



СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ

ИНСТИТУТ ПО ПОЧВОЗНАНИЕ, АГРОТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА НА РАСТЕНИЯТА „НИКОЛА ПУШКАРОВ”

ул. Шосе Банкя 7, София 1331, ПК 1369, тел./ факс.(359 2)8246141E-mail: soil@mail.bg, <http://www.issapp.org>

Мартин Димитров Банов

**МЕТОДИКА
ЗА БОНИТИРОВКА И КАТЕГОРИЗАЦИЯ
НА ЗЕМЕДЕЛСКИТЕ ЗЕМИ С РЕКУЛТИВИРАНИ ПОЧВИ
В БЪЛГАРИЯ**

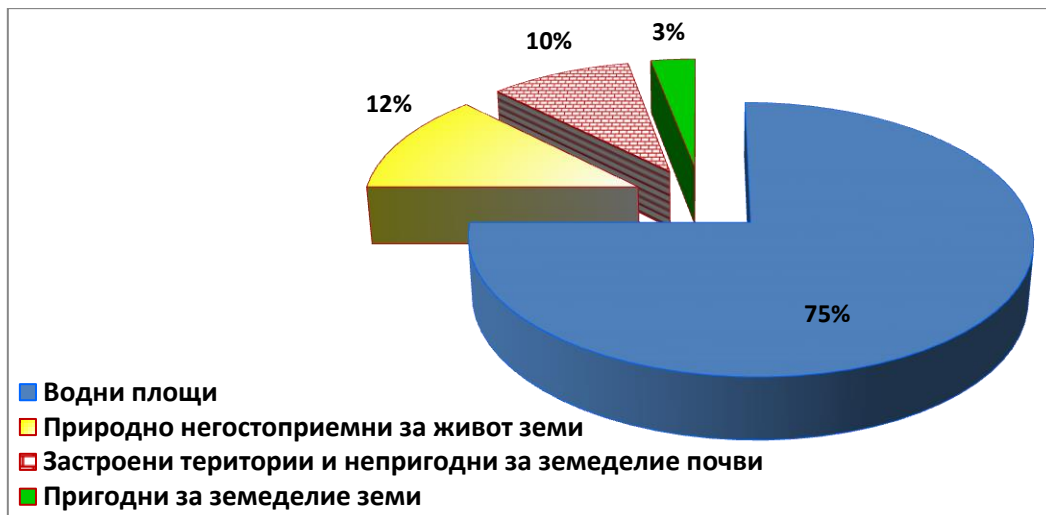
АВТОРЕФЕРАТ

За присъждане на научната степен “Доктор на науките” по Научна специалност Почвознание, Направление 6.1. Растениевъдство

София 2021 г.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременни изследвания (Фиг. 1.) сочат, че на фона на водните площи на Земята (75% от повърхността на планетата), около 12% от сушата по климатични релефни, почвени и други причини се явява негостоприемна за живот и цивилизовано обитание (пустини, ледници, планини и пр.). Човешката цивилизация е усвоила за строежи (в това число земи с крайно неблагоприятни за земеделие почви) около 10%. За активни земеделски практики остават едва около 3% суша.



Фигура 1. Разпределение на ресурсите на територията на земята

В последните години се установява непрекъснато намаляване на обработваемия и необработваемия фонд на земите, което е в пряка зависимост от интензивното развитие на обществото и индустрията.

Днес, на глава от населението в света се падат около 0.30 ha, а унас – 0.52 ha обработваема площ. Наред с другите отрицателни фактори (ерозия, засоляване, киселяване и др.) относително голям дял по отношение на намаляването на обработваемия фонд (орниците) се падана земите, отчуждени и нарушени от добивната и преработвателна промишлености. Ако процесът на нарушаване на земите продължи, в най-скоро време на всеки човек ще се падат едва по 0.1 – 0.2 ha обработваема земя.

Очертават се следните кризи и конфликти, които в много отношения са свързани с развитието на земеделския сектор:

- Климатична (екологична) криза.
- Криза в производството на храни и фуражи.
- Криза с енергийните източници.
- Конфликт храни и биоенергия.

Кризата с природните ресурси се характеризира с редуциращо се биоразнообразие, влошаващо се плодородие на почвите вследствие на деградационни процеси, намаляващи водни ресурси, намаляващи почвени ресурси и пр.

Унищожаването и замърсяването на почвите е резултат от протичането на редица природни и антропогенни процеси, най-важните от които са: ерозия на почвите, уплътняване на почвите, нарушаване и покриване (запечатване) на почвите, почвено замърсяване и нарушения, предизвикани от нарушенията от минно-добивната и преработвателна промишленост.

Разработването на находищата (добивът на полезни изкопаеми) се извършва по няколко основни метода:

1. Класически открит метод – чрез изграждане на кариери и рудници (Фиг. 2). Този метод води до унищожаването на големи площи, необходими за разполагането на вътрешните и външни насипища.



Фигура 2. Открит добив на полезни изкопаеми

Класически подземен метод (Фиг. 3) се разделя на два вида: а) прокарване на вертикални минни изработки (шахти) до нивото на рудното тяло; б) прокарване на хоризонтални минни изработки (щолни) за достигане на рудното тяло. Съпътстващите подземния начин на разработване изменения на околната среда са свързани най-вече с насипване на изнасяните на повърхността стерилни скали и геологични материали и изграждането на руднични дворове и технологични комплекси на повърхността на рудника.



Фигура 3. Подземен добив на полезни изкопаеми

3. Геотехнологичен метод – прокарване на закислителни сондажи до нивото на рудното тяло (Фиг. 4). Обработка на рудата с разтвор на сярна киселина и извличане на този обогатен разтвор на повърхността. При този метод се предизвикват особено големи нарушения и изменения в ландшафта и почвената покривка на територията на обектите - механично се нарушава целостта на почвата и те се подлагат на химичното въздействие на работните разтвори, което води до цялостно унищожаване на хумусния им хоризонт и до замърсяване на повърхностната им част с радиоактивни материали.



Фигура 4. Геотехнологичен добив на уран

4. Хвостохранилищата и депата (Фиг. 5) са специфични обекти, изградени при преработката и обогатяването на рудните полезни изкопаеми, които се разполагат в естествени понижения на терена и заемат големи площи. За тях е характерно, че унищожават почвената покривка и замърсяват околните територии под въздействие на ветровата ерозия.



Фигура 5. Депа за сатурачна вар и въглищна пепел (пепелина)

5. Голяма част от земите на територията на страната се уврежда и унищожават (Фиг. 6) при изграждането на линейни обекти (автомагистрала, пътища и ж.п. линии; тръбопроводи, далекопроводи, лифтове, влека и т.н.).



Фигура 6. Нарушения на почвената покривка при изграждането на магистрали и тръбопроводни трасета

Всичко показано до тук определя теоретичните постановки в областта на рекултивацията на почвите и тяхното практическо приложение като особено необходими и актуални активности.

Рекултивацията е дълъг и сложен процес. Той включва разнообразни техники, които връщат обекта във възможно най-близка до природната му форма, след което може да се използва за отдых, спорт, туризъм, аграрни, лесовъдни и други цели. Протича въз основа на предварително изготвен, съгласуван и одобрен проект, който е неразделна част от проекта за изграждането на обекта в следните етапи:

1. Установяване характера и степента на нарушаване. В зависимост от това се различават три основни групи обекти – физически нарушени, химически замърсени и междинна категория, обединяваща предходните две. В тези групи влизат разнородни обекти, получени в резултат на разнообразни индустриални процеси – табани от насипани промишлени отпадъци, кариери и насипища от открит добив, пропадания от подземен добив, сгуроотвали (пепелни насипища край топлоелектроцентрали), депа за отпадъци, земи, замърсени с различни вредни субстанции и други.

2. Наличност, количества, качества (или липса) на депониран хумусен материал от преди нарушаване на почвената покривка.

3. Пристъпване към **техническа рекултивация**. При нея се извършват почистване и подготовка на терена; изземване и транспортиране на земни маси

по тяхното предназначение; подравняване и оформяне на терена в окончателния му вид, добавяне на подобрители, изземване, транспортиране и разстилане на хумусния пласт; изграждане на временни и постоянни пътища, изграждане на противоерозионни и хидромелиоративни съоръжения; оформяне на водните площи.

4. След техническата идва ред на **биологичната рекултивация**, когато теренът се рекултивира за земеделско ползване, предвижда се комплекс от агротехнически, агрохимически, технологични и мелиоративни мероприятия за възстановяване на продуктивността на рекултивираните площи за 5-годишен период след изпълнение на техническата рекултивация. Ако теренът се рекултивира за горскостопанско ползване, се извършват лесотехнически, агрохимически, технологични и мелиоративни мероприятия за създаване на горски насаждения от дървесна и храстова растителност през първите 3 години след изпълнението на техническата рекултивация и залесяването.

5. На замърсени терени се извършва **биоремедиация**. Използва се естествената способност на растенията и почвените микроорганизми да редуцират, отстраняват и трансформират (т.е. биодegradират) токсичните субстанции в почвата в нетоксични или по-малко токсични.

6. През последните десетилетия е на лице тревожна тенденция към отрицателен баланс на хумуса при рекултивация. По тази причина се разви нов подход – **безхумусна рекултивация**.

За рекултивираните почви, предназначени за връщане във фонда на земеделските земи, би следвало да има и един заключителен 7-ми етап „**бонитировка и категоризация**“, но към момента теоретично такъв не е разработен. Именно в тази област са настоящите ни изследвания.

II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Проведените предварителни проучвания и експерименти сочат, че приетата и прилагана широко у нас в практиката „Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в НРБ“ (Е. Петров и др., 1988г.) не е приложима за земите с рекултивирани почви. Налага се ново, оригинално изследване, резултатите от което по възможност да са хармонизирани с тези на цитираната методика. Ето защо целта на дисертацията е:

Разработване на Методика за бонитировка и категоризация на земи с рекултивирани почви предназначени за възвръщане към фонда на земеделските земи в България.

За достигане на така очертаната цел е необходимо да бъдат решени следните задачи:

1. Да се фиксират методите залегнали в разработката.
2. Да се състави набор от поземлени характеристики (почвени, подпочвени, агроклиматични) чрез които ще се извършва оценката на земите с рекултивирани почви.

3. Да се съставят алгоритми (бонитетни скали и уравнения) за бонитировка и категоризация на земеделски земи с рекултивирани почви и се препоръча модел за хармонизация с резултатите от оценки на земи с ненарушени почви.
4. Да се разработи софтуер в среда на Ms Excel за работа с новата методика.
5. Да се експериментира достигнатото при възможност в поне 2 обекта със земи с рекултивирани почви предназначени за земеделско ползване.

III. ЛИТЕРАТУРЕН ПРЕГЛЕД

Изхождайки от методичният характер на разработката и конкретните цели, е направен обширен литературен преглед, структуриран в две главни направления:

- а) Публикации свързани с методите и похватите за бонитировка и категоризация на земеделските земи приети у нас и препоръките на ФАО в това отношение;
- б) Публикации свързани с изискванията и хода на работа при рекултивация на почвите предназначени за бъдещо земеделско производство.

III.1. Теория и практика в България

Установено е, че за научни достижения в областта на относителната оценка (бонитировката и категоризацията) на земеделските земи и прилагането им в практиката у нас може да се говори след 1962 година.

Изготвен е критичен анализ на постигнатото по отношение създаването, усъвършенстването и необходимостта от доразвиване на “Методика за въвеждане на кадастър на селскостопанските земи в НРБ”.

На базата на извършеното проучване на литературните източници, касаещи бонитировката на земеделските земи у нас, се стига до заключението, че през цялото време, през което е работено в тази област се е чувствала липсата на фундаментална философия за развитие на този научен клон.

III.2. Препоръки на ФАО

Учени от международната организация по изхранване на населението ФАО препоръчват класификации на база оценки за отделни специфични видове земеползване.

Системата на ФАО обръща внимание да се прави разлика между количествените и качествените класификации, а също така между актуалната и потенциалната пригодност на земите.

За всеки специфичен случай според типа на изследваното земеползване се предполага работа с различно избрани видове оценка, подходи и методи.

III.3. Рекултивация на почвите с цел земеделско ползване

Този раздел на литературния преглед е посветен на:

- типовете нарушения на земите и почвите, предизвикани от различните видове промишлени, добивни, преработвателни и строителни дейности;
- методите на провеждане на техническата рекултивация на нарушените и замърсени терени;
- класификацията на геологичните и почвени материали според пригодността им за провеждане на техническа и биологична рекултивация;
- технологични решения за биологично възстановяване плодородието на технически рекултивирани земи и почви.

Основните изводи от раздела, които са от значение за целите на настоящия труд са следните:

- в литературата подробно са изследвани отрицателните въздействия на различните промишлени дейности, които те оказват върху почвите;
- разработени са редица технологии за техническо и биологично възстановяване на плодородието на нарушените и замърсени земи и почви;
- за окончателното връщане на рекултивирани терени в обработваемия фонд на страната е необходимо те да бъдат категоризирани, тоест да се оцени тяхното плодородие.

IV. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Изхождайки от поставената цел на разработката и задачите за нейното достигане можем да обобщим следното:

1. Разработката има методичен характер. Тя представлява система за актуална и потенциална относителна оценка (бонитировка) на земи с рекултивирани почви, предназначени за включване в аграрното производство, като се достига до крайна (сумарна) оценка и класификация по обща пригодност за земеползване.

2. Освен като фундаментална постановка, също е предназначена е за обслужване земеделската практика в наши условия на държавно и частно ниво - политика в земеделието, формиране на национална и външно насочена аграрна стратегия, райониране на култури, регулиране на пазарни отношения, производство на селскостопанска продукция. Може да работи в едри мащаби (М 1:5000; 1:10000 и 1:25000).

3. Разработената система се придържа към лимитационните методи препоръчвани от ФАО и по-точно към тези, отчитащи броя и степента на съществуващите ограничения за определен набор поземлени характеристики.

4. Ползването на предлаганата методика протича в три главни етапа – събиране на необходимите първични данни за поземлените характеристики, индивидуални оценки на характеристиките по разработените бонитетни скали, обобщаване и крайна класификация на оценената земя.

V. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

V.1. Събиране и подготовка за работа на първичните данни

При подбора на работните характеристики на земите взехме предвид основните принципи при разработка на системи за относителна оценка (бонитировка), както у нас, така и в други световни водещи школи (най-вече препоръките на ФАО, широко застъпени в ЕС).

Необходимите първични данни всъщност са числени стойности на избраните за участие в оценките поземлени характеристики. По-долу на Таблица 1. те са системно онагледени за работа при началното им набиране.

Таблица 1. Избрани за работа поземлени характеристики и техните индекси

Поземлени характеристики	Мярка	Индекс
1. Агроклиматични: 1.1 Активната температурна сума за периода със средни денонощни температури на въздуха $t^0 > 10^0\text{C}$ 1.2. Баланс на естественото атмосферно овлажнение за периода юни – август	^0C mm	L^{TS} $L^{WB \uparrow}$
2. Релеф и каменистост на почвата: 2.1. Преобладаващи наклони на склоновете 2.2. Каменистост на орния слой почва	% обемни %	$L^{SL \uparrow}$ $L^{ST \uparrow}$
3. Дренажни условия: 3.1. Текстуерна диференциация на почвения профил 3.2. Ниво на подпочвените води	коефициент cm	L^{TD} $L^{GWT \uparrow}$
4. Почвено плодородие: 4.1. Механичен състав на почвата 4.2. Кореново пространство (дълбочина до коренова бариера) 4.3. Почвена реакция (pH измерена във водна суспензия) 4.4. Съдържание на органично вещество в орницата (хумус)	физ. гл. % cm pH в H_2O %	L^{TX} L^{RS} $L^{PH \uparrow}$ $L^{HC \uparrow}$
5. Засоленост и/или алкалност на почвата: 5.1. Съдържание на водоразтворими соли 5.2. Съдържание на обменен натрий	% % %	$L^{SAAL \uparrow}$ $L^{SA \uparrow}$ $L^{AL \uparrow}$
6. Замърсяване на почвата с тежки метали и токсични елементи	%	$L^{CO \uparrow}$
Забележка: Със знака „ \uparrow “ са отбелязани антропогенно поправими в различна степен ограничителни стойности на характеристиките.		

Преди да започне събиране на данни и всякакви дейности по оценката на дадена територия оценителят трябва да е наясно по следните важни въпроси:

Първо: Да се увери документално и на терен, че рекултивационните дейности са завършени в пълния изискуем възможен обем и земята е предназначена за земеделско ползване.

Второ: Да се увери, че може да набави всички необходими данни от официално оторизирани за такива изследвания институции (НИМХ, ИПАЗР, ССА и пр.).

Трето: Да вземе предвид, че предстоят най-малко три оценки с настоящата методика:

- Една първа – непосредствено след завършване на рекултивацията. При нея не се вземат предвид евентуалните антропогенни подобрения.
- По същото време една успоредна оценка на ненарушената почва, заобикаляща рекултивирания терен. Това се налага за сравнително вписване в съществуващата у нас категоризация на земеделските земи.
- След 10 годишно земеползване – една втора контролна оценка на земята с рекултивирана почва, като се имат предвид възможните подобрения.

Почвените проби от рекултивирания територии се вземат по реда установен за едромащабното почвено картографиране (ако е необходимо дори в по-сгъстена мрежа), а от ненарушената почва в кръг около обекта с възможно най-голяма буферна зона (> 50 – 100 m).

Преди да преминем към изложението за разработените бонитетни скали е необходимо да уточним някои подробности за избора от нас метод – „Лимитационен с отчитане броя и степента на ограниченията“.

Обикновено експертите в областта на бонитировката предпочитат „параметричните“ подходи. Дългият ни практически опит обаче показва, че за земите с рекултивирани (ново, антропогенно възстановени) почви, този иначе много прецизен подход дава неадекватни резултати. Може би, след десетилетия земеползване би могло да се опита с него.

„Простият лимитационен метод“ е наричан популярно от някои автори „метод на простреляното буре“, т.е. капацитетът на съда се определя от най-ниско разположения отвор и той ще събира течност до там – с други думи, най-голямото ограничение е решаващо за общата оценка.

„Лимитационният метод, с отчитане броя и степента на ограниченията“ в случая се оказва най-подходящ – първо, защото става въпрос за „обща пригодност“ на земите за земеделски практики и второ – тръгва се от стойностни величини и резултатите могат сравнително точно да се сравнят с тези от параметричните оценки.

V.2. Бонитетни скали за оценка на агроклиматичните характеристики

Активна температурна сума

Тази характеристика е избрана по причина, че тя фактически определя началото и края на активната вегетация (продължителността на вегетационния период) на земеделските растения.

При $\Sigma T^0 > 10^0\text{C}$ по-ниски от 1600 ^0C практически няма условия за аграрна активност в растениевъдството. Колкото е по-голяма тази сума, толкова по-обширен набор култури могат да бъдат отглеждани. Този кръг се разширява не само с по-топлолюбиви растения, но и различните им сортове (хибриди) – много ранни, ранни, средно ранни, средно късни, късни до много късни.

На Таблица 2. е показана Бонитетната скала 1. за оценка на активната температурна сума.

Таблица 2. Оценка на активната температурна сума

Бонитетна скала 1.	
$\Sigma T^0 > 10^0\text{C}$	Нива на ограничения L^{TS}
> 3600	L^{TS}_0
3600 ÷ 3100	L^{TS}_1
3100 ÷ 2600	L^{TS}_2
2600 ÷ 1900	L^{TS}_3
< 1900	L^{TS}_4
Нивата не могат да бъдат коригирани	

Условия на естественото атмосферно овлажнение

Характеристиката представлява баланса между средните количества валежи „р“ и изпаряемостта „Е“ (евапотранспирацията) за месеците юни, юли и август ($p - E_{(VI-VIII)}$) изразена в милиметри. Тя е избрана като особено показателна за оценка на състоянието в баланса на атмосферното овлажнение, при условия без напояване, в един твърде важен период от вегетацията на извънредно голям брой земеделски растения. Основната Бонитетна скала 2а. е показана на Таблица 3а.

Характеристиката е съобразена със специфичните климатични условия на страната, за които е характерен отрицателен баланс (дефицит). Положителен той е само в нашите планини. Колкото стойностите на този дефицит са по-високи, т.е. близки до 0, толкова по-благоприятни условия намират земеделските растения и обратно.

Бонитетна скала 2а. се ползва в този си вид при първата оценка на земята с рекултивирана почва и нанарушения и аналог в съседство.

Таблица 3а. Оценка на естественото атмосферно овлажнение

Бонитетна скала 2а.	
$p-E_{(VI-VIII)}$ mm	Нива на ограничения L^{WB}
> -100	L^{WB}_0
-100 ÷ -200	L^{WB}_1
-200 ÷ -300	L^{WB}_2
-300 ÷ -400	L^{WB}_3
< -400	L^{WB}_4
Нивата могат да бъдат коригирани	

В случаи на съществуващи условия за поливно земеделие, при втора и следващи оценки, нивата на ограничения подлежат на корекция според осигуреността с вода за напояване изразена в проценти от 0 до 100 със стъпка 25 (Таблица 3б.).

Таблица 3б. Корекции в оценката на естественото атмосферно овлажнение при съществуващи условия за напояване

Бонитетна скала 2b.						
Нива на ограничения L^{WB}	Корекции според осигуреността с вода за напояване (%)					
	$p-E_{(VI-VIII)}$ mm	0	25	50	75	100
	> -100	L^{WB}_0	L^{WB}_0	L^{WB}_0	L^{WB}_0	L^{WB}_0
-100 ÷ -200	L^{WB}_1	L^{WB}_0	L^{WB}_0	L^{WB}_0	L^{WB}_0	
-200 ÷ -300	L^{WB}_2	L^{WB}_1	L^{WB}_0	L^{WB}_0	L^{WB}_0	
-300 ÷ -400	L^{WB}_3	L^{WB}_2	L^{WB}_1	L^{WB}_0	L^{WB}_0	
< -400	L^{WB}_4	L^{WB}_3	L^{WB}_2	L^{WB}_1	L^{WB}_0	

V.3. Бонитетни скали за оценка на релефа и каменистостта на почвите

Особеностите на релефа и каменистостта на орния слой почва се оценяват според степените на пригодност за механизирани обработки.

Преобладаващи наклони на склоновете

За оценки в това отношение, световният опит налага някои нормативи. На първо място се поставя нивото на агротехника за условията на което е предназначена създаваната методика. Ако то е високо, се вземат предвид степените на наклоните, податливостта на терена за подравняване, терасиране, обезпечеността с машини и парични фондове. Границите в бонитетните скали са доста строги и технологично ориентирани в най-голяма степен. Ако оценките ще се правят при по-ниски нива на агротехника, в тези случаи те са по-свободни, често дифузни, в зависимост от избраните земеделски растения, спрямо изискванията на които се оценява.

При оценка на особености и в двата посочени аспекта е необходимо да се държи сметка за рисковете от съществуваща или потенциална ерозия на почвите.

Относно методиките за бонитировка обслужващи интензивно земеделие, в зависимост от типа земеползване, ФАО препоръчва оптимални граници до 8% наклони, и ограничителни до 30%, като се счита, че над тази граница машинната обработка е или невъзможна, или неефективна.

На Таблицы 4а. и 4б. са показани алгоритмите за оценка на преобладаващите наклони на склоновете.

Таблица 4а. Оценка на преобладаващите наклони на склоновете

Бонитетна скала 3а.	
Преобладаващи наклони %	Нива на ограничения L^{SL}
< 2	L^{SL}_0
2 ÷ 8	L^{SL}_1
8 ÷ 16	L^{SL}_2
16 ÷ 30	L^{SL}_3
> 30	L^{SL}_4
Нивата могат да бъдат коригирани	

Таблица 4b. Корекции в оценката на преобладаващите наклони на склоновете при съществуващи условия за подравняване (терасиране)

Бонитетна скала 3b.						
Нива на ограничения L^{SL}	Корекции според съществуващи условия за подравняване (%)					
	Наклони %	0	25	50	75	100
	< 2 или терасирани	L^{SL_0}	L^{SL_0}	L^{SL_0}	L^{SL_0}	L^{SL_0}
2 ÷ 8	L^{SL_1}	L^{SL_0}	L^{SL_0}	L^{SL_0}	L^{SL_0}	L^{SL_0}
8 ÷ 16	L^{SL_2}	L^{SL_1}	L^{SL_0}	L^{SL_0}	L^{SL_0}	L^{SL_0}
16 ÷ 30	L^{SL_3}	L^{SL_2}	L^{SL_1}	L^{SL_0}	L^{SL_0}	L^{SL_0}
>30	L^{SL_4}	L^{SL_3}	L^{SL_2}	L^{SL_1}	L^{SL_0}	L^{SL_0}

Каменистост на орния слой почва

Каменистите почви със съдържание и размери на камъните и чакъла до определени граници не затрудняват агротехническите мероприятия, но пречат на развитието на някои растения (особено в началните фази). В други случаи (лозя за бели трапезни вина) такива условия са желани и т.н.

Когато съдържанието на камъни е високо (най-вече в орницата) или те са много големи по размери обработките на почвата се затрудняват, в някои случаи са невъзможни и/или стопански неизгодни.

При съставянето на алгоритми за бонитировка гореизложеното трябва да се има предвид и подходът да е винаги конкретен.

Има различни класификации за каменистост на почвите според обемното участие на скелета, чакълите и камъните в почвения профил, размерите им, дълбочината на разполагане и т.н. Най-често се взема предвид процентното участие (обемни %) на камъните и чакъла в орния слой (повърхностните 35 - 36 cm) на почвите. Класификацията добила популярност в бонитетните изследвания у нас показваме по-долу на Таблица 5. Именно нея имахме предвид при съставянето на Бонитетните скали 4a. и 4b. на Таблице 6a. и 6b.

Данни за каменистостта на почвата се събират по т. нар. „метод на метровките“. Според размера на изследвания парцел земя с рекултивирана почва, в правоъгълно определена мрежа се събират данни за каменистостта на орния слой. Данните се обработват статистически за цялата площ.

Таблица 5. Степени на каменистост на почвите (Е. Петров и др., 1988)

Степени на каменистост	Съдържание на камъни и чакъл в орния слой (обемни %)
Некаменисти	0
Слабо каменисти	0 ÷ 10
Средно каменисти	10 ÷ 20
Силно каменисти	20 ÷ 40
Много силно каменисти	> 40

Таблица 6а. Оценка на каменистостта на орния слой

Бонитетна скала 4а.	
Камъни и чакъл обемни %	Нива на ограничения L^{ST}
< 5	L^{ST}_0
5 ÷ 15	L^{ST}_1
15 ÷ 30	L^{ST}_2
30 ÷ 40	L^{ST}_3
> 40	L^{ST}_4
Нивата могат да бъдат коригирани	

Таблица 6б. Корекции в оценката на каменистостта на почвите при съществуващи условия за почистване на орницанта от камъни и чакъл

Бонитетна скала 4б.						
Корекции според съществуващи условия за почистване (%)						
Нива на ограничения L^{ST}	Каменистост %	0	25	50	75	100
	< 5	L^{ST}_0	L^{ST}_0	L^{ST}_0	L^{ST}_0	L^{ST}_0
	5 ÷ 15	L^{ST}_1	L^{ST}_0	L^{ST}_0	L^{ST}_0	L^{ST}_0
	15 ÷ 30	L^{ST}_2	L^{ST}_1	L^{ST}_0	L^{ST}_0	L^{ST}_0
	30 ÷ 40	L^{ST}_3	L^{ST}_2	L^{ST}_1	L^{ST}_0	L^{ST}_0
>40	L^{ST}_4	L^{ST}_3	L^{ST}_2	L^{ST}_1	L^{ST}_0	

V.4. Бонитетни скали за оценка на дренажните условия

Текстурна диференциация на почвения профил

Рязката текстурна диференциация на почвения профил и валежните условия обуславят повърхностното и вътрепрофилното преовлажняване.

Стойностно текстурната диференциация на профила се изчислява като съотношение съдържанието на глина (обикновено в практиката се има предвид физичната глина – частици <0.01 mm) в най-тежкия подповърхностен и най-лекия повърхностен почвен хоризонт или слой.

На Таблица 7. е показана разработената Бонитетна скала 5. за оценка на текстурната диференциация.

Таблица 7. Оценка на текстурната диференциация на почвения профил

Бонитетна скала 5.	
Текстурен коефициент	Нива на ограничения L^{TD}
< 1.3	L^{TD}_0
1.3 ÷ 1.5	L^{TD}_1
1.5 ÷ 2.0	L^{TD}_2
2.0 ÷ 2.5	L^{TD}_3
> 2.5	L^{TD}_4
Нивата не могат да бъдат коригирани	

Ниво на подпочвените води

Високото ниво на подпочвените води определя степента на заблзяване на почвите – явление твърде рестриктивно за почти всички земеделски култури. Нивата на ограничения (от 0 до 4) до голяма степен отчитат условията за естествено протичащ дренаж при флуктоация на нивото на подпочвените води и възможности за осъществяване на технически такъв. Таблицы 8a. и 8b. демонстрират разработените скали за оценка на тази характеристика.

Таблица 8а. Оценка на нивото на подпочвените води

Бонитетна скала 6а.	
Ниво на подпочвените води см	Нива на ограничения L^{GWT}
> 300	L^{GWT}_0
300 ÷ 200	L^{GWT}_1
200 ÷ 100	L^{GWT}_2
100 ÷ 50	L^{GWT}_3
< 50	L^{GWT}_4
Нивата могат да бъдат коригирани	

Таблица 8б. Корекции в оценката на нивото на подпочвените води

Бонитетна скала 6б.						
Нива на ограничения L^{GWT}	Корекции според съществуващи условия за извършване на дренаж (%)					
	Ниво на подпочвените води см	0	25	50	75	100
	> 300	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0
300 ÷ 200	L^{GWT}_1	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0
200 ÷ 100	L^{GWT}_2	L^{GWT}_1	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0
100 ÷ 50	L^{GWT}_3	L^{GWT}_2	L^{GWT}_1	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0	L^{GWT}_0
< 50	L^{GWT}_4	L^{GWT}_3	L^{GWT}_2	L^{GWT}_1	L^{GWT}_1	L^{GWT}_0

V.5. Бонитетни скали за оценка на почвеното плодородие

Механичен състав на почвата

От стойностите на механичния състав на почвите зависят водно-физичните, механичните, много от химичните свойства, въздушният им режим т.н. Ето защо тази характеристика при бонитировка на земеделските земи е може би с най-важно значение.

Разработката на алгоритми за оценка на механичния състав е много трудна задача. Трудностите произтичат от това, че поведението му в различни условия на естествено овлажнение в комбинация със съдържанието на органично вещество е доста динамично. Така например, един леко пясъчливо-глинест механичен състав (физична глина 20-30%) за много от земеделските

култури при отглеждане в условия без напояване се сочи като не до там благоприятен. Ако обаче районът в който се намира тази почва е влажен и тя е добре окултурена, със съдържание на хумус (над 3%), тогава положението е доста по-различно. Влагозапасяването би било по-високо, а като се прибави и по-добрата структура, по-добрия въздушен режим в сравнение с по-глинести почви, оценките трябва да бъдат съответно по-високи. И обратно - почвите с по-тежък (глинест) механичен състав (около и над 75% физична глина), трябва да бъдат оценявани по-благоприятно по този показател в сравнително засушливи райони (влагозапасяването при преобладаващо глинесто съдържание е по-добро). Тук обаче се крият рискове от преовлажняване във влажни климатични условия и съответно там оценките трябва да отчетат това.

По посочените причини, при разработване на алгоритми за оценка на механичния състав на почвата, въпреки последният да се третира като почвена характеристика (а не като качество) на земеделската земя, бонитетните скали е необходимо да бъдат ориентирани в локалните условия на овлажнение.

Понеже оценката се извършва спрямо изискванията на растенията и по-точно условията в коренообитаемия слой, аритметичното осредняване не може да послужи за адекватна оценка. Могат да бъдат ползвани така наречените "фактори на тежест" или още "дълбочинни коректори на индексите" познати от литературата (C. Sys, E. Van Ranst, J. Debaveye, 1991).

На Таблица 9. е показана разработената Бонитетна скала 7. за оценка на характеристиката „механичен състав на почвения профил“.

Таблица 9. Оценка на механичния състав на почвения профил

Бонитетна скала 7.	
Физична глина %	Нива на ограничения L^{TX}
< 10	L^{TX}_4
10 ÷ 20	L^{TX}_3
20 ÷ 30	L^{TX}_2
30 ÷ 45	L^{TX}_1
45 ÷ 60	L^{TX}_0
60 ÷ 75	L^{TX}_1
> 75	L^{TX}_2
Нивата не могат да бъдат коригирани	

Кореново пространство

Когато се засаждат земеделските растения, хоризонтално технологично се спазват определени разстояния и конфигурации. Вертикално обаче, в дълбочина нещата не зависят от човека. Кореновото пространство всъщност е разстоянието от повърхността на почвата до непреодолима за корените преграда. Това може да бъде плитко разположена твърда скала (т. нар. „D“ хоризонт), извънредно силно глинест хоризонт, уплътнени депозитни материали и др., през които корените на прорастват. Бонитетната скала 8. за оценка на тази характеристика е показана на Таблица 10.

Таблица 10. Оценка на кореновото пространство

Бонитетна скала 8.		Нива на ограничения L^{RS}
Дълбочина до коренова бариера cm		
> 130		L^{RS}_0
130	÷ 100	L^{RS}_1
100	÷ 80	L^{RS}_2
80	÷ 50	L^{RS}_3
	< 50	L^{RS}_4
Нивата не могат да бъдат коригирани		

Почвена реакция

Реакцията на почвата (pH) представлява отрицателен десетичен логаритъм на концентрацията (активността) на водородните катиони (H^+). Методите, които се ползват за установяването ѝ са два – във водна почвена суспензия 1:2.5 (pH в H_2O) или – в солева (калиев хлорид – pH в KCl).

От тази почвена характеристика в голяма степен зависят състава, свойствата и плодородието на почвата. Силно киселите и силно алкалните почви без мелиорации са непригодни за отглеждане на земеделски култури.

В бонитетните изследвания у нас се ползва скалата за pH определена във вода. Тя е по-широка и предполага по-голяма прецизност при работа. Ако обаче такива данни липсват, а реакцията е измерена в калиев хлорид, то приблизително може да се изчислят какви биха били стойностите във водна суспензия по следния начин:

$$\begin{aligned} \text{При стойности на pH (в KCl)} \leq 5.0 & \quad \text{pH (H}_2\text{O)} = \text{pH (KCl)} + 0.8 \\ \text{При стойности на pH (в KCl)} > 5.0 & \quad \text{pH (H}_2\text{O)} = \text{pH (KCl)} + 0.6 \end{aligned}$$

Бонитетна скала 9а. (Таблица 11а.) служи за оценка на почвената реакция и е ориентирана е към изискванията на голям брой земеделски култури. Алкалният спектър на рН, измерена във водна суспензия над 8.6, изключва характеристиката от оценките. Това се прави, по причина, че „засолеността и/или алкалността на почвите“ се оценяват като отделно взета характеристика.

Таблица 11а. Оценка на почвената реакция

Бонитетна скала 9а.	
Почвена реакция – рН в H ₂ O	Нива на ограничения L ^{PH}
< 5.0	L ^{PH} ₄
5.0 ÷ 6.0	L ^{PH} ₃
6.0 ÷ 6.5	L ^{PH} ₂
6.5 ÷ 7.3	L ^{PH} ₀
7.3 ÷ 8.6	L ^{PH} ₁
> 8.6	не се оценява
Нивата могат да бъдат коригирани	

При наличие на фондова и технологична осигуреност, ограничителните нива на почвената реакция са в голяма степен преодолими. На Таблица 11b. е показана Бонитетна скала 9b., която служи за корекции на оценките.

Таблица 11b. Корекции в оценката на почвената реакция

Бонитетна скала 9b.						
Корекции според осигуреността за корекции на рН (%)						
Нива на ограничения L ^{PH}	рН в H ₂ O	0	25	50	75	100
	< 5.0	L ^{PH} ₄	L ^{PH} ₃	L ^{PH} ₂	L ^{PH} ₁	L ^{PH} ₀
	5.0 ÷ 6.0	L ^{PH} ₃	L ^{PH} ₂	L ^{PH} ₁	L ^{PH} ₀	L ^{PH} ₀
	6.0 ÷ 6.5	L ^{PH} ₂	L ^{PH} ₁	L ^{PH} ₀	L ^{PH} ₀	L ^{PH} ₀
	6.5 ÷ 7.3	L ^{PH} ₀	L ^{PH} ₀	L ^{PH} ₀	L ^{PH} ₀	L ^{PH} ₀
	7.3 ÷ 8.6	L ^{PH} ₁	L ^{PH} ₀	L ^{PH} ₀	L ^{PH} ₀	L ^{PH} ₀
> 8.6	-	-	-	-	-	

Съдържание на органично вещество в орницата (хумус)

Съдържанието на хумус в повърхностния генетичен хоризонт, акумулативен нанос или изкуствено положен слой на почвата определя в много голяма степен състава, свойствата и нейното плодородие. В зависимост от хумусното съдържание, при нашите природни условия, почвите могат да се класифицират в 6 класа (Таблица 12).

Таблица 12. Класификация на българските почви според хумусното им съдържание (по М. Пенков, 1995г.)

Класове	Хумусно съдържание (%)
1. Бедно хумусни	< 1
2. Малко хумусни	1 ÷ 2
3. Средно хумусни	2 ÷ 3
4. Богато хумусни	3 ÷ 4
5. Много богати на хумус	4 ÷ 5
6. Обилно запасени с хумус	> 5

Количеството на хумуса в нашите почви намалява, което е резултат от: изнасянето на органично вещество с продукцията; процесите на ерозия; изгарянето на стърнищата; слабата употреба на органични торове; внасянето на много високи дози минерални торове и др.

Количеството на хумуса има голямо значение при бонитировката на земите. При равни други условия, богатите на хумус почви са винаги по-плодородни. Ниските съдържания на хумус в почвите могат да бъдат компенсирани в различна степен чрез подходящи системи на торене, технологично съобразени сеитбооръщения и пр.

На Таблицы 13а. и 13б. са показани разработените Бонитетни скали 10а. и 10б. за относителна оценка на характеристиката „хумусно съдържание“ при земеделски земи с рекултивирани почви.

Таблица 13а. Оценка на хумусното съдържание

Бонитетна скала 10а.	
Хумусно съдържание %	Нива на ограничения L ^{HC}
> 3.0	L ^{HC} ₀
3.0 ÷ 2.5	L ^{HC} ₁
2.5 ÷ 2.0	L ^{HC} ₂
2.0 ÷ 1.0	L ^{HC} ₃
< 1.0	L ^{HC} ₄
Нивата могат да бъдат коригирани	

Таблица 13в. Корекции в оценката на хумусното съдържание

Бонитетна скала 10в.							
Нива на ограничения L^{HC}	Корекции според съществуващи условия за подобряване (%)						
	Хумусно съдържание %		0	25	50	75	100
	> 3.0		L^{HC}_0	L^{HC}_0	L^{HC}_0	L^{HC}_0	L^{HC}_0
3.0 ÷ 2.5		L^{HC}_1	L^{HC}_0	L^{HC}_0	L^{HC}_0	L^{HC}_0	
2.5 ÷ 2.0		L^{HC}_2	L^{HC}_1	L^{HC}_0	L^{HC}_0	L^{HC}_0	
2.0 ÷ 1.0		L^{HC}_3	L^{HC}_2	L^{HC}_1	L^{HC}_0	L^{HC}_0	
	< 1.0	L^{HC}_4	L^{HC}_3	L^{HC}_2	L^{HC}_1	L^{HC}_0	

V.6. Бонитетни скали за оценка на засолеността и/или алкалността на почвите

Засоляването е едно особено неблагоприятно за земеделската практика явление, характерно най-вече за аридните и семиаридни райони. Това е процес, при който в почвата се натрупват токсични за земеделските растения водоразтворими соли (хлориди, сулфати, нормална сода), а също така обменен натрий.

Когато почвите съдържат повече от 1% токсични за земеделските растения водноразтворими соли е прието условно да се наричат солончаци. При натрупване в почвения профил на обменен натрий над 20% от сорбционния капацитет (Т) се образуват така наречените алкални почви – солонци (Таблица 14.). Поради специфичните условия в България преобладават почвите от смесен тип на засоляване солончаци-солонци и солонци-солончаци.

Таблица 14. Класификация по засоленост на почвите, ползвана в приетата методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи в България (Е. Петров и др., 1988г.)

Водно разтворими соли (%)	Обменен Na (%)	Степени на засоленост
< 0.3	< 5	Незасолени
0.3 ÷ 0.5	5 ÷ 10	Слабо засолени
0.5 ÷ 0.8	10 ÷ 15	Средно засолени
0.8 ÷ 1.0	15 ÷ 20	Силно засолени
> 1.0	< 20	Солончаци
< 1.0	> 20	Солонци

Засолените почви в нашата страна представляват голям интерес, тъй като заемат едни от най-равнинните терени (равнини, котловини, тераси), много подходящи за механизизирано земеделие, намират се в близост до естествени водни източници, поради което напояването им е много по-лесно осъществимо и по-икономично. По тези причини, на пръв поглед, особено ако солите не са на повърхността, тези земи могат да изглеждат атрактивни за земеползване.

Солончаците и солонците (както и почви със смесен тип засоляване) се характеризират с много ниско плодородие, изискват големи инвестиции за мелиоративни мероприятия, които не винаги се оправдават. Земеделските култури, традиционни за България, имат извънредно широк спектър на чувствителност към засоляването на почвите.

Изхождайки от горе изложеното бе разработена Бонитетна скала 11а. за оценка на почвеното засоляване (Таблица 15а.). Особеното при нея е, че се извършват 2 успоредни оценки – една според концентрацията на водоразтворимите соли и втора за алкалното засоляване (според концентрацията на обменен натрий (Na) в сорбционния капацитет (T)).

За обща оценка се приема тази от двете, отчитащата по-рестриктивни условия. По този начин се намира най-представителната оценка при чисти и смесени видове засоляване (солончаково, солонцово, солончаково-солонцово и солонцово-солончаково).

Таблица 15а. Оценка на засолеността и/или алкалността на почвите

Бонитетна скала 11а			
Водоразтворими соли (%)	L^{SA}	Обмн. Na (% от T)	L^{AL}
< 0.3	L^{SA}_0	< 5	L^{AL}_0
0.3 ÷ 0.5	L^{SA}_1	5 ÷ 10	L^{AL}_1
0.5 ÷ 0.8	L^{SA}_2	10 ÷ 15	L^{AL}_2
0.8 ÷ 1.0	L^{SA}_3	15 ÷ 20	L^{AL}_3
> 1.0	L^{SA}_4	> 20	L^{AL}_4
Крайната оценка L^{SAAL} = на по-ограничаващата от L^{SA} и L^{AL}			
Нивата могат да бъдат коригирани			

Понеже проблемите с почвеното засоляване са в различна степен антропогенно преодолими, е разработена и Бонитетна скала 11b. (Таблица 15b.), като скалата предлага различни степени в корекциите на оценките.

Бонитетните скали за оценка на тази характеристика са разработени спрямо изискванията на сравнително голям брой земеделски растения, но при неблагоприятни в различна степен оценки, производителите трябва да имат предвид, че както вече споменахме, съществуват култури с различна толерантност към засоляване. По литературни данни (М. Пенков, 1995), някои от тях могат да бъдат групирани в 4 групи (Таблица 16).

Таблица 15b. Корекции в оценката на засолеността и/или алкалността на почвите

Бонитетна скала 11b						
Нива на ограничения L_{SAAL}	Корекции според съществуващи условия за подобряване (%)					
	Оценка по Бонитетна скала 11а.	0	25	50	75	100
	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}
L_{SAAL_1}	L_{SAAL_1}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}
L_{SAAL_2}	L_{SAAL_2}	L_{SAAL_1}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}
L_{SAAL_3}	L_{SAAL_3}	L_{SAAL_2}	L_{SAAL_1}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}
L_{SAAL_4}	L_{SAAL_4}	L_{SAAL_3}	L_{SAAL_2}	L_{SAAL_1}	L_{SAAL_0}	L_{SAAL_0}

Таблица 16. Солеустойчивост на земеделските култури (по М. Пенков, 1995г.)

Силно чувствителни (< 0.25 % соли)	Слабо солеустойчиви (0.25 ÷ 0.50 % соли)	Средно солеустойчиви (0.50 ÷ 1.00 % соли)	Солеустойчиви (> 1.0 % соли)
Детелина червена	Рицин	Суданка	Сантонинов пелин Тамарикс Тропис
Детелина бяла	Слънчоглед	Люцерна	
Грах	Царевица	Ориз	
Соя	Лен	Сорго	
Фасул зелен	Овес	Просо	
Фасул зърно	Ръж	Пшеница	
Целина	Моркови	Ечемик	
Репички	Захарна царевица	Памук	
Краставици	Маруля	Захарно цвекло	
Ягоди	Цветно зеле	Рапица	
Пъпеши	Пипер	Домати	
Тикви	Спанак	Картофи	
Праскови	Лоза	Салатно цвекло	
Кайсии		Аспержа	
Бадеми		Зеле (главесто)	
Сливи		Еспарзета	
Ябълки		Лук (кромид)	
Круши			

V.7. Бонитетни скали за оценка на замърсяването на почвите с тежки метали и токсични елементи

Замърсяването на почвите с тежки метали и токсични елементи е опасно неблагоприятно явление, причинявано най-често от определени видове антропогенна активност в областите на индустрията, земеделието, бита и пр. То може да бъде пряка или косвена последица от тези човешки дейности. Освен локален, все повече се очертава като глобален проблем и включването на показатели за замърсяване на почвите (също така въздуха и водите, ако е необходимо) при оценка на земеделските земи става все по-належащо.

Особеностите при параметриране на показатели от такъв тип е, че те най-често са свързани и с определени задължителни хигиенни нормативи (за околна среда, растителна, животинска продукция и др.), приемани законово на държавно и международно ниво. Често това не са еднократни актове.

За целите на настоящото изследване се концентрирахме върху нормативната база залегнала в Наредба № 3. (МОСВ, 2008 г.) „Норми за допустиво съдържание на вредни вещества в почвите“.

В практиката често се наблюдават замърсявания на почвите с няколко почвени замърсителя. Разработената методика предвижда работа с един от тях, т. нар. „водещ почвен замърсител“ - този ПЗ, чиято измерена концентрация (нека я обозначим с ИКПЗ) надвишава най-много съответната предохранителна концентрация (ПК). За установяване степента на замърсеност на почвите (СЗП) с индивидуалните ПЗ предлагаме алгоритъм показан по-долу на Уравнение 1.

$$СЗП_x = 100(ИКПЗ_x - ПК_x)/(МДК_x - ПК_x) \quad (1)$$

Където:

- СЗП_x - Степен на замърсеност на почвата с ПЗ_x (%).
- ИКПЗ_x - Измерена концентрация на ПЗ_x (mg/kg).
- ПК_x - Предохранителна концентрация на ПЗ_x (mg/kg).
- МДК_x - Максимално допустима концентрация на ПЗ_x (mg/kg).

Всъщност, чрез разработеното Уравнение 1. се определя степента на почвеното замърсяване (СЗП) изразена в проценти между фиксираната предохранителна концентрация на замърсителя (ПК която за нашите цели приемаме ниво на ограничение L^{CO_0}) и максимално допустимата му концентрация (МДК – приета за максимално ограничително ниво L^{CO_4}). Затова при стойности на СЗП ≤ 0 се приема, че оценяваната земя няма ограничения по отношение на почвеното замърсяване, а когато стойностите на СЗП са ≥ 100 , т.е. надхвърлят максимално допустимата концентрация се присвоява най-рестриктивната оценка от ниво 4.

Наредба № 3 (МОСВ, 2008г.) визира обща 40 броя почвени замърсители (9 за тежки метали, металоиди и 31 за устойчиви органични замърсители и нефтопродукти. Не всички от последните (с малки изключения) се отнасят за земеделските земи. За извършване на прецизна оценка обаче е необходимо, като се изходи от предрекултивационното състояние на почвата, да се вземат проби, направят анализи, резултатите да се обработят по Уравнение 1. за всеки един потенциален замърсител и на тази база да се определи водещия.

На Таблица 17а. е показана разработената скала за актуална оценка на характеристиката (Бонитетна скала 12а) на земеделските земи „замърсяване на почвите с тежки метали, металоиди, органични замърсители и нефтопродукти“. При работа с нея е необходимо да се извършат множество аналитични определения за установяване на „водещия замърсител“.

В много случаи, въпреки че е скъпоструваща, ремедиацията на такива почви е икономически оправдана. На Таблица 17b. е разработена Бонитетна скала 12b, която може да послужи за потенциална оценка на земеделски земи с рекултивирани почви.

Таблица 17а. Оценка на почвеното замърсяване

Бонитетна скала 12а.	
СЗП водещ замърсител %	Нива на ограничения L^{CO}
< 0	L^{CO}_0
0 ÷ 30	L^{CO}_1
30 ÷ 65	L^{CO}_2
65 ÷ 100	L^{CO}_3
>100	L^{CO}_4
Нивата могат да бъдат коригирани	

Таблица 17b. Корекции в оценката на почвеното замърсяване при съществуващи условия за ремедиация

Бонитетна скала 12b.						
Нива на ограничения L^{CO}	Корекции според съществуващи условия за ремедиация (%)					
	СЗП водещ замърсител %	0	25	50	75	100
< 0		L^{CO}_0	L^{CO}_0	L^{CO}_0	L^{CO}_0	L^{CO}_0
0 ÷ 30		L^{CO}_1	L^{CO}_0	L^{CO}_0	L^{CO}_0	L^{CO}_0
30 ÷ 65		L^{CO}_2	L^{CO}_1	L^{CO}_0	L^{CO}_0	L^{CO}_0
65 ÷ 100		L^{CO}_3	L^{CO}_2	L^{CO}_1	L^{CO}_0	L^{CO}_0
>100		L^{CO}_4	L^{CO}_3	L^{CO}_2	L^{CO}_1	L^{CO}_0

V.8. Алгоритми за обща оценка и категоризация на земи с рекултивирани почви

Възприемаме препоръките на ФАО и опита в Западна Европа и предлагаме модифициран за наши условия вариант на лимитационните методи чрез отчитане броя и тежестта на ограниченията при комплексната оценка на земеделските земи, изложен по-долу.

Резултатите по категоризацията на земите са хармонизирани с действащата у нас „Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи“ (Е. Петров и др., 1988 г.).

Ход на работа

1. За всеки един поотделно взет обект на оценка се съставя база първични данни, която съдържа:

2.

Административни данни

- ЕКТТ Землище
- Местност
- Рекултивиран обект
- Площ (декари)
- Поръчител на оценката
- Извършил оценката

Агроклиматични данни

- $\Sigma T^{\circ}\text{C}$ за периода със средни денонощни температури $> 10^{\circ}\text{C}$
- Средни месечни суми валежи (mm) юни юли август
- Средна относителна влажност на въздуха (%) юни юли август
- Средна месечна температура на въздуха ($^{\circ}\text{C}$) юни юли август
- Изчислена Евапотранспирация (Изпаряемост E mm)
- Изчислен Баланс на атмосферното овлажнение (B mm)
- Посочва се Осигуреност за напояване (% 0; 25; 50; 75 или 100)

Данни за релефа и каменистостта на почвите

- Преобладаващ наклон на склона (%)
- Възможности за корекции на наклона (% 0; 25; 50; 75 или 100)
- Каменистост на орния слой почва (%)
- Възможности за корекции на каменистостта (% 0; 25; 50; 75 или 100)

Данни за дренажните условия

- Текстурен коефициент
- Ниво на подпочвените води (cm)
- Съществуващи възможности за дренаж (% 0; 25; 50; 75 или 100)

Данни за почвеното плодородие

- Механичен състав (физична глина - частици < 0.01 mm %)
- Кореново пространство (дълбочина до коренова бариера cm)
- Почвена реакция (рН измерена във водна суспензия)
- Възможности за корекции на рН (% 0; 25; 50; 75 или 100)
- Съдържание на хумус (по Тюрин %)
- Възможни корекции на хранителния режим (% 0; 25; 50; 75 или 100)

Данни за засолеността и/или алкалността на почвите

- Концентрация на водно разтворими соли (%)
- Концентрация на обменен Na (% от T)
- Възможни корекции на засоленост/алкалност (% 0; 25; 50; 75 или 100)

Данни за почвено замърсяване с тежки метали и токсични елементи

- | Замърсители | ПЗ _x ¹ | ИКПЗ _x (mg/kg) ² | ПК _x (mg/kg) ³ | МДК _x (mg/kg) ⁴ | СЗП _x (%) ⁵ |
|----------------|------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| • Замърсител 1 | | | | | |
| • Замърсител 2 | | | | | |
| • Замърсител 3 | | | | | |
- до 40 (по Наредба 3., МОСВ, 2008г.)
- Водещ ПЗ_x¹ СЗП_x (%)⁵ на водещия замърсител =

Легенда:

- ¹ ПЗ_x Установени почвени замърсители (As; Cd; Cu).
- ² ИКПЗ_x (mg/kg) Измерени концентрации на почвените замърсители.
- ³ ПК_x (mg/kg) Предохранителни концентрации на почвените замърсители.
- ⁴ МДК_x (mg/kg) Максимално допустими концентрации на почвените замърсители.
- ⁵ СЗП_x (%) Степени на замърсеност на почвата (по Уравнение 6.).

3. След съставяне на първичната база данни за обекта на оценка се определят степените на ограничения (L₀ до L₄) за всяка една поземлена характеристика поотделно чрез разработените Бонитетни скали (Раздели V.2.; V.3.; V.4.; V.5.; V.6.; V.7.). Както се вижда от скалите се дава възможност за две успоредни оценки:

- Актуална – при която не се вземат под внимание възможните корекции.
- Потенциална – с отчитане на възможните корекции.

4. Извършва се комплексна оценка и класификация по „обща пригодност за земеделие“ на оценените земи с рекултивирани почви чрез алгоритмите дадени по-долу на Таблица 18а). В зависимост с кои индивидуални оценки се работи и тази таблица позволява две крайни класификации – актуална и потенциална.

Таблица 18а. Комплексна оценка на земеделските земи с рекултивирани почви и крайна класификация по обща пригодност за земеделие

Класове	Единици	Критерии
S ₁ Много добри земи	(1) (2)	Поземлени единици, които: нямат ограничения или имат до 5 ограничения от ниво L ₁
S ₂ Добри земи	(1) (2)	Поземлени единици които: имат повече от 5 ограничения от ниво L ₁ или имат до 4 ограничения от ниво L ₂
S ₃ Средно добри земи	(1) (2)	Поземлени единици които: имат повече от 4 ограничения от ниво L ₂ или имат до 3 ограничения от ниво L ₃
N ₁ Лоши земи	(1) (2)	Поземлени единици които: имат повече от 3 ограничения от ниво L ₃ или имат до 1 ограничение от ниво L ₄
N ₂ Непригодни земи	(1) (2)	Поземлени единици които: имат повече от 4 ограничения от ниво L ₃ или повече от 1 ограничение от ниво L ₄

5. При необходимост класификационните резултати могат да бъдат адаптирани към получени чрез параметричен метод за оценка (Таблица 18b.).

Таблица 18b. Адаптиране на резултатите от оценките получени чрез предлагания лимитационен метод към такива, очаквани от параметричен метод

Класове	Единици	Категории земи	Бонитетни балове
S ₁ Много добри земи	(1)	I	> 90
	(2)	II	80 ÷ 90
S ₂ Добри земи	(1)	III	70 ÷ 80
	(2)	IV	60 ÷ 70
S ₃ Средно добри земи	(1)	V	50 ÷ 60
	(2)	VI	40 ÷ 50
N ₁ Лоши земи	(1)	VII	30 ÷ 40
	(2)	VIII	20 ÷ 30
N ₂ Непригодни земи	(1)	IX	10 ÷ 20
	(2)	X	< 10

V.9. Софтуер за практическа работа с методиката

Предварителните общи условия, които си поставихме при разработката на софтуера са:

1. Да бъде осъществен в общодостъпна среда, удобен за работа дори от неспециалисти.
2. Да ползва пълния набор данни предвидени в методиката и успоредно едновременно да дава резултати както от индивидуалните оценки, така и от общата бонитировка и категоризация в двата аспекта – актуална и потенциална оценка.
3. Да извършва обобщаваща крайна оценка на оценяваните обекти в класове и единици (по препоръките на FAO) и посочи хармонизация с категоризацията и параметричните бални оценки, залегнали в приетата у нас „Методика за работа по кадастъра на селскостопанските земи“ (Е. Петров и др., 1988г.).
4. Да предвижда печатен изход, който същевременно да служи като официален документ на оценената земя.

Софтуерът (Фигура 7.) представлява файл-програма реализирана в среда на MsWindows (Microsoft Office 10).

The screenshot displays the Microsoft Excel interface for the 'LE_RS 2.xlsx' file. The main window shows a spreadsheet titled 'ДАНИИ ЗА ОЦЕНКА НА ЗЕМИ С РЕКУЛТИВИРАНА ПОЧВА'. The spreadsheet is organized into several sections for data entry and calculation. Key sections include:

- Почва:** Fields for soil type (EKT ЗЕМТИЩЕ), location (МЕСТНОСТ), and area (ПЛОЩ (декари)).
- Климат:** A table for monthly climate data (средни месечни данни за месеците) with columns for June, July, and August. Parameters include average monthly precipitation (Суми валежи), relative humidity (Средна относителна влажност), and temperature (Средна месечна температура).
- Влажност:** Fields for atmospheric moisture balance (Баланс на атмосферното овлажнение) and irrigation safety (Осигуреност за напояване).
- Стойности:** A series of input fields for various soil properties such as soil texture (Механичен състав), cation exchange capacity (Текстури коефициент), and soil reaction (Почвена реакция).
- Оценки:** A table with columns for 'ИНДЕКС 0-5', 'ОЦЕНКИ АКТУАЛНА', 'ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛНА', and 'БОНИТЕТНИ СКАЛИ №'. The 'АКТУАЛНА ОЦЕНКА' is shown as 100 and the 'ПОТЕНЦИАЛНА ОЦЕНКА' as 100.

The bottom of the spreadsheet shows a summary of the evaluation results and a list of tabs: 'THE FORM', 'DATA', 'TS_WB', 'SL_ST', 'TD_GWT', 'TX_RS_PH_HC', 'SA_AL', 'CO', 'CLASS', and 'PRINT'.

Фигура 7. Основен работен екран на софтуера за бонитетна оценка и категоризация на земеделски земи с рекултивирани почви

За осъществяването са ползвани функциите вградени в Excel 10. По-долу даваме кратко описание на 10-те работни листа:

Worksheet THE_FORM Представява формуляр, който може да бъде разпечатан и служи за предварително събиране на първични данни.

Worksheet DATA Това е основният работен лист, с който оценителят работи. Лявата част на екрана (жълтите клетки) е отделена за въвеждане на данни (въвеждат се предварително събраните данни от формуляра THE_FORM). Особеното тук е, че характеристиката „Баланс на атмосферното овлажнение за периода юни – август“ се изчислява автоматично от въведените първични данни за температура, относителна влажност на въздуха и количества валежи.

В средните колони (клетките на зелен фон), с нанасянето на данните, автоматично се появяват индивидуалните оценки на отделните характеристики (актуални и потенциални).

Когато всички данни са нанесени, в долната част на екрана (пак на зелен фон, но в червен шрифт), се демонстрират крайните резултати от оценките – класификация и категоризация (актуална и потенциална) на оценяваната земеделска земя с рекултивирана почва.

Най-десните колони от клетки (на черен фон с бял шрифт) служат за ориентация на оператора-оценител по коя бонитетна скала от разработената методика са присвоени оценките.

Достъпни за оценителя са само клетките с жълт фон.

Worksheet TS_WB Присвоява нивата на ограничения за агроклиматичните характеристики по Бонитетни скали 1.; 2a.; 2b.

Worksheet SL_ST Присвоява нивата на ограничения за релефа и каменистостта на почвите по Бонитетни скали 3a.; 3b.; 4a.; 4b.

Worksheet TD_GWT Присвоява нивата на ограничения за дренажните условия по Бонитетни скали 5.; 6a.; 6b.

Worksheet TX_RS_PH_HC Присвоява нивата на ограничения за почвеното плодородие по Бонитетни скали 7.; 8.; 9a.; 9b.; 10a.; 10b.

Worksheet SA_AL Присвоява нивата на ограничения за засолеността и/или алкалността на почвите по Бонитетни скали 11a.; 11b.

Worksheet CO Присвоява нивата на ограничения за замърсеността на почвите с тежки метали и токсични елементи по Бонитетни скали 12a.; 12b.

Worksheet CLASS (Фигура 8.). На този работен лист софтуерът прочита получените индивидуални оценки, съпоставя ги и според изложеното в Таблици 18a. и 18b. и извършва крайна бонитировка и класификация като:

1. Достига се до 5 класа по обща пригодност на земите за земеделие (S₁; S₂; S₃; N₁ и N₂ според препоръките на FAO), като всеки от класовете има по две единици обозначени с арабски цифри в скоби – „(1)“ и „(2)“.
2. Прави се хармонизация на получената класификация с категоризацията на земите осъществена с евентуални параметрични методи, като се посочват категории (обозначени с римски цифри) и граници на бонитетни балове.

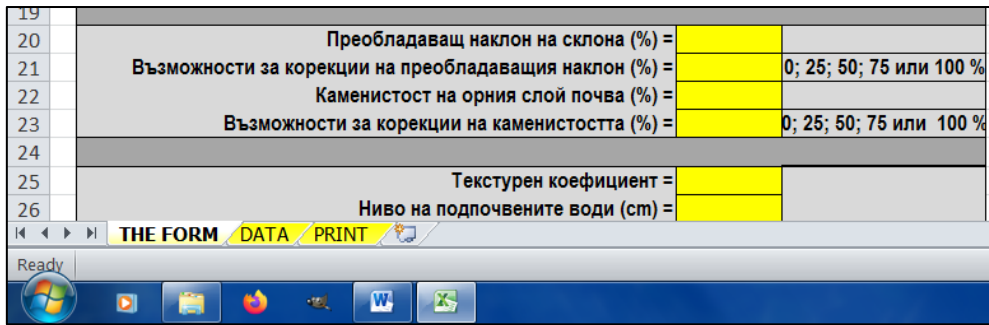
Крайната формулировка изглежда така:

Клас (единица) Пригодност_Категория_Бал от – до

		L actual						L potential							
		L0	L1	L2	L3	L4	L0	L1	L2	L3	L4				
1	L _{SC}	4	0	0	0	0	1	L _{SC}	4	0	0	0	0	1	
2	L _{WB}	3	0	0	0	1	0	L _{WB}	3	0	0	0	1	0	
3	L _{SL}	0	1	0	0	0	0	L _{SL}	0	1	0	0	0	0	
4	L _{ST}	0	1	0	0	0	0	L _{ST}	0	1	0	0	0	0	
5	L _{TD}	0	1	0	0	0	0	L _{TD}	0	1	0	0	0	0	
6	L _{SWT}	4	0	0	0	0	1	L _{SWT}	4	0	0	0	0	1	S2
7	L _{TX}	4	0	0	0	0	1	L _{TX}	4	0	0	0	0	1	S3
8	L _{RS}	4	0	0	0	0	1	L _{RS}	4	0	0	0	0	1	S4
9	L _{PH}	4	0	0	0	0	1	L _{PH}	4	0	0	0	0	1	S5
10	L _{HC}	4	0	0	0	0	1	L _{HC}	4	0	0	0	0	1	S6
11	L _{SAAL}	0	1	0	0	0	0	L _{SAAL}	0	1	0	0	0	0	S7
12	L _{CO}	0	1	0	0	0	0	L _{CO}	0	1	0	0	0	0	S8
13															S9
14															S10
15															S11
16	S =	5	0	0	1	6		S =	5	0	0	1	6		
18	S1(1)	FALSE	NO					S1(1)	FALSE	NO					N2(2) Непригодни земи_X <10
19	S1(2)	FALSE	NO					S1(2)	FALSE	NO					N2(2) Непригодни земи_X <10
20	S2(1)	FALSE	NO					S2(1)	FALSE	NO					
21	S2(2)	FALSE	NO					S2(2)	FALSE	NO					
22	S3(1)	FALSE	NO					S3(1)	FALSE	NO					
23	S3(2)	FALSE	NO					S3(2)	FALSE	NO					
24	N1(1)	FALSE	NO					N1(1)	FALSE	NO					
25	N1(2)	FALSE	NO					N1(2)	FALSE	NO					
26	N2(1)	FALSE	NO					N2(1)	FALSE	NO					
27	N2(2)	TRUE	N2(2) Непригодни земи_X <10					N2(2)	TRUE	N2(2) Непригодни земи_X <10					

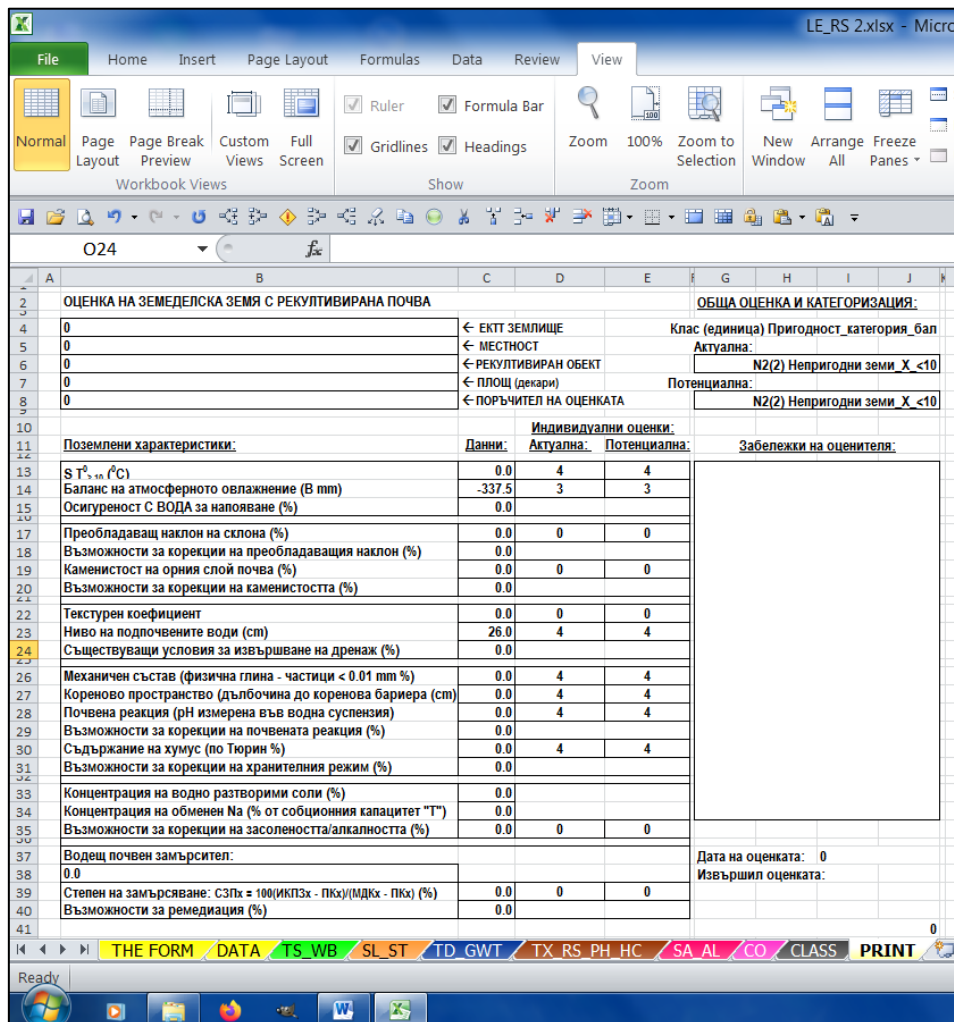
Фигура 8. Worksheet CLASS

В цитираните работни листове се ползват логическите функции вградени в Excel 2010 – “IF”, “AND”, “OR” и пр. Тези листове са достъпни за потребителя само като екранна демонстрация (заклучени са – оценителят не може да прави промени в тях). По тази причина както се вижда на Фигура 9., в работния вариант на софтуера те са скрити (с командата “Hide”). Операторът винаги може да ги разгледа (с командата “Unhide”), но не може да променя нищо по тях. На същата фигура са показани трите достъпни работни листа (THE_FORM, DATA и PRINT) с които операторът всъщност работи.



Фигура 9. Достъпни за работа потребителски работни листове в основния екран

Worksheet PRINT (Фиг. 10.). Служи за отпечатване на получените резултати. Принт изходът е оформен като документ във формат на хартията А4 с възможности за забележки (собственоръчно след разпечатката) и заверка с подпис от страна на оценителя.



Фигура 10. Worksheet PRINT

VI. Заключение и изводи

На българската аграрна наука и практика е необходима методика за относителна оценка на почвите след тяхната рекултивация. Тази методика трябва да отчита най-новите научни достижения в Европа и същевременно да е съобразена с препоръките на Световната организация по прехрана на населението (ФАО). Освен това е задължително крайните класификационни резултати, заложи в нея, да бъдат в голяма степен съпоставими с използвания вече в практиката параметричен подход.

Създадената „Методиката за бонитировка и категоризация на земеделски земи с рекултивирани почви“ се отличава с:

1. Тя е оригинална, ново разработена система за относителна оценка и бонитетна класификация на рекултивирани почви, вписани в земеделския фонд.
2. Избраният интегриран „Метод на ограниченията с отчитане на техния брой и степен на изразеност“ е препоръчван от ФАО, но не е прилаган в България.
3. Използваните подходи осигуряват оценка на „общата пригодност на земите за земеползване“ спрямо изискванията на извънредно широк спектър земеделски култури, каквато оценка до настоящия момент у нас не е правена.
4. Предлаганата бонитетна оценка се базира на 13 поземлени характеристики, групирани в 6 големи групи: (1) Агроклиматични – активна температурна сума за периода със средни денонощни температури на въздуха $t^0 > 10$ °С и баланс на естественото атмосферно овлажнение за периода юни-август; (2) Релеф и каменистост на почвата – преобладаващи наклони на склоновете и каменистост на орния слой почва; (3) Дренажни условия – текстурна диференциация на почвения профил и ниво на подпочвените води; (4) Почвено плодородие – механичен състав на почвата (почвена текстура, средно претеглена дълбочинно), кореново пространство (дълбочина до коренова бариера), почвена реакция (рН измерена във водна суспензия) и съдържание на органично вещество в орницата (хумус); (5) Засоленост и/или алкалност на почвата – съдържание на водоразтворими соли и/или съдържание на обменен натрий и (6) Замърсяване на почвата – с тежки метали и токсични елементи според актуално действащи нормативи в страната. Този набор характеристики предполага възможно най-всеобхватна относителна оценка на пригодността за земеделие на оценяваната земя, като същевременно изключва препокриване на индивидуални оценки за отделните поземлени характеристики.

5. Ограниченията при всяка една характеристика се оценяват в 5 степенна скала – L_0 няма ограничения; L_1 незначителни и леки ограничения; L_2 умерено изразени ограничения; L_3 строги ограничения и L_4 много строги ограничения.

6. В „Методиката ...“ е заложено успоредно извършване на „актуална“ и „потенциална“ бонитировка на земите. Актуалната оценка отговаря на въпроса „Каква е общата пригодност на оценяваната земя към момента на оценката при определени нива на агротехника и технологии?“ Потенциалната оценка отговаря на въпроса „Каква би била общата пригодност на оценяваната земя след прилагане на допълнителни възможности (в 5 степенна процентна скала – 0, 25, 50, 75 и 100 %) за преодоляване на съществуващите ограничения – напояване, подравняване, терасиране, подобряване на почвената реакция, дренаж, специални схеми на торене, ремедиация, специална агротехника и сеитбооръжения и пр.?“

7. Разработената крайна класификационна скала на оценените земи е единна за актуалната и потенциалната оценка (Табл. 27а). В нея земите се разделят на 5 класа: S_1 - Много добри земи; S_2 - Добри земи; S_3 - Средно добри земи; N_1 - Лоши земи и N_2 - Непригодни земи. Според броя и степента на ограниченията във всеки един от тези класове са отделени по две единици (S_1 (1), S_1 (2), S_2 (1), S_2 (2) N_2 (1), N_2 (2)).

8. Приведена е скала за съпоставка на получените крайни резултати с такива след евентуална параметрична оценка, каквато по настоящем се извършва рутинно в България на всички останали земеделски земи. Адаптацията скала (съпоставка на лимитационния похват който се препоръчва в разработката с евентуален параметричен) е показана на Таблица 27b. С нейна помощ „класовете“ и „единиците“ се транслират в познатата и масово ползвана в практиката скала за параметрична бонитетна оценка в „категории“ и „бонитетни балове“. Тази скала също е насочена както за актуална, така и за потенциална относителна оценка.

9. Практическото използване на методиката е улеснено чрез създаденото приложение за относителна оценка на рекултивирани и/или ремедиирани почви. Приложението е част от широко използвания и достъпен софтуер MS Office и при наличие на коректно събрана база първични данни може да бъде ползван успешно от администратори, земеползватели, собственици на земя и пр.

10. Препоръчително е първите оценки да бъдат извършени непосредствено след рекултивацията, при предаване на почвите за селскостопанско ползване. В Приложения 1 и 2 са приведени два такива примера за рекултивация на сгуроотвал и

сатурачно поле в землището на гр. Горна Оряховица. Примерите са един опростен вариант спрямо възможностите на методиката, защото обектите са в непосредствено съседство, т.е. агроклиматичните условия са еднакви, материалите употребени при рекултивацията са идентични и почвено замърсяване (необходимост от ремедиация) няма. Като се сравнят оценките на околните земи с ненарушени почви с тези в обектите на рекултивация се вижда, че рекултивацията е проведена изключително успешно и по качества антропогенно създадените почви съответстват напълно на агроландшафта. Тези първи оценки трябва да се изискват и отчитат на държавно ниво, за да се създаде база данни за рекултивирани почви, каквато има за естествените. Оценките са важни и за преките производители като технологичен ориентир в тяхната дейност.

След известен период време, но не по-къс от 5 години и не по-дълъг от 10 години е препоръчително да се извърши още една оценка. Тя е в интерес на стопанисващите земята производители, за да се види как се променят характеристиките на почвите и при неблагоприятни стойности да се помисли за промяна на растениевъдните технологии.

11. Достигнатото в разработката може да намери приложение в следните области:

✓ В научно отношение – като методология в подобни разработки, при географски, екологични и почвени проучвания, обучение на студенти, фермери и пр.

✓ За разработване на политики в земеделието, стратегии, програми за развитие и др.

✓ В регионалните администрации, имащи отношение към селскостопанско производство, усвояване на фондове, промяна предназначението на земите и т.н.

✓ В пазарната конюнктура – ще е от полза за организации и лица, занимаващи се с търговия на земеделски земи и продукцията от тях.

✓ Полезно за преките земеделски производители при ориентация в производствената им специализация.

✓ При рекултивация на общински депа за неопасни отпадъци.

VII. Научни и научно-приложни приноси

В следствие от така разработената „Методика за бонитировка и категоризация на земеделските земи с рекултивирани почви в България“ могат да бъдат формулирани следните научни и научно-приложни приноси:

1. Теоретично и практически е разработена пионерна за наши условия система за бонитировка и категоризация на земи с рекултивирани почви, предназначени за растениевъдно производство. Тя е насочена към „обща оценка по пригодност на земите“ (не за ограничен набор култури).
2. В „Методиката“ са заложили едновременно две успоредни линии – за актуална и потенциална (при различни нива на вложения) относителни оценки на обектите на изследване.
3. За пръв път у нас е адаптиран за работа по-пълния вариант на „Land Evaluation Limitations Method“ препоръчан от ФАО („Метод на ограниченията чрез отчитане на техния брой и тежест“).
4. Съставен е набор от 13 поземлени характеристики систематизирани в 6 групи (Таблица 1.), които да зелегнат в относителната оценка. Наборът е особено важен за адекватността на оценките. Така в максимална степен е изключена възможността за недооценка и/или препокриване (двойна и тройна оценка) на отделните характеристики.
5. Разработени са 12 броя 5 степенни бонитетни скали за индивидуални актуални оценки на поземлените характеристики (Таблицы с номера 2.; 3а.; 4а.; 6а.; 7.; 8а.; 9.; 10.; 11а.; 13а.; 15а. и 17а.).
6. Разработени са 8 броя 5 степенни бонитетни скали за индивидуални потенциални оценки на поземлените характеристики (Таблицы с номера 3б.; 4б.; 6б.; 8б.; 11б.; 13б.; 15б. и 17б.).
7. Адаптиран и препоръчан за работа е метод за средно претегляне на данните за текстурата на почвите (механичният състав) в коренообитаемия слой.
8. Разработено е уравнение (Уравнение 1.) за установяване на степента на замърсеност на почвите с тежки метали и токсични елементи и определяне на водещия замърсител с който методиката работи.
9. Разработена е единна крайна класификационна схема относно общата пригодност за земеделие (актуална и потенциална) на оценените земеделски земи (Таблица 18а.).
10. Разработена е схема за адаптиране на резултатите от оценките получени чрез предлагания лимитационен метод към такива, очаквани от параметричен метод (Таблица 18б.).
11. Разработен е софтуер за практическа работа с достигнатото в методиката.

Експериментирането на резултатите доказва, че ново разработената „Методика за бонитировка и категоризация на земеделските земи с рекултивирани почви в България“ е постигнала целите си, действа адекватно и може да бъде прилагана в практиката.