



Иво Стоянов Ихтимански

МОДЕЛИРАНЕ НА РЕКРЕАЦИОННИ ЕКОСИСТЕМНИ
УСЛУГИ В ГИС СРЕДА НА НАЦИОНАЛНО И
РЕГИОНАЛНО НИВО

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане на научна степен
„доктор“ в област на висше образование 4. Природни
науки, математика и информатика професионално
направление 4.4. Науки за Земята, научна специалност
„Картография и географски информационни системи“

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:
проф. Стоян Недков

гр. СОФИЯ
2022 г.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
НАЦИОНАЛЕН ИНСТИТУТ ПО ГЕОФИЗИКА, ГЕОДЕЗИЯ И
ГЕОГРАФИЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ГЕОГРАФИЯ
СЕКЦИЯ ГИС

Дисертационният труд е обсъден и предложен за публична защита от департамент „География“ при Национален институт по Геофизика, Геодезия и География – БАН на 27.06.2022 г.

Дисертационният труд се състои от заглавна страница, съдържание, списък на съкращенията, увод, четири глави, заключение, списък с използвана литература, списък с фигури и списък с таблици.

Общият обем на дисертацията е 169 стр., включително 38 фигури и 25 таблици. Цитираните източници са 175 броя, от които 16 на кирилица и 159 на латиница. В отделни списъци са описани стратегическите и нормативните документи, които са 7 и източниците на данни, които са 8. Използваните интернет сайтове са дадени като 19 бележки на всяка страница.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на заседание на научното жури на 27.09.2022 г. от 14:00 в Национален Институт по Геофизика, Геодезия и География, стая 101 в състав:

Външни членове:

1. Проф. д-р Климент Найденов, СУ „Св. Климент Охридски“
2. Проф. д-р Мария Грозева, Институт за гората – БАН
3. Доц. д-р Галин Петров, ВТУ „Св. Кирил и Методий“

Резервен член: доц. д-р Биляна Борисова, СУ „Св. Климент Охридски“

Вътрешни членове:

1. Проф. д-р Стоян Недков
2. Доц. д-р Емилия Черкезова

Резервен член: проф. д-р Мария Николова

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в стая 105 на НИГГТ-БАН и на интернет адрес: <http://www.niggg.bas.bg>

Съдържание

Увод.....	3
Глава 1 Теоретична постановка	5
1.1 Екосистемни услуги и методи за оценка и картографирането им	5
1.2 Културни екосистемни услуги, екосистемна услуга Рекреация и туризъм и методи за моделиране	6
Глава 2 Методика на изследването.....	9
2.1 Методически подход за оценка на рекреационните екосистемни услуги на национално ниво	9
2.2 Методически подход за моделиране на рекреационните ЕУ на регионално ниво.....	11
Глава 3 Оценка и картографиране на рекреационните ЕУ на национално ниво	13
3.1 Оценка на рекреационен потенциал	13
3.2 Оценка на достъпността.....	15
3.3 Спектър на възможностите за рекреация...17	
Глава 4 Оценка и картографиране на рекреационните ЕУ предоставяни от горските екосистеми на регионално ниво	20
4.1 Резултати по отделни индикатори	20
4.2 Интегрирана оценка	33

4.3 Съпоставяне на получените от
интегрираната оценка резултати с публично използвани
данни 35

Заклучение37

Публикации по темата на дисертацията42

Литаратура.....43

Благодарности45

Увод

Настоящата работа разглежда съществуващите похвати за моделиране, анализ, оценка и картографиране в ГИС среда на културните екосистемни услуги и в частност екосистемната услуга Рекреация. В представената разработка са анализирани и адаптирани два методически подхода на две различни териториални нива за оценка на териториите по отношение потенциала им да предоставят екосистемна услуга Рекреация.

За територията на Република България е адаптиран един от най-използваните методически подходи за оценка на екосистемната услуга Рекреация, а именно ESTIMAP (Zulian et al. 2013). На регионално ниво подходът на Dodev et al. 2021 е адаптиран и приложен за територията на област Смолян, а като оценявана екосистема са избрани горските територии, които преобладават на територията на областта.

Обект и предмет на изследване

Обект на изследване са екосистемите в България с капацитет за предоставяне на екосистемната услуга Рекреация.

Предмет на изследване са ГИС базираните средства за оценка на капацитета на екосистемите да предоставят културната екосистемна услуга Рекреация.

Основната цел на изследването е, на основата на съществуващите разработки, да се адаптира и развие ГИС базиран подход за оценка и картографиране капацитета на екосистемите за предоставяне на екосистемната услуга Рекреация, който да е приложим за територията на България на национално и регионално ниво.

За изпълнение на основната цел са поставени и решени в процеса на работа следните задачи:

1. Изясняване на теоретичната база – преглед на съществуващото състояние по отношение на класификацията, изследването, анализа, оценката, картирането и картографирането на екосистемните услуги;

2. Преглед на методите за оценка, картиране и моделиране на културните екосистемни услуги с фокус върху рекреацията и ГИС-базираните приложения, които се използват за тази цел;

3. Проучване на модела ESTIMAP за оценка и картиране на КЕУ Рекреация с оглед възможностите му за приложение за територията на България;

4. Избор и проучване на подходяща методика предоставяща възможности за оценка и картиране на КЕУ на регионално ниво;

5. Събиране, обработка и организиране на пространствени и непространствени данни за моделиране на РЕУ на национално и регионално ниво;

6. Разработване на ГИС-базирани алгоритми за интегриране на нови елементи в модела ESTIMAP за оценка на рекреацията на национално ниво;

7. Разработване ГИС-базиран подход за оценка на рекреацията на регионално ниво.

8. Прилагане на разработените подходи и алгоритми за моделиране на рекреационни екосистемни услуги в ГИС среда на национално и регионално ниво.

Глава 1 Теоретична постановка

1.1 Екосистемни услуги и методи за оценка и картографирането им

В тази глава на дисертацията е проследено възникването и развитието на екосистемните услуги като концепция и методите, които се прилагат за тяхната оценка и картографиране. Направен е литературен преглед и са открити основни публикации за екосистемните услуги и методите за тяхната оценка и картографиране. Също така в тази част на дисертацията са направени характерни терминологични описания.

Концепцията за екосистемните услуги, в най-общ смисъл, има за цел да разкрие ползите, които хората получават от природата. Съществуват множество определения за дефиниране на екосистемните услуги, но едно от най-широко разпространените е на МА (2005), според което екосистемните услуги са „ползите, които хората получават от екосистемите“.

Оценката на екосистемните услуги се основава на научни изследвания и е насочена към подпомагане на вземането на управленски решения, но преди това информацията от научните изследвания трябва да бъде „преведена“ на разбираем за неспециалисти език. Остойностяване на екосистемни услуги (Ecosystem services evaluation) е тази част от процеса на оценяване, при която на ЕУ се придават определени стойности, които могат да бъдат, както количествени, така и качествени. Процесът на остойностяване е обвързан с избора на индикатори, а на база индикаторите може да се оцени екосистемната услуга.

Според Naidoo et al. 2008 след идентифициране на районите на генериране и потребление на екосистемните

услуги, те следва да бъдат оценени, устойчивостени и картографирани на база избрани индикатори. Maes et al. (2013) определят картирането като поредица от дейности, включващи събиране на информация (пространствена и непространствена), нейното организиране в бази данни и създаването на карти за районите на осигуряване на екосистемни услуги, както и нуждата на потребителите от такива. Фактическото създаване на картен материал от друга страна същият авторски колектив определя като картографиране.

Dang et al. (2021) акцентират върху повишаването на броя проучвания, свързани с оценката и картирането на ЕУ. Тъй като географските информационни системи са задължителен инструмент при оценката и картирането на ЕУ, нарастването на изследователския интерес към тях води и до нуждата от разработването на нови и специфични модели и приложения (Bagstad et al. 2013 по Недков 2018).

1.2 Културни екосистемни услуги, екосистемна услуга Рекреация и туризъм и методи за моделиране

Освен общото развитие на екосистемните услуги и методите за тяхната оценка, в Глава 1 са разгледани в частност културните екосистемни услуги, екосистемната услуга Рекреация и туризъм и използвани методи за тяхното моделиране, включително и в ГИС среда. И в тази част на проучването е направен литературен преглед, чрез който са открити основни публикации.

Културните екосистемни услуги свързват елементи на социалните и екологичните концепции. Те се разглеждат като нематериални ползи получени от природата и свързани с човешките възприятия, нагласи и вярвания.

Възприятията на хората могат да се различават значително, не само от човек до човек, но и от една област и култура в друга, което значително затруднява оценката на тази ЕУ (Burkhard B, Maes J 2017). От друга страна много КЕУ са трудни за количествено определяне или тяхната стойност е твърде сложна за оценка и картографиране. Трудностите, описани по-горе довеждат до прекомерен акцент върху оценката и картографирането на рекреация и туризъм, които емпирично и концептуално са по-лесни за идентифициране и измерване, като в същото време се пренебрегват други важни КЕУ, които имат значение за хората, но които не са толкова лесни за измерване (например духовни екосистемни услуги) (Burkhard, Maes 2017).

ЕУ Рекреация и туризъм спадат към културните екосистемни услуги, а Недялков и Бекярова (2000) дават следната дефиниция на понятието: „Рекреацията е стопанска еколого-социална дейност, която възстановява и укрепва човешкото здраве, а туризмът е един вид от многото видове рекреация”

Общественото признаване на ролята на рекреацията и екотуризма в регионалното развитие и тяхното значение за планирането на земеползването доведе до разработването на редица подходи за неговата пространствена оценка от различни дисциплини, използвайки най-различни техники и методи, посочени от Albritton and Stein (2011), Zulian et al. (2013), Paracchini et al. (2014), Crouzat et al. (2022).

Рекреацията и туризмът сред природата представляват възможност за икономическо развитие на селските райони чрез генериране на доходи и заетост от

разходите на посетителите. Стойността на отдиха сред природата и неговите икономически възможности могат да се използват като силен аргумент за разпределяне на финансови ресурси за опазване на природата в различни пространствени мащаби.

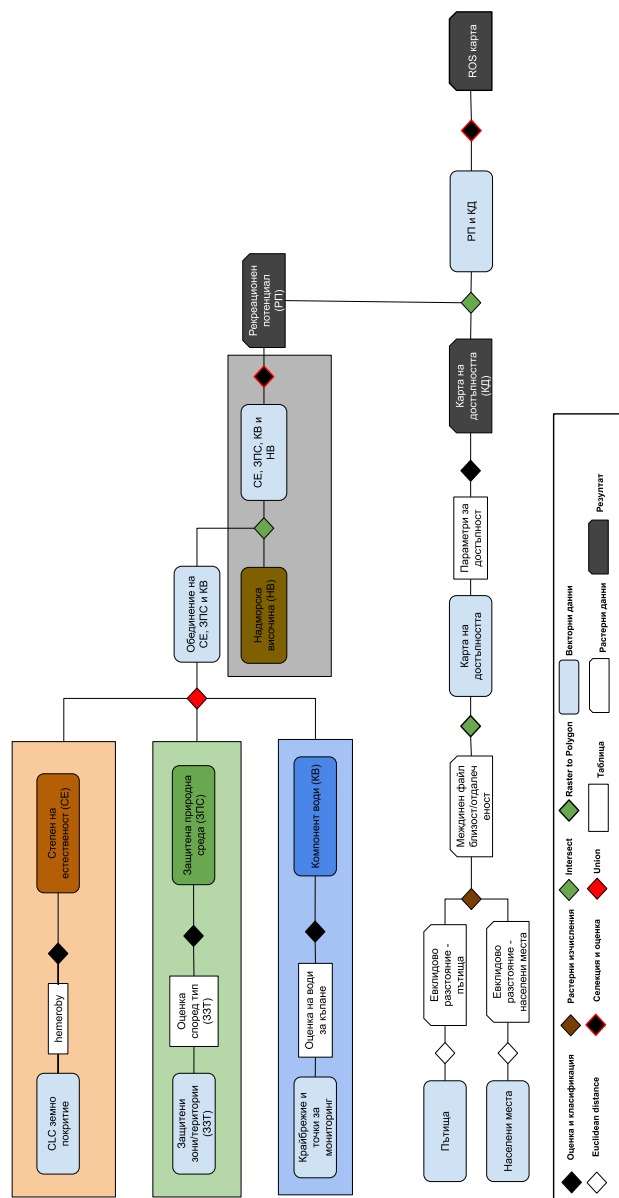
Глава 2 Методика на изследването

2.1 Методически подход за оценка на рекреационните екосистемни услуги на национално ниво

Тъй като изследването е разделено на две териториални нива, в тази част на дисертацията е направено кратко описание на района на изследване, обобщена природогеографска характеристика на България и на използваните за изследването данни.

За моделиране на екосистемните услуги на национално ниво е адаптиран, описания в техническия доклад на обединения изследователски център на Европейския съюз, метод ESTIMAP (Zulian et al. 2013), приложен от колектива за територията на Европейския съюз.

Адаптацията на ESTIMAP (Zulian et al. 2013) е осъществена на няколко основни етапа, а именно: предварителен анализ и обработка на входните данни; подготвяне на бази данни за национално и регионално ниво; анализ на работните процеси; тестово прилагане на работните процеси с цел детайлното изясняване на необходимите обработки и инструментариума, който може да бъде използван за решаване на поставените задачи; разписване на подходи и алгоритми за моделиране на ЕУ; прилагане на технически подходи и алгоритми за моделиране на ЕУ; оценка и картографиране на екосистемната услуга Рекреация на национално ниво. На концептуална схема на фигура 1 са представени извършените дейности по тази част на дисертационния труд.



Фигура 1 Концептуална схема на проучването и процеса за обработка на данните на национално ниво

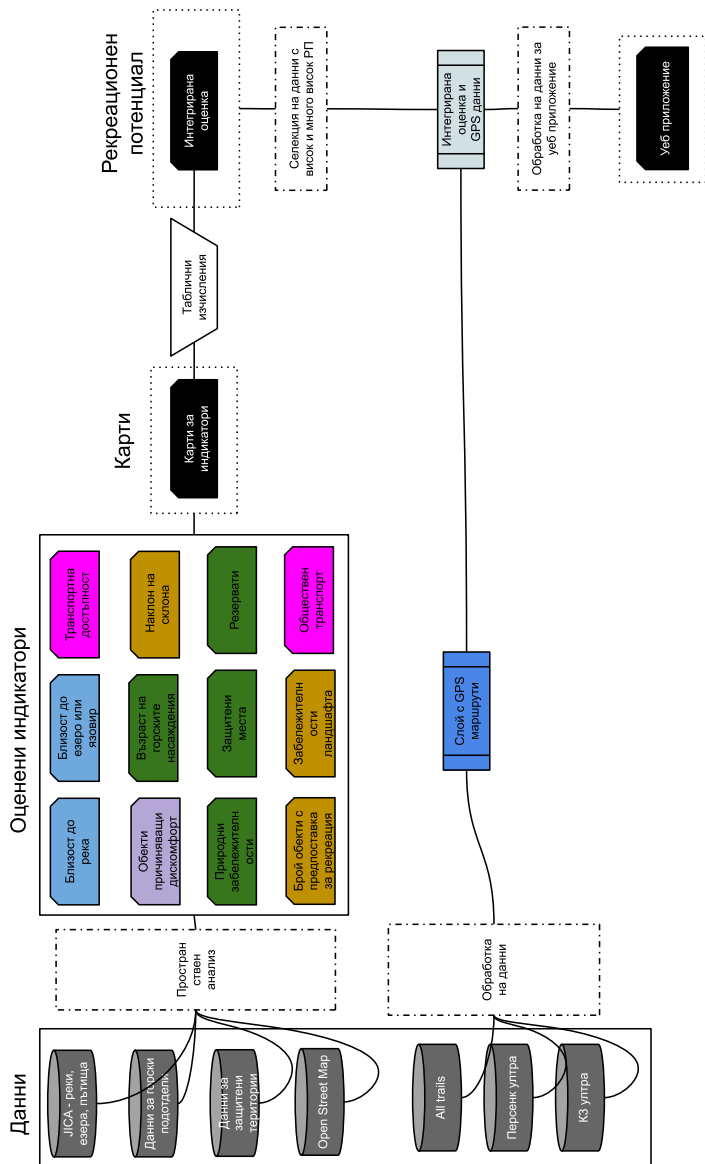
2.2 Методически подход за моделиране на рекреационните ЕУ на регионално ниво

В тази част на дисертацията е направено кратко описание на област Смолян, обобщена природогеографска характеристика на областта и на използваните за изследването данни.

За моделиране на екосистемните услуги на регионално ниво е адаптиран приложен от Dodev et al. (2021) подход за оценка на горските територии по отношение на потенциала им да се използват с терапевтична цел на територията на община Смолян.

Етапите, на които е осъществена адаптацията на методическия подход се припокриват с описаните в точка 2.1. За всеки един от оценяваните индикатори са разписани подробни и последователни стъпки на извършените технически обработки. В отделна точка е разписан подхода за генерирането на крайната интегрирана оценка базирана на отделните оценки на всеки един индикатор.

В главата е разписано още и съпоставянето на най-високо оценените резултати получени с прилагането на интегрираната оценка и свалени от публични уеб сайтове данни. На концептуалната схема от фигура 2 са представени извършените по тази част от дисертацията дейности.



Фигура 2 Концептуална схема на проучването и процеса за обработка на данните на регионално ниво

Глава 3 Оценка и картографиране на рекреационните ЕУ на национално ниво

3.1 Оценка на рекреационен потенциал

На картата на рекреационния потенциал (Фигура 3) с различно оцветяване са представени териториите в зависимост от потенциала, който имат за предоставяне на екосистемната услуга Рекреация.

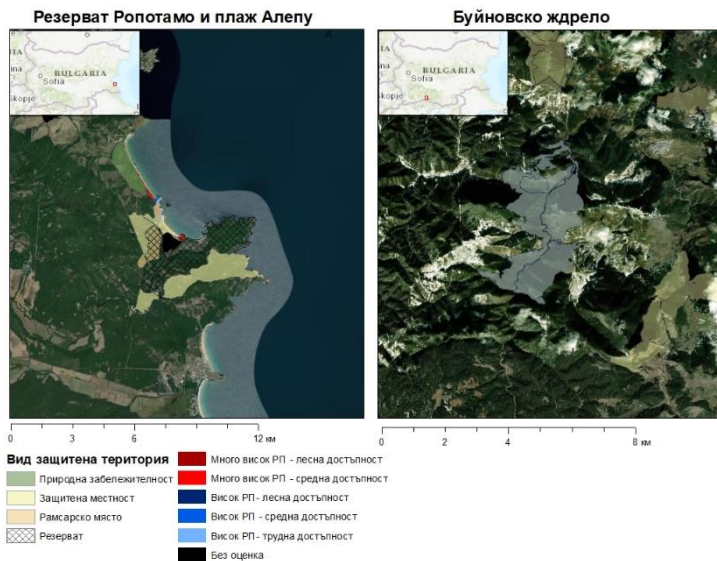


Фигура 3 Карта на рекреационния потенциал

Резултатите показват, че най-обширна територия от страната е заета от територии, които притежават среден потенциал за предоставяне на екосистемната услуга Рекреация. Териториите със среден потенциал обхващат

около 45% от територията на страната. Това са райони, които се припокриват с категории земно покритие като например горски, земеделски и полуестествени територии, водни тела и влажни зони.

Териториите с висок и много висок рекреационен потенциал, представляват по малко от 1%. Те попадат в границите или се намират в близост до трите национални парка – Рила, Пирин и Централен Балкан, а също в природните паркове Българка, Витоша, Врачански Балкан, Златни пясъци, Рилски манастир, Сините камъни и Странджа. От друга страна полигоните, оценени с висока и много висока оценка на РП се припокриват с 89 обекта, регистрирани като природни забележителности. Някои от по-известните природни забележителности са Дяволския мост и водопада, Буйновското ждрело, Пясъчни дюни в местност Алепу, Нос Агалина, Смолянски езера, Земенските скали, Чудните мостове и др. На фигура 4 е представена карта на обекти, оценени с висок и много висок рекреационен потенциал в едър мащаб.



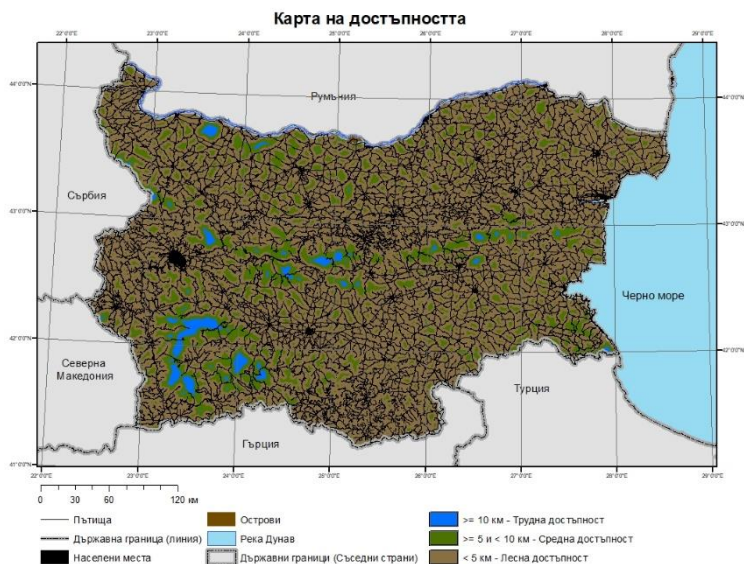
Фигура 4 Територии с висок и много висок рекреационен потенциал

3.2 Оценка на достъпността

Картата на достъпността (Фигура 5) показва, че населените места и пътищата на България представляват гъста мрежа, която покрива цялата страна.

Около 80% от териториите, за които е оценен рекреационният потенциал се намират на 5 km разстояние от пътища или населени места. Именно зоната, която обхваща териториите намиращи се на 5 km разстояние от пътната мрежа и населените места е класифицирана като „Лесна достъпност“ на картата на достъпността. Втората зона обозначена като „Средна достъпност“, която се намира на отстояние между 5 и 10 km от пътищата и населените места заема около 17% от територията на

страната. Третата зона обозначена като „Трудна достъпност“ има изолирано покритие от около 3% от територията на страната. Териториите попадащи в зоната, която се намира на разстояние над 10 km представляват главно билата на високите планини в страната. Най-обширната територия, която попада в тази зона се намира в югозападната част на България, където всъщност са ситуйрани планините Рила, Пирин и Родопи. Централната част на стара планина представлява втората най-обширна територия попадаща на разстояние над 10 km от пътната мрежа и населените места. Единствената равнинна територия, която се припокрива със зоната с трудна достъпност се намира в западната част на Дунавската равнина.



Фигура 5 Карта на достъпността

3.3 Спектър на възможностите за рекреация

Карта на спектъра на възможностите за рекреация за територията на България (Фигура 6) показва, че по-голямата част от територията на страната или около 47% е с нисък рекреационен потенциал и лесна достъпност. Такива зони могат да бъдат открити из цялата страна, но предимно под 1000 метра надморска височина. Около 30% от територията на страната е със среден рекреационен потенциал и лесна достъпност. В таблица 1 са описани териториите на страната попадащи в отделните групи ROS.



Фигура 6 Карта на спектъра на възможностите за рекреация

Таблица 1 – Разпределение на териториите на страната в различните ROS категории

Спектър на възможностите за рекреация	Площ в ха	% от територията
Много висок РП - лесна достъпност	465.8	0.003%
Много висок РП - средна достъпност	93.1	0.001%
Висок РП - лесна достъпност	3702.6	0.026%
Висок РП - средна достъпност	1287.7	0.009%
Висок РП - трудна достъпност	70	0.000%
Среден РП - лесна достъпност	4174681.3	29.466%
Среден РП - средна достъпност	1833759.6	12.943%
Среден РП - трудна достъпност	380738.8	2.687%
Нисък РП - лесна достъпност	6738163.5	47.559%
Нисък РП - средна достъпност	556338.1	3.927%
Нисък РП - трудна достъпност	92561.2	0.653%
Без оценка	386089.6	2.725%

Класове земно покритие оценени с много висок РП и лесна достъпност са общо 277 бр. и попадат предимно на черноморското крайбрежие, като се припокриват с някои лесно разпознаваеми от обществеността природни забележителности. Освен природни забележителности като обекти с много висок рекреационен потенциал са оценени и някои плажове например Липите на юг от Синеморец,

Силистар, централния плаж на Китен в близост до р.
Караагач, плаж Алепу, Иракли, Русалка и др.

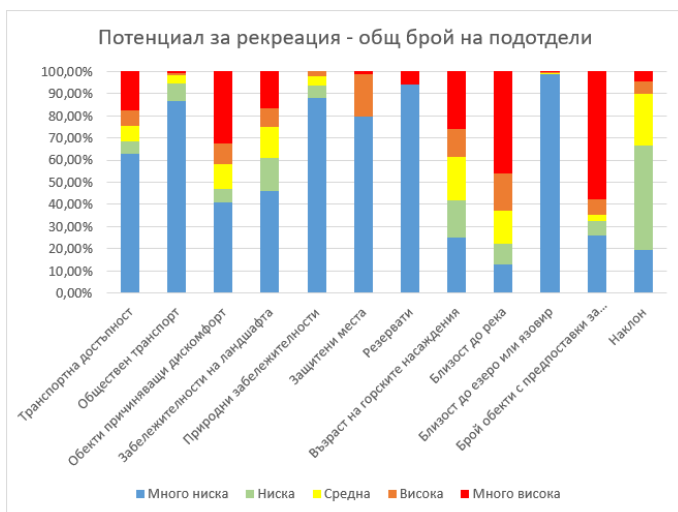
Глава 4 Оценка и картографиране на рекреационните ЕУ предоставяни от горските екосистеми на регионално ниво

4.1 Резултати по отделни индикатори

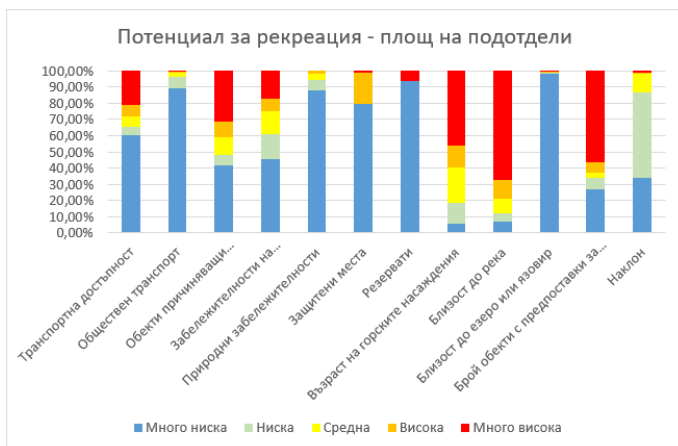
Резултатите получени от оценката на индикаторите избрани за моделиране на ЕУ рекреация за територията на област Смолян са представени на таблица 2 и фигури 7 и 8.

Таблица 2 Оценка на РП по брой подотдели и площ на подотдели

Оценка			Много ниска		Ниска		Средна		Висока		Много висока	
№	Индикатор	Средна оценка	Брой на подотделите (%)	Територия на подотделите (%)	Брой на подотделите (%)	Територия на подотделите (%)	Брой на подотделите (%)	Територия на подотделите (%)	Брой на подотделите (%)	Територия на подотделите (%)	Брой на подотделите (%)	Територия на подотделите (%)
1	Транспортна достъпност	2.11	62.59%	60.33%	5.67%	5.11%	6.94%	6.38%	7.00%	7.14%	17.80%	21.03%
2	Обществен транспорт	1.21	86.56%	89.47%	8.08%	6.61%	3.53%	2.63%	1.19%	0.83%	0.63%	0.46%
3	Обекти причиняващи дискомфорт	2.87	40.99%	41.72%	5.91%	6.63%	11.11%	10.59%	9.57%	9.90%	32.42%	31.16%
4	Забележителности на ландшафта	2.35	45.81%	45.50%	15.13%	15.65%	14.09%	14.01%	8.27%	7.81%	16.69%	17.03%
5	Природни забележителности	1.21	87.83%	88.18%	5.79%	6.35%	4.02%	3.77%	2.36%	1.71%	0.00%	0.00%
6	Защитени места	1.62	79.61%	79.69%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	19.15%	19.06%	1.24%	1.25%
7	Резервати	1.24	93.89%	93.75%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.11%	6.25%
8	Възраст на горските насаждения	2.98	25.00%	5.49%	16.68%	13.42%	19.81%	21.64%	12.43%	13.58%	26.07%	45.87%
9	Близост до река	3.73	13.15%	6.84%	9.17%	5.11%	15.07%	9.06%	16.69%	11.84%	45.92%	67.16%
10	Близост до езеро или язовир	1.03	98.54%	98.22%	0.35%	0.35%	0.34%	0.47%	0.33%	0.37%	0.45%	0.59%
11	Брой обекти с предпоставки за рекреация	3.64	25.89%	26.83%	6.72%	7.01%	2.61%	3.18%	6.96%	6.56%	57.82%	56.42%
12	Наклон	2.29	19.26%	34.09%	47.12%	52.44%	23.43%	11.56%	5.41%	1.09%	4.78%	0.81%



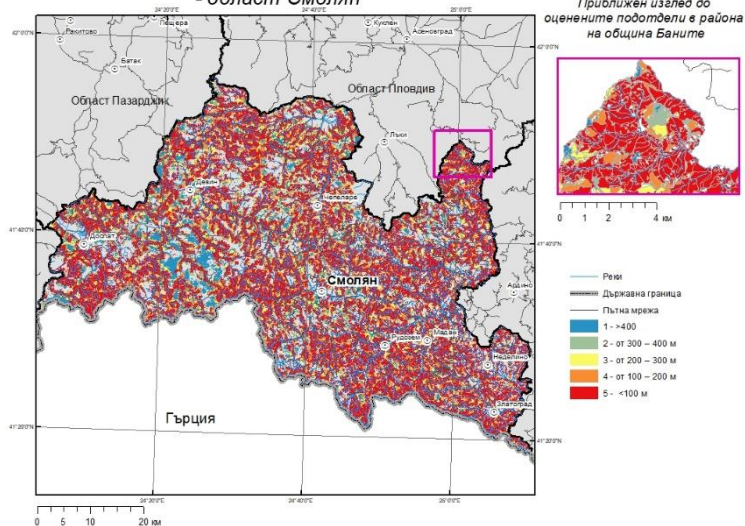
Фигура 7 Потенциал за рекреация оценен за всички индикатори отнесен към броя на горските подотдели



Фигура 8 Потенциал за рекреация оценен за всички индикатори отнесен към площ на горските подотдели

Високите оценки на подотделите по отношение на тяхната близост до речната мрежа може да се обясни със специфичните географски и природни характеристики на изследваната територия. Преобладаващият релеф на територията на областта е среднопланински и високопланински (средната надморска височина е 1320 m), което обуславя гъста речно-долинна мрежа, както може да се види и от Фигура 9, а близостта до речната мрежа е използвана като критерии за оценка на този индикатор. Именно заради това 67.16% от територията на подотделите в област Смолян са оценени с много висока оценка по отношение на индикатор 9 – Близост до речната мрежа.

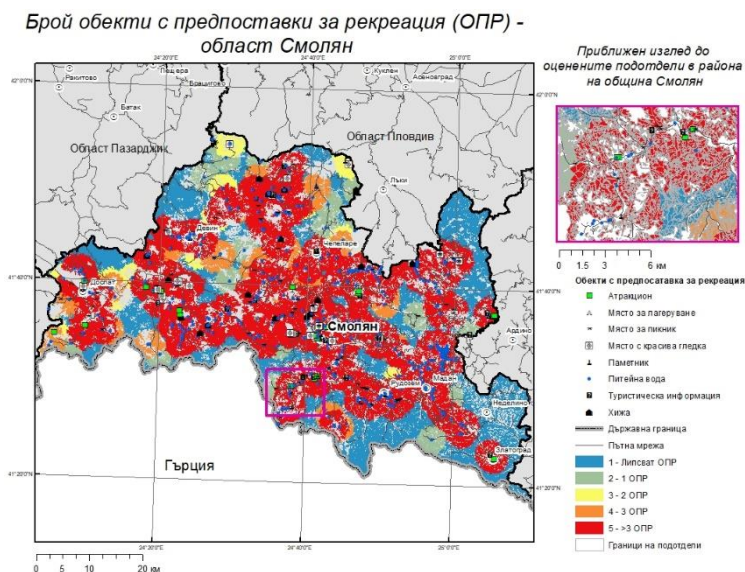
*Близост на горските територии до река
- област Смолян*



Фигура 9 - Близост на горските територии до река

Следващият индикатор, който се отличава с много висока оценка за голяма част от територията на

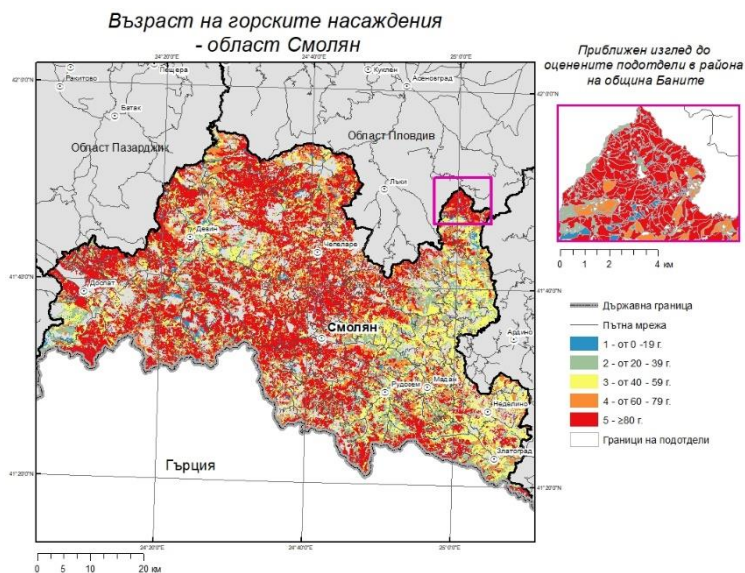
подотделите в област Смолян (56.42%) е индикатор 11. Като обекти представляващи предпоставка за рекреация са взети предвид места предлагащи атракции, места за лагеруване, места с красиви гледки, паметници, обекти предоставящи туристическа информация, хижи и др., които могат да се видят на Фигура 10. Именно заради относително високия брой и равномерното разпределение на тези обекти, оценените подотдели с висока оценка също са с висок процент.



Фигура 10 Брой обекти с предпоставка за рекреация

Територията на област Смолян се характеризира с естествени и полу-естествени територии и има добри традиции в горското стопанство, а също така е и популярна туристическа дестинация. Повече от 45% от териториите на

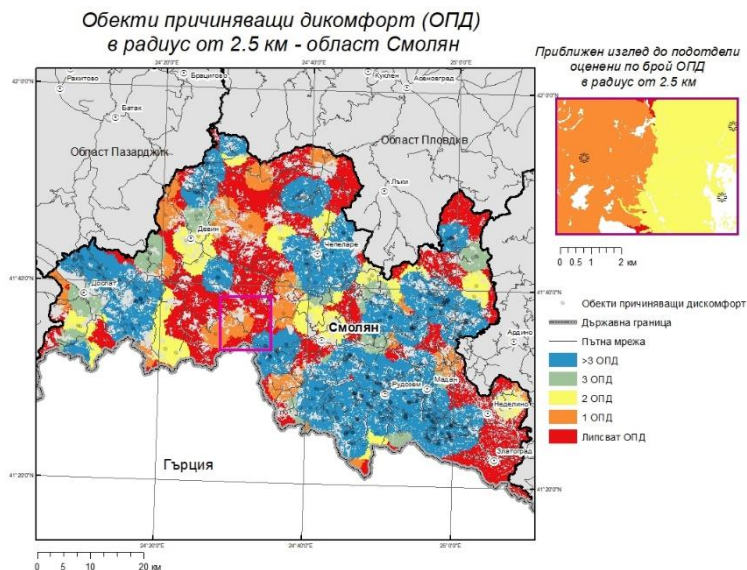
горските подотдели, които подлежат на оценка са с възраст повече от 80 години, което поставя индикатор 8 – Възраст на горските насаждения на трето място по площи получили много висока оценка за рекреационен потенциал. Представен на карта резултатът на оценката на индикатор 8 може да бъде разгледан на Фигура 11.



Фигура 11 Възраст на горските насаждения

Повече от 30% от територията на подотделите в област Смолян са оценени много високо по отношение липсата на обекти причиняващи дискомфорт. Оценката на индикатор 3 е базирана на наличието на предварително избрани обекти като кариери, табани, сечища, сметища и др. които оказват отрицателно влияние върху

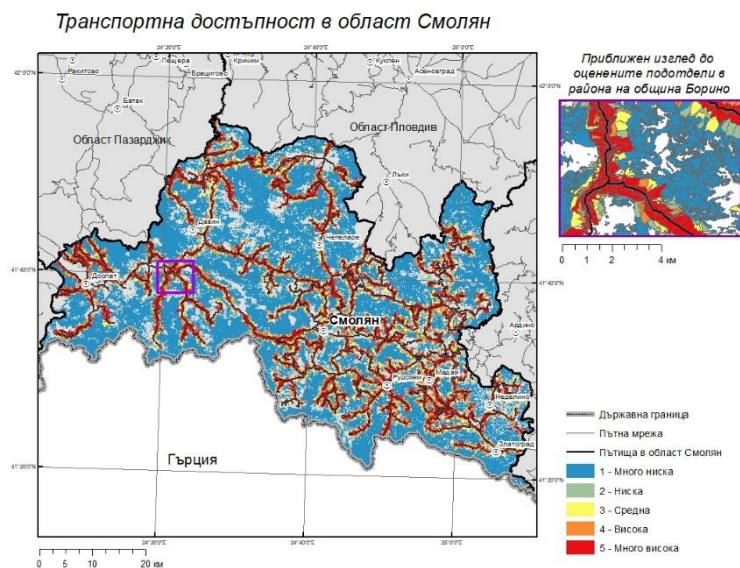
рекреационния потенциал. Най-голяма концентрация на обекти, причиняващи дискомфорт се наблюдава в територията на силно повлияните от човешката дейност територии на общини Рудозем Мадан и Златоград, както може да се види на Фигура 12.



Фигура 12 Обекти причиняващи дискомфорт в радиус от 2.5 км

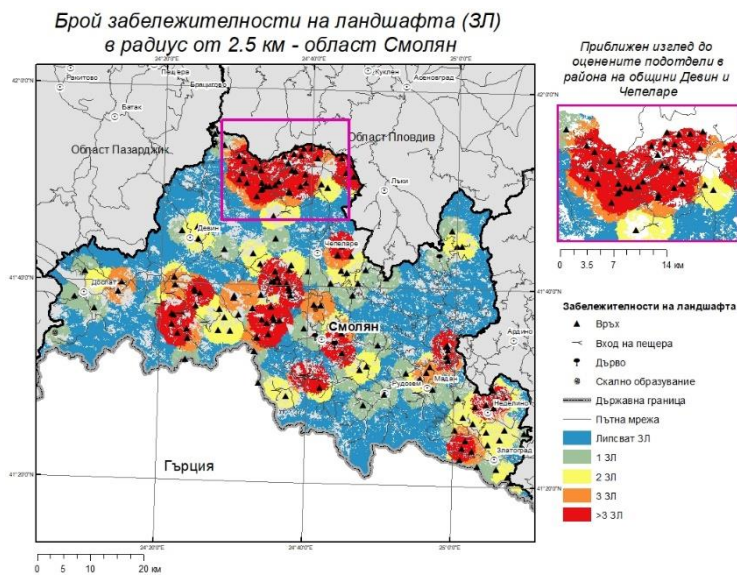
Повече от 20 % от горските територии на област Смолян са оценени с много висока оценка по отношение на индикатор 1 Транспортна достъпност – Фигура 13. Както и по-горе в текста стана ясно, територията на област Смолян се характеризира с предимно планински релеф, което оказва влияние върху гъстотата на пътната мрежа, а тя от

своя страна играе основна роля за оценката на индикатор Транспортна достъпност.



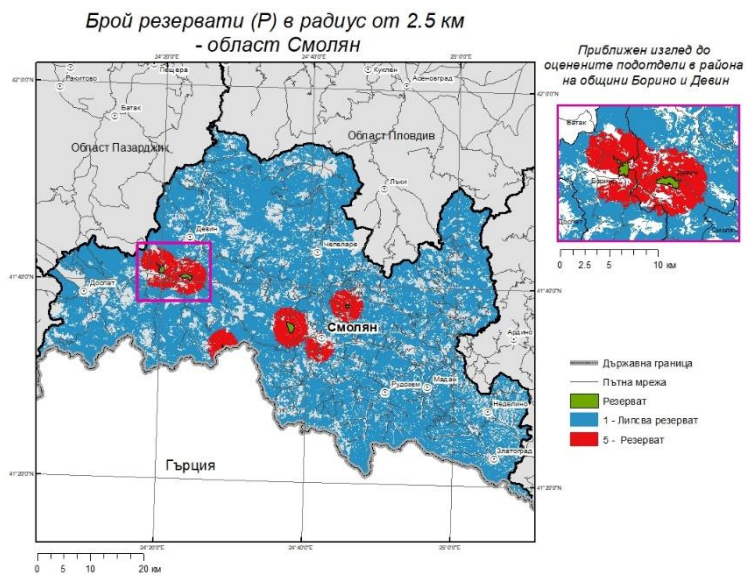
Фигура 13 Транспортна достъпност

17% от територията на подотделите е оценена с много висок оценка по отношение на индикатор 4 Забележителности на ландшафта – Фигура 14. Оценката е извършена на база отстояние на забележителности на ландшафта в радиус от 2.5 km, а обектите, спрямо които е извършена оценката са върхове, характерни скали, самостоятелни дървета, входи на пещери. Голяма концентрация на върхове и входи на пещери са разположени в северната част на област Смолян и съответно именно там са подотделите получили много висока оценка.



Фигура 14 Брой забележителности на ландшафта в радиус от 2.5 км

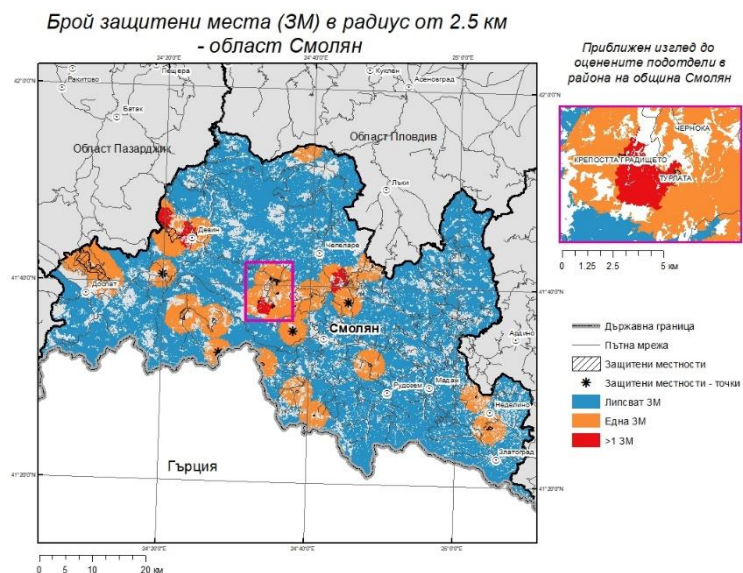
В област Смолян има общо 6 резервата, които са представени от полигонови обекти в ГИС базата данни. Тези обекти са използвани за оценка на Индикатор 7 – Резервати, а резултатът е представен на Фигура 15. Тъй като оценката на този индикатор зависи от разположението на подотделите в радиус от 2.5 км от територията на резерватите, територията на оценените с много висока оценка по отношение на този индикатор е само 6.25%. Най-големият от резерватите ,спрямо който е извършена оценка е резерват Сосковчето (намира се на северозапад от град Смолян), а най-малкият е поддържан резерват Амзово, който се намира на юг от град Смолян.



Фигура 15 Брой резервати в радиус от 2.5 km

За оценката на Индикатор 6 Защитени места са използвани точкови и полигонови данни с информация за защитените местности в област Смолян. Оценката на индикатора е базирана на брой защитени места в радиус от 2.5 km, а крайният резултат е представен на Фигура 16. Общо 26 защитени местности са разположени на територията на област Смолян, като подотделите, които се намират в радиус от 2.5 km от тях и съответно са оценени с много висока оценка по отношение на този критерий, са само 1.25% от общата територия на всички подотдели. Площният обект, представлящ защитената местност с най-обширна територия, е Караджа дере. Тази защитена местност се намира на север от град Доспат, а най-малката

защитена местност в област Смолян е местността Куцинско блато, която се намира на север от село Проглед.

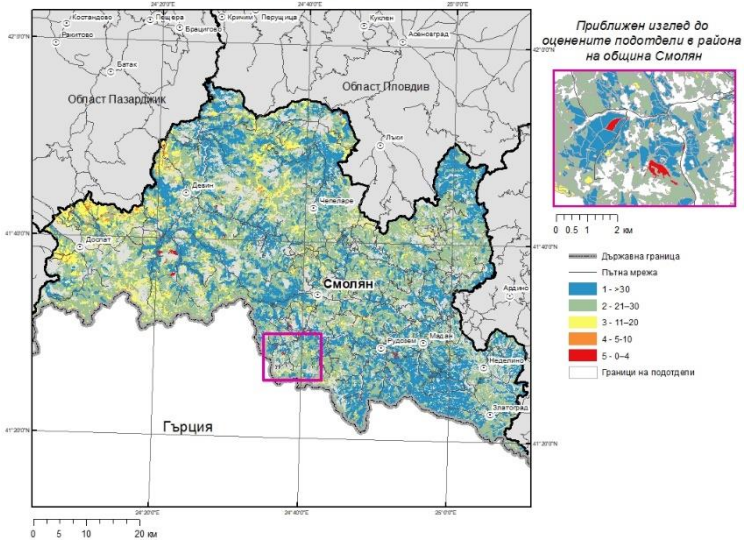


Фигура 16 Брой защитени места в радиус от 2.5 км

За индикатори 12 Наклон, 10 Близост до езеро или язовир, 2 Обществен транспорт и 5 Природни забележителности, подотделите, получили много висока оценка, са под 1%.

Както и по-горе в текста е описано, по-голямата част от територията на област Смолян е обхваната от планински и полупланински релеф, а високата оценка за Индикатор 12 – Наклон (Фигура 17) зависи от полегатостта на териториите и съответно не е много висока за по-голямата част от горските територии в област Смолян.

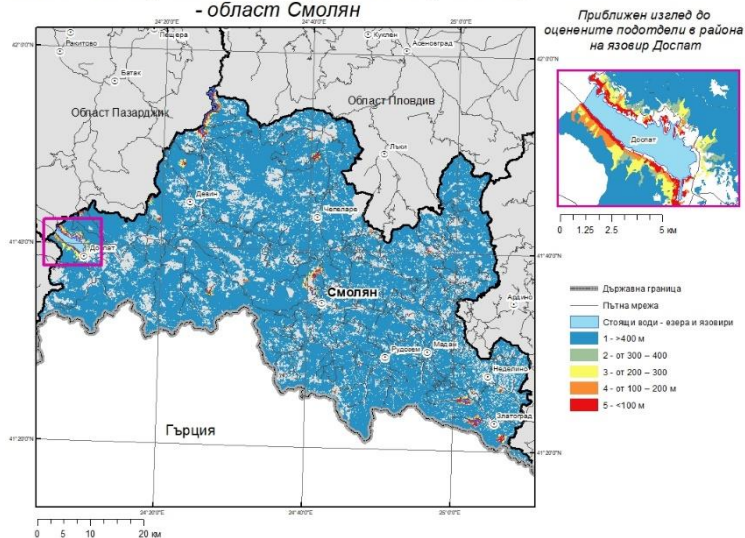
Наклон на склона - област Смолян



Фигура 17 Наклон на склона

Водните обекти, които са основа за оценка на индикатор 10, са общо 38 на брой, като язовир Доспат и Въча са най-големите водни обекти на територията на областта. Към водните обекти, използвани за оценка на индикатор 10 спадат и Чаирските, и Смоленските езера. От направената оценка представена на Фигура 29 става ясно, че едва 0.59% от територията на горските подотдели са получили много висока оценка по отношение на тяхната близост до язовири и езера.

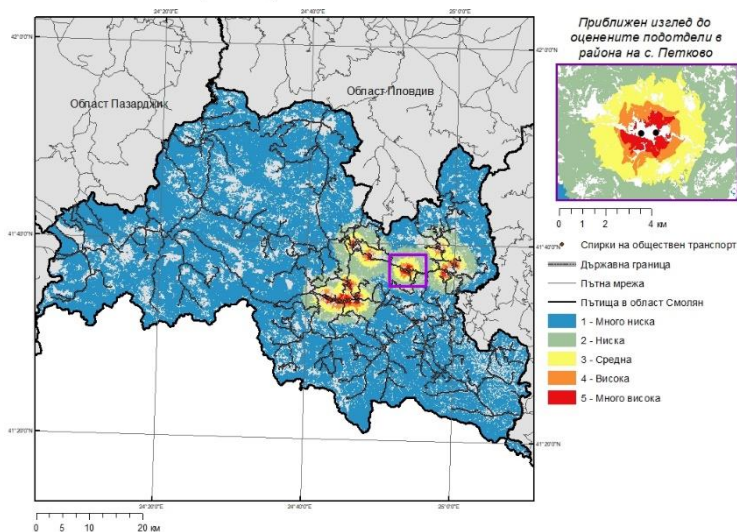
*Близост на горските територии до язовир или езеро
- област Смолян*



Фигура 18 Близост до язовир или езеро

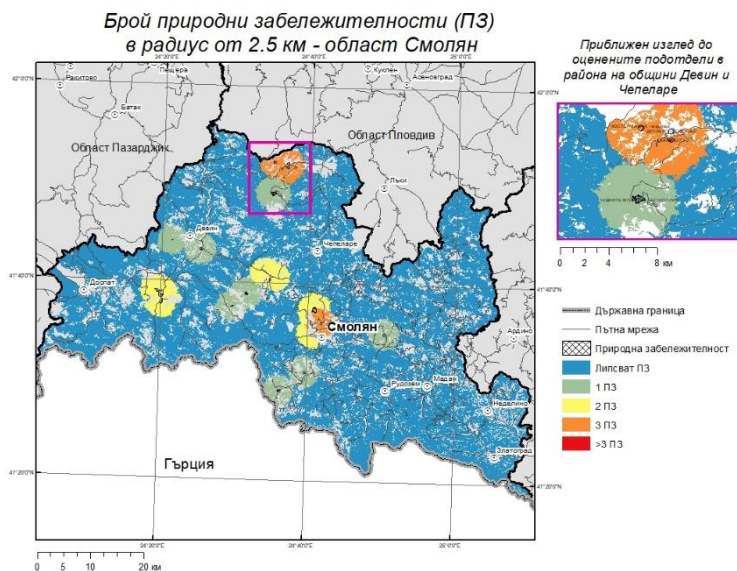
Индикатор 2 е изчислен на база данни за спирки на обществения транспорт в областта. Данните за спирките на обществения транспорт на територията на област Смолян са ограничени и са налични само за общините Смолян и Баните и съответно само подотдели около спирките само на тези две общини са оценени, както може да се види и на Фигура 19. Именно и заради ограничението в данните едва 0.46% от територията на горските територии е оценена с много висока оценка по отношение на обществения транспорт.

Обществен транспорт в област Смолян



Фигура 19 *Обществен транспорт в област Смолян*

Индикаторът спрямо, който нито един подотдел не е оценен с много висока оценка е 5 – Природни забележителности. Природните забележителности са общо 18 на територията на областта, а критериите за оценка са в зависимост от броят природни забележителности в радиус от 2.5 km от подотделите. 0% са подотделите оценени с много висока оценка спрямо този индикатор, а едва 1.71% са оценени с висока оценка (Фигура 20). Най-голямата природна забележителност в областта е Дяволския мост и водопада, която е разположена в община Борино, а природната забележителност с най-малка площ е Смолянски водопад в община Смолян.



Фигура 20 Брой природни забележителности в радиус от 2.5 km

4.2 Интегрирана оценка

Резултатите получени от интегрираната оценката на индикаторите избрани за моделиране на ЕУ рекреация за територията на област Смолян са представени в таблица 3. Те са получените от сумиране на оценките на всеки един индикатор и последваща класификация и рекласификация, както е описано в методическата част на настоящата дисертация.

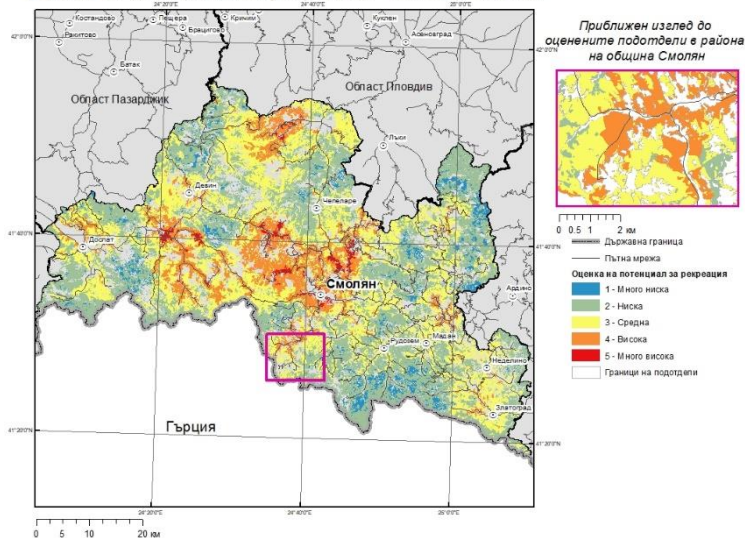
Таблица 3 - Интегрирана оценка на рекреационния потенциал оценка по брой подотдели и територия на подотделите в хектари

Оценка на потенциал за рекреация										
Средна оценка	Много ниска		Ниска		Средна		Висока		Много висока	
	Брой на подотделите (%)	Територия на подотделите (%)	Брой на подотделите (%)	Територия на подотделите (%)	Брой на подотделите (%)	Територия на подотделите (%)	Брой на подотделите (%)	Територия на подотделите (%)	Брой на подотделите (%)	Територия на подотделите (%)
2.5	9.15%	4.86%	45.06%	42.81%	32.73%	37.17%	12.20%	13.96%	0.87%	1.21%

Средната оценка на подотделите да предоставят рекреация е 2.5. От територията на област Смолян 1.21% са оценени с много висок рекреационен потенциал. Както се вижда от картата на Фигура 21, това са територии, които се намират в общините Смолян, Борино, Девин и малка част в община Чепеларе и по конкретно на юг от село Орехово.

Интегрираната оценка на горските територии в област Смолян показва, че най-голямата част от горските територии на областта е с нисък потенциал за рекреация 42.81% или 45.06% от подотделите. Следват териториите оценени със среден потенциал за предоставяне на рекреация, които обхващат 37.17% от горските територии или 32.73% от общият брой на подотделите. С висока оценка за РП са оценени 13.96% от територията на подотделите и 12.20% от общия им брой. Оценените с много висока оценка подотдели са 1.21% от общата територия на всички подотдели или 0.87% от общия брой на подотделите.

Оценка на потенциал за рекреация - област Смолян



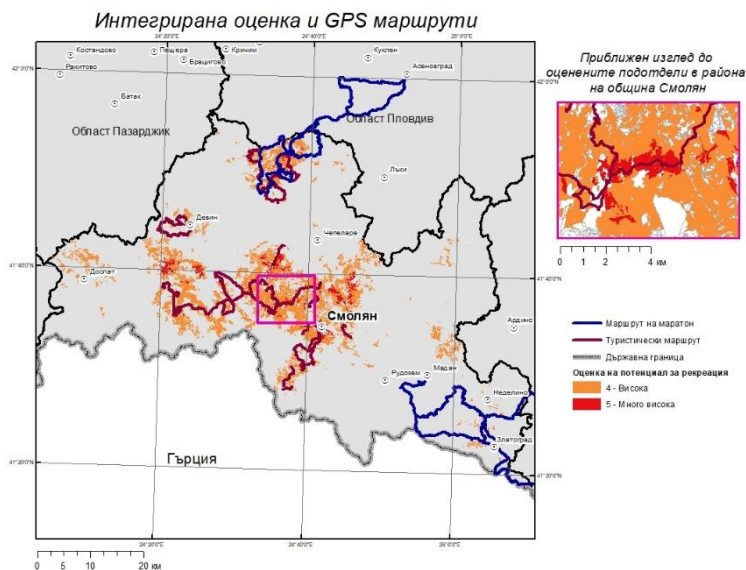
Фигура 21 Оценка на потенциала за рекреация

4.3 Съпоставяне на получените от интегрираната оценка резултати с публично използвани данни

Получените от интегрираната оценка данни са съпоставени с изтеглени GPS маршрути, с цел установяване дали наистина през оценените с висока и много висока оценка (по отношение на рекреационния потенциал) подотдели преминават маршрути, които се използват от хората за различни рекреационни дейности – в случая бягане, колоездене, туризъм, разходки.

На картата, представена на Фигура 22 ясно се вижда, че през повечето подотдели оценени с висока и много висока оценка преминават GPS маршрути, което показва интереса на хората от гледна точка на рекреация именно към тези места. Дори в югозападната част на област

Смолян, където оценените с високи оценки подотдели са малко, се вижда, че в района на град Златоград през територията на високо оценените подотдели преминава маршрута на маратон К3 ултра.



Фигура. 22 Съпоставка между интегрирана оценка и GPS маршрути от публични приложения

За нагледно представяне на резултатите и сравнението им с GPS маршрутите е създадено публично достъпно уеб приложение, което може да бъде отворено и разгледано на следния адрес - <https://arcg.is/1raW08>.

Заклучение

В настоящия дисертационен труд е представено изследване, насочено към приложение на ГИС базирани средства за оценка и картографиране капацитета на екосистемите за предоставяне на екосистемната услуга Рекреация. Резултатите от приложените методики за оценка на рекреационните екосистемни услуги предоставят ясна пространствена представа за районите с по-висок рекреационен потенциал и лесна достъпност. Направени са предложения за изменение и на двете приложени методики, както по отношение на използваните данни, така и по техническите подходи за оценяването по отделните индикатори.

ГИС базираният подход за оценка и картографиране капацитета на екосистемите за предоставяне на екосистемната услуга Рекреация е разработен на две нива. На първото ниво е адаптиран и приложен модел ESTIMAR (Zulian et al. 2013), с което беше извършена оценка и картографиране на рекреационните ЕУ на национално ниво за територията на република България. Оригиналната моделна конфигурация беше адаптирана за нуждите на изследването чрез повишаване на пространствената разделителна способност. Това беше постигнато чрез заместване на използваните в оригиналната методика растерни данни с локални векторни В допълнение на използваните индикатори за оценка на рекреационния потенциал е добавен допълнителен индикатор – надморска височина. Добавянето на този индикатор е базирано на предположението, че планинските региони притежават повишен потенциал за рекреация и са в състояние да генерират по-висока стойност за хората, които ги

посещават. Такова предположение е направено и от Schägner et al. (2018). Също така по-висока оценка е поставена на язовирите и езерата, които също представляват обекти, които притежават атракция за хората по отношение на рекреационно-спортни дейности като например спортен риболов, плаване с лодки и каяци, плуване, а също и дейности, които се осъществяват около водните обекти като бягане, колоездене, наблюдение на птици и др.

Zulian et al. (2013) прилагат разработената от тях методика, за да оценят и картират рекреацията и туризма като екосистемна услуга за цялата територия на Европейския съюз, но резултати за ROS и достъпност липсват за териториите на България и Румъния, за които авторите са картирали и оценили само рекреационния потенциал. Визуалното сравнение на картата на РП от настоящото проучване с това приложено от Zulian et al. (2013) показва сходен модел на разпределение, с по-висок рекреационен потенциал в планинските райони и по-нисък в низините. Резултати от настоящото проучване относно достъпността и ROS могат да се считат за оригинален принос към развитието на модела за всички европейски страни.

Подходът на модела ESTIMAP е интуитивен и сравнително лесен за приложение в различни мащаби. Повечето от необходимите данни са свободно достъпни, което улеснява приложимостта им. Подходът е гъвкав към добавянето на други показатели и данни, които могат да подобрят качеството на резултатите. От друга страна, обработката на данните отнема много време. Резултатите на РП в определена степен имат субективен характер, тъй

като повечето критерии са базирани на експертна оценка. Включването на повече емпирични данни за този процес ще доведе до подобрения на подхода и ще повиши достоверността на получаваните резултати.

На второто ниво от настоящето проучване е адаптирана методика за оценка на потенциала на горските територии да предоставят екосистемната услуга Рекреация. В оценката и картирането са използвани количествени и качествени данни за горските територии, а самият подход може да бъде използван като се прилага от лесовъди и лица, вземащи решения в управлението, териториалното планиране и развитието на горските територии. Методиката е успешно тествана за територията на област Смолян и получените резултати са надеждни и логични, което осигурява добра основа както за прилагане, така и за допълнителна прецизиране. Методиката е приложима за останалите горски територии в България и регионите с подобни данни за горите, независимо от вида и собствеността им.

Получените резултати са съпоставени с маршрути споделени публично в приложение All trails, а също и с маршрути, по които се осъществяват маратони, включващи планинско бягане и колоездене. Припокриването на маршрутите с високо и много високо оценените територии показва интерес на хората към тези територии заради факта, че група хора са си направили труда да запишат тези маршрути с GPS устройство, след което са качили тези маршрути в публичното пространство. От друга страна други хора свалят тези маршрути, за да могат да преминат по тях по време на рекреационните дейности, които са

планирали, независимо дали става дума за преходи, колоездене или бягане сред природата.

Приноси на дисертационния труд

1. В резултатите от прилагането на адаптирания подход за оценка чрез модела ESTIMAP в настоящата дисертация са оценени и картирани достъпността до екосистемите, а също и спектъра на възможностите за рекреация за територията на България, което досега не е правено. В изследването си Zulian et al. (2013) оценяват и картират рекреационния потенциал за цялата територия на европейския съюз включително и България. Достъпността до екосистемите по отношение на рекреация и спектъра на възможностите за рекреация, не са оценени и картирани за територията на страната ни.
2. Методическият подход на модела ESTIMAP е доразвит за приложение на национално ниво и адаптиран за територията на България. Развитието на подхода се изразява в следното: а) Отношенията между индекса за хемеробност и типове земно покритие са недвусмислено разписани и могат да бъдат лесно използвани в бъдещи проучвания на същата или друга тематика; б) Въвеждат се целочислени стойности, което довежда до опростяване на прилагането на оценките и калкулирането на крайната оценка и се въвежда 5 степенна скала за оценка на екосистемните услуги; в) Въвежда се използване на векторни данни, което води до съществено изменение в техническите подходи за обработка на данните и повишаване на

точността на получените резултати; г) Добавен и нов индикатор, отчитащ влиянието на надморска височина, което увеличи оценката на рекреационния потенциал за планинските райони.

3. Разработен е методически подход за оценка на потенциала на горските територии да предоставят екосистемната услуга Рекреация. В оценката и картирането са използвани количествени и качествени данни за горските територии, а самият подход може да бъде използван, като се прилага от лесовъди и лица вземащи решения в управлението, териториалното планиране и развитието на горските територии.
4. Създадено е уеб базирано ГИС приложение с цел ясно представяне на резултатите от дисертацията. Приложението дава възможност на широк кръг от потребители да се запознаят с резултатите, като ги преглеждат в различни мащаби (което премахва необходимостта от създаване на статични карти в различни мащаби), смяна на базовата карта, добавяне на собствени данни. От друга страна приложението дава възможност резултатите да бъдат ефектно представени пред експерти от местното управление, организации стопанисващи горите или други заинтересовани страни.

Публикации по темата на дисертацията

- Ihtimanski I, Nedkov S, Semerdzhieva L (2020). Mapping the natural heritage as a source of recreation services at national scale in Bulgaria. *One Ecosystem* 5: e54621
- Dodev, Y.; Zhiyanski, M.; Glushkova, M.; Borisova, B.; Semerdzhieva, L.; Ihtimanski, I.; Dimitrov, S.; Nedkov, S.; Nikolova, M.; Shin, W.S. An Integrated Approach to Assess the Potential of Forest Areas for Therapy Services. *Land* 2021, 10(12), 1354

Литература

- Недков, С., 2018. ГИС приложения и модели за оценка и картографиране на екосистемни услуги. *Journal of the Bulgarian Geographical Society* Volume, 39, pp.17-24.
- Симеон Т. Недялков, Живка Е. Бежарова. Рекреационна екология. Технически университет Варна, 2000 г.
- Albritton, R. and Stein, T.V., 2011. Integrating social and natural resource information to improve planning for motorized recreation. *Applied Geography*, 31(1), pp.85-97.
- Bagstad, K.J., Semmens, D.J., Waage, S. and Winthrop, R., 2013. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Ecosystem services*, 5, pp.27-39.
- Burkhard B, Maes J (Eds.) (2017) *Mapping Ecosystem Services*. Pensoft Publishers, Sofia, 374 pp
- Crouzat, E., De Frutos, A., Grescho, V., Carver, S., Büermann, A., Carvalho-Santos, C., ... & Bonn, A. (2022). Potential supply and actual use of cultural ecosystem services in mountain protected areas and their surroundings. *Ecosystem Services*, 53, 101395.
- Dang, A. N., Jackson, B. M., Benavidez, R., & Tomscha, S. A. (2021). Review of ecosystem service assessments: Pathways for policy integration in Southeast Asia. *Ecosystem Services*, 49, 101266.
- Dodev, Y.; Zhiyanski, M.; Glushkova, M.; Borisova, B.; Semerdzhieva, L.; Ihtimanski, I.; Dimitrov, S.; Nedkov, S.; Nikolova, M.; Shin, W.-S. An Integrated Approach

- to Assess the Potential of Forest Areas for Therapy Services. Land 2021, 10, 1354. <https://doi.org/10.3390/land10121354>
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Liqueste, C., Braat, L., Berry, P., Egoh, B., Puydarrieux, P., Fiorina, C., Santos, F. and Paracchini, M.L., 2013. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. An analytical framework for ecosystem assessments under action, 5, pp.1-58.
- Naidoo, R., Balmford, A., Costanza, R., Fisher, B., Green, R.E., Lehner, B., Malcolm, T.R. and Ricketts, T.H., 2008. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(28), pp.9495-9500.
- Paracchini ML, Zulian G, Kopperoinen L, Maes J, Schägner JP, Termansen M, Zandersen M, Perez-Soba M, Scholefield P, Bidoglio G (2014) Mapping cultural ecosystem services: A framework to assess the potential for outdoor recreation across the EU. Ecological Indicators 45: 371–385. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.04.018>
- Zulian G, Paracchini ML, Maes J, Liqueste C (2013) ESTIMAP: Ecosystem services mapping at European scale. European Commission. <https://doi.org/10.2788/64369>
- MA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.

Благодарности

На научния ми ръководител – проф. д-р Стоян Недков, за насоките, търпението и подкрепата.

На Лидия Семерджиева за ползотворната съвместна работа.

На целия екип на проект Наследство БГ, с които съвместно работихме по публикациите свързани с дисертацията.

На проф. д-р Марияна Николова за подкрепата и доверието.

На д-р Христина Проданова за насоките и конструктивната критика.

На семейството ми за търпението, безрезервната подкрепа и оказаното съдействие.