



Розробка заходів з підвищення мобільності для міста Ірпінь



Бостон – Київ
2023

ЗВІТ

Преамбула

Ця робота проведена корпорацією Ticon, Inc. у порядку безоплатної допомоги Україні згідно з Меморандумом про взаємодію між корпорацією Ticon та Irpin Reconstruction Summit від 5 грудня 2022 року. Ми вважаємо своїм обов'язком підтримати відновлення міста-героя Ірпеня, що постраждав внаслідок військового нападу РФ на Україну.

Колектив корпорації Ticon пишається можливістю зробити внесок у реконструкцію Ірпеня, і допомогти зробити його ще красивішим, комфортнішим та процвітаючим містом, ніж він був до війни.

Про проведену роботу

Методологія Ticon ґрунтується на ретельному вивченні урбаністичної карти вуличного руху. Тому, перш ніж розпочати розробку рекомендацій, фахівці Ticon зібрали дані про фактичну транспортну ситуацію на кожній вулиці міста в період з січня 2021 року по січень 2022 року.

З урахуванням повної інформації про транспортні потоки на всіх вулицях та дорогах міста (рис. 1), а також геоінформації про дані вулиці та дороги (рис.2), ми визначили «стелю» можливостей вулично-дорожньої мережі (ВДМ) міста, і, використовуючи ITS-принципи та методологію HCM 2016¹, розвинену власними Ticon-алгоритмами, розробили концепцію найбільш повного забезпечення транспортних потреб міста (тільки автомобільний рух), а також перелік заходів щодо забезпечення максимальної пропускної здатності існуючої ВДМ.

Ми відзначаємо участь та допомогу компанії Korem (Канада), яка безкоштовно надала значний обсяг вихідних даних для нашого аналізу.

¹ Методологія HCM 2016 (Highway Capacity Manual) – це методологія описана в посібнику, який містить методи та процедури оцінки продуктивності транспортних систем та дорожньої інфраструктури. Вона розроблена Національною асоціацією шосейних та транспортних органів (National Association of City Transportation Officials) і використовується для оцінки продуктивності автомобільних доріг, у тому числі для визначення рівня пропускної спроможності та швидкості руху, рівня обслуговування ВДМ, комфорту та безпеки. Методологія використовується для проведення досліджень та планування дорожніх проєктів.

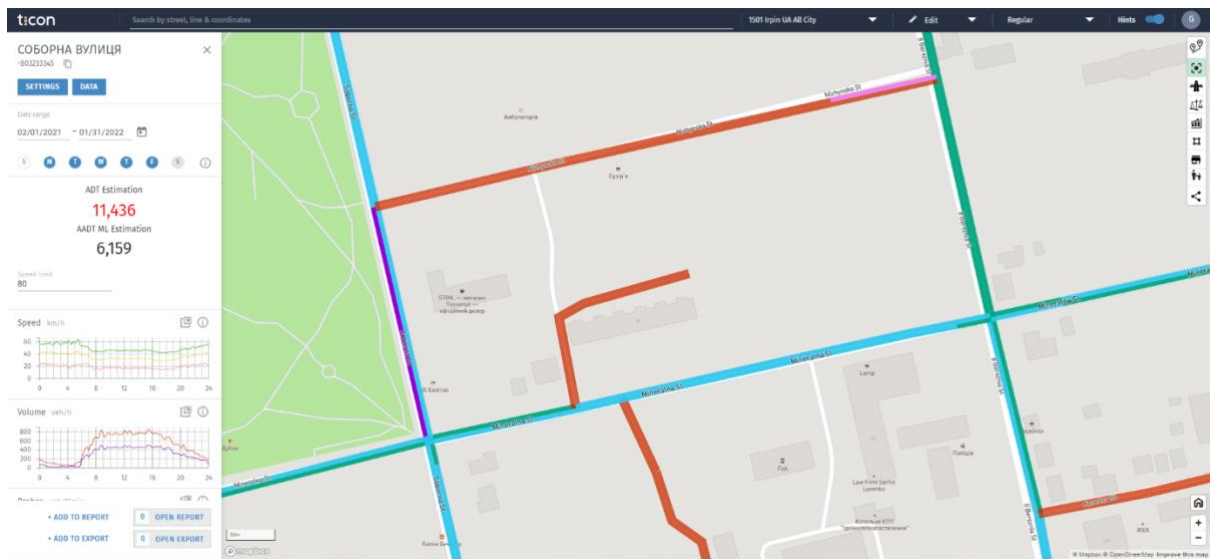


Рис. 1 Повні дані щодо транспортних потоків. Розраховані для кожного дорожнього сегменту

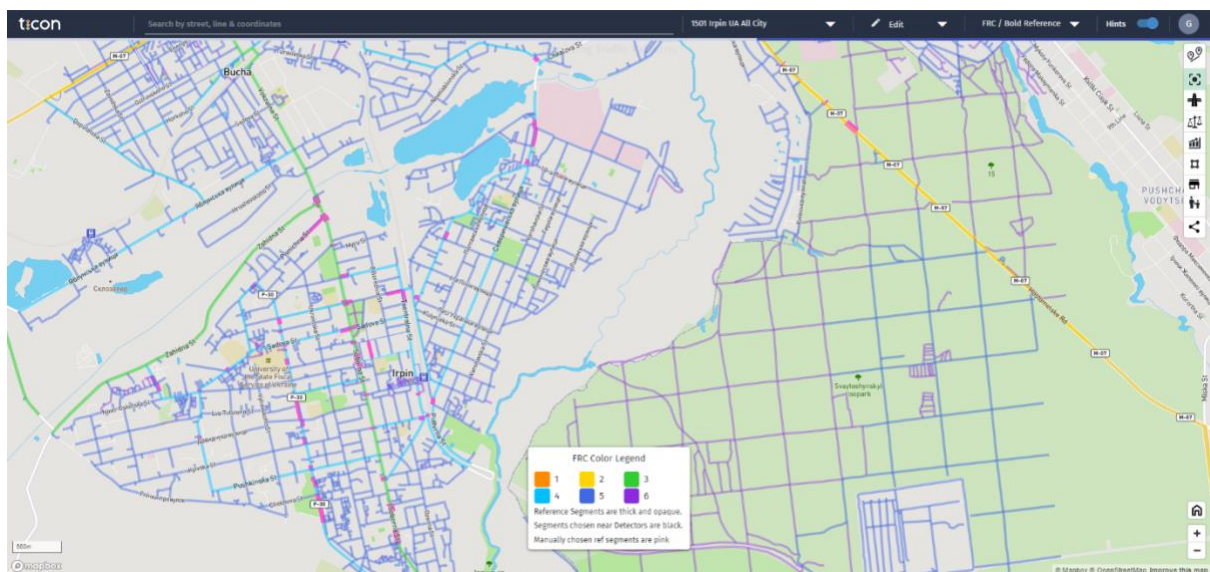


Рис. 2 Геоінформаційна карта Тісон для ВДМ Ірпінської агломерації, з відображенням класу кожного дорожнього сегменту

Верифікація даних

Вихідні дані генеруються системами мобільного зв'язку та навігаційними системами. Вони представляють собою сукупність знеособлених геолокаційних точок, зафіксованих на тій чи іншій дорозі. На рис. 3 зображено приклад GPS даних, які ми отримуємо від постачальників. Наші фахівці працюють з даними, аби виокремити належні з них і трансформувати їх у вигляд, придатний саме для транспортного аналізу.

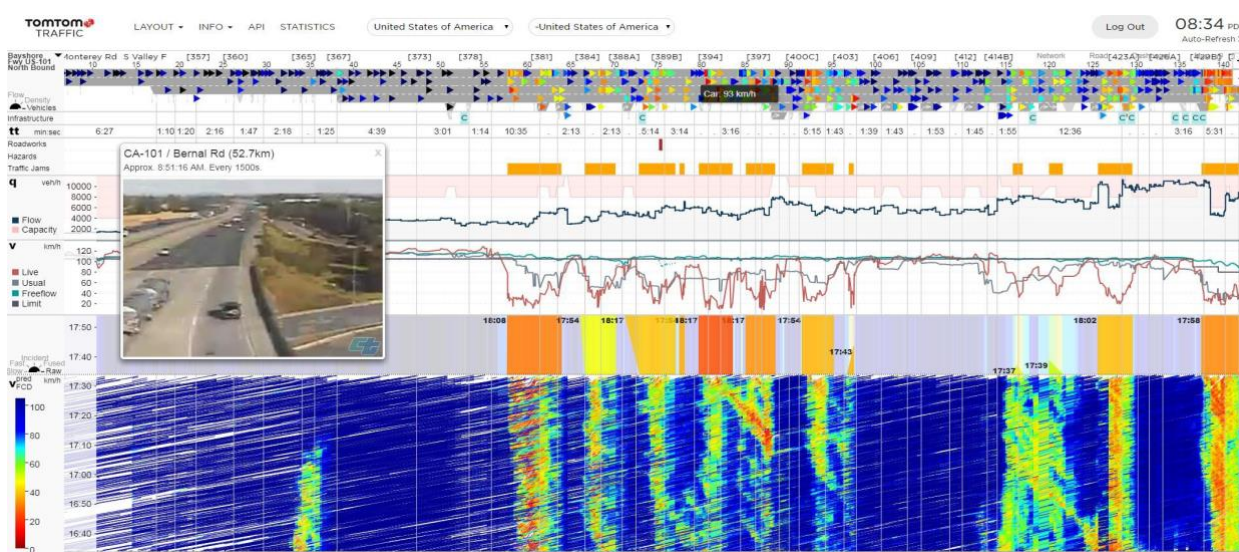


Рис. 3 Приклад GPS даних

На практиці відсоток реєстрації транспортних засобів системами мобільного зв'язку та навігаційними системами коливається від 1% до 25%.

Розроблені компанією Ticon алгоритми, геоінформація та закони транспортної інженерії дозволяють відтворити реальну кількість транспортних засобів на будь-якому сегменті дороги. Таким чином, ми провели розрахунок як основних так і додаткових параметрів руху транспортних потоків міста Ірпінь:

- 1) Основні параметри:
 - інтенсивність руху, тобто обсяг транспортних засобів
 - швидкість потоку
- 2) Додаткові параметри:
 - розподіл швидкостей
 - затримки дорожнього руху
 - насичення проїзної частини і т.д.

Верифікація якості розрахунків здійснювалася на підставі відеозйомки, наданої міською владою Ірпеня за перехрестями Університетська-Пушкінська, Центральна, Гостомельське шосе (приклад представлений на рис. 4) та з використанням фотографій, зроблених фахівцями Ticon за участі співробітників міської адміністрації. Для кожного перехрестя, за кожним напрямом руху проводився підрахунок транспортних засобів, зафіксованих відеозйомкою. Середня відносна помилка розрахунків не перевищувала 13.85% (приклад на рис.5).



Рис. 4 Верифікація даних



Рис. 5 Верифікація точності оцінки повного об'єму транспортного потоку

Ці результати добре співвідносяться зі звичайними тестами, які регулярно проводить корпорація Ticon із використанням детекторів та інших інструментальних² засобів транспортного моніторингу³, особливо з урахуванням дещо меншого інформаційного покриття⁴ в Україні, порівняно зі США.

² hardware-based

³ Посилання на статтю *AADT Estimation by Various Methods: Accuracy and Reliability*:

<https://www.ticon.co/research>

⁴ penetration rate

Детально методологія Ticon та її верифікація описана у статтях *Ticon Intraday Volumes* та *Impact of Traffic Volume Variations on Travel Delays as Illustrated by Pandemic Period Data*⁵.

Практика показала, що отримана якість інформації дозволяє достовірно оцінити особливості міського дорожнього руху з точністю, що вимагається під час вирішення завдань Інтелектуальних Транспортних Систем (ITS).

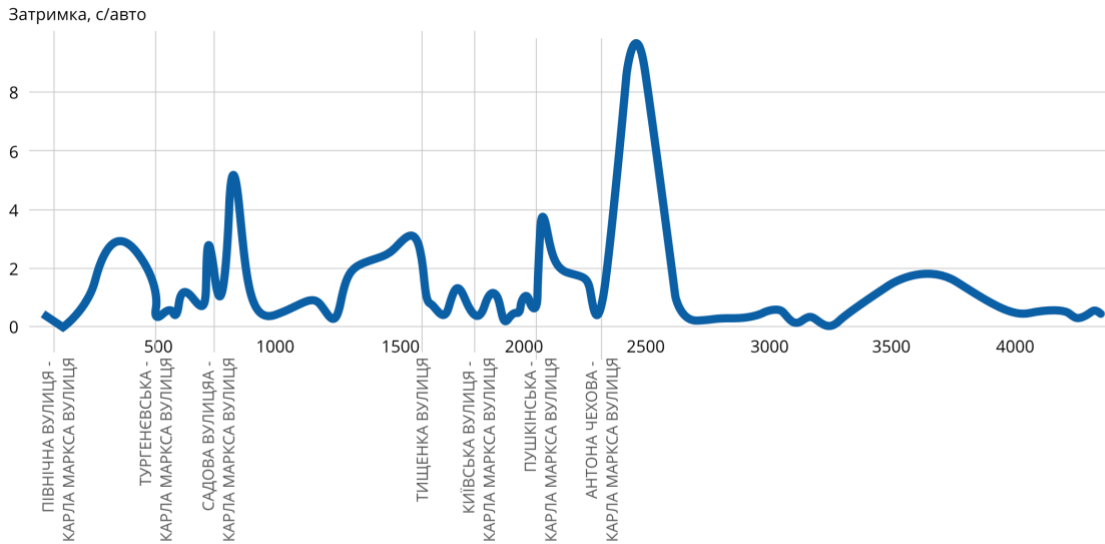
Можливості застосування результатів дослідження

У якості головного завдання підвищення мобільності ми розглядаємо зниження затримок автомобілів та пасажирів під час дорожнього руху (*travel delay* у термінах НСМ 2016). Цей показник розраховується як відносна різниця часу в дорозі з нормативною швидкістю та часу в дорозі з фактичною швидкістю. При цьому під нормативною швидкістю мається на увазі швидкість руху з дотриманням фактичних обмежень швидкості руху та з урахуванням нормативних гальмувань на світлофорах, знаках «стоп», «поступися дорогою» та пішохідних переходах.

Алгоритм Ticon дозволяє розрахувати нормативну та фактичну швидкість транспортного потоку за фактичною геометрією доріг та вимірними даними швидкості руху.

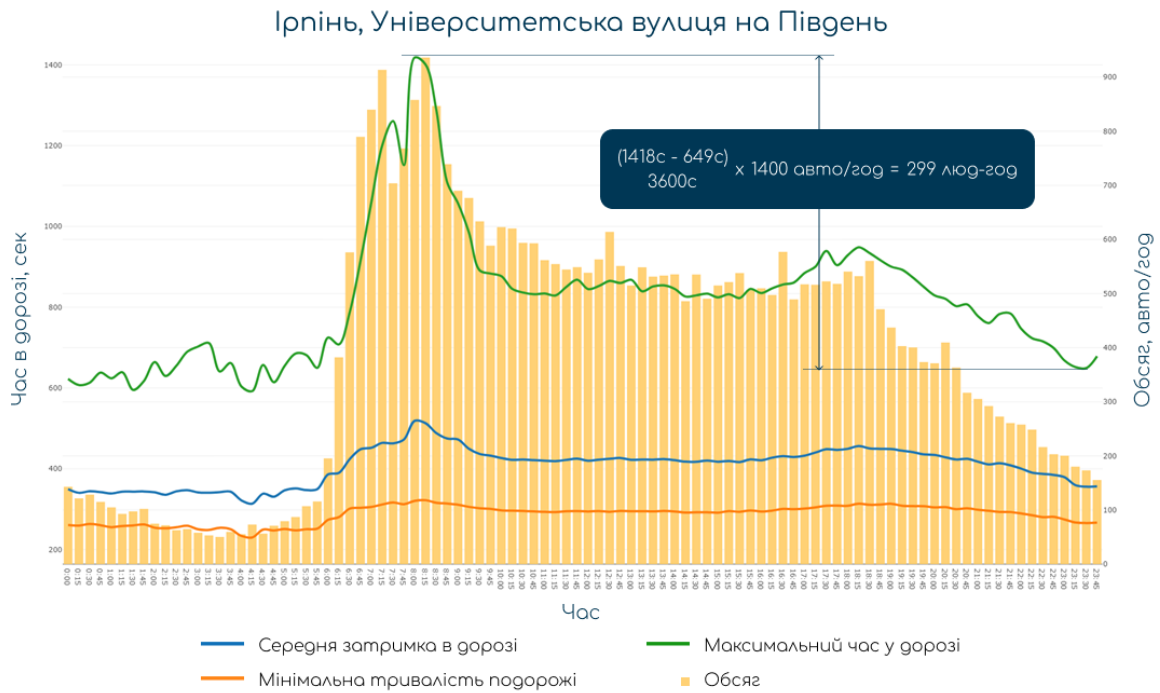
Затримка дорожнього руху вимірюється в секундах на автомобіль та обчислюється для кожної вулиці або секції дороги. З цих обчислень складається так звана «дорожня кардіограма» (рис. 6). Дорожня кардіограма - це інструмент корпорації Ticon, що представляє собою графік змін затримок по усій довжині вулиці і показує найвразливіші її точки. На підставі цього графіка обчислюється повна затримка по вулиці, яку можна трансформувати в економічні показники (рис.7)

⁵ Посилання на статті *Ticon Intraday Volumes* та *Travel Delays as Illustrated by Pandemic Period Data*: <https://www.ticon.co/research>



Дистанція, м (0...4387 м з Північна вулиця - Карла Маркса вулиця до Антона Чехова вулиця - Карла Маркса вулиця)

Рис. 6 Дорожня кардіограма



Типове перехрестя

річна економія від підвищення мобільності

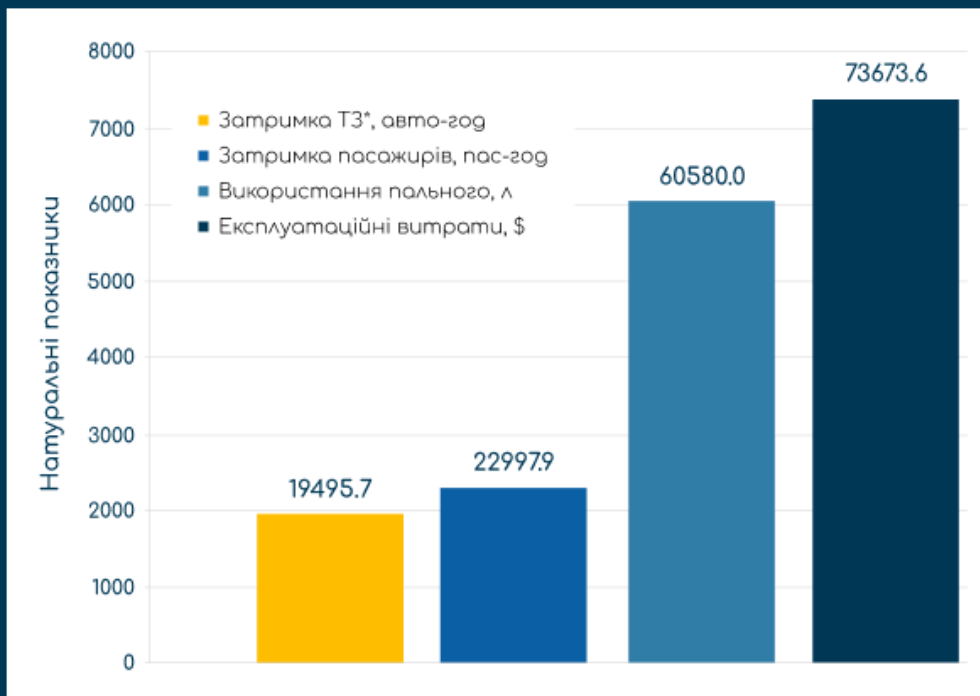


Рис. 7 Джерела економічної ефективності підвищення мобільності

Незадоволення поточної транспортної потреби фактично вимірюється транспортними затримками. А затримки – це, в свою чергу, втрата робочого часу, додаткові витрати пального та екологічні збитки. Ticon оперує лише економічними показниками, тобто втратою робочого часу, застосовуючи у своїх розрахунках середню заробітню платню у розмірі \$4,3/годину та середню кількість пасажирів автомобіля – 1,3 особи.

Числові значення розрахунку за формулою приведені на прикладі вул. Університетська:

$$\begin{aligned}
 E_y &= \sum_{SB}^{NB} \{TD_{av} \times VOL_{av}\} \times N_{veh} \times S_{\$} \times 365 \\
 &= (1057 + 1177) \times 1.3 \times 4.3 \times 365 = \$ 4,557,672.62
 \end{aligned}$$

де E_y – річний економічний ефект; TD_{av} та VOL_{av} – середня затримка в поїзді (год/ам⁶) та інтенсивність руху (ам/доба) по кожному напрямку вулиці; N_{veh} – середнє завантаження одного автомобіля, осіб; $S_{\$}$ – середня зарплата по регіону (в даному випадку середня заробітня платня в центральній частині України).

⁶ Час з 00.00. до 11.59

Економічні збитки міста від втрати робочого часу через транспортні затримки дуже значні. Як правило, ні жителі, ні адміністрації не уявляють реальні розміри втрат, які вони несуть внаслідок заторів. Щорічно в США через затори великі міста втрачають \$87 млрд.

У разі потреби Ticon має програмні засоби, які дозволяють розрахувати й інші складові економічної шкоди. Чітке розуміння збитків є дуже важливим для визначення доцільності організації робіт з підвищення мобільності в цілому, та оптимізації дорожнього руху на тому чи іншому сегменті ВДМ зокрема.

Наш досвід підтверджує можливість суттєвого зниження затримок (як правило, на **10-20%**, а в багатьох випадках і до **50%**) та підвищення мобільності на міських мережах **без проведення капітальних будівельних робіт**.

Така можливість існує у зв'язку з тим, що більшість технічних засобів та «прийомів» з організації дорожнього руху розроблені без застосування сучасних методів, та не спираються на нові можливості Big Data, тобто не є оптимальними загалом. Постійна робота з підтримки мобільності на сучасному рівні (optimal mobility management) у більшості міст світу досі належним чином не налагоджена.

Якщо після розгляду підсумків даного аналізу виникне необхідність чи бажання проведення капітальних будівельних робіт (не обов'язково з причин забезпечення поточної міської мобільності, але на перспективу), ми маємо спеціальний інструмент TrafficScore, що дозволяє провести аналіз перспектив, необхідності та економічної ефективності капітального дорожнього будівництва.

Під час розробки концепції ми враховуємо не лише міркування мобільності, основним критерієм якої є переміщення містом з мінімальними затримками, але і міркування соціально-економічного розвитку міста. Враховуючи останнє, часто для забезпечення комфортного доступу до точок економічного інтересу не є доцільним обмежувати транспортну активність.

У цьому дослідженні ми навмисно не розглядаємо громадський транспорт усіх видів. Ми вважаємо, що оптимізація роботи ВДМ є, у будь-якому разі, першим кроком, а подальші кроки з пріоритезації громадського транспорту, якщо такі є бажаними з соціальних чи інших міркувань, буде зручніше зробити вже на оптимальній дорожній мережі, з урахуванням реальних потреб подальшого підвищення мобільності населення.

Також у цьому дослідженні ми навмисно не розглядаємо обмежувальні заходи, такі як платні паркування, заборонені зони тощо. Це наша принципова позиція, яка полягає в тому, що обмежувальні заходи мають право на існування лише після того, як вичерпано оптимізаційні можливості.

Основні результати аналізу дорожнього руху в міській агломерації Ірпеня

У процесі роботи було розглянуто всі основні вулиці та дороги міста. Було досліджено зміну дорожніх затримок на всіх вулицях та дорогах протягом 24 годин (рис. 8). Встановлено, що тижневі та сезонні коливання дорожнього руху в м. Ірпінь не такі значні, тому на першому етапі слід насамперед звернути увагу на оптимізацію управління протягом дня. Цей факт суттєво спрощує використання штатних технічних засобів організації дорожнього руху (ТЗОДР), які вже є в місті. Встановлено, що щоденна затримка на основних внутрішньоміських транзитних вулицях становить близько 1500 годин (таблиця 1). Детальні дані, на підставі яких зроблено розрахунки, наведено у додатку 1, а докладні вихідні дані – у додатку 2. Розшифровки та призначення графіків пояснюються в описі інструменту Ticon TrafficScope.

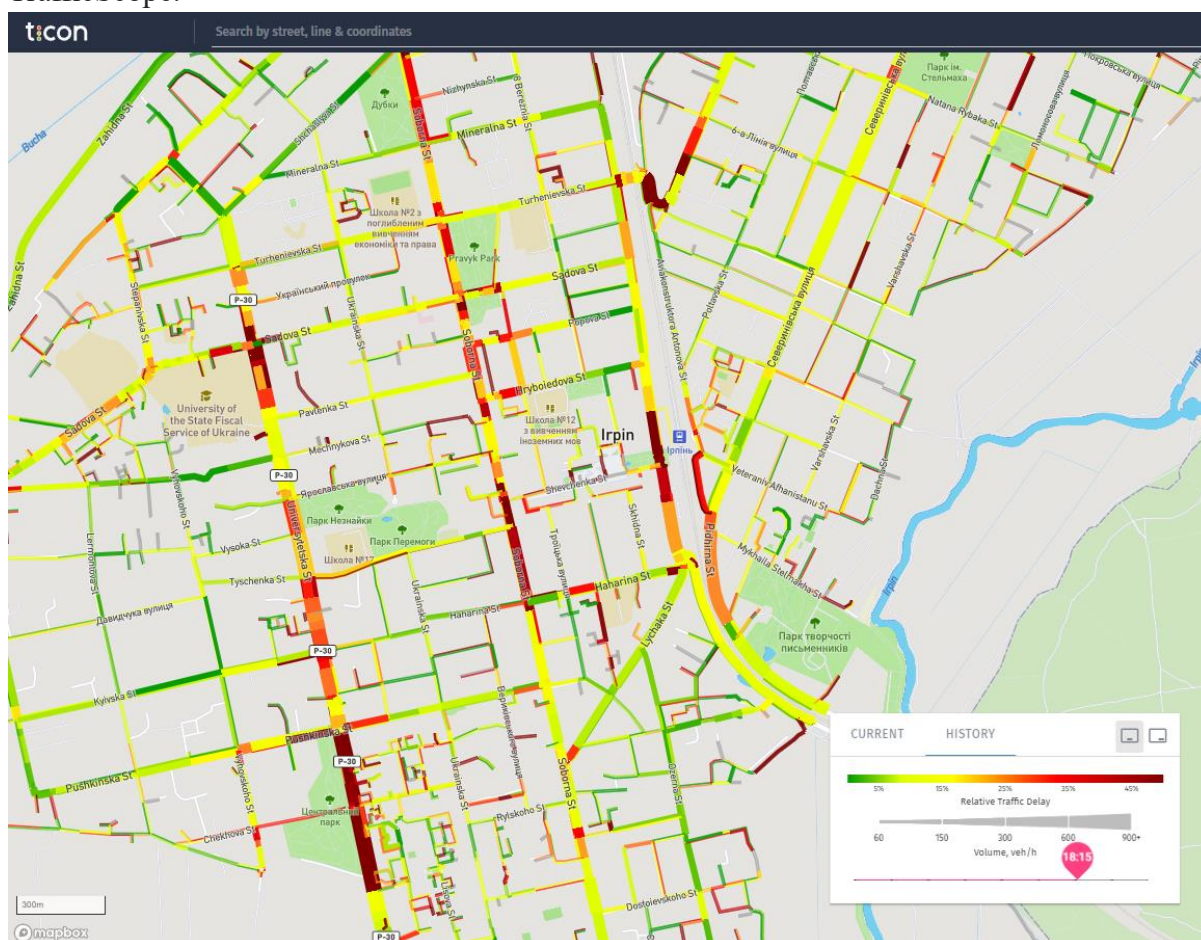


Рис. 8 Карта реальних транспортних потоків в центральній частині Ірпеня в додатку Ticon TrafficZoom. Фіксація о 18:15

Це означає, що тільки від втрат робочого часу економічні збитки Ірпеня перевищують **\$38,000,000 щорічно** (таблиця 1).

Таблиця 1. Загальні збитки від транспортних затримок на основних вулицях міста
Ірпінь

Вулиця	Напрямок	Загальна затримка год/день	Витрати пального (0.75 л/год)	Економічні збитки від часових втрат
Університетська	На південь	1057	792	5907
Університетська	На північ	1177	883	6580
Соборна	На південь	2379	1784	13300
Соборна	На північ	2343	1757	13097
Центральна	На південь	173	130	966
Центральна	На північ	165	124	924
Українська	На південь	1146	860	6409
Українська	На північ	1008	756	5635
Виговського	На південь	27	21	153
Виговського	На північ	24	18	136
Гостомельське шосе	На південь	285	214	1592
Гостомельське шосе	На північ	278	209	1555
Пушкінська	На схід	126	94	702
Пушкінська	На захід	66	49	366

Садова	На схід	180	135	1003
Садова	На захід	93	70	518
Тургенівська	На схід	149	112	833
Тургенівська	На захід	113	85	633
Західна	На схід	196	147	1096
Західна	На захід	125	94	698
Джерельна	На південь	8	6	44
Джерельна	На північ	8	6	46
М07 - Кільцева	На південь	5600	4200	31304
М07 - Кільцева	На північ	2350	1763	13137
		19076	14307	106635
Річні збитки		6,962,780	5,222,085	\$ 38,921,941.04

Загалом необхідно звернути увагу на такі основні особливості транспортної ситуації міста Ірпінь:

1. Значна частина транспорту на внутрішньоміській мережі Ірпеня є транзитною і досягає на окремих вулицях 50% сумарного потоку.
2. У ході дослідження на внутрішньоміських артеріях виявлено, що управління перетинами не відповідає фактичним транспортним запитам. Як наслідок, транспортні затримки виникають не лише через ускладнення руху на важливих перетинах, а й на дрібних перехрестях. Звідси випливає необхідність ранжування внутрішньорайонних вулиць для того, щоб насамперед зменшити затримку на головних напрямках без істотного зниження мікромобільності.

3. Незважаючи на достатню загальну пропускну спроможність М07, рух на ній організовано без відповідності реальним транспортним потребам, насамперед в контексті доступу на магістраль з Ірпеня, Гостомелю та Горенки.
4. Фактична пропускну спроможність Ірпінської ВДМ використовується приблизно на 60% (рис. 9, верхній графік) насамперед за рахунок недостатньо високого рівня управління перехрестями. Також недостатньо використовуються можливості внутрішньоміських шляхів сполучення. У багатьох, хоча й не у всіх, випадках цього резерву достатньо для покриття реальних транспортних потреб.

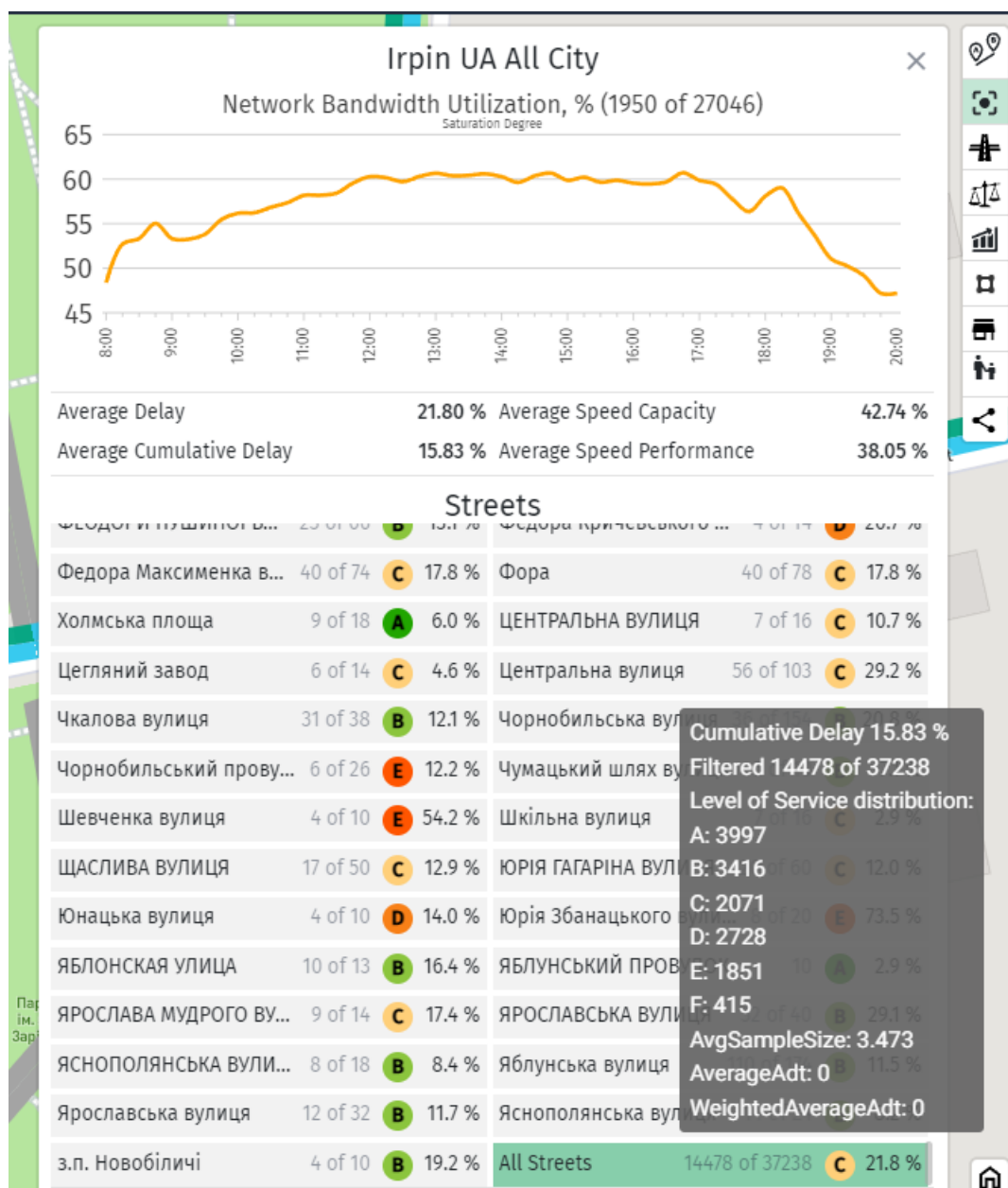


Рис. 9 Загальне використання пропускну здатності ВДМ Ірпеня та якість управління дорожнім рухом (LOS) на кожній вулиці міста

- Показники якості управління рухом більшості вулиць недостатні (ілюструється низькими значеннями LOS - Level of Service), див. таблицю на рис.9). LOS – це метрика якості, що описує експлуатаційні умови дорожнього руху, спираючись на такі параметри як швидкість та час проїзду, свобода маневру, переривання трафіку, комфорт та зручність руху. Для кожного типу дорожніх ділянок, розроблено відповідні процедури аналізу та оцінки і визначено шість рівнів якості обслуговування, що позначаються латинськими літерами від А до F, де LOS А представляє найкращий рівень обслуговування, а LOS F — найгірший. У багатьох випадках низькі сукупні показники всієї вулиці обумовлені незадовільним управлінням лише на одному або двох перехрестях. Знання цих проблемних перехресть полегшує роботу з оптимізації управління, оскільки дозволяє сконцентрувати зусилля у потрібних точках. Відповідні дані подано у звіті.

Транспортні особливості міста Ірпінь:

- Транзитне розташування
- Наявність магістрального об'їзного шляху – дороги М07
- Наявність свого в'їзду до Києва – дороги Р-30
- Наявність залізничного вузла
- Велика кількість пішохідних зон

Є унікальна можливість, керуючи співвідношенням транспортних засобів на дорогах в п.2 та п.3 створювати комфортну атмосферу проживання та бажану бізнес-атмосферу.

Запропоновані рішення:

Запропонований комплекс рішень орієнтовано на забезпечення раціонального розподілу транзитного трафіку між дорогою М07 та внутрішньоміською ВДМ. При цьому оптимізація внутрішньоміської ВДМ є самостійним завданням. Окремо рекомендується зберегти виїзд в Київ дорогою Р-30 у якості елемента внутрішньоміської ВДМ і зараз, і в майбутньому, оскільки це дозволяє реалізувати унікальний потенціал Ірпеня як приміського транзитного вузла з власним в'їздом до Києва.

Конкретно запропоновані рішення:

- Врахувати, що використовувати резерв пропускної спроможності вулиць повністю на даному етапі недоцільно, оскільки характер житлової забудови робить небажаним перетворення всіх вулиць на транзитні навіть на внутрішньоміському рівні.

2. Збільшити пропускну спроможність напрямку Північ-Південь внутрішньоміськими вулицями шляхом:
 - Оптимального світлофорного керування на перехрестях, тобто розподілу часу ефективного зеленого за фактором мінімізації сумарної транспортної затримки;
 - Підвищення пропускну спроможності перехресть за рахунок оптимізації роз'їздів;
 - Перерозподілу транспортних потоків з метою вирівнювання транспортного навантаження між шляхами проїзду;
 - Підвищення пропускну спроможності шляхів проїзду за рахунок включення поперечних вулиць у спільну роботу;
 - Переведення принаймні однієї додаткової вулиці у напрямку Північ-Південь у режим внутрішньоміського транзиту.

3. Забезпечити раціональний розподіл транзитних потоків між внутрішньоміською мережею та дорогою М07 шляхом створення системи динамічного інформаційного забезпечення, що працює в пакеті зі спеціальними режимами на ключових світлофорних об'єктах.

4. Підвищити реальну пропускну спроможність дороги М07, застосовуючи методи адаптивного управління рухом на перехрестях.

5. Включити до набору обов'язкових заходів при міському будівництві чи реконструкції розрахунок прогнозованих змін транспортних потреб за методом Trip Generation, а також – за потреби – проектування та будівництво необхідних проїзних шляхів.

Розробка та впровадження вищезазначених рекомендацій обійдеться в незрівнянно меншу суму, ніж навіть річний економічний збиток міста, тому доцільність проведення відповідних робіт визначається лише і виключно можливістю залучення коштів для їх виконання.

Рекомендації:

Наше дослідження показало, що ефективність оптимізації ВДМ можна підвищити значно суттєвіше, якщо працювати не лише з внутрішньоміською мережею, але і з ключовими перехрестями на території прилеглих міст. Якщо з якихось адміністративних причин доведеться починати з внутрішньоміської мережі, це теж можна зробити ефективно, проте конкретні рекомендації будуть дещо іншими. Ми надамо їх, якщо рішення, запропоноване в даному звіті, яке включає ключові

перехрестя в Бучі та на магістралі М07, буде визнано неможливим через адміністративні обмеження.

Оптимальне рішення базується на раціональному розподілі транзитного трафіку між дорогою М07 та внутрішньоміською ВДМ (рис. 10) та вирішується поєднанням нижчеперелічених заходів:



Рис. 10 Схема оптимізованої організації дорожнього руху в Ірпінській агломерації

1. Динамічне інформаційне забезпечення

Завдання динамічного інформаційного забезпечення (ДІЗ) на ВДМ Ірпеня полягає в раціональному розподілі транзитних потоків, починаючи з дороги М07 і, закінчуючи внутрішньоміською мережею і міжтранзитними вулицями внутрішньоміської мережі. Наявний досвід (наприклад, з 2004 року система ДІЗ імплементована для перерозподілу потоків по магістралях мережі Бостона, з 2012 – для системи тунелів та мостів Нью-Джерсі/Нью-Йорк, а також у багатьох інших містах США) довів ефективність підходу.

ДІЗ представляє собою інформаційні табло, що встановлюються в ключових точках (рис. 11), а також системи визначення середньої швидкості руху по магістралі М07 і транзитних внутрішньоміських маршрутів. Ця система може базуватися на детекторах, на GPS-даних, або на їх комбінації, залежно від того, що буде економічно вигідніше.

Звичайні мобільні додатки, такі як Google Maps або Waze не зможуть замінити ДІЗ, по-перше, за браком точності. По-друге, вони не пропонують бажаний в конкретній загальноміській ситуації маршрут. В літературі описана достатня кількість випадків із системами Google та Waze, коли внаслідок їх застосування збільшувалася кількість аварій та порушувався загальний комфорт проїжджої частини. Особливо це стосується транзитних вулиць та вулиць, прилеглих до магістралей. В результаті цього міській владі доводилося інвестувати у спеціальні заходи з traffic diversion тощо.

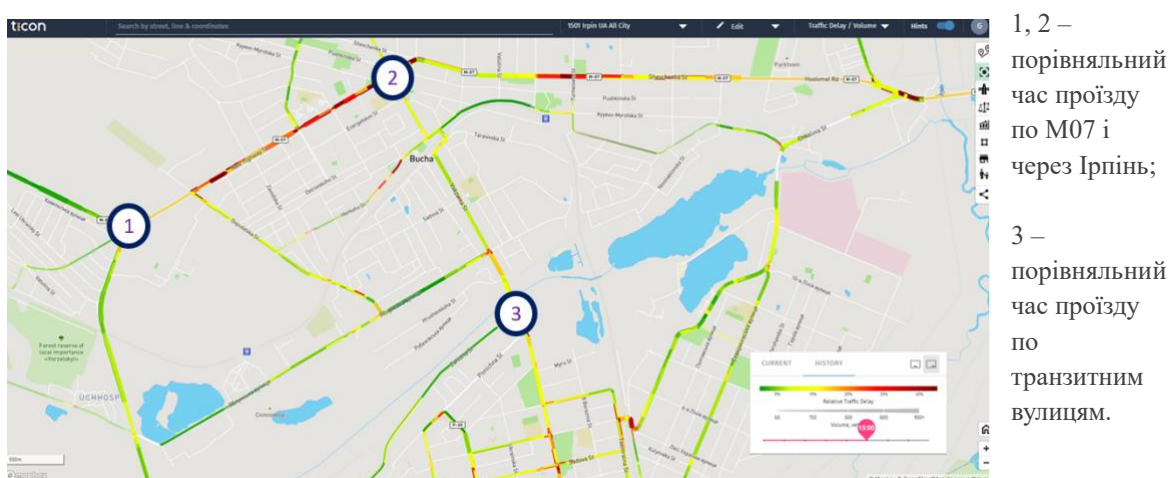


Рис. 11 Система ДІЗ

На підставі світового досвіду можна з упевненістю стверджувати, що після впровадження системи ДІЗ водії вибиратимуть маршрут залежно від завантаженості кожної дороги та особистих уподобань з урахуванням бізнес-організації у місті. Наші попередні оцінки показують, що це призведе до вирівнювання навантаження на дороги та зниження сумарної затримки на 3-5%, тобто до зменшення річних економічних збитків Ірпеня орієнтовно на \$1.6 млн.

2. Збільшення пропускної здатності дороги М07

Аналіз показує (відеододаток 3), що пропускна спроможність дороги М07 обмежується чотирма перетинами (рис. 12). Деякі з яких обладнані світлофорами. Однак, завантаження конфліктних напрямів на цих перетинах нестабільне, і зазнає істотних коливань з дня на день, тому календарне управління цими перехрестями може не у всіх випадках дозволити досягти суттєвого зростання пропускної спроможності. Зверніть увагу на рис. 13 на різні поєднання показників насиченості в один і той же час, але в різні дні (див. додаток 4). Така ситуація вказує на необхідність створення та

впровадження різних циклограм у ці конкретні години. Відмінності настільки великі, що вимагають відповіді за допомогою системи адаптивного керування, яка складається з інтелектуального контролера та кількох з'єднаних з ним детекторів транспорту. Нам невідомо про виробництво такого обладнання в Україні, тому ми рекомендуємо імпортувати його із США.

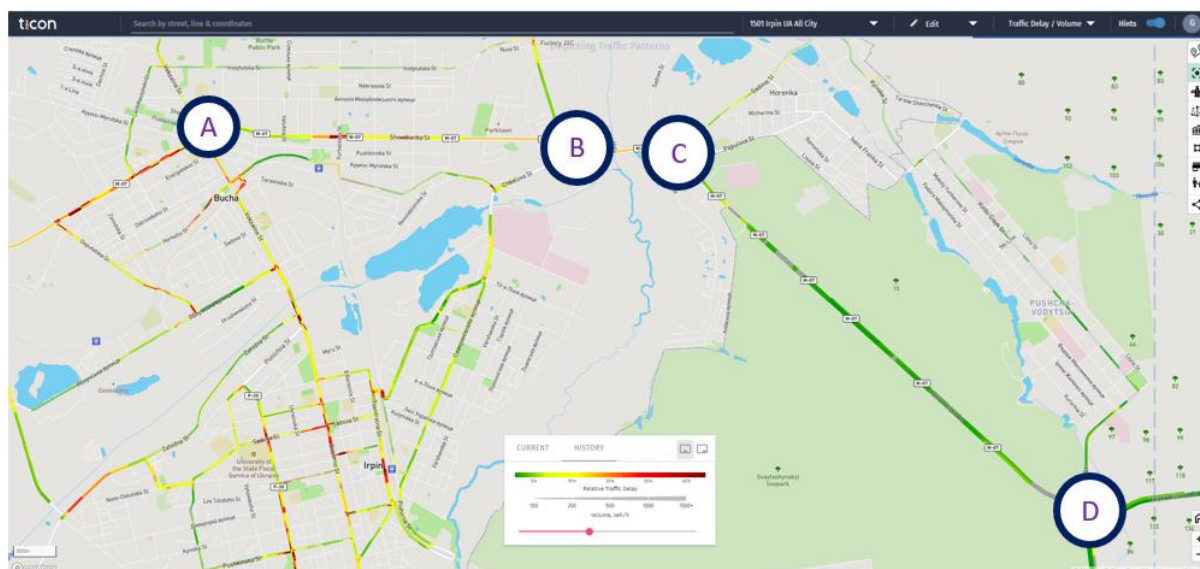


Рис. 12 Критичні перехрестя на M07

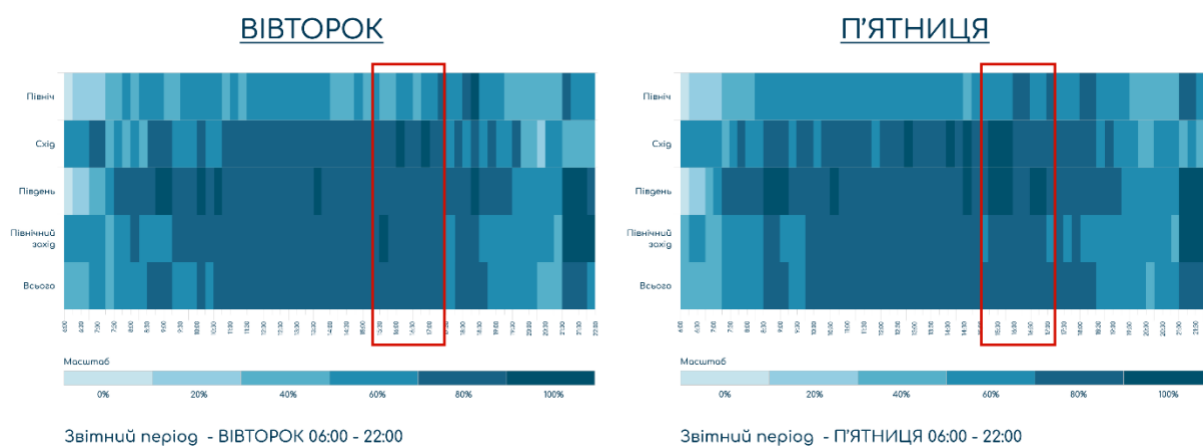


Рис. 13 Карта насичення перехресть (M07 – Велика Кільцева)

В даному випадку для оптимальної роботи систем локального адаптивного керування дорожнім рухом необхідно буде розробити оптимальний стартовий пакет циклограм, що змінюватиметься помісцєво, сигналами детекторів, у попередньо встановлених межах. Це забезпечить роботу всіх перетинів у частково координованому режимі.⁷

Оптимальне управління ключовими перетинами на дорозі M07 перенаправить частину потоку, не пов'язану з попутною бізнес-активністю в Ірпені, в обхід транзитною,

⁷ II-Directional Approach to Traffic Signal Optimization <https://www.ticon.co/research>

більш швидкісною дорогою, і, за попередніми оцінками, знизить навантаження на внутрішньоміську мережу на 12-20%. Водночас, знизиться шляхова затримка на самій М07, що дозволить досягти зменшення втрат робочого часу на 7-9%, тобто зменшити річні економічні збитки для міста орієнтовно на \$3.2 млн.

3. Визначення та облаштування внутрішньоміських транзитних вулиць

У Ірпені є дві явно виражені транзитні вулиці у напрямку Північ-Південь: Університетська та Соборна. Остання працює у комплексі із Центральною. З аналізу цифрових параметрів (рис. 15 та графіки у додатку 4) видно, що вулиці перевантажені. Тому зростання транспортних запитів у години пік призводить до непропорційного стрибка дорожньої затримки. В той же час на рис. 14 видно, що **затримка зростає вчетверо швидше, ніж інтенсивність руху**. З цього випливає, що затримки виникають внаслідок неоптимального регулювання. Як наслідок, режим руху в години пік є незадовільним. Швидкість багатьох автівок в цей час складає лише 10 км/год (рис.14) – і це в середньому по вулиці, тобто на окремих ділянках ця швидкість є ще меншою.

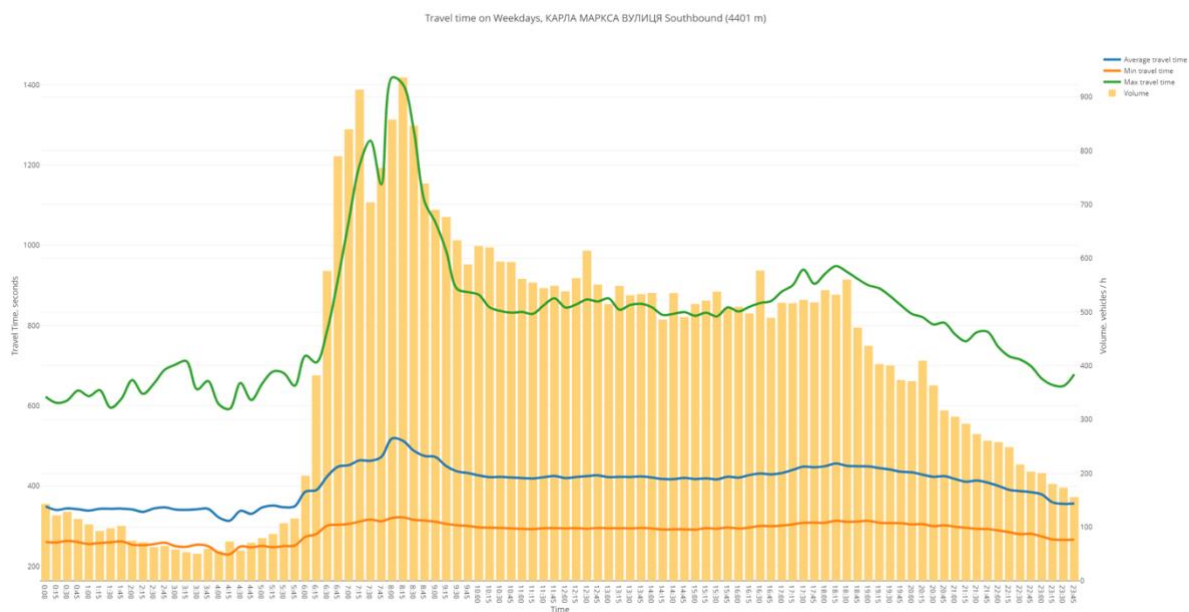


Рис. 14 Параметри затору по вул. Університетська, напрям на південь

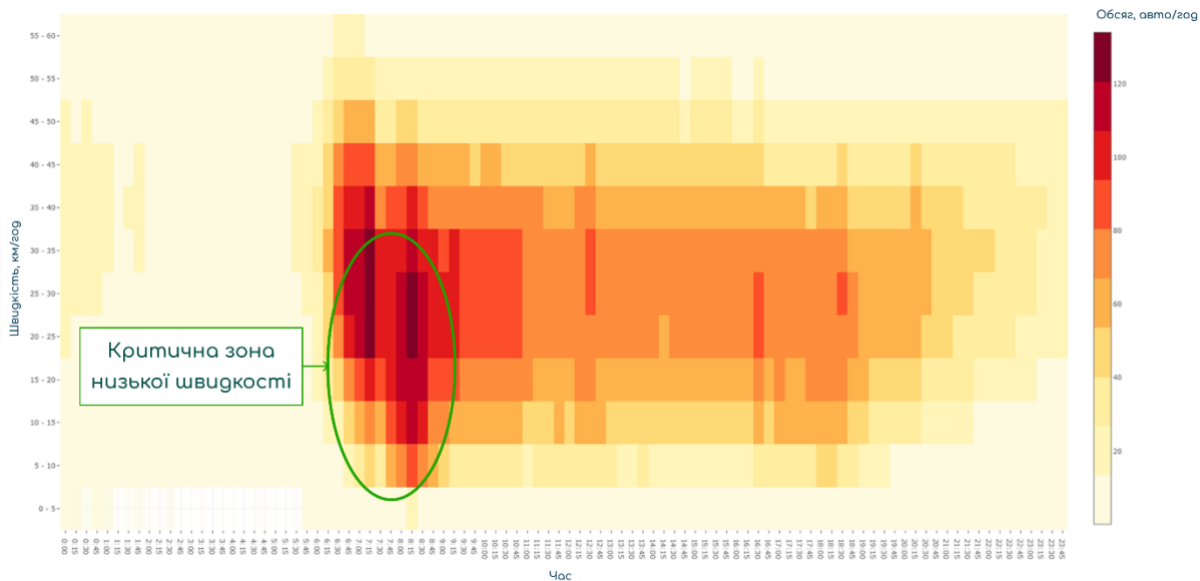
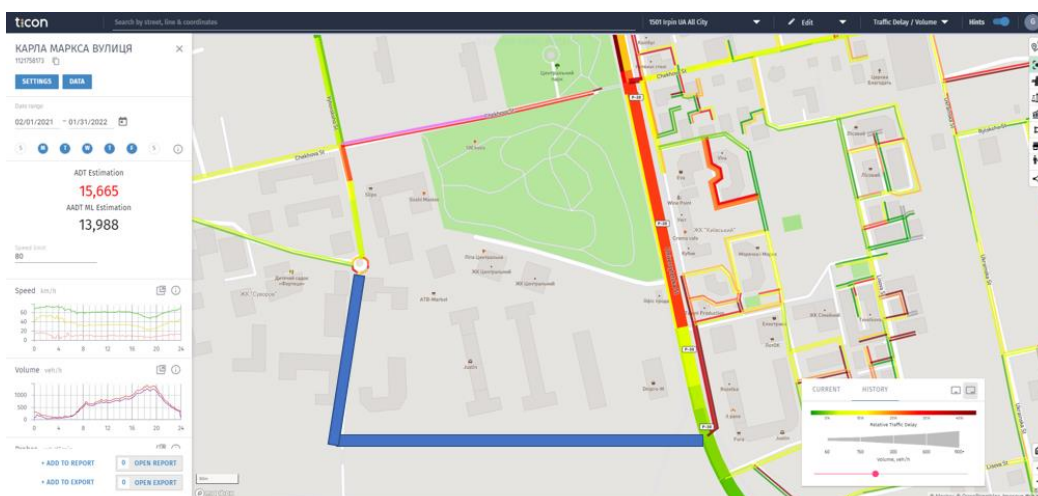


Рис. 15 Критичне зниження середньої швидкості руху по вул. Університетська, напрямок на південь

Пропускна спроможність транзитних вулиць може бути підвищена і ми скажемо про це нижче. Разом з тим, раціонально було б перевести ще як мінімум одну вулицю в транзитний режим, і хорошими кандидатами на це є вул. Українська та вул. Виговського. Така міра дозволить створити резерв пропускної спроможності транзиту, бажаний з точки зору розвитку бізнесу у місті.

Перетікання транспорту між транзитними вулицями можна ефективно забезпечити вулицями Пушкінська, Садова, Тургенівська. Бажано також подумати про облаштування проїзду в обхід мікрорайону у південній частині вул. Виговського (рис. 16). На рис. 16 траса нової дороги показана умовно, для демонстрації точок з'єднання з наявними дорогами. Можливо, цю реконструкцію слід було б поєднати з перебудовою управління ключової розв'язки Університетська-Соборна-Незалежності-Р30, щоб запобігти її первантаженню у години пік (див. відео у додатку 3).



Додатковий проїзд

Рис. 16 Організація додаткового проїзду з вул. Виговського на вул. Університетську

Для зниження навантажень на ключових перехрестях (ілюстрації – у додатку 4) не деяких вулицях доцільно організувати односторонній рух. Так, для перехрестя Пушкінська-Університетська такий захід допоміг би усунути конфлікт насиченості напрямів Захід-Схід та Південь-Північ. На даному перехресті, для усунення затора у вечірній час необхідно «зрізати» невеликий пік транспортного запиту – всього лише 16%. Тобто в даному випадку пропонується організувати рух у напрямку Захід-Схід на вул. Пушкінська, а в протилежному напрямку – по вул. Київська

Над розробкою конкретних заходів, відповідно до рекомендацій цього звіту, можуть ефективно працювати міські фахівці. Вихідні дані для їх роботи в повному обсязі містяться в базі даних TrafficZoom та у додатках до цього звіту.

4. Оптимальне світлофорне управління та оптимізація роз'їздів на перехрестях

Перелік основних перехресть, які потребують оптимізації управління, у першу чергу, наведено у таблиці 2.

Таблиця 2. Перелік основних перехресть

#	Вулиця 1	Вулиця 2	Перехрестя	Напрямок	Загальна затримка год/день	Тип управління
1	Університетська	Чехова	Чехова	На південь	66	TOD
2	Університетська	Чехова	Чехова	На північ	193	TOD
3	Університетська	Тищенка	Тищенка	На південь	100	TOD
4	Університетська	Тищенка	Тищенка	На північ	58	TOD
5	Університетська	Садова	Садова	На південь	32	ASCT
6	Університетська	Садова	Садова	На північ	111	ASCT
7	Соборна	Єрошенка	Єрошенка	На південь	58	TOD
8	Соборна	Єрошенка	Єрошенка	На північ	100	TOD

9	Соборна	Тищенка	Тищенка	На південь	49	TOD
10	Соборна	Тищенка	Тищенка	На північ	100	TOD
11	Соборна	Грибоєдова	Грибоєдова	На південь	80	TOD
12	Соборна	Грибоєдова	Грибоєдова	На північ	30	TOD
13	Соборна	Північна	Північна	На південь	85	ASCT
14	Соборна	Північна	Північна	На північ	57	ASCT
15	Центральна	Шевченка	Шевченка	На південь	54	TOD
16	Центральна	Шевченка	Шевченка	На північ	65	TOD
17	Центральна	Грибоєдова	Грибоєдова	На південь	85	TOD
18	Центральна	Грибоєдова	Грибоєдова	На північ	28	TOD
19	Центральна	Тургенівська	Тургенівська	На південь	56	ASCT
20	Центральна	Тургенівська	Тургенівська	На північ	69	ASCT
21	Українська	Садова	Садова	На південь	11	TOD
22	Українська	Садова	Садова	На північ	12	TOD
23	Українська	Тургенівська	Тургенівська	На південь	10	TOD
24	Українська	Тургенівська	Тургенівська	На північ	10	TOD
25	Виговського	Пушкінська	Пушкінська	На південь	12	TOD
26	Виговського	Пушкінська	Пушкінська	На північ	15	TOD

27	Гостомельське шосе	11-та лінія	11-та лінія	На південь	45	ASCT
28	Гостомельське шосе	11-та лінія	11-та лінія	На північ	36	ASCT
29	Пушкінська	Університетська	Університетська	На схід	64	ASCT
30	Пушкінська	Університетська	Університетська	На захід	20	ASCT
31	Садова	Соборна	Соборна	На схід	62	ASCT
32	Садова	Соборна	Соборна	На захід	24	ASCT
33	Тургенівська	Центральна	Центральна	На схід	55	ASCT
34	Тургенівська	Центральна	Центральна	На захід	28	ASCT
35	Тургенівська	Соборна	Соборна	На схід	35	ASCT
36	Тургенівська	Соборна	Соборна	На захід	34	ASCT
37	Тургенівська	Університетська	Університетська	На схід	25	ASCT
38	Тургенівська	Університетська	Університетська	На захід	40	ASCT
39	Західна	Сковороди	Сковороди	На схід	270	TOD
40	Західна	Сковороди	Сковороди	На захід	120	TOD
41	Джерельна	Novooskolska St	Новооскільська	На схід	40	TOD
42	Джерельна	Novooskolska St	Новооскільська	На захід	42	TOD
43	M07 - Кільцева	Гостомельське шосе	Гостомільське шосе	На південь	122	ASCT

44	M07 - Кільцева	Гостомельське шосе	Гостомільське	На північ	67	ASCT
45	M07 - Кільцева	Окружна	Окружна	На південь		ASCT
46	M07 - Кільцева	Окружна	Окружна	На північ	122	ASCT
47	M07 - Кільцева	Кулішова	Кулішова	На південь	72	TOD
48	M07 - Кільцева	Кулішова	Кулішова	На північ	130	TOD

Більшість перехресть характеризується порівняно стабільними режимами роботи протягом тижня. Це дає змогу застосувати відносно дешеві світлофорні контролери, без необхідності використання детекторів. У цих випадках застосовуватиметься, так зване, календарне управління зі зміною циклограм за чітко заданим розкладом. При цьому кількість циклограм складатиме від 18 до 64 на тиждень. Наскільки нам відомо, світлофорні контролери, які здатні забезпечити такий режим, в Україні вироблялися. Якщо ж вони відсутні, їх можна замовити із США. Проектування світлофорних об'єктів доцільно проводити силами міських фахівців, тоді як оптимізаційний розрахунок циклограм ефективніше виконає Ticon.

В подальшому, практику оптимального календарного управління (TOD) необхідно буде імплементувати на всі об'єкти міста, забезпечивши координоване управління вуличним рухом.

В окремих випадках (ми пропонуємо 11 перехресть, котрі позначені в табл.2) все ж таки бажано застосування дорожчі системи адаптивного управління дорожнім рухом (ASCT).

Оптимальне управління світлофорними об'єктами у поєднанні з організацією односторонніх і транзитних вулиць дозволить досягти зниження втрат робочого часу на 10-12%, тобто зменшення річних економічних збитків для міста орієнтовно на \$4.5 млн.

5. Проектування та організація необхідних проїзних шляхів при будівництві нових житлових комплексів у м. Ірпінь

У процесі вивчення транспортних потоків нами було відзначено цілу низку місцевих заторів і труднощів, викликаних явною невідповідністю старих схем організації руху

новим житловим масивам, які різко збільшили транспортну потребу. У світовій практиці всюди прийнято, що міська влада зобов'язує забудовників будувати під'їзні шляхи до нових житлових масивів, відповідно до розрахунків змін транспортної потреби (trip generation), викликаних новобудовами. Методологія таких розрахунків відома, і ми маємо інструменти для її швидкої імплементації. Ми вважаємо за доцільне, щоб в подальшому адміністрація міста впровадила обов'язкову практику транспортних зобов'язань для забудовників та оформляла відповідні призначення одночасно з видачею дозволів на будівництво.

Організаційні питання:

Цей звіт містить необхідні вихідні дані для проектування усіх перерахованих вище заходів, які мають на меті підвищення мобільності в Ірпінській агломерації. Результатом цих заходів є очікуване зниження втрат робочого часу приблизно на 20 000 годин та економія близько 3 тонн палива щодня. Сумарний економічний ефект, порахований за методологією НСМ-2016, у вартісному вираженні становитиме близько \$9.5 мільйонів щорічно, у т.ч.:

Ефект від впровадження динамічної інформаційної системи	\$	1,556,877.64
Ефект від підвищення пропускної спроможності ділянки Буча – Київська кільцева магістралі М07	\$	3,244,156.50
Ефект від підвищення пропускної спроможності внутрішньоміських магістралей	\$	4,540,231.71
СУМАРНИЙ орієнтовний розрахунковий річний економічний ефект	\$	9,341,265.85

Однак для того, щоб досягти такого результату, необхідно виконати цілий ряд робіт, причому більша частина з них вимагає постійної уваги, а тому її доцільно виконувати силами місцевих фахівців. Ми виходимо з того, що місту необхідна власна служба організації дорожнього руху, яка на постійній основі здійснюватиме наступні роботи:

1. Постійний контроль та моніторинг транспортної ситуації у місті з використанням фактологічної моделі, створеної нами у середовищі Ticon TrafficZoom, яку ми безоплатно передамо на момент початку робіт.
2. Проектування заходів на підставі оптимізаційних розрахунків, які ми, за необхідності, зможемо проводити на пільгових умовах.

3. Впровадження заходів та постійний контроль їхньої ефективності в середовищі Ticon TrafficScore, яку ми безоплатно передамо на момент початку робіт.
4. Видача дорожньо-технічних умов на забудову в Ірпені.
5. Пропозиція, на підставі моніторингу, додаткових ITS-заходів додатково окрім тих, що ми пропонуємо в рамках цього звіту.

Крім того, міській адміністрації необхідно буде придбати комплект потрібного ITS-обладнання. Ми, на пільгових умовах, надамо проектувальникам допомогу у підборі виробників та переговорах із ними.

Додатки:

1. [Додаток 1](#) – Параметри загальної затримки дорожнього руху на основних транзитних вулицях міста Ірпінь
2. [Додаток 2](#) – Цифрові дані основних вулиць міста
3. [Додаток 3](#) – Зміни затримок дорожнього руху в Ірпінській агломерації протягом дня (відео)
4. [Додаток 4](#) – Показники роботи транзитних вулиць, аналіз насичення та затримок на основних перехрестях

Над звітом працювали:

Григорій Бродський – CEO корпорації Ticon Inc.

Анна Граніч – Менеджер з регіонального розвитку, annagran@ticon.co

Артур Степанян – Головний операційний директор

Ігорь В'язінко – Аналітик транспортних даних

Анастасія Пахвицевич – Веб-дизайнер

Цей документ створено у двох примірниках – українською та англійською мовами. Англійська версія цього документа має переважну силу у випадку будь-яких невідповідностей перекладу.