

Міністерство науки і освіти України  
Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича  
Географічний факультет  
Кафедра геодезії, картографії та управління територіями

**Кваліфікаційна робота**  
**Рівень вищої освіти - другий (магістерський)**

**АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПОСЛУГ МІСЦЕВОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В  
ОКРЕМИХ РАЙОНАХ ЗЕМЛІ БАДЕН-ВЮРТЕМБЕРГ ЗА ДОПОМОГОЮ ГІС-  
ПРОДУКТІВ**

Студентки 2-го курсу 628 групи  
Спеціальності 193 “Геодезія та землеустрій”  
ОП “Геодезія”  
*Тимохіної Альони Олександрівни*  
Керівник: к.геогр.н доц. **Костащук Володимир  
Іванович**

До захисту допущено:  
протокол засідання кафедри № \_\_\_\_  
від «\_\_» «\_\_\_\_\_» 2024 р.  
Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ доц. Дарчук К.В.

**Чернівці 2024**

**Анотація:** Дана робота присвячена методиці та застосуванню класів якості громадського транспорту (ÖV-Güteklassen) для поєднання транспортного та просторового планування у Баден-Вюртемберзі. ÖV-Güteklassen – це встановлений у Швейцарії та Австрії індикатор, що оцінює якість громадського транспорту в певній локації за шкалою від А (дуже хороша доступність) до Е (мінімальна доступність). За допомогою геоінформаційних систем було проаналізовано якість обслуговування громадського транспорту в різних регіонах землі, що дозволило виявити, що більшість населення має доступ до такого транспорту. Результати дослідження та систематичне використання ÖV-Güteklassen дозволяє оцінити рівень доступності громадського транспорту в різних точках регіону і може бути використане для розробки більш ефективних транспортних планів та поліпшення якості життя населення.

This work is dedicated to the methodology and application of public transport quality classes (ÖV-Güteklassen) to combine transport and spatial planning in Baden-Württemberg. ÖV-Güteklassen is an indicator established in Switzerland and Austria that assesses the quality of public transport at a specific location on a scale from A (very good accessibility) to E (minimal accessibility). Using geographic information systems, the quality of public transport service was analyzed in various regions of the state, revealing that the majority of the population has access to such transport. The research results can be used to develop more efficient transport plans and improve the quality of life for the population. The systematic use of ÖV-Güteklassen allows for the assessment of the level of public transport accessibility at various points in the region and can be used to develop more efficient transport plans and improve the quality of life for the population.

---

Альона ТИМОХІНА

(підпис)

## Зміст

### ВСТУП

|                                                                                                                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>РОЗДІЛ 1. Основні поняття та терміни, загальна характеристика території дослідження.....</b>                                                                | <b>7</b>  |
| 1.1. Основні поняття транспортного планування .....                                                                                                            | 7         |
| 1.2. Правові рамки на федеральному рівні .....                                                                                                                 | 10        |
| 1.3. Розвиток населення та поселень в межах та за межами зони доступу до зупинок громадського транспорту .....                                                 | 13        |
| 1.4. Розвиток транспортного сектору .....                                                                                                                      | 14        |
| 1.5. Класифікація якості громадського транспорту .....                                                                                                         | 17        |
| <b>РОЗДІЛ 2. Розробка методики.....</b>                                                                                                                        | <b>19</b> |
| 2.1. Дані для аналізу просторової структури.....                                                                                                               | 24        |
| 2.2. Методичний підхід до розрахунку класу якості громадського транспорту в Баден-Вюртемберзі (на прикладі міст Ройтлінген та Мюнзінген).....                  | 25        |
| 2.3. Порівняння класів якості громадського транспорту з інтегрованою доступністю (на прикладі району Кальв) .....                                              | 39        |
| 2.4. Методичний підхід до подальшого розвитку класів якості громадського транспорту шляхом включення прокату велосипедів (на прикладі міста Гьоппінген). ..... | 41        |
| <b>РОЗДІЛ 3. Результати та підсумки.....</b>                                                                                                                   | <b>46</b> |
| 3.1. Оцінка якості громадського транспорту в Баден-Вюртемберзі на основі оцінки класів якості громадського транспорту .....                                    | 46        |
| 3.2. Оцінка потенціалу перепланування на основі існуючих послуг громадського транспорту та щільності населення.....                                            | 52        |
| 3.3. Результати порівняльного аналізу: якість громадського транспорту та доступність до послуг в районі Кальв .....                                            | 58        |

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4. Результати порівняння змін розкладу в адміністративному окрузі<br>Фрайбург .....                  | 59 |
| 3.5. Охоплення громадським транспортом комерційних районів .....                                       | 63 |
| 3.6. Пропонована система розрахунку класів якості громадського<br>транспорту в Баден-Вюртемберзі ..... | 68 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                          | 71 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                                        | 73 |

## Вступ

Дослідження спрямоване на розробку та впровадження ефективної системи оцінки якості громадського транспорту (ÖV-Güteklassen) в Баден-Вюртемберзі з метою оптимізації транспортного планування та підвищення якості життя населення. Запропонована методика дозволить детально проаналізувати доступність громадського транспорту в різних регіонах, ідентифікувати проблемні зони транспортного обслуговування. Крім того, дослідження розгляне можливості застосування системи оцінки якості громадського транспорту для оцінки нових форм мобільності, таких як велопрокат та послуги за викликом, що дозволить врахувати сучасні тенденції у розвитку транспортних систем. За допомогою геоінформаційних систем буде проведений комплексний аналіз даних, що дозволить оцінити рівень доступності громадського транспорту в різних точках регіону, враховуючи такі фактори, як частота руху, типи транспортних засобів, відстані до зупинок та інше. Одним із важливих аспектів дослідження є аналіз взаємозв'язку між якістю громадського транспорту та просторовим плануванням. Буде досліджено, як покращення якості громадського транспорту може стимулювати розвиток компактних та змішаних міських районів, зменшити залежність від приватного автотранспорту та сприяти збалансованому розвитку територій. Крім того, дослідження розгляне питання адаптації системи оцінки якості громадського транспорту (ÖV-Güteklassen) до специфічних умов Баден-Вюртембергу, включаючи сільські та міські райони. Буде проведено порівняльний аналіз різних регіонів для виявлення спільних та відмінних рис та розробки рекомендацій для кожного конкретного випадку. Результати дослідження дозволять розробити практичні рекомендації для впровадження системи ÖV-Güteklassen в практику транспортного планування. Ці рекомендації будуть включати як загальні принципи, так і конкретні заходи, спрямовані на покращення якості громадського транспорту та підвищення його конкурентоспроможності по

відношенню до приватного автотранспорту. Очікується, що результати дослідження внесуть значний вклад у розвиток сталого транспорту та покращення якості життя населення Баден-Вюртембергу.

Мету інтегрованого планування територій та поселень можна узагальнити наступним чином:

- Зменшення споживання земельних ресурсів за рахунок щільнішої забудови.
- Спрощення доступу до громадського транспорту.
- Сприяння зниженню транспортних потоків, що забезпечує скорочення викидів парникових газів.
- Формування такої структури поселень, яка стимулює використання громадського транспорту, що, в свою чергу, робить його експлуатацію більш економічно вигідною та стабільною.

Кількість опрацьованих літературних джерел: 12

## **РОЗДІЛ 1. Основні поняття та терміни, загальна характеристика території дослідження**

Просторове планування передбачає детальний аналіз структурних особливостей територій, зокрема, рівня їхньої сільської або міської спрямованості. Поняття "сільська місцевість" є багатограним і вимагає комплексного підходу до оцінки. Інститут Тюнена запропонував детальну методику для класифікації територій, враховуючи такі показники, як щільність населення, тип забудови та ступінь урбанізації. Ця методика широко застосовується в Німеччині, зокрема, в Баден-Вюртемберзі.

Планування розвитку землі в Баден-Вюртемберзі передбачає поділ територій на чотири основні типи, що дозволяє детально аналізувати їхні особливості та розробляти відповідні стратегії розвитку. Для кожного типу територій характерні свої особливості, такі як щільність забудови, частка вільних земель та рівень взаємозв'язків з іншими територіями. Серед цих типів особливий інтерес представляє сільська місцевість у вузькому сенсі, яка характеризується низькою щільністю населення, переважанням сільськогосподарського використання земель та відсутністю значних міських агломерацій.

Результати дослідження структурних характеристик територій мають важливе практичне значення для просторового планування. Класифікація територій за типами дозволяє розробляти більш ефективні стратегії розвитку для кожної з них. Зокрема, для сільської місцевості можуть бути розроблені програми підтримки сільського господарства, розвитку інфраструктури та збереження природних ресурсів.

### **1.1. Основні поняття транспортного планування**

Ця робота досліджує різноманітні способи організації громадського транспорту. Відповідно до чинного законодавства, громадський транспорт – це не лише традиційні автобуси та трамваї, але й ширший спектр послуг, доступних широкому колу громадян. Це можуть бути як регулярні

маршрутні перевезення, так і більш гнучкі форми, такі як транспорт за попереднім замовленням або вело- та скутеропрокат.

Особливу увагу ми приділяємо залізничному транспорту пасажирів, який завдяки своїй ефективності та масштабній інфраструктурі є важливим елементом сучасних транспортних систем. Однак, з розвитком технологій та зміною потреб суспільства, поняття громадського транспорту постійно розширюється. З'являються нові сервіси, які роблять пересування містом більш зручним та доступним.

Історично та сучасно, розвиток міст завжди був тісно пов'язаний з розвитком транспортних систем. До появи автомобіля, поселення формувалися переважно вздовж торгових шляхів та річок. Згодом, з розвитком індивідуального автомобільного транспорту, міста розрослися, а структура поселень стала більш розподіленою. Це призвело до низки проблем, таких як транспортні затори, забруднення довкілля та надмірне споживання земельних ресурсів.

Сьогодні, для вирішення цих проблем, все більше уваги приділяється інтегрованому плануванню територій та транспорту. Цей підхід передбачає узгодження розвитку міст з розвитком ефективної системи громадського транспорту. Концепції центральних місць, 15-хвилинного міста та розвитку, орієнтованого на громадський транспорт, пропонують створювати компактні, змішані за функціональним призначенням райони, де всі необхідні послуги та об'єкти знаходяться в пішій доступності або в межах кількох хвилин їзди на громадському транспорті. Такий підхід не лише зменшує залежність від приватного автомобіля, але й покращує якість життя мешканців, сприяє збереженню довкілля та стимулює економічний розвиток.

Закон про перевезення пасажирів (PBefG) визначає громадський транспорт як загальнодоступне перевезення пасажирів різними видами транспорту, переважно на лініях, що обслуговують міські, приміські та

регіональні маршрути. Однак, згідно з §8 цього закону, до громадського транспорту також відносять такі послуги, як таксі та орендовані автомобілі, за умови, що вони доповнюють або замінюють традиційні види громадського транспорту.

Крім того, § 44 PBefG розширює поняття громадського транспорту, включаючи до нього лінійні транспортні послуги за попереднім замовленням. Це означає, що громадяни можуть замовити транспорт для поїздки за індивідуальним маршрутом, а не лише користуватися фіксованими маршрутами.

Сучасні тенденції в розвитку громадського транспорту спрямовані на забезпечення більшої гнучкості, індивідуалізації та екологічності перевезень. Саме тому такі сервіси, як велопрокат та скутеропрокат, набувають все більшої популярності.

Транспортне планування, як правило, базується на вже існуючому розташуванні будівель, інфраструктури та інших елементів міського планування. Тобто, плани розвитку транспортної системи часто формуються з урахуванням того, як місто вже побудоване.

Важливим питанням для транспортних планувальників є визначення того, з якого моменту створення системи громадського транспорту стає економічно виправданим і не шкодить довкіллю. Іншими словами, скільки людей має користуватися громадським транспортом, щоб його введення було доцільним?

Розвиток транспортної системи та планування територій – це два взаємопов'язані процеси, які впливають один на одного. Рішення, прийняті під час планування землекористування, безпосередньо впливають на розвиток транспортної інфраструктури. Наприклад, розташування житлових масивів, промислових зон та об'єктів соціальної інфраструктури визначає, де і в якому обсязі потрібні транспортні послуги. З іншого боку,

якість та доступність громадського транспорту впливають на вибір місця проживання та роботи людей, а отже, на розвиток територій.

Ефективність роботи громадського транспорту залежить від багатьох факторів, серед яких важливе місце посідає попит на перевезення. Щільність населення, кількість робочих місць та наявність різних об'єктів (школи, магазини тощо) визначають, скільки людей користуватимуться громадським транспортом. Збільшення кількості пасажирів дозволяє знизити собівартість перевезень та зробити громадський транспорт більш економічно привабливим. Однак, існуючі транспортні мережі часто формувалися історично, що може призводити до ситуацій, коли навіть на малонаселених територіях функціонують розгалужені маршрути, що не завжди є економічно обґрунтованим.

Якісний та доступний громадський транспорт є одним із важливих факторів, що впливають на розвиток міст та населених пунктів. Добре розвинена транспортна мережа сприяє зростанню цін на нерухомість біля зупинок громадського транспорту, стимулює розвиток бізнесу та приваблює нових мешканців. З іншого боку, відсутність зручного доступу до громадського транспорту може гальмувати розвиток певних територій. Тому при плануванні транспортної системи необхідно враховувати не тільки поточний попит на перевезення, але й перспективи розвитку територій.

## **1.2 Правові рамки на федеральному рівні**

Закон про планування територій Німеччини (ROG) встановлює чіткі вимоги щодо поєднання розвитку поселень і транспорту. Він передбачає створення таких просторових структур, які б мінімізували транспортне навантаження і стимулювали використання більш екологічних видів транспорту. Особлива увага приділяється забезпеченню доступності для

всіх верств населення до необхідних об'єктів та послуг. Хоча закон не конкретизує, яким саме видом транспорту має бути забезпечена така доступність, він підкреслює важливість створення умов для розвитку сталого транспорту та інтегрованої транспортної системи.

Федеральне законодавство Німеччини, зокрема Закон про планування територій (ROG), встановлює загальні рамки для інтеграції планування територій та транспорту. Воно проголошує принцип зменшення транспортного навантаження та забезпечення доступності для всіх верств населення. Однак, детальні вимоги до громадського транспорту делеговані федеральним землям та муніципалітетам. Хоча федеральне законодавство не встановлює конкретних кількісних показників для оцінки якості громадського транспорту, воно надає інструменти для розробки таких показників на регіональному та місцевому рівнях.

Незважаючи на наявність загальних принципів, федеральне законодавство Німеччини не містить достатньо конкретних вимог щодо розвитку громадського транспорту. Хоча Закон про планування територій (ROG) підкреслює важливість забезпечення доступності для всіх верств населення, він не визначає, яким саме видом транспорту має бути забезпечена така доступність. Крім того, федеральне законодавство не встановлює вимірних цілей щодо якості громадського транспорту та доступності різних територій. Деталізація цих положень залишається на розсуд федеральних земель та муніципалітетів, які можуть встановлювати більш конкретні вимоги через такі інструменти, як плани розвитку громадського транспорту.

Таким чином, федеральне законодавство Німеччини створює загальний правовий каркас для інтеграції планування територій та транспорту, однак детальна реалізація цих принципів залишається на розсуд регіональних та місцевих органів влади. Незважаючи на відсутність деяких конкретних вимог на федеральному рівні, загальна тенденція спрямована на створення

більш стійких та доступних для всіх міст шляхом розвитку громадського транспорту та зменшення залежності від приватного автомобіля.

Плани розвитку федеральних земель надають конкретні вказівки щодо інтеграції планування територій та транспорту, доповнюючи загальні принципи, встановлені на федеральному рівні. Зокрема, в Баден-Вюртемберзі передбачається орієнтувати нове будівництво на громадський транспорт, особливо в зонах високої щільності населення. Також передбачається ущільнення забудови біля залізничних станцій. Ці заходи спрямовані на зменшення транспортного навантаження та створення більш компактних міст.

Однак, незважаючи на наявність таких цілей, законодавство, як на федеральному, так і на рівні федеральних земель, не містить достатньо конкретних вимог щодо якості громадського транспорту та його доступності. Хоча план розвитку федеральної землі Баден-Вюртембергу встановлює цілі щодо розвитку громадського транспорту, відсутні чіткі кількісні показники, які б дозволяли оцінити ефективність цих заходів.

Тим не менш, існують перспективні ініціативи, такі як гарантія мобільності в Баден-Вюртемберзі, яка передбачає регулярне сполучення громадським транспортом всіх населених пунктів. Ця ініціатива свідчить про прагнення до створення більш доступної та зручної транспортної системи. Однак, для досягнення цієї мети необхідно розробити детальні плани та заходи, які враховуватимуть особливості різних регіонів та забезпечать їхню послідовну реалізацію.

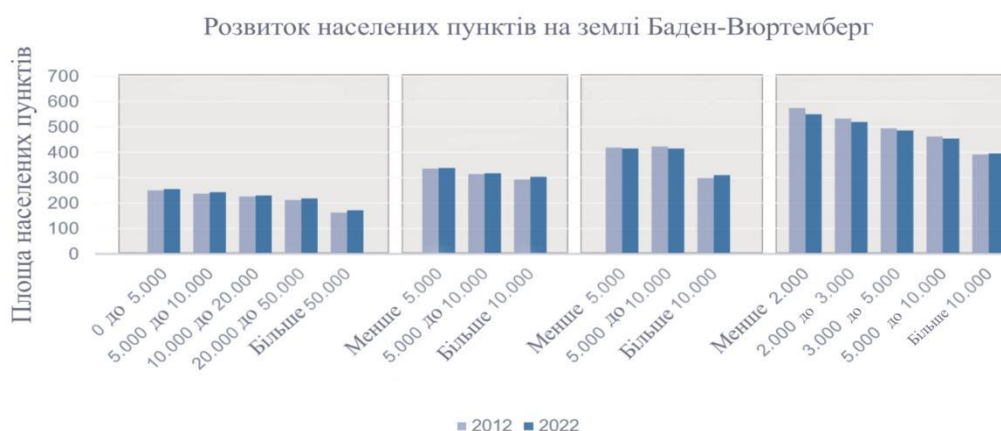
Таким чином, хоча існують конкретні кроки на рівні федеральних земель щодо інтеграції планування територій та транспорту, все ще існує потреба в подальшому розвитку законодавчої бази та розробці більш детальних планів для забезпечення ефективної реалізації цих принципів.

### 1.3 Розвиток населення та поселень в межах та за межами зони доступу до зупинок транспорту

Баден-Вюртемберг, як і багато інших регіонів Німеччини та Європи, переживає стрімкий процес урбанізації, який супроводжується постійним зростанням площ, зайнятих під житлову та промислову забудову, а також транспортну інфраструктуру. Ця тенденція, хоча й свідчить про економічний розвиток регіону, має й низку негативних наслідків, таких як зменшення площі сільськогосподарських угідь, лісів та інших природних екосистем, збільшення транспортного навантаження та погіршення екологічної ситуації.

Одним із найбільш помітних наслідків урбанізації є різниця в структурі використання землі між міськими та сільськими районами. У сільській місцевості на одного жителя припадає значно більша площа, ніж у містах. Це пов'язано з особливостями сільськогосподарського виробництва, розсіяною забудовою та меншою щільністю населення. Така ситуація ускладнює організацію ефективного громадського транспорту в сільській місцевості, що, в свою чергу, може призводити до соціальної ізоляції та обмеження можливостей для жителів сільських районів.

Таблиця 1.1



Порівняльна таблиця 2012 та 2022 рр.

Проте, незважаючи на ці виклики, Баден-Вюртемберг демонструє позитивні тенденції в розвитку інфраструктури та забезпеченні доступності громадського транспорту. Більшість населення регіону має можливість добиратися до зупинок громадського транспорту пішки за короткий час. Це свідчить про те, що влада регіону активно працює над розробкою та впровадженням заходів, спрямованих на поліпшення якості життя населення та зменшення негативного впливу урбанізації на довкілля.

#### **1.4 Розвиток транспортного сектору**

Незважаючи на значне зростання пасажиропотоку в німецькому громадському транспорті за останні десятиліття, його частка у загальному обсязі перевезень залишається майже незмінною. Паралельно спостерігається стійкий ріст популярності індивідуального автомобільного транспорту. За даними досліджень, у 2017 році особистий автомобіль залишався основним засобом пересування для більшості німців, забезпечуючи 74% усіх пасажирокілометрів. Хоча громадський транспорт також користується попитом, особливо у великих містах, його частка становить лише 14%.

Аналіз мобільності населення Німеччини свідчить про те, що вибір транспорту залежить не лише від наявності та якості громадського транспорту, але й від цілого ряду соціоекономічних факторів, таких як вік, дохід, місце проживання та особистих переваг. Незважаючи на те, що мешканці міст в середньому витрачають на подорожі більше часу, вони частіше обирають громадський транспорт. Однак, високий рівень автомобілізації в Німеччині, особливо в таких регіонах як Баден-Вюртемберг, свідчить про те, що відмова від особистого автотранспорту на користь громадського відбувається повільно.

Для детального огляду громадського транспорту розглянемо декілька прикладів успішної реалізації проектів співпраці громадського транспорту та містобудування.

Залізнична лінія Бодензее-Обершвабен (BOB), що сполучає міста Фрідріхсхафен, Равенсбург та Аулендорф, стала яскравим прикладом успішної інтеграції транспортної системи та містобудування. Проект реалізації BOB, проведений в рамках ініціативи DeutscheBahn (німецька залізниця), передбачав не лише модернізацію залізничного сполучення, але й комплексне перетворення прилеглих територій.

Завдяки створенню спеціальної транспортної компанії та активній участі місцевих громад вдалося значно покращити якість залізничних послуг. Збільшення кількості станцій, модернізація інфраструктури та розвиток пішохідної та велосипедної доступності до станцій зробили поїздки на потягах більш зручними та привабливими. В результаті цих зусиль спостерігається стійке зростання пасажиропотоку на лінії BOB.

Основою для успішної реалізації проекту стали чітко визначені на законодавчому рівні цілі та активна участь місцевих громад. Створення спеціальної компанії Bodensee-Oberschwaben GmbH, яка об'єднала зусилля прибережних громад, забезпечило ефективне управління проектом. Однак, незважаючи на досягнуті успіхи, слід зазначити, що реформи в залізничному секторі та різноманітність зацікавлених сторін ускладнюють реалізацію подібних проектів на інших ділянках залізничної мережі.

Модель Карлсруе, що передбачає інтеграцію міської трамвайної мережі з регіональною залізницею, стала зразком успішного поєднання містобудування та розвитку громадського транспорту. На відміну від традиційного підходу, коли розвиток міст відбувається навколо вже існуючої транспортної інфраструктури, у Карлсруе спочатку була створена

ефективна система громадського транспорту, а вже потім містобудування орієнтувалося на неї.

Дослідження показали, що впровадження моделі Карлсруе призвело до значного зростання популярності громадського транспорту серед місцевих мешканців. Однак, хоча загальна кількість поїздок на громадському транспорті зросла, частка перевезень, переведених з індивідуального автомобільного транспорту, виявилася відносно невеликою. Крім того, спостерігалось явище індукування попиту, тобто поява нових поїздок, які раніше здійснювалися іншими видами транспорту або взагалі не здійснювалися.

Цей досвід свідчить про те, що при плануванні розвитку громадського транспорту необхідно враховувати не лише створення зручної та доступної транспортної мережі, але й здійснювати комплексні заходи щодо зміни транспортних звичок населення.

Незважаючи на наявність чіткої концепції інтегрованого планування розвитку міст та транспортної системи, практична реалізація таких планів часто стикається з низкою проблем. Хоча теорія передбачає, що інтеграція містобудування та транспорту сприятиме зменшенню шкідливих викидів та підвищенню популярності громадського транспорту, реальність демонструє, що ці цілі досягаються не завжди.

Однією з причин такої ситуації є відсутність достатньо ефективних інструментів планування. Некоординоване будівництво, відсутність чітких критеріїв при прийнятті планових рішень та продовження розширення дорожньої мережі перешкоджають створенню більш компактних та екологічних міст.

Для того щоб забезпечити ефективну взаємодію містобудування та транспортної системи, необхідно перейти від абстрактних концепцій до

конкретних дій. Це передбачає розробку нових інструментів планування, які б гарантували, що нові житлові райони будуватимуться виключно поблизу розвиненої мережі громадського транспорту. Крім того, необхідно визначити чіткі та вимірні цілі, які дозволять оцінити ефективність реалізації планів.

Іншими словами, концепція інтегрованого планування потребує перетворення з абстрактної ідеї на конкретний практичний інструмент, який дозволить створювати міста, що є більш комфортними, екологічними та зручними для життя.

### **1.5 Класифікація якості громадського транспорту**

Система класифікації якості громадського транспорту (ÖV-Güteklassen) є потужним інструментом, який дозволяє оцінити зручність та доступність громадського транспорту в різних локаціях. Ця оцінка проводиться на основі відстані до найближчої зупинки та її характеристик, таких як частота руху транспорту та тип транспортних засобів.

Розроблена у Швейцарії в 1993 році, ця система згодом знайшла широке застосування в інших країнах, зокрема в Австрії та Німеччині. Її використовують для вирішення різноманітних завдань: від визначення пріоритетних районів для розвитку до оцінки придатності територій для різних видів забудови. Наприклад, в Австрії результати класифікації використовуються для розподілу фінансування на розвиток громадського транспорту.

Інтервал руху громадського транспорту, тобто час між прибуттями транспорту на одну і ту ж зупинку, є одним з ключових показників, який безпосередньо впливає на комфорт пасажирів. Чим частіше ходить транспорт, тим зручніше ним користуватися. Однак, вимоги до частоти руху можуть суттєво відрізнятися залежно від конкретної території та часу доби. Незважаючи на те, що інтервал руху є важливим критерієм при оцінці якості

громадського транспорту, він не є єдиним. Для більш комплексної оцінки також враховуються й інші фактори.

Вид транспорту є важливим критерієм при розрахунку класів якості громадського транспорту. Рейковий транспорт часто вважається кращим за наземний. В літературі це пояснюється тим, що рейковий транспорт має більшу пропускну здатність і, як правило, забезпечує вищу швидкість та комфорт подорожі. Однак для класів якості громадського транспорту найбільш важливою є відстань, яку зазвичай долають за допомогою цього виду транспорту. Тому, наприклад, в Австрії швидкісний автобус оцінюється вище за трамвай. Не менш важливим критерієм вибору виду транспорту є його надійність, яка може значно відрізнятись в різних регіонах. Критерії оцінки VDV (2019) не передбачають конкретного виду транспорту для певної щільності населення. Відповідно, класифікація за видом транспорту є досить складною.

Значна частина пасажирів приміського сполучення добирається до зупинок пішки або на велосипеді. Таким чином, велосипеди загалом та системи велопрокату зокрема можуть збільшити зону досяжності зупинок приміського та міського громадського транспорту. Особливо в сільській місцевості системи велопрокату можуть забезпечити доступність громадського транспорту в районах, де розвиток транспортної системи є економічно не вигідним. Адже системи велопрокату є економічно вигідними вже при наявності близько 150 велосипедів або принаймні двох користувачів на велосипед на день. Однак у сільській місцевості необхідно враховувати додаткові перешкоди, такі як відсутність достатнього покриття мобільного зв'язку.

## Розділ 2. Розробка методики

В попередньому розділі ми розглянули різні методи оцінки того, наскільки якісно громадський транспорт обслуговує населений пункт. Особливо важливо розуміти, як якість транспорту пов'язана з тим, як побудовані міста та села.

Одним з найбільш ефективних методів оцінки якості громадського транспорту є так звані "класи якості". Цей метод використовується в багатьох країнах, зокрема в Австрії та Швейцарії. Суть його полягає в тому, щоб оцінити, наскільки легко люди можуть дістатися до громадського транспорту з різних точок міста або села. Для цього враховуються такі фактори як відстань до найближчої зупинки, як часто ходять автобуси або трамваї, і який саме транспорт курсує на цьому маршруті.

Однак методи розрахунку класів якості в різних країнах можуть відрізнятися. Тому для Німеччини, а саме для землі Баден-Вюртемберг, довелося розробити власну методику. Для цього ми провели дослідження в різних містах Баден-Вюртембергу, таких як Ройтлінген і Мюнзінген, і порівняли результати, отримані різними методами розрахунку. Завдяки цьому ми змогли розробити метод, який найкраще підходить для умов нашої землі.

Далі ми поєднали отримані результати з даними про кількість населення, щоб зрозуміти, як якість громадського транспорту впливає на життя людей. Це дозволило нам визначити, які райони потребують покращення транспортного обслуговування, і оцінити потенціал для подальшого розвитку громадського транспорту.

Для проведення дослідження якості громадського транспорту в Баден-Вюртембергу ми використали дані з відкритих джерел. Зокрема, ми звернулися до стандартного формату GTFS, який містить детальну інформацію про розклади руху, маршрути та зупинки. Ці дані були отримані

від транспортних компаній та об'єднань регіону. Далі, використовуючи геоінформаційну систему ArcGIS Pro, ми провели обробку та аналіз отриманих даних. Для забезпечення точності розрахунків всі дані були приведені до єдиної системи координат ETRS 1989 LAEA. На основі оброблених даних ми розраховували різноманітні показники, які характеризують якість громадського транспорту. Ці показники дозволили нам оцінити доступність транспорту в різних районах регіону, визначити найбільш проблемні ділянки та запропонувати рекомендації щодо покращення транспортного обслуговування.

Під час проведення дослідження ми зіткнулися з необхідністю точно визначити розташування всіх зупинок громадського транспорту в Баден-Вюртембергу. Для цього ми використали спеціальну функцію, яка дозволяє працювати з даними про громадський транспорт у стандартному форматі GTFS.

Одним із ключових питань було те, як обробляти зупинки, які фактично є однією і тією ж станцією, але мають різні ідентифікатори в базі даних. Ми могли б об'єднати ці зупинки в одну, використовуючи спеціальний параметр "parent\_id". Однак такий підхід міг би призвести до неточностей при аналізі даних про частоту відправлень, особливо на кінцевих зупинках.

Тому ми прийняли рішення розглядати кожну зупинку окремо, навіть якщо вона фактично є частиною більшої станції. Це дозволило нам отримати більш точні дані про кількість відправлень в кожному напрямку. Звичайно, такий підхід може призвести до того, що ми трохи недооцінимо загальну кількість відправлень, але ця похибка є незначною і не впливає на загальні висновки дослідження.

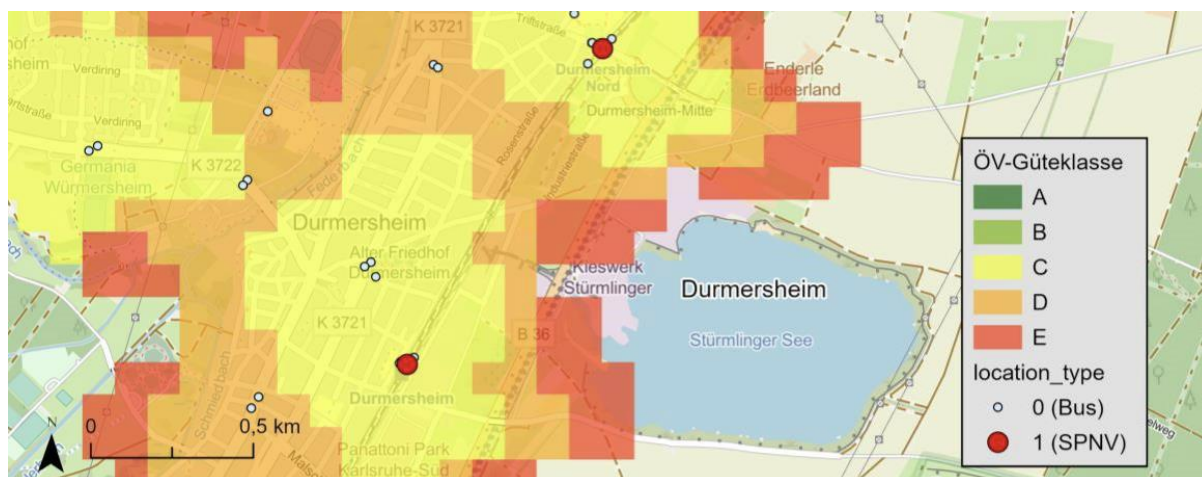


Рис 1.1 : Класи якості громадського транспорту на основі власного розрахунку та точок зупинки в Дурмерсхаймі

Джерело: GTFS-Daten basierend auf Datensatz der NVBW GmbH. Straßennetzwerk basierend auf OpenStreetMap-Mitwirkende. Hintergrundkarte © OpenStreetMap-Mitwirkende. Eigene Darstellung.

Уявімо собі великий автобусний вокзал, де кожна платформа має по шість окремих зупинок. Якщо з кожної з цих зупинок автобус відправляється раз на годину, то може здатися, що інтервал руху транспорту дуже великий – ціла година. Однак, якщо ми врахуємо, що всі ці зупинки обслуговуються одним і тим же маршрутом, то середній інтервал руху між автобусами буде значно меншим. Таким чином, оцінка якості громадського транспорту в цьому випадку буде залежати від того, як ми підраховуємо інтервали руху: за кожною окремою зупинкою або за всією платформою в цілому.

Під час проведення дослідження ми зіткнулися з подібною проблемою в місті Дурмерсгейм. Там були неточності у визначенні частоти руху поїздів на залізничній станції. Якщо б ми об'єднали всі зупинки на цій станції в одну, то ми б отримали більш точні дані про інтервали руху поїздів, і в результаті оцінка якості залізничного сполучення була б вищою. Це пов'язано з тим, що в базі даних існує спеціальний тип зупинок для

залізничного транспорту ("location\_type 1"), який дозволяє більш точно класифікувати зупинки та обчислювати відповідні показники якості.

Для визначення, як часто курсує громадський транспорт на кожній зупинці в Баден-Вюртембергу, ми використали спеціальні дані про розклади руху (GTFS) та потужний геоінформаційний інструмент ArcGIS.

Щоб отримати точні результати, важливо вибрати правильний період для аналізу. Ми обрали звичайні робочі дні, коли немає свят або інших подій, які могли б вплинути на частоту руху транспорту. Також ми врахували, що на частоту руху можуть впливати сезонні фактори або тимчасові обмеження, такі як ремонтні роботи.

Щоб згладити вплив випадкових факторів, ми проаналізували дані за три різні дні. Це дозволило нам отримати більш стабільні результати. Для кожного дня ми підраховували кількість автобусів або трамваїв, які відправлялися з кожної зупинки протягом робочого дня.

Далі, використовуючи отримані дані, ми розраховували середній інтервал руху для кожної зупинки. Іншими словами, ми визначили, скільки хвилин, в середньому, потрібно чекати на наступний транспортний засіб. При цьому ми враховували лише ті дні, коли на зупинці були рейси.

Для визначення доступності громадського транспорту в досліджуваній області було проведено аналіз зон обслуговування кожної зупинки. Зокрема, розраховувалися пішохідні відстані до зупинки, використовуючи геоінформаційну систему ArcGIS та відкриті дані про дорожню мережу OpenStreetMap. При цьому враховувалися всі типи доріг, включаючи ті, що закриті для пішоходів, що могло призвести до незначного завищення розмірів зон обслуговування. Для спрощення розрахунків, топографічні особливості місцевості не враховувалися. Оскільки дані OpenStreetMap можуть містити неточності, отримані результати є приблизними, але достатніми для загального аналізу. Варто зазначити, що для визначення меж зон обслуговування використовувалися перекриваючі кола з різними

радіусами, що дозволило врахувати можливість досягнення різних зупинок з однієї точки. Такий підхід дозволяє оцінити доступність громадського транспорту для різних категорій населення та виявити території з обмеженим доступом до транспортної інфраструктури.

Тип транспортного засобу відображає доступність та комфорт подорожі і тому є частиною оцінки якості громадського транспорту. Наприклад, поїздом дальнього сполучення можна подолати більшу відстань, ніж регіональним поїздом або трамваєм. Те саме стосується порівняння між міжміським автобусом та міським. Це відображено у класифікації типів зупинок в Австрії:

1. Дальнє сполучення/REX;
2. Електричка, метро, регіональний поїзд, експрес-автобус, місцева залізниця;
3. Трамвай, легкорейковий транспорт у Відні, тролейбус;
4. Автобус.

За значенням "stop-type" в даних GTFS можна визначити, чи це автобусна зупинка або зупинка залізничного транспорту приміського сполучення (SPNV). Для деяких зупинок відсутня інформація про тип "stop-type". Тому ми доповнили дані за допомогою набору даних SPNV від NVBW. Можна було б додатково класифікувати зупинки за типом транспорту (наприклад, метро, електричка), але це вимагало б додаткових зусиль. Крім того, дані не дозволяють відрізнити міжміський автобус від міського. Тому, на відміну від австрійської методики, ми спростили класифікацію і розрізняли лише SPNV та автобуси. Якщо на одній зупинці зупиняються різні види транспорту, то зупинці присвоюється тип більш високого рівня. Наприклад, якщо на зупинці зупиняються трамвай і автобус, то зупинці присвоюється тип SPNV.

## 2.1 Дані для аналізу просторової структури

Перед тим, як оцінювати якість громадського транспорту, необхідно зрозуміти, як розподілене населення на території. Для цього ми проаналізували дані про щільність населення. Виявилося, що щільність населення може сильно відрізнятися навіть у межах однієї громади: у центрі населених пунктів вона зазвичай вища, ніж на околицях.

Для аналізу ми використали дані перепису населення 2011 року, які були представлені у вигляді цифрової карти з високою роздільною здатністю. Кожен квадрат на цій карті зі стороною 100 метрів відповідав певному числу мешканців. Щоб оцінити, як щільність населення впливає на якість громадського транспорту, нам необхідно було класифікувати територію за рівнем заселеності. Оскільки загальноприйнятих критеріїв для такої класифікації не існує, ми розробили власну систему класифікації, яку детально опишемо далі.

Щоб зрозуміти, наскільки добре працює громадський транспорт у різних місцях, нам спочатку потрібно подивитися, як розташовані будинки, дороги та інші об'єкти в цих місцях. Це допоможе нам зрозуміти, чому в одних місцях громадський транспорт може бути кращим, а в інших – гіршим.

Для цього нам потрібні точні карти та дані про те, як влаштовані міста і села. Але просто мати карти недостатньо. Важливо також розуміти, як змінюється щільність населення в різних частинах міста або села. Наприклад, у центрі міста людей зазвичай більше, ніж на околицях.

Для оцінки ефективності громадського транспорту в різних районах ми використали дані про кількість населення, отримані з перепису 2011 року. Ці дані були розподілені по сітці з комірками розміром 100x100 метрів, що

дозволило нам оцінити щільність населення на невеликих ділянках території.

Для оцінки щільності заселення ми розраховували кількість мешканців на одиницю площі, зайнятої житловими будинками та інфраструктурою. Отримані дані дозволили нам класифікувати територію за рівнем урбанізації.

Оскільки не існує єдиного стандарту для класифікації щільності населення з точки зору ефективності громадського транспорту, ми розробили власну систему класифікації, про яку напишемо згодом.

У дослідженні ми використовували дані з генерального плану розвитку регіону, щоб розділити територію на кілька типів зон. Ці зони відрізняються за призначенням та рівнем розвитку. Для кожної зони ми оцінили, наскільки добре розвинена мережа громадського транспорту, як часто ходять автобуси та трамваї, і наскільки зручно добиратися до роботи або інших місць. Крім того, ми проаналізували, як кількість робочих місць у кожній зоні впливає на попит на громадський транспорт. Для цього ми використали дані про кількість підприємств та організацій у різних районах.

## **2.2 Методичний підхід до розрахунку класу якості громадського транспорту в Баден-Вюртемберзі (на прикладі міст Ройтлінген та Мюнзінген)**

Якість громадського транспорту в певному місці залежить від кількох факторів. По-перше, це відстань до найближчої зупинки: чим ближче, тим зручніше. По-друге, це частота руху транспорту на цій зупинці: чим частіше

ходять автобуси або трамваї, тим вища якість обслуговування. Крім того, важливий тип транспорту: метро, наприклад, зазвичай вважається більш якісним видом транспорту, ніж автобус. Ми порівняли нашу методику з аналогічними методами, які використовуються в інших країнах, і відібрали найкращі елементи для створення оптимального інструменту оцінки якості громадського транспорту. Для перевірки ефективності розробленої методики ми провели дослідження в кількох містах Баден-Вюртемберга.

Регіон Ройтлінген-Мюнзінген характеризується контрастною транспортною інфраструктурою. Ройтлінген, як велике місто, має розвинену мережу залізничного та автобусного сполучення, включаючи прямі рейси в Штутгарт. Проте, планується подальше розширення транспортної мережі шляхом будівництва регіональної міської залізниці. Мюнзінген, розташований у сільській місцевості, має меншу транспортну доступність, хоча існують плани щодо її покращення. Порівняння цих двох міст дозволяє виявити як сильні сторони, так і проблеми в організації громадського транспорту в регіоні.

При оцінці якості громадського транспорту на конкретній території одним з ключових моментів є визначення граничних значень для класифікації зупинок та загальної якості обслуговування. Ця класифікація повинна максимально враховувати особливості конкретного регіону.

Австрія та Швейцарія, дві європейські країни з розвиненою системою громадського транспорту, використовують різні підходи до оцінки його якості. Австрійська система передбачає більш детальну класифікацію, включаючи вісім категорій зупинок та сім рівнів якості обслуговування. Швейцарська система дещо спрощена і включає п'ять категорій зупинок та чотири рівні якості. Обидві системи розглядають чотири основних типи транспортних засобів, але з різними критеріями віднесення до кожного

типу. Крім того, Австрія враховує ширший діапазон відстаней до зупинок, включаючи пішохідну доступність, тоді як Швейцарія оперує лише прямими відстанями.

Ці відмінності призводять до різної інтерпретації результатів оцінки. Наприклад, клас якості D в Австрії вважається досить хорошим, тоді як у Швейцарії він відповідає низькому рівню обслуговування. Це свідчить про те, що Австрія має більш вимогливі критерії оцінки якості громадського транспорту.

Німецька компанія Plan4Better GmbH, розробляючи систему оцінки для Німеччини, взяла за основу досвід Австрії та Швейцарії. Вона запропонувала свою систему, яка включає п'ять основних типів транспортних засобів (метро, S-Bahn, залізниця, трамвай, автобус), а також використовує австрійську систему частоти руху та швейцарську систему розрахунку відстаней. Завдяки цьому підходу було визначено шість категорій зупинок та шість рівнів якості обслуговування.

Таким чином, вибір методу оцінки якості громадського транспорту є важливим рішенням, яке впливає на результати дослідження та подальші заходи щодо покращення транспортної системи. Кожна країна та навіть кожен регіон можуть мати свої особливості, які необхідно враховувати при розробці системи оцінки.

Таблиця 2.1: Порівняння оцінки класу якості громадського транспорту в Швейцарії та Австрії, Джерело: ARE 2022; ÖROK 2022

| Класи оцінки якості | Швейцарія                        | Австрія (Детальний опис, Призначення)                             |
|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| A                   | Дуже добре розвинутий            | Розвиток громадського транспорту вищого рівня, міський            |
| B                   | Добре розвинутий                 | Високий рівень доступу до громадського транспорту, муніципальний  |
| C                   | Помірно розвинутий               | Дуже хороший розвиток громадського транспорту, міський/сільський, |
| D                   | Низький рівень розвитку          | Хороший розвиток громадського транспорту, міський/сільський,      |
| E                   | -                                | Дуже хороший базовий розвиток, сільський                          |
| F                   | -                                | Хороший базовий розвиток, сільський                               |
| G                   | -                                | Базовий розвиток, сільська місцевість                             |
| Жодного             | Незначний або відсутній розвиток | -                                                                 |

Для оцінки якості громадського транспорту в містах Ройтлінген та Мюнзінген було проведено дослідження, в якому використали три різні методи класифікації, розроблені в Австрії, Швейцарії та німецькою компанією Plan4Better GmbH. Ці методи дозволили визначити рівень

доступності та якості громадського транспорту в цих містах за різними критеріями.

Для проведення розрахунків за кожним методом було використано геоінформаційну систему ArcGIS. Оскільки дані про громадський транспорт для регіону Баден-Вюртемберг, де розташовані міста дослідження, мали свої особливості, всі три методи були адаптовані до цих даних. Зокрема, для спрощення аналізу типи транспортних засобів були зведені до двох основних категорій: пасажирські перевезення у приміському сполученні (поїзди) та автобуси. При цьому дальні міжміські перевезення не враховувались, оскільки основна увага приділялась оцінці якості громадського транспорту всередині міст та їхніх околиць.

Ще однією особливістю проведеного дослідження є використання пішохідних відстаней для оцінки доступності зупинок громадського транспорту. Такий підхід дозволяє більш точно оцінити зручність використання громадського транспорту для мешканців, оскільки саме пішохідна доступність є одним з ключових факторів, що впливає на вибір транспорту. Варто зазначити, що австрійська та німецька методики, розроблені компанією Plan4Better GmbH, передбачають використання прямолінійних відстаней, а не пішохідних. Однак, для уніфікації підходів та більш точного врахування місцевих умов, в даному дослідженні було прийнято рішення використовувати пішохідні відстані для всіх методів.

Для того, щоб створити новий, більш ефективний метод оцінки якості громадського транспорту, дослідники спочатку проаналізували результати, отримані за вже існуючими методами, розробленими в Швейцарії, Австрії та німецькою компанією Plan4Better GmbH. Ці методи були застосовані до двох німецьких населених пунктів: сільській громаді Мюнзінген та міському району Ройтлінген.

Порівняння результатів показало, що австрійська та німецька (розроблена Plan4Better GmbH) системи класифікації дозволяють більш детально оцінити якість громадського транспорту у сільській місцевості, ніж швейцарська система. Це означає, що за допомогою австрійської та німецької систем можна виявити більше нюансів та відмінностей в доступності та якості громадського транспорту в різних частинах сільської місцевості. Наприклад, за допомогою цих систем можна більш точно визначити зони з дуже низьким рівнем обслуговування.

Така деталізація обумовлена тим, що австрійська та німецька системи враховують більший діапазон факторів, які впливають на якість громадського транспорту. Зокрема, ці системи враховують більші відстані до зупинок та дозволяють аналізувати маршрути з більш тривалими інтервалами руху (до 120 хвилин). Швейцарська система, в свою чергу, більш спрощена і орієнтована на оцінку загального рівня обслуговування, не надаючи такої детальної інформації про відмінності в різних частинах міста або сільської місцевості.

Таким чином, дослідження показало, що для комплексної оцінки якості громадського транспорту, особливо в сільській місцевості, де умови можуть значно відрізнятися від міських, більш доцільно використовувати методи, які дозволяють детально аналізувати різні аспекти доступності та якості транспортного обслуговування. Результати цього дослідження можуть бути використані для розробки нового, більш універсального методу оцінки якості громадського транспорту, який враховуватиме як міські, так і сільські особливості.

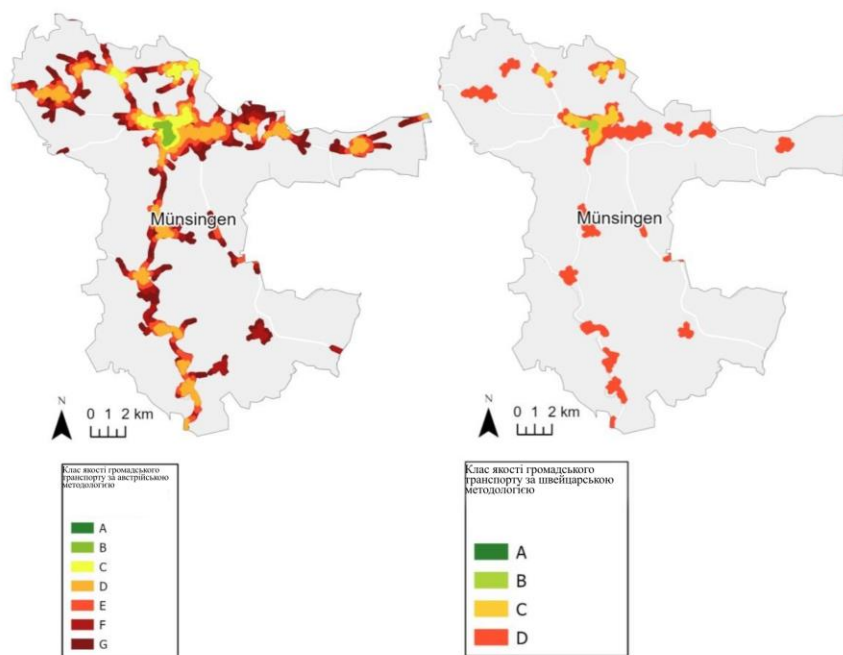


Рисунок 2.1: Класи якості громадського транспорту в Мюнзінгені за методикою Австрії (ліворуч) та Швейцарії (праворуч)

Аналізуючи дані щодо якості громадського транспорту в міському районі Ройтлінген (рис 2.2), можна зробити висновок про те, що різні методики оцінки надають неоднакову деталізацію результатів залежно від частини міста.

Якщо порівнювати австрійську, швейцарську та німецьку (Plan4Better GmbH) методики, то можна помітити, що австрійська та німецька методики дозволяють більш детально оцінити якість громадського транспорту на околицях міста. Це пов'язано з тим, що ці методики враховують більшу кількість факторів, які характерні для периферійних зон, таких як відстані до зупинок, частота руху транспорту та інші.

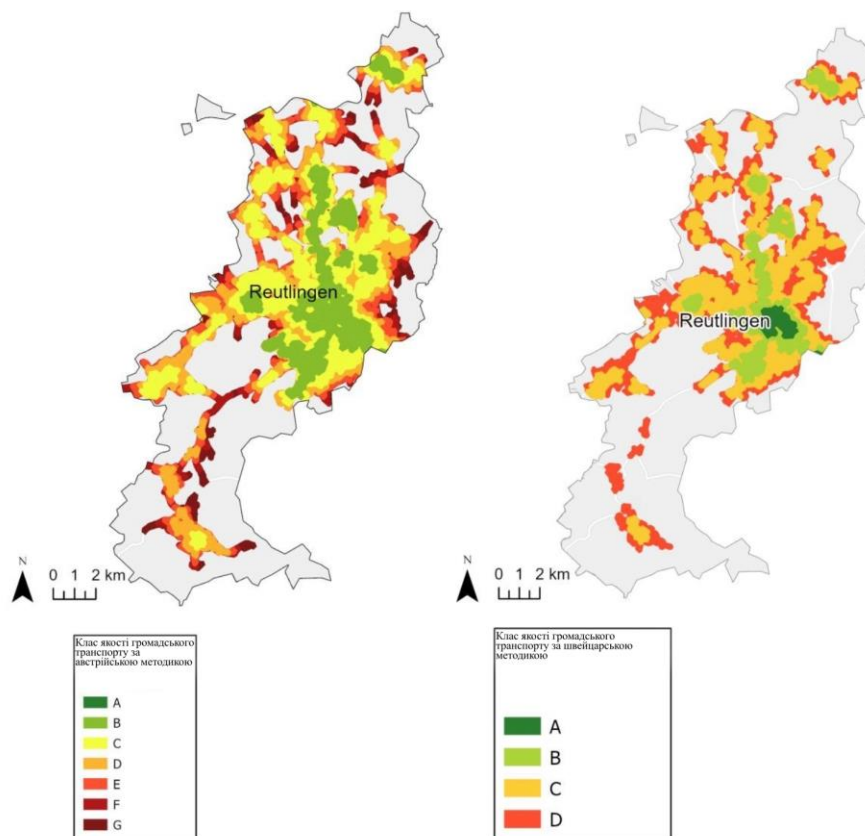


Рисунок 2.2. Класи якості громадського транспорту в Ройтлінгені за методикою Австрії (ліворуч) та Швейцарії (праворуч).

З іншого боку, швейцарська методика дозволяє більш точно оцінити якість громадського транспорту в центральних районах міста. Це пов'язано з тим, що швейцарська методика більше орієнтована на оцінку густоти транспортної мережі та доступності громадського транспорту в районах з високою концентрацією населення.

Особливо цікавим є той факт, що за австрійською методикою неможливо досягти найвищого класу якості громадського транспорту (клас A) ні в одній частині міста Реутлінген. Це пояснюється тим, що австрійська методика досить сувора до якості автобусного сполучення порівняно з залізничним. Таким чином, навіть у районах з розвиненою транспортною інфраструктурою, якщо основним видом транспорту є автобуси, за австрійською методикою оцінка буде нижчою.

Німецька методика Plan4Better GmbH, яка поєднує в собі елементи як австрійської, так і швейцарської методик, дозволяє отримати найбільш повну і детальну картину якості громадського транспорту. Ця методика дозволяє оцінити як центральні, так і периферійні райони міста, враховуючи при цьому різні фактори, що впливають на якість транспортного обслуговування.

Таким чином, вибір методики оцінки якості громадського транспорту залежить від конкретних цілей дослідження та характеристик досліджуваної території. Для отримання найбільш об'єктивної оцінки рекомендується використовувати кілька методик і порівнювати отримані результати.

Для того, щоб комплексно оцінити рівень обслуговування та якість громадського транспорту в регіоні Баден-Вюртемберг, було розроблено спеціальну систему класифікації. Ця система дозволяє не тільки визначити категорію кожної зупинки громадського транспорту, а й оцінити загальну якість транспортного обслуговування на певній ділянці маршруту або в цілому місті.

Основою для цієї класифікації послужили критерії якості, розроблені Асоціацією німецьких транспортних підприємств (VDV) у 2019 році. Ці критерії є своєрідним стандартом, який визначає, яким має бути якісний громадський транспорт. Вони враховують безліч факторів, таких як частота руху транспорту, час очікування на зупинці, доступність для маломобільних груп населення, інтеграція з іншими видами транспорту та багато інших.

Вибір саме стандартів VDV був обумовлений їхньою актуальністю та високим рівнем деталізації. Ці стандарти враховують різноманітні особливості структури населених пунктів, такі як щільність забудови, кількість населення, наявність промислових зон тощо. Це дозволяє більш точно оцінити якість громадського транспорту в різних частинах регіону.

Таким чином, завдяки розробленій системі класифікації, стало можливим об'єктивно оцінити рівень розвитку громадського транспорту в Баден-Вюртемберзі та виявити ті ділянки, які потребують додаткових інвестицій та покращень. Це, в свою чергу, дозволяє розробляти більш ефективні стратегії розвитку громадського транспорту та підвищувати його привабливість для населення.

Таблиця 2.2: Категорії зупинок, отримані на основі рекомендацій VDV 2019

| Рекомендована пропозиція подорожі в звичайний час руху (NVZ) і в час низького трафіку (SVZ) залежно від просторової опорної бази (послідовність поїздки в хвилинали), VDV (2019) |                                        |                         |                |                |                | Категорія зупинки, визначена з цього |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------------|------------------|
| Рівень якості VDV                                                                                                                                                                | Зона                                   | Часова група 1(NVZ)(хв) | Часовий аспект | Часовий аспект | Часовий аспект | SPNV/ S-Bahn/ Метро                  | Трамвай/ Автобус |
| A                                                                                                                                                                                | Дуже висока інтенсивність використання | 5 / 10                  | група 2 (NVZ)  | група 1 (SVZ)  | група 2 (SVZ)  | I                                    | I                |
| B                                                                                                                                                                                | Висока інтенсивність використання      | 10/ 20                  |                |                |                | I                                    | II               |
| C1                                                                                                                                                                               | Середня інтенсивність використання     | 20/ 40/ 60              |                |                |                | II                                   | III              |
| C2                                                                                                                                                                               |                                        | 40                      |                |                |                | III                                  | IV               |
| D                                                                                                                                                                                | Низька інтенсивність використання      | 60                      |                |                |                | IV                                   | V                |
| E                                                                                                                                                                                | Інші варіації трафіку                  | 120/ *                  |                |                |                | V                                    | VI               |

Відповідно до міжнародних стандартів, зокрема рекомендацій Асоціації німецьких транспортних підприємств (VDV), була розроблена система класифікації зупинок громадського транспорту. Ця система дозволяє

оцінити якість обслуговування пасажирів на кожній зупинці та порівняти її з іншими.

Основними критеріями для визначення категорії зупинки є:

- **Частота руху транспорту:** Чим частіше ходить транспорт, тим вища категорія зупинки. Так, наприклад, на зупинках з дуже високим пасажиропотоком інтервал руху може становити всього 5 хвилин, а на менш завантажених - до 120 хвилин.
- **Відстань до найближчої зупинки:** Чим ближче розташовані зупинки одна від одної, тим зручніше для пасажирів. Зазвичай, максимальна відстань між зупинками не повинна перевищувати 1 кілометра.
- **Тип території:** У густонаселених районах вимоги до якості обслуговування вищі, ніж у малонаселених.
- **Вид транспорту:** Зазвичай, залізничний транспорт вважається більш якісним, ніж автобусний. Однак, при дуже високій щільності пасажиропотоку ця різниця може бути незначною.

При розробці системи класифікації враховувався досвід інших країн, зокрема Австрії, Швейцарії та Німеччини. Були визначені шість категорій зупинок, які відрізняються за рівнем комфорту та зручності для пасажирів.

Для узгодження з інтервалами у методиках Швейцарії та Австрії до типів територій за рекомендаціями VDV було додано категорію "середня щільність використання" (див. Таблицю 2.3).

Таблиця 2.3: Рекомендовані відстані за прямою лінією до зупинок згідно з VDV (2019)

| Рекомендації щодо оптимальних зон обслуговування (по прямій лінії) зупинок залежно від виду транспорту та розташування зупинки, засновані на рекомендаціях VDV, адаптовані до просторової бази даних маршрутів |                        |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|
| Зона                                                                                                                                                                                                           | SPNV/ S-Bahn/<br>метро | Трамвай/Автобус<br>* |
| Дуже висока інтенсивність використання                                                                                                                                                                         | 400 m                  | 300 m                |
| Висока інтенсивність використання                                                                                                                                                                              | 600 m                  | 400 m                |
| Середня інтенсивність використання                                                                                                                                                                             | 750 m                  | 500 m                |
| Низька інтенсивність використання                                                                                                                                                                              | 1000 m                 | 500 m <sup>6</sup>   |
| Інші варіанти трафіку                                                                                                                                                                                          | 1000 m                 | 600 m                |

Ми розділили всі зупинки громадського транспорту на шість груп залежно від того, наскільки зручно ними користуватися. Найкращі зупинки, де часто ходять автобуси або трамваї, потрапили до першої групи, а найгірші, де транспорт ходить рідко, – до шостої. При розподілі зупинок ми враховували, як часто ходить транспорт, які маршрути проходять через цю зупинку і який вид транспорту там зупиняється.

Таблиця 2.4: Категорія зупинки відповідно до нового методу розрахунку для Баден-Вюртемберга

| Категорія зупинки                                  |                |         |
|----------------------------------------------------|----------------|---------|
| Середній час спостереження<br>за циклом у хвилинах | Тип транспорту |         |
|                                                    | SPNV           | Автобус |
| < 5                                                | I              | I       |
| $5 \leq x \leq 10$                                 | I              | II      |
| $10 < x < 20$                                      | II             | III     |
| $20 \leq x < 40$                                   | III            | IV      |
| $40 \leq x \leq 60$                                | IV             | V       |
| $60 < x \leq 120$                                  | V              | VI      |

Використовуючи дані про категорію кожної зупинки, ми визначаємо рівень сервісу громадського транспорту в різних зонах міста (табл.2.5). Для цього навколо кожної зупинки будуються зони, і для кожної зони визначається відповідна категорія якості, залежно від категорії зупинки та відстані до неї. У випадку перетину зон різних зупинок, застосовується принцип максимальної оцінки.

Таблиця 2.5: Класи якості громадського транспорту відповідно до нового методу розрахунку для Баден-Вюртемберга

| Клас якості громадського транспорту |                             |          |          |           |
|-------------------------------------|-----------------------------|----------|----------|-----------|
| Категорія зупинки                   | Пішохідна відстань в метрах |          |          |           |
|                                     | $\leq 300$                  | 301- 500 | 501- 750 | 751- 1000 |
| I                                   | A                           | A        | B        | C         |
| II                                  | A                           | B        | C        | D         |
| III                                 | B                           | C        | D        | E         |
| IV                                  | C                           | D        | E        |           |
| V                                   | D                           | E        |          |           |
| VI                                  | E                           |          |          |           |

Категорії якості громадського транспорту від А до Е тісно пов'язані зі стандартами, які розробила Асоціація німецьких транспортних підприємств.

Категорія А означає, що в цьому районі транспорт ходить дуже часто і відповідає найвищим стандартам якості. Категорія В – це також висока якість, але трохи нижча за А, і так далі.

Таким чином, категорії якості громадського транспорту повинні відповідати таким типам територій:

Категорія А: Дуже висока або висока інтенсивність використання

Категорія В: Висока інтенсивність використання

Категорія С: Середня інтенсивність використання

Категорія D: Інші зони з високою концентрацією транспорту

Категорія Е: Низька інтенсивність використання та інші зони з високою концентрацією транспорту

Аналогічно до тлумачення категорій якості громадського транспорту у Швейцарії, категоріям А-Е було надано додаткове значення, яке представлено в таблиці 2.6. Це було визнано доцільним для застосування категорій якості при вирішенні різних планувальних завдань.

Таблиця 2.6: Значення класів якості громадського транспорту відповідно до нового методу розрахунку для Баден-Вюртемберга

| Клас якості громадського транспорту | Значення                                                                                                       |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b>                            | Дуже добре обслуговування (релевантно при дуже високій інтенсивності використання)                             |
| <b>B</b>                            | Добре обслуговування (релевантно при високій інтенсивності використання)                                       |
| <b>C</b>                            | Середнє обслуговування (релевантно при середній інтенсивності використання)                                    |
| <b>D</b>                            | Низьке обслуговування (релевантно при іншій концентрації транспорту)                                           |
| <b>E</b>                            | Мінімальне обслуговування (релевантно при низькій інтенсивності використання та іншій концентрації транспорту) |

Класи якості громадського транспорту було обчислено для всієї території Баден-Вюртемберга за класифікацією, детально описаною в таблицях 4 та 5, використовуючи дані, представлені в розділі 2, та програмне забезпечення ArcGIS. Таким чином, класи якості громадського транспорту представлені у вигляді полігонів, які точно відображають всю територію землі Баден-Вюртемберга. Усі подальші методи та аналізи базуються на класах якості громадського транспорту, обчислених за цією класифікацією.

### **2.3 Порівняння класів якості громадського транспорту з інтегрованою доступністю (на прикладі району Кальв)**

Наше дослідження показало, що якість громадського транспорту тісно пов'язана з кількістю людей, які живуть і працюють у певній зоні. Використовуючи геоінформаційні технології, ми змогли визначити, які райони мають найкращий доступ до громадського транспорту, а де його якість потребує покращення.

Ми також виявили, що збільшення щільності забудови в деяких районах може сприяти більш ефективному використанню громадського транспорту. Для цього ми використали рекомендації експертів щодо оптимальної кількості жителів на одиницю площі та проаналізували дані про щільність забудови.

Для оцінки якості громадського транспорту часто використовують класифікацію, яка базується на обмеженій кількості критеріїв. Однак, для більш повного розуміння доступності різних територій необхідно враховувати більшу кількість факторів, таких як доступність різних об'єктів різними видами транспорту. З цією метою було проведено порівняння результатів спрощеної класифікації та детального аналізу доступності на прикладі району Кальв.

Район Кальв, розташований на південних околицях Пфюрцгайма та західних околицях Штутгарта, знаходиться переважно в північній частині Шварцвальду. Кальв, з населенням 24 000 мешканців, є адміністративним центром району і водночас найбільшим містом у ньому. Разом з іншими населеними пунктами північної та східної частини району, Кальв вважається периферійною зоною щодо густонаселених регіонів. Натомість, громади південної частини району, занурені глибше в Шварцвальд, характеризуються як типово сільські. Прикладами таких громад є Нойвайлер та Сіммерсфельд. Транспортне сполучення Кальва забезпечується залізничною лінією Нагольдтальбан, яка з'єднує його з Пфюрцгаймом та Гохдорфом. Міжміське та регіональне автобусне сполучення доповнює залізничний транспорт. Заплановано відновити залізничну лінію Германа Гессе, що дозволить покращити транспортну доступність району, зокрема, забезпечивши пряме сполучення зі Штутгартом та Вайль-дер-Штадтом.

Для оцінки доступності в районі Кальв Ahlmeyer і Wittowsky розробили спеціальний індекс. Цей індекс базується на методології стратегічного планування життєзабезпечення, розроблений в рамках дослідження, присвяченого забезпеченню доступності в сільській місцевості. Метою створення такого індексу було забезпечення об'єктивної основи для прийняття рішень щодо просторового планування, особливо з урахуванням специфіки сільських районів. Автори індексу підкреслюють, що проблеми доступності в сільських районах часто залишаються поза увагою загальних планів, тоді як детальний аналіз на локальному рівні є недостатнім.

Індекс доступності використовує растрову модель, розбиваючи територію на клітинки розміром 200x200 м<sup>2</sup>. Для кожної клітинки розраховується час досягнення найближчих об'єктів життєзабезпечення, таких як навчальні заклади, лікарні, магазини, культурні центри та адміністративні будівлі. Всі ці об'єкти поділяються на п'ять категорій, кожній з яких присвоюється певна вага. Індекс доступності обчислюється на основі суми відстаней до найближчих об'єктів кожної категорії, з урахуванням їхньої ваги та транспортної доступності між клітинкою і об'єктом. Таким чином, індекс відображає, наскільки легко мешканці певної території можуть досягти необхідних їм послуг.

Отримані значення індексу доступності поділяються на п'ять класів, від дуже високого до дуже низького рівня доступності, що дозволяє візуально оцінити ситуацію з доступністю на різних територіях району.

## **2.4 Методичний підхід до подальшого розвитку класів якості громадського транспорту шляхом включення спільного використання велосипедів (на прикладі Геппінгена)**

Традиційна оцінка якості громадського транспорту зазвичай обмежується автобусним та залізничним сполученням. Однак сучасні

тенденції розвитку міської мобільності вимагають більш комплексного підходу. Дослідження, проведене в декількох громадах, включаючи Гепінген, показало, що системи велопрокату можуть значно покращити якість транспортного обслуговування. Розміщення станцій велопрокату поблизу зупинок залізничного транспорту сприяє інтеграції різних видів транспорту та створює зручні умови для пересування. Це дозволяє не тільки скоротити час у дорозі, але й зменшити навантаження на автомобільний транспорт.

З метою адаптації системи оцінки якості громадського транспорту до сучасних реалій та врахування нових трендів у міській мобільності, дослідження було спрямоване на розширення традиційних критеріїв оцінки шляхом включення велопрокату. Для проведення дослідження були обрані громади Гепінген, Айслінген/Фільс, Вешенбеурен та Швебіш-Гмюнд, де станції велопрокату успішно функціонують у взаємодії з іншими видами транспорту.

Розташований на схід від Штутгарта, Гепінген є типовим середнім містом з розвиненою інфраструктурою. Крім залізничного сполучення зі Штутгартом та Ульмом, місто має розгалужену мережу автобусних маршрутів. З 2016 року до транспортного арсеналу Гепінгену додався велопрокат, який швидко набув популярності серед мешканців. Ця послуга, що фінансується частково Асоціацією регіону Штутгарт, є доступною не лише в Гепінгені, а й у сусідніх громадах Айслінгені/Фільсі, Вешенбеурені та Швебіш-Гмюнді. Особливістю цих громад є розташування станцій велопрокату в безпосередній близькості до залізничних зупинок, що сприяє мультимодальним поїздкам. Велопрокат призначений для широкого кола користувачів: від щоденних пасажирів, які використовують велосипед для коротких поїздок, до туристів, які бажають досліджувати околиці.

Очікується, що впровадження систем велопрокату дозволить зробити класифікацію якості громадського транспорту більш гнучкою. Це пояснюється тим, що велопрокат суттєво розширює зону доступності зупинок громадського транспорту. Адже на велосипеді можна за той самий час подолати значно більшу відстань, ніж пішки. При цьому враховуються різні швидкості руху для звичайних велосипедів та електровелосипедів, оскільки обидва типи транспортних засобів мають свої особливості. Аналіз наукових досліджень, зокрема проведених у Китаї, свідчить про те, що середня швидкість руху на велосипеді може коливатися в межах 13-18 км/год. Однак, для більш консервативної оцінки в даному дослідженні було прийнято, що середня швидкість руху на звичайному велосипеді становить 12 км/год, а на електровелосипеді – 18 км/год. Порівнюючи ці швидкості зі швидкістю пішохода (4,2 км/год), було розраховано нові класи відстаней до зупинок, доступних для велосипедистів. Наприклад, якщо пішки за певний час можна пройти 300 метрів, то на звичайному велосипеді за той самий час можна проїхати 1000 метрів, а на електровелосипеді – 1500 метрів. Детальні значення нових класів відстаней наведено в таблиці 2.7. Розрахунок зон доступності з використанням нових класів відстаней проводився за методикою, описаною раніше. При цьому для спрощення розрахунків не враховувалися різниці у висоті рельєфу.

Таблиця 2.7. Класи відстаней для розрахунку якості громадського транспорту з урахуванням велопрокату

| Відстань<br>(пішки) | Час у<br>дорозі пішки<br>(хв) | Відстань за той самий<br>час (велосипед, 12км/год) | Відстань за той<br>самий час<br>(електровелосипед,<br>18км/год) |
|---------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|---------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

|        |     |        |        |
|--------|-----|--------|--------|
| 300 м  | 5   | 1000 м | 1500 м |
| 500 м  | 8,5 | 1700 м | 2550 м |
| 750 м  | 13  | 2600 м | 3900 м |
| 1000 м | 17  | 3400 м | 5100 м |

При оцінці якості обслуговування на зупинках громадського транспорту з урахуванням можливості використання велопрокату, категорія самої зупинки може залишатися незмінною. Це пояснюється тим, що частота руху автобусів чи трамваїв, а також вибір конкретного виду транспорту на зупинці не залежать від наявності поблизу станцій прокату велосипедів. Хоча велопрокат є зручним додатковим засобом пересування, він не є основним фактором, який впливає на визначення категорії зупинки.

Таблиця 2.8: Класифікація зупинок громадського транспорту з врахуванням можливостей велопрокату

| Середній інтервал руху (хв) | Вид транспорту                   | Категорія зупинки      |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------------|
| < 5                         | Залізничний, Автобус             | I                      |
| $5 \leq x \leq 10$          | Залізничний, Автобус, Велопрокат | I, II, III відповідно  |
| $10 < x < 20$               | Залізничний, Автобус, Велопрокат | II, III, IV відповідно |

|                     |                            |          |                       |
|---------------------|----------------------------|----------|-----------------------|
| $20 \leq x \leq 40$ | Залізничний,<br>Велопрокат | Автобус, | III, IV, V відповідно |
| $40 \leq x \leq 60$ | Залізничний,<br>Велопрокат | Автобус, | IV, V, VI відповідно  |
| $60 < x \leq 120$   | Залізничний, Автобус       |          | V, VI                 |

Через можливість використання велопрокату категорію зупинки було знижено на один рівень. Це пов'язано з тим, що велопрокат може компенсувати меншу частоту руху громадського транспорту. Для визначення частоти руху транспорту на даній зупинці враховувалися всі зупинки в радіусі 400 метрів.

Таблиця 2.9: Методика розрахунку класів якості громадського транспорту з урахуванням велопрокату, сценарій 1

| Клас якості громадського транспорту, з урахуванням велотранспорту |                             |            |            |            |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|------------|------------|
| Категорія зупинки                                                 | Пішохідна відстань в метрах |            |            |            |
|                                                                   | $\leq 1000$                 | 1001- 1700 | 1701- 2600 | 2601- 3400 |
| I                                                                 | A                           | A          | B          | C          |
| II                                                                | A                           | B          | C          | D          |
| III                                                               | B                           | C          | D          | E          |
| IV                                                                | C                           | D          | E          |            |
| V                                                                 | D                           | E          |            |            |
| VI                                                                | E                           |            |            |            |

Зрештою, класи якості громадського транспорту були перераховані для дев'яти станцій спільного користування велосипедами в Гьопінгені, Айзінгені/Фільсі, Швєбіш-Гмюнді та Вешенбойрені. Для цього були обрані зони охоплення відповідно до таблиці 8, а категорії зупинок були визначені на основі найближчої відповідної зупинки громадського транспорту. Інша

методологія розрахунку не була змінена, як видно з Таблиці 2.9 для велосипедів (Сценарій 1). Потім класи якості громадського транспорту були накладені на існуючі класи якості громадського транспорту в ArcGIS та проаналізовані зміни.

### Розділ 3. Результати та підсумки.

#### 3.1 Оцінка якості громадського транспорту в Баден-Вюртемберзі на основі оцінки класів якості громадського транспорту

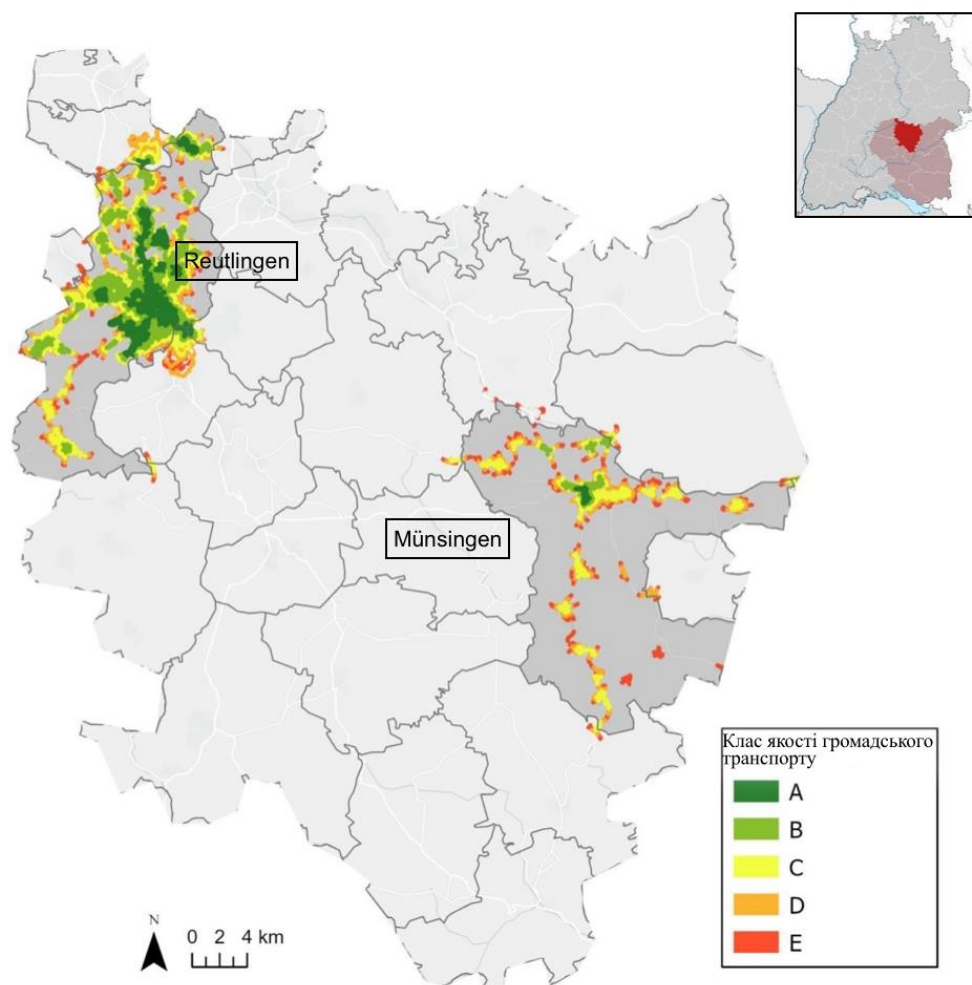


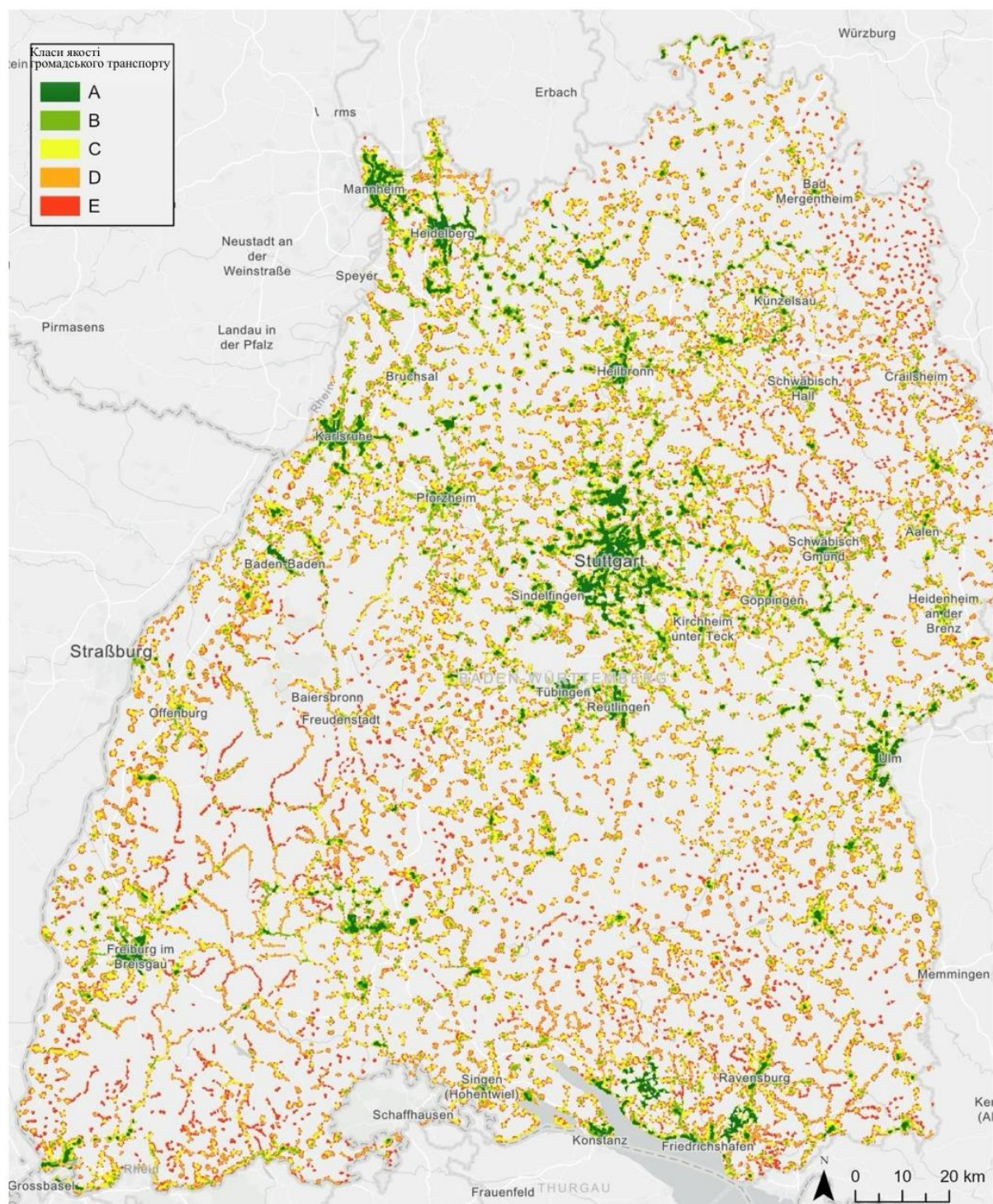
Рисунок 3.1: Класи якості громадського транспорту в Мюнзінгені та Ройтлінгені на основі власних розрахунків

Застосувавши нашу власну методологію оцінки, ми отримали карти класів якості громадського транспорту для міст Мюнзінген та Ройтлінген, які представлені на Рисунку 9. Ці карти демонструють, що високий рівень

обслуговування громадським транспортом може бути досягнутий навіть у сільській місцевості, як це видно на прикладі Мюнзінгена. Однак, як правило, якість транспорту знижується зі збільшенням відстані від центру міста. Порівняння класів якості з просторовою структурою міст дозволяє нам визначити оптимальну щільність транспортної мережі.

Карта на Рисунку 3.2 демонструє географічний розподіл класів якості громадського транспорту по всій території Баден-Вюртемберга. Аналіз карти свідчить про те, що найбільш високий рівень обслуговування громадським транспортом зосереджений у великих містах та їхніх околицях, наприклад, навколо Штутгарта. Водночас, у віддалених та гірських районах, таких як Шварцвальд, якість транспорту є значно нижчою або взагалі відсутня.

Аналіз зв'язку між електромобільністю (EW) та класами якості громадського транспорту в Баден-Вюртемберзі виявив неоднорідність у доступності громадського транспорту для населення. Загалом ситуація в Баден-Вюртемберзі є кращою порівняно з середніми показниками по Німеччині, що підтверджується дослідженням Agora Verkehrswende (2023), яке використовувало методологію розрахунку компанії Plan4Better GmbH. Згідно з цим дослідженням, 25% населення Німеччини мають обмежений або зовсім відсутній доступ до громадського транспорту (класи E, F або відсутність), тоді як у Баден-Вюртемберзі цей показник становить 20% за нашими власними розрахунками. Водночас, 41% населення Німеччини має добрий або дуже добрий доступ до громадського транспорту (класи A або B), в той час як у Баден-Вюртемберзі цей показник становить 53%. Необхідно зазначити, що деякі відмінності в результатах можуть бути пов'язані з різними методами розрахунку. Однак, загалом, отримані дані свідчать про те, що рівень забезпеченості громадським транспортом в Баден-Вюртемберзі є вищим за середній по Німеччині.



Малюнок 3.2: Класи якості громадського транспорту в Баден-Вюртемберзі на основі власних розрахунків.

Відповідно до критеріїв оцінки VDV 2019 року, які визначають доступність території послугами громадського транспорту як забезпечення 80% населення або працівників зоною досяжності зупинок, близько 3% населення Баден-Вюртемберга не має доступу до базових послуг

громадського транспорту. Не враховуючи фактор трудової міграції, можна стверджувати, що територія федеральної землі в цілому охоплена мережею громадського транспорту. Однак, при більш детальному аналізі виявляються значні відмінності між окремими районами, що свідчить про необхідність більш глибокого вивчення факторів, які впливають на доступність громадського транспорту в різних частинах Баден-Вюртемберга.

Таблиця 3.1: Частка людей у Баден-Вюртемберзі, які мають доступ до класу громадського транспорту на основі власного розрахунку

| Співвідношення класу якості громадського транспорту за категоріями зон[%] |      |      |      |      |      |           |
|---------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
| Категорія зони                                                            | A    | B    | C    | D    | E    | Відсутній |
| Міські центри                                                             | 44,7 | 28,2 | 20,5 | 4,8  | 1,2  | 0,6       |
| Периферійна зона навколо міських центрів                                  | 11,7 | 27,7 | 37,1 | 15,6 | 5,4  | 2,5       |
| Селища в сільській місцевості                                             | 15,8 | 27,3 | 33,6 | 15,6 | 5,4  | 2,2       |
| Сільська місцевість                                                       | 8,9  | 17,6 | 32,0 | 21,2 | 12,4 | 7,9       |
| <b>Баден-Вюртемберг<br/>Всього</b>                                        | 28,0 | 25,3 | 27,1 | 11,6 | 5,1  | 3,0       |

Хоча критерії оцінки VDV для сільської місцевості відповідають загальним стандартам, реальна ситуація з забезпеченням мобільності в Баден-Вюртемберзі не завжди відповідає державній гарантії 30-хвилинного інтервалу руху транспорту. Аналіз даних показує, що для досягнення такого рівня обслуговування необхідно забезпечити клас якості громадського транспорту не нижче C. Однак, навіть при дотриманні цих вимог, існують ситуації, коли гарантія мобільності не виконується повністю. Наприклад, наявність залізничного сполучення з 60-хвилинним інтервалом відповідає лише класу C, тоді як 30-хвилинний інтервал на автобусній зупинці, розташований на відстані 500 метрів, класифікується як клас E. Незважаючи на ці розбіжності, більшість населення Баден-Вюртемберга вже має доступ

до громадського транспорту достатньої якості (клас C і вище), а 28% користується транспортом найвищої якості (клас A).

Рисунок 3.3 демонструє значну різницю в доступності до якісного громадського транспорту залежно від типу території. У сільській місцевості існують муніципалітети, зокрема Беллен, Шененберг, Тунау та Вернерсберг, які взагалі не забезпечені базовими послугами громадського транспорту. На противагу цьому, у містах та передмістях, таких як Людвігсбург, до 89% населення має доступ до громадського транспорту найвищої якості (клас A). Варто зазначити, що Мекенбойрен досяг відносно високих показників якості громадського транспорту лише завдяки впровадженню спеціальних послуг на вимогу. Загалом, у агломераціях 45% населення користується транспортом класу A, тоді як у сільській місцевості цей показник становить лише 9%. Водночас, 8% населення сільських територій взагалі не мають належного транспортного сполучення, тоді як у приміській зоні цей показник становить лише 1%.

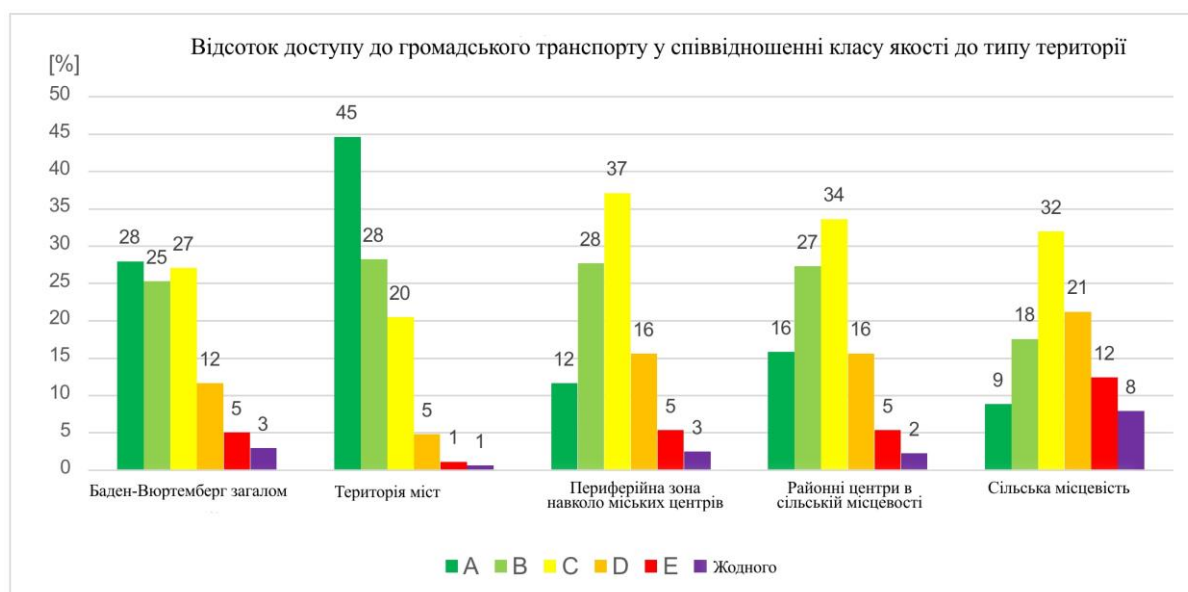


Рисунок 3.3: Частка людей у Баден-Вюртемберзі, які мають доступ до певного класу громадського транспорту.

Незважаючи на загальну тенденцію до відмінностей у якості громадського транспорту між різними типами територій, ситуація в межах

кожного типу також є досить неоднорідною. Для оцінки рівня цих відмінностей було проведено дисперсійний аналіз (F-критерій). Результати показали високий рівень дисперсії для всіх типів територій, що свідчить про значні відмінності між окремими муніципалітетами. Так, наприклад, для деяких класів якості громадського транспорту діапазон коливань від мінімальних до максимальних значень досягає 100% (див. Таблицю 2.8).

При детальнішому аналізі за допомогою F-тесту було встановлено, що класи якості громадського транспорту в периферійних зонах навколо агломерацій є найбільш однорідними. Водночас, суттєвої різниці в рівні дисперсії між сільською місцевістю та агломераціями в цілому виявлено не було. Однак, при аналізі кожного класу якості окремо ситуація змінюється.

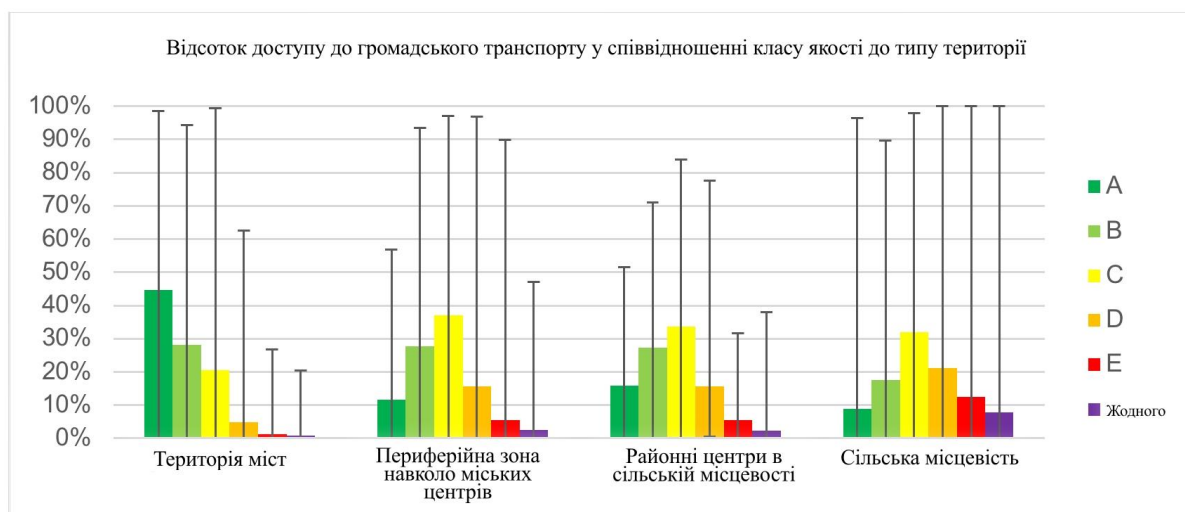


Рисунок 3.4: Частка людей у Баден-Вюртемберзі, які мають доступ до певного класу громадського транспорту.

Результати дослідження свідчать про значну варіативність якості громадського транспорту в класах A і B, особливо в приміській зоні агломерацій. Це означає, що в межах одного типу території (наприклад, приміської зони) можуть спостерігатися значні відмінності у якості транспортного обслуговування. Наприклад, міста регіону Штутгарта, такі як Людвігсбург, Гейдельберг, Ляйнфельден-Ехтердінген і Фельбах,

демонструють дуже високу частку населення з доступом до громадського транспорту найвищої якості (класи А і В). Водночас, в інших населених пунктах агломерації, таких як Штайг і Дюрмерсхайм, ситуація значно гірша. Для порівняння, у класах якості D, E або взагалі без доступу до громадського транспорту ситуація є більш стабільною.

Ситуація у сільській місцевості є прямо протилежною до приміської зони. Якщо в передмістях спостерігається більша однорідність у високих класах якості громадського транспорту, то в сільській місцевості ситуація є більш неоднорідною, особливо на нижчих рівнях. Так, є муніципалітети, де взагалі відсутнє транспортне сполучення, але водночас існують населені пункти, де більшість населення має доступ до громадського транспорту, хоча й не найвищої якості (класи D і E). Наприклад, у Хаузені-ам-Буссені всі мешканці мають доступ до транспорту класу D. Однак, навіть у вищих класах якості спостерігається значна варіативність. Загалом, можна зробити висновок, що якість громадського транспорту в передмістях є більш високою та стабільною порівняно з сільською місцевістю. Незважаючи на це, рівень варіативності в обох типах територій є досить високим.

### **3.2 Оцінка потенціалу перепланування на основі існуючих послуг громадського транспорту та щільності заселення**

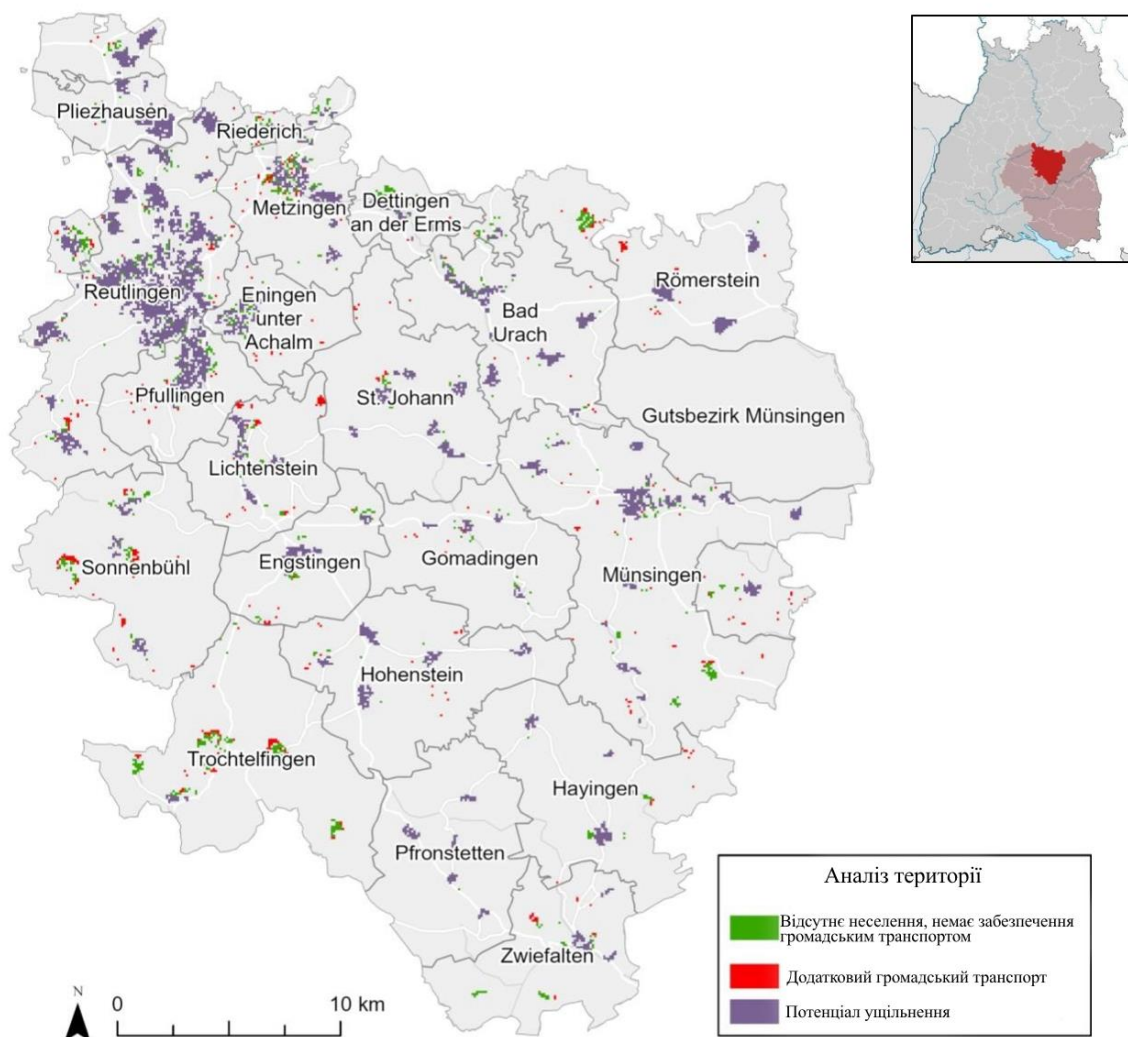


Рисунок 3.5: Аналіз площі району Ройтлінген

Дослідження Ройтлінгена виявило, що в місті є райони з високою якістю громадського транспорту, але низькою щільністю населення. Це створює значний потенціал для ущільнення забудови, особливо в районах з класом якості від C і вище. Прикладом такого району є Роммельсбах, де частина території має дуже низьку щільність населення при високій якості транспортного обслуговування. Це свідчить про те, що в Ройтлінгені існують можливості для раціональнішого використання території та збільшення кількості жителів без суттєвого навантаження на транспортну систему.

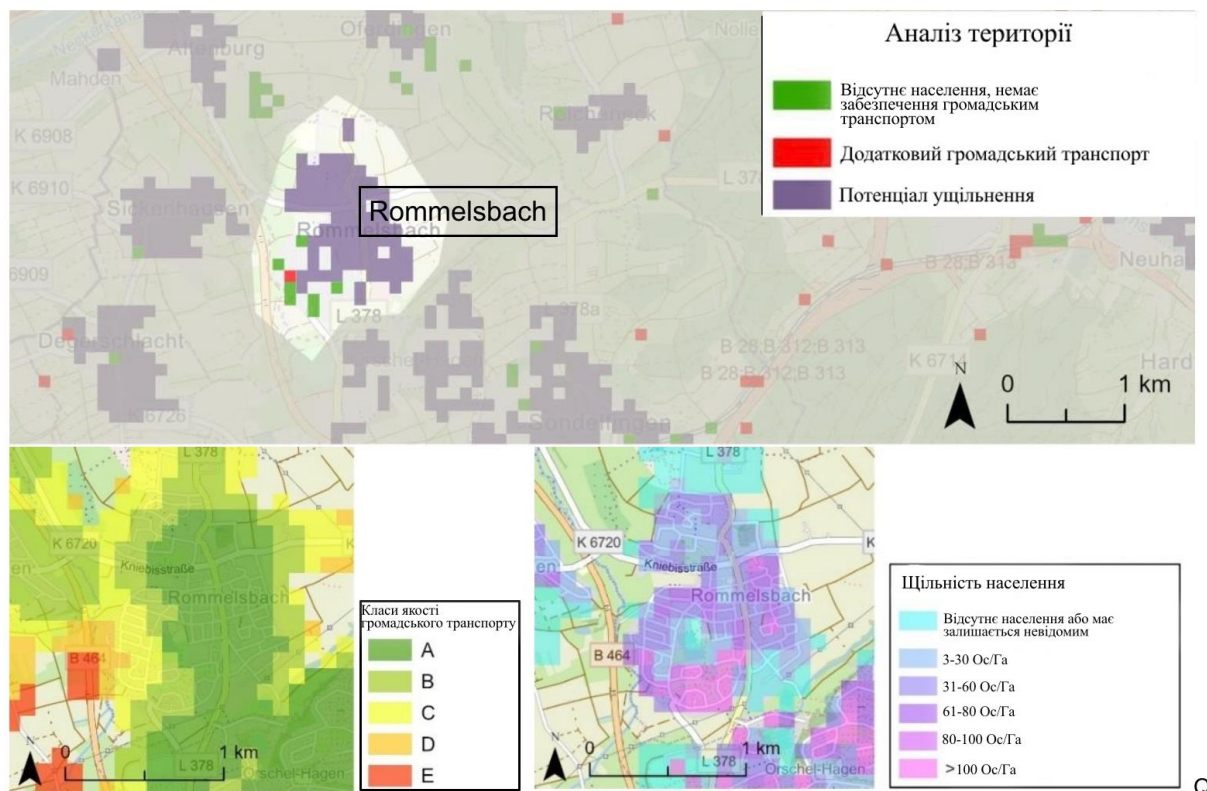


Рисунок 3.6: Аналіз площі, класи якості громадського транспорту та щільність поселень у Ройтлінгені Роммельсбаху.

Аналіз Ройтлінгена за методикою, описаною в розділі 3.3, виявив цікаву закономірність: багато районів з високим класом якості громадського транспорту мають низьку щільність населення. Це створює потенціал для збільшення кількості жителів у цих районах без необхідності суттєво розширювати транспортну інфраструктуру. Така ситуація пояснюється загальною тенденцією: як правило, вищі класи якості громадського транспорту характерні для густонаселених районів.

Особливо перспективними для ущільнення є райони з класом якості громадського транспорту від C і вище. Наприклад, у районі Роммельсбах, де вся територія має високе покриття транспортом (класи A і B), спостерігається значна різниця в щільності населення: на півдні вона досягає 196 осіб на гектар, а на півночі не перевищує 30 осіб на гектар. Це



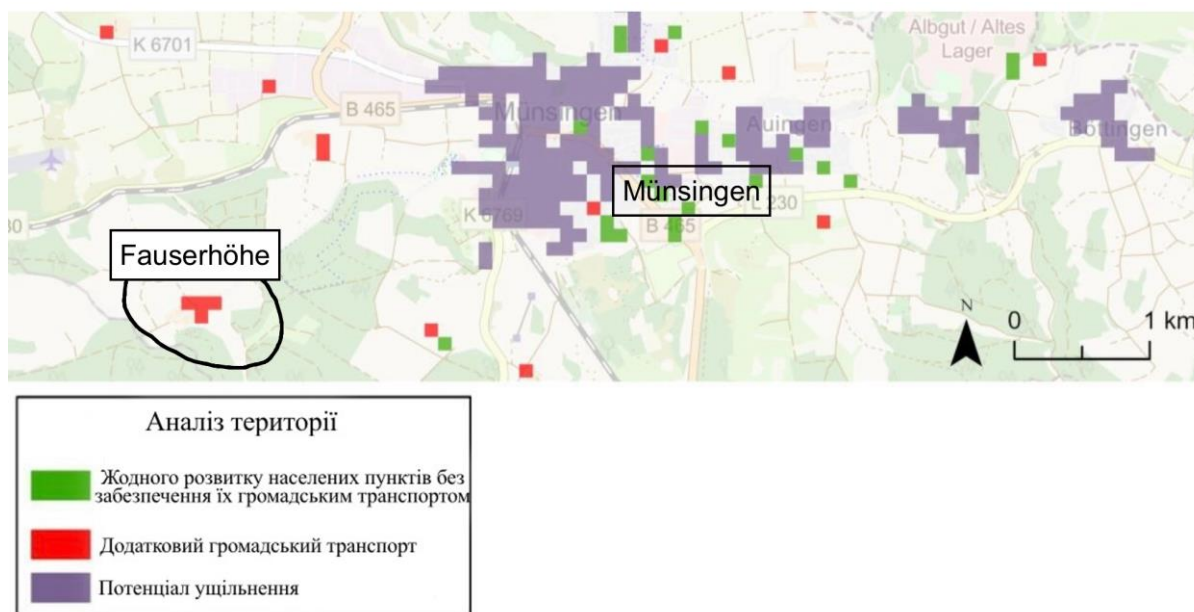


Рисунок 3.8: Аналіз території Мюнсінген, Фаузерхое, розвиток громадського транспорту.

Дослідження показало, що в багатьох районах є потенціал для розширення мережі громадського транспорту. Особливо це стосується зон, що межують з уже розвиненими районами. Розширення транспортної доступності в цих зонах може стимулювати їх розвиток і ущільнення забудови. Порівняння міст, таких як Ройтлінген і Мюнсінген, підтверджує, що розвиток громадського транспорту тісно пов'язаний з щільністю населення. Це означає, що для ефективного використання ресурсів необхідно зосередити зусилля на розвитку транспортної інфраструктури в густонаселених районах.

З урахуванням якості громадського транспорту та щільності забудови в кожній окремій ділянці, в Баден-Вюртемберзі існує потенціал для ущільнення забудови на площі 132 105 га. Для порівняння: у 2022 році в Баден-Вюртемберзі 529 627 га займали житлова та транспортна інфраструктура (дані статистичного управління Баден-Вюртемберга, 2023). 94 107 га з площ, що підлягають ущільненню, відносяться до житлової або змішаної забудови. Це означає, що 41% житлової площі Баден-Вюртемберга можна ущільнити.

Незважаючи на те, що отримані дані можуть бути дещо завищеними, вони свідчать про великий потенціал для ущільнення забудови в регіоні. Навіть якщо врахувати, що реальні цифри можуть бути дещо нижчими, порівняння з іншими містами, такими як Тюбінген, показує, що у нас є достатньо місця для збільшення кількості житла. Особливо це стосується міських районів, але і в сільській місцевості є певні можливості для розвитку.

Таблиця 3.2: Аналіз площі населених пунктів: площа в га, де є потреба вжити заходів

|                                                        | Потенціал<br>ущільнення | Є потреба в додатковому<br>громадському транспорті |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------|
| Площа [га] Баден-Вюртемберг                            | 132.105                 | 3.759                                              |
| Площа [га] Простір ущільнення                          | 49.115                  | 5.416                                              |
| Площа[га] периферійної зони<br>навколо міських центрів | 22.609                  | 4.224                                              |
| Площа [га] районних центрів в<br>сільській місцевості  | 13.267                  | 2.224                                              |
| Площа [га] сільської місцевості                        | 47.114                  | 25.726                                             |

Аналіз показує, що в районах з середньою якістю громадського транспорту (категорія В) існує найбільший потенціал для ущільнення забудови. Це означає, що саме в цих зонах можна ефективно збільшити кількість житла без зайвого розширення територій.

Аналіз якості громадського транспорту може допомогти нам краще зрозуміти, чому деякі райони мають обмежений доступ до транспортної мережі. Часто проблема полягає не в відсутності зупинок, а в недостатній частоті руху транспорту. Використовуючи цей аналіз, ми можемо вибрати ділянки, які найбільш підходять для розвитку, і таким чином покращити доступність громадського транспорту для всіх жителів. Однак, для остаточного рішення про забудову потрібні додаткові дослідження.

### 3.3 Результати порівняльного аналізу: якість громадського транспорту та доступність до послуг у районі Кальв

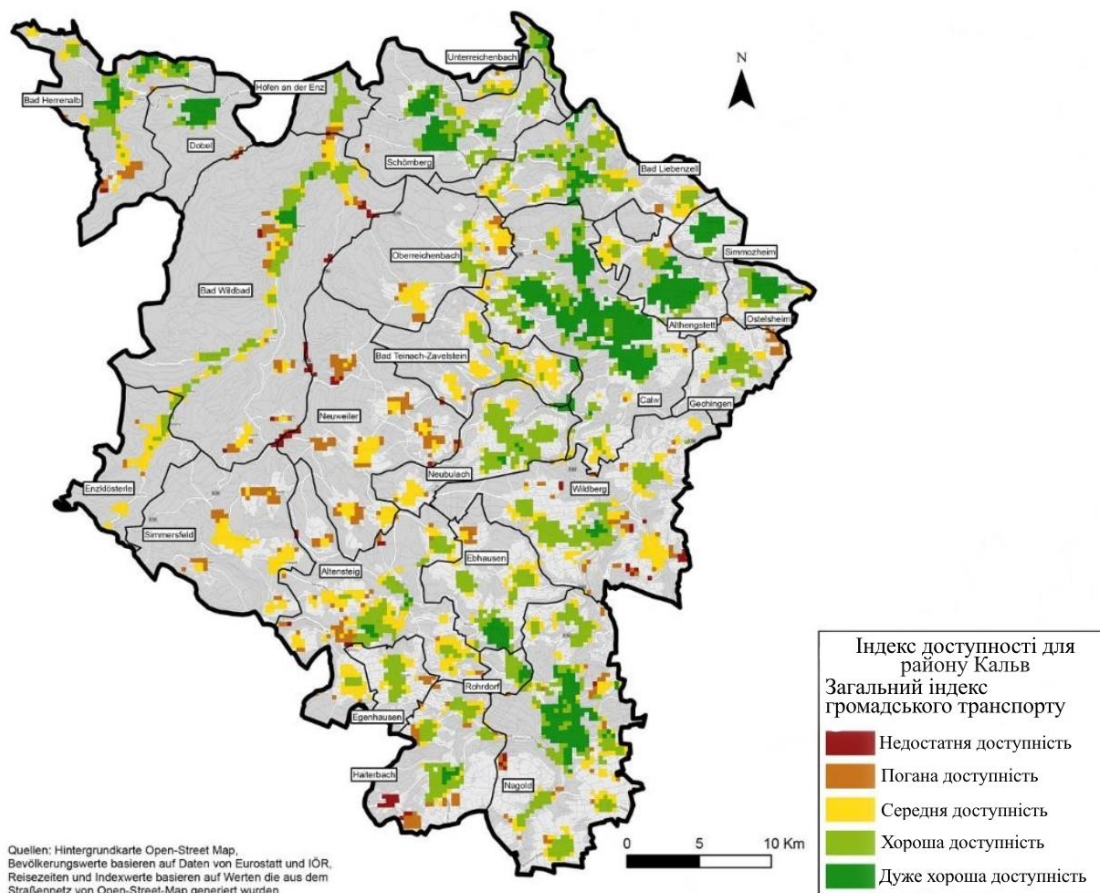


Рисунок 3.9: Індекс доступності громадського транспорту в районі Кальв, джерело: Ahlmeyer and Wittowsky 2018

Як класи якості громадського транспорту, так і індекс доступності призначені для того, щоб дати нам чітке уявлення про те, наскільки зручно користуватися громадським транспортом в різних населених пунктах. Індекс доступності також показує, наскільки легко дістатися до різних об'єктів інфраструктури. Обидва індекси використовують п'ятибальну шкалу для оцінки.

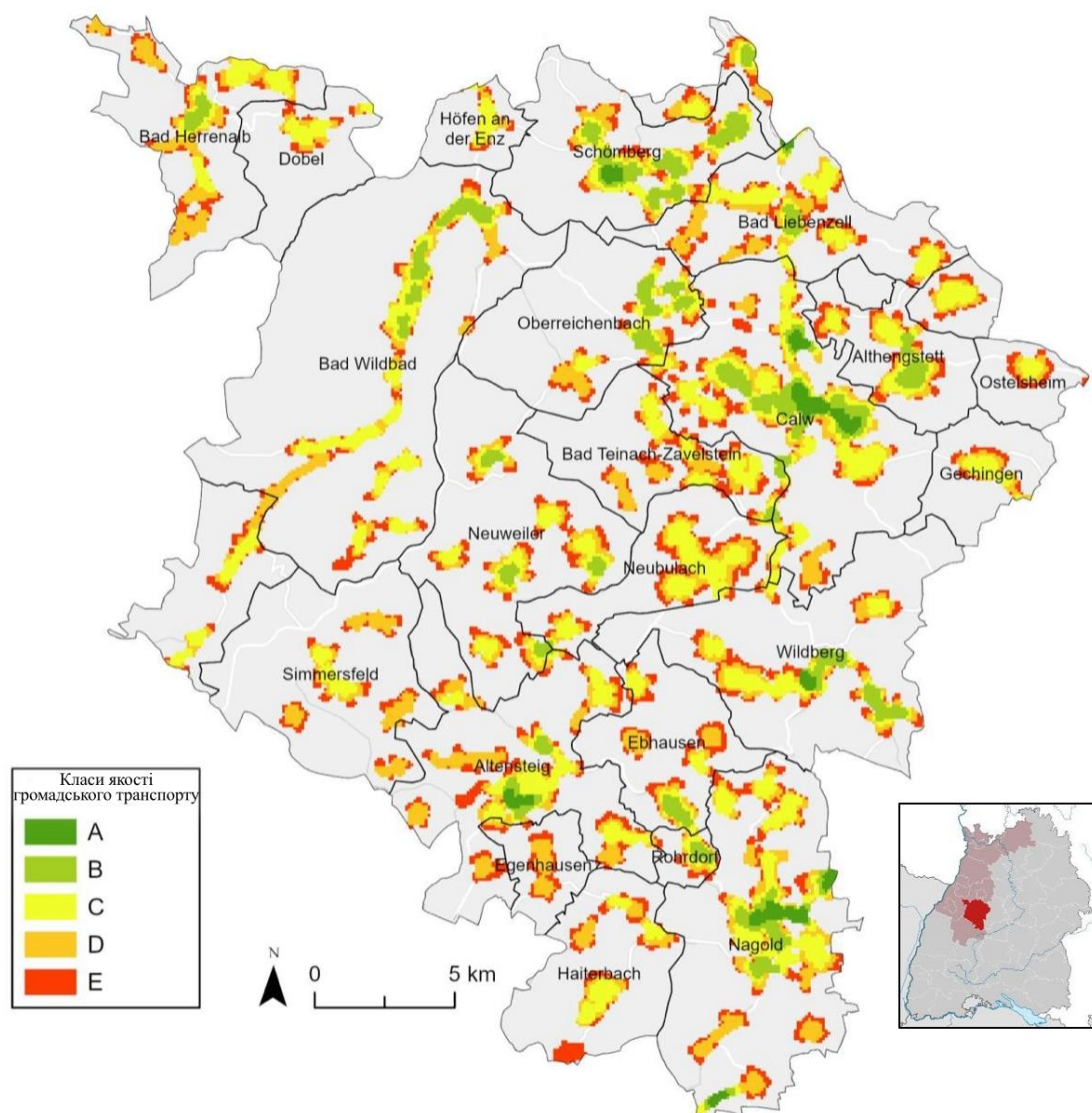


Рисунок 3.10: Класи якості громадського транспорту в районі Калв на основі власних розрахунків.

### 3.4 Результати Порівняння змін розкладу в адміністративному окрузі Фрайбург

Впровадження паралельного автобусного сполучення вздовж залізничної лінії Вуттахаль, а також оптимізація розкладу руху призвели до значного покращення якості громадського транспорту на основних маршрутах. Це

підтверджується даними за 2023 рік, які демонструють суттєве підвищення рівня обслуговування пасажирів у порівнянні з віддаленими районами.

Однак, детальний аналіз ситуації в окремих населених пунктах виявив і негативні наслідки цих змін. Зокрема, у Штюлінгені та деяких інших населених пунктах спостерігається погіршення транспортної доступності. Кількість людей, які більше не мають можливості скористатися громадським транспортом, значно зросла, особливо у віддалених районах. Це пов'язано з тим, що оптимізація розкладу була спрямована переважно на покращення обслуговування на основних маршрутах, ігноруючи потреби менш заселених територій.

Таким чином, проведене дослідження демонструє, що впровадження будь-яких змін у систему громадського транспорту потребує ретельного аналізу та врахування інтересів всіх категорій населення. Необхідно розробляти такі рішення, які б забезпечували баланс між потребами мешканців центральних районів та віддалених населених пунктів.

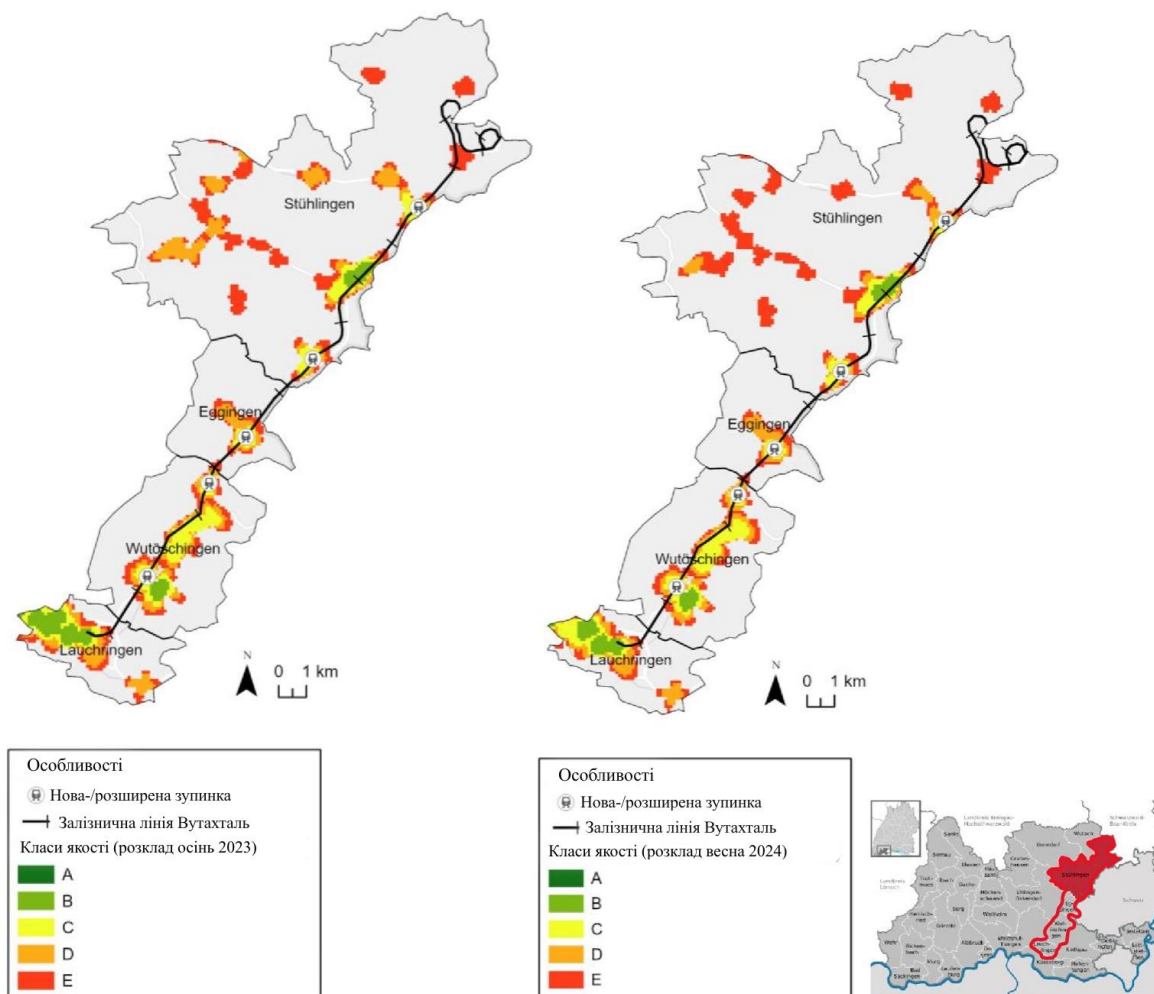


Рисунок 3.11: Порівняння класів якості громадського транспорту на основі власного розрахунку вздовж залізничної лінії Вутахталь (Wutachtalbahn) за зміною розкладу 2023/24.

Новий розклад руху громадського транспорту в громадах Лаухрінген, Вутошінген, Егінген і Штюлінген вплинув на життя багатьох людей. Для деяких ситуація покращилась, а для інших – погіршилась. Найбільше від змін постраждали жителі Лаухрінгену. В інших населених пунктах, особливо завдяки змінам на залізниці Вуттахталь, ситуація погіршилась не так сильно.

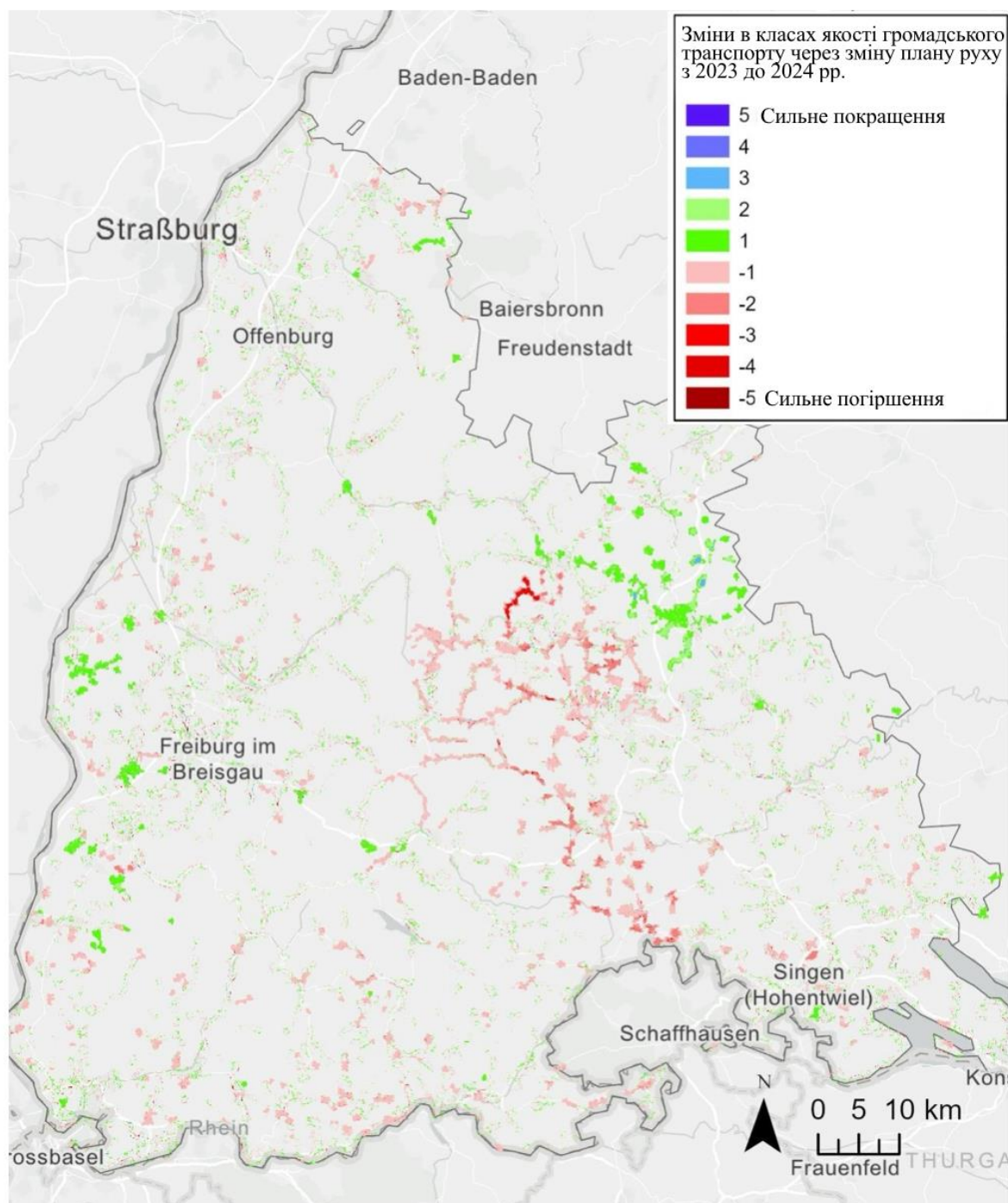
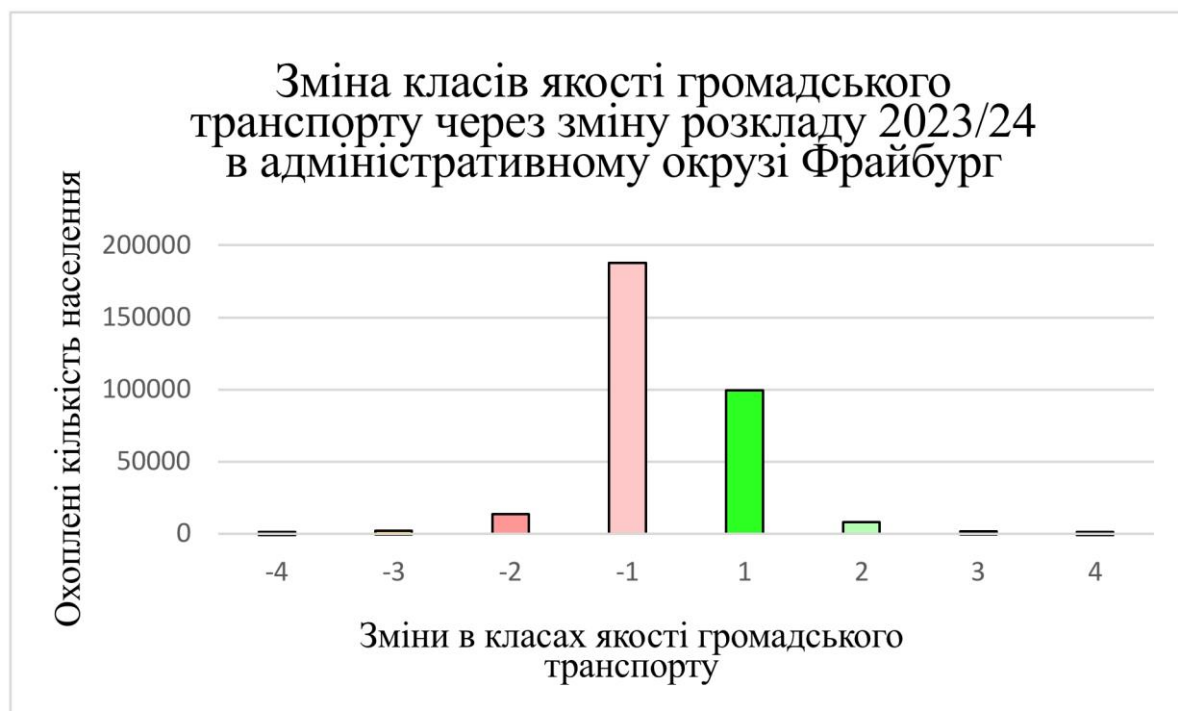


Рисунок 3.12: Зміна класів якості громадського транспорту через зміну розкладу 2023/24 в адміністративному окрузі Фрайбург, зеленим кольором: поліпшення та червоним: погіршення.



Малюнок 3.13: Особи, яких торкнулись зміни розкладу 2023/24 в адміністративному районі Фрайбурга.

В адміністративному окрузі Фрайбург зміна розкладу руху громадського транспорту вплинула на життя багатьох людей. Для одних ситуація покращилась, а для інших – погіршилась. Найбільше зміни торкнулися районів біля річки Рейн, де якість транспорту погіршилась. Покращення спостерігається, наприклад, між містами Блумберг і Віллінген-Швеннінген, але не завдяки змінам на лінії Вуттахталь. Це дослідження показує, що класи якості громадського транспорту – це зручний інструмент для оцінки таких змін і їх потрібно регулярно оновлювати.

### 3.5 Охоплення громадським транспортом комерційних районів

#### Промислові райони в Туттлінгені

В розділі 2.6 проведено оцінку транспортної доступності робочих місць у промислових зонах міста Туттлінген. Результати дослідження свідчать про високий рівень транспортної забезпеченості підприємств, розташованих у

центральної частині міста та в зонах змішаної забудови. Водночас, промислові зони на околиці міста не відповідають встановленим стандартам щодо якості громадського транспорту.

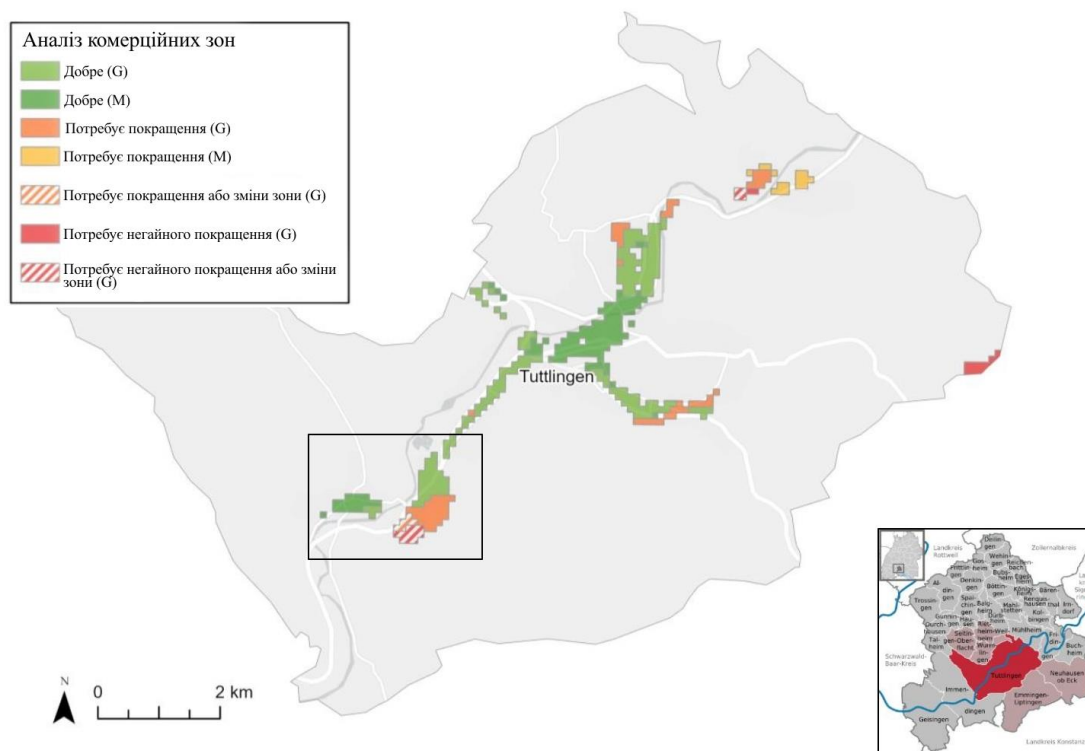


Рисунок 3.14: Аналіз комерційних зон Туттлінгена.

До територій з недостатнім транспортним обслуговуванням належить частково і промислова зона Gänsäcker I. На малюнку 3.15 видно, що вокзал в Мерингені та розташована поблизу промислова зона добре сполучені. Промислова зона Gänsäcker, однак, знаходиться по інший бік залізничних колій, тому доїхати до вокзалу Меринген звідти важко. З цієї причини, зокрема, промислова зона Gänsäcker II, що перебуває на стадії планування, не має доступу до громадського транспорту належного класу. У цьому випадку класи якості громадського транспорту можна використовувати разом з виділенням промислових зон як критерій для прийняття рішень щодо забудови. Екологічні організації пропонують для конкретного випадку облаштувати пішохідний та велосипедний шлях від вокзалу

Ройтлінген-Меринген до промислової зони та додаткові автобусні та залізничні зупинки.

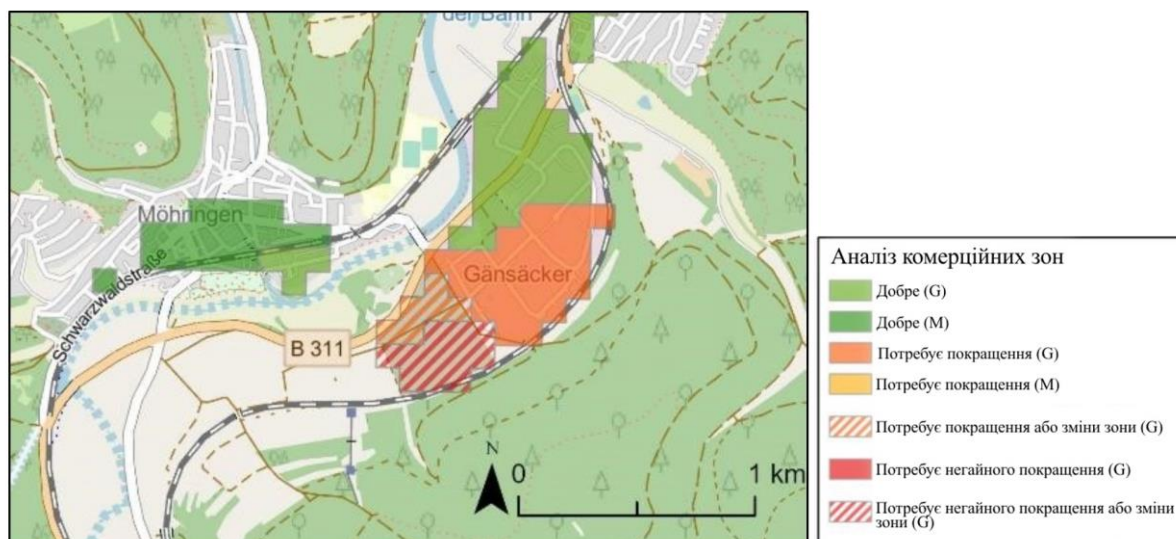


Рисунок 3.15: Аналіз промислової зони Туттлінген, промислова зона Гензакер в Туттлінген-Мьорінген.

Для всієї Баден-Вюртембергу було розраховано, що 30% промислових будівельних площ, які зараз плануються, не мають підключення до громадського транспорту. Для вже існуючих промислових площ цей показник становить 13%. Змішані зони значно краще підключені до громадського транспорту. Тут цей показник становить 4% для існуючих площ, які не мають підключення до громадського транспорту.

Таблиця 3.3: Покриття комерційних зон [га] класами якості громадського транспорту.

|                                                          | Площа комерційної зони [га] на клас якості громадського транспорту |               |               |               |               |               |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                                          | A                                                                  | B             | C             | D             | E             | Відсутня      |
| <b>Зона комерційної забудови (G) Існуюча</b>             | 7.145                                                              | 11.101        | 14.126        | 9.171         | 5.128         | 7.068         |
| <b>Зона комерційної забудови (G) Запланована</b>         | 386                                                                | 1.192         | 2.355         | 2.556         | 2.103         | 3.768         |
| <b>Змішана зона комерційної забудови (M) Існуюча</b>     | 11.625                                                             | 15.275        | 22.379        | 12.134        | 6.958         | 3.018         |
| <b>Змішана зона комерційної забудови (M) Заплановано</b> | 319                                                                | 413           | 733           | 396           | 250           | 168           |
| <b>Загалом</b>                                           | <b>19.475</b>                                                      | <b>27.981</b> | <b>39.593</b> | <b>24.257</b> | <b>14.439</b> | <b>14.022</b> |

Найкраще громадським транспортом обслуговуються змішані зони, де більшість підприємств мають зручний доступ до автобусів та трамваїв. Серед нових промислових зон така ситуація спостерігається лише у третини випадків, а серед вже існуючих – у 60%. Це свідчить про те, що при плануванні нових підприємств не завжди враховують зручність для громадського транспорту. Дослідження міста Туттлінген підтверджує цю тенденцію.

Проблема зв'язку між кількістю робочих місць і розвитком транспортної системи недостатньо вивчена. Це означає, що ми не маємо достатньо інформації для того, щоб ефективно планувати розвиток транспортної інфраструктури. Тому необхідно провести додаткові дослідження в цій галузі. Крім того, необхідно розробити чіткі правила, які б вимагали від забудовників забезпечувати хороший доступ до громадського транспорту для нових промислових зон.

### **Мекенбойрен: Зразок ефективного громадського транспорту в сільській місцевості**

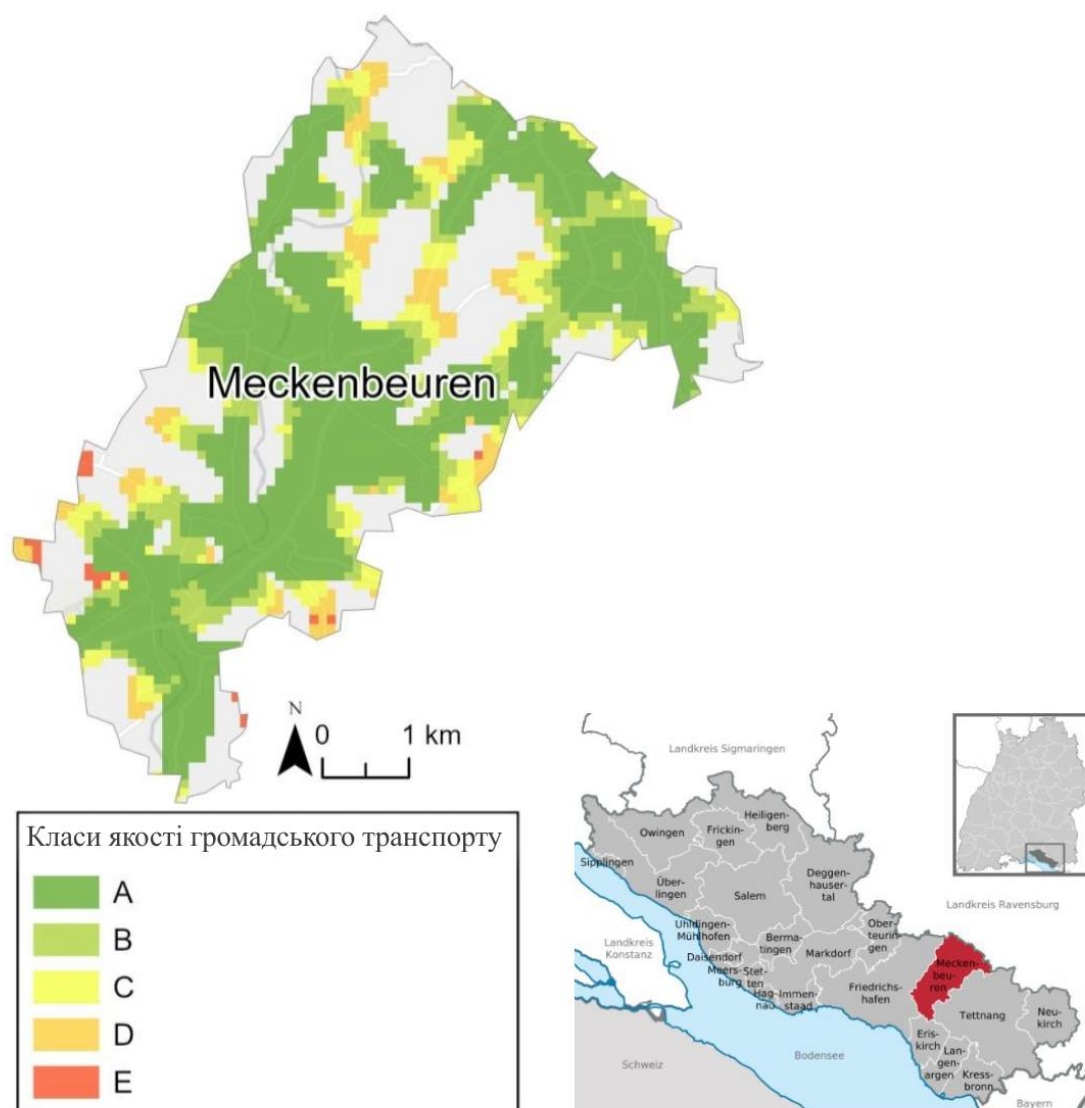
Мекенбойрен, найбільша сільська громада в регіоні Обершвабен з населенням понад 13 500 осіб, демонструє цікавий приклад ефективного

забезпечення громадським транспортом. Незважаючи на відносну віддаленість від великих міст, громада пропонує високий рівень доступності до транспортних послуг завдяки інноваційним підходам.

Ключовою особливістю транспортної системи Мекенбойрена є сервіс таксі за попереднім замовленням "emma". Цей сервіс, незважаючи на необхідність попереднього бронювання, забезпечує високу частоту руху та покриває більшу частину території громади. Завдяки "emma" навіть мешканці віддалених районів мають зручний доступ до громадського транспорту, що суттєво підвищує якість життя в громаді.

Однак, включення таких сервісів до загальної оцінки якості громадського транспорту викликає ряд методологічних питань. Необхідність попереднього бронювання, відсутність фіксованих маршрутів та графіків ускладнюють пряме порівняння таких сервісів з традиційним громадським транспортом. Тому для більш точної оцінки якості громадського транспорту в громадах з розвиненими системами таксі за попереднім замовленням необхідно розробити додаткові критерії та методики.

Досвід Мекенбойрена може бути корисним для інших сільських громад, які прагнуть покращити доступність громадського транспорту для своїх мешканців. Однак, необхідно враховувати, що особливості громадського транспорту в Мекенбойрені обумовлені низкою факторів, включаючи географічне розташування, щільність населення та транспортну інфраструктуру. Тому досвід цього міста не може бути безпосередньо перенесений на інші регіони.



Малюнок 3.16: Класи якості громадського транспорту в Мекенберені на основі власних розрахунків.

### 3.6 Пропонована система розрахунку класів якості громадського транспорту в Баден-Вюртемберзі: виклики та перспективи

Запропонована система розрахунку класів якості громадського транспорту в Баден-Вюртемберзі надає цінну основу для оцінки доступності

та якості транспортного обслуговування в регіоні. Однак, як і будь-яка методика, вона має свої обмеження та вимагає подальшого вдосконалення.

### **Ключові висновки та рекомендації:**

- **Вплив вибору критеріїв:** Найбільший вплив на результати розрахунку мають критерії, що визначають границі класів та категорії зупинок. Незначні зміни в цих параметрах можуть призвести до суттєвих відмінностей у результатах.

- **Якість даних:** Актуальність та точність даних є критично важливими для отримання достовірних результатів. Зокрема, дані про населення, планування землекористування та розклади руху можуть містити помилки та бути застарілими. Це може призвести до неточностей у визначенні класів якості громадського транспорту, особливо в окремих районах.

- **Вплив інноваційних сервісів:** Включення таких сервісів, як таксі за попереднім замовленням, ускладнює оцінку якості громадського транспорту, оскільки вони мають свої особливості та не завжди відповідають традиційним критеріям.

- **Необхідність подальших досліджень:** Для більш точного оцінювання якості громадського транспорту необхідно провести додаткові дослідження, зокрема:

- Розробити більш детальні критерії для оцінки якості сервісів замовлення транспорту.

- Оновити дані про населення, планування землекористування та розклади руху.

- Використати більш сучасні методи аналізу, такі як геоінформаційні системи та машинне навчання.

- Провести порівняльний аналіз результатів, отриманих за різними методами розрахунку.

## **Перспективи розвитку:**

- **Розширення спектра аналізу:** Оцінка якості громадського транспорту може бути розширена за рахунок включення додаткових показників, таких як швидкість руху, вартість проїзду, рівень комфорту та доступність для маломобільних груп населення.
- **Інтеграція з іншими даними:** Дані про якість громадського транспорту можуть бути інтегровані з іншими даними, такими як дані про забруднення повітря, рівень шуму та соціальну інфраструктуру, для комплексної оцінки якості життя в різних районах.
- **Використання результатів для планування розвитку громадського транспорту:** Отримані результати можуть бути використані для розробки заходів щодо покращення якості громадського транспорту, зокрема, для оптимізації маршрутів, збільшення частоти руху та впровадження нових сервісів.

## **Висновки**

Пропонована система розрахунку класів якості громадського транспорту є важливим інструментом для оцінки доступності та якості транспортного

обслуговування в Баден-Вюртемберзі. Однак, для отримання більш точних і повних результатів необхідно враховувати її обмеження та проводити подальші дослідження. Результати такого аналізу можуть бути використані для розробки ефективної транспортної політики та покращення якості життя населення.

Метою дослідження було розробити інструмент для поєднання транспортного планування з містобудуванням. Розроблений метод оцінки якості громадського транспорту показав, що його можна використовувати в різних ситуаціях. Наприклад, його можна застосовувати для:

- Визначення, чи є достатньо громадського транспорту в місцях, де планується будувати нові будинки або підприємства.
- Оцінки впливу на довкілля при плануванні нових будівель або інфраструктури.
- Виявлення місць, де потрібно покращити транспортне обслуговування.
- Надання інформації про те, наскільки зручно користуватися громадським транспортом в різних районах.

Оцінка якості громадського транспорту в Баден-Вюртемберзі показала, що хоча більшість населення має до нього доступ, існують значні розбіжності між міськими та сільськими районами. Незважаючи на загалом високий рівень забезпеченості громадським транспортом, особливо в густонаселених районах, є потенціал для подальшого покращення, зокрема, у сільській місцевості та нових промислових зонах. Для ефективного розвитку громадського транспорту необхідно враховувати не лише традиційні автобусні та трамвайні маршрути, але й нові форми мобільності, такі як транспорт за викликом та велопрокат. Однак, основа мобільної трансформації – це розвинена мережа громадського транспорту.

Дослідження також виявило, що для більш точного оцінювання якості громадського транспорту необхідно враховувати різні фактори, такі як щільність населення, доступність соціальних послуг та потенціал для перевантаження транспортної системи. Результати дослідження підтверджують важливість використання класів якості громадського транспорту для планування міст та розвитку транспортної інфраструктури. Однак, для досягнення значних змін необхідно не лише оцінювати ситуацію, але й встановлювати чіткі вимоги до якості громадського транспорту при плануванні нових житлових та промислових зон.

### **Список літературних джерел:**

1. Bahn.Ville Konsortium (Hg.) (2005): Ergebnisse und Hinweise für die Planungspraxis aus dem Projekt BAHN.VILLE. Online verfügbar unter [https://www.adeus.org/wpcontent/uploads/13282\\_file\\_ergebnisse-und-hinweise-fur-die-planungspraxisaus-dem-projekt-bahn-ville.pdf](https://www.adeus.org/wpcontent/uploads/13282_file_ergebnisse-und-hinweise-fur-die-planungspraxisaus-dem-projekt-bahn-ville.pdf), zuletzt geprüft am 23.10.2023.

2. Baunutzungsverordnung (BauNVO) in der Fassung vom 21.11.2017, zuletzt geändert am 03.07.2023. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-iminternet.de/baunvo/BJNR004290962.html#BJNR004290962BJNG000102116>, zuletzt geprüft am 29.02.2024.

3. Bodensee-Oberschwaben Verkehrsverbund GmbH (2024): emma. Online verfügbar unter <https://www.bodo.de/fahrinfo/spezielle-linien/emma.html>, zuletzt geprüft am 21.02.2024.

4. Calw, Landkreis (2024): Landkreis Calw. Online verfügbar unter <https://www.kreiscalw.de/>, zuletzt geprüft am 17.02.2024.

5. Golob, Thomas F.; Beckmann, Martin J.; Zahavi, Yacov (1981): A utility-theory travel demand model incorporating travel budgets. In: Transportation Research Part B: Methodological 15 (6), S. 375–389. DOI: 10.1016/0191-2615(81)90022-9.

6. Horn, Burkhard; Jung, Alexander (2018): Bikesharing im Wandel - Handlungsempfehlungen für deutsche Städte und Gemeinden zum Umgang mit stationslosen Systemen. Hg. v. Agora Verkehrswende. Online verfügbar unter <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/bikesharing-imwandel/>, zuletzt geprüft am 12.12.2023.

7. Kümmerer, Frieder (2023): Bauarbeiten der Bahn im Oktober: Einschränkungen in Stuttgart. Online verfügbar unter <https://www.swr.de/swraktuell/badenwuerttemberg/stuttgart/bauarbeiten-bahn-stuttgart-feuerbach-100.html>, zuletzt geprüft am 28.11.2023.

8. Landratsamt Sigmaringen (Hg.) (2010): Nahverkehrsplan - Serviceportal BadenWürttemberg. Online verfügbar unter <https://www.servicebw.de/zufi/leistungen/442>, zuletzt geprüft am 30.01.2024.

9. Stadt Reutlingen (Hg.) (2021): Unsere Stadt | Stadt Reutlingen. Online verfügbar unter <https://www.reutlingen.de/de/Leben/Unsere-Stadt>, zuletzt geändert am 06.02.2024, zuletzt geprüft am 06.02.2024.

10. Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (WM) (Hg.) (2002): Landesentwicklungsplan 2002 Baden-Württemberg. Online verfügbar unter [https://mlw.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/mmlw/intern/Dateien/06\\_Service/Publikationen/Landesentwicklungsplan\\_2002.PDF](https://mlw.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/mmlw/intern/Dateien/06_Service/Publikationen/Landesentwicklungsplan_2002.PDF), zuletzt geprüft am 30.01.2024.

11. Wulforst, Gebhard; Büttner, Benjamin; Ji, Chenyi (2017): The TUM Accessibility Atlas as a tool for supporting policies of sustainable mobility in metropolitan regions. In: Transportation Research Part A: Policy and Practice 104, S. 121–136. DOI: 10.1016/j.tra.2017.04.012.

12. Zilch, Konrad; Diederichs, Claus Jürgen; Katzenbach, Rolf; Beckmann, Klaus J. (Hg.) (2013): Raumordnung und Städtebau, Öffentliches Baurecht. Berlin/ Heidelberg. Online verfügbar unter [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-64241876-1\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-64241876-1_1).