багатовісній платформі (8–10 осей) типу Goldhofer THP/SL або TAD Classic Lowbed, яка має висоту завантаження 0,35–0,45 м. Через велику масу і висоту центра тяжіння гондола встановлюється у поздовжньому напрямку з максимально низьким розташуванням центра мас.

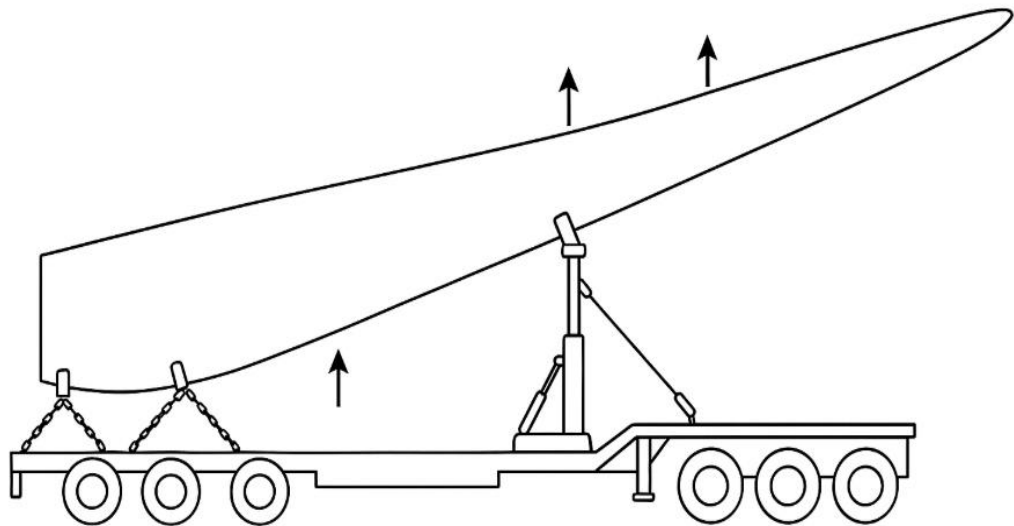


Рисунок 3.2. Типова схема навантаження та кріплення лопаті вітроустановки на розсувному тралі з blade-lifter'ом

Навантаження виконується за допомогою крана вантажопідйомністю 100–160 т або гідравлічних лебідок. Гондола спирається на чотири ложементи, виготовлені зі сталевих рам із дерев'яними або гумовими прокладками, що розташовані симетрично до подовжньої осі платформи. Кріплення здійснюється ланцюговими стяжками класу LC=5000–8000 даН у діагональній схемі, що дозволяє запобігти поздовжнім і поперечним зсувам. Для зменшення вібрацій застосовується система амортизаційних прокладок, що поглинають динамічні навантаження при русі по нерівностях дороги.

Під час перевезення здійснюється контроль нахилу гондоли за допомогою електронних інклінометрів, а перевищення кута понад 5° є недопустимим. У випадку складних ділянок маршруту допускається встановлення допоміжних розпірок і розтяжок, які збільшують жорсткість фіксації корпусу. Загальне навантаження на вісь при цьому не перевищує 11,5 т, що забезпечується рівномірним розподілом маси по 8–10 осях візка.

Секції башти транспортуються на розсувних телескопічних платформах типу TAD Classic Extendable або Faymonville TeleMAX, обладнаних спеціальними ложементами напівциліндричної форми, що точно повторюють

геометрію баштової секції. Кожна секція встановлюється у трьох точках опори: дві задні фіксують основу циліндра, а передня — забезпечує поздовжню стабільність.

Для запобігання проковзуванню між металевими поверхнями використовуються протиковзні накладки із гуми або поліуретану, а фіксація здійснюється ланцюговими або тросовими стяжками з натягом $LC=3000-5000$ даН. У верхній частині секції встановлюються обвідні ремені, які рівномірно розподіляють тиск і не пошкоджують лакофарбове покриття.

Для секцій, діаметр яких перевищує 4,5 м, додатково використовуються бічні стабілізатори, що запобігають перекочуванню під час гальмування чи проходження кривих. Контроль за натягом здійснюється динамометричними ключами, а під час руху водій періодично перевіряє стан кріплень на зупинках.

Ефективність перевезення елементів вітроенергетичних установок визначається технічними можливостями автопоїзда, характеристиками маршруту та правильністю розрахунку тягових і енергетичних параметрів. Для аналізу приймається типовий автопоїзд MAN TGX 18.500 + TAD Extendable, який використовується ПП «Транс-Авто-Д» для транспортування гондоли масою 80 т.

3.2. Формування автопоїзда для перевезення

Організація перевезення елементів вітроенергетичних установок (ВЕУ) ґрунтується на точному визначенні їх масово-габаритних параметрів та відповідності транспортних засобів технічним можливостям підприємства. Урахування цих факторів є ключовою умовою раціонального вибору автопоїзда, забезпечення безпеки руху й дотримання нормативів навантаження на осі та габарити.

Елементи вітроенергетичних установок мають складну просторову форму та значні розміри, що істотно впливає на технологію транспортування. Лопаті ротора характеризуються великою довжиною при незначній масі, гондола —

концентрованою вагою і високим центром тяжіння, а секції башти — циліндричною формою з великою площею опори. Узагальнені параметри подано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Масово-габаритні параметри основних елементів вітроенергетичної установки

Елемент	Довжина, м	Діаметр / ширина, м	Маса, т	Особливості конструкції	Транспортні вимоги
Лопать ротора	45–75	до 4,5	10– 25	Композитна структура зі скловолокна та вуглепластику	Необхідність розсувних або blade- lifter тралів; мінімальний радіус повороту 25–30 м
Гондола	8–12	3,5–4,5	60– 100	Сталевий каркас, внутрішні вузли генератора	Багатовісна низькорамна платформа (8–10 осей), контроль центра ваги
Секція башти	20–35	3,0–5,0	30– 60	Циліндрична форма зі змінним діаметром	Телескопічний або розширюваний трал з ложементами для фіксації
Повна установка (у зібраному вигляді)	–	–	300– 400	Комплексна конструкція	Транспортування окремими компонентами в кількох рейсах

Для перевезення зазначених елементів ПП «Транс-Авто-Д» використовує парк спеціалізованих автопоїздів, до складу яких входять сідельні тягачі MAN TGX 18.500, MAN TGA 41.540, Volvo FH 540, Scania R730 та напівпричепи власного й імпортного виробництва TAD Classic, TAD Extendable, Faymonville, Goldhofer.

Тягачі мають потужність двигуна від 480 до 680 к.с., тягове зусилля до 250–300 кН і дозволяють буксирувати автопоїзди повною масою понад 120 т. Крутний момент передається через посилені коробки передач ZF 12-AS Tronic або MAN TipMatic, що забезпечує плавне рушення навіть під великим навантаженням.

Основними технічними обмеженнями при використанні автопоїздів підприємства є:

- максимальна загальна маса автопоїзда — до 120 т (залежно від кількості осей і типу напівпричепа);
- гранична довжина — до 65 м для розсувних платформ;
- гранична ширина — 4,5–5 м (з розширювачами);
- мінімальний радіус повороту — 25–30 м;
- допустиме осьове навантаження — не більше 11,5 т, відповідно до норм Директиви 2002/7/ЄС та Постанови КМУ №30.

Вибір складу автопоїзда здійснюється інженерною службою підприємства індивідуально для кожного перевезення з урахуванням маси, довжини, геометрії вантажу та особливостей маршруту.

Для транспортування лопатей ротора використовується комбінація тягача MAN TGX 18.500 і розсувного трала TAD Extendable, що дає змогу змінювати кут нахилу лопаті при проходженні під інженерними спорудами.



Рисунок 3.3. Перевезення лопаті вітряка у виконанні ПП «Транс Авто Д»

Для гондол застосовується багатовісна низькорамна платформа Goldhofer TNP/SL із централізованим гідравлічним керуванням, яка забезпечує високу стійкість під час руху.

Для секцій башти доцільно використовувати TAD Classic або Faymonville MegaMAX, які оснащені ложементами для круглих конструкцій і системами гідравлічного вирівнювання.

3.3. Визначення маршруту перевезення

Як базовий для проектного перевезення елементів ВЕУ розглядається порт Гданськ (PL) → Львів (UA) → Кропивницький (UA) → монтажний майданчик. Така конфігурація забезпечує зручну мультимодальну стиковку

(морський етап → автомобільний) і проходить переважно магістралями з покриттям категорій А/S та М.

Таблиця 3.2

Основні складові маршруту

№	Ділянка маршруту	Орієнтована довжина, км	Тип покриття / категорія дороги	Основні обмеження та особливості
1	Гданськ – Варшава (S7, A1)	340	Швидкісна автомагістраль, асфальтобетон	Дозволений нічний рух; кілька ділянок реконструкції S7 поблизу Ельблонга
2	Варшава – Люблін – Дорогуськ (кордон PL/UA) (S17, S12)	230	Експрес-дорога, нове покриття	Високий рівень безпеки, мінімальні ухили; пункти сервісу кожні 50–60 км
3	Ягодин (кордон) – Ковель – Луцьк – Львів (M07, M11)	270	Національна магістраль, асфальтобетон	Мости через Стохід і Західний Буг (вантажопідйомність 60 т, потрібне погодження); рух з конвоєм
4	Львів – Тернопіль – Хмельницький – Вінниця (M12 / E50)	360	Міжнародна траса, капітально відремонтоване покриття	Радіуси поворотів понад 30 м; можливі вузькі ділянки в межах населених пунктів

5	Вінниця – Умань – Кропивницький (М12 / Н14)	340	Національна дорога, асфальтобетон	4 мости з обмеженням осьового навантаження до 11,5 т — погоджуються індивідуально
6	Кропивницький – об'єкт монтажу (район Новоукраїнки)	70	Регіональні дороги місцевого значення	Вузькі кривини ($R \approx 25$ м); забезпечується прохід керованими осями
	Загальна протяжність маршруту	≈ 1610 км	–	Середня швидкість конвою 25–35 км/год; тривалість руху ≈ 48 –55 год

Більша частина маршруту проходить по дорогах з удосконаленим асфальтобетонним покриттям (категорії I–II). На польській ділянці (≈ 570 км) забезпечено найвищі стандарти безпеки, наявні стоянки для негабаритних складів та автоматизовані пункти вагового контролю. Українська частина (≈ 1040 км) характеризується переважно рівнинним рельєфом, проте потребує погодження щодо проїзду мостів поблизу Луцька, Вінниці та Умані. Радіуси поворотів уздовж основних ділянок відповідають нормативним вимогам ($R \geq 25$ м), за винятком під'їзду до монтажного майданчика, де застосовується керування осями трала.

Основні показники дорожньої інфраструктури:

- середня ширина проїзної частини — 7,5–8,5 м;
- поздовжні ухили — не більше 3 %;
- мінімальна висота шляхопроводів — 4,9–5,2 м (достатньо для вантажу заввишки 4,3 м);

- середня вантажопідйомність мостів — 60–80 т при дотриманні норми навантаження 11,5 т/вісь;
- щільність сервісних зон — 1 стоянка на 80–100 км.

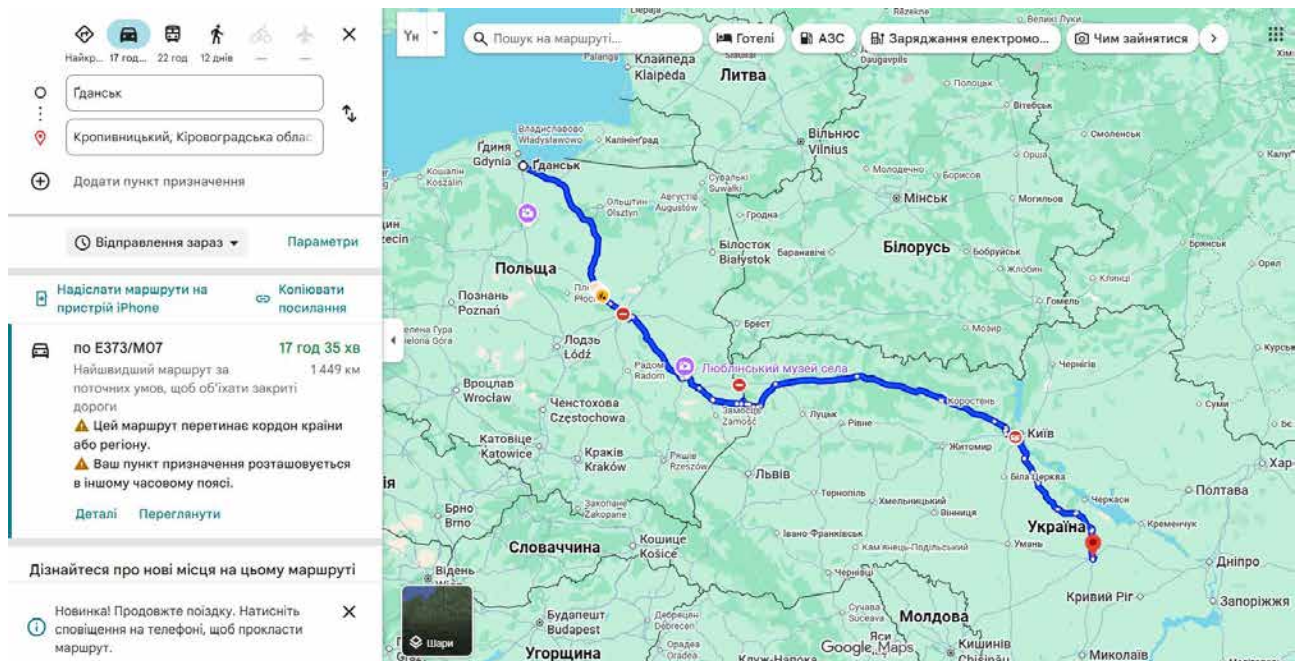


Рисунок 3.4. Візуалізація базового маршруту доставки елементів ВЕУ

Аналіз альтернативних маршрутів

Для забезпечення гнучкості логістичної схеми розглядалися два альтернативних напрямки:

ALT–A: Гданськ – Познань – Жешув – Львів (через S5/S19), загальна довжина \approx 1720 км.

Переваги – високоякісні автомагістралі, мінімальна кількість населених пунктів. Недоліки – збільшення довжини маршруту на 100–120 км та більша кількість платних ділянок у Польщі.

ALT–B: Гданськ – Люблін – Луцьк – Рівне – Кропивницький (через S17/M19/H01), довжина \approx 1 580 км.

Переваги – коротша відстань та менше мостів; недоліки – складні ділянки поблизу Луцька (обмеження радіусів поворотів до 20 м).

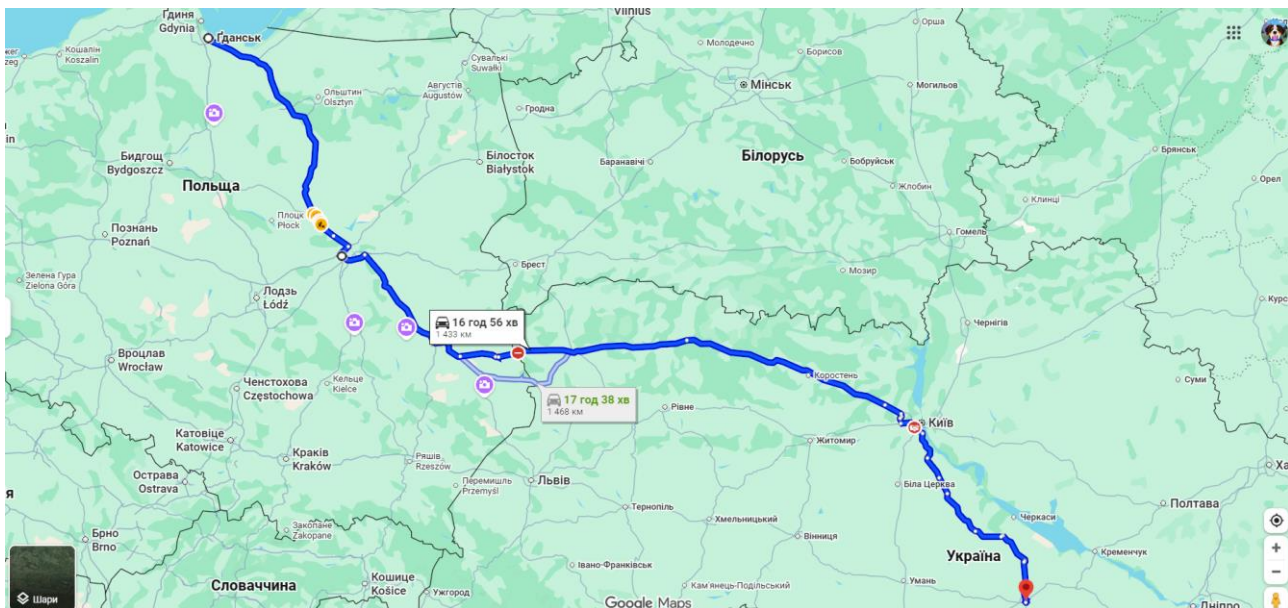


Рисунок 3.5. Візуалізація альтернативного маршруту доставки елементів ВЕУ

Базовий маршрут Гданськ – Львів – Кропивницький – монтажний майданчик є найбільш раціональним за поєднанням довжини, технічного стану покриття, габаритних параметрів та наявності інфраструктури. Його застосування дозволяє забезпечити безпечний рух автопоїздів ПП «Транс-Авто-Д» зі швидкістю 25–35 км/год, виконати перевезення елементів вітроенергетичних установок за 2–2,5 доби та дотриматися вимог щодо габаритів і навантажень відповідно до чинних нормативів України та ЄС.

Для базового маршруту Гданськ → Львів → Кропивницький → майданчик прийнято довжину $L=1610$ км. Середня швидкість конвою за умов нічних «вікон», супроводу та обмежень для негабаритів — $v=30$ км/год. Орієнтовний час у дорозі:

$$t = \frac{L}{v} = \frac{1610}{30} \approx 53.7 \text{ год.} \quad (3.1)$$

Загальний час перевезення визначається сумою підготовчих, вантажних і транспортних операцій:

Час простою під навантаженням/розвантаженням та додаткові операції (митне оформлення, очікування супроводу тощо) приймаємо сумарно $t_{пр}+t_{дод}=6$ год

$$t_{рейсу} = t_{руху} + t_{пр} + t_{дод} = 53.7 + 6 = 59.7 \text{ год} \quad (3.2)$$

Розрахунки та схема технологічного циклу підтверджують, що використання автопоїздів типу MAN TGX + TAD Extendable повністю відповідає технічним і експлуатаційним вимогам для перевезення елементів вітроенергетичних установок у ПП «Транс-Авто-Д». Це забезпечує безпечний рух, нормативне навантаження на осі та оптимальну тривалість перевезення в межах 40–45 годин.

Питомі витрати дизельного пального для низькорамних автопоїздів з вантажем ≈ 100 т становлять у середньому 60 л/100 км.

Отже:

$$Q_{\text{пал}} = L * \frac{60}{100} = 966 \text{ л.} \quad (3.3)$$

Був проведений порівняльний аналіз вартості палива за 6 місяців поточного року на основі даних, опублікованих на сайтах <https://lardi-trans.com/fuel/> і <https://autotravels.com.ua/petrol-europe>

За середньою ціною дизеля $p=1,45$ €:

$$C_{\text{пал}} = Q_{\text{пал}} * p = 966 * 1.45 = 1400\text{€} \quad (3.4)$$

Таблиця 3.3

Вартість спеціальних дозволів (PL + UA, супровід, компенсаційні збори)

Вартість дозволу Польща	650€
Вартість дозволу Україна	250€
Вартість супроводу (пілота)	150€
Компенсаційні збори	50€

$$C_{\text{дозв}} = 1100\text{€}$$

Сумарна змінна частина:

$$C_{\text{зм}} = C_{\text{пал}} + C_{\text{дозв}} = 2500\text{€} \quad (3.5)$$

Таблиця 3.4

Показники маршрутів (пальне, час, дозволи, змінна частина витрат)

Варіант	Довжина, км	v, км/год	Час, год	Пальне, л	Вартість пального, €	Дозволи, €	Сума
Базовий	1 610	30	53,7	966	1 400	1 100	2 500
ALT-A	1 720	32	53,8	998	1 447	1 200	2 647
ALT-B	1 580	28	56,4	980	1 421	1 050	2 471

Вибір оптимального маршруту

Оптимізаційний критерій ґрунтується на мінімізації сумарних витрат C_{Σ} та часу t .

Застосовано метод вагових коефіцієнтів із пріоритетом економії ($\alpha = 0,6$):

Таблиця 3.5

Порівняння варіантів маршрутів за витратами та часом із розрахунком комплексного індексу

Варіант	Нормовані бали (витрати)	Нормовані бали (час)	Комплексний індекс $J =$ $0,6 \cdot C + 0,4 \cdot t$
Базовий	0,9	1	0,94
ALT-A	0	0,97	0,39
ALT-B	1	0	0,6

За результатами розрахунків та оцінки за критеріями часу й витрат, оптимальним для ПП «Транс-Авто-Д» є базовий маршрут Гданськ – Львів – Кропивницький.

Його протяжність $\approx 1\ 610$ км, середня швидкість 30 км/год, орієнтовна тривалість рейсу 54 год, споживання пального ≈ 966 л, сумарні витрати $\approx 2\ 500$ €.

Маршрут забезпечує безпечний проїзд, наявність узгоджених стоянок, достатній дорожній габарит і найкраще співвідношення між економічністю та тривалістю перевезення.

3.3. Визначення показників перевезення елементів вітроенергетичних установок

Точний розрахунок осьових навантажень є базовою передумовою безпечного та нормативно-правомірного перевезення великогабаритних елементів вітроустановок. Обчислення виконують за умов статичної рівноваги автопоїзда з урахуванням маси вантажу, власної маси платформи та тягача, геометрії складу й положення центра мас. Для низькорамної платформи з гусаком (gooseneck) і заднім візком методично доцільно звести систему до двох опор: зони зчеплення (шкворень) і осьового візка. Реакції в опорах визначаються з рівнянь рівноваги:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_g + R_b = W_p + W_t + W_c \quad (3.6)$$

де

R_g і R_b — реакції в опорах «гусак» та «візок»;

W_p , W_t , W_c — вагові сили вантажу, платформи та корисного оснащення;

$$R_b = \frac{W_p A_p + W_t A_t + W_c A_c}{L} \quad (3.7)$$

де

W_p , W_t , W_c — вагові сили вантажу, платформи та корисного оснащення;

L — база між шкворнем і центром візка;

Для забезпечення нормативності необхідно перевірити: загальну масу складу; навантаження на кожну вісь (орієнтир 11,5 т для одиночної осі, 16 т для здвоєної, 22,5 т для строєної); габарити в плані та по висоті (висота до 4,0 м,

ширина до 2,6 м — без спецдозволу; при перевищенні — режим спеціального дозволу з додатковими умовами).

Нижче наведено робочий приклад для гондоли масою 80 т на низькорамній платформі з 8 осями візка та сідельним тягачем MAN TGX 6×4. Вихідні припущення: власна маса платформи 14 т, допоміжне оснащення 2 т; база між шкворнем і центром візка 9,0 м; центр мас гондоли розташований на 5,6 м позаду шкворня; центр мас платформи — на 4,5 м; оснащення — на 6,0 м. Розрахункові реакції:

$$R_b = \frac{W_{pAp} + W_{tAt} + W_{cAc}}{L} = \frac{(80 * 5.6) + (14 * 4.5) + (2 * 6.0)}{9.0} \approx 57.0 \text{ т,}$$

$$R_g = (80 + 14 + 2) - 57 \approx 39 \text{ т.}$$

Розподіл за осями: для 8 осей візка — орієнтовно $57/8 \approx 7$, т/вісь; для тягача (3 осі) — близько $39/3 \approx 13$ т/вісь (фактичний розподіл залежить від конфігурації 6×4 і паспортних меж на керовану/ведучі осі; на практиці частина R_g перерозподіляється на сідельно-зчпний пристрій і передню вісь, тож допускається корекція розстановкою вантажу та тиском у підвісці).

Порівняння з нормативами демонструє, що осі візка мають значний запас до 11,5 т/вісь, тоді як для осей тягача необхідні інженерні заходи: зсув вантажу назад на 0,2–0,4 м, використання тягача 8×4 або збільшення кількості осей візка/проміжного дишла для зменшення частки R_g

Габаритна перевірка для великої гондоли: ширина 4,2–4,5 м і висота платформи з вантажем 4,2–4,4 м означають роботу виключно в режимі спеціального дозволу, з трасуванням «коридору» по мостах, ЛЕП і тунелях, тимчасовою організацією руху та пілотним супроводом.

Чутливісний аналіз показує, що зміщення центра мас вантажу на 0,5 м у бік візка змінює R_b приблизно на $\Delta R_b \approx (W_p \cdot 0,5)/L$. Для наведеного прикладу це близько $80 \cdot 0,5/9 \approx 4,4$ т додатково на візок, що знижує навантаження на тягач

приблизно до 39–4,4≈34,6 т і покращує відповідність осьовим лімітам. Таким чином, точність розміщення вантажу на платформі є критичною.

Для лопатей довжиною 60–75 м домінує обмеження за довжиною складу й радіусами поворотів, тоді як осьові навантаження зазвичай невисокі. У таких випадках розрахунок фокусується на кінематиці траєкторії, кліренсі над перешкодами та міцності кріплення (перевірка натягу стяжок за EN 12195-2). Для секцій башт ключовими є діаметр і висота, що зумовлює висотні перешкоди та вимоги до ложементів і бортового освітлення.

Повна маса автопоїзда:

$$m_{\text{заг}} = m_{\text{вант}} + m_{\text{прч}} + m_{\text{тяг}} \quad (3.8)$$

$$m_{\text{заг}} = 22 + 18 + 9 = 49 \text{ т}$$

Коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності:

$$\gamma_{\text{ст}} = \frac{m_{\text{вант}}}{g_{\text{н}}} = \frac{22}{60} = 0.37 \quad (3.9)$$

$g_{\text{н}}$ — номінальна вантажопідйомність, т;

Це означає, що при перевезенні однієї лопаті фактично використовується близько 37 % від номінальної вантажопідйомності платформи, що є типовим для довгомірних, але відносно «легких» вантажів.

Час руху на маршруті та тривалість перевезення

Середня експлуатаційна швидкість з урахуванням супроводу та обмежень для негабаритного вантажу приймається $V_{\text{експ}}=30$ км/год

Добова продуктивність автопоїзда

Транспортна робота за рейс

$$W_p = m_{\text{вант}} * L_{\text{зав}} = 22 * 1610 = 35420 \text{ ткм.} \quad (3.10)$$

Добова продуктивність у тонно-кілометрах:

$$W_{\text{доб}} = \frac{W_p}{t_{\text{руху}}} * 24 = \frac{35420}{59,7} * 24 = 14247 \frac{\text{ткм}}{\text{доб}} \quad (3.11)$$

Добова продуктивність у тоннах:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{m_{\text{вант}}}{t_{\text{рейсу}}} * 24 = \frac{22}{59,7} * 24 = 8,85 \frac{\text{т}}{\text{добу}} \quad (3.12)$$

Коефіцієнт використання довжини платформи трала

$$k_L = \frac{L_{\text{лоп}}}{L_{\text{платф}}} = \frac{70}{55} = 1,27 \quad (3.13)$$

Значення $k_L > 1$ підтверджує необхідність застосування розсувного трала, поворотних візків та спеціальних опор, а також ретельного вибору маршруту з достатніми радіусами поворотів і габаритними коридорами, що й обґрунтовує використання коридору Гданськ – Львів – Кропивницький – монтажний майданчик як найбільш раціонального.

Для систематизації подальших рішень пропонується матриця «вузьких місць» за результатами порівняння розрахункових параметрів із нормативами.

Таблиця 3.6

Типові «вузькі місця» та вимоги до оптимізації

Параметр/обмеження	Потенційна невідповідність	Наслідок на маршруті	Інженерно-організаційні дії
Осьове навантаження тягача	>11,5–12 т/вісь	Ризик відмови у дозволі, штрафи	Зсув вантажу назад; тягач 8×4; додаткові осі/модулі
Загальна висота	>4,0 м	Обмеження на шляхопроводи/ЛЕП	Низькорамний трал; альтернативний маршрут; нічний проїзд з енергетиками
Ширина вантажу	>2,6 м	Супровід, обмеження маневрів	Розширювачі; вибір вулиць із малими перешкодами; тимчасове звуження руху
Довжина/кінематика	Мала кривина траси	Неможливість проходу поворотів	Керовані багатовісні візки; попередня 3D-симуляція траєкторій

Вантажопідйомність мостів	Локальні ліміти	Заборона проїзду	Обхідні траси; рознесення маси модульними візками
Кріплення вантажу	Недостатній запас LC	Ризик зміщення	Додавання точок кріплення; перевірка натягу, протиковзні мати
Маркування/супровід	Неповна комплектація	Затримки, адміністративні ризику	Комплект «негабарит»; узгоджений план супроводу та зв'язку

У результаті проведених техніко-експлуатаційних розрахунків встановлено, що обраний автопоїзд (тягач MAN TGX у зчепленні з розсувним тралом TAD TUR) повністю відповідає масово-габаритним параметрам лопаті вітроенергетичної установки та забезпечує необхідний рівень стійкості, маневровості й вантажопідйомності. Розраховані показники використання вантажопідйомності, довжини платформи, питомих витрат палива та добової продуктивності підтверджують, що автопоїзд є технічно та економічно оптимальним для транспортування обраного елемента ВЕУ на маршруті Гданськ – Львів – Кропивницький – монтажний майданчик.

3.4. Застосування цифрових технологій для управління перевезеннями

Сучасні тенденції розвитку транспортно-логістичної галузі передбачають інтеграцію цифрових систем контролю й аналітики у всі етапи процесу перевезення. Для ПП «Транс-Авто-Д» актуальним є впровадження комплексної системи цифрового моніторингу вантажів, що дозволяє здійснювати контроль параметрів у реальному часі, мінімізувати ризики та підвищити ефективність взаємодії між усіма учасниками логістичного ланцюга.

Основними складовими цифрової системи моніторингу є:

- GPS-трекери, установлені на тягачах і тралах, які забезпечують постійне визначення координат автопоїзда, швидкості руху, часу зупинок і відхилень від маршруту. Дані автоматично передаються до центрального диспетчерського сервера та візуалізуються на карті маршруту.
- Датчики температури, вібрацій і нахилу, які контролюють стан вантажу під час руху. Інформація з датчиків дозволяє виявити небезпечні коливання або перевищення допустимого кута нахилу (наприклад, понад 5° при транспортуванні гондоли). Це дає змогу оперативно реагувати на відхилення та запобігати пошкодженням конструкції.
- Онлайн-платформа контролю руху, що об'єднує дані з усіх сенсорів у єдиному інтерфейсі. Вона забезпечує відображення маршруту, аналітику пробігу, архів подій та створює базу історичних даних для подальшого аналізу. Платформа дозволяє диспетчеру у режимі 24/7 відстежувати позицію кожного автопоїзда, визначати час прибуття до стоянок, фіксувати порушення швидкісного режиму чи несанкціоновані зупинки.

Для комплексного управління перевезеннями великогабаритних вантажів пропонується впровадити корпоративну систему «Digital Oversize Transport Management (DOTM)», що поєднує модулі планування, моніторингу, аналізу та звітності.

Функціональна структура системи включає такі основні підсистеми:

1. Планування маршруту і ресурсів — створення цифрової моделі перевезення з урахуванням габаритів вантажу, вантажопідйомності мостів, радіусів поворотів та графіка роботи пілотних автомобілів. На основі GIS-даних система формує оптимальний маршрут із зазначенням критичних ділянок, стоянок і дозволених часових вікон.
2. Моніторинг виконання перевезення — відображення фактичного місцезнаходження автопоїзда, швидкості, стану кріплень та параметрів вантажу. При виявленні відхилень система автоматично надсилає сповіщення диспетчеру або керівнику проекту.

3. Аналітичний модуль — накопичення статистики за рейсами, розрахунок витрат пального, середньої швидкості, часу в дорозі, кількості зупинок. На основі цих даних формується цифровий звіт ефективності кожного перевезення.
4. Звітність і інтеграція — автоматичне формування актів виконаних перевезень, маршрутних карт і відомостей для бухгалтерії. Система інтегрується з ERP-програмами підприємства та GPS-платформами (наприклад, Wialon, WebEye, Mapon).

Система DOTM створює єдиний цифровий простір управління, де інформація про перевезення зберігається у централізованій базі даних, що дозволяє проводити аналітику в реальному часі, оперативно ухвалювати управлінські рішення та прогнозувати ризики при плануванні наступних рейсів.

Запровадження системи «Digital Oversize Transport Management» має низку очевидних переваг для підприємства. Її використання забезпечує скорочення часу обробки даних і підготовки звітності на 30–40 %, що досягається завдяки автоматичному збору та обробці інформації з транспортних засобів і сенсорів у реальному часі. Одночасно відбувається зниження адміністративних витрат завдяки автоматизації документообігу та усуненню дублювання операцій між диспетчерським відділом, логістами й бухгалтерією. Цифровий контроль руху сприяє зменшенню кількості позапланових зупинок, запобігає відхиленням від маршруту та дозволяє своєчасно реагувати на технічні або організаційні ризики. У підсумку система сприяє підвищенню рівня безпеки транспортування та зміцнює довіру з боку замовників і партнерів.

Важливою складовою цифрової трансформації ПП «Транс-Авто-Д» є впровадження електронного документообігу, який забезпечує оперативний обмін супровідною інформацією між усіма учасниками процесу перевезення без використання паперових носіїв. У межах цієї системи всі дозвільні та транспортні документи формуються, передаються та підписуються в електронному вигляді. Зокрема, це електронні дозволи на рух негабаритного транспорту, отримані через онлайн-портали уповноважених органів у Польщі,

Україні та інших країнах Європейського Союзу; цифрові транспортні накладні (e-CMR), що забезпечують юридичну фіксацію факту перевезення; акти приймання-передачі вантажу, які підписуються електронним підписом водія, диспетчера та представника замовника; а також електронні звіти про рейс із фіксацією часу відправлення, стоянок і розвантаження, які автоматично генеруються системою DOTM.

Використання електронного документообігу мінімізує ризик технічних і людських помилок, скорочує час оформлення рейсів, зменшує витрати на ведення паперової документації та забезпечує повну прозорість логістичних операцій. У перспективі така система може бути інтегрована з національними платформами e-Transport та e-Delivery, що діють у країнах Європейського Союзу, що відкриє можливості для спрощення міжнародних процедур і підвищення рівня сумісності українських перевізників із європейськими стандартами електронного документообігу.

Впровадження цифрової системи управління перевезеннями Digital Oversize Transport Management (DOTM), аналітичних модулів контролю ризиків та електронного документообігу має на меті зниження витрат і підвищення продуктивності логістичних процесів у ПП «Транс-Авто-Д». Для оцінки економічної ефективності було проведено порівняння двох варіантів:

- базового — діяльність до впровадження цифрових технологій;
- оптимізованого — після впровадження DOTM і цифрового документообігу.

Аналіз виконано для типового рейсу перевезення елементів вітроустановки на маршруті Гданськ – Львів – Кропивницький, протяжністю 1610 км.

Таблиця 3.7

Порівняння витрат у базовому та вдосконаленому варіантах перевезення

Стаття витрат	Позначення	Одиниця виміру	Базовий варіант	Оптимізований варіант	Відхилення, %

Паливо та мастильні матеріали	С пал	€	1 400	1 320	-5,7
Оплата праці водія та супроводу	С перс	€	700	630	-10,0
Витрати на пілотний супровід і дозволи	С супр	€	1 100	950	-13,6
Адміністративні та документообігові витрати	С адм	€	300	210	-30,0
Амортизація та техобслуговування	С тех	€	400	400	0
Загальні витрати на рейс	С заг	€	3 900	3 510	-10,0

Економічний ефект від упровадження цифрової системи розраховується за формулою:

$$E = (C_{\text{баз}} - C_{\text{опт}}) * N \quad (3.14)$$

де

$C_{\text{баз}}$ — середні витрати на перевезення до впровадження, €;

$C_{\text{опт}}$ — витрати після оптимізації, €;

N — кількість перевезень на рік.

Підставивши середні значення для одного рейсу:

$$E = (3900 - 3510) * 40 = 15600€$$

Таким чином, за річного обсягу близько 40 рейсів великогабаритних перевезень економічний ефект становить близько 15,6 тис. євро на рік, що підтверджує доцільність упровадження цифрових технологій.

Додаткові показники ефективності

- Зменшення тривалості перевезення: з 54 до 49 годин (–9 %), завдяки автоматизації контролю маршруту й зменшенню часу простоїв.
- Економія пального: 966 л → 910 л (–5,7 %), за рахунок точнішого планування швидкісного режиму й усунення холостих пробігів.
- Скорочення витрат на супровід: 1 100 € → 950 € (–13,6 %), завдяки електронному погодженню дозволів та автоматичному оновленню даних для пілотних служб.
- Зменшення адміністративних витрат: 300 € → 210 € (–30 %), унаслідок переходу на електронний документообіг та автоматизовану підготовку звітів.

Витрати на впровадження цифрової системи DOTM, закупівлю датчиків і серверного програмного забезпечення оцінюються в межах 9 000 € (одноразово).

Термін окупності визначається за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E} \quad (3.15)$$

де

K — капітальні витрати на впровадження, €;
 E — річний економічний ефект, €.

$$T_{\text{ок}} = \frac{9000}{15600} = 0,58 \text{ року,}$$

тобто близько 7 місяців.

Після цього система починає приносити чисту економію коштів і підвищує ефективність роботи підприємства.

Проведений економічний аналіз показує, що впровадження цифрової системи управління перевезеннями та електронного документообігу забезпечує зниження прямих витрат на один рейс у середньому на 10 %, а річний економічний ефект становить понад 15 тис. євро.

Крім фінансових результатів, підприємство отримує низку нематеріальних переваг: підвищення точності контролю, скорочення часу планування рейсів, підвищення безпеки руху та покращення взаємодії з замовниками.

У сукупності ці результати свідчать про економічну доцільність і швидку окупність упровадження цифрової логістичної системи на ПП «Транс-Авто-Д» та підтверджують перспективність подальшої цифрової трансформації підприємства.

Висновки ро розділу 3.

На основі аналізу масово-габаритних параметрів лопатей, гондол і секцій башт визначено вимоги до вибору транспортних засобів, розподілу навантаження по осях і методів кріплення вантажу. Розрахунки підтвердили, що технічні характеристики автопоїздів підприємства (тягачі MAN TGX, Scania R500 у поєднанні з напівпричепами TAD Classic, Extendable, Goldhofer) відповідають міжнародним стандартам безпеки й дозволяють здійснювати перевезення вантажів масою до 120 тонн без перевищення нормативних осьових навантажень.

Розроблена транспортно-технологічна схема доставки елементів вітроустановки охоплює повний логістичний цикл — від виробничого заводу до монтажного майданчика. Побудована схема маршрутів і розрахунок габаритних та вагових обмежень дозволили визначити оптимальні конфігурації автопоїздів для кожного типу елемента.

Вибір базового маршруту Гданськ – Львів – Кропивницький – об’єкт монтажу здійснено за критерієм мінімізації витрат і часу доставки. Порівняльний аналіз альтернативних напрямів показав, що цей маршрут забезпечує найкраще співвідношення між економічними показниками, якістю дорожнього покриття, пропускною спроможністю мостів і зручністю стоянок. Середня тривалість рейсу становить близько 54 годин, витрата палива — 910–960 літрів, а загальні змінні витрати — близько 2,5 тис. євро, що свідчить про високу ефективність маршруту для перевезень такого типу.

Удосконалення організації перевезень передбачає впровадження цифрової системи Digital Oversize Transport Management (DOTM), яка об'єднує GPS-моніторинг, датчики вібрації та нахилу, аналітичні модулі контролю ризиків і систему електронного документообігу. Це рішення забезпечує безперервний моніторинг транспортних операцій, скорочує час підготовки звітності на 30–40 %, знижує адміністративні витрати на 25–30 %, а також підвищує безпеку перевезень і прозорість взаємодії між підрозділами підприємства.

РОЗДІЛ 4. ЗАХОДИ З БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЕЛЕМЕНТІВ ВЕС

Безпека праці та охорона навколишнього середовища є невід’ємними складовими процесу перевезення великогабаритних і великовагових вантажів. Особливість таких перевезень полягає у підвищеній небезпеці для учасників дорожнього руху, персоналу, який виконує навантажувально-розвантажувальні роботи, та в потенційному впливі на довкілля.

Під час організації перевезень елементів вітроенергетичних установок у ПП «Транс-Авто-Д» дотримуються вимог Закону України «Про охорону праці», Правил охорони праці на автомобільному транспорті та ДСТУ ISO 39001:2019 «Системи управління безпекою дорожнього руху». Перед виїздом автопоїздів проводиться інструктаж водіїв і супровідного персоналу, перевіряється технічний стан тягачів і тралів, працездатність гальмівних, освітлювальних і сигнальних систем. Працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту — сигнальними жилетами, касками, рукавицями, аптечками та вогнегасниками. Особлива увага приділяється підготовці персоналу, який бере участь у транспортуванні великогабаритних вантажів. Перед кожним рейсом проводиться спеціальний інструктаж із питань безпечного кріплення вантажу, дій у разі аварійної ситуації, погодних ускладнень або поломки техніки. Водії та працівники супроводу проходять щорічне навчання з питань охорони праці, надання домедичної допомоги та правил взаємодії з правоохоронними органами під час конвойного руху. На підприємстві впроваджено журнал реєстрації інструктажів і перевірку знань із безпеки дорожнього руху. Така система підготовки персоналу дає змогу знизити ймовірність травматизму та нещасних випадків у процесі перевезення.

Під час руху конвою дотримуються обмеження швидкості (не більше 40 км/год у населених пунктах та 60 км/год поза ними), а також безпечної дистанції між автомобілями. Всі автопоїзди обладнуються проблісковими маячками, світловідбивними елементами й попереджувальними табличками

«Негабаритний вантаж». На складних ділянках траси, біля мостів або на поворотах, організовується регулювання руху спільно з підрозділами Національної поліції.

В екологічному аспекті головна увага приділяється зменшенню шкідливих викидів, запобіганню витоку паливно-мастильних матеріалів і мінімізації впливу транспортної діяльності на довкілля. Для цього на підприємстві впроваджено технічне обслуговування транспортних засобів відповідно до вимог ISO 14001:2018 «Системи екологічного менеджменту», а також використовуються двигуни класу екологічності не нижче Euro-6. Під час перевезення елементів вітроустановок велика увага приділяється дотриманню екологічних норм на всіх етапах логістичного процесу. На майданчиках навантаження й розвантаження забороняється злив паливно-мастильних матеріалів та миття техніки поза спеціально облаштованими зонами. Підприємство використовує паливо з низьким вмістом сірки та проводить регулярний контроль рівня викидів вихлопних газів. У випадках тимчасового зберігання елементів вітроустановки на відкритих майданчиках забезпечується захист ґрунту від потрапляння мастил і технічних рідин, а самі площадки обладнуються системами збору стічних вод. Додатково реалізується програма «зеленої логістики», яка передбачає оптимізацію маршрутів для зменшення порожнього пробігу, впровадження електронного документообігу для скорочення використання паперу та поступовий перехід на екологічні мастильні матеріали. Усі відпрацьовані мастила, фільтри й інші відходи утилізуються згідно з чинними нормами через ліцензовані підприємства.

Крім того, застосування цифрової системи DOTM сприяє підвищенню безпеки праці завдяки автоматичному контролю параметрів руху, запобіганню перевантаження осей і своєчасному виявленню потенційних ризиків. Система моніторингу дозволяє оперативно фіксувати будь-які відхилення від маршруту, забезпечуючи захист працівників і учасників дорожнього руху.

Таким чином, реалізація комплексу організаційно-технічних, екологічних і цифрових заходів забезпечує високий рівень безпеки праці та екологічної

стійкості під час перевезення елементів вітроенергетичних установок. Це відповідає сучасним вимогам Європейського Союзу та сприяє формуванню позитивного екологічного іміджу ПП «Транс-Авто-Д» як відповідального перевізника.

Висновки ро розділу 4.

Узагальнюючи результати розділу, встановлено, що система охорони праці та екологічної безпеки ПП «Транс-Авто-Д» повністю відповідає вимогам чинного законодавства та міжнародних стандартів. Запроваджені інструктажі, контролі технічного стану техніки, використання засобів індивідуального захисту та організація супроводу забезпечують належний рівень безпеки під час транспортування великогабаритних елементів ВЕУ. Дотримання екологічних норм, застосування двигунів класу Euro-6, утилізація відходів та використання системи цифрового моніторингу знижують негативний вплив на довкілля. Таким чином, підприємство гарантує безпечне, відповідальне та екологічно стале виконання перевезень у відповідності до європейських практик.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі досліджено та удосконалено транспортний процес перевезення великогабаритних елементів вітроенергетичних установок у діяльності ПП «Транс-Авто-Д». Актуальність теми зумовлена зростанням обсягів проектних перевезень для об'єктів відновлюваної енергетики, підвищеними вимогами до безпеки руху, технічного забезпечення та цифровізації логістичних процесів. Об'єктом дослідження виступив транспортно-логістичний процес перевезення негабаритних вантажів, а предметом – методи та засоби підвищення його ефективності в умовах конкретного підприємства. Метою роботи було обґрунтування та розроблення заходів з удосконалення організації перевезень елементів вітроустановок із забезпеченням нормативних параметрів руху та економічної доцільності.

У першому розділі проведено комплексну характеристику ПП «Транс-Авто-Д» як транспортно-виробничої компанії, що поєднує перевезення негабаритних вантажів, власне виробництво напівпричепів (бренд TAD), сервісне обслуговування та проектно-логістичний супровід. Проаналізовано фінансово-економічні результати за 2021–2024 роки, структуру кадрового потенціалу, матеріально-технічну базу та використання рухомого складу. Показано, що підприємство демонструє стійке зростання доходів, підвищення рентабельності, зменшення питомої витрати палива та високий коефіцієнт технічної готовності автопарку (0,96). SWOT-аналіз підтвердив наявність значного внутрішнього потенціалу розвитку за умов посилення цифровізації, автоматизації управлінських процесів і роботи з ризиками.

У другому розділі систематизовано теоретико-методичні засади організації перевезень великогабаритних та великовагових вантажів, зокрема елементів вітроенергетичних установок. Узагальнено вимоги українського та європейського законодавства щодо габаритних і вагових параметрів, процедур отримання спеціальних дозволів, маркування автопоїздів і супроводу. Детально розглянуто специфіку транспортування лопатей, гондол і секцій башт, визначено їх масово-габаритні характеристики та логістичні обмеження. Показано, що

ефективна організація таких перевезень базується на поетапному плануванні транспортного процесу, коректному виборі рухомого складу, забезпеченні стійкості вантажу та використанні сучасних цифрових засобів маршрутизації й моніторингу.

У третьому розділі розроблено транспортно-технологічну схему доставки елементів вітроустановки на маршруті Гданськ – Львів – Кропивницький – монтажний майданчик для умов ПП «Транс-Авто-Д». Виконано розрахунок осьових навантажень, перевірку габаритів, оцінку продуктивності автопоїзда та проаналізовано декілька маршрутних варіантів. Обґрунтовано вибір базового маршруту за критеріями мінімізації часу та змінних витрат при дотриманні вимог безпеки й пропускної спроможності інфраструктури. Запропоновано впровадження цифрової системи управління перевезеннями Digital Oversize Transport Management (DOTM), GPS-моніторингу, аналітичних модулів контролю ризиків та електронного документообігу, що забезпечує зниження загальних витрат на один рейс приблизно на 10 %, річний економічний ефект близько 15,6 тис. євро та термін окупності інвестицій менше року.

Узагальнюючи результати дослідження, можна зробити висновок, що поставлена мета роботи досягнута, а поставлені завдання виконані. На основі аналізу діяльності ПП «Транс-Авто-Д», вивчення нормативно-правових вимог і практики перевезення елементів вітроенергетичних установок розроблено комплекс техніко-організаційних та цифрових заходів, спрямованих на підвищення ефективності, безпеки та конкурентоспроможності транспортного процесу. Запропоновані рішення мають практичну цінність для підприємства та можуть бути використані як методичне підґрунтя для інших перевізників, що спеціалізуються на проектних перевезеннях негабаритних вантажів в Україні та країнах ЄС. Перспективними напрямками подальших досліджень є поглиблене моделювання динаміки автопоїздів із великогабаритними вантажами, застосування елементів штучного інтелекту для прогнозування ризиків і інтеграція транспортно-логістичної системи підприємства у ширші цифрові платформи європейських транспортних коридорів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційний сайт ПП «Транс-Авто-Д» з негабаритних перевезень
URL: <https://www.tad.com.ua/> (дата звернення 11.06.2025);
2. Електронний ресурс: International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD) <http://www.ictsd.org/> (дата звернення 15.05.2025);
3. Першин І.В., Транспортний ланцюг як категорія логістики мультимодальних вантажоперевезень. Актуальні проблеми маркетингу. 2016, с.94-97;
4. Правдін Н.В., Негрій В.Я., Подкопаєв В.Л., Взаємодія різних видів транспорту, під ред. Н. В. Правдіна.- М.: Транспорт, 2019. - 194 с;
5. Славінський, Я. С. Підвищення ефективності транспортування сільськогосподарської продукції в умовах фермерських господарств. Вінниця, 2022. 44с
6. Наказ № 413 від 03.06.2019 р. «Про затвердження Змін до Правил перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні»
7. Про автомобільний транспорт : Закон України від 05.04.2001 № 2344-III // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2344-14> (дата звернення: 09.07.2025)
8. Про затвердження Ліцензійних умов провадження господарської діяльності з надання послуг з перевезення пасажирів і вантажів автомобільним транспортом загального користування (крім надання послуг з перевезення пасажирів та їх багажу на таксі) та Ліцензійних умов провадження господарської діяльності з надання послуг з перевезення пасажирів та їх багажу на таксі : Наказ; Держкомпідприємство від 18.12.2003 № 136/985 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2344-14> (дата звернення: 14.09.2025)
9. Офіційний сайт компанії ТОВ «Аврора Транс»
URL: <https://avrora-trans.com/ua/articles/negabaritnyiy-gruz> (дата звернення 03.05.2025);

10. Офіційний сайт компанії ТОВ “Негабарит”
URL:<https://negabarit.eu/trucks/>; (дата звернення 07.10.2025);
11. НЕГАБАРИТНИЙ ВАНТАЖ: ВИМОГИ ПДР ТА ПРАВИЛА ПЕРЕВЕЗЕННЯ
URL:<https://novitrans.com.ua/ua/stati/negabaritnij-vantazh-vimogi-pdr-ta-pravila-perevezennya/>; (дата звернення 11.08.2025);
12. Дозволи на проїзд великовагових та великогабаритних вантажів по території України
URL:https://ukravtodor.gov.ua/4496/dozvoly_na_proizd_velykovahovykh_ta_velykohabarytny_kh_transportnykh_zasobiv.html(дата звернення 14.06.2025)
13. Офіційний сайт АСОЦІАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВІЗНИКІВ УКРАЇНИ
URL:<http://www.asmap.org.ua/index1.php?id=60580> (дата звернення 26.08.2025)
14. Постанова № 1306 від 10 жовтня 2001 «Про правила дорожнього руху»
URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF#Text> (дата звернення 26.07.2025)
15. Ambroziak T., Ryza D. Проблематика використання різних форм транспорту в аспекті сталого розвитку транспортної інфраструктури. Logistyka, 2011, №4, с. 33–42. ISSN 1231-5478;
16. Christowa-Dobrowolska M. Логістика і техніка транспортування негабаритних вантажів водним шляхом. Logistyka, 2011, №5, с. 468–473. ISSN 1231-5478;
17. Duszowska J. Внутрішній водний транспорт у контексті інтегрованої логістичної системи. Logistyka, 2011, №2, с. 119–128. ISSN 1231-5478;
18. Waniek A. Транспорт великогабаритний. Poznań: Higher School of Logistics, 2012;
19. Мірошниченко Л., Саприкін Г.. Автомобільні перевезення: організація та облік. – Х. : Фактор, 2004

20. Кунда Н.Т. Дослідження операцій у транспортних системах. Навчальний посібник для студентів напряму «Транспортні технології» вищих навчальних закладів. - К.: Видавничий Дім «Слово», 2008. - 400с
21. Zagurskiy O. M., Kumeiko A. G., Shatkivska Y. V. Optimization of urban passenger route by game simulation methods. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021, Vol. 12, No 1, 47-54.
22. Zagurskiy O. M., Ohienko A. M. Approaches To The Optimization Of The Functioning Of Cities By The Environmental Criteria. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11, No 4, 75-81.