

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

**«ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ
АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ 3D КАДАСТРУ
НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ» (НА ПРИКЛАДІ СМТ.
КОЗОВА)**

Дипломна робота

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Виконав: студент VI курсу, 628 групи
Спеціальності: 8.193 – «Геодезія та землеустрій»
Спеціалізації: «Геодезія»
НЕЧИПОРУК Володимир Григорович

Керівник: асистент кафедри геодезії, картографії та
управління територіями, к. г. н.,
ДАРЧУК Костянтин Вікторович

До захисту допущено:

Протокол засідання кафедри № ____

від “__” _____ 2019 року

Зав. кафедри _____ проф. Сухий П. О.

Чернівці – 2020 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ ТА ПЛАНІВ.....	6
1.1. Картографічні твори, як моделі сприйняття дійсності. Основні способи складання карт та планів	6
1.2. Основні принципи генералізації зображень	11
1.3. Особливості генералізації картографічної інформації на топографічних картах та планах.....	15
Висновки до розділу 1	27
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОМУ КАРТОГРАФУВАННІ.....	28
2.1. Огляд основних геоінформаційних програмних продуктів, основне їх призначення та особливості використання	28
2.2. Функціональні можливості ArcGIS в контексті картографування	32
2.2.1. Огляд можливостей та інтерфейсу продукту ArcMap	33
2.2.2. Функціональні можливості продукту ArcScene.....	37
Висновки до розділу 2	40
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ БАЗОВИХ ТА ТЕМАТИЧНИХ ШАРІВ НА ТЕРИТОРІЮ СМТ.КОЗОВА ...	41
3.1. Загальна характеристика населеного пункту	41
3.2. Збір та систематизація первинної інформації	44
3.3. Формування шарів та бази даних при оновленні топокарти масштабу 1:10 000	47
3.4. Формування шарів та бази даних при оновленні топоплану 1:2 000	59
Висновки до розділу 3	66

РОЗДІЛ 4. МЕТОДИКО-ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ 3D-КАДАСТРУ НА ТЕРИТОРІЮ СМТ.КОЗОВА.....	67
4.1. Редагування та доповнення атрибутивних даних 3D моделей оновлених топографічних карт та планів	67
4.2. Можливості продукту ArcScene при редагуванні створених 3D моделей.....	79
Висновки до розділу 4	89
ВИСНОВКИ.....	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	93

ВСТУП

Актуальність теми. Створення тривимірних моделей забудованої території в останній час стає все більш популярним заняттям багатьох ГІС – спеціалістів. Тривимірні моделі міст створюються вже протягом більше десяти років. Окрім привабливої візуалізації графічних об'єктів 3D моделювання дозволяє розміщувати і закріплювати елементи в будь-якій системі координат з масштабною адаптацією.

Важливим фактором створення 3D моделей забудованих територій є аналіз тривимірного розташування об'єктів місцевості з подальшим прогнозуванням та проектуванням нових будівель та споруд. При будівництві споруд і прокладанні комунікацій можна зіткнутися з видами робіт де буде потрібна цифрова (об'ємна) модель території, яка включає у себе не лише рельєф, а й будівлі, споруди, насадження, дорожню мережу, тощо.

Метою магістерського дослідження є створення та конвертація 2D шарів топографічної карти (М-35-87-В-б-3) і плану (5-А) у тривимірні об'єкти.

Виходячи із мети проектування, були поставлені та вирішені наступні завдання:

- 1) опрацювання теоретико-методологічних засад складання топографічних карт та планів;
- 2) проведення загального опису місцевості на якій здійснюється проектування;
- 3) аналізу наявних матеріалів, що покривають територію на якій здійснюється проектування;
- 4) оновлення картографічної інформації на території, яку покриває дана топографічна карта;
- 5) створення цифрової моделі рельєфу;
- 6) конвертування 2D шарів у тривимірні об'єкти у програмному модулі ArcScene.

Об'єктом дослідження виступає територія, що покривається відповідним аркушем плану 1:2 000 та топографічної карти 1:10 000 (смт.Козова) в контексті топографічного картографування.

Предметом дослідження є створення тривимірної моделі території дослідження.

Методи дослідження. У дослідженнях використовувалися такі методи: методи опису та геоінформації; картографічні методи; методи дешифрування; методи векторизації; узагальнення контурів; поєднання контурів; показ об'єктів з перебільшенням, методи ГІС-картографування для виявлення особливостей генералізації на топографічній карті, методи 3D моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів. На основі створення певної кількості векторних та атрибутивних даних, літературних джерел та опрацювання матеріалів ДЗЗ, нами:

- було створено та оновлено топографічну карту 1:10 000;
- було створено та оновлено план масштабу 1:2 000;

Набуло подальшого розвитку:

- прикладні аспекти створення 3D моделей на територію дослідження;
- наповнення бази 3D моделей атрибутивними даними.

Обсяги та структура магістерської роботи. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, списку використаних джерел, висновків. Обсяг магістерської роботи складає 96 сторінок. Список використаних джерел включає 33 найменування.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ ТА ПЛАНІВ

1.1. Картографічні твори, як моделі сприйняття дійсності. Основні способи складання карт та планів

Картою називається зменшене умовне зображення земної поверхні на площині, побудоване на математичній основі, яке вказує на розміщення, стан і взаємозв'язок різних явищ природи і суспільства. Це визначення карти витікає із змісту самої карти і методів її створення.

Властивості карти:

- математичний закон побудови - використання спеціальних картографічних проєкцій, які дозволяють перейти від сферичної земної поверхні до площини карти;
- знаковість зображення - застосування особливої мови у вигляді картографічних знаків;
- генералізованість карти - узагальнення та відбір зображуваних об'єктів;
- системність відображення дійсності - передача зв'язків і елементів між ними, відображення ієрархії геосистем.

Властивості карти достатньо зрозумілі при зіставленні її з аеро та космо знімками. Вони дають детальний портрет місцевості, але без будь-яких умовних знаків. На знімках територія постає такою, якою є в реальності. Тому роль картографічних умовних символів полягає в тому, щоб створити зрозумілий, якісний, змістовний картографічний твір.

Знаки карти дозволяють передати кількісні та якісні характеристики об'єктів, відображення недоступних погляду людини: рельєфу океанічного дна, будови земної кори на величезних глибинах, наочно продемонструвати те, що не сприймається органами чуття, зміну динаміки процесів, їх рух у часі і переміщення в просторі. Наприклад: атмосферні вихори, потоки, міграції населення. Нарешті, за допомогою умовних знаків на карті можливо

увияти наукові абстракції і розрахункові показники, скажімо, градієнт поля температур або ступінь стійкості природних ландшафтів відносно хімічного забруднення.

Картограф сам вибирає способи і знаки зображення, вирішує, що і як буде продемонстровано на карті. Він проводить узагальнення і відбір об'єктів, визначає, що є принципово важливим для даної карти, і в обов'язковому порядку має бути на ній продемонстровано, а що частково або повністю можна виключити. Поряд з цим укладач карти виходить не тільки з певних наукових правил та інструкцій, а й залучає власні знання, керується власним розумінням суті відображуваного явища і його значущості. Образно кажучи, на знімку представлені лише факти, а на карті ще й наукові поняття, узагальнення, логічні абстракції [3].

Карта і план у топографії поняття ідентичні. Різниця в тому, що карта створюється у більш дрібних масштабах і охоплює значні території з урахуванням кривизни поверхні земної кулі. Топографічна карта – докладна, єдина за змістом, оформленням і математичною основою географічна карта, на якій зображені природні і соціально-економічні об'єкти місцевості з властивими їм якісними і кількісними характеристиками і особливостями розміщення. У той же час, порівняно з планом місцевості, карта має менший масштаб.

Топографічні карти бувають:

- оглядові (1:1000000);
- оглядово-топографічні (масштаб 1:500 000, 1:200000);
- топографічні:
 - дрібномасштабні (1:100 000),
 - середньомасштабні (1:50 000, 1:25 000),
 - великомасштабні (1:10 000) [4];
- топографічні плани (1: 5000, 1:2000, 1:1000, 1:500) [11].

Основними вимогами при складанні топографічних карт є:

- достовірне й повноте відображення на карті стану місцевості на рік створення карти в діючих умовних знаках;
- забезпечення визначення з відповідною до масштаба точністю прямокутних та географічних координат, абсолютних і відносних висот об'єктів місцевості, їх кількісних та якісних характеристик, можливість проводити інші картометричні роботи;
- зведення аркушів карт по рамках за всіма елементами змісту між суміжними аркушами карт одного масштабу;
- узгодженість за основними елементами змісту між аркушами карт суміжних масштабів;
- наочність і зручність в користуванні.

Для отримання зображення невеликої ділянки місцевості поверхню земної кулі на карті поділяють на частини меридіанами через 6° , а паралелями – через 4° . Отримані колонки нумерують арабськими цифрами від 180° меридіана із заходу на схід, а рядки позначають літерами латинського алфавіту від А до Z. Таким чином, на карті на поверхні земної кулі утворюються трапеції розміром 6° по довготі та 4° по широті.

Топографічна карта світу складається з багатьох аркушів. Поділ карти на ці аркуші називається розграфленням. А система, якою їх позначають номенклатура. Вона знаходиться в тісному взаємозв'язку з масштабом карти, так і з її географічним розміщенням.

За основу розграфлення топографічних карт всіх масштабів взято розграфлення й номенклатуру аркушів міжнародної карти масштабу 1:1 000 000. Пояси позначають за буквами латинського алфавіту, починаючи від екватора. Положення аркуша карти мільйонного масштабу в системі позначень, тобто його номенклатура, визначається буквеними позначеннями широтного поясу і номером колони. Спочатку вписують букву поясу, потім через тире номер колони. Розграфлення наступних аркушів карт, крупніших масштабів здійснюється за допомогою паралелей і меридіанів.

Позначаються ці аркуші з додаванням українських великих і малих букв та римських або арабських цифр. Територія, яка зображена на одному аркуші карти масштабу 1:1 000 000, може бути відображена на кількох аркушах карти більшого масштабу.

Так одному аркушу карти масштабу 1:1 000 000 відповідають:

- чотири аркуші карти масштабу 1:500 000, які позначаються великими буквами А, Б, В і Г;

- дев'ять аркушів карти масштабу 1:300 000, які позначаються римськими цифрами I, II, ... , IX, що пишуть перед номенклатурою аркуша мільйонної карти;

- 36 аркушів карти масштабу 1:200 000, які позначаються також римськими цифрами, приклад номенклатури аркушів цієї карти М-35-ХІХ;

- 144 аркуші масштабу 1:100 000, які позначаються арабськими цифрами від 1 до 144.

Аркушеві карти 1:100 000 відповідають чотири аркуші карти масштабу 1:50 000, які позначаються початковими буквами українського алфавіту А, Б, В, Г. Аркушеві карти 1:50 000 відповідають чотири аркуші карти масштабу 1:25 000, які позначаються малими буквами українського алфавіту а, б, в, г. Аркушеві карти масштабу 1:25 000 відповідають чотири карти масштабу 1:10 000, які позначаються арабськими цифрами 1, 2, 3 і 4; аркушеві карти масштабу 1:100 000 відповідають 256 аркушів плану масштабу 1:5 000, аркуші якого позначають арабськими цифрами від 1 до 256, що пишуться в дужках, наприклад М-35-73-(256). Аркушеві плану масштабу 1:5 000 відповідають дев'ять аркушів плану масштабу 1:2 000, які позначаються малими буквами українського алфавіту (а, б, в,..., и), наприклад М-35-73-(256-а). Нумерація аркушів карт будь-якого масштабу (цифрами або буквами) завжди виконується зверху вниз і зліва направо. Номенклатуру аркушів топографічних карт записують над верхньою рамкою карти. Поряд з

номенклатурою в дужках пишеться назва найбільшого населеного пункту, розміщеного в межах даної трапеції.

Плани не враховують спотворення землі і виконуються в більш крупних масштабах від 1:5000 до 1:500. Топографічний план – це картографічне зображення на площині в ортогональній проекції у великому масштабі. Вони призначені для розробки генеральних планів, технічних проектів і робочих креслень при забезпеченні будівництва інженерних споруд, промислових об'єктів різного призначення, населених пунктів і т.д.

Виготовляють топографічні плани переважно шляхом зйомок стереотопографічним або комбінованим методами, у важкодоступній місцевості – методом тахеометричного знімання, а останнім часом – методом лазерного сканування. Геодезична основа топографічних планів включає пункти державної геодезичної мережі, мереж згущення і знімальної основи. Координати пунктів геодезичної основи обчислюють в прийнятій системі координат в проекції Гаусса, а висоти – в Балтійській системі висот. При зйомці територій міст, населених пунктів і ділянок площею менше 20 км² застосовують прямокутну разграфку топографічних планів з розмірами рамок 40 x 40 см для масштабу 1:5 000 і 50 x 50 см – для масштабів 1:2 000, 1:1 000 та 1:500.

- На планах зазначається:
- гідрографія (водні об'єкти);
- ґрунт і рослинність;
- рельєф місцевості;
- дорожня мережа;
- інженерні мережі (в тому числі підземні комунікації);
- споруди (із зазначенням поверховості і висотними характеристиками);
- межі ділянок.

1.2. Основні принципи генералізації зображень

Картографічною генералізацією називається вибір головного, істотного та його цілеспрямоване узагальнення з метою зображення на карті тієї чи іншої частини дійсності в її основних, типових рисах і характерних особливостях, відповідно до призначення, тематики і масштабу карти. Отже, із самого визначення генералізації можна зробити висновок про фактори, які мають безпосередній вплив на неї. По-перше - це призначення карти. Тобто, як і для чого вона буде використовуватись. По-друге, генералізація карти залежить від її масштабу. Тобто зі зменшенням його – збільшується розмір території, яку можна зобразити, проте можливість нанести значну кількість картографічних об'єктів із високою деталізацією – знижується. Наприклад розглянемо довідкову та навчальну карту масштабів 1 : 2 500 000 (рис.1.2.1).



Рис.1.2.1. Картографічна генералізація на оглядовій (а) та навчальній (б) картах

На першій карті ми можемо спостерігати, що усі об'єкти зображені докладно і точно, однак на другій карті їх менше, а саме зображення

узагальнене. Тобто, довідкові карти потребують великої кількості інформації і їм властиво бути складними по суті, однак для карт, які використовуються для навчання, відпадає потреба в детальному зображенні тих чи інших об'єктів, тому вони генералізуються, щоб сам твір сприймався легко і її можна було б демонструвати на відстанях [1].

Масштаб карти відіграє важливу роль при відображенні самих об'єктів місцевості. Тобто, коли зростає охоплення площі території, то певні елементи місцевості втрачають своє значення або заважають виділенню загальних властивостей чи закономірностей території картографування, через що з'являється потреба в генералізації даних об'єктів.

Сам процес генералізації топографічних карт та планів здійснюється за такими методами (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

Методи генералізації [5]


Відбір картографованих явищ.	Мета цього методу полягає у обмеженні змісту картографічної інформації необхідними явищами та об'єктами. Це робиться за допомогою цензів, а саме границь відбору елементів різних категорій, які визначаються кількісними чи якісними показниками. Та нормою відбору, що вказує кількість об'єктів, що зберігаються на 1 дм ² площі карти.
Узагальнення кількісних характеристик.	Суть цього методу полягає у переході від неперервної шкали до ступінчастої і далі до укрупнення інтервалів, в межах яких зміна кількісного показника не знайде свого відображення на карті. Наприклад, людність поселень. На топокарті масштабу 1 : 10 000 дано 4 групи сільських поселень – менше 100, 101-500, 501-1 000, більше 1 000, а на карті масштабу 1 : 1 000 000 – 2 інтервали: менше 1 000, більше 1 000 мешканців.
Узагальнення якісних характеристик.	Метод генералізації, що полягає в зменшенні кількості об'єктів певного типу узагальненням їх якісних характеристик. Тобто поєднання об'єктів, що раніше відрізнялися один від одного певними ознаками, в один.

	<p>Мова йде лише про об'єкти одного типу. Наприклад, якщо на крупномасштабній карті можна показати окремо різні ділянки болота, а саме прохідні та непрохідні, то на дрібномасштабній карті розподіл болота по ступеню проходимості відкидається і показується один цілий об'єкт - болото або знак заболоченої місцевості.</p>
<p>Перехід від простих об'єктів до складних.</p>	<p>Як метод полягає у використанні на дрібномасштабній карті одного складного об'єкту, що заміняє певну кількість реальних об'єктів місцевості. Прикладом цього методу є показ у населених пунктах кварталів, тобто поєднання певної кількості будинків в один [2].</p>
<p>Узагальнення контурів.</p>	<p>Метод, за допомогою якого можна зменшити кількість деталей у геометрії об'єктів. Наприклад, на дрібномасштабних картах замість зображення усіх вигинів русла річки показують лиш його загальний вигляд, а при відображенні рельєфу виключають усі дрібні деталі, що зумовлені ерозійними процесами.</p>
<p>Поєднання контурів.</p>	<p>Це один із найскладніших прийомів картографічної генералізації, суть якого полягає у відображенні на карті замість декількох однотипних об'єктів, кожен з яких обмежений своїм контуром в один цілий об'єкт. Наприклад, замість зображення дрібних озер, що розташовані близько один відносно одного їх об'єднують в одне загальне озеро. Але такий метод може привести до невірної сприйняття користувачами даної картографічної інформації.</p>
<p>Відображення об'єктів з перебільшенням.</p>	<p>Застосовується, коли необхідно показати на картографічному творі певні об'єкти або елементи контурів, розміри яких не відповідають для відображення у даному масштабі карти, але їх присутність на карті є надзвичайно важливою. Наприклад, на картах часто з перебільшенням розмірів зображують острови на водоймах, поодинокі невеличкі озера.</p>

Наведені методи картографічної генералізації завжди використовуються в комплексі, для отримання що найкраще збалансованішого картографічного твору з його зрозумілим змістом. При цьому відстежують, щоб у ході самої генералізації не порушувалися просторові зв'язки між різними елементами. Виділення вказаних видів дає можливість чітко уявити можливі шляхи самої генералізації.

1.3. Особливості генералізації картографічної інформації на топографічних картах та планах.

Для виявлення особливостей генералізації на топографічній карті та плані було поставлено такі завдання: здійснення геопросторової прив'язки картографічних творів; створення просторових об'єктів в сеансі редагування методом оцифрування; на основі здійснених завдань виявити особливості генералізації картографічних матеріалів.

Першим етапом нашого проектування є здійснення геопросторової прив'язки даних матеріалів. Вона виконувалась за таким принципом. Спочатку було відкрито доступ до наших картографічних даних за допомогою елемента ArcCatalog . Після чого їм було надано систему координат, у нашому випадку ми використали WGS_1984_UTM_Zone_35N. Усі матеріали було додано в меню шарів, після чого ми безпосередньо почали виконувати саму прив'язку. Здійснювалась вона за такою послідовністю: спочатку ми привязали топографічний план до базової карти ArcMap, після чого його зв'язали з самою картою. Всього було створено 6 точок (рис.1.3.3), які розміщувались по краях та центрі картографічних творів. Загальний вигляд контрольних точок зображено на (рис.1.3.1) [18].

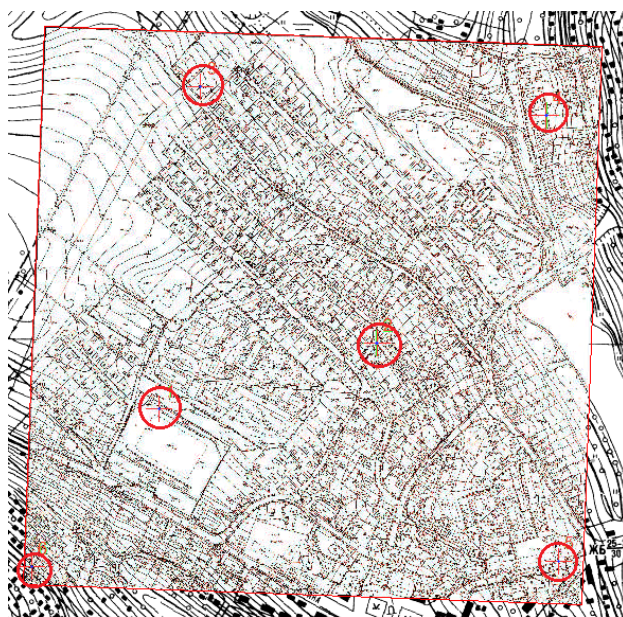


Рис.1.3.1. Розміщення контрольних точок прив'язки

Точки обиралися так, щоб досягти найменшої похибки при виконанні прив'язки (рис.1.3.2).




Link								
Total RMS Error: Forward:0,861747								
Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	993,327462	-2928,016380	364971,768263	5477552,601222	0,952687	-0,0408027	0,95356
<input checked="" type="checkbox"/>	2	2666,337365	-2356,333305	365363,579481	5477672,098318	1,11455	0,851663	1,40269
<input checked="" type="checkbox"/>	3	1223,238693	-416,895456	365045,853949	5478133,347366	-0,242972	-0,0778317	0,255134
<input checked="" type="checkbox"/>	4	3922,095454	-543,549228	365668,020146	5478081,036931	-0,622541	-0,322148	0,700954
<input checked="" type="checkbox"/>	5	4146,083669	-3994,965738	365669,682950	5477278,355638	-0,272309	-0,20757	0,3424
<input checked="" type="checkbox"/>	6	54,014679	-4183,484920	364741,750408	5477268,994661	-0,929415	-0,203309	0,951392

Auto Adjust
 Degrees Minutes Seconds
 Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)
 Forward Residual Unit: Unknown

Рис.1.3.2. Табличний вигляд контрольних точок та їх середньоквадратична похибка



Рис.1.3.3. Точки привязки.

Наступним завданням нашого проектування було створення полігональних , лінійних  та точкових  об'єктів на ниших растрових зображеннях.

Для нашого проектування було оцифровано гідромережу, щоб провести її порівняльний аналіз (рис.1.3.4).

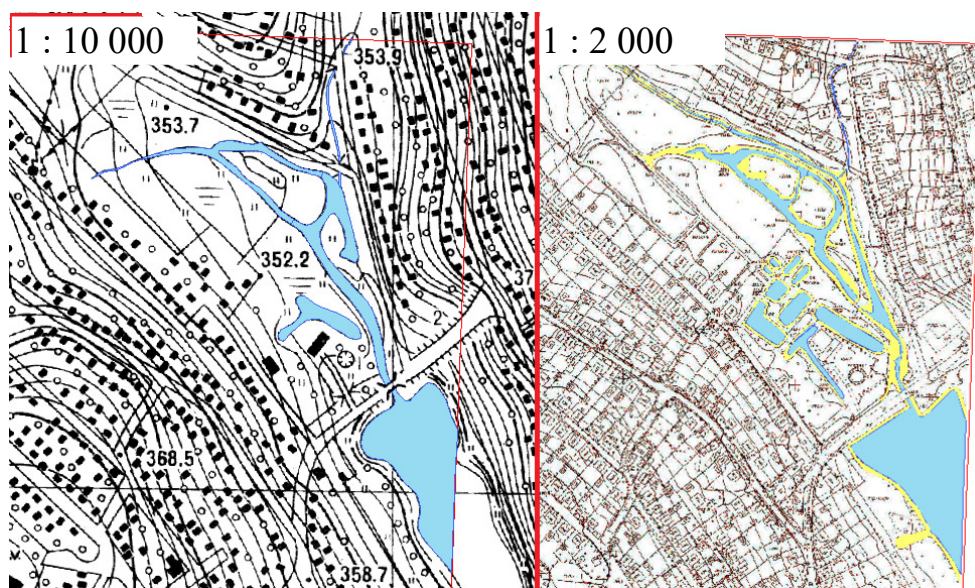


Рис.1.3.4. Зображення гідрографії на топографічній карті та плані

На плані річка Коропець зображена з чітко видимою береговою лінією, досить чітко видно усі дрібні вигини та контури навколо неї. Прилеглі до неї водні об'єкти, а саме риборозблідні ставки також відображені з береговими контурами і мають свої позначення та характеристики. Порівнявши зміст картографічних творів ми можемо спостерігати що при переході від плану до карти було вилучено всю берегову лінію і узагальнено її до простого контура. При збільшенні охоплення території було важко зобразити ставки, що тепер займали прощу менше 1 мм² окремо один від одного, внаслідок чого їх об'єднали одним загальним контуром. Також для повного розуміння ситуації було зображено дані об'єкти на базовій карті програми (рис.1.3.5).

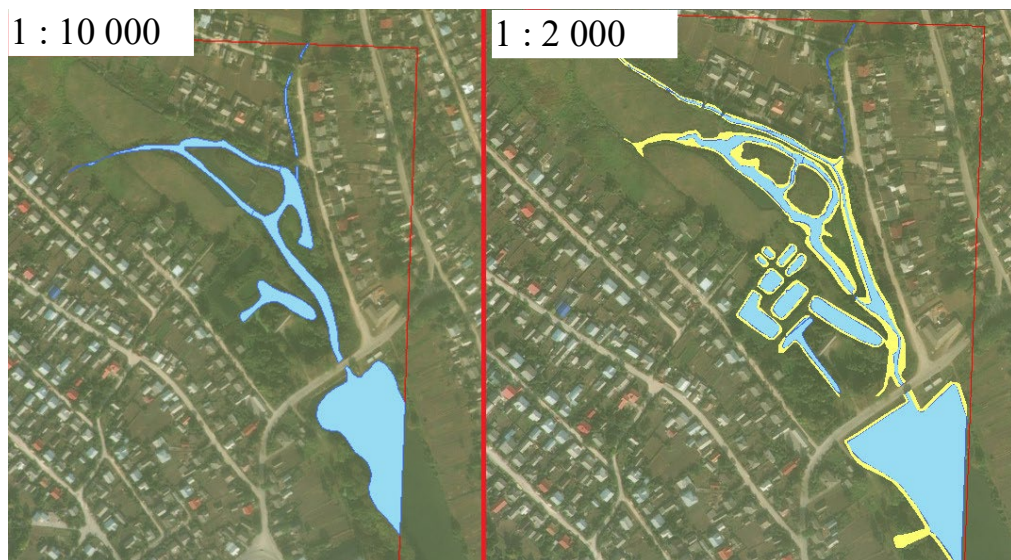


Рис.1.3.5. Зображення гідрографії на базовій карті ArcMap

Розглянемо особливості генералізації будівель та споруд. При узагальненні, на планшеті топографічного плану, лінії кварталів та будівлі відповідають їх загальній конфігурації в натурі та зображуються в масштабі і їм надаються підписи КН, КЖ (рис.1.3.6).

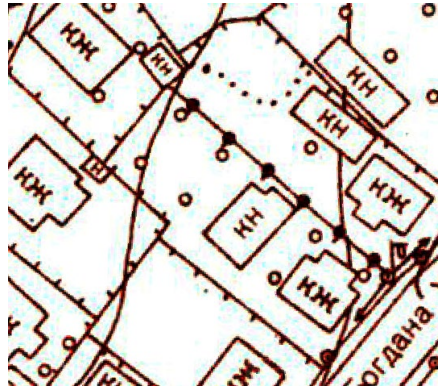


Рис.1.3.6. Зображення будівель на топографічному плані

Роблять це тому, що плани створюють для розробки генпланів селищ і складання проектів детального планування окремих районів міста.

Для того, щоб зобразити ту саму територію на круномасштабній карті відводиться лиш 10x10 см, через що невеликим та складним за своєю конфігурацією будівлям та спорудам надається прямокутний вигляд, після чого їх закрашують у чорний колір для кращого сприйняття та відображення. Звісно, що при зменшенні масштабу усі їх підписи вилучають. За допомогою елемента полігон в ArcMap було здійснено його нанесення на растрові зображення для їх порівняння і кращого розуміння. Щоб покращити сприйняття нанесених полігонів їм було надано червоний колір, який чітко буде відображатись на малюнку і не зливатись з чорними елементами на карті (рис.1.3.7).

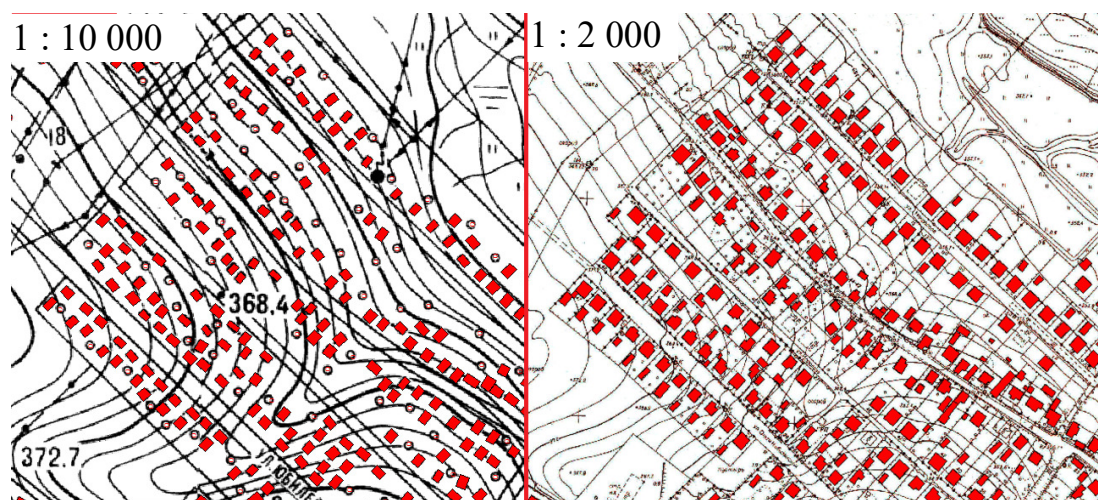


Рис.1.3.7. Зображення будівель та споруд на картографічних творах

Ми можемо спостерігати і таку особливість при відображенні даних об'єктів, як об'єднання будівель, що розташовані близько одна від одної одним контуром на топокарті (рис.1.3.8). Звісно причина у тому, що при збільшенні території важко позначити розмежування таких об'єктів, бо на зображення відводиться менша площа.

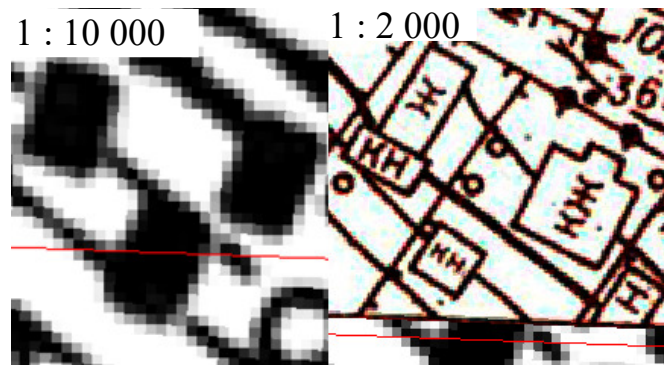


Рис.1.3.8. зображення будівель, що знаходяться близько відносно інших на карті та плані

Важливим компонентом населених пунктів є дорожня мережа. На планах відображають чітко не лише проїжджу частину вулиць, так і прилеглі до них тротуари та заїзди. Підписуються усі вулиці незалежно від їх величини та значення. Однак при переході до топографічної карти відобразити таку величезну кількість інформації на малу площу досить складно, через що більшість заїздів та провулків виключається (рис.1.3.9).



Рис.1.3.9. Зображення дорожньої мережі на карті та плані

Лиш на головних вулицях збереглись назви, відпала потреба у зображенні тротуарів (рис.1.3.10). Самі контури спростили до більш рівних та прямих.

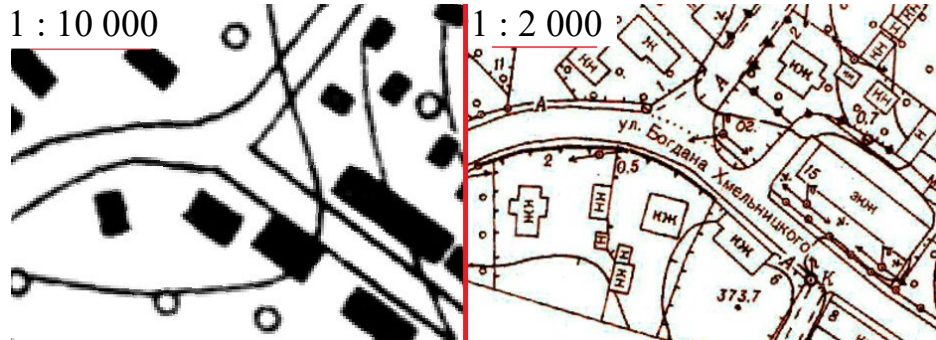


Рис.1.3.10. Генералізація назви вулиці, тротуарів та узагальнення її контурів

Було здійснено аналіз рослинного покриву даної території. На топографічному плані він зображений достатньо густо, дерева та сади зображені майже у кожному дворі. Однак при переході до карти масштабу 1:10 000 рослинність, яка покриває територію стає рідшою (рис.1.3.11). Для зручності умовним позначенням даного шару було надано зелений колір. Внаслідок чого можна якісно порівняти рослинний покрив території.



Рис.1.3.11. Рослинний покрив території на якій здійснюється проектування

Тобто під час складання цієї карти відбувся відбір об'єктів. Після нанесення на план та карту точкового шару було проаналізовано його атрибутивну таблицю та проведено порівняння кількісної характеристики (діаграма 1).

Діаграма 1



Як ми можемо спостерігати різниця між зображуваними об'єктами 1887 елементів. Відображення рослинності на базовій карті програми (рис.1.3.12).



Рис.1.3.12. Зображення рослинного покриву на базовій карті програми *ArcMap*

Позначки висот на топографічних картах та планах є важливим елементом. На обох картографічних творах за допомогою елемента Point панелі інструментів було нанесено усі висоти, як плану (рис.1.3.14), так і карти (рис.1.3.13).

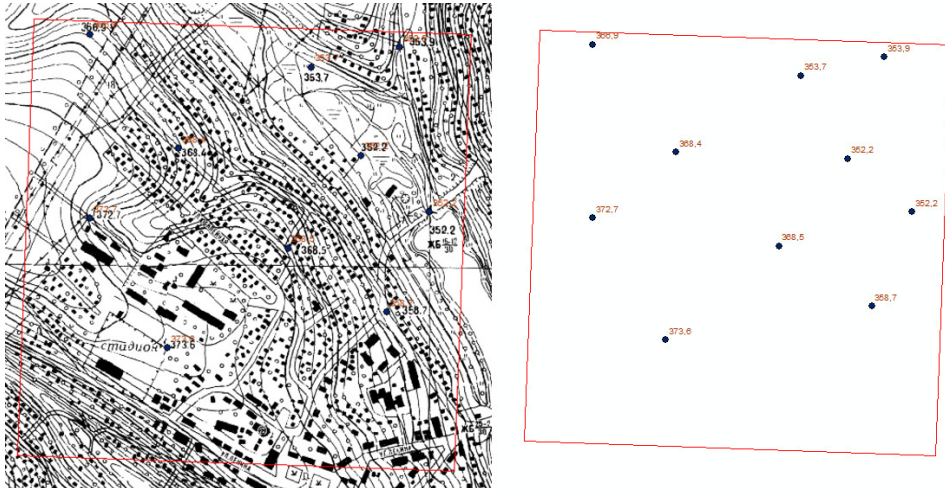


Рис.1.3.13. Зображення відміток висот на топографічній карті

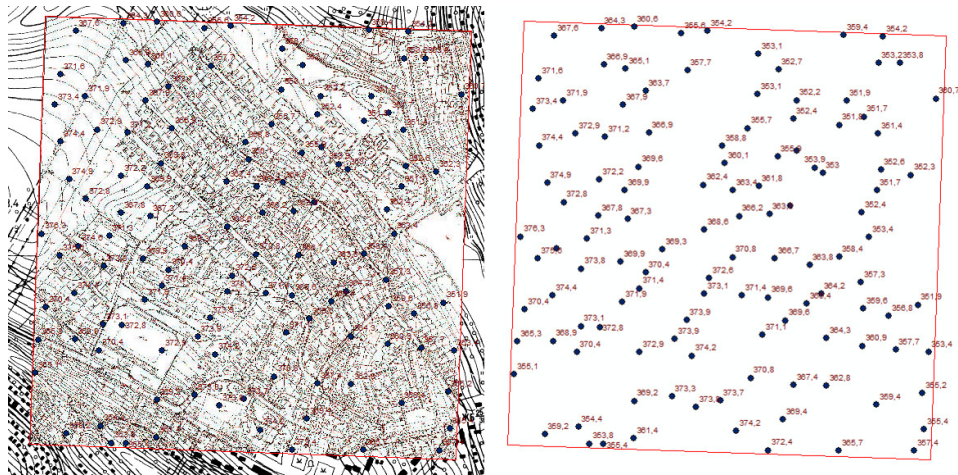


Рис.1.3.14. Зображення відміток висот на топографічному плані

Також було підписано усі висоти, як на карті так і на плані. Аналізуючи атрибутивну таблицю було підраховано кількість нанесених об'єктів, яких на плані зображено 118, тоді як на карті лише 9 (рис.1.3.15).

1 : 2 000				1 : 10 000			
height				height10000			
FID	Shape *	Id	heights	FID	Shape *	Id	heights100
104	Point	0	374,9	0	Point	0	366,9
105	Point	0	372,8	1	Point	0	368,4
106	Point	0	367,8	2	Point	0	372,7
107	Point	0	371,3	3	Point	0	373,6
108	Point	0	374,6	4	Point	0	373,6
109	Point	0	373,8	5	Point	0	358,7
110	Point	0	375,6	6	Point	0	368,5
111	Point	0	376,3	7	Point	0	352,2
112	Point	0	374,4	8	Point	0	352,2
113	Point	0	370,4	9	Point	0	353,7
114	Point	0	373,1				
115	Point	0	365,3				
116	Point	0	368,9				
117	Point	0	370,4				
118	Point	0	355,1				

Рис.1.3.15. Атрибутивна таблиця нанесених точкових об'єктів

Позначки висот є дуже важливими для топографічних планів, тому зображення як найбільшої кількості висот є доцільним для них. Оскільки їх

використовують для розробки генеральних планів, технічних проектів і робочих креслень при забезпеченні будівництва інженерних споруд та промислових об'єктів різного призначення. Однак на топокартах потрібно зображувати лиш ті висоти, які відіграють важливу роль при її читанні, а саме: позначки висот гірських вершин, об'єктів-орієнтирів, тощо. Відображення позначок висот на базовій карті ArcMap (рис.1.3.16).

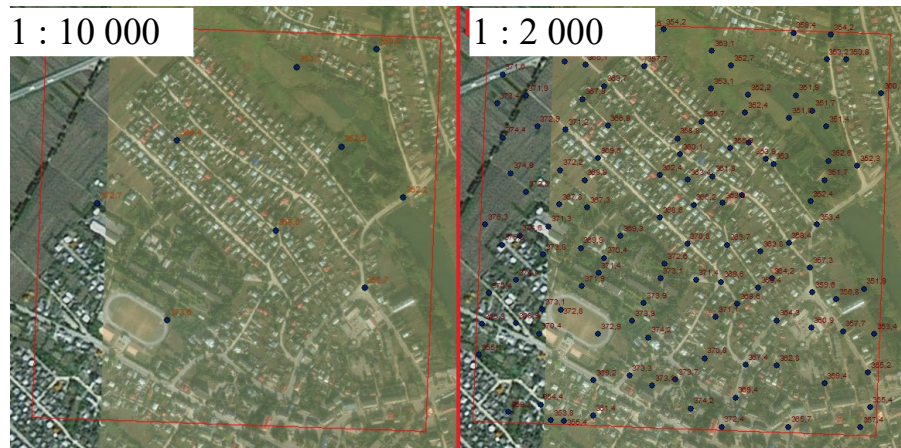


Рис.1.3.16. Відображення висот на базовому растрі програми

Завершальною частиною нашого проекту є відображення однієї із найголовніших ознак топографічних карт та планів, а саме її орографічної поверхні місцевості. Карта та план території на якій здійснюється проектування викреслені з однаковим перерізом рельєфу в 1 метр, проте повнота їх відображення суттєво відрізняється, особливо при сприйнятті мікроформ рельєфу, які майже повністю відсутні на топокарті (рис.1.3.17).

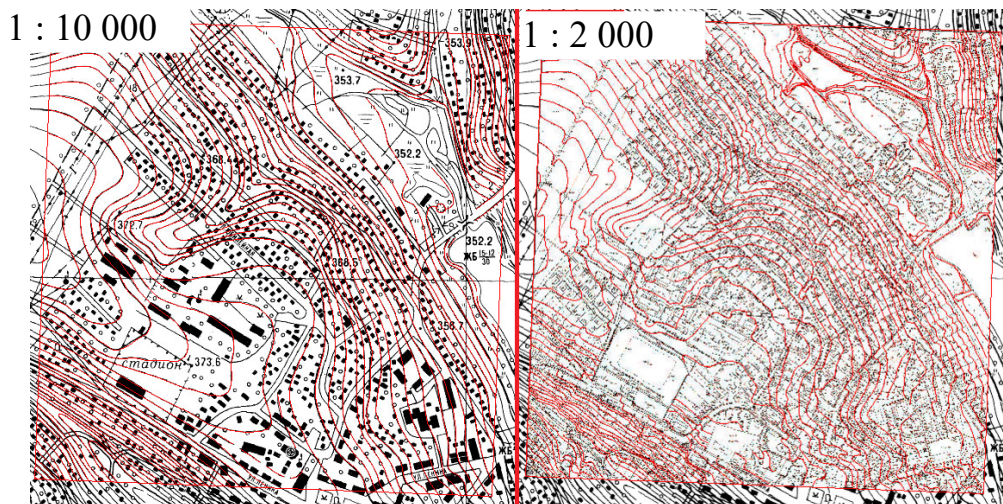


Рис.1.3.17. Зображення векторизованих ізолій на картографічних матеріалах

Для прикладу розглянемо певну частину території, щоб провести її аналіз і зробити висновки щодо їх відмінностей (рис.1.3.18).

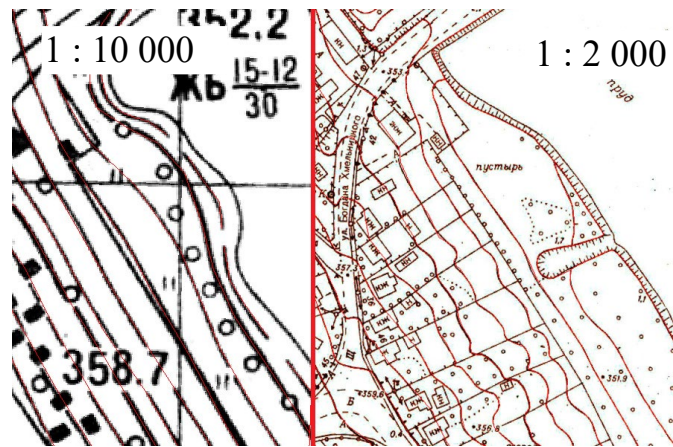


Рис.1.3.18. Частина топографічної карти та плану, які ми обрали для просторового аналізу

Порівнявши два растрових зображення, на які було нанесено лінійні об'єкти, щоб відобразити рельєф місцевості ми можемо спостерігати, що при переході від плану до карти було здійснено узагальнення контурів горизонталей, виключення їх дрібних вигинів, а також невеликого яру, що розташований біля річки. Звісно, що узагальнення відбувається на всій карті, тому орографія на ній відображена більш плавними та рівними лініями.

Також за допомогою активації і деактивації шарів в ArcMap ми можемо відобразити даний рельєф на базовій карті, що буде мати такий вигляд (рис.1.3.19).

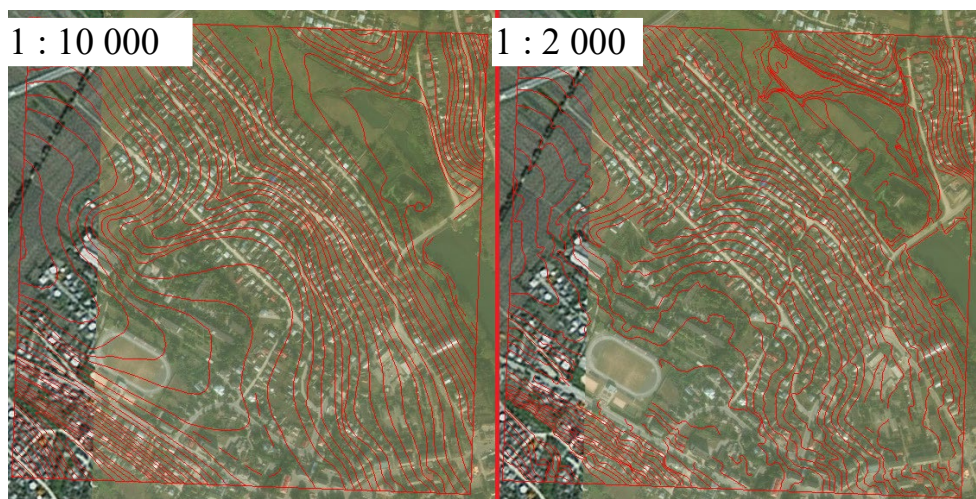
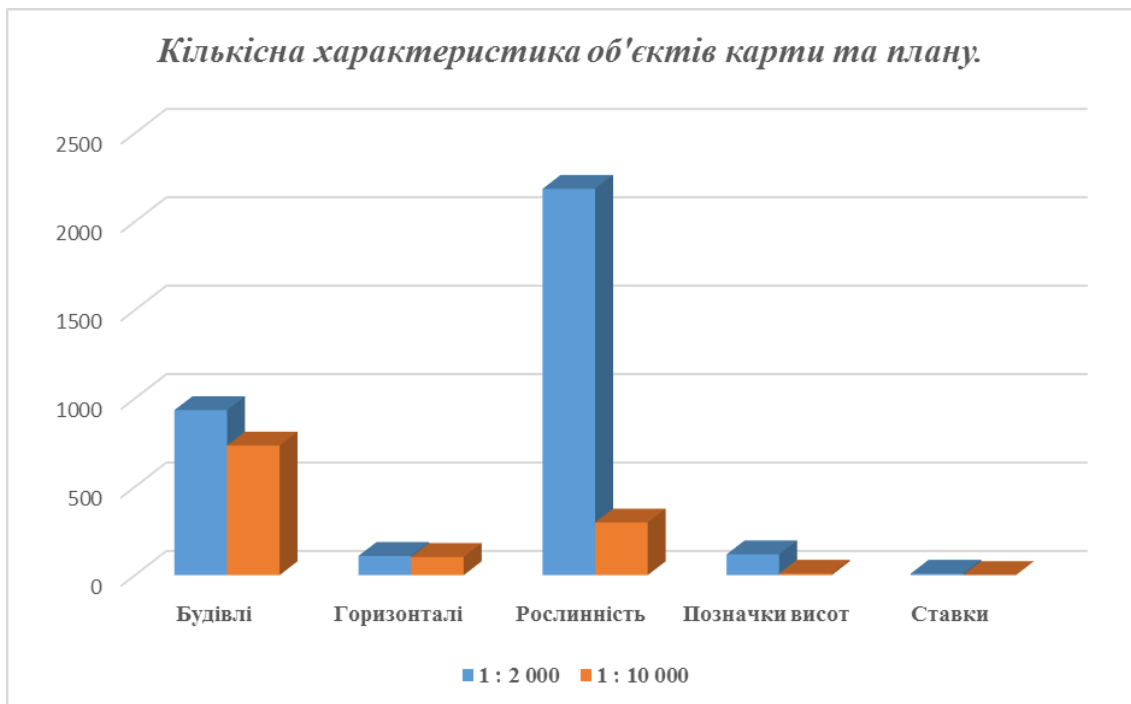


Рис.1.3.19. Зображення рельєфу карти та плану на базовій карті.

Проведемо кількісну характеристику лінійних, полігональних та точкових об'єктів створених нами шарів на карті, щоб зрозуміти, наскільки генералізуються ті чи інші елементи карти. Для цього за допомогою Microsoft Office Excel було вираховано та створено діаграму по таким об'єктам плану та карти як: будівлі, рослинність, горизонталі, точки висот, ставки (діаграма 2).

Діаграма 2



Дані за якими було створено діаграму. Всю інформацію було взято із атрибутивних таблиць створених нами шарів (таблиця 2).

Таблиця 2

Кількісна характеристика об'єктів, що векторизовані на карті та плані

Карти	Будівлі	Горизонталі	Рослинність	Позначки висот	Ставки
План 1:2000	934	109	2185	118	9
Карта 1:10000	733	103	298	9	1

Найбільшої генералізації в даному випадку набув рослинний покрив території на якій проводиться проектування, різниця між нанесенням об'єктів на плані та карті становить 1887 дерев. Також значної генералізації набули позначки висот, оскільки на плані зображено на 109 точок більше. Незначної генералізації набули будівлі, оскільки на плані зображено їх велику і досить точну кількість, але через їх близьке розташування деякі з них об'єднані одним контуром, однак на карті через узагальнення контурів і позначення будівель чорним кольором їх відрізнити не можливо, тому і відбулася їх незначна нестача. Горизонталі хоч і проведені через 1 метр для обох картографічних творів, але через зменшення території горизонталі розміщені більш рідше ніж на карті, і тому з'являється можливість зображення додаткових горизонталей.

Висновки до розділу 1

Отже, у ході магістерської роботи, ми отримали низку висновків, які є підсумком наукового пізнання. Так, ми ознайомились із теоретико-методологічними засадами, щодо складання топографічних карт та планів. Було обрано найголовніші методи та підходи генералізації, за якими здійснювалось виявлення її особливості.

Оскільки основним для карт та планів є їх читабельність і зрозумілість для користувача, завданням картографа є виявлення особливості узагальнення об'єктів, процесів та явищ, які зосереджені на території дослідження. А саме виявлення особливостей генералізації об'єктів дорожньої мережі, гідрографії, тобто узагальнення контурів озер, річок, ставків до більш простого. Будівель та споруд, які у свою чергу використовують метод переходу від більш складних елементів до простіших (об'єднання будівель у квартали), рослинності та рельєфу до яких відноситься об'єднання контурів в один, узагальнення берегової та дорожньої лінії до простого контура та вилучення дрібних мікроформ рельєфу.

РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОМУ КАРТОГРАФУВАННІ.

2.1. Огляд основних геоінформаційних програмних продуктів, основне їх призначення та особливості використання.

Геоінформаційні системи у наш час призначені для фіксації, модифікації, відображенні, редагуванні, створенні усіх видів географічної інформації.

ГІС розподіляють за предметністю інформативного моделювання, наприклад міські чи муніципальні ГІС. Найпоширенішими у свою чергу є земельно-інформаційні системи. За територіальним поділом Геоінформаційні Системи можуть поділятися на глобальні, субконтинентальні, національні (що також розділяють на регіональні, субрегіональні, локальні та місцеві ГІС).

Тому вони використовуються і є ефективними у різних областях, де важливим є знання про розташування і форму тих чи інших об'єктів в просторі. Насамперед ГІС застосовують у таких областях:

- Землекористуванні та кадастрі.
- Природокористуванні та екології.
- Сільському господарстві.
- Транспорті та комунікації.
- Керуванні регіонами.
- Демографії.

Особливостями кожної ГІС є вузуалізація даних про просторові елементи у вигляді електронних карт, зміна зображення об'єкта відповідно від змін його характеристик, масштабування та деталізація растрових зображень картографічних творів. У ГІС використовуються два типи даних, а саме: просторові, тобто позиційні (метричні) та атрибутивні (систематичні). До просторових даних належать характеристики об'єктів, таких як дорожня мережа, водойми, будівлі та споруди, ліси. Об'єкти у свою чергу

поділяються на дві категорії, тобто дискретну (будівлі та територіальні зони) і неперервну – рельєф місцевості. Представлення просторових даних ділиться на два способи:

- Векторний – при якому об'єкти показують за допомогою сукупності геометричних фігур. Найважливішими такими типами є: точки (point), що використовуються для позначення елементів місцевості, для яких є важливим їх точне місце розташування, а не форма чи розміри. Від масштабу карти залежить можливість позначення об'єкту точкою, якщо на великій карті світу усі міста відображають точкою, то на топографічних картах чи планах саме місто буде представлене дуже великою кількістю різноманітних об'єктів. У програмах точкові об'єкти відображаються у вигляді піктограм, що передають тип реального векторизованого об'єкту або різними геометричними фігурами: хрестиками, кругами, квадратами. Полілінії (polyline), що у свою чергу застосовують для відображення лінійних елементів місцевості (дороги, залізничні колії, річки, вулиці, тощо). Допустимість відображення лінійних елементів також залежить від масштабування. Наприклад великі річки можуть відображатись лінійними при дуже дрібних на відміну від крупних, де їх зображують уже просторовим об'єктом. Характерним для поліліній є їх довжина. Багатокутники або полігони – призначені для відображення об'єктів з певною межею чи кордоном. До них можна віднести будівлі, озера, країни, тощо. Характеризуються такі елементи площею та довжиною периметра. Векторні дані можуть описувати безперервні поля величин. Вони зображуються у вигляді ізолінії або контурних ліній. Одним із важливих способів подання рельєфу місцевості є тріангуляційна сітка, вона складається з великої кількості точок з прив'язаними даними (висота). Растрові дані мають набагато більший розмір ніж векторні, тому їх легко трансформувати

і проводити над ними певні бінарні операції. Також ці дані надзвичайно легко перетворювати у растрові, у той час коли це набагато складніше зробити навпаки. Зберігаються ці дані у форматах Shapefile, GeoJSON або просторових розширеннях.

- Атрибутивні дані у свою чергу можуть бути прив'язані до векторних. Наприклад на топографічній карті до просторових об'єктів, що складають будівлі, рельєф, може бути прив'язана висота кожної ізолінії чи тип будівель їх поверхневості, тощо. Саму структуру та типи даних визначає сам спеціаліст. Також тематичні карти будуються за рахунок створених атрибутивних значень, на ній, відповідно, вони будуть позначатись кольорами залежності від шкали кольорів, крапом чи штриховками.

Самі ГІС також можна розділити за їх основними напрямками використання, а саме:

- Універсальні ГІС до яких можна віднести: AutoCAD MAP 3D, MapInfo, ArcGIS Desktop. Дані програми призначені для зберігання, зображення, редагування, аналізу просторових даних. Вони можуть використовуватись як у освіті та управлінні, так і проводити соціологічні, демографічні, політичні дослідження. Найбільш важливими вони є у землеустрої та кадастрі, промисловості, транспорті, армії, тощо. Вихідними даними для таких програм служать: таблиці, обмінні векторні формати, файли Excel, Access, Lout 1-2-3 та текстові.
- САД-системи, при обробці просторових даних: CREDO, GeoniCS, Pythagoras. Дані програми в основному використовуються для обробки даних геодезичних вишукувань та автоматизованого проектування. Вихідними даними є растри картографічних творів, файли електронних тахеометрів (виміри, координати), журнали

польових досліджень з вимірами кутів, ліній та перевищень, координати та висоти вихідних даних, а також робочі схеми.

- Векторизатори, що використовують при створенні та редагуванні карт: Digitals, EasyTrace, MapEDIT, Панорама. Серед основних можливостей таких програм можна зазначити: засоби при редагуванні карт та планів, робота з растрами, завантаження космознімків, зшивка растрових зображень, мережевий режим роботи.
- ГІС для публікації карт в інтернеті WEB-сервери: ArcGIS Server, GIS WebServer. Це по своїй суті серверні додатки, призначені для використання певного виду інформації необмеженим числом користувачів. Наприклад створити web-додаток, з функціональними можливостями певних настільних ГІС.
- Фотограмметричні системи для аналізу даних ДЗЗ: ENVI, ERDAS IMAGINE, INPHO, PHOTOMOD, LeicaPhotogrammetry Suite, ScanEx. Такі програми призначені для візуалізації та обробки даних. Тобто дані програми можуть здійснити повну обробку від ортотрансформування й прив'язки растрового зображення до отримання потрібної інформації і її інтеграції з даними ГІС. До основних функцій таких програм можна віднести: візуалізацію і обробку ДДЗ, обробку мультиспектральних зображень, прив'язку, створення ЦМР на основі стереозображень, обробка даних лідарної та радарної зйомки, Геометрична й радіометрична корекція, калібрування та атмосферна корекція, інтерактивне спектральне та просторове покращення зображень [19][24].

2.2. Функціональні можливості ArcGIS в контексті картографування.

ArcGIS Desktop – це лінія ГІС-продуктів американської компанії ESRI, які призначені для роботи на ПК для самостійного користування чи в якості роботи у корпоративних мережах. Ці компоненти складають системи: ArcView, ArcEditor, ArcInfo. В контексті картографування найчастіше застосовують настільні продукти ESRI, а саме базові програми ArcMap для вирішування картографічних завдань, ArcCatalog, щоб отримати доступ і керування просторовими даними як локально так і за допомогою мережі інтернет, а також ArcToolbox при геообробці просторових даних. Їх об'єднує структура та інтерфейс, але головні відмінності полягають у функціональності, кількості та видах інструментів геообробки і просторового аналізу. Найбільш типовими завданнями для вирішення яких підходить ArcGIS є робота з картами. Тобто можна відкривати документи і працювати з ними, щоб вивчити інформацію, розглядати різні картографічні твори, включати і виключати шари, створювати запити до атрибутивних даних, візуалізувати географічну інформацію. Також за допомогою цих настільних програм можна здійснювати печатання карт різного рівня складності [20].

У свою чергу ArcMap дозволяє автоматизувати роботу з набором баз даних, підтримуючи повне функціонування масштабованого редагування. Ми можемо вибирати шари для редагування карти.

Ця ГІС використовується не тільки для візуалізації, але і для аналізу, що дає можливість запуску моделей чи скриптів геообробки, а також для автоматизації багатьох завдань, тобто створення багатолістих карт, відновлення пошкоджених посилань на дані в наборі документу карти і виконання різних завдань над геоданими.


Для організації баз геоданих і документів а також керування ними використовують вікно Каталогу програми, яке дозволяє організувати всі набори і бази ГІС-даних, документів карти та інші файли.


2.2.1. Огляд можливостей та інтерфейсу продукту ArcMap


Для нашого проектування було обрано програмний продукт ArcGIS, а саме один із його компонентів ArcMap, тому що в минулому уже мав змогу працювати із цією програмою де мені сподобався зрозумілий і легкий для читання інтерфейс панелі інструментів.


ArcGIS - це комплекс геоінформаційних програмних продуктів американської компанії ESRI. Вони застосовуються для земельних кадастрів, в задачах землеустрою, обліку об'єктів нерухомості, систем інженерних комунікацій, геодезії та інших областях.

ArcMap є основним компонентом пакету ArcGIS ESRI програм геопросторової обробки ESRI і використовується, перш за все, для перегляду, редагування, створення та аналізу геопросторових даних. ArcMap дозволяє користувачеві вивчати інформацію в наборі даних, відповідно символізувати їх функції та створювати карти. Це робиться за допомогою двох окремих розділів програми, змісту та фрейму даних.


Перш за все, важливим елементом у нашому пізнанні є прив'язка наявних картографічних матеріалів. При просторовій прив'язці необхідно знайти на зображеннях чітко виражені об'єкти, наприклад перетин доріг або кути будівель. Таким чином, можна бути впевненим, що зв'язок задається для однієї і тієї ж точки, і в растровому шарі, і в вирівняних шарах. Прив'язати можна набір растрових даних, растровий шар з растровими функціями, сервіс зображення або шар мозаїки. Щоб відобразити просторову привязку потрібно в меню програми обрати вкладку *Customize/Toolbars* та активувати елемент *Georeferencing*, після чого вона відобразатиметься на нашій панелі інструментів. На панелі інструментів привязки в елементі шар потрібно обрати растрове зображення для якого потрібно здійснити просторову привязку. Для додавання опорних точок за допомогою яких здійснюється сама привязка на панелі потрібно обрати інструмент *Add control points* . Щоб додати зв'язок потрібно нажати відоме місцеположення в наборі

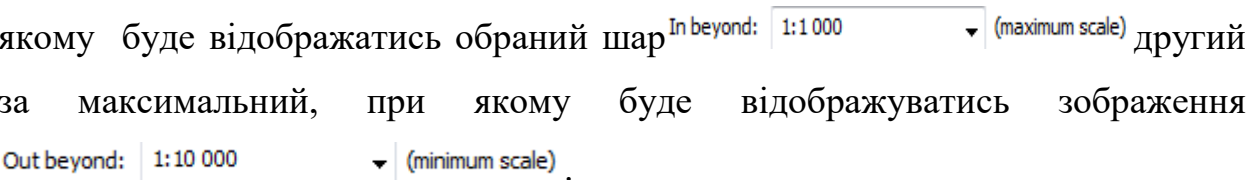
растрових даних і це ж відоме місце в векторних шарах карти. Переглянути список доданих опорних точок можна за допомогою елемента View Link Table . У цьому ж вікні можна переглянути і середньоквадратичну похибку для кожного зв'язку [10].

Щоб зробити використання і оформлення даних зручнішим, можна створювати файли шарів, тому що це надасть змогу на основі бази даних використовувати їх в ArcMap. Для цього потрібно запустити ArcCatalog , підключитись до бази наших геоданих та викликати її контекстне меню, обрати вкладку New та обрати елемент Shapefile. Після чого відкриється діалогове вікно в якому вказується система координат шару, його ім'я та властивості. Що в подальшому дає змогу працювати з лінійними, точковими, полігональними об'єктами. Важливою частиною кожного створеного шару є його візуалізація у вигляді певних символів, так за допомогою контекстного меню шару основою є їх налаштування. Даний продукт надає можливість як створення нових позначень Edit Symbol, так і завантаження нового пакету умовних позначень.

Перед початком роботи з створеними шарами, необхідно відкрити вкладку Editor на панелі інструментів та активувати у відкритій панелі Start Editor, після чого на цій ж панелі потрібно натиснути Create Features , у визваному вікні обираєм потрібний нам шар та інструмент (polygon, line, point) [6], після чого починаємо роботу з шаром. В ArcMap можна створювати велику кількість шарів, вони відобразатимуться на панелі Table of Contents. Присутні там елементи мають назву надану при їх створенні, вікно активації шару чи деактивації , та властивості шару, що дозволяє змінити різні його елементи, такі як масштаб видимості, символи та інше.

Таблична інформація є основою географічних об'єктів, що дозволяє здійснювати візуалізацію, створювати запити та аналізувати наші дані. Таблиці складаються з рядків та стовпчиків. В ArcGIS кожне поле може містити дані одного конкретного типу, наприклад числа, дати чи текст.

Класи цих просторових елементів насправді є просто таблицями зі спеціальними полями, що містять інформацію про геометрію об'єктів. До них відносять поле Shape для точкових, лінійних та полігональних елементів. Інші (ObjectID, Shape) заповнюються і підтримуються в ArcGIS автоматично. Викликати дану атрибутивну таблицю можна як на панелі інструментів самої програми через елемент Attributes  так і через контекстне меню самих шарів за допомогою Open Attribute table.

Відображення шарів в певних масштабах є дуже важливою складовою при роботі де потрібно часто змінювати масштабність тих чи інших шарів. Зазвичай, якщо шар включений на панелі, то його буде видно на карті або сцені. Однак при зменшенні масштабу буває складно побачити дрібні деталі, а при збільшенні масштабу зображення може виявитися занадто грубим. У такому випадку можна відключити шар вручну, це може бути незручним і віднімати багато часу, особливо, якщо карта або сцена містить кілька шарів, або часто міняється масштаб під час роботи. Установка діапазону видимих масштабів (іноді це називають також масштабно-залежним відображенням) допомагає організувати, яким чином шари будуть працювати при різних масштабах. Здійснюється дана операція за допомогою виклику контекстного меню шару для якого задається обмеження в масштабі, та обираємо властивості шару. У відкритому діалоговому вікні обираємо вкладку General і переходимо до Scale Range. В розділі знаходяться 2 елементи за допомогою яких і надають обмеження. Перший відповідає за мінімальний масштаб при якому буде відображатись обраний шар  другий за максимальний, при якому буде відображуватись зображення

Важливим елементом кожної топографічної карти є створення її координатної сітки та рамки самого планшету.

Для цього правою клавішею мишки викликаємо контекстне меню Layers у вікні Table Of Contents, та переходимо у вкладку Grids. Далі

нажимаємо New Grid... та обираємо Measure Grid: divides map into a grid of map units. У полі Grid name вказуємо назву. У полі системи координат, обираємо потрібну нам систему, та у полі Intervals вказуємо 1000 x 1000 метрів. У наступному вікні змінюємо стиль підписів на той, що нам потрібен. Та нажимаємо клавішу Finish [21].

2.2.2. Функціональні можливості продукту ArcScene.

ArcScene є програмою 3D візуалізації, яка дозволяє переглядати ГІС дані в тривимірному зображенні. Також вона дозволяє спів ставляти та з'єднувати багато шарів даних в 3D середовищі. Для розміщення просторових об'єктів, програма використовує дані про висоту об'єктів, отримані з його геометрії, атрибутивних даних, властивостей шару чи заданої 3D поверхні. Не менш важливим фактором є те, що кожен шар може оброблятися окремо від інших. Данні, що мають різну просторову прив'язку, будуть перепроєктовані, чи відображені з використанням тільки відносних координат. *ArcScene* повністю інтегрована в середовище геообробки, що дає змогу використовувати багатофункціональні аналітичні інструменти та функції.

Інтерфейс даного компоненту складається з панелі інструментів, які включають декілька елементів навігації, що використовуються для керування положенням камери та спостерігача. Також вони оптимізують роботу з 3D-зображеннями і даними. У таблиці знаходження є декілька способів відображення шарів: за порядком прорисовування, джерелу чи по можливості проведення вибірки в шарі. Якщо дані будуть порядковими по джерелу, то над шарами буде вказаний шлях. Також при наведенні курсору на інструменти панелі будуть появлятися підказки, за рахунок чого ми зможемо швидко дізнатись його назву і можливості [22].

До загальних завдань, що можна вирішити за допомогою даного продукту, відносяться:

- Створення 3D документу.
- Експорт 3D документу.
- Створення 3D векторних даних.
- Конвертація 2D просторових об'єктів в 3D.
- Відображення об'єктів в *ArcScene*.
- Навігація в 3D.

- Створення 3D анімацій.
- Оптимізація растрових шарів та поверхонь.
- Оптимізація 3D шарів об'єктів-мультипатчів.
- Огляд в стерео режимі.
- Зменшення екстену 3D зображення за допомогою шару.
- Зменшення екстену 3D зображення за допомогою координат.

Для створення просторової моделі необхідно мати інтерпольовану поверхню, представлену у вигляді grid чи TIN.

Щоб створити тривимірну модель, потрібно загрузити модуль ArcScene. Спершу наша карта буде мати вигляд плоскої поверхності (рис. 2.2.2.1).

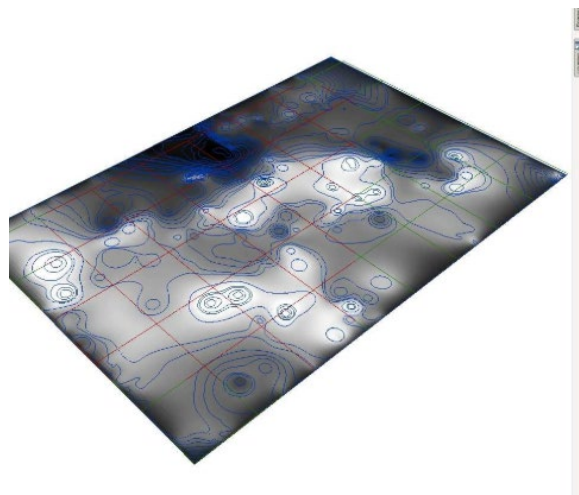


Рис. 2.2.2.1. Відображення ЦМР у програмному продукті ArcScene

Щоб надати 2D поверхні об'ємного вигляду переходимо у властивості шару на вкладку Base Heights. Далі переключаємо галочку на Floating on a custom surface і задаємо масштабний коефіцієнт приблизно від 10 до 20 (залежатиме від самої карти). На вкладці Symbology змінюємо палітру на більш виражену. Після чого ми надамо поверхні 3D вигляду (рис.2.2.2.2).

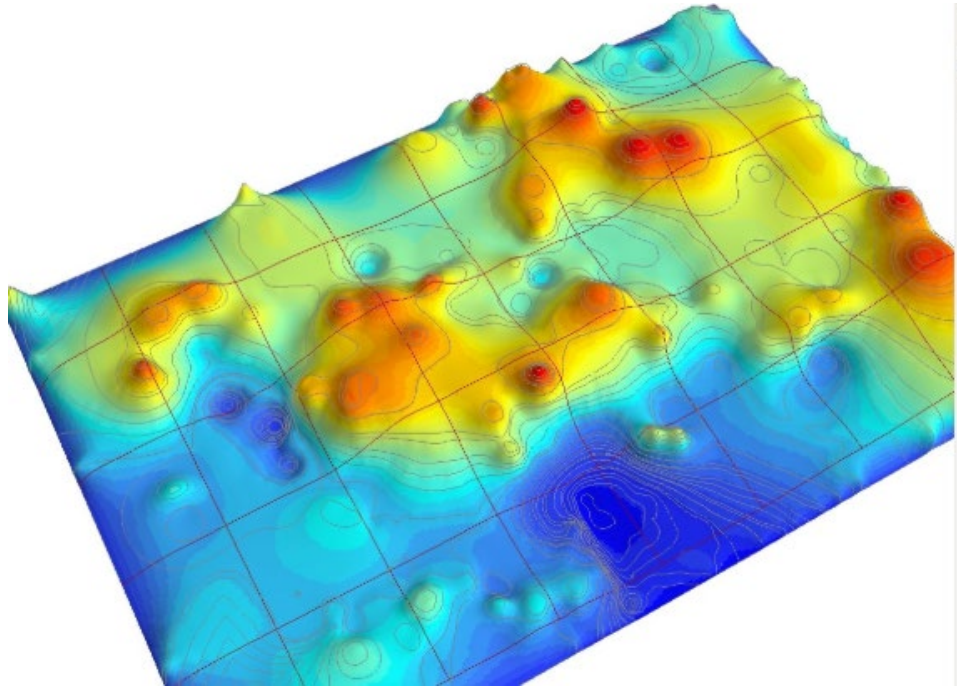


Рис. 2.2.2.2. Створена 3D модель рельєфу

Висновки до розділу 2

Отже для роботи з картографічною інформацією, а також для роботи з растровими даними необхідно відповідально обирати програмне забезпечення у якому буде проводитися дослідження. Для цього основним завданням є опрацювання теоретичних, а також методичних засад ГІС продуктів. У наш час ГІС широко використовується у різних сферах діяльності людини і відповідно кожне має своє основне призначення. При картографуванні і роботі з базами даних потрібно обирати лише той продукт, який максимально дозволить розкрити всі можливості роботи даної програми. Для цього і потрібно максимально оцінити кожен з програм і вивчити її базові можливості, інтерфейс та функціонування.

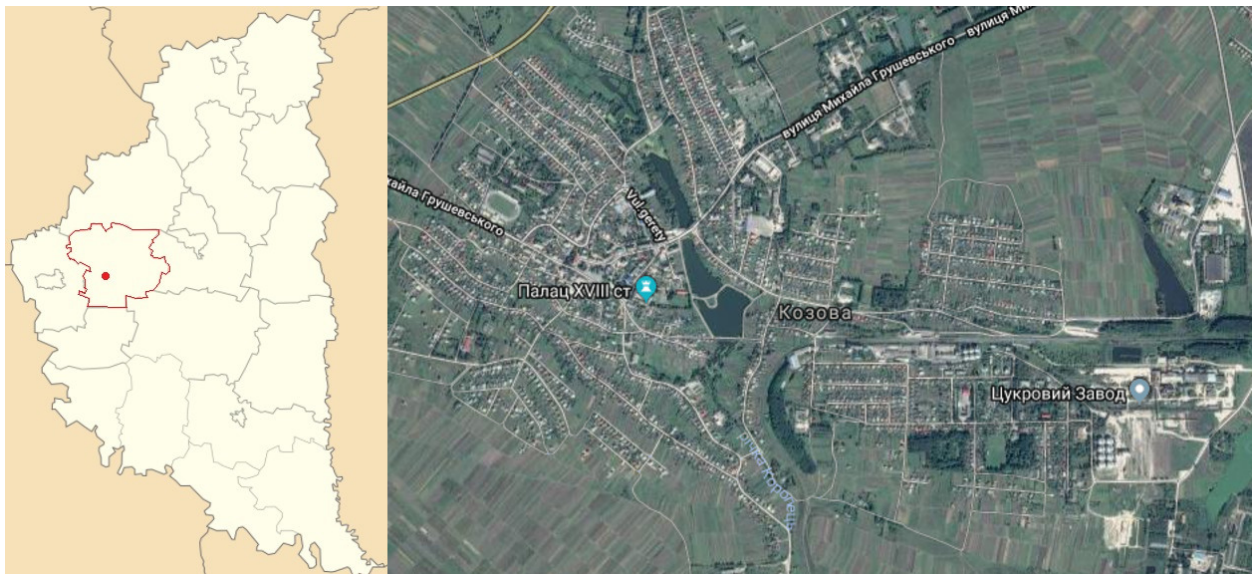
Для нашої магістерської роботи було опрацьовано теоритичні і методичні складові ГІС продуктів і обрано в якості програми у якій проводиться дослідження лінійку програмних компонентів ArcGIS, а саме ArcMap та ArcScene. Дані компоненти дозволяють в повному обсязі опрацьовувати векторні та атрибутивні дані при створенні чи оновленні картографічної інформації, а також в подальшому створенні на їх основі тривимірних об'єктів.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ БАЗОВИХ ТА ТЕМАТИЧНИХ ШАРІВ НА ТЕРИТОРІЮ СМТ.

КОЗОВА

3.1. Загальна характеристика населеного пункту.

Селище міського типу Козова знаходиться у Козівському районі Тернопільської області (рис. 3.1.1). Розміщена на обох берегах річки Коропець, на хвилястій рівнині Волино-Подільської височини. Її площа дорівнює 18 км².



*Рис. 3.1.1. Місце розташування селища міського типу Козова
Населення. Становить 9194 осіб, тобто 522 осіб/км².*

Транспорт. Козова — залізнична станція на лінії Тернопіль — Ходорів. Через Козову пролягає автошлях Тернопіль — Бережани — Дрогобич.

Підприємства. Працюють підприємства «Козова-цукор», «Ватра-Козова», «Козівська агропромтехніка».

Освіта і культура. Діють Козівська гімназія ім. В. Герети (від 1992), дві загальноосвітні школи I–III ст. та школа мистецтв, 2 Будинки культури, 3 бібліотеки, дошкільний заклад «Сонечко». Також активно діє Пластова станиця.

Рослинність. Особливості географічного районування області у поєднанні з оригінальними фізико-географічними умовами зумовили появу

регіону в системі геоботанічного районування Європи. За офіційно прийнятим сьогодні геоботанічним районуванням України територія Козови має таке положення:

Область – Європейська широколистянолісова. Провінція – Східноєвропейська. Підпровінція – Західноукраїнська. Округ – Тернопільський (Західноподільський). Район – Тернопільський.

Степова рослинність у природному вигляді на території Козови не збереглася. Під впливом діяльності людини майже всі степи розорані. Нерозорані ділянки ж зазнали техногенних змін. Лиш де-не-де темніють окремими острівками ліси, і рідко можна зустріти справжній степ.

Степове різнотрав'я представлене барвінком, тонконігом, пирієм, чебрецем, кропивою, конюшиною, молочаєм, ромашкою польовою, подорожниками, полином, волошкою, маками польовими, очеретом, комишем, барвінком, первоцвітом, пролісками, незабудками, нечуйвітром, вовчими ягодами, воронячим оком.

Серед дерев наявні: липа, береза, тополя, клен, бук, дуб, граб, осика, ялина, ялиця, явір, модрина, сосна, лісовий горіх, каштан, верба козяча, верба плачуча, яблуні, груші, вишні, черешні, обліпіха, горобина; серед кущів — шипшина, терен, гліб, калина.

Рельєф. На території Тернопільської області, де розташоване селище рельєф формувався під впливом двох протилежно спрямованих сил: внутрішніх (ендогенних) і зовнішніх (екзогенних). Ендогенні сили створили основні нерівності поверхні області, а екзогенні, зумовлені дією поверхневих вод, вітру, рослинних і тваринних організмів та інших факторів.

Територія Козівського району розташована в межах Подільської морфоструктури, яка у загальному плані відповідає моноклінальному схилу Українського кристалічного щита зануреного під потужну товщу осадових порід. Територія Козови розташована на структурній лесовій рівнині, північно-східна частина якої з плоским нерозчленованим рельєфом, а західна

та північно-західна з балочними ерозійними формами. На південному та південному-сході розташовані прохідні пліоценові долини. Козова, як і весь район, відноситься до Тернопільського природного району. Він розташований між Товтровим кряжем і Бережанським горбогір'ям. Основні види ландшафтних місцевостей такі:

- хвилясті (балочні) рівнини з переважним поширенням опідзолених чорноземів;
- місцевості міждолинних плоских рівнин, вкритих переважно мало гумусними чорноземами;
- місцевості древніх долин з лучно-чорноземними ґрунтами і глибокими сезонно глеюватими чорноземам;
- місцевості заплав, переважно лучних.

Також важливим об'єктом, що характеризує дану територію є річка Коропець, що протікає через Козову. Загальна довжина становить 78 км, у межах селища – 6 км. Річка протікає від північного – заходу, через центральну частину селища до південного – сходу на село Йосипівка. У центральній частині Козови річка утворює водосховище, яке поділене мостом на дві частини: перше має 400 м довжини, друге – 500 м довжини. Долина Коропця в деяких районах Козови є досить вузькою, а в інших помітно розширюється. Ширина річки від 1 до 5 м. Схили досить круті, в деяких районах прямовисні. Водосховище на річці Коропець відноситься до руслового типу [9].

3.2. Збір та систематизація первинної інформації.

Перед початком проектування було здійснено збір картографічних матеріалів, що покривають територію смт.Козова та проведено їх аналіз. Виходячи з цього ми дійшли висновку щодо того, як саме буде продовжуватись наш проект.

Насамперед вся територія смт. Козови покривається аркушем топографічної карти масштабу 1:10 000 (номенклатури М-35-87-В-б-3), який було видано у 1988 році (рис. 3.2.1).



Рис. 3.2.1. Топографічної карта (М-35-87-В-б-3) масштабу 1 : 10 000 та її розміщення в номенклатурному поділі району

Під час топографічного знімання місцевості в крупних масштабах, території, що мають площу меншу 20 км кв. складають топографічні плани за квадратною розграфкою, яка не пов'язана з державною номенклатурою. Тому дану територію селища покривають 10 аркушів топографічного плану масштабу 1:2 000 виданих у 1991 році в прямокутній розграфці (1-В, 1-Г, 2-В, 2-Г, 3-В, 4-А, 4-Б, 4-Г, 5-А, 5-Б, 5-В, 5-Г, 6-А, 6-Б, 6-В, 6-Г, 7-А, 7-В, 8-А, 8-Б, 9-А, 9-Б, 9-Г, 10-А, 10-В) (рис. 3.2.2).

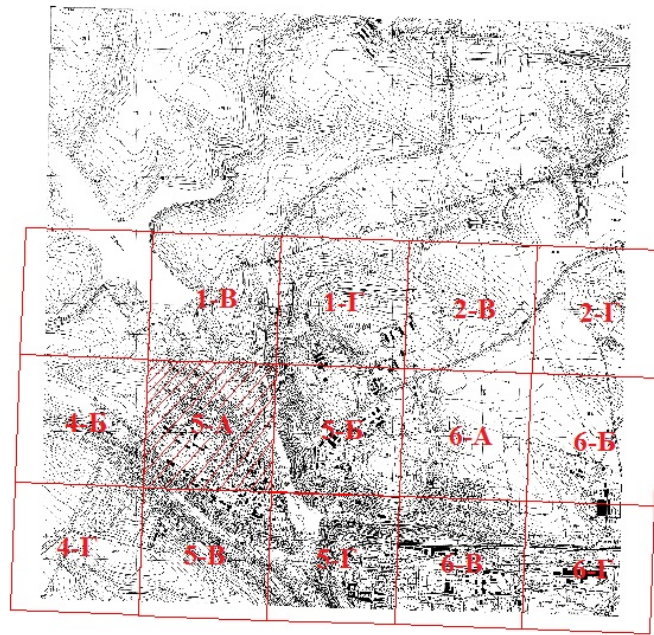


Рис. 3.2.2 Розграфка номенклатурних аркушів топографічних планів масштабу 1:2 000, які покривають територію смт.Козова та проектування

Вибір даного планшету аргументується тим, що він покриває досліджувану нами територію. На ньому розташовані всі потрібні для виявлення особливостей генералізації та подальшого оновлення топографічної карти об'єкти, а саме: дорожня мережа, рослинність, будівлі та споруди, позначки висот, гідромережа та рельєф. Дана територія містить досить розгалужену дорожню мережу. Майже 50% території дослідження займають землі сільськогосподарського призначення. Дана територіє не є багатою на ґрунтово-рослинний покрив, в основному він розміщується в якості лісопосадок коло дорожньої мережі чи навколо ставків і річок. У західній та південній частині планшету відображена берегова лінія водосховища річки Коропець з прилеглими струмками, та декілька риборозплідників.

Також для виконання курсового проектування, ми використали актуальні (станом на літо 2018 року) космічні зображення, шляхом активації

онлайнових растрових джерел в програмному продукті ArcMap 10.5 (Add Basemap) (рис. 3.2.3).

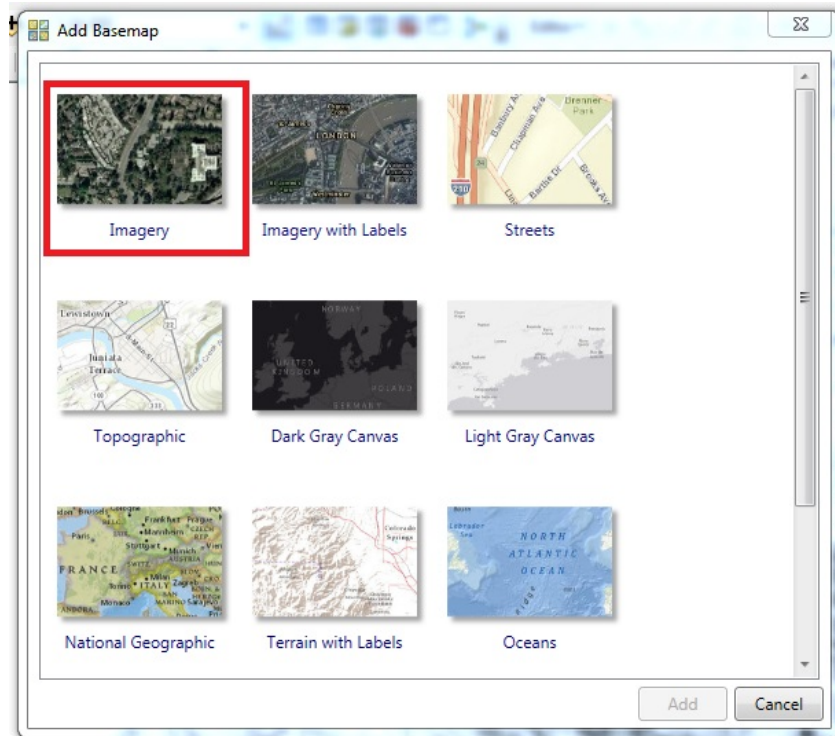


Рис. 3.2.3. Базова карта "Imagery" ArcMap 10.5

Вона обиралася під межі території, що буде оновлюватися, а саме планшету топографічної карти 1:10 000.

3.3. Формування шарів та бази даних при оновленні топокарти масштабу 1:10 000.

Відповідно до вимог складання та оновлення топографічних карт та планів, використовуючи дані дистанційного зондування землі, щоб отримати карту у векторному, та друкованому варіанті нами було виконано такі роботи:

- Аналіз усіх вихідних матеріалів та даних.
- Створення ЦМР.
- Створення векторизованої моделі карти за матеріалами космоснімків.
- Оновлення векторної моделі за матеріалами космоснімків.
- Контроль оновлення карти.
- Оформлення топокарти до друку.
- Друк оригіналу оновленої топографічної карти.

Для точного переміщення точок висоти та ізоліній рельєфу нами було проведено привязку застарілої топографічної карти 1:10 000 до базової онлайн-ої карти ArcMap 10.5 (рис. 3.3.1.).

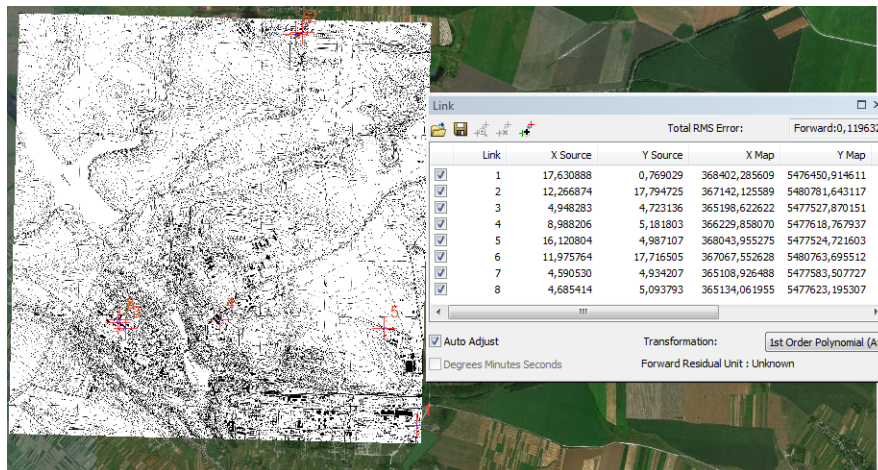


Рис. 3.3.1. Привязка топографічної карти масштабу 1:10 000 до базової онлайн-ої карти

На карті було вказано 8 основних точок привязки на півночі, заході, сході, півдні та центрі топографічного планшету. Середньоквадратична похибка становить 0,11 сотих, що є допустимим при даному масштабі карти.

Використовуючи інтерфейс програмного продукту ArcMap 10.5 було віддешифровано, а також здійснено векторизацію усіх водних об'єктів, що розміщуються на території дослідження (рис. 3.3.2). З урахуванням усіх правил було чітко визначено межі берегової лінії водосховищ, та річок, форму островів, систему водотоків та водойм. Було проведено генералізацію, щодо узагальнення деяких контурів маленьких ставків в один цілий, через неможливість відобразити їх один відносно іншого.

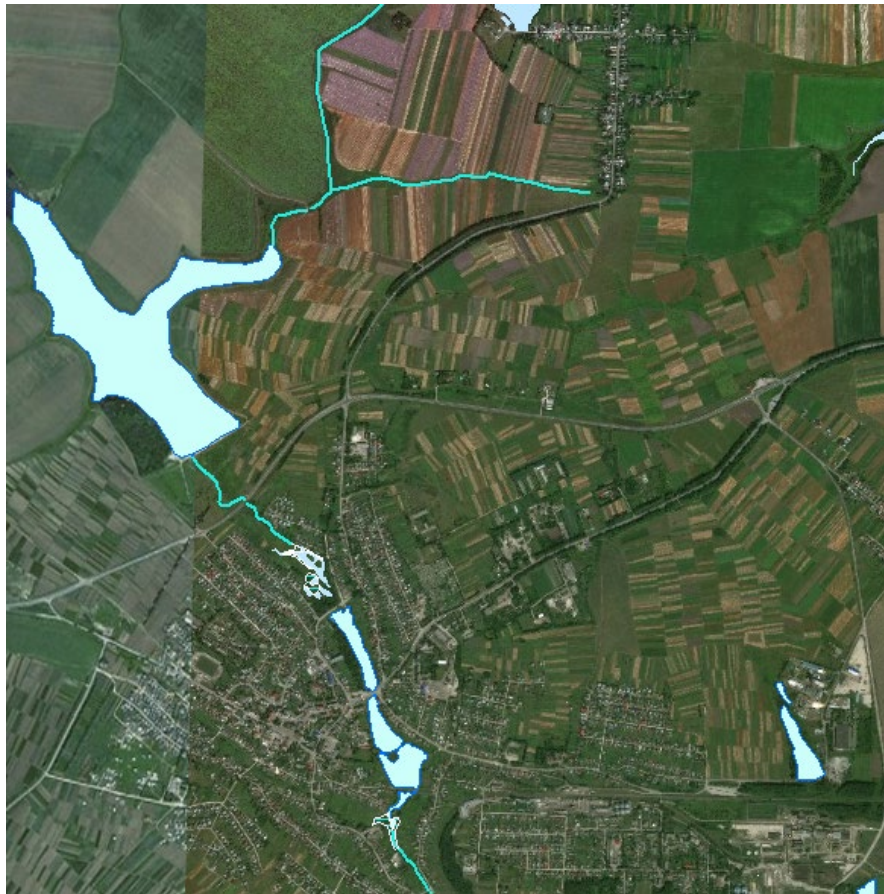


Рис. 3.3.2. Векторизовані водні об'єкти на космознімку

Також за допомогою інструменту програми ArcMap – Measure було вираховано площу усіх полігональних елементів гідрографії, а також довжину річок. Таким чином загальна площа водних об'єктів становить – 74,82 гектари, а довжина усіх річок – 3 кілометри.

Ключовим елементом кожного населеного пункту є забудовані землі, які представлені, насамперед, будівлями та спорудами. При їх дешифруванні ми використовували зазначений раніше метод генералізації по узагальненню контурів суміжних, близько розміщених одна відносно іншої будівель. Таким чином було векторизовано всю забудову селища, та прилеглих до нього територій і сіл. Для якісного відображення їх на космознімку їм було надано яскраві кольори, а саме: будівлі та споруди – червоним, квартали висотної забудови – оранжевим, та без кольору зображені квартали дачної забудови. (рис. 3.3.3).

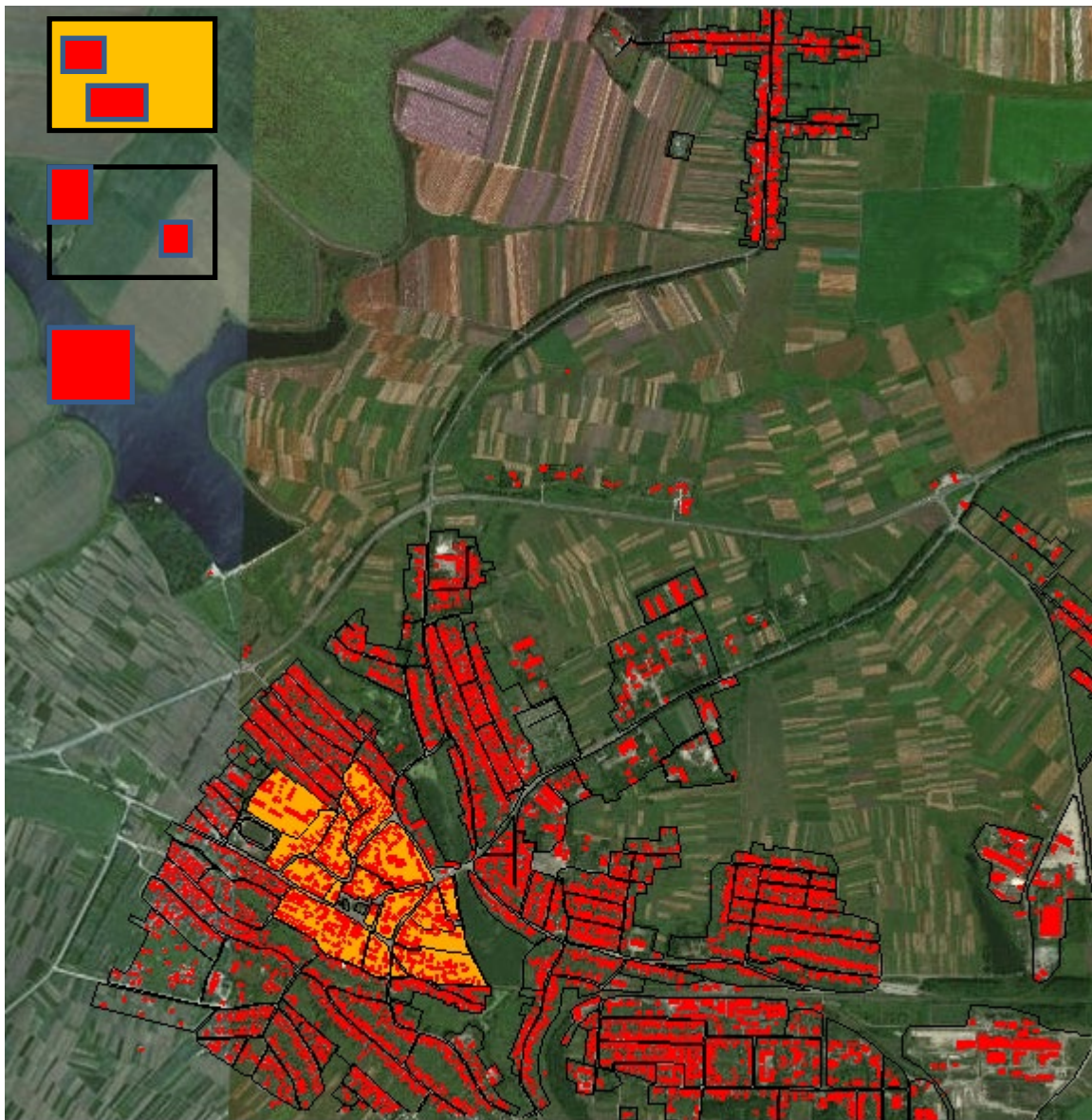


Рис. 3.3.3. Векторизовані будівлі та споруди на території проектування

Також, попри сам процес дешифрування було виконано роботу по заповненню атрибутивної інформації, про кожну споруду, тобто в таблиці атрибутів шару б/с було створено дві колонки, перша з яких вказує на кількість поверхів, а друга на тип будівлі (КН, КЖ) (рис. 3.3.4).

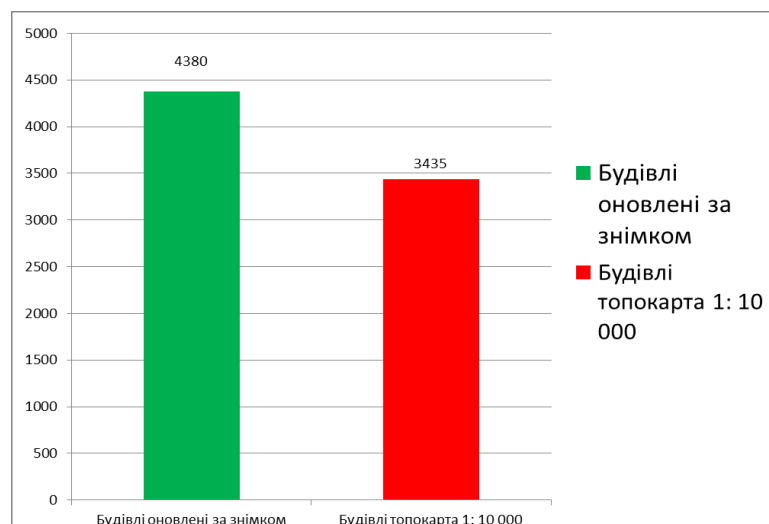
FID	Shape *	Id	повер	тип
4374	Polygon	0	1	КН
4375	Polygon	0	1	КН
4376	Polygon	0	2	КЖ
4377	Polygon	0	2	КЖ
4378	Polygon	0	2	КЖ
4379	Polygon	0	2	КЖ
4380	Polygon	0	2	КЖ

Рис. 3.3.4. Атрибутивна таблиця шару будівель та споруд

Також за допомогою ArcMap 10.5 нами було проведено векторизацію усіх будівель та споруд застарілої топокарти. Після чого було створено кількісну характеристику векторизованих нами будівель та споруд (Діаграма 1).

Діаграма 1

Кількісна характеристика векторизованих будівель та споруд на оновленій топографічній карті та застарілому картографічному творі



Таким чином ми бачимо, що при оновленні даного шару оновлені віддешифровані елементи мають кількість – 4380, у той час як стара топокарта – 3435.

Важливою складовою кожного населеного пункту є дорожня мережа. У нашому дослідженні ми чітко відобразили густоту та якісну характеристику доріг (рис. 3.3.5). Насамперед нами було векторизовано:

- Автомобільні дороги з покращеним покриттям (об'їзна Тернопіль – Бережани, що знаходиться на півночі населеного пункту), загальна довжина яких складає – 5,05 кілометрів.
- Автомобільні дороги з покриттям, протяжністю – 20,8 кілометрів.
- Автомобільні дороги без покриття, які в основному займають центральну і південну частину населеного пункту і простягаються на 55,8 кілометрів.
- Грунтові дороги – 12,02 кілометрів.
- Польові та путівці – 43,05 кілометрів.
- А також залізничну мережу довжиною у 4,07 кілометра.



Рис. 3.3.5. Дорожня мережа досліджуваної території

Даний населений пункт не включає в себе сильно засаджену місцевість чи лісистість. В основному приблизно половина насаленого пункту це сільськогосподарські угіддя. А сам рослинний покрив спостерігається у вигляді лісопосадок коло дорожньої мережі чи об'єктів гідрографії (рис. 3.3.6).



Рис. 3.3.6. Рослинний покрив досліджуваної території

Також під час нашого проектування нами було враховано загальну площу рослинного покриву даної території, загальною площею якого становить – 63,4 гектари.

Як уже говорилось раніше ми вирішили перенести ізолінії рельєфу та точки висоти старої топографічної (рис. 3.3.7) на наш оновлений

картографічний твір, оскільки сам рельєф не зазнав ніяких змін. Тому нами було векторизовано весь рельєф даного топографічного твору.

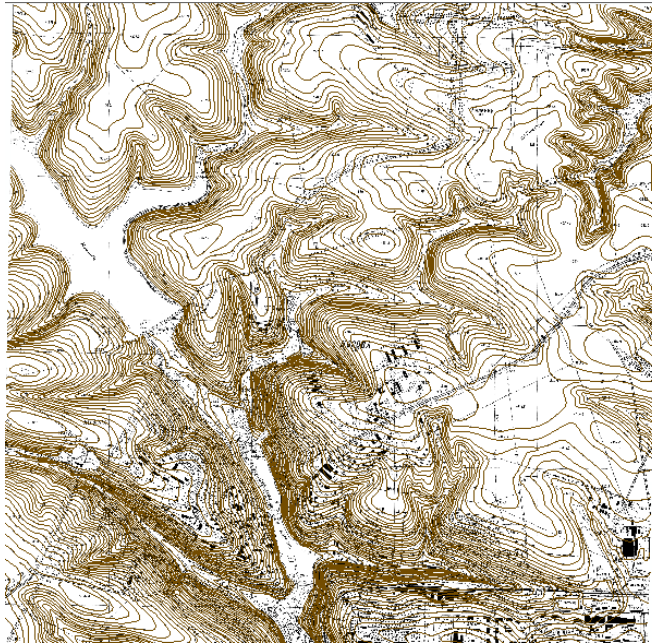


Рис. 3.3.7. Точки висот та ізолінії рельєфу топографічної карти м-35-87-В-б-3

А також для порівняння якості перенесення його на новий картографічний твір ми відобразили рельєф на космознімку досліджуваної території (рис. 3.3.8).



Рис. 3.3.8. Зображення ізоліній рельєфу та точок висок на космознімку

Оскільки рельєф є важливим елементом місцевості, тому при його векторизації була створена атрибутивна таблиця, що відображала значення висоти (рис. 3.3.9).

FID	Shape *	Id	heig
0	Point	0	380,6
1	Point	0	377,2
2	Point	0	378,4
3	Point	0	374,6
4	Point	0	374,3
5	Point	0	372,7
6	Point	0	366,9

FID	Shape *	Id	relief
0	Polyline	0	390
1	Polyline	0	389
2	Polyline	0	388
3	Polyline	0	387
4	Polyline	0	386
5	Polyline	0	385
6	Polyline	0	384

Рис. 3.3.9. Атрибутивні дані шарів рельєфу

Завдяки створеним таблицям атрибутів і вказаним висотам з'являється можливість створення цифрової моделі рельєфу, яка у свою чергу є необхідною при реалізації різних геоінформаційних проектів, а також при ортотранспортуванні даних дистанційного зондування землі. Тому нами була створена дана модель (рис. 3.3.10), використовуючи інструменти ArcMap 10.5.

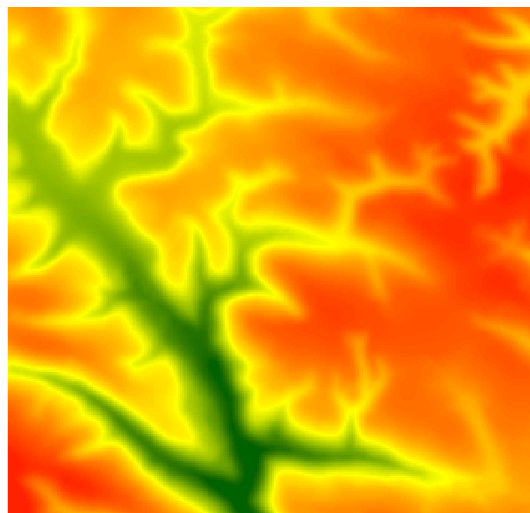


Рис. 3.3.10. Цифрова модель рельєфу досліджуваної території

За допомогою інтерфейсу ArcMap 10.5 було створено рамку та координатну сітку для нашої топокарти. Розмір квадратів був встановлений 1000 x 1000 метрів, що відповідає 10 x 10 сантиметрів на самій карті. Також було надано систему координат WGS_1984_UTM_Zone_35N, що покриває нашу територію дослідження (рис. 3.3.11). Відповідно до вимог також були додані основні позарамкові підписи (назва топокарти, система висот, масштаб, система координат).

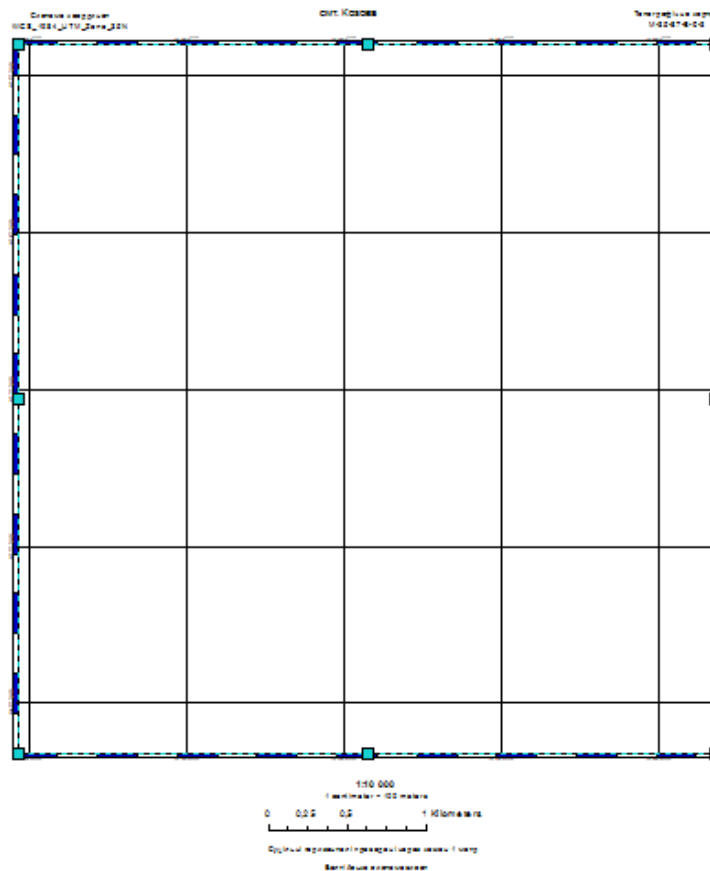
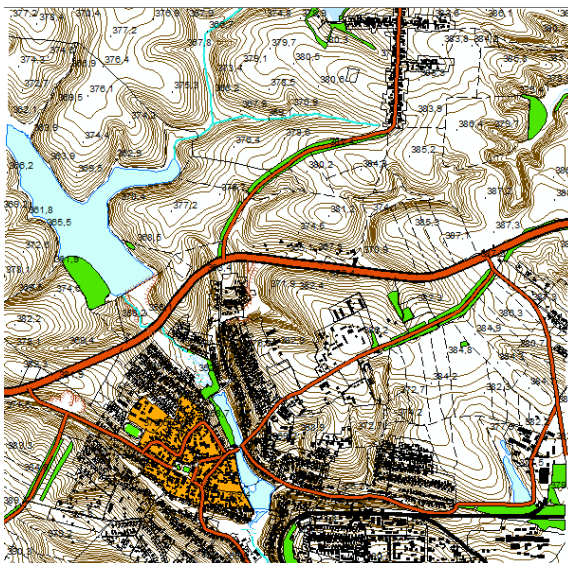


Рис. 3.3.11. Рамка, координатна сітка та позарамкове оформлення топографічної карти

Нами було зібрано та розміщено в правильному порядку всі векторизовані та віддешифровані шари, після чого відображено їх на (рис. 3.3.12).



*Рис. 3.3.12. Розміщення усіх шарів на топокарті 1988 року видання
А також їх векторизований вигляд на космічному знімку (рис. 3.3.13).*

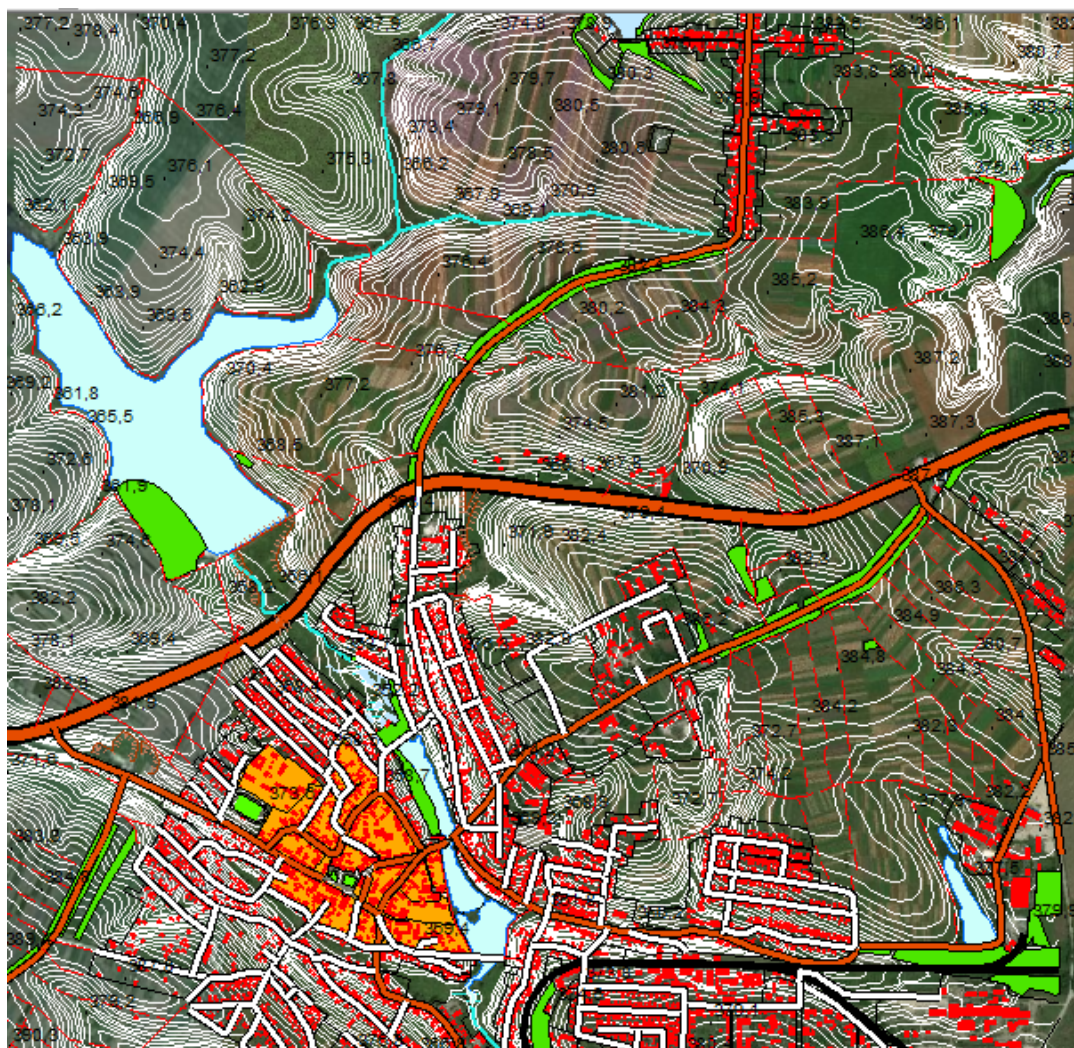


Рис. 3.3.13. Векторизовані шари космознімку

Після усіх вище зазначених дій нами було створено оновлену топографічну карту масштабу 1:10 000, що покриває територію смт.Козова (рис. 3.3.14).

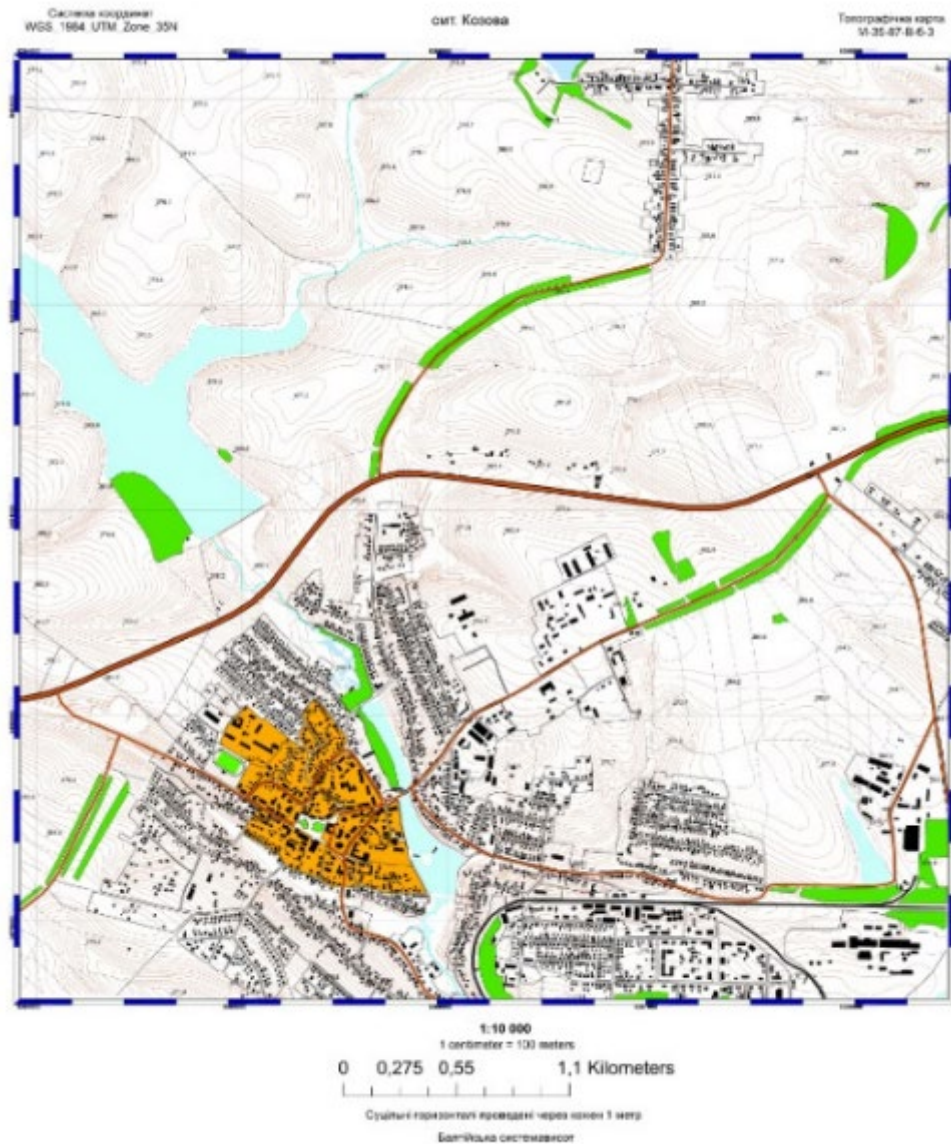


Рис. 3.3.14. Оновлена топографічна карта масштабу 1:10 000, станом на 2019 рік

Завдяки створенню ЦМР ми маємо змогу зробити тематичну карту рельєфу даної території (рис. 3.3.15).

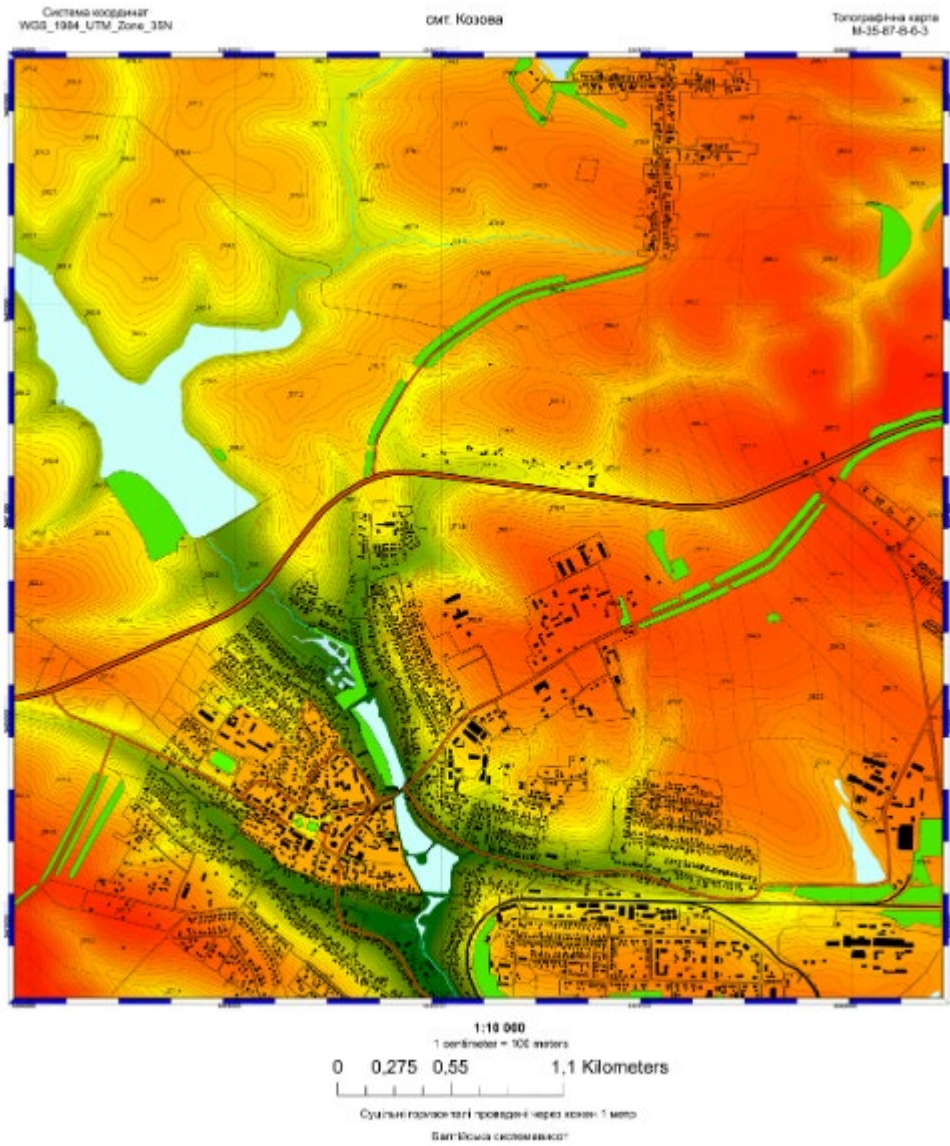


Рис. 3.3.15. Тематична карта рельєфу 1:10 000

3.4. Формування шарів та бази даних при оновленні топоплану масштабу 1:2 000.

План масштабу 1:2 000 являє собою більш точне відображення об'єктів місцевості на відміну від топографічних карт. Генералізація практично не впливає на відображення дійсності. Тому нами було оновлено основні елементи плану (5-А) рис. 3.4.1.



Рис. 3.4.1. План масштабу 1:2 000 (5-А)

За вимогами ми здійснили оновлення таких векторних даних як:

- Дорожню мережу.
- Водні об'єкти.
- Рельєф місцевості.
- Будівлі та споруди.
- Рослинний покрив.
- Розділ території кварталами.
- Поодинокі дерева.

Використовуючи інтерфейс програмного продукту ArcMap 10.5 було оновлено, а також зібрано векторизовані дані усіх водних об'єктів. (рис. 3.4.2). Оскільки план є більш точним було добавлено берегову лінію, та відмічена заболочена місцевість даної території. Оскільки на карті масштабу 1:10 000 ми об'єднували поодинокі невеликі ставки, то на планах вони зображуються окремо. .



Рис. 3.4.2. Векторизовані водні об'єкти плану на космознімку

За рахунок інструменту програми ArcMap – Measure ми провели розрахунки усіх полігональних об'єктів гідрографії. Тому площа водних елементів місцевості становить – 2,553 гектари.

Кожне місто чи селище характеризується будівлями та спорудами. При їх оновленні ми більше не використовували метод генералізації переходу від складних до більш простіших елементів. Таким чином було оновлено весь планшет плану масштабу 1:2 000. Для чіткого зображення їх на знімку їм

надано виразливі кольори, а саме: будівлі та споруди – жовтим, квартали – червоним. (рис. 3.4.3).

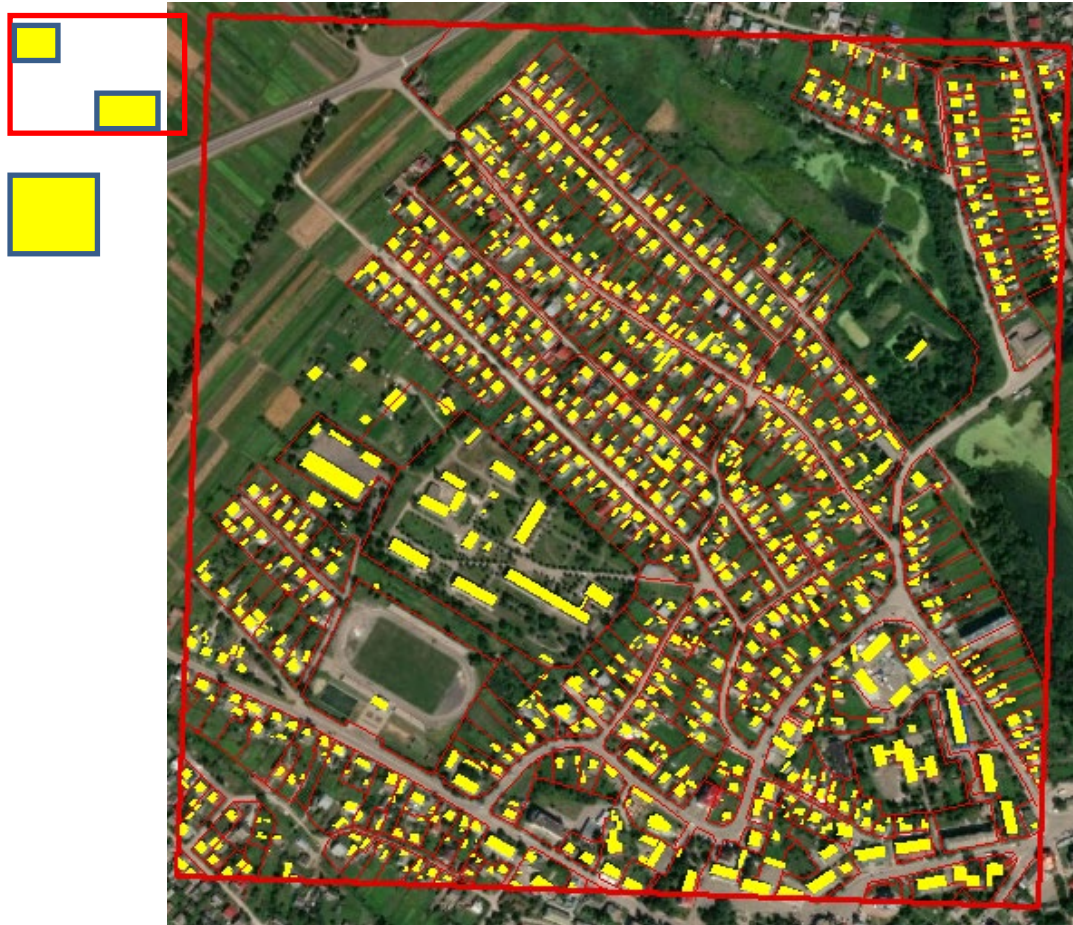


Рис. 3.4.3. Оновлені будівлі та споруди плану масштабу 1:2 000

Попри процес оновлення плану було створено його атрибутивну інформацію. За рахунок ArcMap 10.5 ми провели векторизацію дорожньої мережі частини населеного пункту, що покриває план (5-А) рис. 3.4.4. У нашій магістерській роботі ми точно зобразили густоту та якісну характеристику доріг (рис. 3.4.4). Насамперед нами було оновлено:

- Автомобільні дороги з покращеним покриттям – 338 метрів.
- Автомобільні дороги з покриттям, протяжністю – 1,832 кілометрів.
- Автомобільні дороги без покриття – 8,033 кілометрів.
- Грунтові дороги – 1,802 кілометрів.



Рис. 3.4.4. Дорожня мережа досліджуваної території

На планах ліси та насадження відображають точковим способом. На території нашого дослідження ми відобразили за допомогою векторних даних усі поодинокі дерева, а також їх скупчення об'єднали у полігони (рис. 3.4.5).



Рис. 3.4.5. Рослинний покрив плану 1:2 000

Важливим елементом будь якої місцевості є рельєф, на даному плані він відображається за допомогою ізоліній та точок висоти (рис. 3.4.6), для яких було створено також атрибутивні дані. Рельєф плану більш точний ніж на топографічній карті, на ньому відображаються мікроформи, які генералізуються при складанні топокарт.



Рис. 3.4.6. Точки висот та ізолінії рельєфу плану 5-А

Для створення ЦМР нам потрібні значення та дані атрибутів шарів рельєфу і точок висоти (рис. 3.4.7).

relief			
FID	Shape *	Id	rel
0	Polyline	0	365
1	Polyline	0	366
2	Polyline	0	367
3	Polyline	0	368
4	Polyline	0	369
5	Polyline	0	370
6	Polyline	0	371
7	Polyline	0	372
8	Polyline	0	372
9	Polyline	0	372

height			
FID	Shape *	Id	heights
0	Point	0	374,4
1	Point	0	372,9
2	Point	0	373,4
3	Point	0	371,9
4	Point	0	371,6
5	Point	0	367,6
6	Point	0	364,3
7	Point	0	360,6
8	Point	0	366,9
9	Point	0	365,1

Рис. 3.4.7. Атрибутивні дані шарів рельєфу і точок висоти плану

Завдяки створеним даним атрибутивних документів ми маємо можливість за допомогою інструменту *topo to raster* скласти Digital Elevation Model (ЦМР), яка є основою при реалізації різних геоінформаційних проектів, а також при ортотранспортуванні даних ДЗЗ. Тому нами було створено дві моделі ЦМР для плану та карти і їх порівняння (рис. 3.4.8).

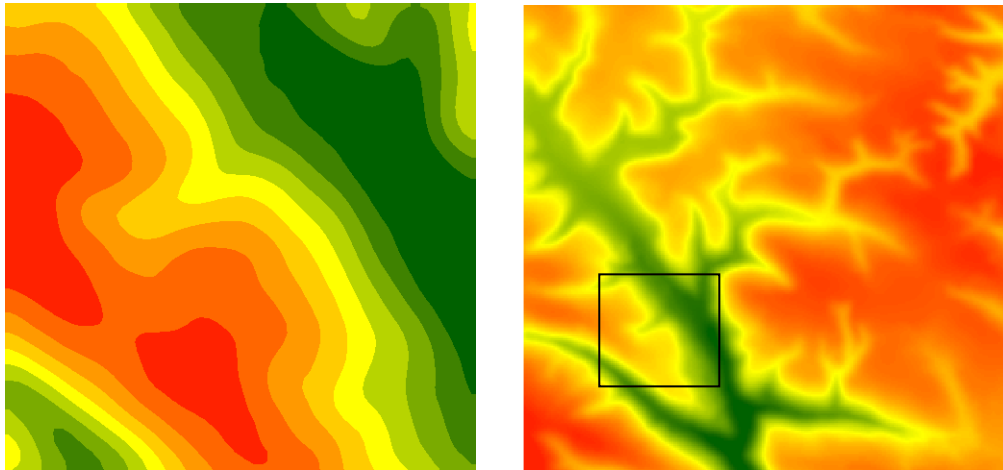


Рис. 3.4.8. Цифрова модель рельєфу плану та його відображення на топокарті досліджуваної території

Нами було складено та розміщено в правильному порядку всі векторизовані та оновлені шари, після чого відображено їх на (рис. 3.4.9).



Рис. 3.4.9. Усі оновлені шари плану масштабу 1:2 000

А також їх векторизований вигляд на космічному знімку (рис. 3.4.10).



Рис. 3.4.10. Векторизовані шари косmozнімку

Висновки до розділу 3

Проблема топографічного забезпечення України проявляється у старінні картографічної інформації на картах та планах.

Зміст топографічних карт на сьогоднішній день часто не відповідає дійсності на місцевості. Природні та людські чинники сильно змінюють довкілля. Змінюється забудова населених пунктів, їх чисельність іноді і тип поселення. Прокладаються нові дорожні та залізничні мережі, змінюється берегова лінія річок, озер, морів. Відбуваються зміни і у ґрунтово-рослинному покриві. Всі ці зміни повинні відобразитися на топографічних картах та планах. На даний час регламентована нормативними документами періодичність оновлення топографічних карт не дотримується. Близько 90% топографічних творів масштабу 1:10 000 мають стан відповідності до 90х рр. Тому оновлення основних картографічних матеріалів, а саме: карт та планів є актуальним завданням. Вони оновлюються за даними нових космоснімків чи аерокосмоснімків.

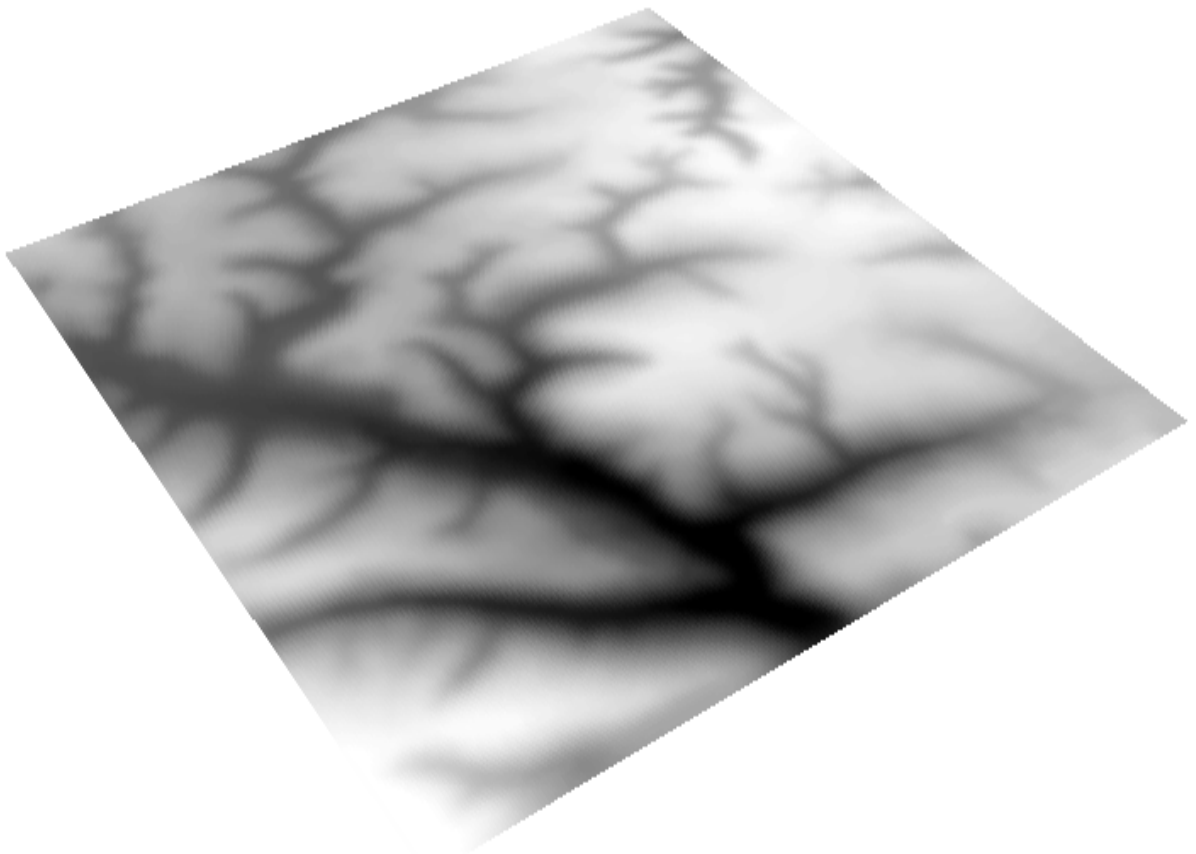
У свою чергу нами було проведено оновлення та складання застарілої картографічної інформації топографічної карти масштабу 1:10 000 та плану 1:2 000 в програмному продукті американської компанії ESRI ArcMap 10.5, де ми за допомогою створення векторних та атрибутивних даних повністю оновили такі основні елементи місцевості як: дорожню мережу з вказаними типами доріг та їх довжиною, будівлі та споруди в яких зазначені їхній тип та кількість поверхів, рослинний покрив території, ізолінії рельєфу та точки висоти гідрографію, що покриває територію дослідження та квартали міст і об'єктів власності.

РОЗДІЛ 4. МЕТОДИКО-ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ 3D-КАДАСТРУ НА ТЕРИТОРІЮ СМТ. КОЗОВА

4.1. Створення, редагування та доповнення атрибутивних даних 3D моделей оновлених топографічних карт та планів.

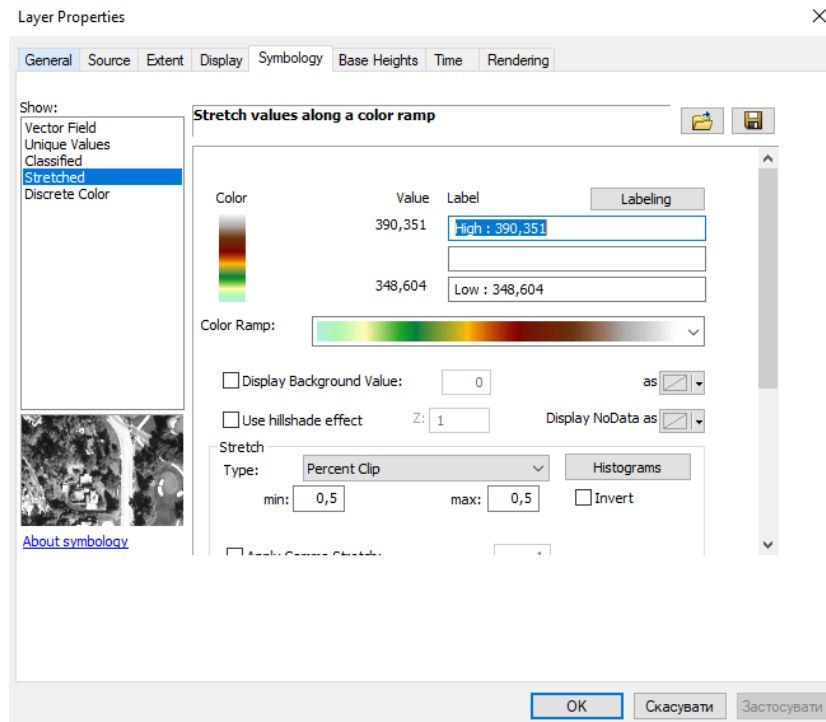
Для створення 3D моделі рельєфу та забудови досліджуваної території було обрано програмний модуль ArcScene 10.5. Її інтерфейс подібний до ArcMap, тому до нього також можна додавати шари, у даному випадку створену нами раніше ЦМР досліджуваної території (рис. 3.1.10).

Для початку завантажуюмо наш шар поверхні рельєфу. В ArcScene спочатку наша карта буде мати такий вигляд (рис. 4.1.1).



4.1.1. Завантажена ЦМР в програмному модулі ArcScene

Щоб надати поверхні більш виразливий, естетичний і привабливий вигляд – заходимо у властивості шару та переходимо на вкладку Symbology і вибираємо більш якісну кольорову гамму (рис. 4.1.2.).



4.1.2. Вигляд вікна Symbology

Після цього наша цифрова модель буде мати більш виразливий вигляд (рис. 4.1.3.).

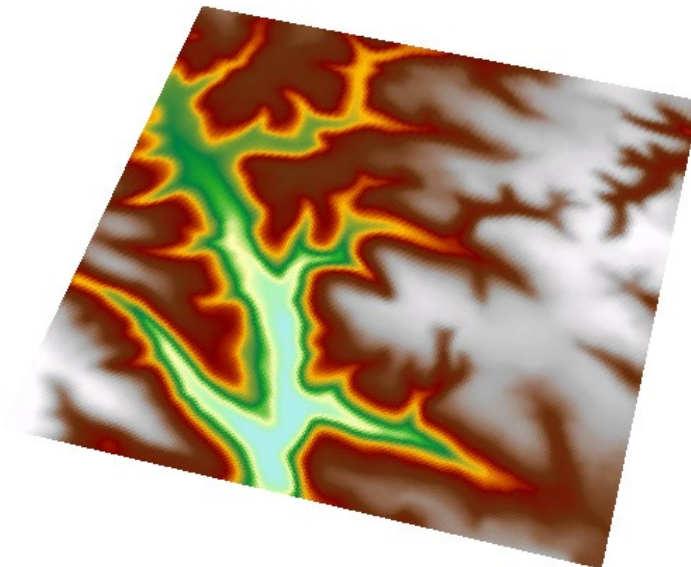


Рис. 4.1.3. ЦМР зі зміненою палітрою кольорів

Для того, щоб надати нашій 2D моделі тривимірному вигляду потрібно перейти у властивості шару на вкладку Base Heights (рис. 4.1.4). Встановити галочку на Floating on a custom surface і задати масштабний коефіцієнт приблизно 6 (коефіцієнт перерахунку значень висот потрібно підбирати конкретно для карти) на іншій місцевості він може відрізнятись.

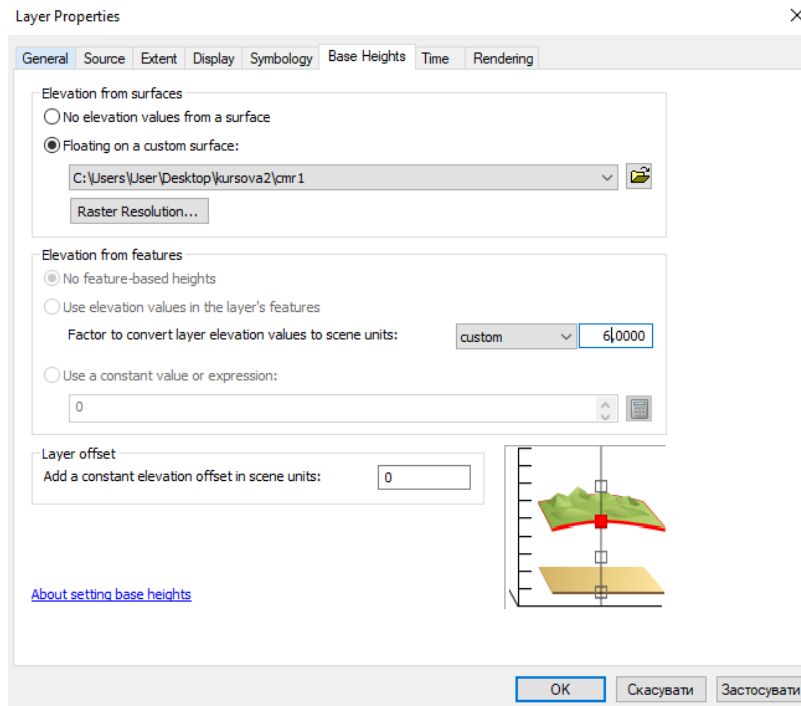


Рис. 4.1.4. Вигляд вікна Base Heights

Після зазначених вище маніпуляцій наша поверхня набула тривимірному вигляду (рис. 4.1.5.).

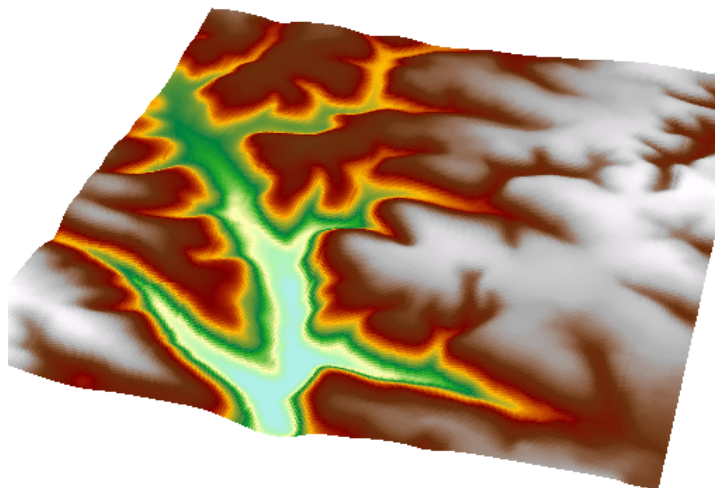


Рис. 4.1.5. Створена 3Д модель рельєфу

Тепер видно чітко виражені вершини та яри, що до цього були лише площиною, вираженою кольоровою гаммою.

Для створення 3D моделі забудови та вираження інших шарів на 3D моделі території потрібно мати Shape – файл, в атрибутивних даних якого повинна бути інформація про висоту об'єкта. У нашому випадку ми маємо інформацію як про кількість поверхів кожної з будівель (рис. 4.1.6.).

FID	Shape *	Id	повер	тип б	heigh
2149	Polygon	0	2	КН	380
2150	Polygon	0	2	КН	383
2151	Polygon	0	2	КН	379
2152	Polygon	0	7	КЖ	410
2153	Polygon	0	7	КЖ	411
2154	Polygon	0	7	КЖ	410
2155	Polygon	0	7	КЖ	411
2156	Polygon	0	3	КЖ	387
2157	Polygon	0	5	КЖ	387
2158	Polygon	0	2	КН	382
2159	Polygon	0	2	КЖ	381

Рис. 4.1.6. Атрибутивна таблиця шару «Будівель та споруд»

Далі запускаємо програмний продукт ArcScene і додаємо в наш робочий файл шар Будівлі та споруди, а також створену нами раніше цифрову модель рельєфу (рис. 4.1.7.).

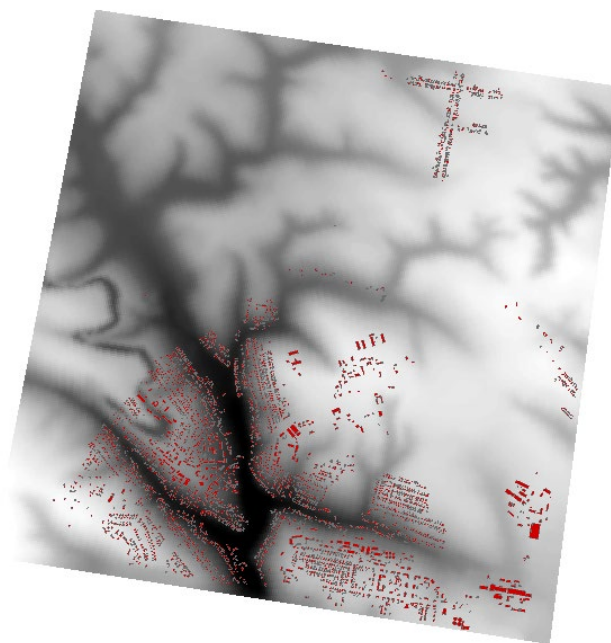


Рис. 4.1.7. Вигляд завантажених шарів у робочому вікні

Переходимо у контекстне меню шару Будівель та споруд та переходимо у властивості. Головним пунктом у подальшій роботі буде вкладка Extrusion (витягування). Тут обов'язково виставляємо галочку на Extrude feature in Layer та нажимаємо на значок калькулятора, що знаходиться нижче (рис. 4.1.8.) [23].

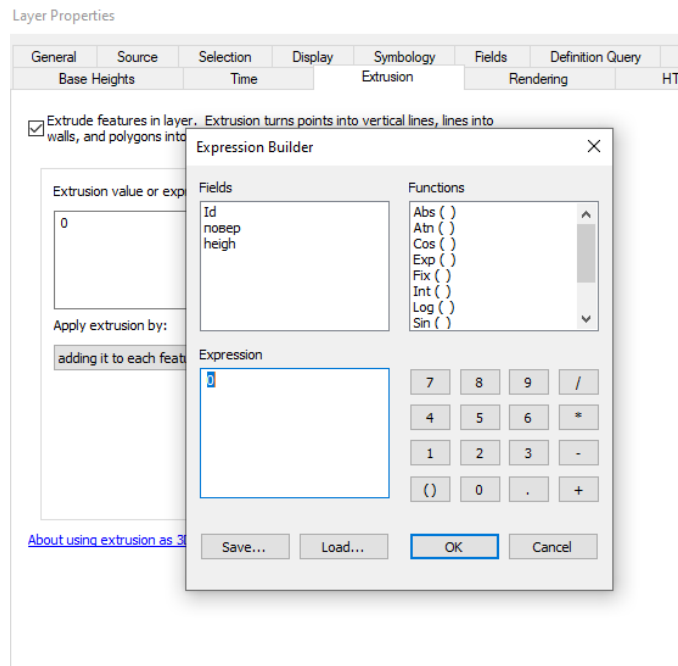


Рис. 4.1.8. Вигляд вікна Extrusion та Expression Builder

У вікні Expression Builder обираємо поле, в якому зберігається інформація про висоту об'єкту – для нас це стовпчик під назвою «поверх». Після чого вкладка Extrusion повинна мати такий вигляд (рис. 4.1.9.).

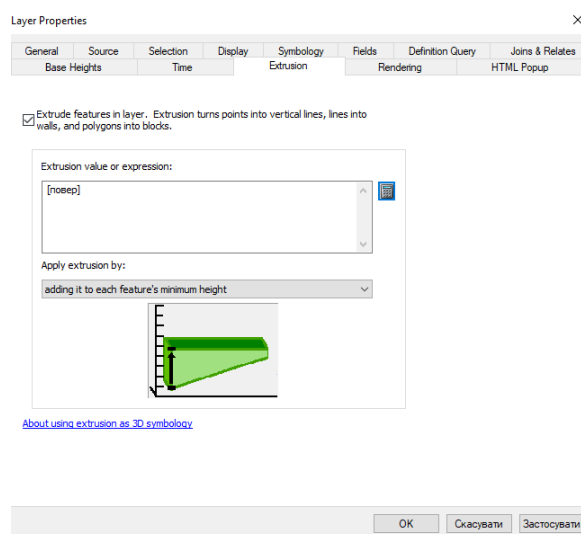


Рис 4.1.9. Вигляд вікна Extrusion

Далі нажимаємо клавішу ОК. При приближенні та перегляді наших шарів, повинен був вийти такий результат (рис.4.1.10.).

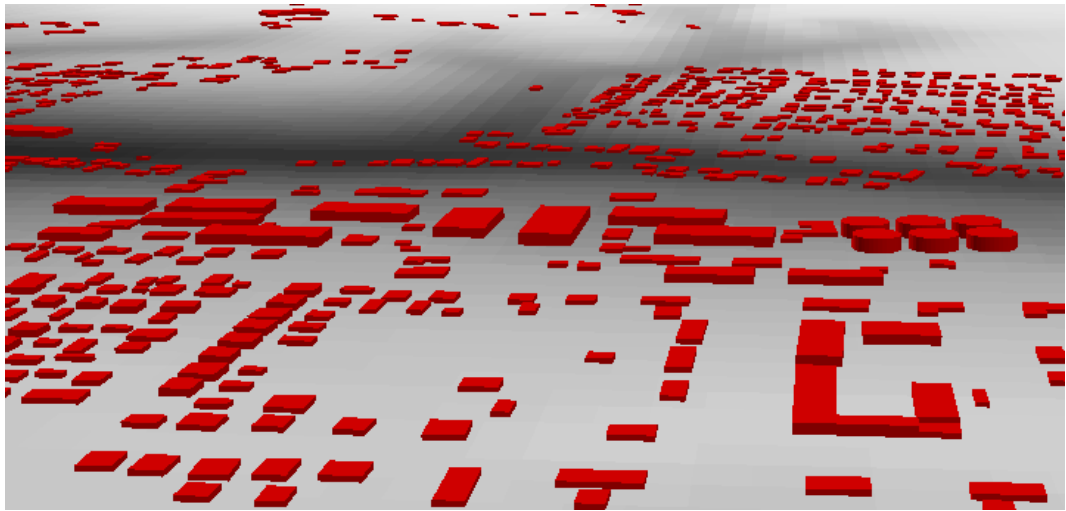


Рис. 4.1.10. Вигляд шару будівель та споруд після внесених нами змін

В наступну чергу для надання більшої виразливості нам потрібно буде збільшити масштаб відображення висоти будівель. Для цього переходимо у властивості шару на вкладку Base Heights (базові висоти) і встановлюємо фактор масштабування 6, та залишаємо включеним поле Floating on a custom surface (рис. 4.1.11.). У вкладці Symbology змінюємо колір будівель на менш яскравий, а також змінюємо колір самої цифрової моделі рельєфу.

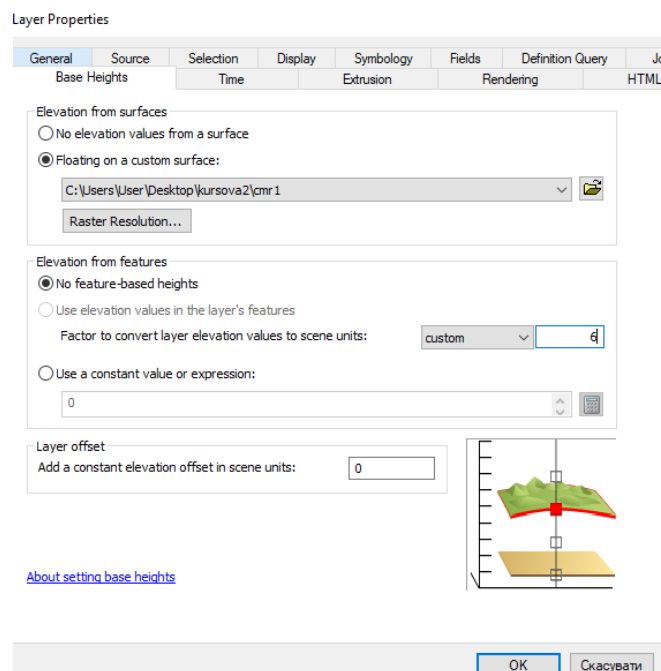


Рис. 4.1.11. Встановлене значення витягування висоти споруд

Нажимаємо кнопку ОК. Після чого проводимо створення 3D моделі рельєфу, що описувалося вище. За рахунок зазначеного однакового фактору масштабування в результаті ми отримуємо таку 3D модель Забудованої території (рис. 4.1.12.).

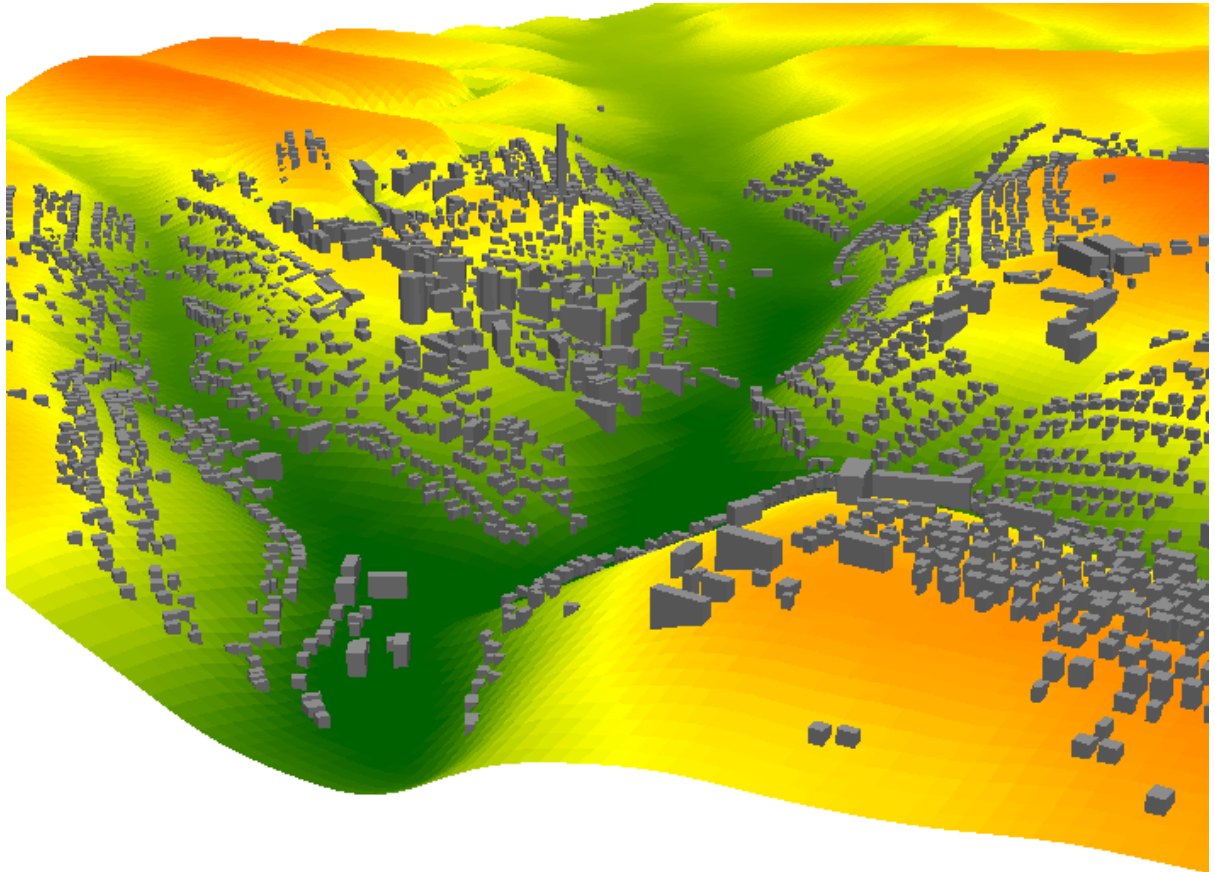
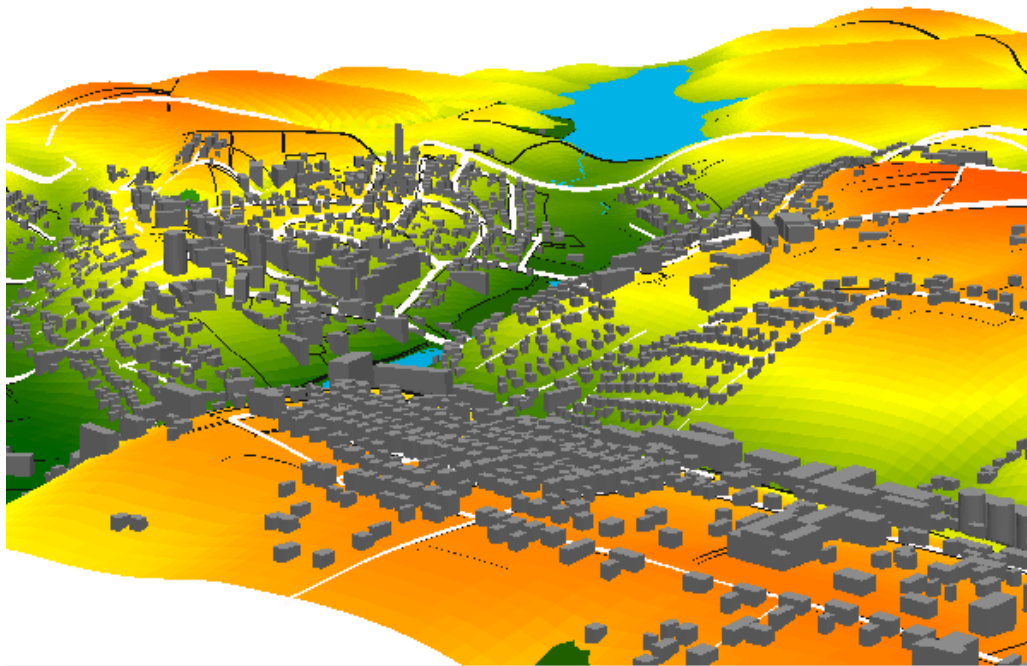


Рис. 4.1.12. Вигляд створеної 3D моделі забудови смт.Козова

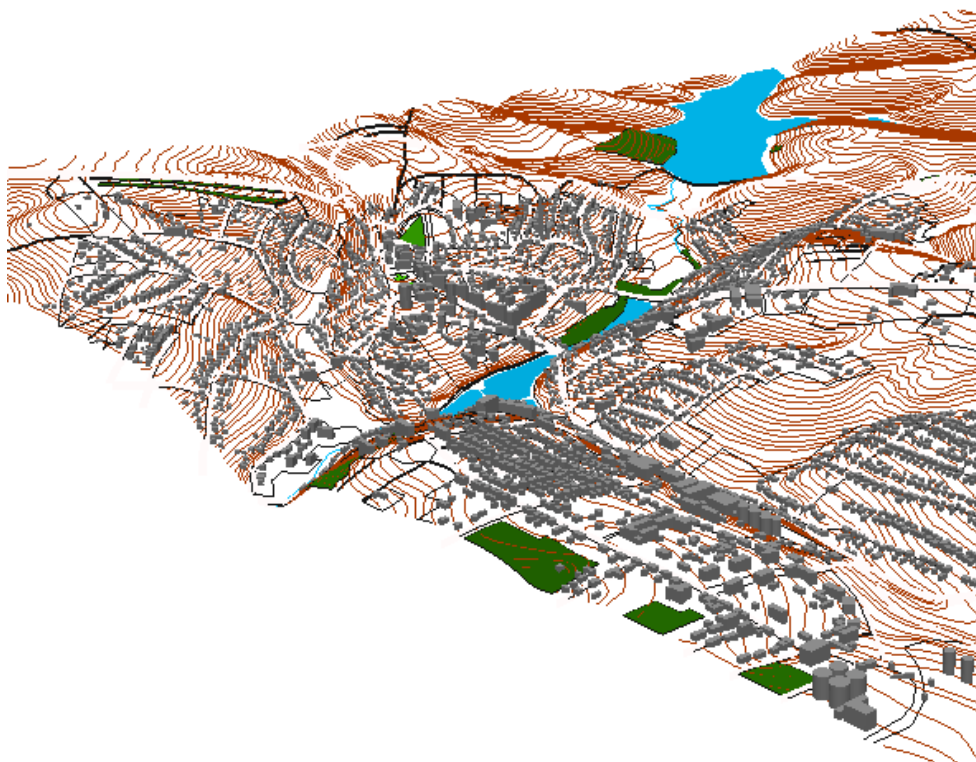
Після виконання поставлених перед нами завдань доцільним буде додати інші шари, створені нами раніше, а саме: об'єкти водного походження, ліси, дорожню мережу, горизонталі.

Для того, щоб відобразити всі шари на уже створеній нами 3D моделі, потрібно додати їх у програмний модуль ArcScene. Після цього проводимо ті самі дії, що і при створенні шару будівель та споруд. У нашому випадку було створену таку 3D модель (рис. 4.1.13.).



*Рис. 4.1.13. Вигляд створеної 3D моделі топографічного плануєту
масштабу 1:10 000*

Також ми створили її вигляд без урахування цифрової моделі рельєфу
(рис. 4.1.14.).



*Рис. 4.1.14. Вигляд топографічного плануєту 1:10 000 у тривимірному
вигляді*

В останню чергу було добавлено космознімок станом на літо 2019 року території, на основі якої будувалась тривимірна модель смт. Козова, а також координатна сітка планшету 1:10 000 (рис. 4.1.15.).



Рис. 4.1.15. Тривимірне зображення забудованої території та космознімку

Створивши 3D модель космознімку, ми врахували за доцільне відобразити усі створені нами шари на ньому (рис. 4.1.16.).



Рис. 4.1.16. Зображення усіх шарів у тривимірному вигляді на космознімку

Забудови населених пунктів характеризуються складною організаційною структурою і перетином інтересів різних власників нерухомості, що необхідно в повному обсязі підтримувати в рівновазі для забезпечення стабільного і якісного розвитку міста. При цьому виникає потреба створення більш деталізованих 3D моделей території та забудови з створеними атрибутивними документами, що будуть в повній мірі відображати усю потрібну інформацію. Тому ми взяли за правильне створити 3D модель плану (5-А) 1:2 000 з подальшим редагуванням і наповненням атрибутивними даними, що задовільнять даний напрямок.

Оскільки ми зробили, і цифрову модель рельєфу, і наповнили атрибутивну базу плану основними елементами для створення 3D моделі ми можемо почати складати більш деталізовану модель забудови, яка зображена на (рис. 4.1.17), таким самим чином, як і створювали її для топокарти.

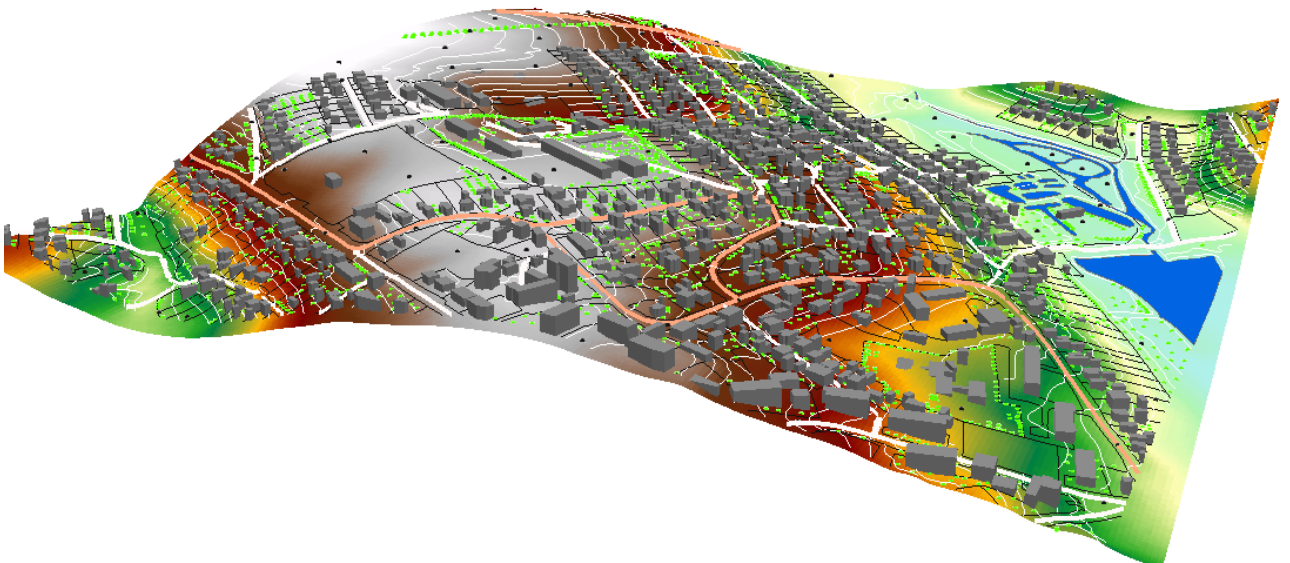


Рис. 4.1.17. 3D модель забудованої частини міста плану 1:2 000

Нами було вирішено доповнити атрибутивну базу нашого шару будівель та споруд інформацією, яка широко використовується при землевпорядкуванні та кадастрі. Тобто ми вказали не лише загальну висоту будівель над рівнем моря і кількість їх поверхів але і додали тип будівель, що розташовані на території дослідження, тип їх власності, цільове призначення

кожної із будівель, а також кадастрові номери ділянок, на яких розташовані об'єкти власності (рис. 4.1.18).

FID	Shape *	Id	повер	Тип	Тип в	ЦП	КН
0	Polygon	0	3	КН			
1	Polygon	0	2	КН			
2	Polygon	0	3	КН	Комунальна	03.03	6123055100:02:002:1342
3	Polygon	0	3	КН	Комунальна	03.03	6123055100:02:002:1342
4	Polygon	0	3	КН	Комунальна	03.03	6123055100:02:002:1342
5	Polygon	0	2	КН	Приватна	02.01	6123055100:02:002:1342
6	Polygon	0	2	КЖ	Комунальна	03.03	
7	Polygon	0	1	КН	Приватна	02.01	6123055100:02:002:0081
8	Polygon	0	1	КН	Приватна	02.01	
9	Polygon	0	1	КН	Приватна	02.01	6123055100:02:002:0411
10	Polygon	0	1	КН	Приватна	02.01	
11	Polygon	0	1	КН	Приватна	02.01	
12	Polygon	0	2	КН	Приватна	02.01	
13	Polygon	0	2	КЖ	Приватна	02.01	6123055100:02:002:0411
14	Polygon	0	2	КЖ	Приватна	02.01	
15	Polygon	0	2	КН	Приватна	02.01	
16	Polygon	0	2	КЖ	Комунальна	03.02	6123055100:02:002:0080
17	Polygon	0	2	КЖ	Приватна	02.01	6123055100:02:002:0080
18	Polygon	0	2	КЖ	Приватна	02.01	6123055100:02:002:0080
19	Polygon	0	2	КЖ	Приватна	02.01	
20	Polygon	0	2	КЖ	Приватна	02.01	
21	Polygon	0	2	КЖ	Приватна	02.01	6123055100:02:002:0603
22	Polygon	0	1	КН	Приватна	02.01	6123055100:02:002:0603
23	Polygon	0	2	КЖ	Приватна	02.01	

Рис. 4.1.18. Основний вигляд атрибутивної таблиці після заповнення її даними.

Відповідно ми маємо майже таку саму можливість переглядати дані про об'єкти власності, як і на Публічній Кадастровій Kartі України (звідки ці дані і обиралися для наповнення атрибутів) [25] за допомогою інструмента *identyfy*, але у тривимірному просторі з більш зрозумілим орієнтуванням місцевості (рис. 4.1.19).

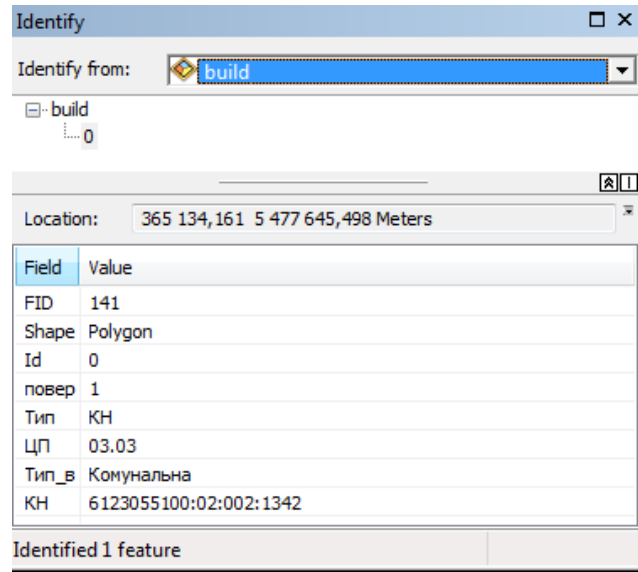


Рис. 4.1.19. Інформація по об'єкту.

4.2. Можливості продукту ArcScene при редагуванні створених 3D моделей.

Перегляд тривимірних даних дає нові перспективи. 3D зображення може виявити нові особливості, які ми не маємо змоги побачити на плоскій карті. Наприклад, замість того, щоб продумувати і уявляти наявність долини по конфігурації ізоліній, ми можемо побачити її в тривимірному зображенні і оцінити висоту та перепади місцевості, яка оточує її.

В ArcScene можна створити 3D модель з великим набором шарів і керувати відображенням, символами і положенням кожного шару в просторі. Також, ми можемо керувати глобальними характеристиками 3D виду, такими як освітлення і вертикальне перебільшення. Можемо обирати просторові об'єкти за їх атрибутами чи по відносному положенню. Також виконувати інтерактивну навігацію по 3D виду чи задавати координати спостерігача чи об'єкта [26].

Оскільки ми вже виконали створення 3D моделей перейдемо безпосередньо до основи 3D Analyst. Порядок відображення шарів впливає на вигляд даних при нарахуванні двох або більше шарів, які займають один і той самий простір. Пріоритет відображення шарів стає важливим, якщо:

- Використовується часткова прозорість.
- В одному і тому ж 3D просторі знаходиться більше 1 шару.
- Декілька шарів використовуються для драпування одної поверхні [27].

В ArcMap порядок відображення шарів відповідає порядку їх розміщення в таблиці, від низу до гори. Шар, що знаходиться на початку таблиці буде покривати всі інші, що розташовані нижче. В ArcScene плаваючі шари і шари драпування використовують параметр пріоритету відмальовування, який вказує порядок їх відображення. Значення цього параметру можуть бути від 1 до 10, де 1 означає найбільший пріоритет. Якщо

2 чи більше шарів розташовані в одному 3D просторі, шар з 1 пріоритетом сховає інші шари з більшим.

Екстент 3D зображення не може бути описаний, як простий прямокутник, як це робиться в 2D, оскільки трьохвимірні дані можна розглядати під різними сторонами, це також означає, що навігація і екстент в 3D повинні відображатись по інакшому. В ArcScene використовують об'єкт-камеру для керування видимим екстентом. Положення камери в тривимірному просторі називається позицією спостерігача. Точка в 3D просторі, куди направлена камера буде ціллю. Позиції спостерігача і цілі можуть знаходитись в будь-якому тривимірному просторі, що забезпечує високу гнучкість.

Використання об'єкта-камери на відміну від прямокутного екстенту, також означає, що традиційна 2D шкала не підходить для 3D. Масштаб даних, які переглядаються в 3D під непрямым кутом, можуть прогресивно мінятись в процесі переміщення залежно від відстані між спостерігачем і об'єктом. А дані, що знаходяться на передньому плані, будуть мати більш крупніший масштаб ніж дані заднього плану [28] (рис. 4.2.1).

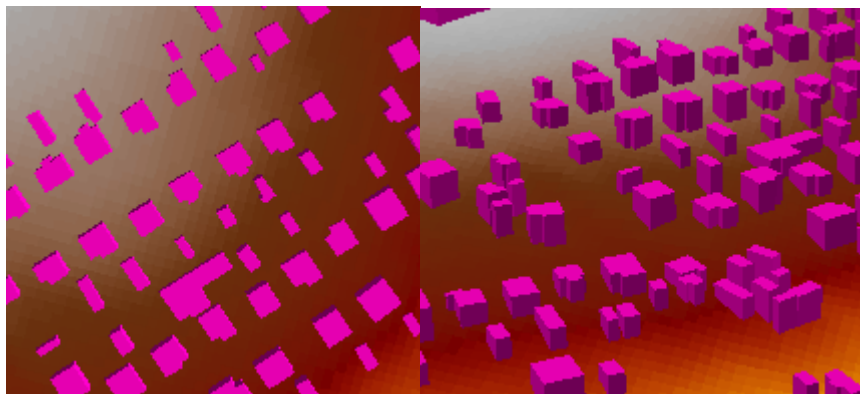


Рис. 4.2.1. Відміна між 3D зображенням та 2D

Форма рельєфу значно впливає на те, що ми можемо спостерігати, коли знаходимось в певній точці. Видимість, що відкривається з певної точки є важливим елементом при оцінці вартості нерухомості, розміщення телекомунікаційних веж і т. д. Додатковий модуль ArcGIS 3D Analyst

дозволяє нам оприділити видимість між двома точками поверхності вздовж заданого напрямку погляду чи зони видимості по всій поверхні [29].

Лінія видимості – це лінія, яка проведена між двома точками, яка відображає видимі і приховані від спостерігача частини поверхні. Створення такої лінії дозволяє вирахувати чи видно цільову точку з місця де розташований спостерігач. Якщо рельєф перебиває видимість, ми можемо знайти де саме знаходиться перешкода і які ще місця поверхні видимі чи скриті від погляду.

Інтерактивний інструмент створення лінії видимості (Create Line Of Sight) доступний тільки на панелі завдань інструментів 3D Analyst в ArcMap і може працювати з растровими поверхнями, поверхнями TIN чи з поверхнями наборів таких даних як terrain, LAS. Після створення лінії видимості її можна скопіювати і вставити в ArcScene. Вона відображається в 3Д виді як лінія, що повторює форму поверхні (рис. 4.2.2).

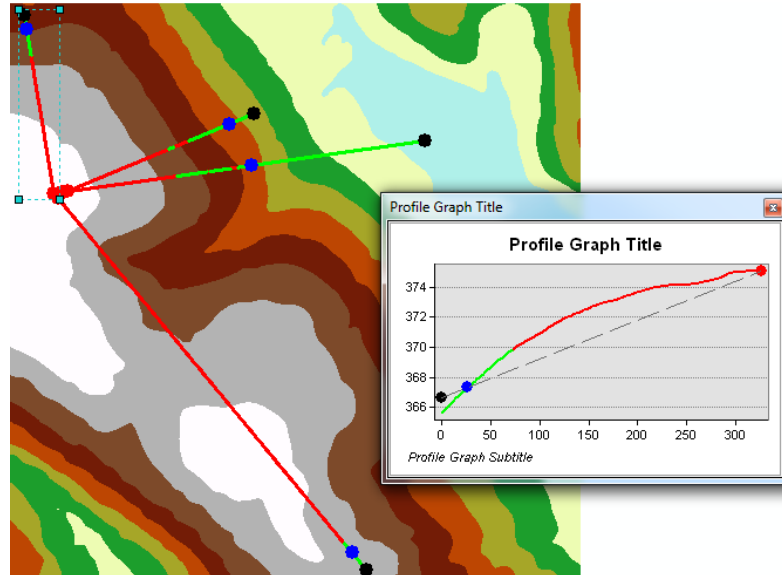


Рис. 4.2.2. Лінія видимості.

3D лінія використовує наступні кольори:

- Червоний, для позначення частин місцевості, яка невидима для спостерігача.
- Зелений, для позначення частин місцевості, які є видимими.

Три точки вздовж лінії означають:

- Чорна точка – положення спостерігача.
- Синя точка – перешкода між спостерігачем і ціллю.
- Червона точка – положення самої цілі.

Для того щоб створити лінію видимості нам необхідно в ArcMap натиснути кнопку створення лінії видимості (Create Line Of Sight) на панелі інструментів 3D Analyst. Додатково можна ввести рівень очей спостерігача, тобто рівень, який використовується для визначення частин місцевості, видимих з точки де він знаходиться. Спостерігач з зазначеним рівнем погляду 0 буде бачити набагато менше ніж спостерігач з заданим значенням. Одиниці висоти відповідають я одиницям висоти поверхні. Вводять також висоту цільового об'єкту. Спочатку ставимо точку на карті, що відповідатиме спостерігачу, після чого виставляємо другу на нашу ціль. Результат аналізу лінії видимості можна відобразити в профілі, який зображений на рисунку. Лінія видимості відіграє важливу роль при проектуванні нових будівель, точок тріангуляції, тощо [30].

Важливою складовою є відомість про висоти на основі об'єктів в 3D. Правильне розподілення базової висоти об'єктів є дуже важливим для створення інформативного і точного представленого 3D виду. Однак в 3D просторі нам відоме положення не всіх об'єктів, що може обмежити можливості аналізу і редагування таких об'єктів. Тому додатковий модуль 3D Analyst підтримує різні методи вирахування точки висот об'єктів для відображення в ArcScene.

Є три основних елемента для визначення висот об'єктів в 3D:

- Висоти з поверхні.
- Висоти з кожного об'єкта.
- Зміщення картографічних шарів.

Ці елементи можуть використовуватись окремо або разом за рахунок сумування. Крім того інтерфейс дозволяє вибрати допустимі поєднання (таблиця 4).

Таблиця 4

	Відносно поверхні користувача.
	На поверхні користувача.
	Відносно поверхні глобуса (земля).
	На поверхні глобуса (земля).
	Абсолютні висоти.
	Немає висот (нуль)

Висоти з поверхні. Всі функціональні поверхні, такі як шари рельєфу, атмосфери чи геологічні шари мають окреме значення висоти для кожної позиції x, y . Це надзвичайно корисна інформація, яка може без проблем використовуватися іншими функціональними шарами, такими як шар дерев, для вказування своєї базової висоти. Існує два методи привязки шару об'єктів до поверхні:

- Певна поверхня – ця опція підтримується як в ArcGlobe так і в ArcScene і потребує, щоб шар об'єктів силівся на окрему спеціальну поверхню. Цей метод корисний для невеликих екстентів, в яких існує окреме джерело висот і поверхні з накопленням.
- Загальна поверхня глобуса (землі) – ця опція підтримується лише в ArcGlobe і дозволяє класифікувати шар об'єктів, як драповані на поверхню глобуса.

Приклад шарів, які часто використовують на поверхність для визначення базової висоти (значень z), включають дерева, вуличне обладнання, тощо.

Висоти з кожного об'єкту. У свою чергу для деяких елементів GIS вже відоме їх перебування в просторі 3D, тобто кожен елемент включає репрезентативне значення висоти відносно самого себе. Існує два методи використання об'єктів в відображенні. Вони доступні як і в ArcGlobe так і в

ArcScene. Дані про висоту об'єкта можуть бути вкладені в дані джерела чи надаватись в якості атрибуту об'єкта:

- Влаштована в геометрію об'єкта – при використанні цієї опції потрібно, щоб дані джерела включали значення z , щоб кожна вершина геометрії об'єкту мала значення для x , y , z . Цей метод використовується для даних, захвачених в 3D, таких як точки відстежування GPS. Важливо, щоб в цьому типі даних вказувалися z -складова системи координат чи хоча б одиниці виміру. Добре визначені дані мають одиниці виміру, що співпадають по осям x , y , z . Наприклад в наборах даних UTM в метричній основі для значення z , потрібно використовувати метри.
- Доступні, як один так і декілька атрибутів об'єкту – при використанні цієї опції потрібно, щоб елемент мав один чи декілька атрибутів, які дозволяють вираховувати значення висоти. Такий метод корисний в тому випадку, коли висота є важливим атрибутом в моделі даних. Потрібно дуже хороше розуміння одиниць, які представлені в такому атрибуті. Підтримуються також складні вирази, наприклад, множення номера поверху на постійний множник. Складні вирази дуже якісно відображаються в 3D, однак вертикальне редагування таких об'єктів, що відображаються з використанням складних виразів висот може виявитись проблематичним, особливо, якщо використовується декілька полів атрибутів.

Зміщення картографічного шару. Інколи використання вертикального зміщення висоті об'єктів може посилити візуальний ефект. Як правило, такий метод застосовують по картографічним причинам в яких справжнє положення 3D-об'єктів ускладнює перегляд. Наприклад, можна відобразити місцеположення важливих орієнтирів місцевості над будівлями та спорудами

замість того, щоб вони залишались прихованими в своїх фактичних місцях [31].

Основи 3D символів і стилів. Тривимірні символи по своїй суті будуть тим самим 2D символом, але з додатковими налаштуваннями. Ці властивості розширюють можливості 2D символів так, що з'являється можливість їх відображення в тривимірному режимі. Також ці символи використовують для створення геотипічних і геоспецифічних документів чи 3D карт.

Геотипічний символ – це модель, яка має параметри реального світу, які використовуються для відображення певного стилю. Набор геотипічних моделей може відображати характерний стиль чи тему. Геотипічні символи можна використовувати там, де не потрібно відображення реальних об'єктів. Використання таких символів дозволяє створювати зображення, які імітують реальність, але візуально некоректні.

Геоспецифічний символ – це модель, заснована на реальному елементі. Наприклад, якщо у вас є 3D модель будівель якого-небудь району ви можете імпортувати її, а потім додати любі текстури, наприклад рослинність та поверхня стін.

Використання 3D символів дозволяє відображати картографічні символи, що робить елементи більш реалістичними. Наприклад замість того, щоб позначити будинок точкою, можна використати символ 3D моделі дому певного стилю, чи відобразити шар об'єктів рекреаційного використання. Крім того, можна додати текстури до поверхні, щоб отримати реалістичне зображення дорожньої мережі.

Стилі являють собою добірку наперед заданих кольорів і символів, які дозволяють виконувати картографічні стандарти. Стилі допомагають оприділити не тільки способи відображення даних, але і зовнішній вид і розміщення символів, добавлених в документ. В стилях зберігаються кольори, символи і їх параметри. Кожен раз, коли ви вибираєте і використовуєте певний символ, ви використовуєте частину стилю. Стилями є

набори символів з заданими характеристиками. Ці символи розділені по тематичним категоріям, а потім збережені з різними параметрами, такими як розмір, колір, що полегшує їх використання. Стилї є досить зручним способом зберігання символів, які використовуються найчастіше всього.

Точечні стилї 3D. Такі стилї використовують для відображення простих геометричних фігур, а саме: сфери, куби, чи використовують їх для побудови моделей будинків на основі класів точечних просторових об'єктів. Лінійні ж стилї використовуються для відображення доріг чи заборів [32].

Важливою також є робота з операціями перетину 3D об'єктів, що дозволяє виконувати їх геометричне порівняння. Існує всього 6 інструментів перетину тривимірних елементів:

- Відмінність 3D – вираховує один набір мультитпатчу з іншого.
- В середині 3D – вираховує геометричний перетин між мультитпатчами.
- Пересікти лінію 3D мультитпатчем – цей інструмент оприділяє точки перетину між 3D лінією і мультитпатчем.
- Замкнуті 3D – знаходить, є мультитпатч замкнутим і чи може він використовуватися в операціях 3D перетину.
- Об'єднати 3D – комбінує замкнуті мультитпатчі з об'єктами, що перетинаються в один просторовий елемент.
- Перетнути 3D – вираховує геометричний перетин між об'єктами-мультитпатчами [33].

Ці інструменти зазвичай використовуються для створення нових об'єктів, перевірки якості існуючих об'єктів і просторового аналізу. Наприклад архітектору потрібно оцінити вплив тіні від нового проєктованого будинку. Таким чином можна побудувати об'єм затінення для будинку, використовуючи інструмент «лінія горизонту», а потім використати відмінність 3D, щоб вирахувати з отриманих даних тіні існуючих будинків.

Кінцевий результат буде являти собою об'єм нових тіней в заданий денний час.

Важливо є і те, що ArcScene так як і ArcMap має можливість вимірювати довжини та площі, а також і висоти новостворених тривимірних елементів, що дозволяє дізнатись більш точну інформацію про об'єкти місцевості (рис. 4.2.3).

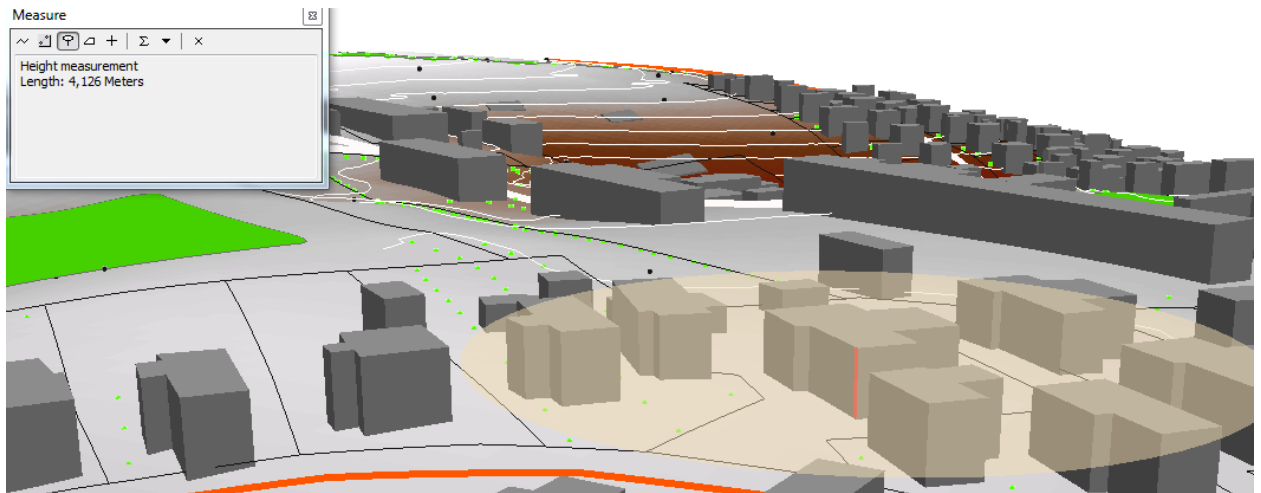


Рис. 4.2.3. Знаходження висоти будинку.

ArcScene має можливість створення анімацій, помістивши у них деякі дії, які можна включити у будь який момент. Анімація допомагає візуалізувати зміни в перспективі, параметрах документа, географічні переміщення та зміни у часі.

Створити анімацію можна за допомогою інструментів Animation. Самі ж анімації складаються з треків. Вони управляють динамічними змінами властивостей об'єктів, наприклад кольором фону документа, видимістю шару чи положенням камери. Треки складаються з набору ключових кадрів, тобто знімків властивостей певного об'єкту в заданий момент часу.

Нами було створено анімацію, що відображає схід та захід сонця над територією дослідження. Для цього ми змінюємо настройки шару Scene layers на ті, які відповідають нашій місцевості (рис. 4.2.4).

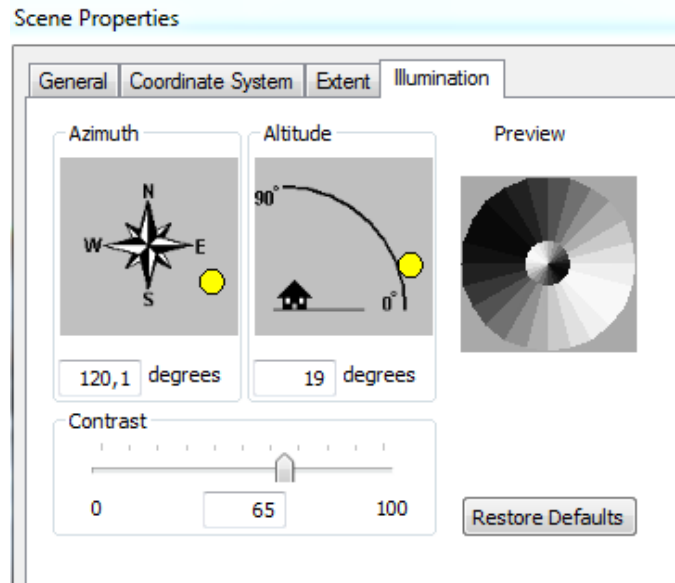


Рис. 4.2.4. Вигляд меню налаштувань положення сонця.

Після чого за допомогою інструменту анімацій створюємо новий трек. Обираємо у полі Type – Scene, після чого у полі Destination Track вказуємо ім'я нашої анімації, та нажимаємо кнопку New та Create, за рахунок чого створюється основне зображення. Для того, щоб анімація показувала зміни, необхідно змінювати положення сонця та додати ще хоча б один трек [34].

Висновки до розділу 4

3D моделювання в останній час стає новим методом представлення просторової та атрибутивної інформації та користується великою популярністю у ГІС-спеціалістів. Цінність тривимірного моделювання полягає в тому, що воно дозволяє відобразити в об'ємі не тільки існуючі, але і оновлені чи спроектовані об'єкти. Якщо раніше ми могли користуватись топографічними картами чи планами і уявляти який саме буде мати вигляд місцевість і її забудова, то завдяки 3D моделям, які і створюються на базі оновлених 2D моделей ми матимемо змогу переглядати конвертоване зображення, що буде мати не тільки координати x, y, але і набуде нової координати z. 3D моделі є важливою складовою при містобудуванні та кадастрі населених пунктів. З їх допомогою можливо відображати каналізацію, підземні сховища, водопостачальні шляхи, шахти та саму модель міста, а також прив'язувати до них атрибутивну інформацію (висоти, тип будівель, довжини, цільове призначення, тощо).

Нами було досліджено прикладні аспекти створення таких моделей і можливості, які вони нам надають. Для більш точного відображення дійсності нами було створено не тільки тривимірну модель топографічної карти масштабу 1:10 000, але і плану 1:2 000. А також добавлено документ атрибутивних даних, який поступово заповнювався за рахунок Публічної Кадастрової Карти України, про тип будівель, їх поверхневність, цільове призначення, тип власності, а також кадастрових номерів ділянок, на яких вони знаходяться. Завдяки програмному компоненту ArcScene ми можемо проводити аналіз території дослідження за допомогою навігаційних інструментів та оцінювати нашу територію з висоти пташиного польоту. Також є можливість перегляду ліній видимості від спостерігача до цілі, що дозволяє ефективно визначити вплив будь-якого спроектованого будинку на інші уже існуючі.

ВИСНОВКИ

Отже, у ході магістерської роботи, ми отримали низку висновків, які є підсумком наукового пізнання. Так, ми ознайомились із теоретико-методологічними засадами, щодо складання топографічних карт та планів. Було обрано найголовніші методи та підходи генералізації, за якими здійснювалось виявлення її особливості.

Оскільки основним для карт та планів є їх читабельність і зрозумілість для користувача, завдяки картографу є виявлення особливості узагальнення об'єктів, процесів та явищ, які зосереджені на території дослідження. А саме виявлення особливостей генералізації об'єктів дорожньої мережі, гідрографії, тобто узагальнення контурів озер, річок, ставків до більш простого. Будівель та споруд, які у свою чергу використовують метод переходу від більш складних елементів до простіших (об'єднання будівель у квартали), рослинності та рельєфу до яких відноситься об'єднання контурів в один, узагальнення берегової та дорожньої лінії до простого контура та вилучення дрібних мікроформ рельєфу.

Отже для роботи з картографічною інформацією, а також для роботи з растровими даними необхідно відповідально обирати програмне забезпечення у якому буде проводитися дослідження. Для цього основним завданням є опрацювання теоретичних, а також методичних засад ГІС продуктів. У наш час ГІС широко використовується у різних сферах діяльності людини і відповідно кожне має своє основне призначення. При картографуванні і роботі з базами даних потрібно обирати лише той продукт, який максимально дозволить розкрити всі можливості роботи даної програми. Для цього і потрібно максимально оцінити кожен з програм і вивчити її базові можливості, інтерфейс та функціонування.

Для нашої магістерської роботи було опрацьовано теоритичні і методичні складові ГІС продуктів і обрано в якості програми у якій

проводиться дослідження лінійку програмних компонентів ArcGIS, а саме ArcMap та ArcScene. Дані компоненти дозволяють в повному обсязі опрацювати векторні та атрибутивні дані при створенні чи оновленні картографічної інформації, а також в подальшому створенні на їх основі тривимірних об'єктів.

Проблема топографічного забезпечення України проявляється у старінні картографічної інформації на картах та планах.

Зміст топографічних карт на сьогоднішній день часто не відповідає дійсності на місцевості. Природні та людські чинники сильно змінюють довкілля. Змінюється забудова населених пунктів, їх чисельність іноді і тип поселення. Прокладаються нові дорожні та залізничні мережі, змінюється берегова лінія річок, озер, морів. Відбуваються зміни і у ґрунтово-рослинному покриві. Всі ці зміни повинні відобразитися на топографічних картах та планах. На даний час регламентована нормативними документами періодичність оновлення топографічних карт не дотримується. Близько 90% топографічних творів масштабу 1:10 000 мають стан відповідності до 90х рр. Тому оновлення основних картографічних матеріалів, а саме: карт та планів є актуальним завданням. Вони оновлюються за даними нових космознімків чи аерокосмознімків.

У свою чергу нами було проведено оновлення та складання застарілої картографічної інформації топографічної карти масштабу 1:10 000 та плану 1:2 000 в програмному продукті американської компанії ESRI ArcMap 10.5, де ми за допомогою створення векторних та атрибутивних даних повністю оновили такі основні елементи місцевості як: дорожню мережу з вказаними типами доріг та їх довжиною, будівлі та споруди в яких зазначені їхній тип та кількість поверхів, рослинний покрив території, ізолінії рельєфу та точки висоти гідрографію, що покриває територію дослідження та квартали міст і об'єктів власності.

3D моделювання в останній час стає новим методом представлення просторової та атрибутивної інформації та користується великою популярністю у ГІС-спеціалістів. Цінність тривимірного моделювання полягає в тому, що воно дозволяє відобразити в об'ємі не тільки існуючі, але і оновлені чи спроектовані об'єкти. Якщо раніше ми могли користуватись топографічними картами чи планами і уявляти який саме буде мати вигляд місцевість і її забудова, то завдяки 3D моделям, які і створюються на базі оновлених 2D моделей ми матимемо змогу переглядати конвертоване зображення, що буде мати не тільки координати x , y , але і набуде нової координати z . 3D моделі є важливою складовою при містобудуванні та кадастрі населених пунктів. З їх допомогою можливо відображати каналізацію, підземні сховища, водопостачальні шляхи, шахти та саму модель міста, а також прив'язувати до них атрибутивну інформацію (висоти, тип будівель, довжини, цільове призначення, тощо).

Нами було досліджено прикладні аспекти створення таких моделей і можливості, які вони нам надають. Для більш точного відображення дійсності нами було створено не тільки тривимірну модель топографічної карти масштабу 1:10 000, але і плану 1:2 000. А також добавлено документ атрибутивних даних, який поступово заповнювався за рахунок Публічної Кадастрової Карти України, про тип будівель, їх поверхневість, цільове призначення, тип власності, а також кадастрових номерів ділянок, на яких вони знаходяться. Завдяки програмному компоненту ArcScene ми можемо проводити аналіз території дослідження за допомогою навігаційних інструментів та оцінювати нашу територію з висоти пташиного польоту. Також є можливість перегляду ліній видимості від спостерігача до цілі, що дозволяє ефективно визначити вплив будь-якого спроектованого будинку на інші уже існуючі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Загородній В. В., Матусевич К. М. Основи топографії і картографії: посібник для вчителів. Київ : Радянська школа, 1977. 101 с.
2. Господинов Г. В., Сорокин В. Н. Топография : учебник для студентов географических специальностей университетов. 2-е издание, переработанное и дополненное. Москва : Издательство Московского университета, 1974. 81 с.
3. Берлянт А. М. Картография : учебник для вузов. Москва : Аспект Пресс, 2001. 8-9 с.
4. Грюнберг Г. Ю. Картография с основами топографии : учебное пособие для педагогических институтов. Москва : Просвещение, 1991. 13 с.
5. Салищев К. А. Картоведение : учебник по специальности картография. 3-е издание, доп. и переработанное. Москва : МГУ, 1990. 146-150 с.
6. ArcGIS Desktop : Создание полигональных объектов.
[URL:https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/help/editing/create-polygon-features.htm](https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/help/editing/create-polygon-features.htm)
(дата звернення: 20.08.2020).
7. Справочник по картографии : справочник. / А. М. Берлянт та ін. ; за заг. ред. Е. И. Халугина. Москва : Недра, 1988. 158 с.
8. Козаченко Т. І., Пархоменко П. О., Молочко А. М. Картографічне моделювання : навч. посіб. Вінниця : Антекс-У ЛТД, 1999. 241 с.
9. Вікіпедія : Козова.
[URL:https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B) (дата звернення: 25.09.2020).
10. ArcGIS Desktop : Пространственная привязка растра к вектору. URL:
<http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/georeferencing-a-raster-to-a-vector.htm> (дата звернення: 29.09.2020).
11. Вікіпедія : Топографічний план. URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD_%D1%82

[%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9](#) (дата звернення 02.10.2020).

12. Google maps // Спутник. URL :

<https://www.google.com/maps/@48.2708411,25.8942752,2102m/data=!3m1!1e3>

(дата звернення 02.10.2020).

13. Створення TIN-поверхонь в ArcGIS // Довідка. URL:

https://www.npk-kaluga.ru/HowToCreateTIN_AGIS.htm (дата звернення

03.10.2020).

14. Створення карти ізоліній рельєфу // Довідка. URL:

<https://www.npk-kaluga.ru/MakeReliefFromSASPlaneta-AGIS.htm> (дата

звернення 03.10.2020).

15. Створення растрових ЦМР // Довідка. URL:

[https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/tool-reference/3d-analyst/how-topo-to-raster-](https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/tool-reference/3d-analyst/how-topo-to-raster-works.htm)

[works.htm](https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/tool-reference/3d-analyst/how-topo-to-raster-works.htm) (дата звернення 05.10.2020).

16. Міська забудова та її створення. URL:

https://www.npk-kaluga.ru/MakeTown3DMap_AGIS.htm (дата звернення

067.10.2020).

17. Створення 3Д моделей ArcGIS. URL:

<https://www.npk-kaluga.ru/UseArcScene.htm> (дата звернення 15.10.2020).

18. Просторова прив'язка растра до вектора // Довідка. URL:

[https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-](https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/georeferencing-a-raster-to-a-vector.htm)

[images/georeferencing-a-raster-to-a-vector.htm](https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/georeferencing-a-raster-to-a-vector.htm) (дата звернення 15.10.2020).

19. Вікіпедія : Геоінформаційна система. URL:

[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0)

[D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0)

[_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0)

[_%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0) (дата звернення 17.10.2020).

20. Введення ArcGIS Desktop // Довідка. URL:

<http://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n00000005000000.htm>

21. Додавання координатної сітки // Довідка. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/map/page-layouts/adding-a-measured-grid.htm>

22. Робота в ArcGlobe та ArcScene // Довідка. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/main/get-started/choosing-the-3d-display-environment.htm#GUID-E6DAABE9-B01F-4C28-BD2C-716F8E5B311B>

23. Вытягивание пространственных объектов с использованием постоянного значения // Довідка. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/arcscene/extruding-features-by-a-constant-value.htm>

24. Каталог програмного забезпечення : ГІС. URL:

<http://www.geoguide.com.ua/software/software.php>

25. Публічна кадастрова карта України. [електронний ресурс] URL:

https://map.land.gov.ua/?cc=3461340.1719504707,6177585.367221659&z=6.5&l=kadastr&bl=ortho10k_all

26. Створення 3D видів // Довідка. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/3d-analyst/creating-3d-views.htm>

27. Порядок відображення шарів в 3D // Довідка. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/3d-analyst/understanding-the-layer-draw-order-in-3d.htm>

28. Поняття спостерігача та цілі // Довідка. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/3d-analyst/understanding-the-observer-and-target.htm>

29. Поняття аналізу видимості // Довідка. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/3d-analyst/visibility-analysis.htm>

30. Створення лінії видимості // Довідка. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/3d-analyst/creating-a-line-of-sight.htm>

31. Загальні відомості про висоти на основі об'єктів в 3D // Довідка. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/3d-analyst/understanding-feature-based-heights-in-3d.htm>

32. Основи 3D-символів та стилів // Довідка. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/3d-analyst/fundamentals-of-3d-symbols-and-styles.htm>

33. Робота з операціями перетину 3D об'єктів // Довідка. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/guide-books/extensions/3d-analyst/working-with-3d-set-operators.htm>

34. Створення анімації сцени // Довідка. URL:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/map/animation/creating-a-scene-animation.htm>

