

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

**ПРИКЛАДНІ ЗАСАДИ ВИКОНАННЯ
ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ
РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ ДОРОЖНЬО-
ТРАНСПОРТНОМУ БУДІВНИЦТВІ**

Дипломна робота

Рівень вищої освіти - другий (магістерський)

Заочна форма

Виконала:
студентка VI курсу, групи 607
спеціальності
193 "Геодезія та землеустрій"
(назва спеціальності)

Сакаль Ірина Василівна
(прізвище, ім'я та по-батькові)

Керівник доц. Дарчук К. В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

До захисту допущено:

протокол засідання кафедри № ____

від „____” _____ 2021 р.

зав. кафедри _____ проф. Сухий П.О.

Чернівці – 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБІТ	5
1.1. Планова та висотна основа розмічувальних робіт лінійних споруд	5
1.2. Організація геодезичних розмічувальних робіт лінійних споруд	8
Розділ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ДОРИГ	14
2.1. Вибір типу розв'язки дороги	14
2.2. Основні норми проектування	15
2.3. Відбудова траси дороги на місцевості	20
2.4. Геодезичний контроль будівництва автошляхів	21
Розділ 3. ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТОЧОК ТА ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩІ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ	28
3.1. Матеріально-технічне забезпечення для виконання розмічувальних робіт	28
3.2. Загальні умови території	34
3.3. Особливості розмічування пікетів автошляхів	36
3.4. Камеральна підготовка розмічувальних робіт та обчислення площ дороги	40
ВИСНОВКИ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	48
ДОДАТКИ	50

ВСТУП

Інженерно-геодезичні роботи займають важливе місце серед інших видів робіт в дорожньому будівництві. Їх точність суттєво впливає на точність перенесення в натуру проекту дороги. Недопустимі високі похибки геодезичних і будівельних робіт істотно можуть вплинути на відображення проектних значень геометричних параметрів дороги в плані, поздовжньому і поперечних профілях. У зв'язку з цим можуть бути помітно знижені основні транспортно-експлуатаційні якості дороги, пов'язані з її геометрією. Ці пороки будівництва в подальшому дуже важко, а іноді просто неможливо виправити капітальними ремонтними роботами або реконструкцією дороги.

Сучасні технологічні процеси підвищують вимоги до точності та надійності конструкції при спорудженні лінійних споруд, їх просторових параметрів, величин, що визначаються геодезичними методами та інструментами. Виникає необхідність перевірки використання різних прийомів для досягнення максимальної точності і досконалості геодезичних методів роботи. Цей проект зумовлює вирішення основних визначень раціонального впливу геодезичних помилок на будівельні, транспортні, експлуатаційні та економічні параметри при спорудженні лінійної інженерної споруди.

Мета дослідження полягає у виявленні особливостей здійснення виносу точок та обчислення площі дорожнього покриття на дорозі державного значення М – 19 Доманове (м. Брест) – Ковель – Чернівці – Теремблече (м. Бухарест)

Відповідно до поставленої мети визначені наступні **завдання** дослідження:

- 1) виношення основних осей дороги, враховуючи перевищення;
- 2) виношення межі та поворотних точок дороги;
- 3) виношення інших елементів дорожньої розмітки (коло, трикутники);
- 4) визначення площі дорожнього покриття;

Об'єктом магістерської роботи є дорога загального користування, державного значення М – 19 Доманове (м. Брест) – Ковель – Чернівці – Теремблече (м. Бухарест) на ділянці км 450+000, Чернівецької області.

Предметом дослідження є прикладні засади виконання інженерно-геодезичних розмічувальних робіт при капітальному ремонті (облаштуванні) кільцевого одноповерхового транспортного вузла, малого діаметра центрального острівця, виконаного на дорозі М – 19.

При написанні магістерської роботи та досягненні мети були використанні такі **методи дослідження**, як: інженерно-геодезичний, математичний, польовий, літературний, описовий та геоінформаційний.

Магістерська робота складається з пояснювальної записки, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи складає 50 сторінок машинописного тексту. У роботі ілюструється 28 рисунків та присутні 5 таблиць. Список використаних джерел включає 15 найменувань.

Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБІТ

1.1. Планова та висотна основа розмічувальних робіт лінійних споруд

Генеральні плани та розмічувальні креслення складаються на основі існуючих топографічних планів місцевості в масштабі 1: 500 - 1: 5000. У разі відсутності планів і карт до зазначених масштабів, створюють GPS-мережі, триангуляції, полігонометрії, трилатерації, лінійно-кутові планові мережі та ходи нівелірних мереж включно до ходів знімальної основи. Топографічні зйомки проводяться від закріплених пунктів планових і висотних мереж, результатами яких є складання планів в необхідних масштабах.

Інженерно-геодезичне розмічування виконується з більшою точністю під час будівництва. Якщо точність існуючої геодезичної основи не відповідає потребам розмічувальних робіт, то перед початком будівельних робіт на будівельному майданчику створюють планову і висотну основу з більшою точністю та більшою щільністю закріплених пунктів. Це вид робіт називається геодезичною розмічувальною основою або спеціальною будівельною сіткою.

Форма та розміри геодезичних опорних розмічувальних мереж залежать від типу, форми та розмірів лінійних споруд, їх конструкцій та необхідної точності геометричних параметрів. Мережі розробляються від пунктів державних геодезичних мереж або в умовній системі координат[4].

Найпоширенішими методами створення геодезичної основи для будівництва гідроелектростанцій, великих мостів, автошляхів, промислових підприємств, мікрорайонів на відкритих територіях та ін., є побудова планових GPS-мереж, лінійно-кутових мереж, полігонометрії з використанням сучасних GPS-приладів, електронних тахеометрів високої точності. Не виключено створення мереж триангуляції та трилатерації. Висотні мережі зазвичай проектуються з геометричними нівелірними ходами у формі замкнених і розімкнених нівелірних ходів і полігонів. При цьому ходи нівелювання повинні базуватися щонайменше на двох пунктах (марки,

репери) державної висотної основи. У той же час пункти планової та висотних розмічувальних мереж зазвичай об'єднуються.

Під час будівництва лінійних споруд на відкритих територіях геодезичну розмічувальну основу розробляють з пунктів державної геодезичної мережі у вигляді будівельної сітки. З точки зору точності вона повинна забезпечувати точність вимірювань у плані та по висоті при виконанні всіх видів інженерно-геодезичних розмічувальних робіт під час будівництва відповідних споруд.

Залежно від площі будівельного майданчика та технології будівельних робіт інженерно-геодезичні мережі можуть розвиватися в кілька етапів (ступенів). Основа геодезичної розмітки проектується на генеральному плані при розробці проекту виконання геодезичних робіт (ПВГР).

При будівництві окремих споруд планова геодезична основа може бути відсутня. Висотною основою є репер або "нуль будівництва", зафіксований в зоні будівельних робіт, висота якого дорівнює позначці нижнього рівня споруди. На території проведення робіт їх налічувалось в двох одиницях.

Основа геодезичної розмітки поділяється на зовнішню та внутрішню. Зовнішня геодезична основа спроектована та закріплена за межами споруди. Застосовується для виконання будівельних робіт з нульовим циклом: виносу головних, основної та детальної осей конструкції, планування будівельного майданчика, облаштування котловану, монтажу нижніх елементів споруди до позначки «будівельного нуля». Цей етап називається будівництвом підземної частини будівлі[3].

Внутрішня геодезична розмічувальна основа складається з точок зовнішньої геодезичної основи. Її пункти закріплені на перекритті основних елементів будівлі. Взаємне розташування пунктів внутрішньої геодезичної основи повинно бути отримано з більшою точністю, ніж точок зовнішньої основи. Для цього виконують геодезичні вимірювання з високою точністю. Мережі геодезичної розмітки, створені на нульовому горизонті кріплення, називаються базисними. Схема базових мереж повністю залежить від конфігурації конструкції та заданої точності[8].

Під час будівельно-монтажних робіт пункти основних мереж переносяться на наступні монтажні горизонти. Мережа, яка складається з пунктів усіх збірних горизонтів, називається просторовою геодезичною сіткою (мережею).

Точність побудови зовнішньої геодезичної мережі характеризується даними в таблиці 1.1.

№ з/п	Характеристика об'єктів будівництва	Граничні середні квадратичні похибки вимірювання		
		кутові, с	Ліній (відносна похибка)	Перевищення на 1 км ходу, мм
1	Підприємства і споруди на площі понад 100 га. Окремі будинки і споруди з площею понад 100 тис.м ²	3	1/25 000	4
2	Підприємства і споруди на площі до 100 га.	5	1/10 000	6
3	Будинки і споруди на площі до 10 тис. м ² . Дороги, інженерні комунікації на забудованих територіях	10	1/5 000	10
4	Дороги, інженерні комунікації на незабудованих територіях.	30	1/2 000	15

Таблиця 1.1 - Характеристики точності створення геодезичної розмічувальної мережі

Під час будівництва внутрішнього основи використовують допуски на монтаж елементів та компонентів конструкції в проектному положенні. Всі кути та лінії повинні вимірюватися в базисних сітках, тобто вони є лінійно-кутовими мережами.

Основа для геодезичної розмітки створена з перспективою для використання в роботі споруд (вивчення деформацій), їх розширення та реконструкції. Точність вимірювання вихідних сторін (основи) геодезичної розмічувальної основи визначається спеціальними розрахунками, але вона повинна бути принаймні вдвічі точнішою за відносні похибки, наведені в таблиці 1. При будівництві автошляхів, мостів, тунелів та інших інженерних

споруд існують відомчі інструкції щодо точності будівництва планових та наземних розмічувальних мереж.

Висотна основа будівельних майданчиків розробляється, як правило, геометричним нівелюванням II, III та IV класу. Якщо можливо поєднуються з пунктами на плановій основі, їх розміщують у місцях надійного зберігання на весь період будівництва та експлуатації конструкції.

Слід мати на увазі, що в державних геодезичних мережах вимірювані лінії коригуються шляхом проектування їх на поверхню сфероїдів і приведення їх у площину проекції. Ці виправлення не вводяться у вимірювані лінії основи для геодезичної розмітки, оскільки вони можуть спричинити спотворення геометричних параметрів конструкції під час розмічуванні її на місцевості.

1.2. Організація геодезичних розмічувальних робіт лінійних споруд

Геодезичні розмічувальні роботи виконуються для визначення планового та висотного розташування характерних точок та площин об'єкта, що відповідає проектно-конструкторській документації та робочим кресленням проекту (додаток А). Геодезичні розмічувальні роботи під час будівництва повинні забезпечувати винесення в натуру із заданою точністю осей та позначок, що визначено відповідно до проектної документації, положення в плані та по висоті конструкцій, елементів та частин лінійної споруди[12].

Проект автошляхів базується на масштабних топографічних планах. Він визначає загальну геодезичну систему координат і визначає розташування характерних точок проектуваного об'єкта щодо цієї системи. Розташування проектуваного об'єкта визначається щодо оточуючих об'єктів та сторін світу [6]. Розмічувальні геодезичні роботи є прямо протилежними знімальним геодезичним вишукуванням. При зніманні на підставі натурних вимірювань визначають координати точок відносно пунктів геодезичної основи. При розмічуванні, навпаки, за координатами, указаними в проекті,

знаходять на місцевості положення точок об'єкта із заздалегідь заданою точністю. Точність цих вимірювань залежить від масштабу знімання.

Геометричною основою проекту будівель та інженерних споруд є їхні осі, відносно яких у робочих кресленнях (проектах) даються всі проектні розміри. На практиці розрізняють головні, основні, проміжні та детальні осі.

Головні осі будівель (споруд) – осі симетрії будівлі або повздовжні осі лінійних споруд.

За головні осі лінійних споруд (доріг, каналів, гребель, тунелів, підземних і наземних комунікацій) служать поздовжні осі цих споруд. Головні розмічувальні осі прив'язують до пунктів геодезичної основи.

На будівельних кресленнях основні осі проводять *штрихпунктирними лініями* і позначають *цифрами або буквами в кружках* (рис.1).

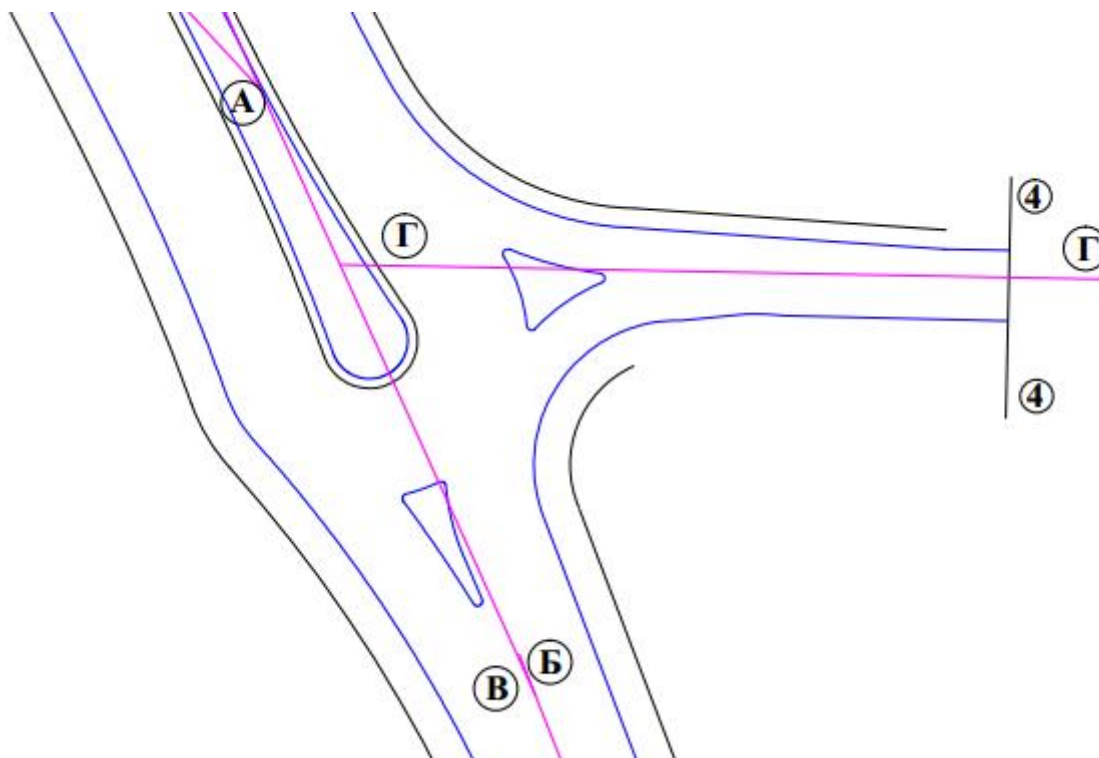


Рис.1.1 - Фрагмент схеми головних і основних осей лінійної споруди

Для позначення поздовжніх основних осей служать арабські цифри, а для поперечних – прописні букви алфавіту, за винятком букв *З, Ї, Й, О, Х, Ь, Ю, Я*. Осі позначають зліва направо і знизу нагору. Вказані в проекті координати, кути, відстані, перевищення й ухилина зиваються *проектними геометричними елементами* [4, 5]. Для кожної споруди умовна

поверхня відповідає визначеній абсолютній висоті, що вказується в проекті. Весь процес розмічування споруди обумовлюється геодезичними правилами переходу від загального до часткового.

Особливістю розмічувальних робіт є те, що кути, довжини та перевищення не вимірюються, а відкладають на місцевості. Основними документами, на підставі яких позначаються будівлі та споруди, є креслення для розмітки (додатки В, Г, Д). Маркування - це креслення, що містить дані, необхідні для перенесення осей та окремих конструктивних елементів у природу.

Геометричні основи будівельних конструкцій та інженерних споруд є їх осями, стосовно яких усі проектні розміри наведені в робочих кресленнях (проектах). На практиці розрізняють головну, головну, середню та деталізовану осі.

На будівельних кресленнях основні осі намальовані штриховими лініями та позначені цифрами або літерами колами. Координати, кути, відстані, перевищення та відхилення, перелічені в проекті, називаються елементами геометричного проектування [4, 5]. Висоти площин, рівнів та окремих точок у проекті визначаються з умовної площі. Висоти вище нуля позначаються таким чином: вгорі - знаком плюс, а знизу - знаком мінус. Для кожної конструкції умовна площа відповідає певній абсолютній висоті, яка вказана в проекті. Весь процес розмітки будівель визначається геодезичними правилами переходу від загального до часткового.

Детальне розмічування показує взаємне розміщення окремих елементів і конструкцій споруди. Організація і технологія розмічувальних робіт залежить від етапів будівництва. В підготовчий період на місцевості будують геодезичну основу відповідної точності, визначають координати й висоти її пунктів. Після цього виконують геодезичну підготовку проекту для винесення його в натуру. Безпосередньо розмічування виконують в три етапи.

На першому – провадять основні розмічувальні роботи. За даними прив'язки від пунктів геодезичної основи знаходять на місцевості положення головних чи основних осей і закріплюють їх.

Надругому етапі проводять детальне розмічування споруди. Від закріплених точок головних і основних осей розмічують поздовжні та поперечні осі окремих елементів частин споруди й одночасно визначають рівень проектних висот. Детальне розмічування провадиться значно точніше, ніж винесення у природу головних осей, оскільки воно визначає взаємне розташування елементів споруди, а винесення головних осей – лише загальне положення об'єкту і його орієнтування [12]. Головні осі виносять у природу із середньою квадратичною похибкою 3 – 5 см, а інколи і грубіше, а детальні з похибкою 2 – 3 мм і точніше.

Третій етап полягає в розмічуванні технологічних осей обладнання. На цьому етапі потрібна найбільша точність геодезичних вимірювань (1 – 0,1 мм і точніше). Безпосередньо перед виконанням розмічувальних робіт виконавець повинен перевірити незмінність положення пунктів розмічувальної мережі будівель (споруд) шляхом повторного вимірювання елементів мережі.

Таким чином, при розмітці лінійних споруд також дотримуються загального принципу - перехід від загального до часткового, але точність робіт змінюється у зворотній послідовності.

Для винесення проекту в природу використовують наявну геодезичну основу, якщо вона відповідає вимогам точності і густоті розмічувальної основи, або створюють спеціальну розмічувальну основу, а також виконують так звану геодезичну підготовку проекту, яка складається з: а) аналітичного розрахунку проекту; б) його геодезичної прив'язки в) розробки проекту виконання геодезичних робіт (ПВГР).

В процесі аналітичного розрахунку проекту за проектними значеннями віддалей і кутів розраховують у прийнятій системі координати кутових точок споруди, точок перетину осей проїздів та інших елементів автомобільних шляхів. Для трас визначають елементи прямих і кривих. Для контролю координати вираховують у полігонах і в ходах між геодезичними пунктами. На підставі цього складають розмічувальні креслення споруди з нанесеними головними (основними) осями і координатами всіх важливих точок проекту

В процесі геодезичної прив'язки розраховують необхідні розмічувальні елементи для винесення точок проекту від найближчих пунктів геодезичної основи. На основі цього геодезисти складають схему винесення проекту в натуру.

Проект геодезичних робіт (ПВГР) розробляється на підставі генплану і технічних умов на спорудження об'єкта. Його метою є своєчасне забезпечення геодезичними даними комплексу будівельних робіт від початку до повного завершення будівництва. ПВГР вирішується такі питання:

1. Створення на будівельному майданчику розмічувальної основи (схема мережі, точність, методи побудови, порядок і методи її вирівнювання, типи центрів, знаків).

2. Контрольна перевірка стійкості планової і висотної основи в процесі будівництва (періодичність, відновлення, згущення).

3. Перенесення в натуру головних (основних) осей (способи, точність, методи, контрольні вимірювання, закріплення на місцевості)

4. Детальна розмітка споруд (точність, способи, знаки).

5. Геодезичне забезпечення монтажних робіт (методи, точність планового і висотного вивірення, автоматизація робіт).

6. Виконавчі зйомки (способи, складання виконавчого генплану).

7. Спостереження за деформаціями споруд (обґрунтування точності, методи проведення робіт, геодезична основа, циклічність робіт).

ВИСНОВКИ ДО 1-ГО РОЗДІЛУ

Генеральні плани та розмічувальні креслення складаються на основі існуючих топографічних планів місцевості в масштабі 1: 500 - 1: 5000. Топографічні зйомки проводяться від закріплених пунктів планових і висотних мереж, результатами яких є складання планів в необхідних масштабах. Під час будівництва лінійних споруд на відкритих територіях геодезичну розмічувальну основу розробляють з пунктів державної геодезичної мережі у вигляді будівельної сітки.

Основа геодезичної розмітки проектується на генеральному плані при розробці проекту виконання геодезичних робіт (ПВГР).

Основа геодезичної розмітки поділяється на зовнішню та внутрішню. Зовнішня геодезична основа спроектована та закріплена за межами споруди. Внутрішня геодезична розмічувальна основа складається з точок зовнішньої геодезичної основи. При будівництві автошляхів, мостів, тунелів та інших інженерних споруд існують відомчі інструкції щодо точності будівництва планових та наземних розмічувальних мереж.

Геодезичні розмічувальні роботи під час будівництва повинні забезпечувати винесення в натуру із заданою точністю осей та позначок, що визначено відповідно до проектної документації, положення в плані та по висоті конструкцій, елементів та частин лінійної споруди.

Особливістю розмічувальних робіт є те, що кути, довжини та перевищення не вимірюються, а відкладають на місцевості. Основними документами, на підставі яких позначаються будівлі та споруди, є креслення для розмітки.

Детальне розмічування показує взаємне розміщення окремих елементів і конструкцій споруди. Організація і технологія розмічувальних робіт залежить від етапів будівництва. В підготовчий період на місцевості будують геодезичну основу відповідної точності, визначають координати й висоти її пунктів. Після цього виконують геодезичну підготовку проекту для винесення його в натуру. Безпосередньо розмічування виконують в три етапи.

Розділ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ДОРІГ

2.1. Вибір типу розв'язки дороги

У відповідності з ДБН В.2.3-4:2007 [14] розв'язки доріг слід проектувати на основі перспективної інтенсивності руху і складу транспортних потоків в усіх напрямках.

Вибір типу і схеми розв'язок доріг та обґрунтування технічних рішень виконують на основі техніко-економічного порівняння варіантів з урахуванням їх пропускної спроможності, безпеки і зручності руху, дорожньо-транспортних витрат на їх будівництво і експлуатацію, архітектурно-естетичних вимог та охорони навколишнього середовища, раціонального використання прилеглих земельних ділянок.

Місце перехрещення і примикання доріг слід, по можливості, вибирати на вільних площадках і на прямих ділянках доріг, що перехрещуються чи примикають. Пересікати існуючу дорогу бажано в місцях, де вона близька до горизонтальної і проходить в невисоких (до 1 - 1,5 м) насипах.

Перехрещення і примикання автомобільних доріг в різних рівнях, згідно з таблиці 2, слід приймати на розв'язках I класу.

Розв'язки доріг слід проектувати з таким розрахунком, щоб на дорогах I і II категорій не було лівих поворотів, а також в'їздів і з'їздів з лівими поворотами, при яких основні потоки руху перехрещуються в одному рівні. При цьому повинен бути забезпечений безпечний і зручний рух автомобілів з розрахунковими швидкостями на основних напрямках і мінімальний час проїзду автомобілями вузла перехрестя.

На перехрестях з дорогами III категорії і нижче дозволяються схеми вузлів в різних рівнях, які допускають перехрестя основних напрямків руху на цих дорогах в одному рівні (неповні дорожні розв'язки). При цьому необхідно враховувати перспективний розвиток доріг і розв'язки з мінімальною перебудовою.

Клас розв'язки	Категорія доріг, що перетинаються, або примикають	Типи розв'язок	Облаштування розв'язки перехідно-швидкісними смугами (ПШС)
I	I-a — I-a	У різних рівнях	3 ПШС на всіх дорогах
	I-a — I-б		
	I-a — II		
	I-a — III		
	I-б — II		
	I-б — III		
	II — II		
	II — III (при сумарній інтенсивності понад 11000 прив/авто/ добу)		
II	I-a — IV I-a — V	У різних рівнях	Без ПШС на дорогах нижчої категорії
III	III — III	В одному рівні	3 ПШС на всіх дорогах та каналізуванням лівоповоротних напрямків
IV	I-a — XV I-a — V	В одному рівні з відігнаними лівими поворотами	Без ПШС на дорогах нижчої категорії
V	II — IV	В одному рівні	Без ПШС на дорогах нижчої категорії та каналізуванням лівоповоротних напрямків на дорозі вищої категорії
	II — V		
	III — IV III — V		
VI	IV — IV		Без ПШС на всіх дорогах
	IV — V		
	V — V		

Таблиця 2.1 - Класифікація розв'язок доріг

2.2. Основні норми проектування

При проектуванні розв'язок доріг необхідно керуватись вимогами розділу 9 ДБН В.2.3-4:2007 [14]. Основні із них зводяться до наступного.

Розв'язки доріг слід розташовувати на прямих ділянках доріг та на вільних від забудови територіях. Поздовжній похил доріг на підходах до розв'язок доріг на відстані видимості для зупинки автомобіля не повинен бути більше 40 %.

Дороги сільськогосподарського призначення і скотопрогони при перехрещенні з дорогами I-III категорій потрібно відводити до ближніх штучних

споруд з відповідним облаштуванням.

У випадку, коли такі споруди відсутні на ділянках доріг понад 3 км, при необхідності потрібно передбачати їх влаштування. Габарити штучних споруд для доріг сільськогосподарського призначення і скотопрогонів при відсутності спеціальних вимог зацікавлених організацій потрібно приймати за таблицею 2.2.

Призначення споруди	Ширина, м	Висота, м
Для доріг сільськогосподарського призначення	6	4,5
Для скотопрогонів	4	2,5

Таблиця 2.2 - Габарити споруд для доріг сільськогосподарського призначення і скотопрогонів

Правоповоротні і лівоповоротні з'їзди на розв'язках у різних рівнях слід проектувати з врахуванням забезпечення розрахункових швидкостей, наведених у таблиці 4, причому при гострих кутах примикання чи перехрещення їх слід виконувати однією кривою без прямих вставок.

Влаштування з'їздів, складених із зворотних кривих, допускається у виняткових випадках.

Правоповоротні і лівоповоротні з'їзди сполучаються з дорогами, що перехрещуються або примикають, через перехідні криві.

Клас розв'язки	Мінімальна розрахункова швидкість, км/год, при кількості автомобілів на з'їздах, %					
	правоповоротних			лівоповоротних		
	до 15	15-30	понад 30	до 15	15-30	понад 30
I	60	65	70	40	45	50
II	50	50	60	30	40	45

Таблиця 2.3 - Розрахункові швидкості на з'їздах розв'язок

*Примітка до табл.3. Кількість автомобілів на з'їздах прийнята у відсотках від інтенсивності автомобілів, що в'їжджають в розв'язку з одного напрямку.

Довжина перехідної кривої визначається в залежності від величини радіуса. В стиснених умовах (забудова, наявність комунікацій, тощо), при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні допускається проектувати стиснені розв'язки типу „Лист конюшини” з радіусами лівоповоротних з'їздів 30 м.

Ширину проїзної частини односмугових з'їздів слід призначати 6,0 м, та укріплених смуг узбіч по 0,5 м без додаткового розширення на кривих.

При інтенсивності руху на з'їздах більшій, ніж розрахункова пропускна спроможність однієї смуги, слід проектувати двосмугові з'їзди з шириною проїзної частини не менше 7,5 м плюс додаткові розширення на криволінійних ділянках.

Ширина узбіччя з внутрішнього боку заокруглень повинна бути не менше 1,5 м, з зовнішнього - 3,0 м. Узбіччя на всю ширину слід влаштовувати з щільних щебених або гравійних сумішей, а при відповідному обґрунтуванні з кам'яних матеріалів, що оброблені в'язучими, асфальтобетону або бетонних плит.

Ширина узбіччя на прямолінійних ділянках з'їздів з обох боків слід призначати по 2,5 м. Перехід від однієї ширини узбіччя до іншої на заокругленнях слід здійснювати в межах довжини перехідної кривої.

На всіх з'їздах в межах кривих в залежності від радіуса кривої та кліматичних умов влаштовують віраж з похилом 20-60 %. Величина додаткового поздовжнього похилу зовнішньої крайки проїзної частини на ділянці відгону віражу не повинна перевищувати 10%.

Поздовжні похили доріг на підходах до шляхопроводу і на з'їздах повинні бути не більше 40%.

Найменші радіуси вертикальних кривих у поздовжньому профілі слід призначати відповідно до розрахункових швидкостей.

На дорожніх розв'язках у різних рівнях слід передбачати заходи по забезпеченню бічної видимості під час руху на кривих і в зонах в'їздів та з'їздів з дороги. Найменшу відстань бічної видимості від крайки проїзної частини необхідно призначати 25 м для доріг I і II категорій і 15 м для доріг III - IV категорій. Бічна видимість забезпечується плануванням і розчищенням прилеглої території.

В зоні розв'язок допускається влаштування стоянок автомобілів, автобусних зупинок та інших споруд за умови забезпечення як бічної, так і поздовжньої видимості.

З'їзди з доріг I-II категорій і заїзди на них слід виконувати з улаштуванням перехідно-швидкісних смуг (ПШС), які на дорожніх розв'язках в різних рівнях є обов'язковим елементом розв'язки незалежно від інтенсивності руху.

Довжину перехідно-швидкісних смуг залежно від поздовжнього похилу доріг призначають згідно з таблицею 2.4 (табл. 9.5 [11]), а в пересіченій та гірській місцевості - за розрахунком.

Перехідно-швидкісні смуги в зоні перехрещень і примикань перед з'їздами відокремлюють від основних смуг руху розділювальною смугою завширшки 0,75 м для доріг I і II категорій і 0,5 м - для доріг III і IV категорій. Перехід до повної розділювальної смуги виконують на протязі 16 м і 9 м відповідно. Розділювальні смуги влаштовують в одному рівні з прилеглими смугами руху і виділяють розміткою.

Категорія дороги	Поздовжній похил	Довжина смуги повної ширини, м		Довжина відгону смуги розгону і гальмування, м
		для розгону	для гальмування	
I-а, I-б	-40	110	110	80
	-20	130	105	
	0	150	100	
	+20	170	95	
	+40	190	90	
II - III	-40	80	85	60
	-20	90	80	
	0	100	75	
	+20	120	70	
	+40	150	65	

Таблиця 2.4 - Довжина перехідно-швидкісних смуг

Ширину перехідно-швидкісних смуг призначають такою ж, як і основних смуг проїзної частини. При встановленні борта по крайці перехідно-швидкісної смуги останню розширюють на подвоєне значення його підвищення над проїзною частиною дороги.

Сполучення перехідно-швидкісною смуги з узбіччям здійснюється за рахунок укріпленої смуги завширшки 0,75 м на дорогах I та II категорій і 0,5 м на дорогах III і категорій.

Покриття на перехідно-швидкісних смугах повинне, по можливості, відрізнитись від основного проїзду кольором.

Відгін смуг гальмування слід починати з виступу величиною 0,5 м.

Висоту габариту під шляхопроводами приймають при перехрещенні доріг:

I-III категорій - 5 м;

IV – V категорій - 4,5 м.

Габарит висоти вимірюють від найбільш високих відміток проїзної частини дороги, що перетинається. Доцільно передбачати збільшення габариту висоти на 10-15 см для майбутнього підсилення дорожнього одягу.

Ширина габариту шляхопроводу включає проїзну частину, перехідно-швидкісні смуги, смуги безпеки та розділювальні смуги і призначається у відповідності з рисунком 2.1[11].

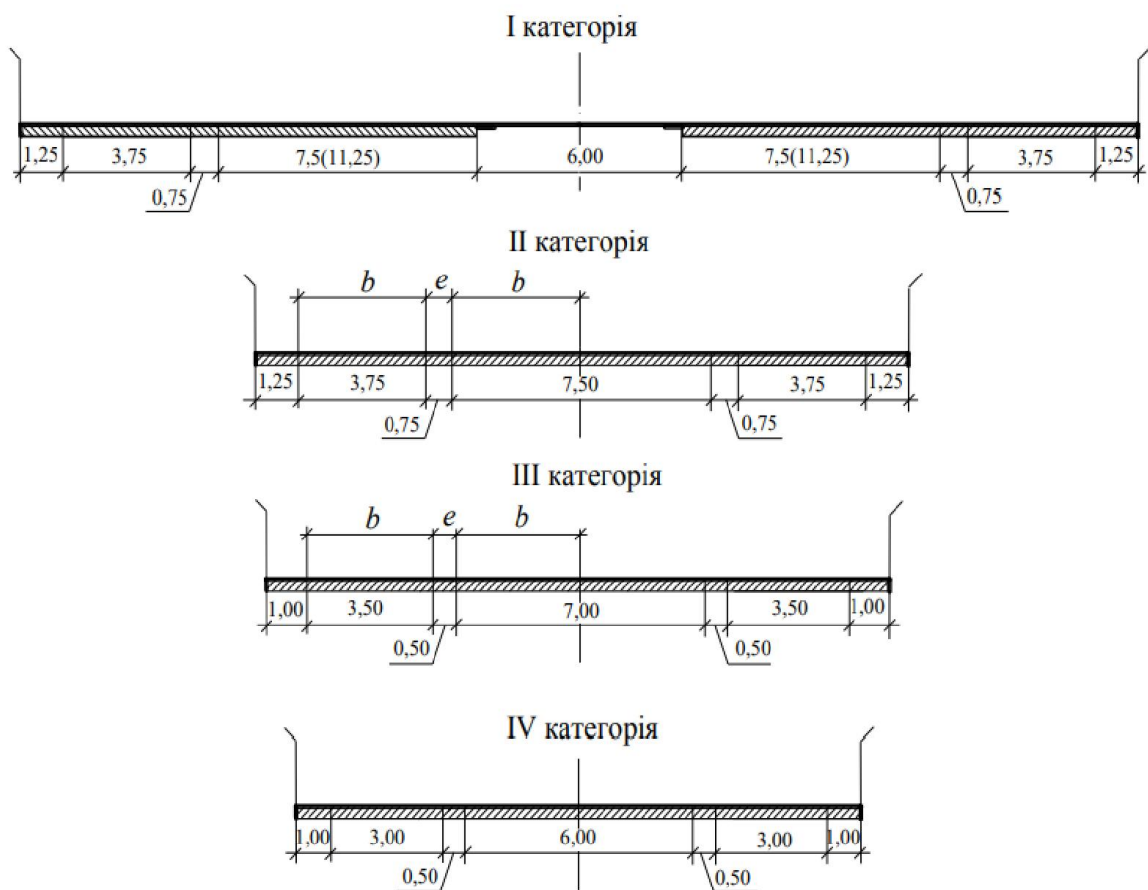


Рис. 2.1 - Схеми поперечних перерізів шляхопроводів на розв'язках доріг

2.3. Відбудова траси дороги на місцевості

Між розбивкою траси і початком будівництва дороги часто проходить значний термін, вимірний декількома місяцями або ж навіть роками. За цей час деякі точки траси з різних причин можуть бути загублені. Перед початком будівництва дороги точки доводиться відновлювати на місцевості. Для цього всю трасу обходять з пікетажним журналом і уважно оглядають кожну точку. Відсутні пікети або плюсові точки відновлюють шляхом лінійних промірів від ближчих пікетів або плюсових точок. Відстань від найближчого пікету або плюсової точки до відновлюваної беруть з пікетажного журналу.

Особлива увага повинна приділятися відновлюванню вершин кутів повороту траси, оскільки вони являються її головними опорними точками. При розбивці траси вершини кутів повороту закріплюють кілками, а поруч ставлять сторожки з вказівками на них пікетажного положення вершини. Для полегшення вирішення задачі відновлювання втраченої вершини кута повороту її звичайно прив'язують до місцевих близько розташованих орієнтирів (домів, дерев, що стоять окремо, перехресть доріг і т. ін.) або фіксують створними точками (рис. 2.1).

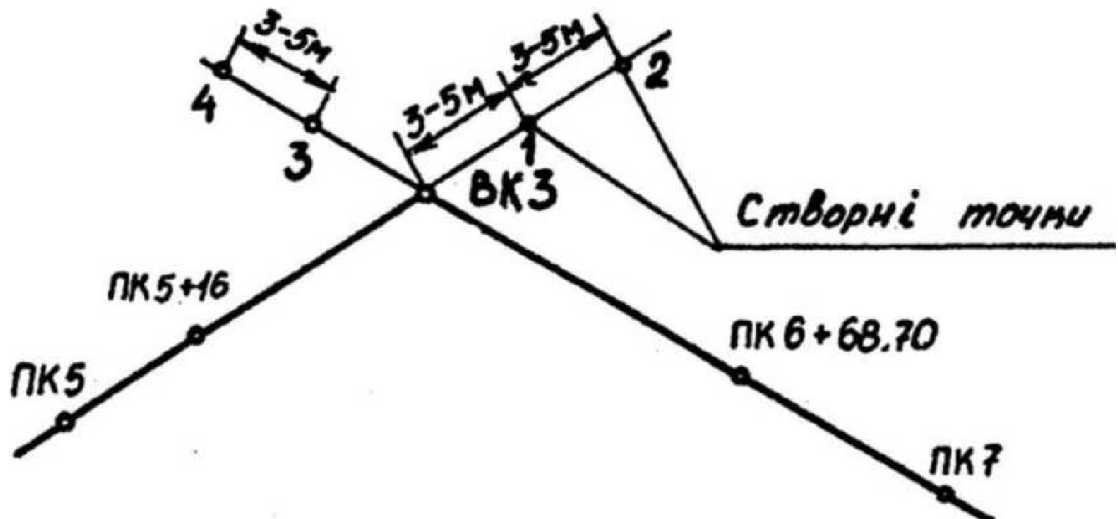


Рис. 2.2 -Схема відновлення вершини кута повороту траси

У цьому випадку вершину кута відновити найпростіше. Два спостерігача візують поверх створних точок 1 - 2 і 3 - 4 і на перетинанні ліній візування встановлюють віху. Якщо створних кілків 1 - 2 і 3 - 4 на вершині

кута повороту нема, то точку ВК 3 (рис. 2.2) відновлюють на перетині двох створів траси. Для цього візують через точки ПК 5 : ПК 5 + 16,00 і ПК 7 : ПК6 + 68,70 і на перетині створних ліній виставляють віху. Однак в останньому випадку не завжди точку ВК можна відновити з належною точністю із- за віддаленості створних точок траси ПК 5, ПК 5 + 16,00 і ПК 7, ПК6 + 68,70 від вершини кута.

Після поновлення положення вершини кута необхідно обов'язково перевірити правильність рішення задачі. Для цього на ВКустановлюють теодоліт і вимірюють кут повороту θ за один повний прийом. Одержане значення кута повинно відрізнятись від записаного в пікетажному журналі не більше ніж на 4' - 5'. Якщо ці умови не виконуються, треба уточнити положення вершини кута. Лінійними промірами відновлюють також всі точки на лініях поперечних профілів.

До початку будівництва дороги уздовж лінії траси через кожні 12 км повинні бути закладені репери і на них передані висотні відмітки від реперів державної або місцевої нівельованої мережі [3].

2.4. Геодезичний контроль будівництва автошляхів

Для будівництва автошляхів відновлюють вісь траси, закріплюють пікетаж, характерні точки кривих. На прямих ділянках будують поперечники на кожному парному пікеті відкладанням прямого кута від осі, а на колових кривих - на кожному пікеті по бісектрисі кута між хордами однакової довжини. При хордах різної довжини на коловій та перехідній кривих враховують кут ε не перпендикулярності поперечника до хорди (рис. 2.3), які визначаються відповідно за формулами:

$$\varepsilon = kp/2R;$$

$$\varepsilon = \gamma - \psi; \psi = l^2p/2RL,$$

де k - довжина колової кривої, що стягує хорду; R - радіус кривої; x, y, l - прямокутні координати і відстань точки поперечника від початку перехідної кривої; γ - кут між хордою і тангенсом у ППК; ψ - центральний кут, що стягується хордою перехідної кривої.

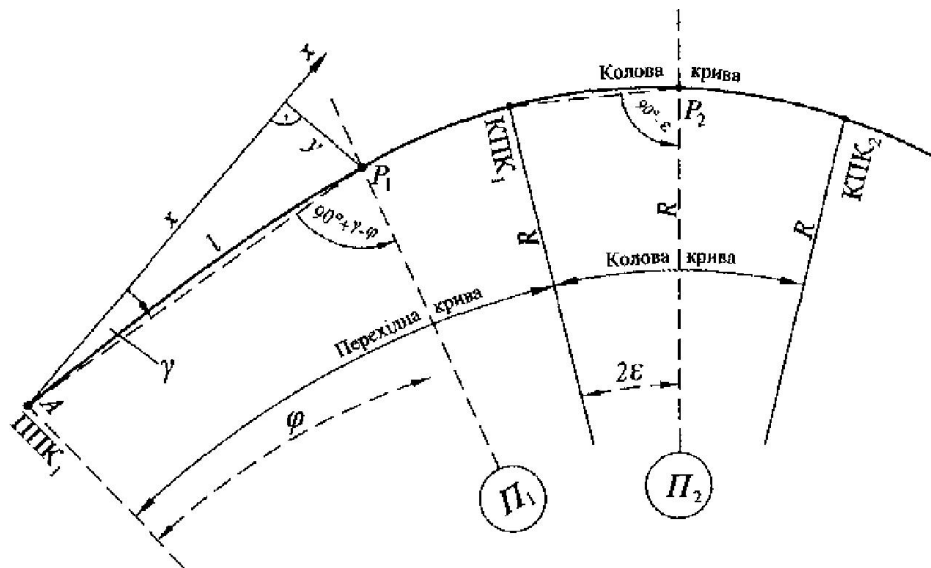


Рис. 2.3 - Розмічування поперечників на перехідній та колівій кривих

Розмічування планового положення земляного полотна полягає у визначенні на місцевості його характеристик точок – крайки, підосви, кювету і т. д. На рис. 2.4 лініями OA і OB показано поперечний профіль місцевості з ухилами u_1 та u_2 , а ламаними лініями ADO_0D_1 та KK_1B – профіль земляного полотна дороги обабіч насипу та виїмки. Для заданих на осі дороги позначок – фактичної H і проектної Z_0 – проектні позначки та відстані до характерних точок полотна визначають за формулами

$$Z_A = Z_0 - \frac{l_A - l_D}{m_1} \approx H + l_A u_1; \quad l_A = \frac{l_D + (Z_0 - H)m_1}{1 - u_1 m_1};$$

$$Z_K = Z_0 - h_K; \quad l_K = l_D + h_K m_1;$$

$$Z_B = Z_K + \frac{l_B - (l_K + d)}{m_2} \approx H + l_B u_2; \quad l_B = \frac{l_K + d + (Z_0 - Z_K)m_2}{1 - u_2 m_2},$$

де m_1, m_2 – показники крутості (котангенс кута нахилу або $\text{tg} \nu = 1/m$) укосів насипу та виїмки; l_D – половина проектної ширини верху земляного полотна; Z_K, h_K, d – проектна позначка дна кювету, його висота і ширина внизу.

Крутість відкосів беруть 1:4 на дорогах I-III категорій та 1:3 - на інших. На цінних землях допускається збільшення крутості укосів від 1:1 до 1:2 залежно від типу ґрунтів та висоти насипу або виїмки [2].

Розмічування насипу на місцевості закріплюють укісними лекалами (рис. 2.5), які встановлюють на пікетах і переломах проектного профілю. На

осі траси або на краях майбутнього насипу укріплюють стовп з горизонтальною планкою-візиркою, верх якої відповідає проектній позначці земляного полотна. При використанні планувальних машин необхідність у лекалах практично відпадає, але крайки укосів закріплюють віхами з висотними планками для вказування напрямку руху машин і позначки планування. Для контролю планувальних робіт використовують лазерні нівеліри.

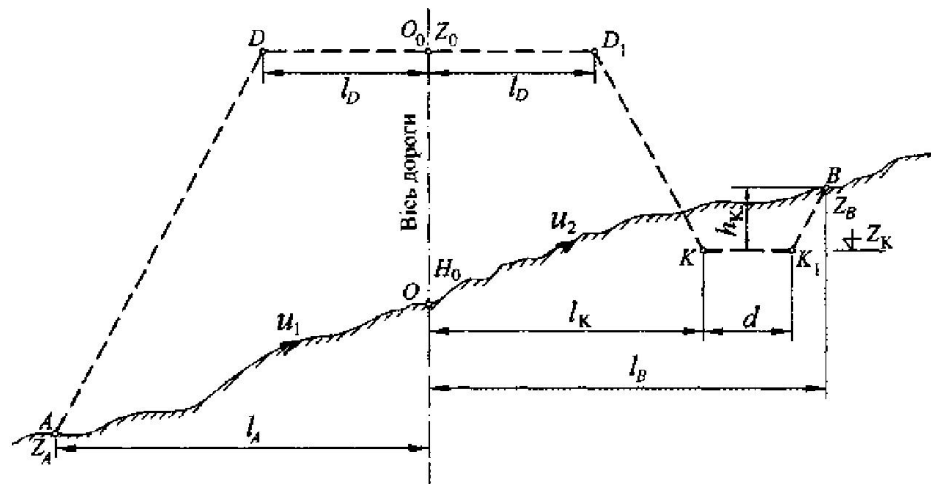


Рис. 2.4 - Розмічування земляного полотна автодороги

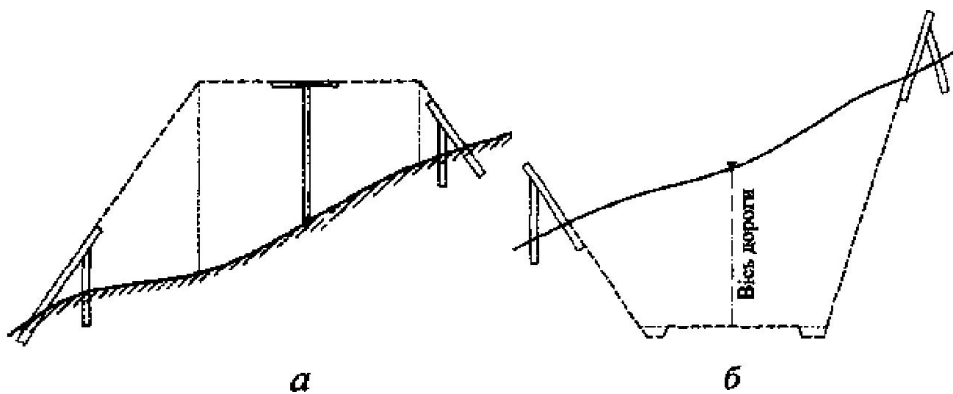


Рис. 2.5 - Укісні лекала: а - для насипу; б - для виїмки

При розмічуванні земляного полотна на кривих велика увага приділяється відгону віражу. Він є плавним переходом від двосхильного поперечного профілю на прямій ділянці дороги до односхильного - на кривій. На коловій кривій поперечний ухил проїжджої частини автошляху теоретично має задовольняти умову

$$i_{\text{вир}} = 0,79V^2/A,$$

де $i_{\text{вир}}$ - ухил віражу (%); V - швидкість руху транспорту (км/год).

Якщо ухил віражу дорівнює поперечному ухилу проїжджої частини, то

перехід від двохсильного профілю до односильного здійснюється обертанням зовнішньої частини полотна навколо осі дороги, а внутрішня частина залишається без зміни. При більшому ухилі віражу відгін проводять обертанням всього полотна навколо внутрішньої крайки проїжджої частини. В результаті проїжджа частина і узбіччя отримують форму гіперболічного параболоїда. При $R < 700$ м внутрішня крайка зміщується на кривій внаслідок розширення проїжджої частини за рахунок узбіччя, що ускладнює розрахунок позначок на віражі. Відгін віражу і розширення дороги проводять тільки в межах перехідних кривих, а на коловій кривій ухил віражу $i_{\text{вір}}$ і розширення Δb_L постійні (рис. 2.6).

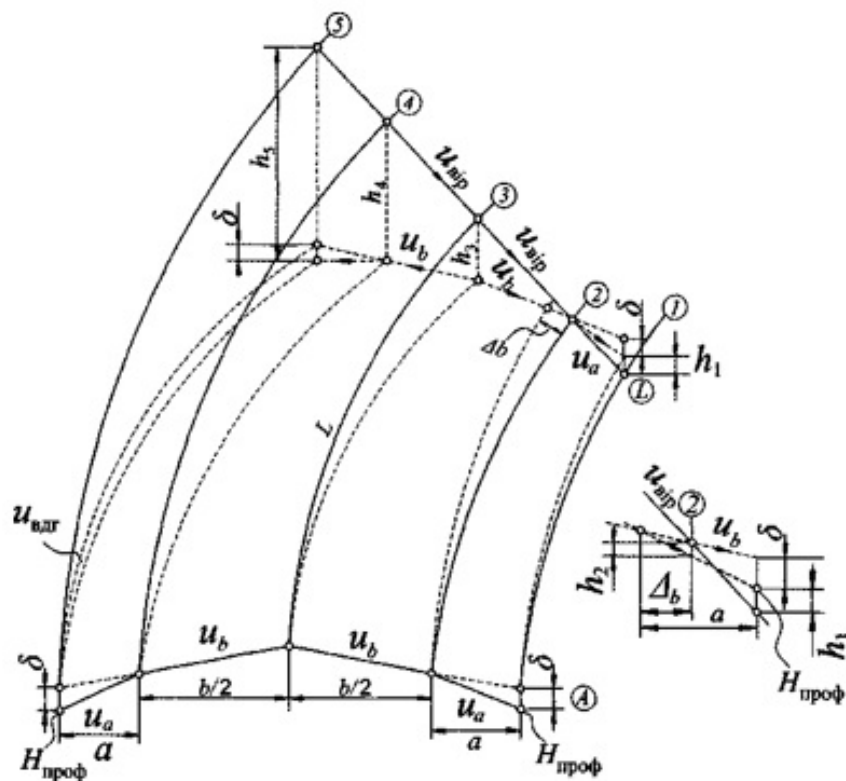


Рис. 2.6 - Відгін віражу на автошляхах: A, L – поперечні профілі земляногополотна на початку та в кінці відгону

Розрахунок позначок на віражі проводять у такий спосіб. За 10-20 м до початку відгону віражу поступово піднімають крайки узбіч так, щоб на початку відгону вони мали поперечний ухил проїжджої частини, а профільні позначки узбіч від початку відгону на всій кривій збільшують на величину

$$\delta = a(u_a - u_b),$$

де a – ширина узбіччя; u_a, u_b – поперечні ухили узбіччя і проїжджої частини дороги. Тому на початку відгону віражу (переріз A) проектні позначки будуть:

$$Z_1 = Z_5 = Z_{\text{проф}} + \delta; Z_2 = Z_4 = Z_1 + au_b; Z_3 = Z_1 + (a + b/2)u_b,$$

де $Z_{\text{проф}}$ – позначка проектного профілю дороги; b – ширина проїжджої частини.

В кінці відгону віражу (переріз L) визначають відповідні проектні позначки або поправки $h_i (i = 1, 2, 3, 4, 5)$ до проектних позначок типового поперечного профілю дороги за формулами

$$Z_1 = Z_{\text{проф}} + \delta - (a - \Delta b_L)(u_{\text{вир}} - u_b);$$

$$Z_2 = Z_1 + (a - \Delta b_L)u_{\text{вир}};$$

$$Z_3 = Z_1 + (a + b/2)u_b,$$

або

$$h_1 = \delta - (a - \Delta b_L)(u_{\text{вир}} - u_b);$$

$$h_2 = \Delta b_L u_{\text{вир}} - (a - \Delta b_L)u_b;$$

$$h_3 = (b/2 + \Delta b_L)(u_{\text{вир}} - u_b);$$

$$h_4 = (b + \Delta b_L)u_{\text{вир}} - \Delta b_L u_b;$$

$$h_5 = \delta + (a + b + \Delta b_L)u_{\text{вир}} + (a - \Delta b_L)u_b,$$

де Δb_L – розширення проїжджої частини на коловій кривій.

Позначки відповідних проміжних точок в інтервалі розрахованих перерізів визначаються методом інтерполяції за віддаленістю робочого перерізу від початку відгону.

На практиці для визначення ухилу віражу користуються і нормативним ухилом відгону $u_{\text{ВДГ}}$ – допоміжним ухилом, який надається зовнішній крайці на початку перехідної кривої. Тоді кінці відгону віражу (точка 5 на рис. 2.6) утворюється додаткове перевищення $h_{\text{ВДГ}} = Lu_{\text{ВДГ}}$ і ухил віражу обчислюються за формулою

$$u_{\text{вир}} = \frac{h_{\text{ВДГ}} - (a - \Delta b)u_b}{a + b + \Delta b}.$$

Для доріг I - II категорій ухил $u_{\text{ВДГ}}$ відгону віражу беруть не більше як

0,5%, для III–V категорій – 1% на рівнинній місцевості й 2% - в гірській. Поперечний ухил віражу $u_{\text{впр}}$ переважно беруть не більше 4 – 6%.

При укладанні щебеневої основи, асфальтового покриття або плит контролюються їх позначки на кожному 20-метровому поперечнику, включаючи пікетні точки, особливо на вертикальних кривих і віражах. При цьому також треба дотримуватися вказаних вище вимог, а різниця позначок точок, віддалених одна від одної на відстань 10 м, не повинна перевищувати 30 мм для асфальтобетонних і 20 мм для цементобетонних покриттів.

Під час укладання цементобетонних покриттів за допомогою бетоноукладальних машин геодезичні роботи зводяться до забезпечення точного встановлення рейок-форм і контролю укладання покриття. Рейко-форми укладають паралельно поздовжній осі дороги. їх прямолінійність витримується в межах до 5 мм у горизонтальній площині й до 2 мм - у вертикальній.

Бетоноукладач з електронною системою витримування курсу й позначок поздовжнього і поперечного профілів забезпечує укладання покриття з відхиленням 1-2 мм по висоті. Для перевірки шорсткості поверхні та дотримання поперечних ухилів користуються лазерним площиновказом, нівеліром, а на вузьких дорогах - рейкою-рівнем.

При укладанні плит їх довгу грань орієнтують паралельно до осі автошляху по кілкових маяках, встановлених на заданий проектний рівень для збереження поздовжнього і поперечного ухилів. Вибірковий виконавчий контроль ухилів проводять рейкою-рівнем. Нестиків суміжних плит по вертикалі після подвійного укочування не повинне перевищувати 3 мм[2].

ВИСНОВКИ ДО 2-ГО РОЗДІЛУ

Вибір типу і схеми розв'язок доріг та обґрунтування технічних рішень виконують на основі техніко-економічного порівняння варіантів з урахуванням їх пропускної спроможності, безпеки і зручності руху, дорожньо-транспортних витрат на їх будівництво і експлуатацію, архітектурно-естетичних вимог та охорони навколишнього середовища, раціонального використання прилеглих земельних ділянок.

Розв'язки доріг слід розташовувати на прямих ділянках доріг та на вільних від забудови територіях. Поздовжній похил доріг на підходах до розв'язок доріг на відстані видимості для зупинки автомобіля не повинен бути більше 40 %.

Між розбивкою траси і початком будівництва дороги часто проходить значний термін, вимірний декількома місяцями або ж навіть роками. За цей час деякі точки траси з різних причин можуть бути загублені. Перед початком будівництва дороги точки доводиться відновлювати на місцевості. Для цього всю трасу обходять з пікетажним журналом і уважно оглядають кожну точку. Особлива увага повинна приділятися відновлюванню вершин кутів повороту траси, оскільки вони являються її головними опорними точками.

Для будівництва автошляхів відновлюють вісь траси, закріплюють пікетаж, характерні точки кривих. На прямих ділянках будують поперечники на кожному парному пікеті відкладанням прямого кута від осі, а на колових кривих - на кожному пікеті по бісектрисі кута між хордами однакової довжини.

Розділ 3. ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТОЧОК ТА ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩІ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

3.1. Матеріально-технічне забезпечення для виконання розмічувальних робіт

Оскільки вимоги до точності геодезичних робіт зростали, виникла потреба залучити сучасне електронне вимірювальне обладнання. Зараз потрібні комплексні вимірювальні системи, які відповідають не лише підвищеним вимогам до автоматизації, цифрової обробки інформації та повсякденній ефективності, а й новим технологічним стандартам та простоті експлуатації.

Для виконання проекту виносу точок та обчисленні площ дорожнього покриття було використано такі прилади, як Trimble C5 2" та GNSS приймач South Galaxy G1Plus, контролер H3 Plus + SurvX.

Trimble C5 2"

Тахеометр Trimble C5 2" призначений для роботи в різних проектах, незалежно від широти та кліматичного поясу.



Рис. 3.1 - Електронний тахеометр Trimble C5 2"

Вимірювання нового Trimble C5 по всій станції стало простішим та швидшим завдяки автоматичному фокусуванню Nikon. Це дозволяє швидко зорієнтувати ціль на очікуваній відстані, щоб геодезист міг направити трубку на ціль і натиснути на вимірювальну кнопку. Приголомшлива оптика Nikon забезпечує чітке зображення навіть в умовах недостатнього освітлення. Результати завжди точні, що підвищує продуктивність роботи офісу.

Тахеометр «Trimble C5» легкий і компактний, не вимагає умов зберігання, транспортування та встановлення. Його легко транспортувати на великі відстані. Захищений дизайн IP66 дозволяє працювати з загальною станцією навіть під час туману або невеликого дощу, під час пилової бурі та інших негативних факторів.



Рис. 3.2 - Електронний тахеометр Trimble C5 2"

Тахеометр Trimble C5 оснащений двома великими кольоровими сенсорними екранами, що підтримують польове програмне забезпечення Trimble Access, і використовується в робототехнічній станції загального класу Trimble S, а також у промисловості. Це дозволяє механічному тахеометру повною мірою скористатися можливістю вибору точок на цифровій місцевості, завантаження проектів з інших тахеометрів або

приймачів GNSS та завантаження растрових підкладок з географічним підключенням.

Повної зарядки двох акумуляторів Trimble C5 вистачає для роботи цілий день [7].

GNSS приймач South Galaxy G1Plus



Рис. 3.3 -GNSS приймач South Galaxy G1Plus

Нова модель South Galaxy G1 Plus має ряд важливих відмінностей у порівнянні з попереднім поколінням South Galaxy G1. Приймач GNSS має найсучаснішу та високотехнологічну плату Trimble BD990 з підтримкою всіх існуючих супутникових систем GLONASS, GPS, Beidou, Galileo, QZSS, IRNSS, SBAS та повний діапазон доступних частот. Комітет впроваджує низку технічно інноваційних досягнень. Сюди входить запатентована технологія Advanced RF Spectrum Monitoring, яка дозволяє виявляти неякісні супутникові сигнали за допомогою фільтрів для пом'якшення та підвищення їх стабільності. Наявність цієї технології дозволяє отримати фіксоване рішення в найбільш важкодоступних місцях із неякісним покриттям супутникового сигналу. Багато авторитетних професійних джерел вказують на найвищий рівень стабільності та якості прийому супутникового сигналу, що виводить Trimble BD990 на лідируючі позиції порівняно з аналогами. Навіть найновіша технологія Trimble Maxwell 7 забезпечує найшвидшу і

надійну ініціалізацію RTK. Рішення відновлюється через кілька секунд після підключення до базових станцій.

Приймач має нову високоякісну антену, яка також підтримує диференціальне регулювання (GPS, ГЛОНАСС, Beidou, Galileo та супутникові орбіти та помилки QZSS), які рухаються до приймача через супутникові канали L-діапазону, що дозволяє працювати з глобальною службою корекції Sud SLink. Таким чином, приймач пропонує сантиметрову точність без використання базових станцій та стільникових мереж у всьому світі. Окрім того, приймач підтримує послугу IP South SLink, яка дозволяє отримувати диференціальні налаштування через стільниковий зв'язок (Інтернет) у складних умовах, з обмеженою видимістю. Служба коригування South SLink пропонує 95% часу планування з точністю менше 4 см та висотою 9 см, час конвергенції до 30 хвилин (зазвичай менше 5 хвилин).



Рис. 3.4 -GNSS приймач South Galaxy G1Plus

Час роботи приймача подвоюється внаслідок використання 2-х змінних батарей. Крім того, приймач може додатково мати зовнішній акумулятор, який є продовженням важливої події. Його використання гарантує 28 годин роботи при негативних температурах.

Приймачем керують польові програми на базі контролерів під управлінням Windows Mobile або Android.

Для Windows Mobile South розробив власне програмне забезпечення EGStar. Програмне забезпечення MicroSurvey FieldGenius та Carlson SurvCE також підтримує приймачі South Galaxy.

Можна використовувати мобільні пристрої на базі Android, такі як захищені смартфони Sigma або польові контролери South H3 Plus. Для роботи з приймачем South пропонує запатентований додаток для Android South SurvX. Це програмне забезпечення має простий і зрозумілий інтерфейс і підтримує підключення до широкого кола приймачів South Galaxy.



Рис.3.5 - GNSS приймач South Galaxy G1Plus та контролер H3 Plus

Інженери South подбали про хорошу герметичність приймача. Завдяки гумовим елементам і контурним прокладкам, приймач витримує занурення у воду на глибину до 1 м. Високий захист від пилу та вологи за стандартом IP67 дозволяє працювати в будь-яких погодних умовах. Корпус приймача виготовлений з основи з магнієвого сплаву і може витримувати падіння на вісь із висоти 3 метрів на бетонну плиту (2).

Контролер South H3 Plus

South H3 Plus - це захищений контролер наступного покоління від SOUTH для збору та візуалізації даних польових вимірювань.



Рис. 3.6 - Контролер South H3 Plus

Контролер South H3 Plus працює під управлінням Android 6. 0 і оснащений потужним процесором 1,3 ГГц. Він виготовлений із легкого та міцного магнієвого сплаву, витримує падіння на бетон з висоти 1,5 метра, захист від пилу та вологи контролера відповідає стандарту IP68, крім того, Li-перезаряджається акумулятор Вбудовані іони ємністю 6500 мА/год забезпечують тривалий час у полі понад 10:00.

South H3 Plus має слот для двох SIM-карт і оснащений вбудованим модулем GNSS, який може приймати сигнали від супутників GPS, ГЛОНАСС, SBAS в діапазоні L1. Він підтримує карти пам'яті microSD об'ємом до 64 ГБ, оснащені різними датчиками, такими як барометр, NFC, гіроскоп, електронний компас, G-сенсор. Bluetooth V4 нового покоління. 0, а також модуль WIFI дозволяють працювати на відстані до 10 метрів і 8 годин безперебійного з'єднання. Контролер оснащений 8-мегапіксельною камерою з автофокусом.



Рис. 3.7 - GNSS приймач South Galaxy G1Plus та контролер H3 Plus

Контролер поставляється з ПО (ліцензія) для роботи з GNSS приймачами SOUTH в RTK режимі [1].

3.2. Загальні умови території

Капітальний ремонт (облаштування) кільцевого одноповерхового транспортного вузла, малого діаметра центрального острівця, виконано на дорозі загального користування державного значення М – 19 Доманове (м. Брест) – Ковель – Чернівці – Теремблече (м. Бухарест) на ділянці км 450+000, Чернівецької області.

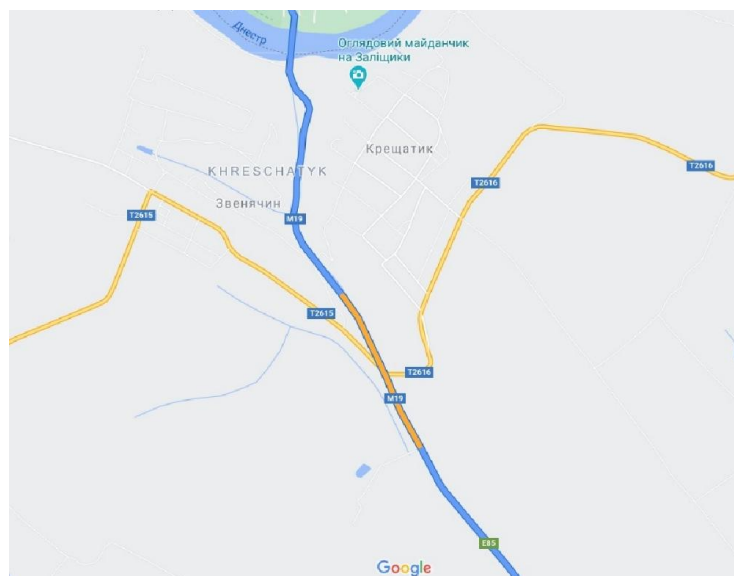


Рис. 3.8 - Дорога державного значення М – 19 Доманове (м. Брест) – Ковель – Чернівці – Теремблече (м. Бухарест)

Дана ділянка розташована в Чернівецькому районі, Чернівецької області поблизу села Хрещатик. Заставнівська об'єднана територіальна громада — адміністративно-територіальна одиниця Чернівецької області України. Площа — 46,83 км². Адміністративний центр — місто Заставна. У громаді проживає 8382 особи (на 2018 рік).

Заставнівська територіальна громада розташована в північній частині Чернівецької області. З 2020 року, після децентралізації території відноситься до Чернівецького району.

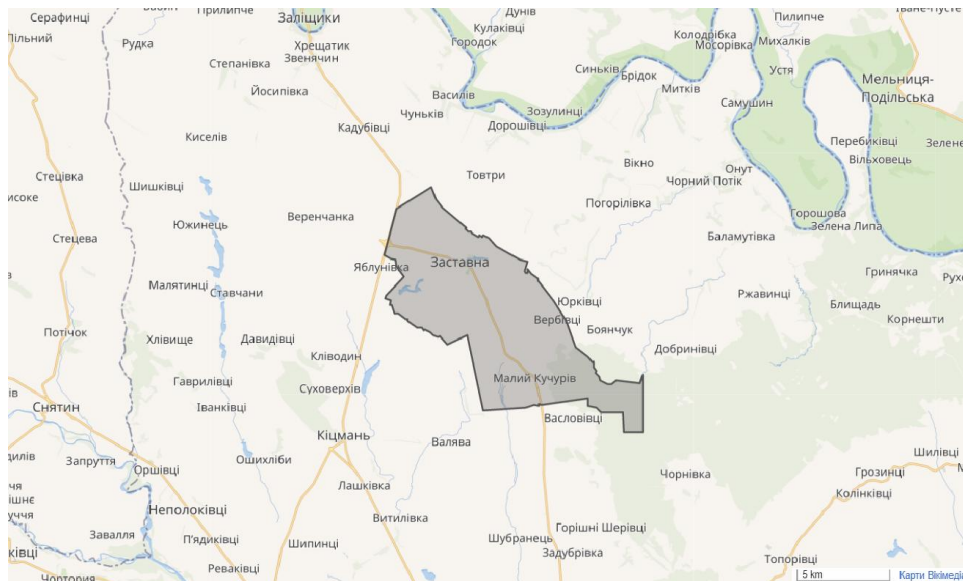


Рис. 3.9 -Межі Заставнівської ОТГ, Чернівецької області



Рис. 3.10 – Межі Чернівецького району, Чернівецької області

Чернівецький район - один із трьох районів у Чернівецькій області України. Адміністративний центр – місто Чернівці. Чернівецький район утворено 19 липня 2020 року згідно із Постановою Верховної Ради України №807-IX від 17 липня 2020 року в рамках Адміністративно-територіальної реформи в Україні. Площа - 4126,3 км² (50,6% від площі області), населення - 654,9 тис. осіб (72,6% від населення області; 2020).

До складу громади входять 3 населених пункти - 1 місто (Заставна) та 2 села Вербівці, Малий Кучурів [10].

Місто Заставна являє собою компактний житлово-промисловий комплекс. Розташоване на південному заході України за 75 км від румунського кордону. Місто достатньо забезпечене місцями масового відпочинку населення: два парки відпочинку, сквери, 8 ставків, з півночі на південь протікає р. Совиця Заставнівська. На території міста розташований дендропарк.

Вербівці - селов України, у складі Заставнівської міської територіальної громади, Чернівецького району, Чернівецької області. Розміщене за 11 км на південний схід від районного та за 24 км на північ від обласного центру. До найближчої залізничної станції Юрківці — 5 км. Через село проходить шосейна дорога.

Малий Кучурів - село у складі Заставнівської міської територіальної громади, Чернівецької області. Знаходиться за 22 км від обласного центру та за 7 км від районного центру.

3.3. Особливості розмічування пікетів автошляхів

На стадії попередніх досліджень трасування зовнішніх елементів лінійної споруди можна виконати камеральним шляхом, користуючись картографічними даними. В процесі камерального трасування було складено схеми трас в масштабах наявних картографічних матеріалів. Для імпорту робочого проекту здійснюють остаточні доопрацювання трас із закріпленням їх елементів, з розбивкою поперечників, пікетних точок через оптимальну відстань відносно довжини лінійної споруди і кругових або перехідних кривих, де це буде потрібно за технічними умовами.

Після обчислення вихідних даних, що визначають положення лінійної споруди на місцевості, складають креслення в масштабі 1: 500, 1: 1000 або 1: 2000. Основою цього креслення є топографічний план ділянки місцевості, де будується об'єкт. На цьому кресленні показують пункти розмічувальної основи, запроєктовану споруду, значення довжин ліній і кутів, необхідних для визначення на місцевості точок, що належать головним або основним осям[6].

Для роботи в полі з розмічувальної креслення складають схему(рис. 15), на якій вказують дані, необхідні для перенесення проекту на місцевість. Використовуючи програмне забезпечення TrimbleAccess та його функціональні можливості було здійснено попередній імпорт файлу із пікетами для виносу.

Розбивка пікетажу починається з прокладання та закріплення на місцевості обраного напрямку траси. Для цього, користуючись планово-картографічними даними та на яких запроєктована траса, відшуковують на місцевості початкову, дві-три точки траси із яких здійснювалося тахеометричне знімання.

Над однією із закріплених точок знімання встановлюють прилад та приводять його в робоче положення, при цьому здійснюючи центрування та горизонтування приладу. Візують зорову трубу тахеометра на вершину марки над другою точкою траси для визначення МО.

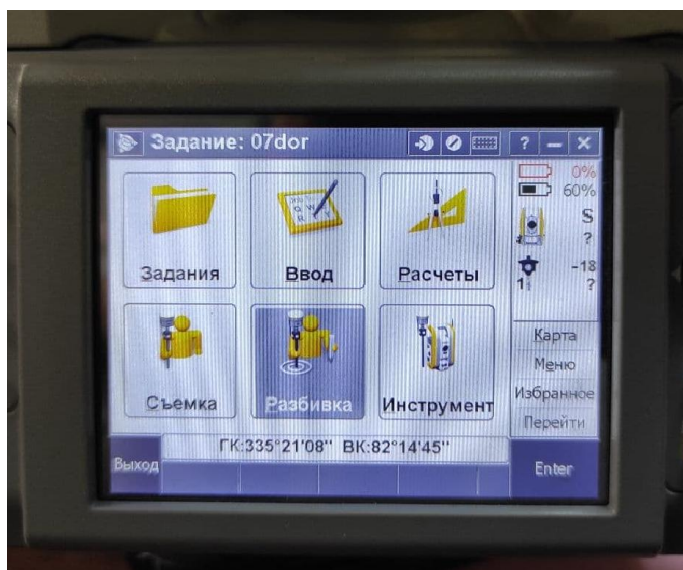


Рис. 3.11 - Фрагмент головного вікна проекту в ПЗ TrimbleAccess

Переходячи до файлів проекту, що раніше були імпортовані в електронний тахеометр обираємо тип завдання та відповідні точки, використовуючи інструментальні клавіші здійснюємо винесення вказаних пікетів проекту.

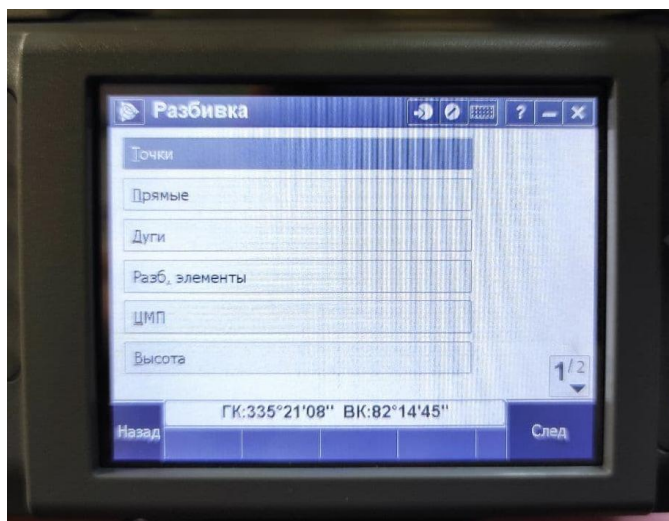


Рис. 3.12 - Вибір елемента розмічування

При виносі пікетів їх закріплюють на місцевості кілочками довжиною 15-20 см вказуючи їхню нумерацію, і поруч з ним забивають сторожок (довжиною 30-35 см), щоб він виступав від поверхні землі на 10-20 см. При цьому для контролю ведуть пікетажний журнал.

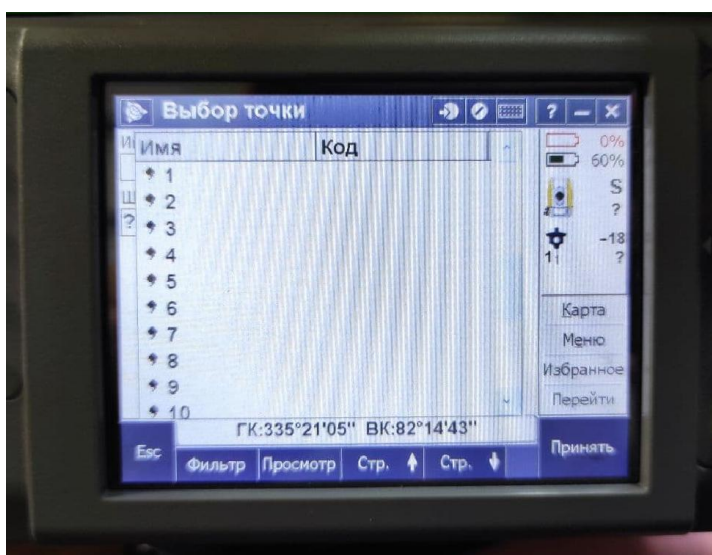


Рис. 3.13 - Перелік точок для виносу

Напрямок траси показують прямою лінією з умовним позначенням кутів повороту стрілками вліво або вправо, також на осі траси відзначають всі закріплені на місцевості пікетні і плюсові точки. Також закріплюють на місцевості всі точки перелому поверхні землі. Початкову

точку відзначають на сторожці як ПК0, а наступні пікетні точки нумерують по порядку (ПК1, ПК2 і т. д.). Точки перелому поверхні нумерують за попереднім пікетом плюс відстань до цієї точки (ПК1 + 80).

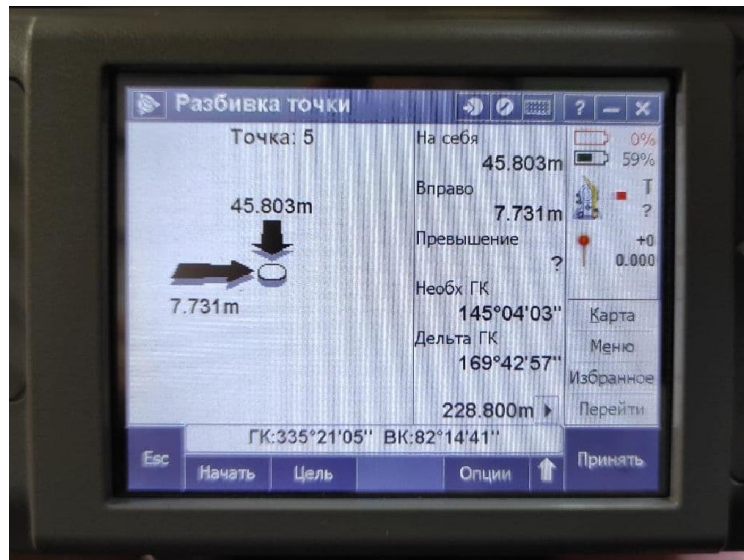


Рис. 3.14 - Визначення місця розташування пікета на місцевості

Одночасно з розбивкою пікетажу по обидва боки від осі траси проводимо розмічування смуги місцевості і розбиваємо поперечні відрізки ліній, що перетинають трасу. Ширина смуги зйомки залежить від характеру майбутньої споруди і встановлюється відповідними технічними інструкціями. У смугі шириною 20-25 м з кожного боку осі траси зйомку ведуть інструментально, в основному способом перпендикулярів, а при необхідності зйомки ширшої смуги – півінструментально.

В даному випадку для винесення пікетів використовувався спосіб полярних координат. Загальна кількість винесених пікетажів становить близько 180 одиниць.

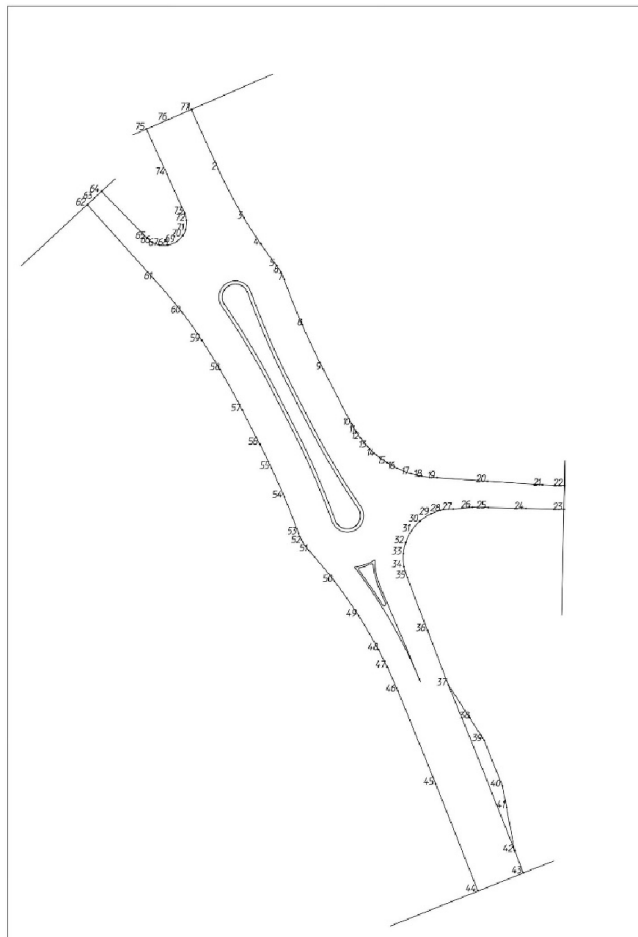


Рис. 3.15 - Схема пікетажних точок краю проїжджої частини дороги

3.4. Камеральна підготовка розмічувальних робіт та обчислення площ дороги

Підготовка, а згодом аналіз картографічних матеріалів здійснюється на кожному етапі проведення інженерно-геодезичних робіт при будівництві. Не виключенням є і попередня підготовка матеріалів для виконання геодезичних розмічувальних робіт. На основі наданих матеріалів було здійснено корегування їх відповідно до поставленої мети та трансформовано щодо вимог програмного забезпечення інструментів, якими здійснюватимуться розмічувальні роботи.

На всіх наступних етапах роботи основою для побудови схем виносів слугував топографічний план траси, що виконаний в масштабі 1:500. Обрахунок планових та висотних характеристик пікетажів основних осей здійснено кваліфікаційним спеціалістом згідно встановлених вимог щодо будівництва автошляхів. Нами було вилучено просторові координати із

програмного забезпечення Digitals та побудовано абрис виносу основних осей для якості контролю робіт[13]. Визначення місця їх розташування здійснювалось першочергово.

Для винесення меж автомобільного шляху М-19 та додаткових елементів дорожньої розмітки (овальної та трикутної форми) було визначено основні поворотні точки автомобільної дороги із періодичністю в 1 – 7 м., в залежності від конфігурації краю проїжджої частини. При наявності випукленості точки визначались із більшою інтервальністю, а при її відсутності – рідше. Отримані результати розмічувались тільки в плановому положенні, що зумовлено особливостями проектування дорожнього полотна. Наступний крок передбачав імпорт підготовлених файлів в електронний тахеометр у відповідних форматах, а саме .dxf – для базової карти, яка полегшує візуальне сприйняття розташування точок та .txt – формат файлу, що містив координати розташування пікетів.

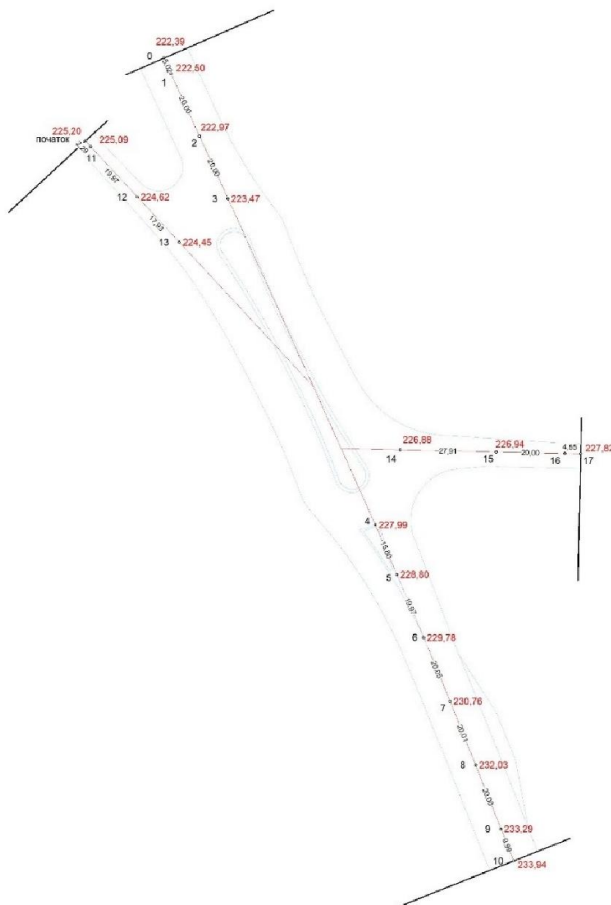


Рис. 3.16 - Абрис розмічування основних осей

Розрахунок площі асфальтованого покриття та узбіч здійснювався на останньому етапі будівництва, він слугував контролем виконання робіт, як і розмічувальних так і визначав дотримання проектних вказівок. Розрахування площ додаткових робіт визначало необхідний обсяг укріплених матеріалів, що зумовлювало внесення змін в кошторисну вартість проектних робіт.

Поетапність обчислення площі аналітичним методом полягала в наступному:

- завантаження результатів знімань в програмне середовище САПР AutoCAD 2020;
- обчислення площі знімань заданим інструментарієм;
- складання картографічних матеріалів за результатами знімань (Додаток Е).

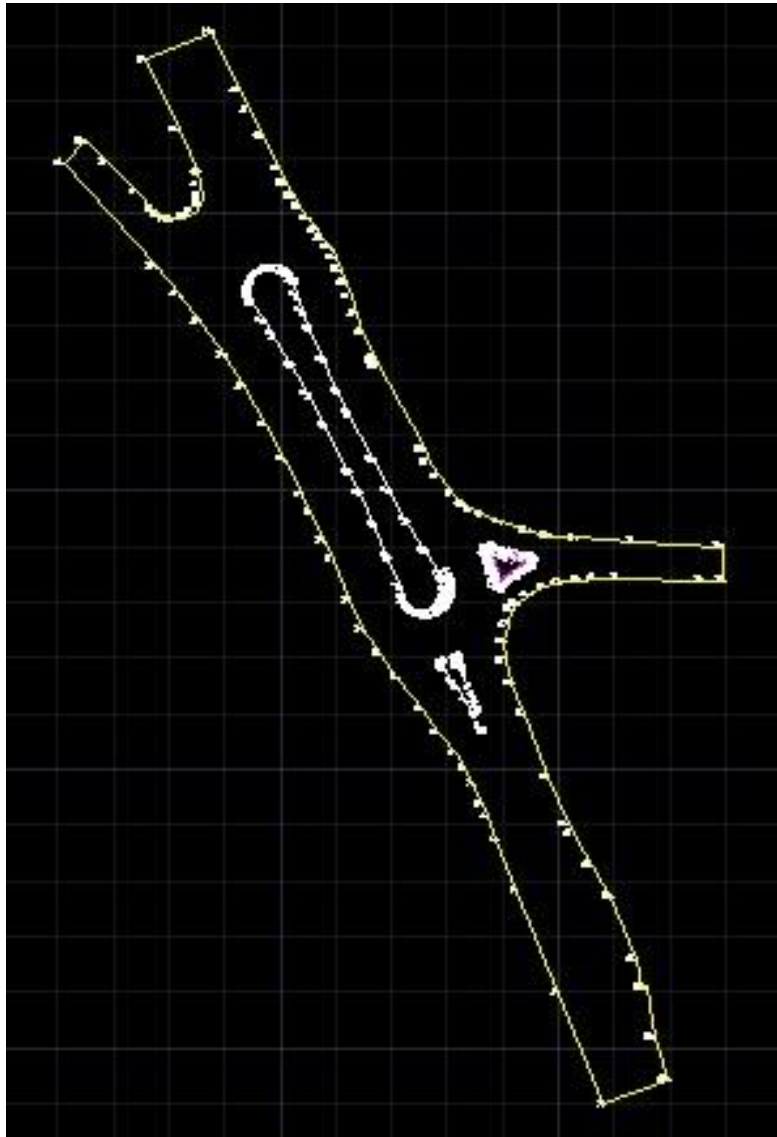


Рис. 3.17 - Обрана територія для обчислення площі

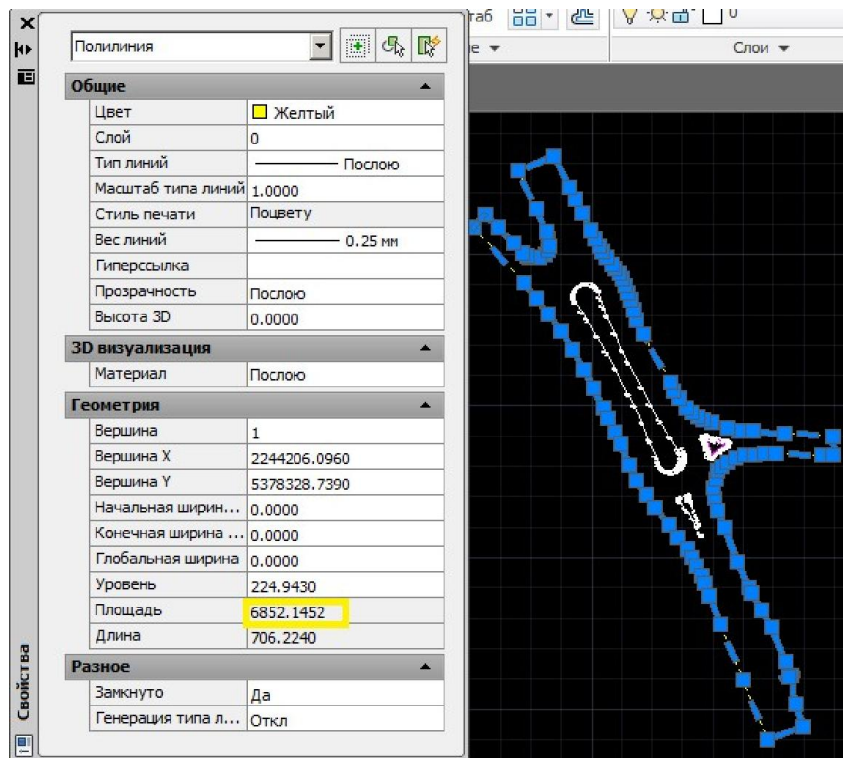


Рис. 3.18 - Отриманий результат площі засобами AutoCAD

Для визначення площі в польових умовах доцільно використовувати програмне забезпечення контролера, що дозволяє отримати відповідний результат не відлучаючись від проведення робіт – 6163,70 м², площа без врахування допоміжних елементів розмітки.

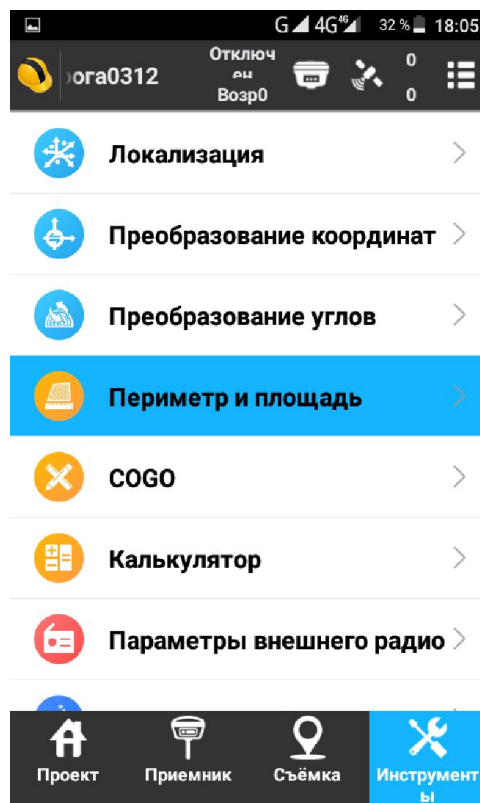


Рис. 3.19 - Вигляд головного вікна SurvX

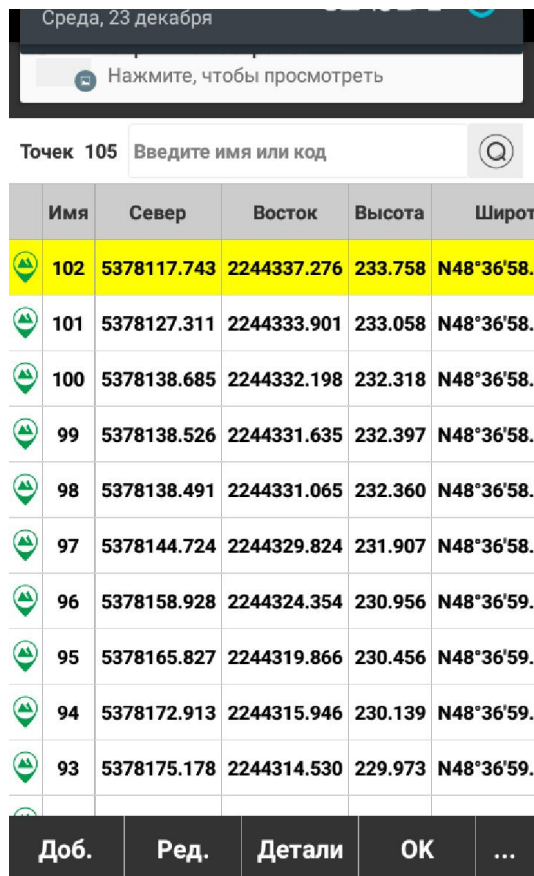


Рис. 3.20 - Вибір зазначених точок для обчислення площі

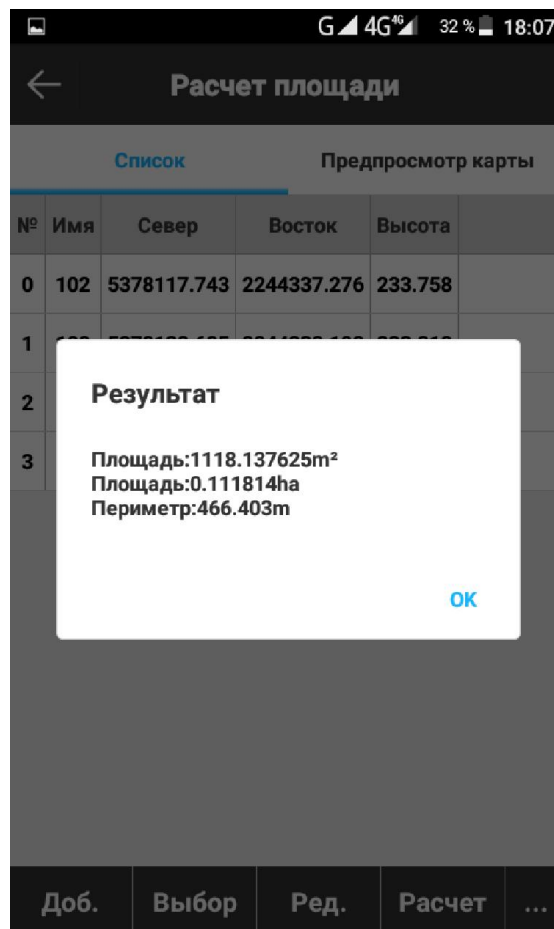


Рис. 3.21 - Довільний триманий результат обчислення

Враховуючи отримані результати та камеральну підготовку для розмічування осей лінійних споруд та окремих пікетажів, варто відмітити її важливість в досягненні найвищої якості виконання робіт. Камеральний етап слугує умовною перевіркою всіх отриманих картографічних матеріалів та проєктованих на його основі, що визначають реальну дійсність отриманих результатів.

ВИСНОВКИ ДО 3-ГО РОЗДІЛУ

Капітальний ремонт (облаштування) кільцевого одноповерхового транспортного вузла, малого діаметра центрального острівця, виконано на дорозі загального користування державного значення М – 19 Доманове (м. Брест) – Ковель – Чернівці – Теремблече (м. Бухарест) на ділянці км 450+000, Чернівецької області.

Для виконання проекту виносу точок та обчисленні площ дорожнього покриття було використано такі прилади, як Trimble C5 2" та GNSS приймач South Galaxy G1Plus, контролер H3 Plus + SurvX.

В процесі камерального трасування було складено схеми трас в масштабах наявних картографічних матеріалів. Для імпорту робочого проекту здійснюють остаточні доопрацювання трас із закріпленням їх елементів, з розбивкою поперечників, пікетних точок через оптимальну відстань відносно довжини лінійної споруди і кругових або перехідних кривих, де це буде потрібно за технічними умовами. Загальна кількість винесених пікетажів становить близько 180 одиниць.

На всіх наступних етапах роботи основою для побудови схем виносів слугував топографічний план траси, що виконаний в масштабі 1:500. Обрахунок планових та висотних характеристик пікетажів основних осей здійснено кваліфікаційним спеціалістом згідно встановлених вимог щодо будівництва автошляхів.

Було вилучено просторові координати із програмного забезпечення Digitals та побудовано абрис виносу основних осей для якості контролю робіт. Також, для подальшої роботи використовувалось програмне забезпечення AutoCAD 2020 та додатковий модуль TopoMap 7.4.

Розрахунок площі асфальтованого покриття та узбіч здійснювався на останньому етапі будівництва, він слугував контролем виконання робіт, як і розмічувальних так і визначав дотримання проектних вказівок.

Враховуючи отримані результати та камеральну підготовку для розмічування осей лінійних споруд та окремих пікетажів, варто відмітити її важливість в досягненні найвищої якості виконання робіт.

ВИСНОВКИ

Інженерно-геодезичні вишукування щодо реконструкції автошляхів на всіх етапах будівництва, і особливо в остаточному повинні проводитися з максимальною точністю. Точність окремих процесів геодезичних вимірювань значною мірою залежить від відповідності побудови осей та лінійних елементів на етапі проектування, а також від якості формування існуючої дороги та геометричної схеми її вимірювань. Запропоновані методи розмічування можуть бути використані для визначення та оновлення допусків геометричних параметрів та вимог щодо точності геодезичних робіт на різних етапах дорожнього будівництва в різних геодезичних технологічних схемах та ряді інших завдань, пов'язаних з визначенням існуючих геометричних параметрів автошляхів.

Прикладним результатом магістерської роботи є контроль капітального ремонту (облаштування) кільцевого одноповерхового транспортного вузла, малого діаметра центрального острівця, виконано на дорозі загального користування, державного значення М – 19 Доманове (м. Брест) – Ковель – Чернівці – Теремблече (м. Бухарест) на ділянці км 450+000, Чернівецької області.

Позитивне зниження інвестиційних витрат при проектуванні лінійних споруд можливе за рахунок оптимізації будівництва та будівельних рішень. Для досягнення цієї мети необхідно розглянути альтернативи просторовому положенню майбутньої структури. Таким чином, основою процесу інженерних досліджень є створення геоінформаційного середовища у вигляді просторово-інформаційних моделей, які виводяться з топографічних карт та цифрових карт у різних масштабах. Невід'ємною частиною цього дослідницького процесу є взаємодія об'єктів із САПР. Враховуючи результати магістерської роботи та перспективні напрями ГІС для підтримки проектування лінійних споруд, зумовлюють вважати актуальність даного напрямку для проведення майбутнього детальнішого дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. GNSS прийомник GALAXY G1. Руководство пользователя. – Харьков: ООО "Є.П.С.", 2000. – 38 с.
2. Баран П. І. Інженерна геодезія: Монографія / П. І. Баран. – Київ: ПАТ «ВІПОЛ», 2012. – 618 с.
3. Білятинський О. А. Інженерно-геодезичні роботи при будівництві автомобільних робіт / О. А. Білятинський, В. І. Кузьмін. – Київ: НТУ, 2001. – 192 с.
4. Войтенко С. П. Інженерна геодезія / С. П. Войтенко. – Київ: Знання, 2009. – 557 с.
5. Войтенко С.П. Інженерна геодезія: підручник / С.П. Войтенко. – 2-ге вид., випр. і допов. – Київ: Знання, 2012. – 574 с.
6. ДБН В.1.3-2. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 69 с.
7. Электронный тахеометр Trimble C5. Руководство по эксплуатации.. – 39 с. – (Редакция В).
8. Зуска А.В. Інженерна геодезія: навч. посіб. /А.В. Зуска; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т – Дніпро: НГУ, 2016. – 209 с.
9. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКНТА 2.04-02-98). – Київ., 1999. – 155 с.
10. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD
11. Піндус Б. І. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ / Б. І. Піндус, В. В. Гончаренко. – Горлівка: ДонНТУ, 2013. – 244 с.
12. Ранський М. П. Інженерна геодезія: Конспект лекцій / М. П. Ранський. – Чернівці: Червона Рута, 2006. – 84 с.

13. Рощенко Е.М. Руководство по использованию географической информационной системы (ГИС) для национальных контактных точек / Е.М. Рощенко, И.Ф. Беглов. Ташкент : НИЦ МКВК, 2009. - 40 с
14. Споруди транспорту. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-4:2007. [Чинні від 2008-03-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2007. - 91 с. - (Державні будівельні норми України).
15. Тартачинський Р. М. Основи інженерної геодезії. Навчальний посібник для студентів напрямку "Геодезія, картографія та землевпорядкування" / Р. М. Тартачинський., 1995. – 200 с.

ДОДАТКИ

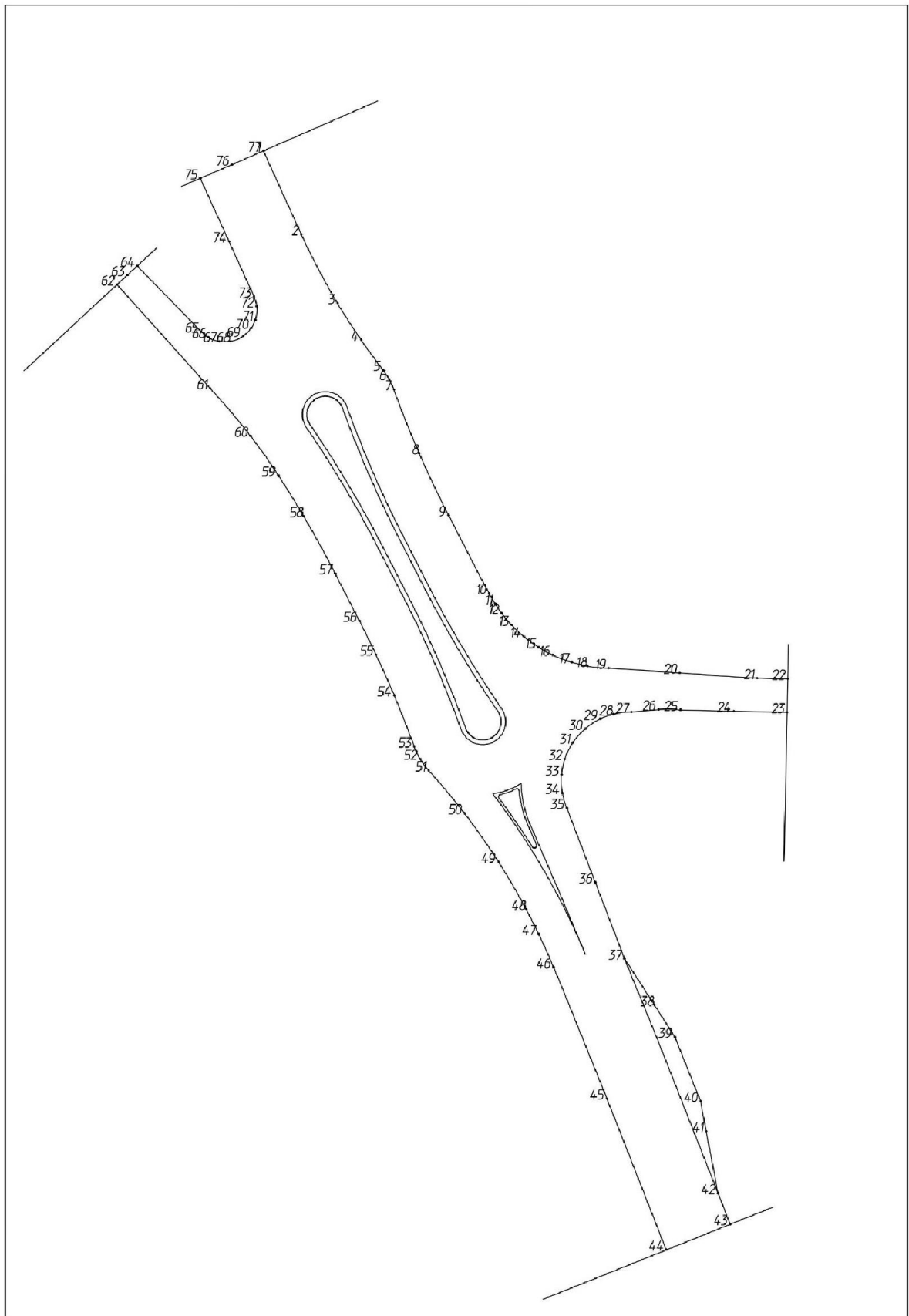


Схема пікетажних точок краю проїжджої частини дороги

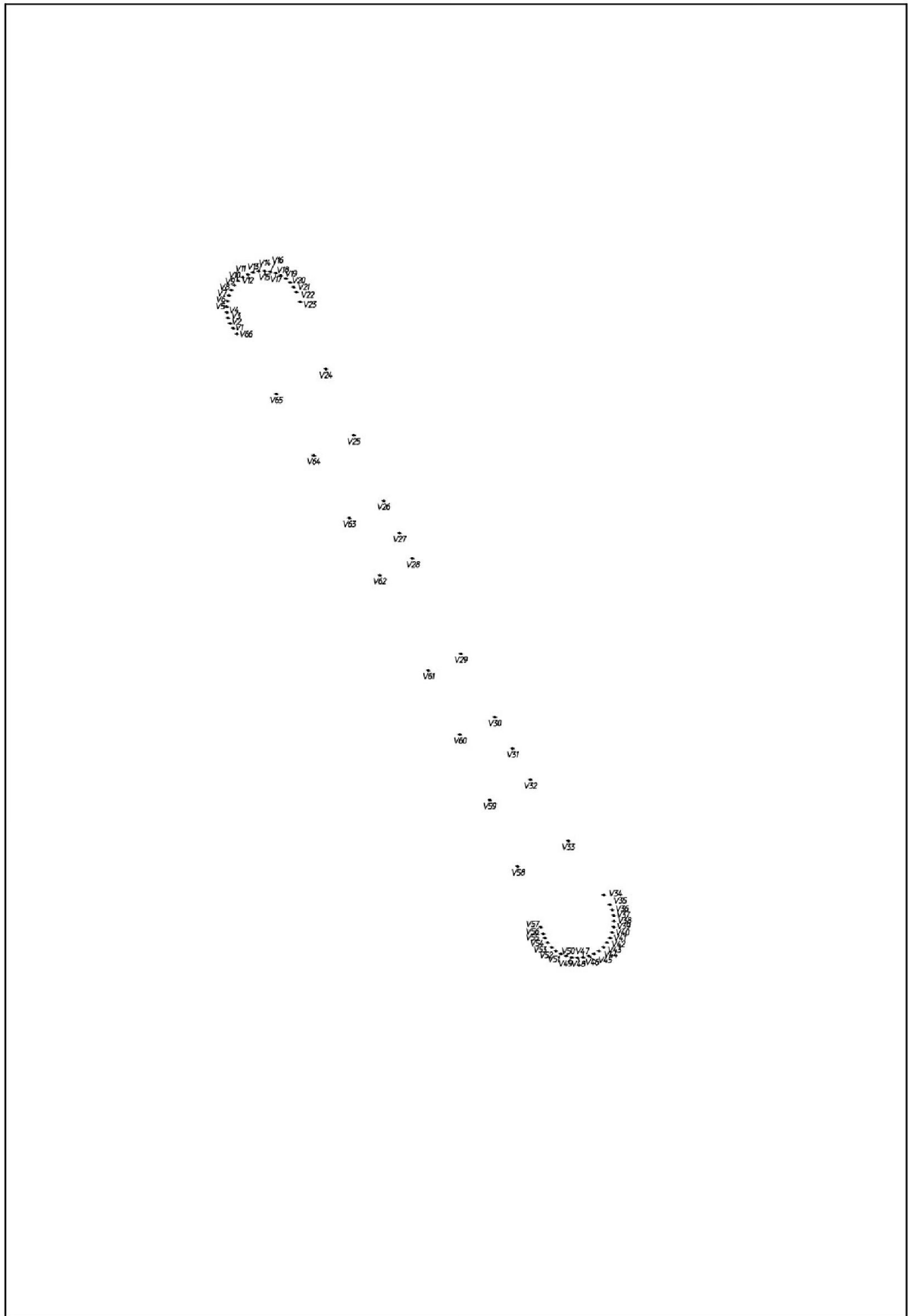


Схема пікетажних точок кругового перехрестя - «островка»

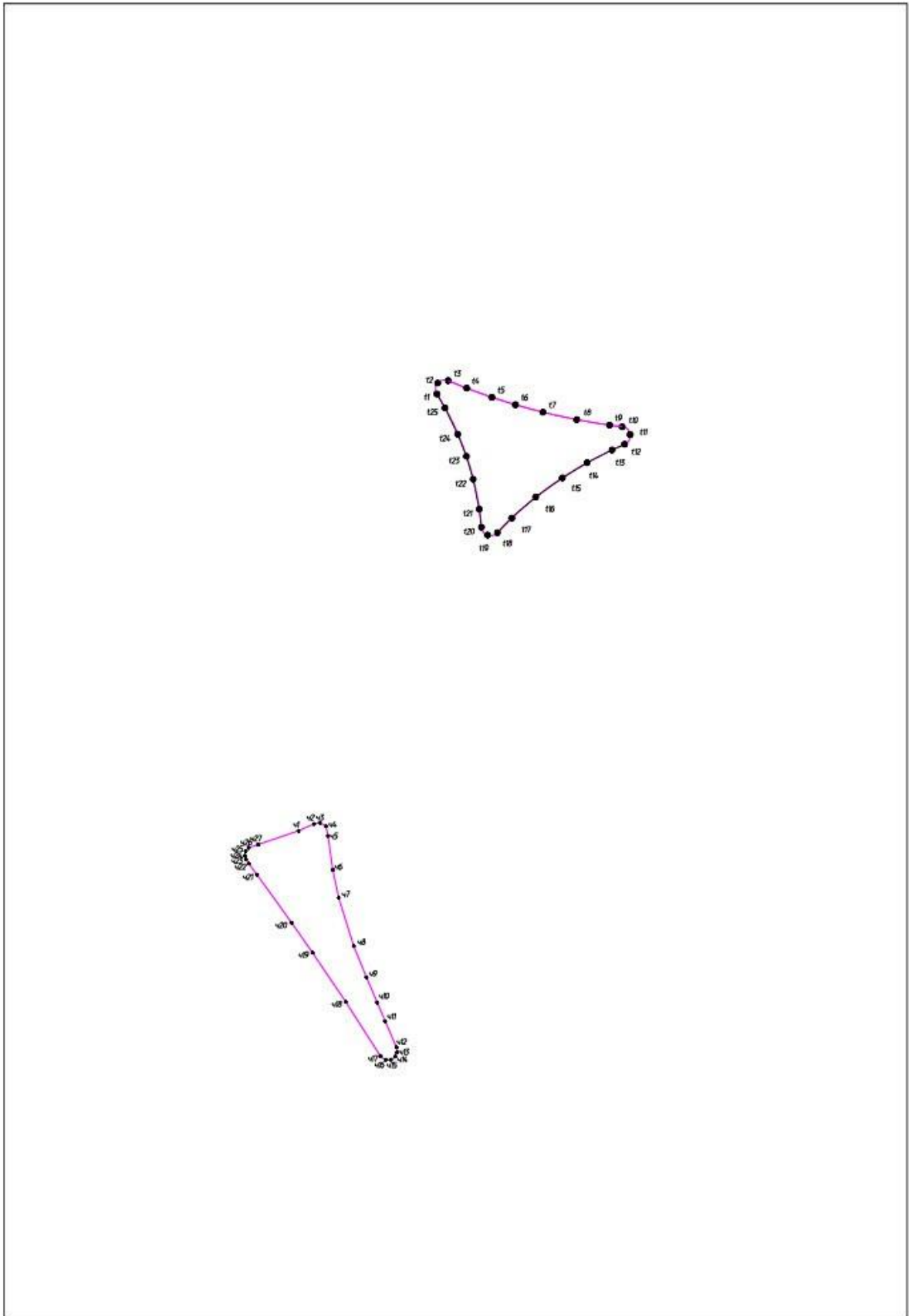


Схема пікетажних точок трикутників – «островків»

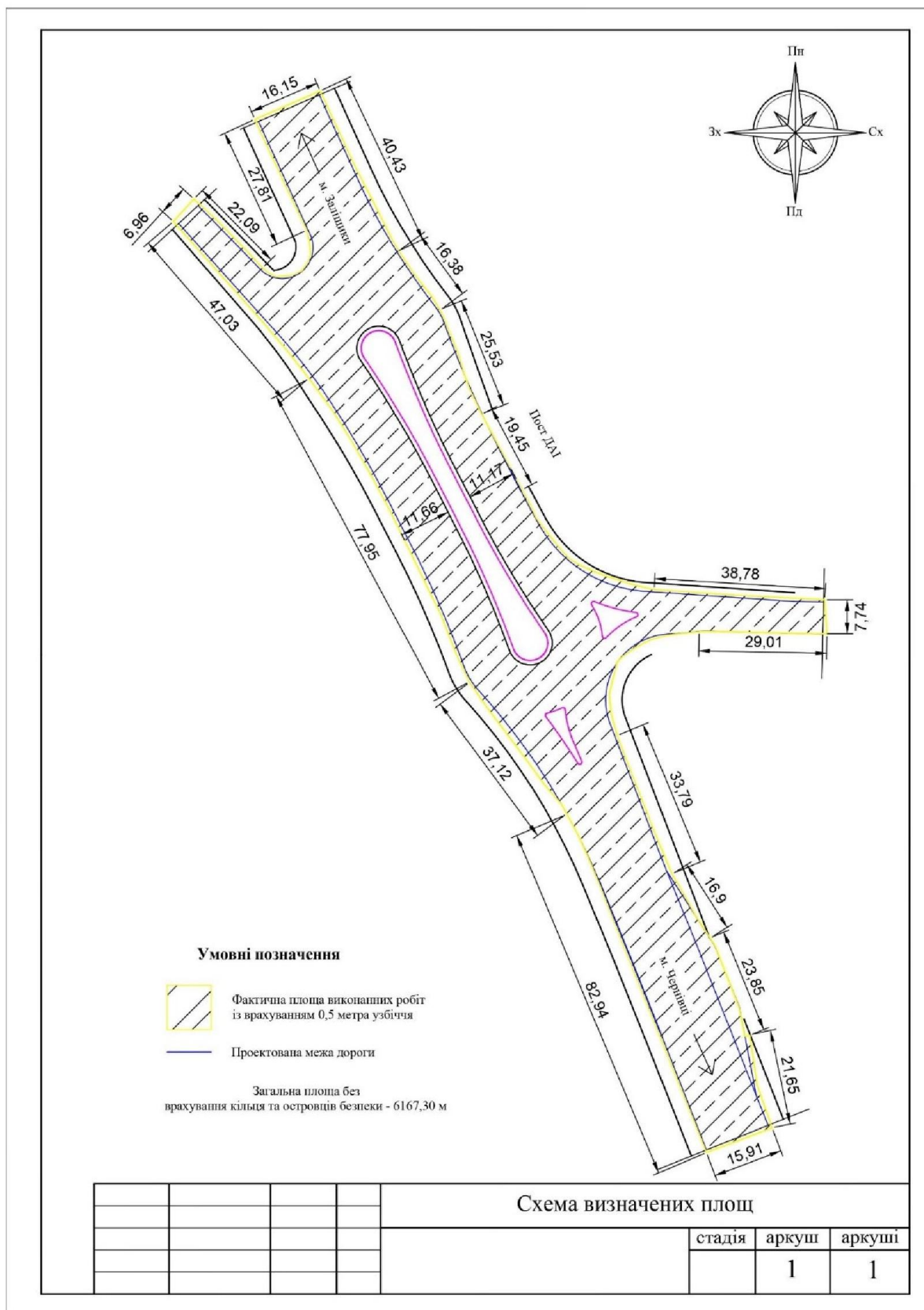


Схема визначення площі дороги державного значення М – 19 Доманове (м. Брест) – Ковель – Чернівці – Теремблече (м. Бухарест)