



Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје
ФАКУЛТЕТ ЗА ШУМАРСКИ НАУКИ, ПЕЈЗАЖНА АРХИТЕКТУРА И
ЕКОИНЖЕНЕРИНГ „ХАНС ЕМ“



ПРАКТИКУМ ПО

**ГЕОИНФОРМАТИКА СО ПРИМЕНА ВО НАУКИТЕ ЗА ЗЕМЈИШТЕ,
ХИДРОЛОГИЈА И ШУМАРСТВО**

Автор:

вонр. проф. д-р Иван Минчев

Скопје, 2024

ИЗДАВАЧ

УКИМ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ ВО СКОПЈЕ
ФАКУЛТЕТ ЗА ШУМАРСКИ НАУКИ,
ПЕЈЗАЖНА АРХИТЕКТУРА И
ЕКОИНЖЕНЕРИНГ
„ХАНС ЕМ“ – СКОПЈЕ

АВТОР

вонр. проф. д-р Иван Минчев

УРЕДНИК

вонр. проф. д-р Иван Минчев

РЕЦЕНЗЕНТИ

д-р Иван Блинков, редовен професор на Факултетот за шумарски науки, пејзажна архитектура и екоинженеринг „ХАНС ЕМ“ во Скопје

д-р Марија Вукелиќ Шутоска, редовен професор на Факултетот за земјоделски науки и храна во Скопје

ЛЕКТОР

Елена Саздовска

КОМПЈУТЕРСКА ОБРАБОТКА

д-р Иван Минчев

CIP - Каталогизација во публикација Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

528.88:004]:63(076)

МИНЧЕВ, Иван

Практикум по геоинформатика со примена во науките за земјиште, хидрологија и шумарство [Електронски извор] / автор Иван Минчев. - Скопје : Универзитет "Св. Кирил и Методиј" во Скопје, Факултет за шумарски науки, пејзажна архитектура и екоинженеринг "Ханс Ем", 2024

Начин на пристапување (URL):

http://www.sf.ukim.mk/izdavacka_dejnost/ucebnici_pomagala/geoinformatika_praktikum_2024.pdf.

- Текст во PDF формат, содржи 51 стр., илустр. - Наслов преземен од екранот. - Опис на изворот на ден 20.11.2024. -

Библиографија: стр. 50-51

ISBN 978-9989-132-28-5

а) Географско-информациски системи(ГИС) -- Примена -- Почви -- Шуми -- Практикуми

COBISS.MK-ID 64765701

Содржина

Предговор.....	5
1. ВОВЕД.....	6
2. ГИС (ГЕОГРАФСКИ ИНФОРМАЦИСКИ СИСТЕМ).....	7
2.1 Суштина на ГИС-от.....	7
2.2 Сфаќања за ГИС.....	8
2.2.1 ГИС како база на податоци (The Database view).....	9
2.2.2 ГИС како карта (The map view).....	9
2.2.3 ГИС како модел (Model view).....	9
2.3 Користење на ГИС во шумарството и управување со животната средина.....	10
2.3.1 Подигање, одгледување и заштита на шумите.....	10
2.3.2 Користење на шумите и шумски транспорт.....	11
2.3.3 Планирање (уредување) на шумите.....	12
2.3.4 Користење на ГИС при анализа на екосистемите.....	12
2.3.5 Управување со водни ресурси.....	13
2.3.6 Урбано шумарство и паркарство.....	13
2.4 Геопросторни податоци.....	14
2.4.1 Предности на дигиталните податоци.....	14
2.5 ГИС базиран на растер.....	15
2.5.1 Растерско претставување на податоците.....	15
2.5.2 Големина на мрежата и резолуција.....	15
2.5.3 Растерски структури на податоци.....	15
2.6 Векторски базиран ГИС.....	16
2.6.1 Генерална дефиниција.....	16
2.6.2 Векторска претстава на податоците.....	17
2.6.3 Видови векторски модели.....	18
2.6.4 Бази на податоци.....	18
2.7 Топологија.....	19
2.8 3Д-модели.....	20
2.9 Анализи со ГИС.....	21
3 МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ.....	26
3.1 Мултикритериумска евалуација.....	27
4 ДАЛЕЧИНСКА ДЕТЕКЦИЈА (Remote sensing).....	30
4.1 Дефинирање на далечинската детекција.....	30
4.2 Електромагнетен спектар.....	31
4.3 Спектрални региони во далечинската детекција.....	31
4.4 ЕМР – површински интеракции.....	33
4.5 Спектрални потписи.....	34
4.6 Далечински детектори.....	35
4.7 Повеќекоцептен модел во далечинската детекција.....	36
4.8 ЛИДАР (Light Detection And Ranging).....	37
5 ГИС-ВИДЕО УПАТСТВО ОД ПРОГРАМСКИОТ ПАКЕТ QGIS.....	43
5.1 Геоинформатика видеоупатство 1/6.....	43
5.2 Геоинформатика видеоупатство 2/6.....	45
5.3 Геоинформатика видеоупатство 3/6.....	46

5.4 Геоинформатика видеоупатство 4/6.....	47
5.5 Геоинформатика видеоупатство 5/6.....	48
5.6 Геоинформатика видеоупатство 6/6.....	48
6 КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА.....	50

Предговор

Практикумот по Геоинформатика со примена во науките за земјиште, хидрологија и шумарство е наменет како основна литература за студентите по предметот Геоинформатика. Овој практикум претставува основа и вовед во проблематиката на просторни анализи и може да најде примена во сите предметни програми каде што има просторни податоци. Програмата на насоката Екоинженеринг и екоменаџмент во однос на предметот Геоинформатика е замислена на тој начин што секој студент добива едно сливно подрачје и ги обработува основните природни фактори: почва, геолошка подлога, користење на земјиштето, хипсометрија, хидрографија, климатски податоци и други просторни податоци. Со тоа се анализираат основните параметри на сливот. Овие почетни анализи и опис на сливното подрачје понатаму претставуваат основа за понатамошни просторни анализи во повеќе предмети: Управување со водни ресурси, Управување на земјиште, вода и ризици од природни непогоди, Заштита на земјиштето од ерозија, Деградација на земјиштето и опустинување, Вовед во пределно и просторно планирање и сите предмети што имаат просторна компонента и вклучуваат географско информациски системи во наставата. Истиот пристап е во почетна фаза за предметите на насоката Шумарство и се работи на понатамошна имплементација во постоечката програма.

Практикумот по Геоинформатика е составен од два дела. Првиот дел се состои од теоретски осврт на неколку области и практична примена во науките за земјиште, хидрологија и шумарство. Освртот се однесува на Географски информациски системи (ГИС), Далечинска детекција и основи на моделирање во ГИС.

Вториот дел се состои од практични видеоупатства (тutoriјали) кои се наоѓаат на онлајн-платформата „YouTube“, на каналот „GIS-Ханс Ем“: <https://www.youtube.com/@gis-7425/>

Видеоупатствата се однесуваат на ГИС програмскиот пакет QGIS, верзија 3.10.4. и се работи за практични примери со софтверскиот пакет со практична примена во науките за земјиште, хидрологија и шумарство. Во овој практикум ќе бидат накратко претставени, а за подетално може да се погледне на горенаведениот линк. Видеоупатствата содржат повеќе теми: инсталација на софтвер, работа со векторски податоци, работа со растерски податоци, геореференцирање, просторни анализи и подготовка на карти за печатење.

На истиот канал има и други видеа со примена на ГИС за посебни проблематики преточени во практични примери.

1. ВОВЕД

Во текот на изминатиот век, научните и техничките достигнувања целосно ги променија начините на картографирање: најпрво, преку имплементација на аеро-фотографија и фотограметрија, каде што картографирањето веќе престанува да биде само на терен (непосредно теренско картографирање) туку големиот дел од работите се пренесуваат во канцеларија и на компјутер. Со развојот на технологиите, процедурите за анализа стануваат сè постандардизирани и сè повеќе се избегнува поединечното експертско искуствено толкување, кое е мошне субјективно. Со стандардизација на процедурите се добива на објективност при одлучувањето.

Картографирањето во минатото се сведуvalo на продукција на општи хартиени карти издадени од националната Агенција за катастар и други институции кои продуцирале карти. Во поново време, сите овие „мртви карти“ се дигитализирани (реки, патишта, користење на земјиштето, надморска височина (изохипси) и др.) и се претворени во дигитални датотеки со X, Y координати, и понатаму се главен извор на податоци во новите технологии, како што се ГИС и далечинска детекција. ГИС-от е информациска констелација - систем за управување со бази на податоци со сите карактеристики на другите IT-технологии, моќна геопросторна логичка рамка во преден план и различни платформи кои варираат од паметни часовници до орбитални сателитски системи.

Можеби најпривлечниот аспект на ГИС и геопросторната технологија е нивниот драстичен раст во јавниот домен и влез во мејнстримот во последните две децении, заедно со другите „техники“. Широкиот дијапазон претставен со оваа категорија се зголеми за да вклучува такви различни технологии и активности како што е глобалниот систем за сателитска навигација (GNSS/GPS), далечинска детекција, интерактивно веб-картографирање, проекти за геопросторни податоци и системи со отворен код и заедници на корисници, и партиципативен ГИС и комунален. Констелацијата на категории што го сочинуваат и овозможуваат ГИС-от вклучува:

- методи со општа и специјализирана намена;
- апликации и логички системи (од едноставни телефонски апликации со една задача до сложени, кои опфаќаат мета-системи во комерцијален и контекст со отворен код);
- географски референцирани податоци во векторски, растерски и хибридни формати;
- правила и стандарди (дозволувајќи комуникација, интеграција и координација помеѓу корисници и различни корисници);
- луѓе кои работат со технологијата (од поединци до големи и сложени приватни и јавни организации); и
- жичени и безжични дигитални комуникациски мрежи (локални, регионални и глобални).

2. ГИС (ГЕОГРАФСКИ ИНФОРМАЦИСКИ СИСТЕМ)

2.1 Суштина на ГИС-от

Географскиот информациски систем е тешко да се дефинира. Тој претставува интеграција на повеќе подредени компоненти и не постои апсолутно усогласена главна дефиниција за ГИС (Де Мерс, 1997).

Најшироко прифатена е дефиницијата за ГИС на Националниот центар за географски информации и анализи (National Center of Geographic Information and Analysis) на САД:

ГИС е систем од хардвер, софтвер и процедури кои ги олеснуваат управувањето, манипулацијата, анализата, моделирањето, претставувањето и изложувањето на геореференцирани податоци за решавање на комплексни проблеми кои се однесуваат на планирање и управување на ресурсите. (NCGIA, 1990).

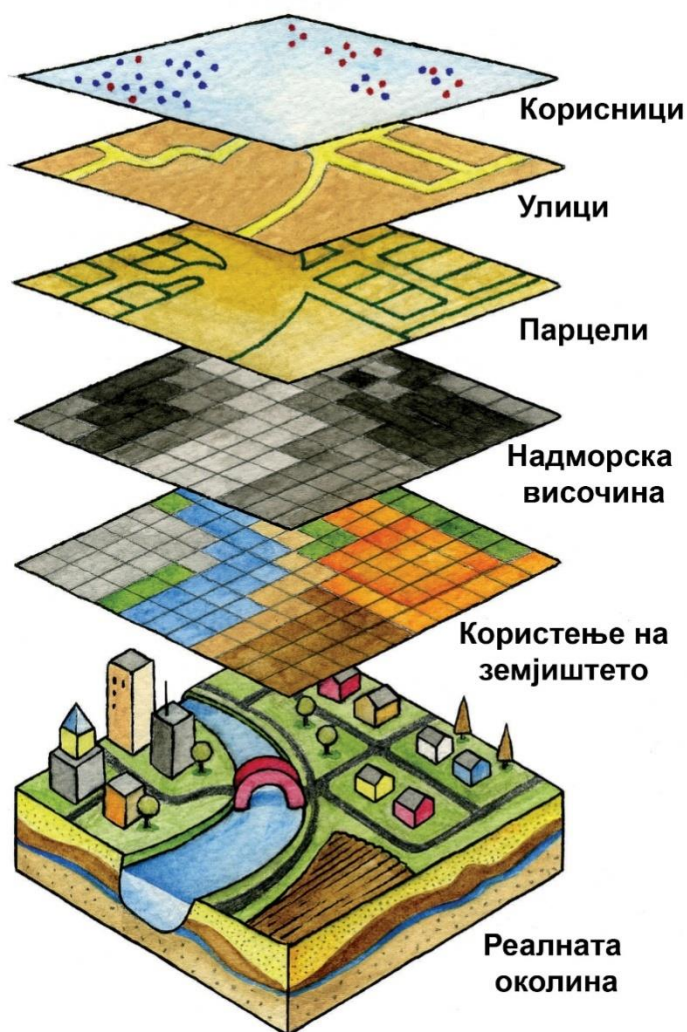


Слика 1 Сегменти на ГИС

Во функции на ГИС спаѓаат:

- Внесување на податоци
- Прикажување на податоци
- Менаџирање на податоци
- Ажурирање и анализа на податоци

Најобјективен начин да се дефинира ГИС е оној во кој се гледа распоредот во слоеви на неговиот сет на податоци. „Група на карти со иста позиција на територијата, каде што дадената локација има исти координати во сите карти вклучени во системот“. На овој начин е можно да се анализираат статистички и просторни карактеристики и да се стекнеме со подобра претстава на одредена област.



Слика 2 Организација на податоците во форма на слоеви (леери)

ГИС овозможува просторна поврзаност. Многу компјутерски бази на податоци изработени од државни, владини организации, приватни претпријатија, универзитети и невладини организации, може директно да бидат внесени во ГИС. Во ГИС може да бидат внесени различни видови информации на карта. ГИС може да претвора постоечки дигитални информации кои не се во форма на карта во информација, кои можат да бидат препознаени и користени во ГИС. На пример, сателитска снимка со анализа може да продуцира карта со дигитални информации поврзани со покривноста и користењето на земјиштето.

2.2 Сфаќања за ГИС

ГИС е најчесто поврзан со карта. Картата, сепак, е само еден начин на работа со географските податоци во ГИС и само еден тип на производ генериран од ГИС. ГИС-от, пак, може да обезбеди многу повеќе за решавање на географските проблеми отколку обично картографирање.

ГИС-от може да се погледне на три начина:

2.2.1 ГИС како база на податоци (The Database view)

ГИС е еден вид на база на податоци на светот - географска база на податоци (geodatabase). Тој е „Географски информациски систем“. Во основа, ГИС е базиран на структурирана база на податоци која го опишува светот со географски термини.



Слика 3 База на податоци во ГИС

FID	Shape *	Id	Br oddel	golini	Pododdel	fitocenoz	povrsina	Pod Oddel
0	Polygon	0 1		0	á	ass.Guerco-Ostryetum_carpinifoliae	532678.404381	a
1	Polygon	0 1		5			3811.429147	
2	Polygon	0 1		3			19968.048258	
3	Polygon	0 1		2			8785.953909	
4	Polygon	0 1		1			3541.98921	
5	Polygon	0 1		4			7302.192241	
6	Polygon	0 3		0	á	ass.Guerco-Ostryetum_carpinifoliae	545291.203138	a
7	Polygon	0 4		0	á	ass.Guerco-Ostryetum_carpinifoliae	659570.541854	a
8	Polygon	0 5		0	á	ass.Guerco-Carpinetum_orientalis_macedonicum	407120.73007	a
9	Polygon	0 5		0	á	ass.Guerco-Carpinetum_orientalis_macedonicum	276949.279693	b
10	Polygon	0 1B		0	á		397224.98145	a
11	Polygon	0 1A		0	á		597860.581445	a
12	Polygon	0 1B		0	á		333514.530839	b
13	Polygon	0 1A		1			46067.411237	

Слика 4 База на податоци во ГИС извадена од план за стопанисување на шумите

2.2.2 ГИС како карта (The map view)

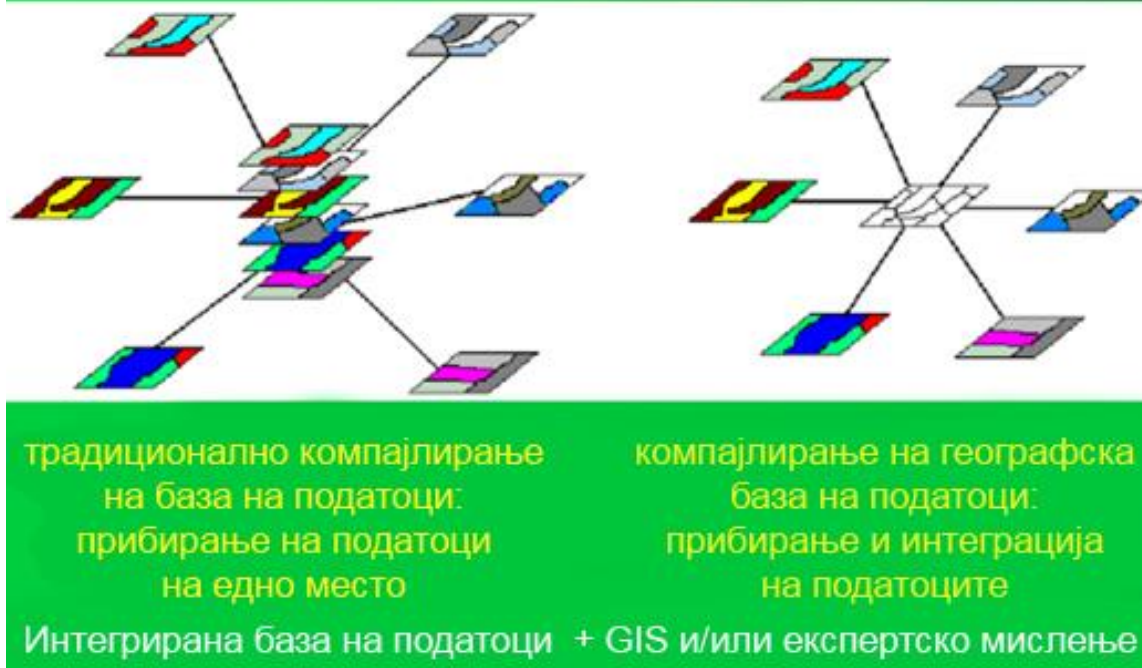
ГИС е збир на интелигентни карти кои прикажуваат карактеристики и функции на односите на површината на земјата. Картите на основните географски информации може да се конструирани и се користат како „прозорци кон базата на податоци“ за поддршка на пребарувања, анализа и уредување на информации.

2.2.3 ГИС како модел (Model view)

ГИС е збир на информации, трансформациски алатки од кои произлегуваат нови географски множества од податоци од постоечките бази на податоци.

Овие функции на процесирање на геоинформации, од постоечките бази на податоци со помош на аналитички функции и резултатите, се зачувуваат во новооформени бази на податоци.

ДИГИТАЛЕН ПРОСТОРЕН МОДЕЛ - ДМП



Слика 5 - Содржина на дигитален модел на предел

2.3 Користење на ГИС во шумарството и управување со животната средина

Во шумарството, ГИС-от има примена во сите области. Во наредниот текст ќе бидат презентирани само некои од можностите на ГИС-от во разни области.

2.3.1 Подигање, одгледување и заштита на шумите

ГИС овозможува средства со кои би ги следеле сите елементи при разни активности во врска со одгледувањето на шумите.

Подрачја во кои се користи се:

- Планови за пошумување;
- Пошумување;
- Одгледување на шумски култури;
- Одгледување на постојните шуми;

ГИС ни нуди можност за следење на оштетувањата и дизајнирање на опции за превенција, интервенција и закрепнување.

ГИС може да ни помогне за подобро разбирање на:

- Заштитата од болести;
- Заштитата од штетници;
- Заштитата од пожари;
- Заштитата од останати биотски и абиотски фактори.

ГИС не само што ја олеснува процената на ризикот, но исто така овозможува и прецизно планирање, управување и превенција за да не се појават пожари. При појава на пожар, ГИС-технологијата се користи за позиционирање на ресурсите, план за евакуација и контролирање на проширувањето на пожарот. Исто така може да биде користен и за одредување на правецот на пожарот. Командирите можат да комуницираат со теренските тимови за да ја осигураат нивната сигурност и да се запре пожарот колку што е можно побрзо.

Мобилната ГИС-технологија може да се користи за правење на карти за параметрите на пожарите и за постојано следење на нивното движење. Тактичките информации можат лесно да бидат споделени со организациите вклучени во инцидентот.

2.3.2 Користење на шумите и шумски транспорт

Просторниот модел на ГИС-базата им дозволува на менаџерите да ги одржуваат постојните информации во однос на променливата пазарна побарувачка.

Со користењето на ГИС, можеме да гледаме и анализираме голем број податоци од повеќе аспекти и да создадеме реална слика на теренот.

Подрачја во кои се користи се:

- Дотур и транспорт;
- Сеча и изработка на асортимани;
- Договори со администрацијата;

Анализата на патот и одржувањето на патиштата се клучни елементи во трошоците за транспорт. ГИС им помага на шумарските инженери ефективно да управуваат со постоечката патна мрежа и за нејзино одржување.

ГИС ни овозможува да решиме разни проблеми, како што се пронаоѓање на најефикасен пат, определување на правците и наоѓање на најблиски растојанија меѓу објектите. ГИС ги ажурира податоците за условите на патиштата при појава на пожар, поплави и други природни непогоди.

Дава детални евиденции за инфраструктурата, како што се: одржување на патиштата; планирање на патна мрежа; градежни објекти на патиштата.

Други апликации (програми) за отворање на шумите, употребувани од страна на корисниците на ГИС вклучуваат:

- Анализи за стабилност на теренот и карпите;
- Анализи за видливост;
- Студии за проширување на патот;
- Влијанието на патот врз околината;
- Внесување на анкетни податоци.

2.3.3 Планирање (уредување) на шумите

ГИС овозможува снимање и основа за следење на регулаторните барања. Може да се користи геопросторната евиденција како основа за процена на планови и донесување на ефикасни одлуки.

Подрачја во кои се користи се:

- Анализа на фактори кои се закана за стопанисувањето;
- Користење на земјиштето;
- Контрола (мониторинг)
- Инвентаризација на шумите.

2.3.4 Користење на ГИС при анализа на екосистемите

Постои зголемена потреба за разбирање на влијанието на управувањето со шумите во однос на животната средина. ГИС овозможува капацитет за моделирање и мониторинг на ефектите на мултинаменско просторно и временско ниво. Може да се врши интегрирање и осигурување на податоците во микро- и макроразмер, за полесно управување со животната средина.

ГИС-технологијата нуди идеална средина за опишување, анализирање и моделирање на процесите и функциите на екосистемот. Интеракцијата и односите помеѓу компонентната разноликост на екосистемот може да се истражи и да се визуализира, користејќи ги аналитичките и визуелните алатки што ги нуди ГИС-софтверот.

Исто така, ГИС игра важна улога во:

- Анализа на нарушувања на пределот;
- Просторно и пределно планирање;
- Конзервациска биологија;
- Јаглороден циклус;
- Дистрибуција на биоценози;
- Интегрално управување итн.

Сè повеќе се појавуваат видови кои се загрозени со исчезнување, како резултат на повеќе фактори. ГИС служи како платформа која ја прикажува релациската промена што помага да го сфатиме влијанието и потребниот момент за интервенција. Од контролните

активности кои се потребни за заштита на животната средина, потребно е да се има познавање од шумарството, со што ќе се интервенира во: дистрибуцијата на заедниците, доминацијата на видовите, кај ендемичните растенија, сукцесија итн.

2.3.5 Управување со водни ресурси

ГИС ни дава можност за разни хидрографски, хидролошки и хидраулични анализи со следниве активности: можеме да ги следиме и анализираме седиментацијата, поплавите, вегетациските промени и настанатите штети, потоци, реки и мочуришта.

ГИС може да се користи за:

- Следење на квалитетот на водата;
- Планирање на управувањето со сливот;
- Заштита од ерозија и порои;
- Управување со водни живеалишта;
- Крајбрежно менаџирање;
- Батиметриски анализи на водни тела итн.

2.3.6 Урбано шумарство и паркарство

Проширувањето на градовите доведе до смалување на зелените површини во градовите. ГИС дава можност да се процени и да се следи промената на околината, за да се олесни планирањето и менаџирањето, и подобро да се користи земјиштето. Планерите можат да го користат ГИС во работата во нивните урбано шумарски зафати.

- Слободен простор
- Целокупно планирање
- Поврзување на дивината со урбаноста
- Урбана хидрологија
- Картографирање на топлотни острови

Еден урбан податочен модел содржи повеќе слоеви (леери), какви што се: катастарски парцели, граници на општини, граници на месни заедници, патишта, улици, железничка инфраструктура, енергетска инфраструктура, катастар на водовод, канализација, телекомуникации итн.

Катастарот на урбаното зеленило (зелен катастар) е еден од тие леери потребен за работа на едно комунално претпријатие. За потребите на дигиталниот катастар на зелените површини се користи посебен пристап.

Графичката компонента е едноставна – полигонална, точкеста и линиска. Меѓутоа начинот на подготовка и приказ на тематската компонента е специфичен. Поради огромниот број на податоци, можеби најодржлив пристап е за секоја зелена површина која е издвоена како посебен објект да биде подготвена придружна датотека која ќе ги содржи сите потребни елементи за таа површина, карта со локација, историјат, датотека со видови и број на единки од одреден дрвен вид или вариетет, фотографија и сл. Оваа датотека лесно се поврзува со просторниот податок.

Има уште многу можности за користење на ГИС во овие области, но тука е презентираан само дел од нив.

Покрај тоа се развиени и дополнителни софтвери со специјална намена, кои користат ГИС-датотеки при натамошните анализи.

2.4 Геопросторни податоци

Геопросторните податоци се составени од просторна и тематска компонента. Концептуално, географските податоци може да бидат разделени на два елемента: видлив, или суштински, и атрибут, или карактеристика.

Просторна компонента. Видливиот дел има два аспекта во локализацијата: апсолутна локализација базирана на координатен систем и тополошка корелација со други субјекти.

Тематска компонента. Променливите или атрибутите може да бидат проучувани од статистички аспект, просторен аспект или двата.

2.4.1 Предности на дигиталните податоци

Табела 1 Споредба на работа со дигитални и аналогни податоци

Дигитални	Аналогни
Лесно се ажурираат	Се преработува цела карта
Мал простор за складирање (дискови)	Голем простор - библиотеки за карти
Лесно се чуваат	Хартиените карти се оштетуваат со текот на времето
Лесни автоматски анализи	Тешкотии при анализите, мерење должини и површини

2.5 ГИС базиран на растер

2.5.1 Растерско претставување на податоците

Растер е метод за чување, процесирање и прикажување на податоците. Секоја површина е поделена на редови и колони, кои формираат правилна мрежна структура и се нарекуваат **пиксели**. Секој елемент мора да биде правоаголен по форма, но не мора да биде квадрат. Секоја клетка (пиксел) во табелата содржи координати на положбата како атрибут. Просторната локација на секој пиксел е содржана во самата структура на табелата, што е различно од векторската структура, која точно е претставена со топологијата. Површините кои содржат иста вредност на атрибутот се препознаени како такви. Растерските структури не можат да ги препознаат границите како полигон.

Растерските податоци се апстракција на реалниот свет каде што просторните податоци се претставени како табела од клетки или пиксели со позиција во просторот која се одразува на редот на пикселите. Со овој модел, просторните податоци не се континуирани туку разделени во посебни единици. Тоа ги прави особено погодни за некои цели, како покриеност на просторот или пресметка на површини.

2.5.2 Големина на мрежата и резолуција

Во растерскиот ГИС на пикселот како еквивалент се смета клетка во клеточната мрежа. Пиксел/клетка претставува најмала единица на информација достапна во некоја слика или растерска карта. Тоа е најмал елемент при прикажувањето, на кој независно може да му се додели атрибут претставен главно како бројка. Големината на пикселот ја претставува просторната резолуција.

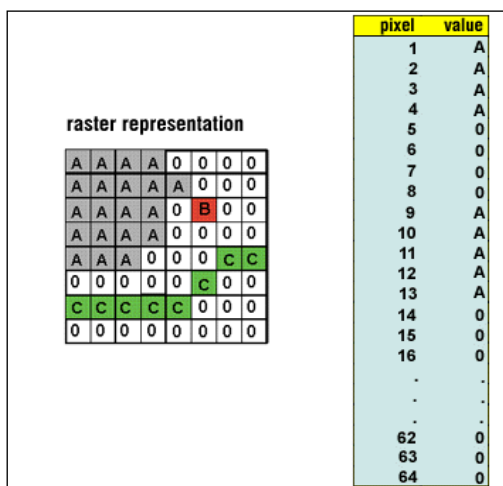
2.5.3 Растерски структури на податоци

- Исцрпувачко набројување

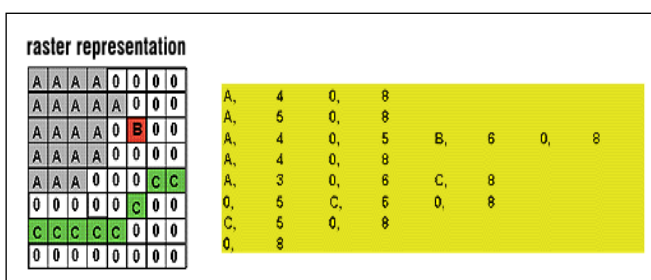
Во оваа структура, на секој пиксел му се задава единствена вредност и според тоа нема притисок кога многу слични вредности ќе дојдат во судир (Сл.6).

- Енкодирање правец-должина

Ова претставува растерска техника за компресирање слики. Ако растерот содржи групи од клетки со исти вредности, ова енкодирање може да го компресира податокот, наместо да ја чува секоја клетка, секоја компонента вредност и број на клетки со таа вредност. За подолги и позачестени последователни вредности ќе биде постигната поголема компресија. Оваа техника е најкорисна за кодирање на еднобојни или бинарни слики (Сл.7).



Слика 6



Слика 7

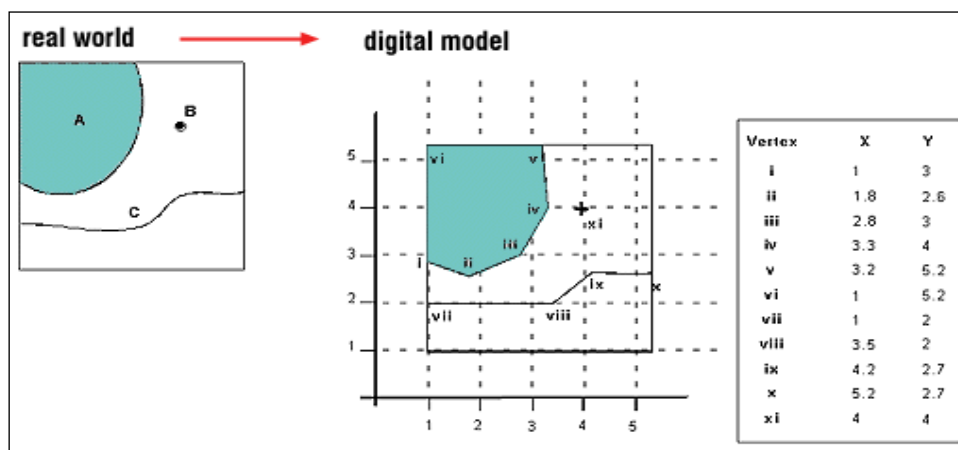
2.6 Векторски базиран ГИС

2.6.1 Генерална дефиниција

Векторот претставува структура за чување и прикажување на просторни податоци. Векторските податоци се составени од точки и линии, дефинирани со почетна и крајна точка коишто се спојуваат во точки на спојување. Вообичаено, локациите на овие точки и тополошките структури се усогласени. Формите се дефинирани само со нивните граници и кривите линии се претставени со повеќе прекршени линии. Топологијата е основното правило што го дефинира векторот. Топологијата ги изразува просторните односи помеѓу поврзани или соседни вектори (точки, линии и полигони) во ГИС. Попросто кажано, површината е континуирана и секоја точка е дефинирана со еден атрибут. Како пример може да се спомене картата на земјишен покров, каде што на едно место не може да има

два типа на земјишен покров (или шума, или езеро, или земјоделско земјиште), т. е. не смее да има преклопување на полигони или да има празен простор помеѓу нив.

Векторски базираниот ГИС е дефиниран со векторска претстава на сите географски податоци. Според карактеристиките на овој модел на податоци, географските објекти се точно претставени заедно со просторните карактеристики (Сл.8).



Слика 8. Векторски податоци

Постојат различни начини на организација на двојната база на податоци (просторна и тематска). Вообичаено векторските системи се составени од две компоненти, една која управува со просторните податоци и друга која управува со тематските податоци. Ова е т. н. хибридно организиран систем, кој создава линк помеѓу просторните податоци и нивните атрибути. Клучен елемент тука е и идентификаторот на секој објект. Тој е единствен и различен за секој објект и овозможува поврзување на двете бази на податоци.

2.6.2 Векторска претстава на податоците

Во овој модел, просторните податоци се претставени со своите координати. Во векторските податоци, основни единици се точки, линии и полигони. Линијата е составена од повеќе поврзани точки, а полигонот од повеќе поврзани линии, кои на крајот имаат заеднички почеток и крај.

- Координати – парови од броеви кои ја покажуваат локацијата на Земјината површина во однос на другите локации.
- Точка – се означува географска форма што е премала да се прикаже со линија или полигон (пр. зграда во размер 1:50,000).
- Линија – се означува географска форма што е претесна за да се прикаже како површина (пр. река, улица).
- Полигон – се користи за прикажување површина и е дефиниран со линиите што го ограничуваат.

Сите форми содржат атрибути што ја опишуваат географската форма на која се однесуваат.

2.6.3 Видови векторски модели

- Листа на координати „spaghetti“
- Двојно независно картографско кодирање (DIME)
- Модел линија/јазол
- Модел „vertex dictionary“

2.6.4 Бази на податоци

- Објект-врска модел – составен е од три компоненти: објект кој може просторно да биде локализиран, атрибути кои го карактеризираат и релација што дозволува поврзување на објектите.
- Релациски бази на податоци - податоците се во табели каде што редовите ги претставуваат објектите, а колоните нивните атрибути.
- Објектно базирани бази на податоци – за разлика од претходните, овде во дефинирањето на објектот, покрај атрибутите, вклучени се и операциите што се извршени на него.

Слика 9 Компарација: реалност – векторска претстава – растерска претстава

Секој просторен податок е поврзан со некоја тематска компонента. Токму таа тематска компонента помага во дообјаснување на податокот. Податоците се внесуваат во т. н. атрибутивна табела.

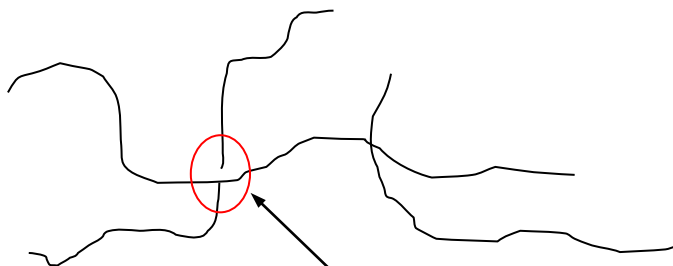
Покрај ова, од начинот на подготовката и богатството на податоци во оваа атрибутивна табела зависат и вистинските функции на ГИС-от, т. е. анализите и моделирањето со помош на ГИС.

2.7 Топологија

Топологија претставува просторна зависност помеѓу соседни векторски облици (точки, линии и полигони) во ГИС-средината. Тополошките или тополошко-базираните податоци се корисни за пронаоѓање и коригирање грешки при дигитализацијата (пр. две линии кои претставуваат река со нејзина притока, не се точно споени). Топологијата е многу потребна за извршување на различни просторни анализи, како што се мрежните анализи.

Во случај ако сакаме да го одредиме најкраткиот пат од одредено населено место до одредена точка во шумата, притоа на располагање ќе ја имаме целата патна мрежа во векторски формат. За оваа задача се потребни тополошки информации каде што патиштата се пресекуваат (крстосници). При изработката на базните податоци, често се прават грешки,

при што не се поврзуваат патиштата на крстосниците и понатаму не му даваат можност на софтверот да ја изврши работата.



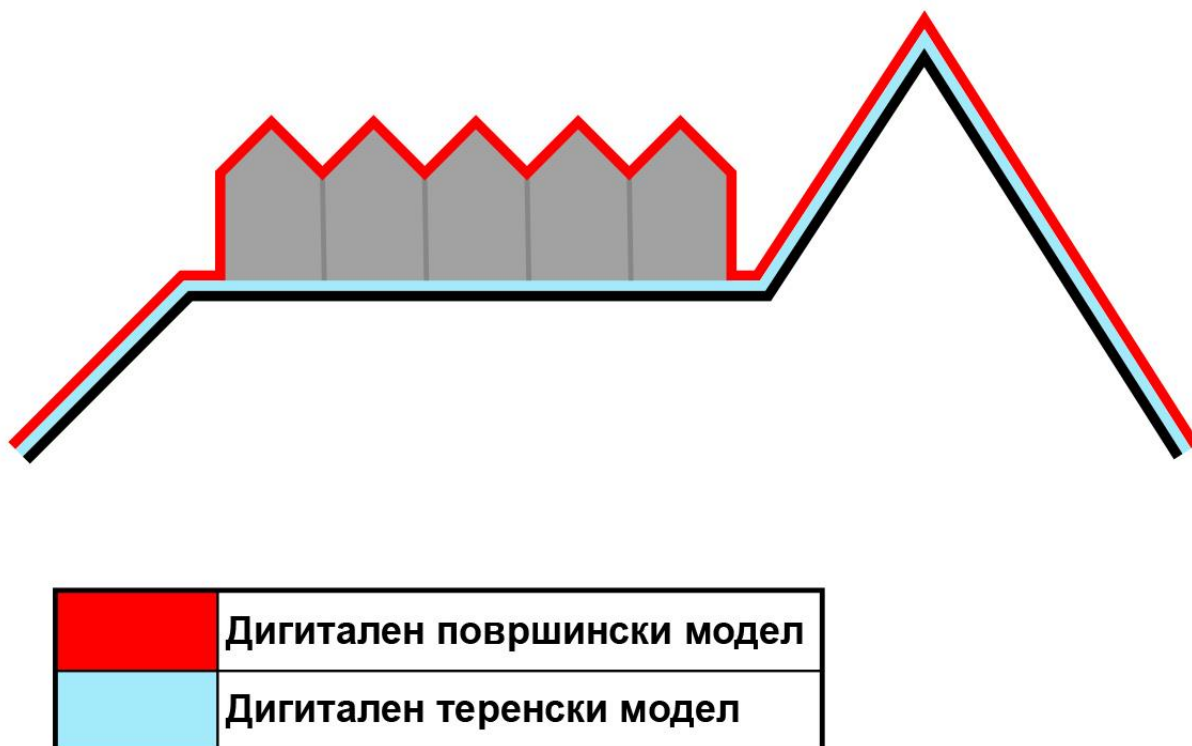
Слика 10 Тополошка грешка

2.8 3Д-модели

Во претходните поглавја беа прикажани и разработени еднодимензионални и дводимензионални геопросторни податоци.

Во практиката се оперира со 3 слични термини:

- DTM (Digital Terrain Model) – Дигитален теренски модел кој е репрезент на површината на теренот;
- DSM (Digital Surface Model) Дигитален површински модел кој покрај површината на теренот, ги зема предвид и објектите на него (згради, дрвја и сл.);
- DEM (Digital Elevation Model) – кој е всушност заеднички показател на претходните два, со тоа што ја зема предвид само височинската компонента, а не се осврнува на приказ на објектите.



Слика 11 DSM vs DTM

За приказ и моделирање на тридимензионалните податоци какви што се теренските модели (ДЕМ – дигитален елевациски модел и ДТМ – дигитален теренски модел), па и некои тематски тела (геолошки или педолошки слоеви и сл.), главно има 2 основни вида:

- ГРИД (мрежа од квадрати или правоаголници) и
- ТИН (triangular irregular network – мрежа од триаголници).

Овие 2 модела за интерполација на вредности врз основа на зададени точкести податоци се одамна познати и прифатени во математиката и геодезијата и се применуваат при разни истражувања, а во овој случај се искористени за формирање 3Д-модел на теренот.

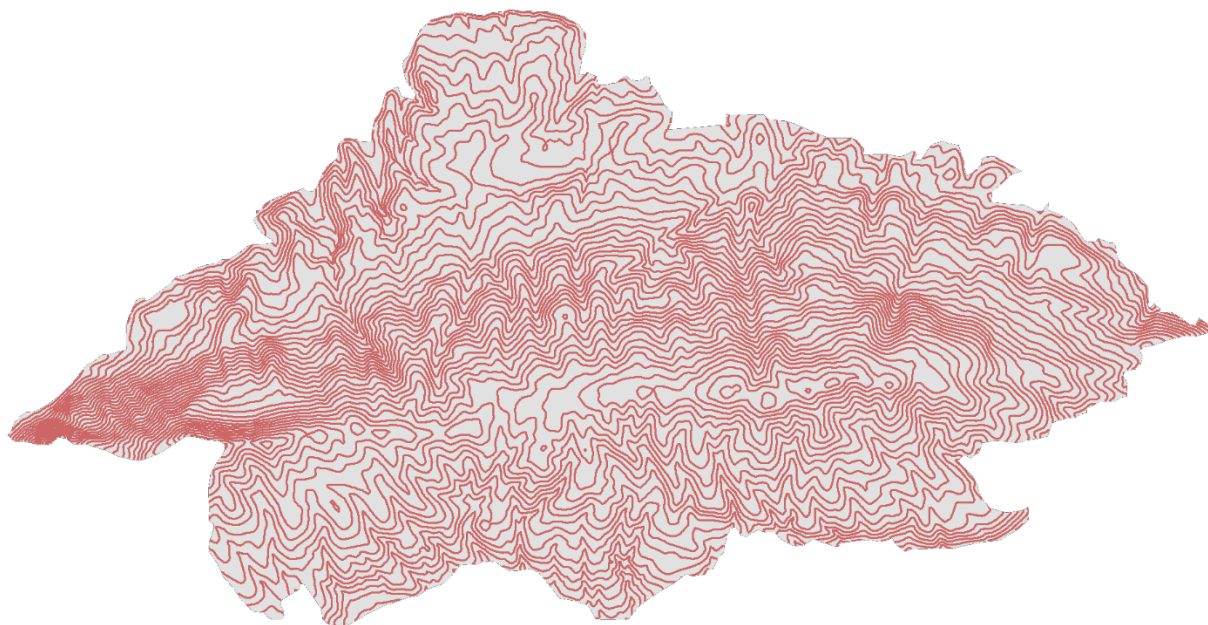
ГРИД-мрежата се состои од единечни структури (квадрати или правоаголници). Секој пиксел (грид) содржи само еден податок (пр. надморска височина на дадената локација).

ТИН-мрежата, пак, претставува мрежа од непрекинати триаголни структури кои не се преклопуваат и во секоја точка има интерполирана вредност на подлогата.

2.9 Анализи со ГИС

Менито на ГИС-софтверите овозможува разни анализи, но и изведување математички операции преточени во просторни анализи. Токму тоа е и главната моќ на ГИС-от кој, за жал, честопати се поистоветува само со картографскиот приказ.

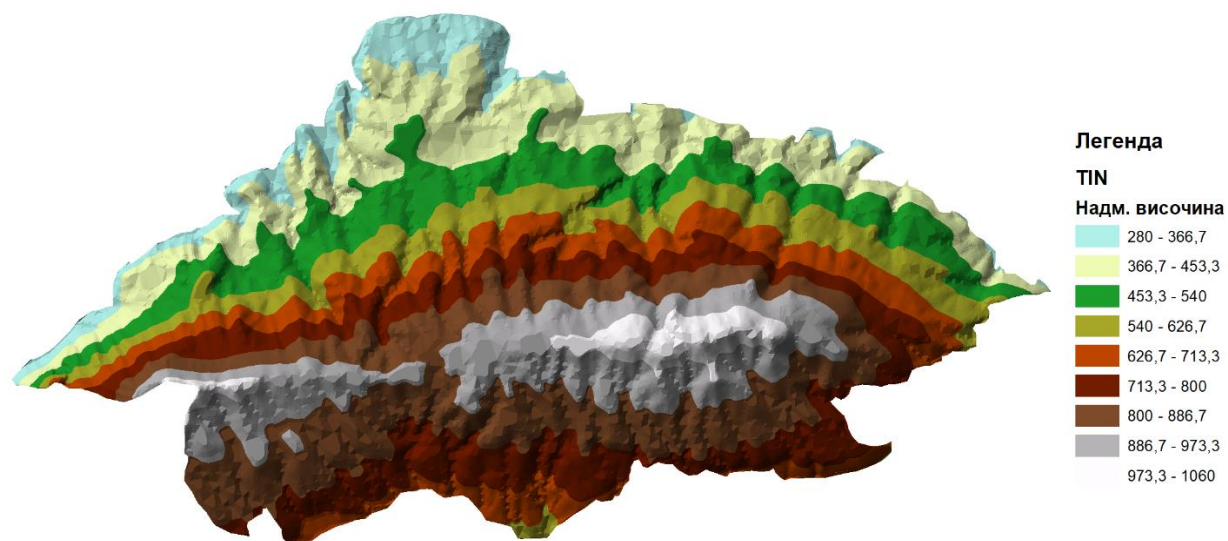
За почеток ќе бидат прикажани најосновните 3Д-анализи. Ако е развиена векторска карта на изохипси или пак е добиен ДЕМ, тогаш може да се добијат: карта на наклони, карта на експозиција, карта на релјефот, ТИН височински модел, карта на видливост итн.



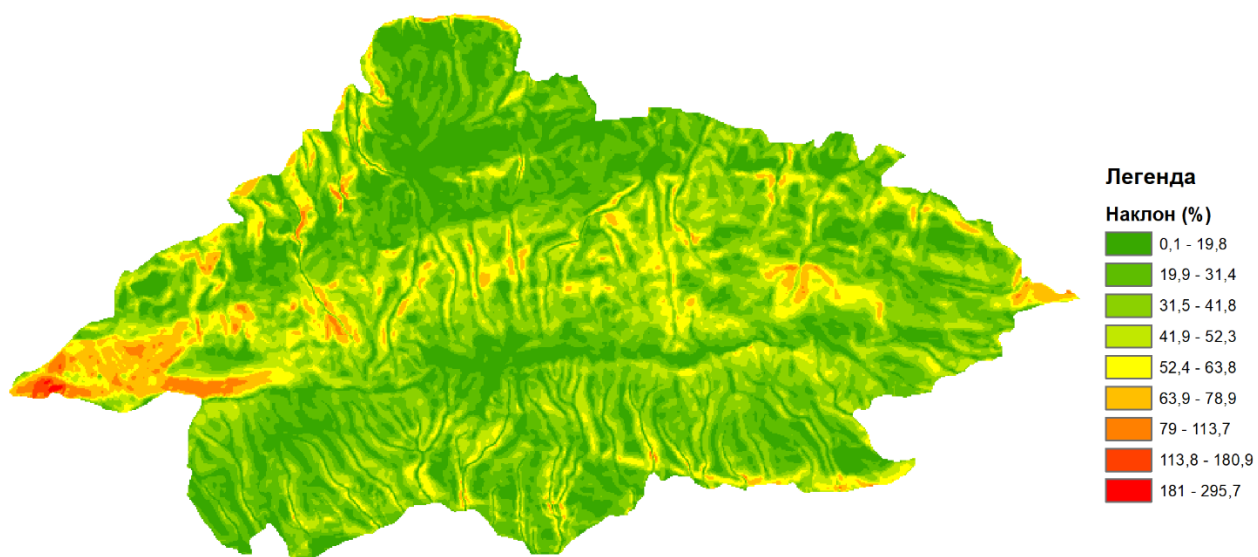
Слика 12 Карта на изолинии (пр. изохипси)



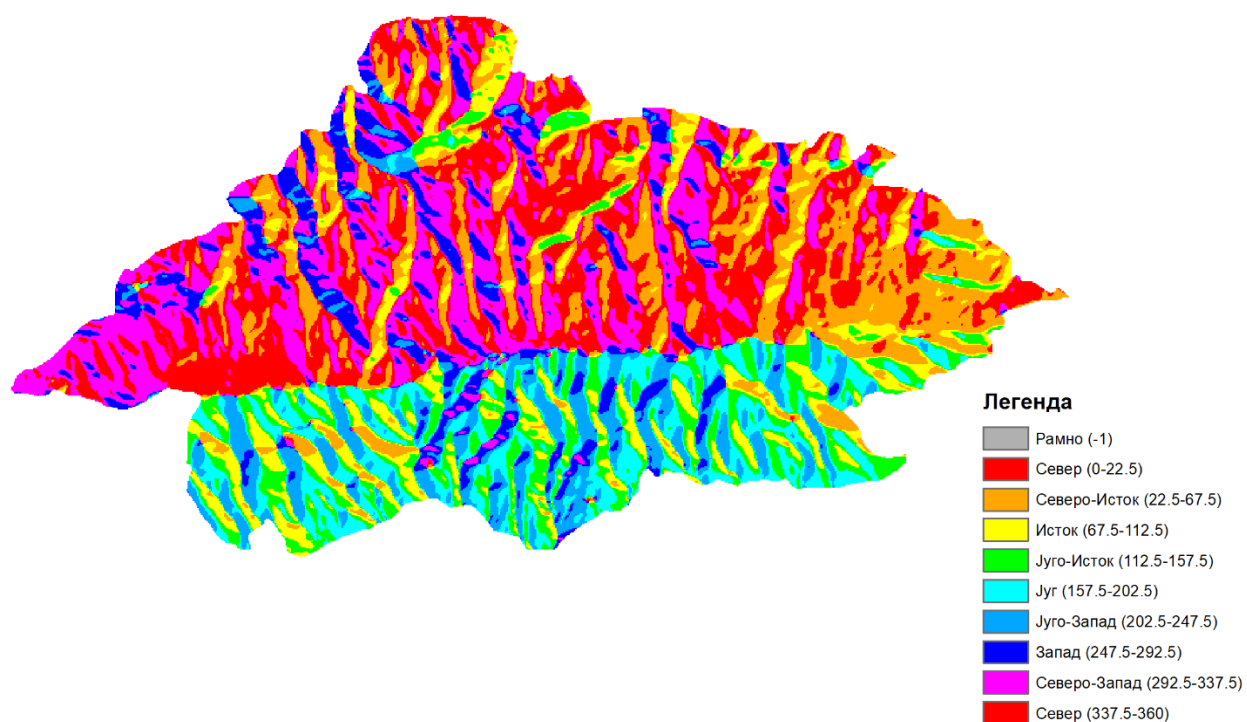
Слика 13 Дигитален елевациски модел на теренот



Слика 14 ТИН-модел на теренот



Слика 15 Карта на наклон на теренот

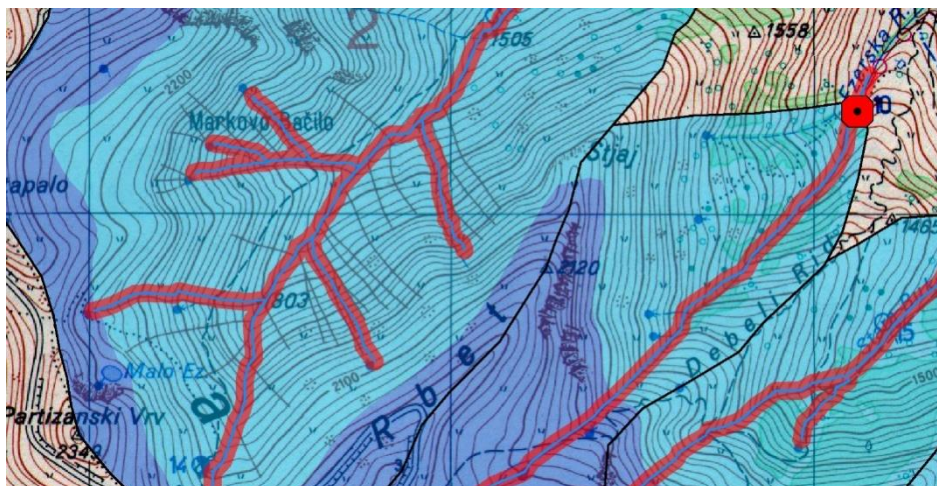


Слика 16 Карта на експозиција на теренот

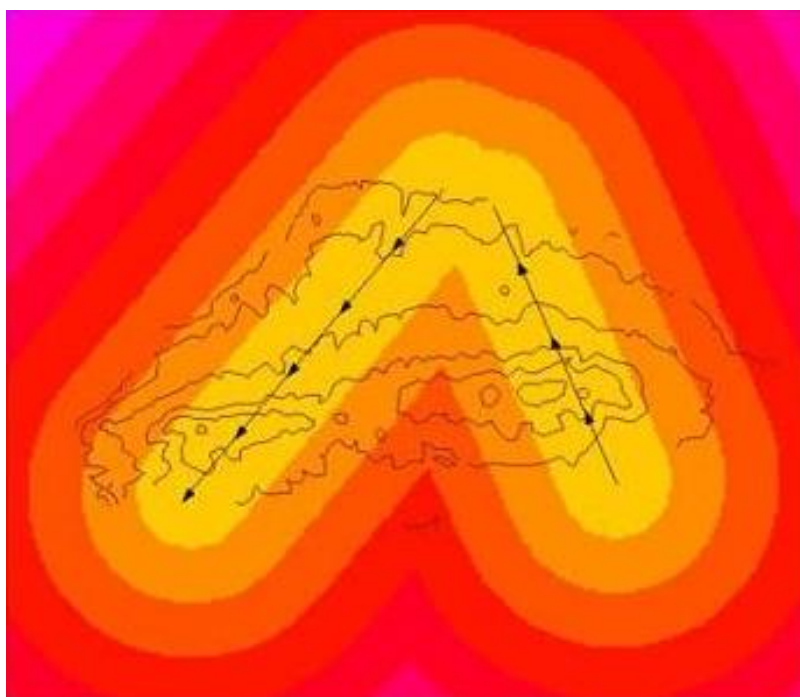


Слика 17 Релјефна карта (со засенченост)

Следен тип на анализи се т. н. просторни анализи.



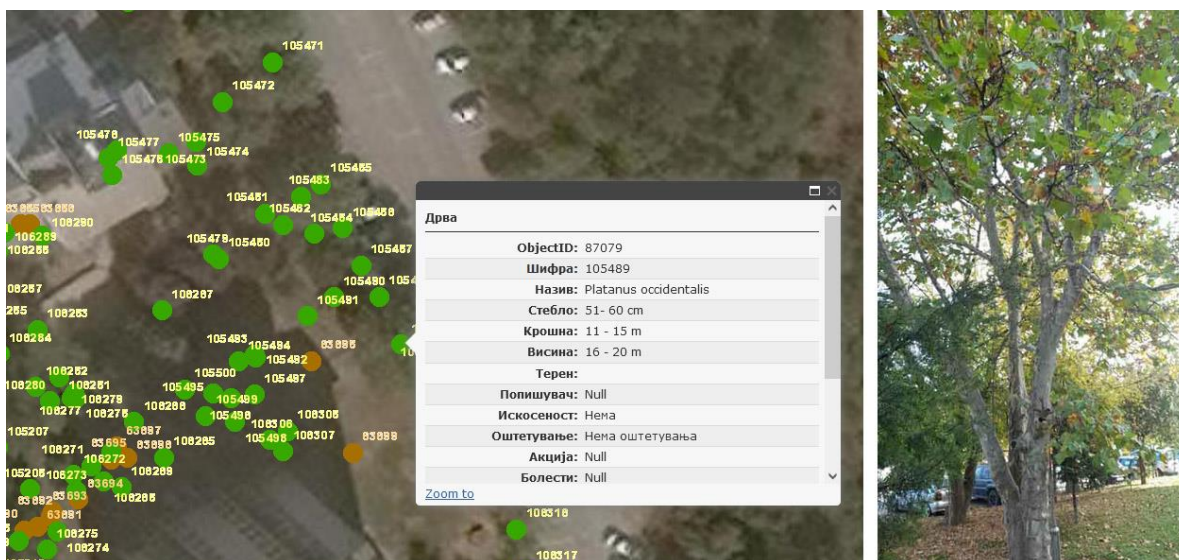
Слика 18 Формирање бафер зона околу река (рипариска зона 50 m)



Слика 19 Анализа на растојание – зона на зрачење околу далновод

Една од поинтересните анализи е пребарувањето. На пример, се бара да се издвојат само насади од бука од V возрасна класа. И тие ќе бидат прикажани на картата.

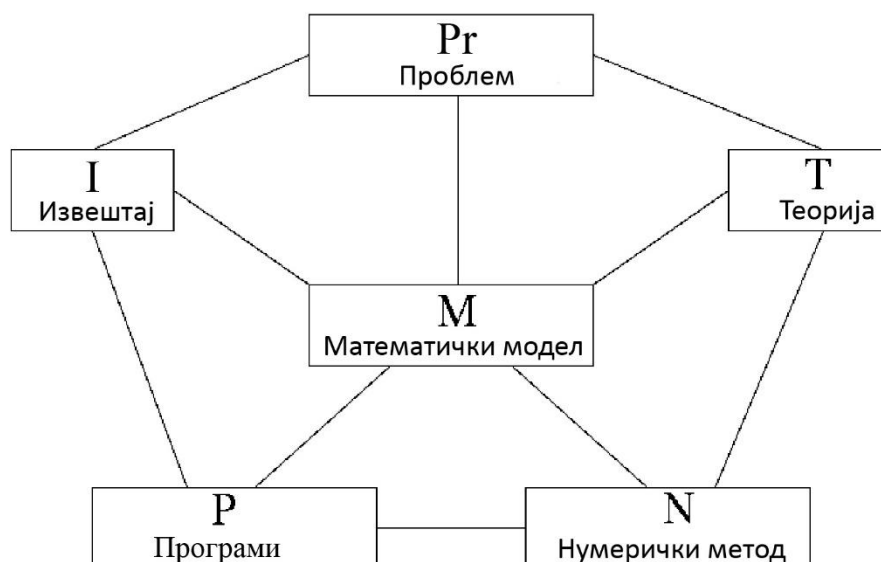
Во натамошниот дел е презентирани пример за катастар на порои, каде што со геопросторната компонента е приклучена датотека со слика и табела. Примерот е за еден порој на Водно.



Слика 20 Зелен катастар на Град Скопје – геопросторна компонентата на која е приклучена сликовита и табеларна база на податоци

3 МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ

Математички модел претставува опис на еден систем или процес преку користење на „математички јазик“.



Слика 21 Суштина на математичко моделирање

Математичките моделирања имаат голема примена во природните науки. Имаат разни форми, вклучително динамички системи, статистички модели, диференцијални равенки или модел од некоја теорија (хаос, фрактали итн.). Овие и останатите модели може да се преклопуваат со зададен модел со инволвирање различни апстрактни структури.

Математичкото моделирање, применето на апликации во природни екосистеми, е брзорастечка дисциплина која ги спојува моќта на компјутерите и природните науки. Особено, компјутерски базираните симулации и графичката визуализација сега играат клучна улога во математичкото моделирање, научните истражувања како и во останати дејности.

Математичките модели можат да се поделат на:

- линеарни или нелинеарни,
- детерминистички или стохастички (пробабилистички),
- статички или динамички,
- дискретни или континуирани.

Во зависност од областа и расположливата база на податоци, се одбира и соодветен модел.

Покрај нумеричките анализи, со помош на ГИС-техниките е можно да се добијат и графички модели, па така целокупните резултати од моделирањето да бидат презентирани во еден нумеричко-графички формат.

За обработката на податоците и нивно моделирање за потребите на ерозијата е потребен соодветен софтвер и хардвер.

3.1 Мултикритериумска евалуација

Анализата на просторни податоци базирана на ГИС е нов специјализиран процес, соодветен за анализа на комплексен проблем на евалуација. ГИС-анализите се речиси неопходна алатка за брзо решавање на одредени сомневања.

Правилата за одлучување вообичаено содржат процедури за комбинирање критериуми во единечен композитен регистар и извештај како одредена алтернатива треба да биде компарирана употребувајќи го овој регистар.

Многу често се случува потребата неколку критериуми да бидат интегрирани и евалуирани. Ова е случај на мултикорелативска евалуација.

При анализата на ризиците во областа на животната средина, многу објаснувачки фактори, честопати со многу сложена интеракција помеѓу себе, треба да бидат земени предвид во пресметувањата. (Masary et al, 2010)

Интегрираната употреба на мултикритериумско моделирање и анализа на податоци, во контекст на ГИС-анализите, резултира со подлабока проникливост во природните

феномени, а би можело да биде предлог за пофлексибилен информативен систем насочен кон помош при одлучувањето (Cavali et al, 2001).

Пондерираната (тежинска) линеарна комбинација и анализа на совпаѓање-несовпаѓање се најчестите процедури во ГИС-базирана мултикритериумска евалуација.

Според едниот пристап, секој фактор се мултиплицира со т. н. тежински коректив и потоа се сумира за да се дојде до финален резултат.

Во другиот пристап, секој пар од алтернативи се анализира за степенот на важност во една датотека.

Мултикритериумската евалуација е примарно наменета за тоа како да се комбинираат информации од неколку критериуми во формат на единечен регистар на евалуација. Во случај на Булеановите критериуми (0 или 1), решението вообичаено лежи во унија (логички ИЛИ) или интерсекција (логички И) на условите. Во случај на континуирани фактори, тежинската линеарна комбинација е вообичаена техника. Бидејќи критериумите се мерат во различен размер, тие се стандардизираат и се трансформираат така што сите карти на факторите позитивно се корелираат врз основа на прикладноста. Воспоставувањето фактор на тежини е најсложениот аспект, нешто за кое најупотребувана техника е компарациска матрица на соодветни парови.

Евалуацијата на односот помеѓу критериумот и тежината на факторот е напреден поврзан експертски систем. Во овој систем, пропагацијата на мерки на наклонетост преку мрежа на заклучување (просудување) може да вклучи Баезиановите логички модели и „fuzzy logic“ метод за пресметување на подоцнежните вредности на прикладно дадени докази.

Во реалниот свет, доказите и хипотезите се несигурни. Ние се бориме со проблемот преку назначување веројатна вредност кон доказот. Постои еднонасочна пропагација на доказот преку хиерархиска мрежа изнесена на условни (ултимативни хипотези).

Во системот на заклучување базиран на правила, правилата се вообичаено во формат:

Ако E_1 и E_2 и E_3 E_n , тогаш е H

каде што E_i ($1 < i < n$) е доказ, а H е приклучена хипотеза.

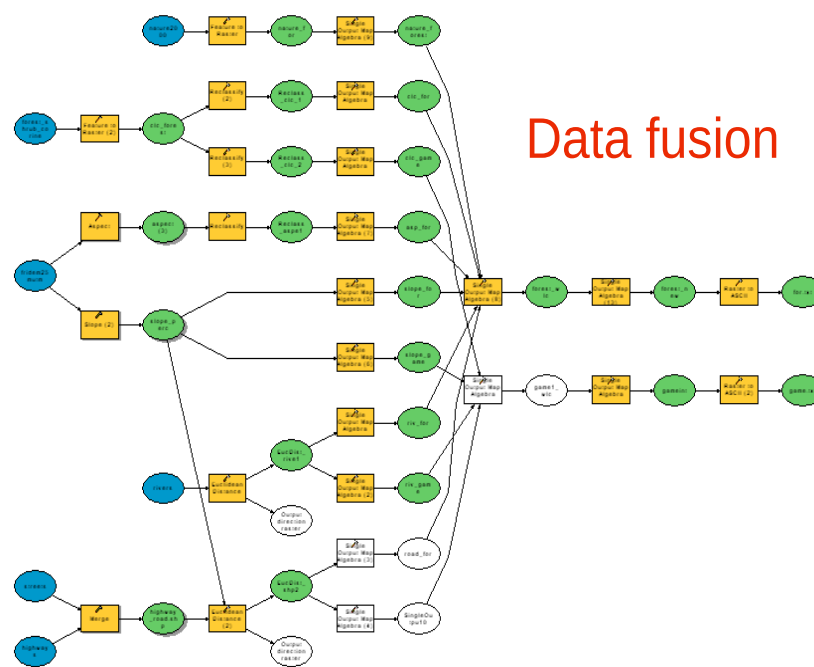
Во потполно развиена мрежа на заклучување, многу делови од доказите се поврзани во една финална хипотеза, користејќи комбинација од правила за конјукција, дисконјукција и независност. (Sahoo et al.)

$$SE = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + + b_nX_n \text{ (Sharma et al.)}$$

Ова е најпроста претстава на еден пример на ерозијата каде што:

SE – годишен интензитет на ерозијата (t/ha ; m^3/km^2)

b_1, b_2, b_n – парцијални коефициенти на регресија за одделен фактор на ерозијата



Слика 22 Шема на податоци и излезен резултат

4. ДАЛЕЧИНСКА ДЕТЕКЦИЈА (Remote sensing)

4.1 Дефинирање на далечинската детекција

Далечинската детекција (ДД) е дефинирана како техника за прибирање на информации за објекти преку анализа на податоците собрани со спектрални инструменти кои не се во директен контакт со објектите на истражување. Како таква, далечинската детекција може да се смета како **набљудување од далечина**. Далечинската детекција се разликува од **in situ мерење**, каде што инструментите се вметнати или во физички контакт со објектот на истражување. Најпрост пример за инструмент за in situ мерење е почвен термометар.



Слика 23 Поделба на платформите за снимање според височината

За да се приврши процесот на далечинска детекција, податоците прибрани со системите за ДД мора да се анализираат со интерпретативни и аналитички техники, сè со цел да се добијат корисни информации за објектот на истражување. Овие техники се разнообразни и варираат од традиционални техники за визуелна интерпретација (фотоинтерпретација) до софистицирани методи користејќи компјутерско процесирање. Според тоа, двата главни составни дела на далечинската детекција се: **прибирање на податоци и анализа на податоци**.

Инструментите за далечинска детекција и мерење заеднички се нарекуваат далечински сензори и тука се вклучени фотографски камери, механички скенери и радарски системи. Далечинските сензори вообичаено ги носи авион или летало коешто орбитира околу Земјата (сателит), од каде доаѓа името „око на небото“ (Слика 23).

Најчесто енергијата што се мери со далечинска детекција е електромагнетна радијација, вклучувајќи ја видливата светлина, која се рефлектира или емитира во најразличен обем од сите природни или вештачки објекти (Слика 24). Опсегот на ДД во поново време е проширен и вклучува акустична или звучна енергија, која се пренесува под вода. Со вклучување на овие две различни форми на енергија, човековото уво и око се пример за системи за прибирање на информации од далечинска детекција.

Видлива											
Гама	Х зраци		Ултравиолетова		Инфрацрвена		Микробранова		Радио		
10^{-12}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
Бранова должина (метри)											
10^{20}	10^{19}	10^{18}	10^{17}	10^{16}	10^{15}	10^{14}	10^{13}	10^{12}	10^{11}	10^{10}	10^9
Фреквенција (херци)											
10^{-13}	10^{-14}	10^{-15}	10^{-16}	10^{-17}	10^{-18}	10^{-19}	10^{-20}	10^{-21}	10^{-22}	10^{-23}	10^{-24}
Фотонска енергија (џули)											

Слика 24 Главни региони на електромагнетниот спектар со размерници со бранова должина, фреквенција и фотонска енергија. (Адаптирано од Feinberg 1968.)

4.2 Електромагнетен спектар

Целосниот опсег на електромагнетната радијација (ЕМР) претставува **електромагнетен спектар**. Опсегот на целиот спектар претставува **континуум**, кој вклучува распоред на ЕМР според бранова должина, фреквенција или фотонска енергија (Слика 24). Електромагнетната сончева радијација се протега од смртоносните гама-зраци (со кратка бранова должина и висока фреквенција со висока енергетска вредност) до пасивните радиобранови (со долга бранова должина и ниска фреквенција со ниска енергетска вредност). Граничните вредности помеѓу кратките и долгите бранови должини не се прецизно дефинирани досега.

Понатаму, заради полесно препознавање на деловите од спектарот, континуумот е поделен на повеќе **спектрални отсеци (бендови)**, кои делат заеднички карактеристики (Слика 34). Спектралните отсеци вклучуваат дефинирани групи од **спектрални линии**, каде што линијата претставува поединечна бранова должина или фреквенција. Границите помеѓу поединечни спектрални отсеци се субјективно дефинирани и според различни дефиниции, во различни случаи, се преклопуваат. Границите на видливата светлина се најдобро дефинирани бидејќи се ограничени од човековиот вид. Како што може да се види на слика 24, видливата светлина опфаќа многу мал дел од континуумот.

4.3 Спектрални региони во далечинската детекција

Спектралните бендови кои се користат во далечинската детекција можат да се поделат - според брановата должина (од помала кон поголема бранова должина) - на **ултравиолетова (УВ-UV), видлива, инфрацрвена (ИЦ-IR) и микробранова** (Слика 24). Системите за далечинска детекција се дизајнирани да ја детектираат ЕМР селективно во рамките на еден или повеќе отсеци, но не е можно еден инструмент да детектира радијација симултано во сите отсеци. Иако ниеден далечински детектор не е оптимално детекциско решение, како група од сензори можат да се добијат информации за целиот спектрален опсег кој е неколку милиони пати поголем од видливиот отсек.

Ултравиолетовиот бенд се наоѓа помеѓу Х-зраците и видливата светлина со распон од 0,01 и 0,4 μm (Слика 24). Бидејќи се граничи со виолетовиот дел од видливата светлина, ултравиолетово буквално значи „над виолетово“. Иако луѓето не можат да ја видат ултравиолетовата светлина директно, пчелите и некои инсекти се визуелно осетливи на овој

вид на светлина, поконкретно на блиску УВ-светлина (0,3 до 0,4 μm). Сонцето претставува природен извор на УВ-светлина, но бранови должини пократки од 0,3 μm не се пропуштаат од атмосферата. Според тоа, само УВ-светлината од 0,3 до 0,4 μm се користи за земна далечинска детекција.

Најчесто користениот дел од спектарот во далечинската детекција е **видливата светлина**. Нејзината бранова должина се протега од 0,4 до 0,7 μm , граници поставени од ограничувањата на човечкото око.

Голем дел од сончевата енергија пристигнува на горниот дел од атмосферата во вид на **бела светлина**, каде што овој термин ја означува рамномерната дистрибуција на брановите должини од видливата светлина кои сè уште не се поделени на нивните спектрални компоненти. Кога тесен зрак од бела светлина ќе се пропушти преку **стаклена призма**, тогаш зракот се дели на неговите составни делови со различни бранови должини кои имаат различни бои. Овој ефект најмногу се забележува при формирање на виожитото. Боите варираат од виолетова (најкратка бранова должина), преку сина, зелена, жолта, портокалова и црвена (најдолга бранова должина).

Во далечинската детекција, видливиот спектар се дели на три адитивни компоненти (примарни бои): сина (0,4 до 0,5 μm), зелена (0,5 до 0,6 μm) и црвена (0,6 до 0,7 μm), каде што со нивно мешање се добиваат другите бои од видливиот спектар. Примарни бои се оние бои кои не можат да се создадат со мешање на други бои. Сите бои кои ги гледа човечкиот оптички систем можат да се добијат со комбинација на соодветна пропорција на светлина од трите примарни бои. Овој принцип е земен при конструкцијата на телевизорот.

Повеќето од боите кои ги гледаме се резултат на комбинација на рефлексија и апсорпција на брановите должини од кои е сочинета белата светлина. На пример, хлорофилот на здрава трева селективно апсорбира повеќе од синиот и црвениот дел од светлината и рефлектира поголем дел од зелената светлина, а потоа рефлектираната светлина доаѓа во нашите очи и така гледаме зелена трева. Човечкото око го гледа снегот со бела боја затоа што снегот ги рефлектира сите бои од видливиот спектар подеднакво добро. Од друга страна, базалтната лава изгледа црна затоа што поголемиот дел од белата светлина е апсорбирана. Може често да се сретне исказот дека црната боја претставува отсуство на бои, а белата боја е комбинација на сите бои.

Инфрацрвениот (ИЦ-IR) бенд има бранова должина помеѓу црвената светлина од видливата светлина (0,7 μm) и 1000 μm или 0,1 cm. Бидејќи е до црвената светлина, инфрацрвена значи „под црвената“. Во физиката, инфрацрвениот отсек е поделен на: **блиску ИЦ** (0,7 до 1,5 μm), **средна ИЦ** (1,5 до 5,6 μm) и **далеку ИЦ** (5,6 до 1000 μm). Во далечинската детекција, целосниот ИЦ бенд е поделен во две компоненти кои се базираат на разлики во нивните својства. Се делат на: **рефлектиран ИЦ-бенд** и **емитиран** или **термален ИЦ-бенд**.

Рефлектираниот ИЦ-бенд претставува рефлектирана соларна радијација која се однесува како видливата светлина. Брановата должина на овој бенд се движи од 0,7 μm до 3 μm . Доминантен тип на радијација во термалниот ИЦ бенд е топлинската енергија, која континуирано се емитира од атмосферата и сите објекти на Земјината површина. Брановата

должина на термалниот бенд се протега од 3 μm до 1000 μm . Заради атмосферски попречувања, термалниот ИЦ бенд над 14 μm не е достапен за далечинските детектори.

Микробрановиот бенд се наоѓа помеѓу инфрацрвениот и радиобендот и неговата фреквенција варира од 0,1 cm до 1 m. Ги содржи најдолгите бранови должини што се користат во далечинската детекција. Кај некои од фреквенциите, микробрановата радијација може да помине низ облаци, врнежи, крошни на дрвја, како и низ некои суви површински наноси (песоци и финозрнест алувиум). Постојат два вида на сензори кои оперираат во микробрановиот бенд. **Пасивни** микробранови системи кои детектираат природна микробранова радијација емитирана од Земјината површина, од друга страна **радарот** емитира вештачка микробранова радијација кон Земјината површина и ги детектира рефлектираните компоненти.

4.4 EMP – површински интеракции

Природните и вештачките карактеристики на Земјината површина драстично се разликуваат во присуството на соларна радијација. Во просек, 51 процент од кратkobрановата радијација која доаѓа во допир со горниот слој од Земјината атмосфера, стигнува и стапува во интеракција со Земјината површина. Од ова, 4 проценти директно се рефлектира без трансфер на енергија и 47 проценти се апсорбира. Овие две компоненти земаат најголем удел во повеќето студии за далечинска детекција, и тоа: или директната (рефлектираната светлина) или индиректната (апсорбираната светлина која понатаму се претвора во радијација).

Главна, целата апсорбирана кратkobранова радијација се емитира назад во атмосферата во вид на долгобранова терестрична радијација (5 %). Најголем дел од оваа топлинска енергија се емитира на бранови должини кои потпаѓаат во рамките на термалниот инфрацрвен атмосферски прозорец. Овој тип на радијација содржи информации за различните температурни карактеристики на различните предмети на Земјината површина.

Просечното количество на радијација рефлектирана од еден објект во некој интервал на бранова должина се нарекува **албедо**, или спектрална рефлексија $R(\lambda)$.

Албедото се изразува во проценти според равенката:

$$R(\lambda) = \frac{E_R(\lambda)}{E_I(\lambda)} \times 100$$

каде што: $E_R(\lambda)$ = радијацијата рефлектирана од објектот, и

$E_I(\lambda)$ = радијацијата која паѓа на самиот објект

За сончевиот зрак, албедото на земјата (вклучително 50 % облачност) е околу 35 проценти. Ова значи дека, просечно, 35 проценти од сончевиот зрак се рефлектира и 65 проценти се апсорбира. Кога Земјата се набљудува од вселената, таа е видлива само заради нејзиното албедро. Од оваа гледна точка, најсветлите работи на Земјата се нејзините облаци, снегот и поларните капи; водените тела се вообичаено најтемни.

Табела 2 Албедро на различни материјали

Материјал	Проценти рефлексија
Свеж снег	80-95
Стар снег	50-60
Дебели облаци	70-80
Тенки облаци	20-30
Вода (сонце близу хоризонтот)	50-80
Вода (сонце близу зенит)	3-5
Асфалт	5-10
Светла почва	25-45
Темна почва	5-15
Сува почва	20-25
Влажна почва	15-25
Листопадна шума	15-20
Иглолисна шума	10-15
Овошни дрва	10-25
Планетата Земја генерално	35

4.5 Спектрални потписи

Секој природен или вештачки објект рефлектира и емитира електромагнетна радијација во широк дијапазон на бранови должини кој е специфичен за различни материјали и зависи од нивната хемиска композиција и физичка состојба. Специфичните карактеристики на рефлектираната и емитираната светлина на овие објекти и нивните посебни состојби се нарекуваат **спектрални потписи** (Сл. 26). Во рамките на одреден регион на бранова должина, еден објект или состојба ќе прикаже дијагностички спектрален одговор кој ќе се разликува од оној на други објекти. Далечинската детекција многу зависи од разликите што ги прикажуваат различните објекти во различните спектрални региони. Само во тој случај објектите или нивните различни состојби ќе покажат доволна разлика која ќе овозможи нивна идентификација.

Дијагностичките средства кои ќе овозможат идентификација на објекти (спектрални потписи) најчесто се протегаат многу подалеку од тесните граници на видливата светлина каде што најчесто не постојат големи разлики, сè со цел да се идентификува спектралниот одговор на објектот надвор од видливиот спектар.

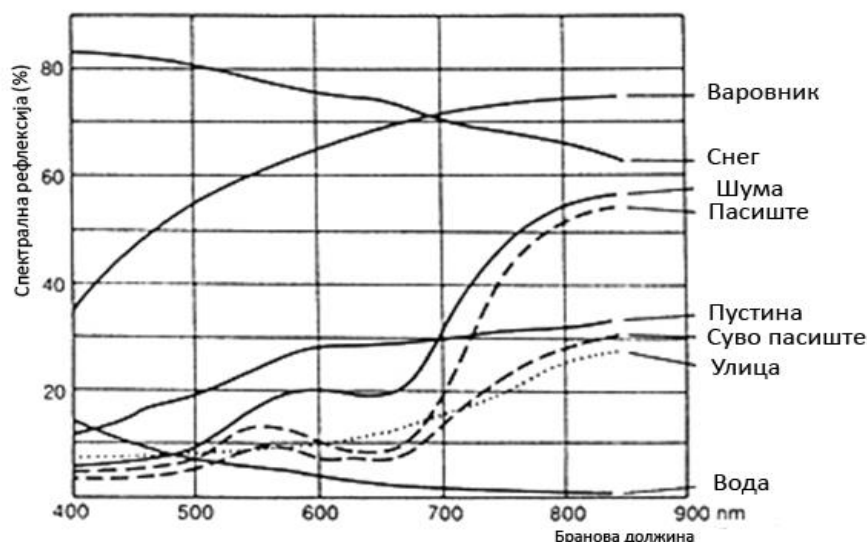


Слика 25 Фотографија со видлив и инфрацрвен спектар

Слика 25 е добар пример за идентификација на објекти со помош на различни делови од спектарот. Така, првата слика е направена во видливиот дел од спектарот и жабата е добро камуфлирана, т. е. таа е зелена како и заднината – листот на која стои. Меѓутоа доколку спектарот на истата фотографија се продолжи кон инфрацрвениот дел од светлината, тогаш жабата видливо се двои од заднината.

4.6 Далечински детектори

Поимот далечински детектори ги вклучува сите инструменти што ја детектираат и ја мерат рефлектираната и/или емитираната електромагнетна радијација од далечина и рефлектираниот подводен звук во случајот на сонар. Инструментите што прибираат податоци со далечинска детекција можат да се поделат во две категории: **несликовити** (спектрорадиометар) и **сликовити**, каде што можат да се прават дводимензионални сликовити претстави и анализи.



Системите за сликовито снимање можат да се поделат во пет главни групи: (1) **фотографска камера**, (2) **електро-оптички**, (3) **пасивен-микробранов**, (4) **радар** и (5) **сонар**. Овие системи понатаму се класифицираат на активни и пасивни.

Пасивните далечински детектори, претставени со првите три

категории, детектираат само радијација која природно се емитира од објект, како што е директно одбиена сончева светлина или термална инфрацрвена и микробранови емисии.

Активните далечински детектори, претставени со радар и сонар, испраќаат енергија до објектите и ја мерат истата рефлектирана енергија. Значи пасивниот систем само прима, а активниот систем и прима и испраќа.

4.7 Повеќе концептен модел во далечинската детекција

Успехот на повеќе студии за далечинска детекција може значително да се подобри со **повеќе концептниот модел** применет за прибирањето на податоци и анализите. Повеќе концептниот модел може да се гледа од различни аспекти. Снимките добиени со далечинска детекција можат да се добијат од различни платформи (**повеќе етапно**) кои оперираат на различна надморска височина (**повеќе степенно**). Со повеќестепеното снимање се добиваат **повеќе размерни снимки**, кои ја прикажуваат земјината површина во различно ниво на детаљ.

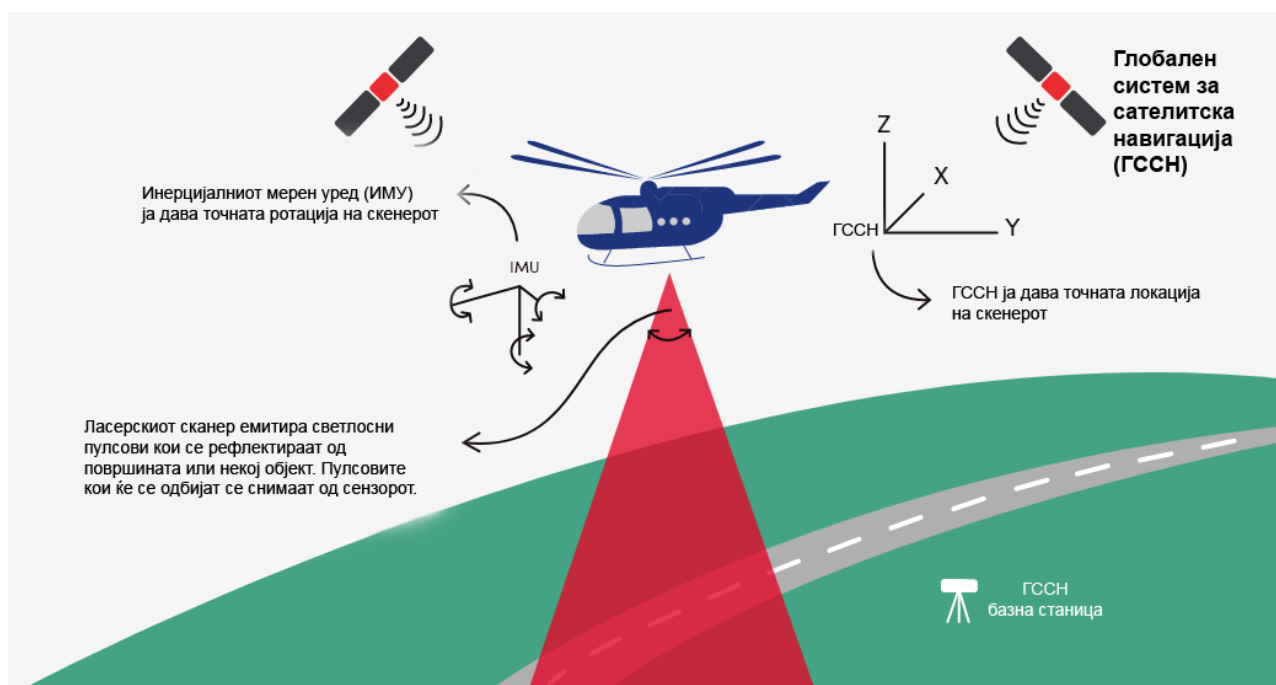
Повеќестанично се подразбира последователно снимање на снимки на една линија на движење што се преклопуваат. Кога две такви снимки се гледаат под стереоскоп, тогаш теренот се гледа во три димензии. Оваа можност често се користи при идентификација на покривноста на земјиштето, а исто така често се користи и во шумарството, за идентификација на видови.

За повеќето апликации во далечинската детекција, постоењето на податоци од повеќе спектрални региони (повеќе спектрални, повеќе канали) се покажало како покорисно отколку кога податоците се само од еден спектрален регион. Првиот начин на прибирање на податоци (повеќеспектрален) може да се оствари со вклучување на различни сензори кои снимаат симултано (**повеќесензорно**) или со еден сензор кој симултано снима во повеќе спектрални региони (**повеќеспектрален или повеќеканален сензор**).

Повеќевременска (темпорална) детекција вклучува снимање на иста површина во различни временски периоди. Главната предност на повеќевременската анализа е зголемениот обем на податоци кои се добиваат за разлика од една единствена снимка. Овој тип на снимки се користат за мониторинг, промена на земјишниот покров и сезонски промени поврзани со фенологијата на растенијата.

Бидејќи далечинската детекција се користи како алатка за решавање проблеми, најдобро може да се искористи со вклучување на други извори на податоци (**повеќеизворна**). Овие различни извори на информации можат да вклучат топографски, геолошки карти, визуелни описи, теренски мерења со инструмент и различни проби земени од терен (педолошки профили, точки за инвентаризација на шумата, итн.).

4.8 ЛИДАР (Light Detection And Ranging)



Слика 27 Мерење со ЛИДАР

Генерално, далечинската детекција – ДД (RS – Remote Sensing) во шумарството и животната средина се употребува како алатка која може да им послужи на сите инволвирани да вршат различни истражувања. Примери на примена се: шумски пожари, изградба на шумски патишта, користење и покровност на земјиште (land use и land cover), детекција на болести, мерење на крошната, висината, како и дрвната маса на стоечки стебла. Деталната претстава што ја овозможува ЛИДАР-от многу често се користи при хидролошки и хидраулички моделирања.

LiDAR е технологија за добивање слики која работи со помош на активен сензор, притоа користејќи лазерски зрак. Инструментите базирани на LiDAR-технологијата го мерат времето

кое зракот го поминува од неговото вклучување до неговото враќање, начин на кој со огромен број на мерења се добива слика за површината кој е предмет на мерење. Брановата должина на овие ласерски зраци е во опсегот на близу-инфрацрвената должина.

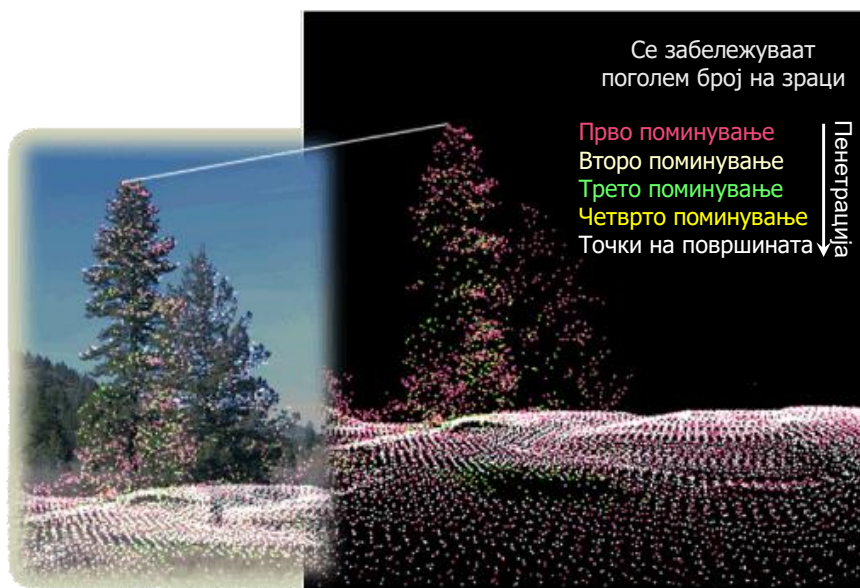
LiDAR-системите се состојат од:

- 1) Ласер
- 2) Скенер и оптичка апаратура
- 3) Приемник
- 4) Позиција и навигациски систем

Примената на LiDAR-системите во шумарството е претставена во следната табела.

Шумски карактеристики	Добивање со LiDAR
Висина на крошна	Директна детекција
Топографија под крошната	Директна детекција
Вертикална распределба на вегетацијата	Директна детекција
Натповршинска дрвна маса	Дополнително моделирање
Површина при основата	Дополнително моделирање
Дијаметар на средна височина на дебло	Дополнително моделирање
Вертикални профили на лисјата	Дополнително моделирање
Волумен на крошна	Дополнително моделирање
Густина на „големи“ стебла	Дополнително моделирање
Површина која ја зафаќаат крошните	Фузија со други сензори

Како функционира LiDAR системот



Слика 28 Функционирање на ЛИДАР

LiDAR системи во шумарството

Два LiDAR системи (Leica Geosystems) Генерални карактеристики

ALS-40

Ласерот генерира до 38.000 зраци
во секунда



ALS-50

Ласерот генерира до 83.000 зраци
во секунда; помал и полесен за употреба



Leica
Geosystems

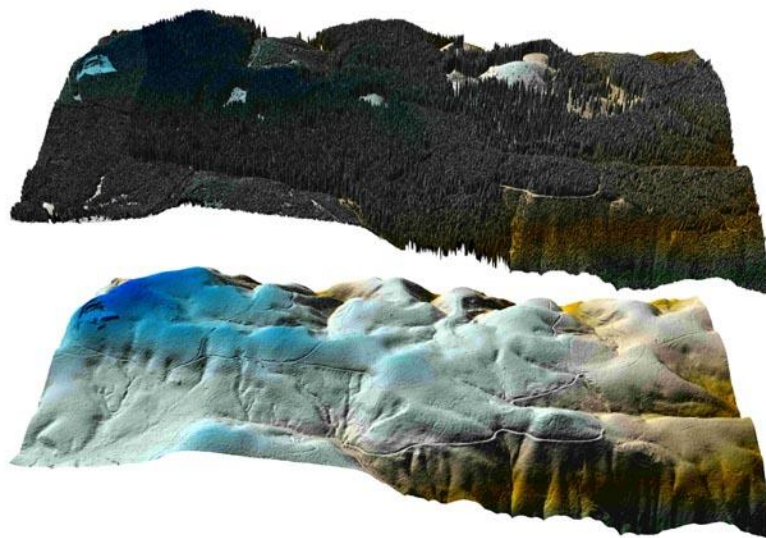
Слика 29 ЛИДАР-системи за шумарство



Слика 30 Изглед на апаратура за ЛИДАР

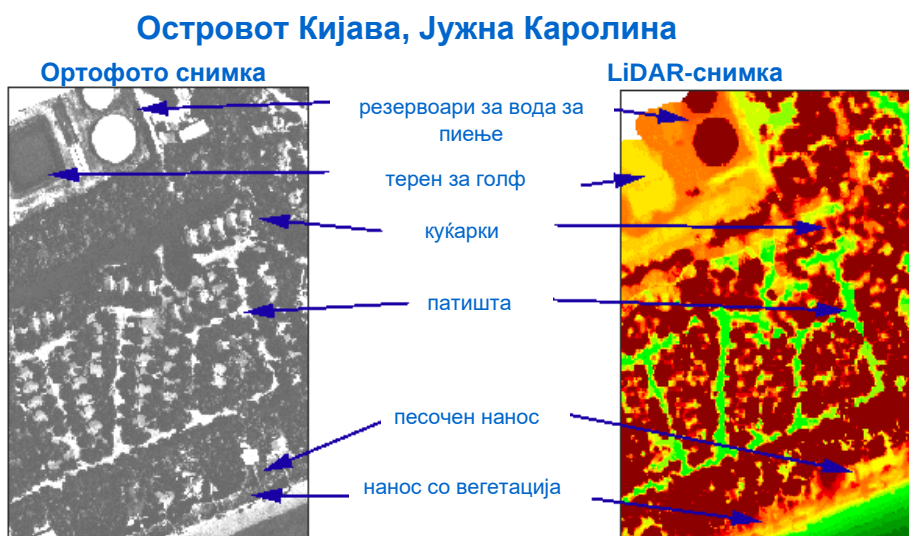
Чекори кои треба да се преземат при користење на оваа технологија во шумарството се:

- подготовка на задачата
(каков тип на истражување ќе вршime и површината која треба да се помине на пр. висина на крошните или дрвна маса)
- теренска работа
(вршење на мерењата со LiDAR-системот)
- преработка на податоците
(прегледување на податоците, вршење анализи и доаѓање до заклучок)
- презентација на резултатите
(презентирање на истражувањето со помош на некој ГИС-софтвер и интерпретација на добиените податоци)



Слика 31 Изглед на ЛИДАР-снимка

При интерпретацијата на LiDAR снимките препорачливо е да се користи аеро-фото снимка, освен во случај кога интерпретацијата ја врши искусно лице. При споредбата, некои непознати површини можат да се констатираат на едната или на другата снимка.



Слика 33 Интерпретација на ЛИДАР-снимка

4.8.1 Предности и негативности на LiDAR-системите

Пред сè, многу е важно да се напомене дека една од главните негативности (ограничувања) на LiDAR-системите е дека оптичката технологија е попречена да врши прецизни мерења при појавата на облаци и густа магла, поради тоа што се губи силата на зракот пред тој да дојде во контакт со објектот кој е предмет на мерење. Друга слаба страна на овие системи е реткиот број на комерцијални компании кои вршат вакви видови на мерења, иако во последно време тој број се зголемува нормално во согласност со побарувачката.

Сепак, главна предност на LiDAR-системот е што може директно да ја мери вертикалната структура на шумите. Мерењето на крошните на дрвјата, вертикалната распределеност и натповршинската дрвна маса обезбедуваат голем број податоци, врз основа на кои може да се врши натамошна класификација и управување со шумите. Дополнително, податоците добиени со овие мерења при фузија со други методи можат да резултираат во поголем број на добиени крајни податоци за измерената површина.

Вршењето на шумарските работи на класичен начин при прибирање на податоците може да биде макотрпно и да одземе многу време. Далечинското детектирање има предност токму во овој сегмент и може многу да ни ја олесни работата. Во комбинација со ГИС-софтвер, анализата на податоците може да се изврши на начини кои со користење на класичните методи се можеби и незамисливи.

Разновидноста на сателитите и сензорите кои тие ги носат овозможува голем спектар на мерења, на што се надоврзуваат и системите кои беа цел на презентација на ова излагање, LiDAR-системите, чија употреба е во подем, а цените за нивна примена се во пад.

5. ГИС-ВИДЕО УПАТСТВО ОД ПРОГРАМСКИОТ ПАКЕТ QGIS

Видеоупатства се наоѓаат на онлајн-платформата YouTube, на каналот GIS-Ханс Ем: <https://www.youtube.com/@gis-7425/>.

За предметот Геоинформатика постојат 6 видеоупатства кои покриваат различни операции во ГИС-софтверот.

5.1 Геоинформатика видеоупатство 1/6

Линк: <https://www.youtube.com/watch?v=Fr3XT3C30xM&t=447s> (Должина: 16 минути)

Содржина:

- Инсталација на софтверски пакет QGIS
- Основни менија на софтверот
- Основни нагудувања во софтверот (проекции)
- Опис на влезни податоци
- Прикажување на податоците во ГИС

Видеоупатството е развиено на основа на QGIS-верзија 3.10.4. Софтверскиот пакет се обновува често и структурата на софтверот може да се промени, меѓутоа принципите на работа остануваат исти.

← → ↻ 🔒 <https://www.youtube.com/watch?v=Fr3XT3C30uM&t=447s> 🔍 🗣️



Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје
ФАКУЛТЕТ ЗА ШУМАРСКИ НАУКИ,
ПЕЈЗАЖНА АРХИТЕКТУРА И ЕКОИНЖЕНЕРИНГ „ХАНС ЕМ“



ГЕОИНФОРМАТИКА

ВИДЕО УПАТСТВО (1/6)

- Инсталација на софтверски пакет QGIS
- Основни менија на софтверот
- Основни подесувања во софтверот (проекции)
- Опис на влезни податоци
- Прикажување на податоците во ГИС

▶ ⏮ ⏪ ⏩ ⏭ 🔍 🗣️

Геоинформатика видео упатство 1/6



GIS - Ханс Ем
28 претплатници

🔔 Претплатено

👍 4
👤
🔗 Сподели
🔍 Исчок
📌 Зачувај
⋮

594 прегледи · 11.4.2020

- Инсталација на софтверски пакет QGIS
- Основни менија на софтверот
- Основни подесувања во софтверот (проекции)
- Опис на влезни податоци
- Прикажување на податоците во ГИС



GIS - Ханс Ем
28 претплатници

📺 Видеа
🔍 Повеќе за

Прикажи помалку

0 коментари
☰ Подреди според

Слика 33 Изглед на почетокот на видеоупатството по геоинформатика

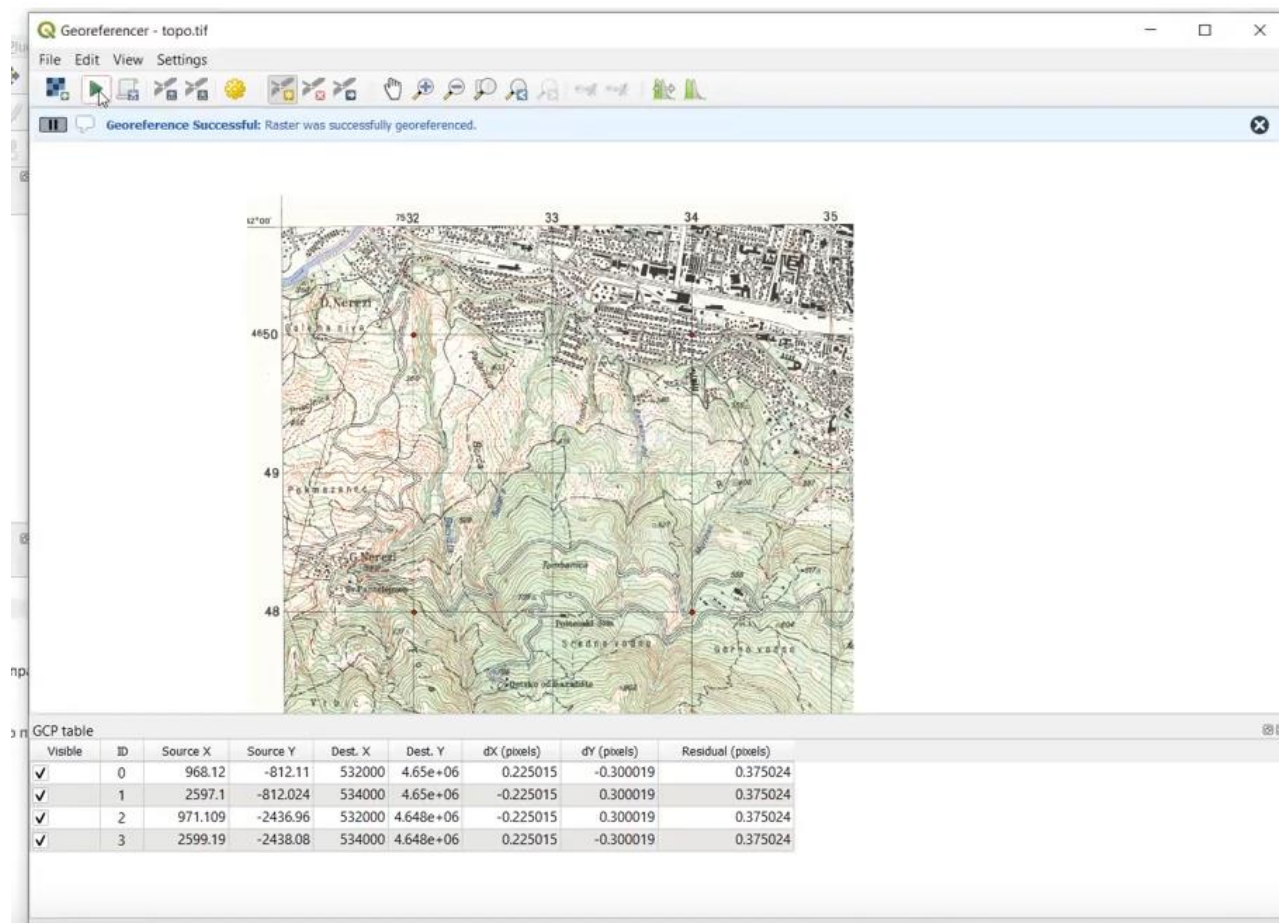
Исто така треба да се напомене дека студентите по Геоинформатика ги добиваат податоците за изработка на вежбите во дигитален формат.

5.2 Геоинформатика видео упатство 2/6

Линк: <https://www.youtube.com/watch?v=p9xMvdD4CzM> (Должина: 7 минути)

Содржина:

- Геореференцирање на топографска карта



Слика 34 Геореференцирање на топографска карта ТК25 со четири точки со познати координати

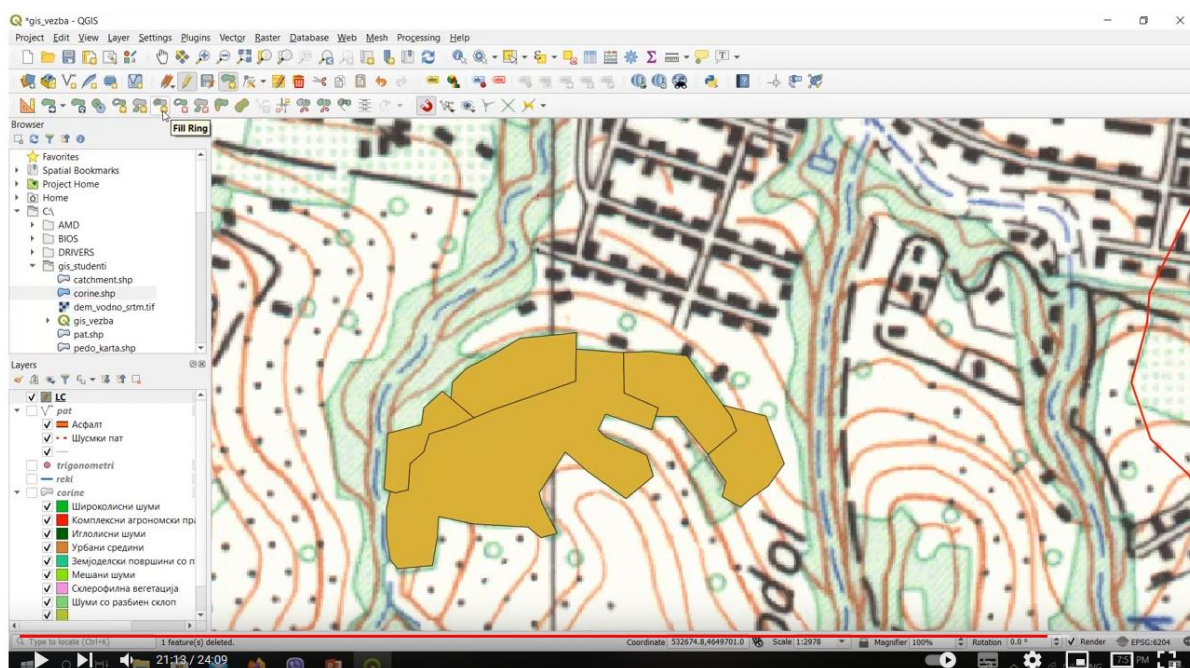
5.3 Геоинформатика видеоупатство 3/6

Линк: <https://www.youtube.com/watch?v=OFKmd2nFi1U> (Должина: 24 минути)

Содржина:

Создавање и менување на векторски податоци:

- Точка
- Линија
- Полигон
- Пресметување на координати, должина и површина



Слика 35 Работа со полигони, дигитализирање на земјишен покров од топографска карта

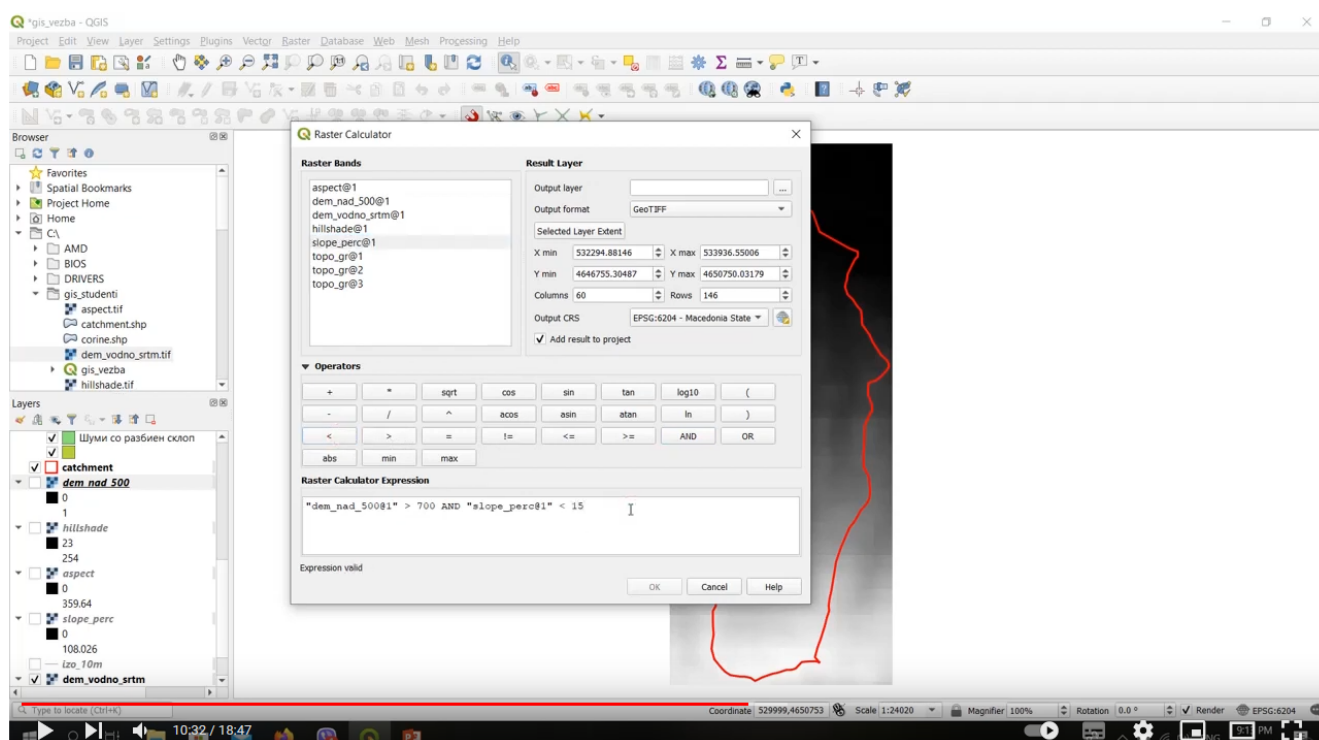
5.4 Геоинформатика видеоупатство 4/6

Линк: <https://www.youtube.com/watch?v=OFKmd2nFi1U> (Должина: 24 минути)

Содржина:

Растрски анализи:

- Дигитален елевационен модел (DEM)
- Генерирање на изолинии, наклон на терен, експозиција, изложеност
- Зонална статистика
- Растр калкулатор



Слика 36 Користење на растр калкулатор со два условия (надморска височина и наклон)

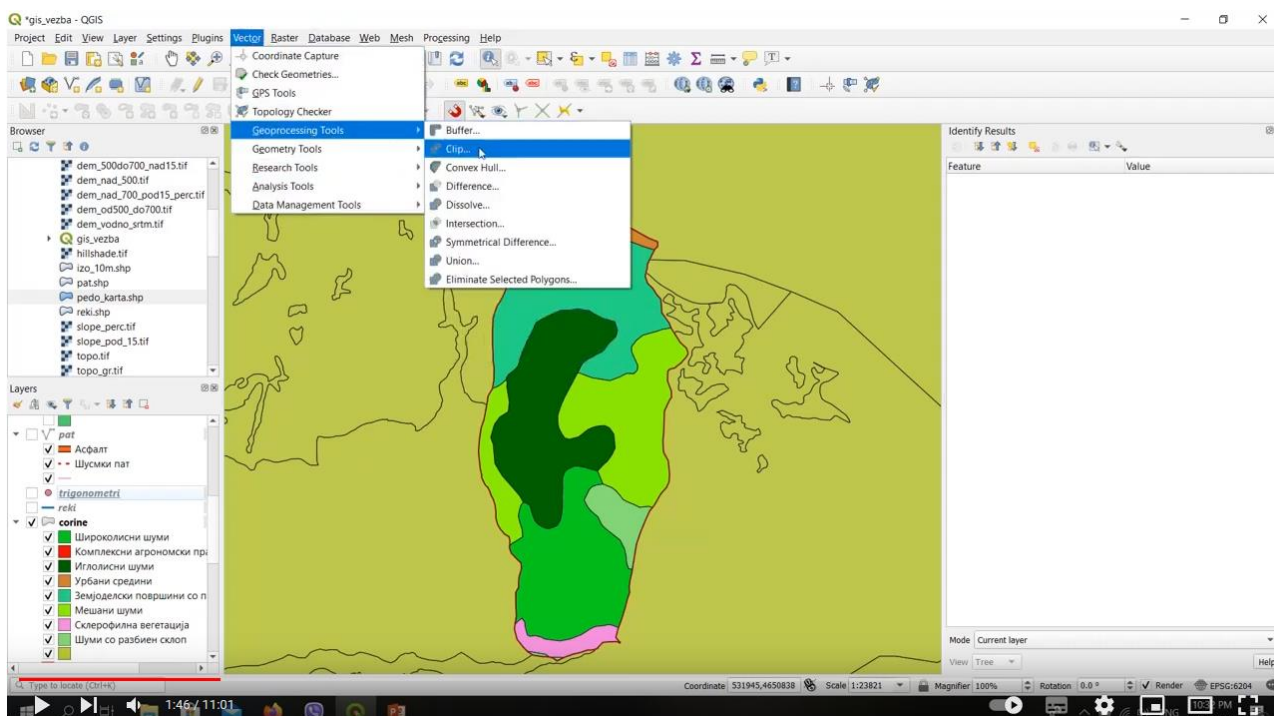
5.5 Геоинформатика видеоупатство 5/6

Линк: https://www.youtube.com/watch?v=lgweQxsl_fl (Должина: 11 минути)

Содржина:

Векторски анализи:

- Clip
- Union
- Dissolve
- Buffer



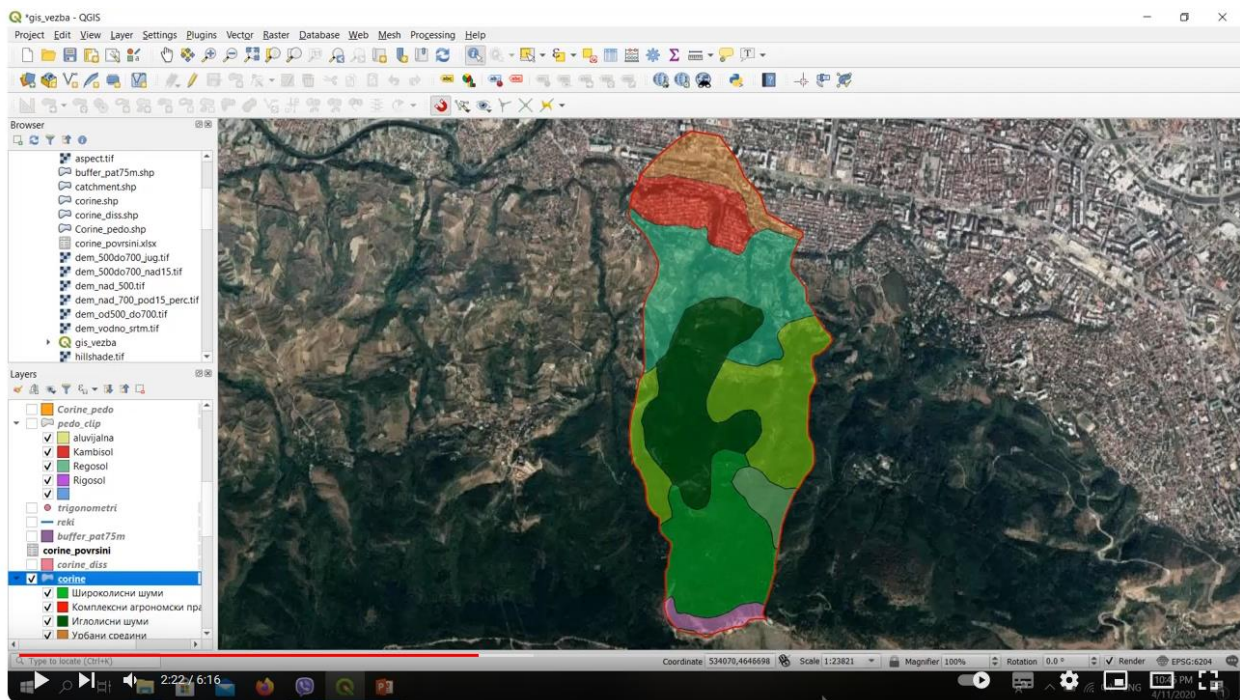
Слика 37 Користење на алатката Clip за екстрахирање на дадена површина

5.6 Геоинформатика видеоупатство 6/6

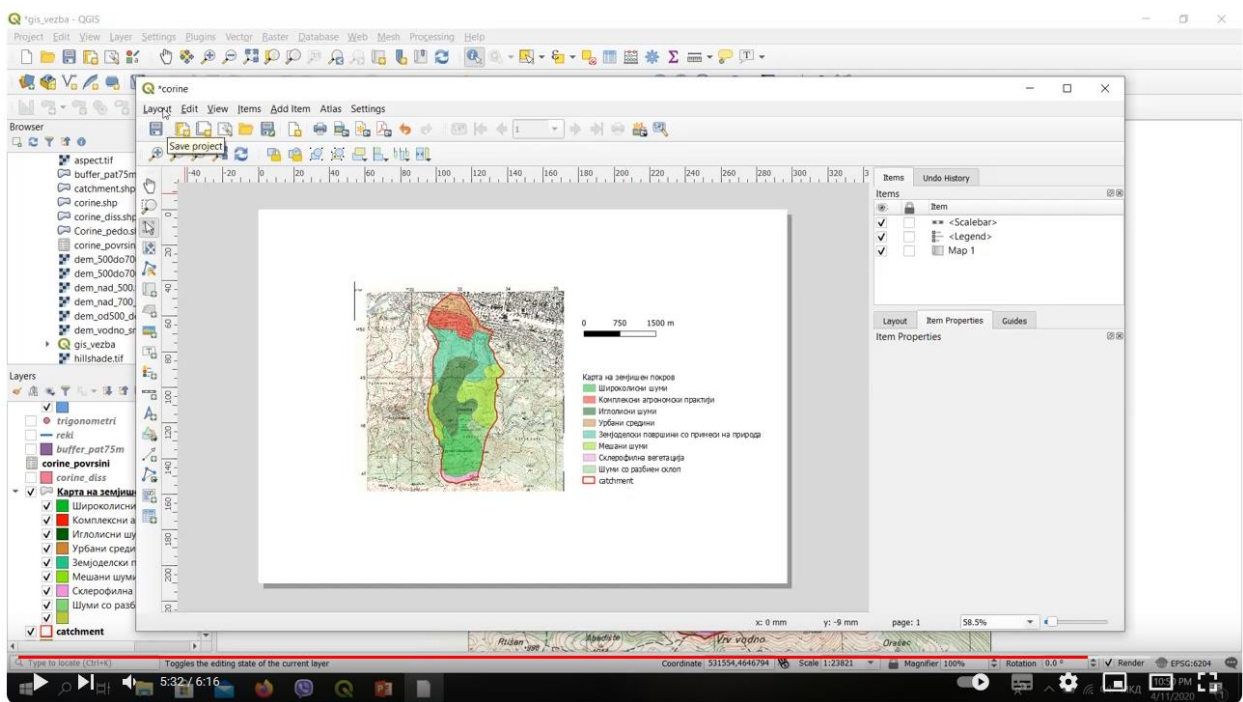
Линк: <https://www.youtube.com/watch?v=uvLqXKN7Ssk> (Должина: 6 минути)

Содржина:

- Надворешни извори на сателитски снимки
- Изработка на карти за печатење



Слика 38 Користење на сателитска снимка како подлога



Слика 39 Правење на карти како надворешен продукт и експорт како слика

6. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- Блинков И., Трендафилов А., Минчев И. 2014:** Топографија, скрипта (интерен материјал), УКИМ, ШФС, Скопје
- Блинков И., 2007:** Геодезија, книга 1, (основен учебник за студенти од Шумарски факултет – Скопје)) , УКИМ, ШФС, Скопје
- Blinkov I., Mincev I., Jagev V., 2007:** GIS aided erosion risk analysis, I III Congress of ecologists of Macedonia with international participation 6-9 October 2007, Struga / Macedonia
- Blinkov I., Mincev I., 2008:** Transnational methodology for development of risk maps, An EU-funded RIMADIMA project 5D102, report related to the w.p4.
- Blinkov I., Mincev I., Trendafilov B, 2008:** Erosion risk analyses on the Vodno mountain and impact to the surrounding areas, BALWOIS conference, Ohrid 25-28.05.2008, proceeding
- Blinkov I., Mincev I., Trendafilov A., Nikolov N. 2008:** Develop of risk maps - An EU-funded RIMADIMA project 5D102, report related to the w.p4.
- Blinkov I., Mincev I. 2009:** Multyhazard mapping as a tool for effective risk management, International Conference “Land Conservation” - LANDCON 0905 - 26-30.05.2009, Tara, Serbia
- Blinkov I., 2009:** Digital Sensing and using GIS in environmental inspection , lecture - presentation , ECENA exchange programme , Ohrid, RM , June 30 - July 2, 2009
- Блинков И., Трендафилов Б., Минчев И. 2011:** Примена на современи геоматски техники за моделирање на ерозијата, УКИМ, ШФС, Скопје, ISBN 978-9989-132-13-1
- Бибоски В., 2010:** Креирање на базичен ГИС датасет во шумарството и некои основни анализи (дипломска работа, ментор: Блинков И.,), УКИМ, ШФС, Скопје
- Cingolani, Ana M., Daniel Renison, Marcelo R. Zak, Marcelo R. Cabido, 2004.** Mapping vegetation in a heterogeneous mountain rangeland using landsat data: an alternative method to define and classify land-cover units. Remote Sensing of Environment 92 (2004) pp84–97.
- Campbell, J. B. (1996)** Introduction to remote sensing (2nd ed.), pp. 287-312, London: Taylor and Francis
- Чукалиев О., Вукелиќ-Шутопка М., Арнаудова Ж., Иванов И., 2005:** Современи геоматски техники во земјоделството, Медиана, Скопје
- Fox D.M., Maselli, F., Carrega, P., 2008.** Using SPOT images and field sampling to map burn severity and vegetation factors affecting post forest fire erosion risk. Catena 75 (2008), pp326–335.
- Hais M., Jonášová, M., Langhammer, J., Kučera, T., 2009.** Comparison of two types of forest disturbance using multitemporal Landsat TM/ETM+ imagery and field vegetation data. Remote Sensing of Environment 113 (2009) pp835–845
- Jaiswal, R.K., Mukherjee, S., Raju, K.D., Saxena, R., 2002.** Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 4 (2002) pp1–10.
- Jagev V., Mincev I. Blinkov I., 2006:** Use of GIS and GPS for mapping and analysis of some hydrological factors, BALWOIS conference (Ohrid, R. Macedonia, 2006
- Konstantinos. S., Valiantzas J., Dercas N., (2010):** Modelling forest fires hydrological impact using spatio-temporal geographical data, International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs), 2010 International Congress on Environmental Modelling and Software Modelling for Environment’s Sake, Fifth Biennial Meeting, Ottawa, Canada, David A. Swayne, Wanhong Yang, A. A. Voinov, A. Rizzoli, T. Filatova (Eds.),
- Маркоски Б., 2003:** Картографија (основен учебник), ГЕОМАП, Скопје
- Mather P.M. (1999)** Land cover classification revisited, In Atkinson P.M. and Tate N.J. (editors), Advances in Remote Sensing and GIS analysis (pp. 7-16), Chichester, John Wiley & Sons Ltd;
- Минчев И., 2004:** Употреба на ГИС и ГПС во шумарството (дипломска работа, ментор Блинков И.,), УКИМ, ШФС

Mincev I., Blinkov I., 2007: GIS model for assessing water and sediment discharge based on the Gavrilovic methodology, International Conference «Erosion and torrent control as a factor in sustainable river basin management» 25-28 September 2007, Belgrade/Serbia

Mincev, I., 2007: Suitability for tree species afforestation using GIS aided landscape model, International symposium, sustainable forestry - problems and Challenges Perspectives and Challenges in wood technology, 24-26, October, 2007, Ohrid, R.Macedonia

Mincev, I., 2008: Land cover mapping using object based classification of medium-high and high resolution imagery (MSc thesis – mentor: Ioanis Gittas), Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Department: Environmental Management (GIS, RS, EIA), Chania, Island of Crete, Greece, 2008

Mincev I., 2009: Land cover mapping using object based classification of medium-high and high resolution imagery”, International Conference “Land Conservation” - LANDCON 0905 - 26-30.05.2009, Tara, Serbia

Mincev I., 2010: Earth observation for watershed management in FYROM – case study, GMES Operational Capacity Workshop, 25 - 26 March, Sheraton Hotel, Sofia, Bulgaria

Mincev I., Trendafilov B., 2010: Effects of land cover change as erosion factor using Landsat imagery, BALWOIS conference, Ohrid 25-29.05.2010

Минчев И., Трендафилов Б., 2011: Презентации од предавања – курсеви за примена на ГИС (интерен материјал), Скопје

Mukaetov D., Cukaliev O., Sekuloska, Mincev I., 2007: GIS-aided agro-ecological zoning of Former Yugoslav Republic of Macedonia, Status and prospect of soil information in southeastern Europe: soil databases, projects and applications, Scientific and technical report, Institute of Environment and Sustainability, JRC, ISPRA, Italy.

McHaffie P., Hwang S., Follett C. 2023: GIS An Introduction to Mapping Technologies, CRC Press, ISBN: 2022053002, 2022053003, 9781032308975, 9781032308982, 9781003307181, 9781498740234

Stamatios, A.F., and Sgouras, I.D., 1999. Use of geoinformation techniques in identifying and mapping areas of erosion in a hilly landscape of central Greece, JAG - Volume 1 - Issue 1 - 1999 pp1-10.

Трендафилов Б., 2007: ГИС модел на парк-шума Водно, (дипломска работа, ментор: Блинков И.), УКИМ, ШФС, Скопје

Trendafilov B., 2008: Use of LiDAR in forestry, practical work – mentor: Ioanis Gittas, Crete, Greece

Trendafilov B., Mincev I., (2009): Mapping of recently burnt areas using LANDSAT TM data; a case study of the Mediterranean island of Thasos" International Conference “Land Conservation” - LANDCON 0905 - 26-30.05.2009, Tara, Serbia

Trendafilov B., Minčev I., Simovski B., Velkovski N. 2010: Suitability for tree species afforestation using gis aided landscape model in the Republic of Macedonia, First Serbian Forestry Congress (Future With Forests), Belgrade, 11-13 November 2010

Yuksel, A., Gundogan, R., and Akay, A.E., 2008. Using the Remote Sensing and GIS Technology for Erosion Risk Mapping of Kartalkaya Dam Watershed in Kahramanmaras, Turkey. Sensors 8, (2008) pp4851-4865.

Zaluski, M.H., Consort, J.J., Antonioli, S.B., 2004. Soil erosion and deposition modelling ArcGIS. Business and Industry Symposium 1-56555-275-X pp108-113.

Zhou, Weifeng, and WU, Bingfang, 2008. Assessment of soil erosion and sediment delivery ratio using remote sensing and GIS: a case study of upstream Chaobaihe River catchment, north China. International Journal of Sediment Research 23 (2008) pp167-173.

Web-sites:

<http://www.gis.com/content/what-gis>

<http://ecobas.org/www-server/rem/mdb/creams.html>

<http://www.es.lancs.ac.uk/people/johnq/EUROSEM%20ESPL.pdf>

(<http://www.tucson.ars.ag.gov/kineros/>)

<http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/00-001.htm>

http://www.preventionweb.net/files/1581_ereurnew2.pdf

(http://www.preventionweb.net/files/1581_ereurnew2.pdf)

<http://www.ramsoil.eu/NR/rdonlyres/9179FD01-072A-449C-8EE4-CE1DC33DFF76/56313/PR21Erosionreport.pdf>