

Ремедиация на замърсени почви и преодоляване на екологични щети от “ОЦК” АД – гр. Кърджали

Елена Желева
Паунка Божинова
Николай Динев

Гледка



Амброзия НТ ООД
София, 2012

**Ремедиация на замърсени почви
и преодоляване
на екологични щети от
“ОЦК” АД – гр. Кърджали**

**Елена Желева
Паунка Божинова
Николай Динев**



**Амброзия НТ ООД
София, 2012**

- © Ремедиация на замърсени почви и преодоляване на екологични щети на “ОЦК” АД – гр. Кърджали
- © Авторски колектив:
проф. д-р Елена Желева – Лесотехнически университет
доц. д-р Паунка Божинова – Лесотехнически университет
доц. д-р Николай Динев – ИП „Н. Пушкин“

Първо издание, Българско

©  “Амброзия НТ” ООД

Предпечат и оформление: Надежда Иванова

ISBN 978-954-92592-3-0

Всички права запазени. Никакви части от книгата не могат да се използват под каквато и да е форма без разрешението на авторите.

Съдържание

ПРИЛОЖЕНИЯ	4
ВЪВЕДЕНИЕ	5
I. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА ЕКОЛОГИЧНИТЕ УСЛОВИЯ И ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ПОЧВИТЕ, ОБЕКТ НА РЕМЕДИАЦИЯ	5
I.1. Характеристика на екологичните условия	5
I.2. Преглед на досегашните изследвания по проблема	12
I.3. Характеристика на замърсяването на почвите в района, пределен със замърсяване, по-високо от два пъти ПДК ...	22
I.3.1. Методи за изследване.....	22
I.3.2. Резултати от изследванията	24
I.3.2.1. Механичен състав	24
I.3.2.2. Съдържание на хумус и основни хранителни елементи	28
I.3.2.3. Съдържание на тежки метали и степен на замърсяване на почвите	33
I.3.2.4. Съдържание на тежки метали и степен на замърсяване на растителността	47
II. ПРОЕКТНА ЧАСТ	
ВАРИАНТИ ЗА РЕМЕДИАЦИЯ НА ЗАМЪРСЕНИТЕ ЗЕМИ	64
II.1. Обосновка	64
II.2. Методи за ремедиация	66
II.2.1. Ремедиация на почвите и инактивиране на тежките метали със запазване на ползуването им	66
II.2.2. Ремедиация на почвите или частична ремедиация с рестриктивен режим на ползуване в рамките на селскостопанския фонд	68
II.2.3. Ремедиация на горски и промишлени терени	71
II.3. Вещества и норми, използвани за мелиорация и ремедиация на замърсените почви	78
III. МОНИТОРИНГ НА ЗАМЪРСЕНИТЕ ЗЕМИ И РАСТИТЕЛНАТА ПРОДУКЦИЯ	89
Литература	98

ПРИЛОЖЕНИЯ

Текстови:

1. Задание за проектиране №01 за изготвяне на Работен проект за Обект №1 “Ремедияция на силно замърсени площи” в рамките на изпълнението на Програма за отстраняване на екологични щети на “ОЦК” АД гр. Кърджали

2. Оферта на “Огняново” АД, относно запитване за варова пепелина

3. Оферта на “SELIGER_AGRO BG GROUP”, относно цената на “Ефектон”

Таблични:

1. Протокол № 6.1-055/09.04.2004 г. от лабораторни анализи на почвени проби

2. Протокол № 6.1-063/21.04.2004 г. от лабораторни анализи на почвени проби

3. Протокол № 6.2-1/155/16.04.2004 г. от лабораторни анализи на почвени проби

Графични:

1. Карта с точките на пробовземане М 1:10 000

2. Карта с предложение за видовете ремедияция на почвите М 1:10 000

3. Карта с видовете ремедияция и номерата на парцелите

ВЪВЕДЕНИЕ

Целта на настоящата работа е на основата на анализа на екологичните условия, на замърсяването на почвите и земеползването в района около “ОЦК” Кърджали, въз основа на резултатите от предишни изследвания (ограничени с правителствени, общински и документи на фирмата) да се предложат методи и технологии за ограничаване влиянието на замърсяването на почвите с тежки метали (Pb, Zn и Cd) върху земеделската продукция, чрез подходящи мелиоративни мероприятия за очистването на земите или подходящо земеползване.

I. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА ЕКОЛОГИЧНИТЕ УСЛОВИЯ И ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ПОЧВИТЕ, ОБЕКТ НА РЕМЕДИАЦИЯ

I.1. Характеристика на екологичните условия

Промислената част на гр. Кърджали, където е разположен комбинатът за цветни метали, обект на настоящия анализ, се намира в югоизточния край на града на северния бряг на язовир Кърджали. Районът, върху който въздействува, е значително по-голям. Той е много разнообразен в геоморфоложко отношение и се характеризира със силно изразена разчлененост, с неголеми превиишения, които обуславят хълмисто-планински и хълмист релеф. Билата са заоблени с полегати до стръмни склонове, като в района на яз. “Студен кладенец”, склоновете са много стръмни, на места до урвести. Теренът е силно пресечен, което се обуславя от гъсто развитата хидрографска мрежа.

Особеностите на **релефа** и надморската височина, наклон и изложение оказват влияние за разпределението на топлината, светлината, количеството на валежите и влагата, видът и богатството на почвите и другите екологични фактори, а от там за формирането на различни типове почви и месторастения.

Според климатичната класификация на Събев и Станев – “Климатични райони на България и техния климат”

1959 г., районът на Кърджали, попада в Континентално-средиземноморската климатична област, Южно-българска климатична подобласт, Климатичен район на Източно-родопските речни долини (100-400 м н.в.) и Източнородопски нископланински климатичен район (400-1000 м н.в.).

Особено значение за **характеризиране на климата** имат температурният режим и валежите. Данни са представени в таблици 1 и 2.

От данните се вижда, че най-ниската средна месечна температура на въздуха е през месец януари и за отделните райони е в границите от $-1,5^{\circ}\text{C}$ до $0,8^{\circ}\text{C}$, а най-високата е през месец юли и е в границите от $10,5^{\circ}\text{C}$ до $23,4^{\circ}\text{C}$. Средната годишна температура е в границите от $12,5^{\circ}\text{C}$. Това характеризира зимата, като топла и мека, а лятото горещо.

Средната годишна абсолютно минимална температура е в границите от -12°C до $-26,5^{\circ}\text{C}$, а средната годишна абсолютно максимална температура – $42,1^{\circ}\text{C}$.

Особено значение има периодът, през които средната температура на въздуха се задържа устойчиво над 10°C , тъй като това е период на активна вегетация за дървесната растителност. За под пояса на крайречните и лонгозни гори и по-ниските части на под пояса на равнинно-хълмистите дъбови гори, той е 216 дни или около 7 месеца;

За средните и ниски части на под пояса на крайречните и лонгозни гори и ниските части на под пояса на равнинно-хълмистите дъбови гори средната дата на последния пролетен мраз е 7.IV (13.III-5.V), а на първия есенен мраз е 12.XI (22.IX-2.XII) или продължителността на дните без мразове е 218 по данни за метеорологична станция “Кърджали” – Климатичен справочник за Република България 1983 г.

За ниските части от района, късните пролетни и ранните есенни мразове настъпват след началото и преди края на вегетационния период, което в отделни години води до значителни повреди в развитието на дървесната растителност – измръзване, мразоизхвърляне и др., а за средните и високи части – настъпват преди началото и след края на вегетационния период, което благоприятствува развитието на разнообразна растителност.

Сезонното разпределение на валежите е с зимно-пролетен максимум и лятно-есенен минимум, което не е ясно изразено и съществува една относителна равномерност на разпределението на валежите по сезони. Годишната сума на валежите е от 595-775 l/m² за ниските и 700-1100 l/m² за високите части на стопанството. Максималната сума на валежите е през месеците декември, а минималната – септември-август – таблица 2.

Средният брой на засушаванията с продължителност над 10 дни, в течение на 10 годишен период по данни от Климатичния атлас са както следва: за зимния сезон от 6 до 13 броя, за пролетния – от 15 до 17 броя, за летния – от 17 до 20 и за есенния – 20-23 броя. Най-много засушавания с продължителност над 10 дни са през есента, следвани от тези през лятото. Това определя тези сезони като особено пожароопасни.

Средната дата на поява на снежна покривка по данни от метеорологична станция “Кърджали” е 14.XII, а на изчезването 5.III, или средната продължителност на дните със снежна покривка е 91.

По данни от Климатичния атлас, средната дата на първата снежна покривка за водосбора на язовир “Студен кладенец” е 10.XII, а последната – 1.III. Средната продължителност на дните със снежна покривка е 80 дни.

Средната относителна влажност на въздуха в проценти е: за метеорологична станция “Кърджали” – м.I – 83; м.IV – 68; м.VII – 60; м.X – 75; годишна – 72 – за ниските части, а по данни от Климатичния атлас – за средните и високите части от района на стопанството по месеци е – м.I – 80; м.IV – 55; м.VII – 45 до 50; м.X – 60. Годишният индекс на сухотата по данни от Климатичния атлас за ниските части е от 10 до 20, а за средните и високи части – от 20 до 30.

По данни от Климатичния справочник от 1982 г. за метеорологична станция “Кърджали” целогодишно господстващи ветрове са северните, които заемат 32,4% по честота, следвани от южните – 21,5%, североизточните – 17,1% и др. Дните без вятър (тихо време) са 58,7%. Броят на дните, през които духат силни ветрове със скорост по-голяма от 14 m/s е 8,1 за годината.

От данните за климата (температура на въздуха и валежи) и характера на техния режим, и свързаните с тях – влажност на въздуха и годишен индекс на сухотата, засушавания и други се вижда, че той е благоприятен за развитието на естествената и земеделска растителност и горските култури. Общо взето климата в района на гр. Кърджали се формира под въздействието на средиземноморското влияние и е много благоприятен за развитието на растителността. Посочените данни и описаните особености на отделните климатични елементи – разпределението на валежите по сезони и месеци, влажността на въздуха, засушаванията, мразовете, снежната покривка, продължителността на вегетационния период и др. трябва да се имат предвид и във връзка с разпространението на въздушните замърсявания и въздействието им върху екосистемите.

Таблица 1. Средни температурни данни по климатични райони и горскорастителни подпояси

Климатичен район, метеорологична станция	Пояси и подпояси т н.в.	Температура на въздуха °С				Ср. год. °С	Ср. год. абсолют. мин. °С	Ср. год. абсолют. макс. °С	Средна дата на трайно задръжане на температурата на въздуха			
		I	IV	VII	X				Над 5°С		Над 10°С	
									Пролет	Есен	Пролет	Есен
1. Климатичен район на Източнородопските речни долини (100-400 т н.в.) мет.станция "Кърджали"												
	0-800											
	0-600											
	231	0,8	12,0	23,4	13,2	12,5	-26,5	42,1	4.III	7.XII	3.IV	5.XI.
2. Източнородопски ниско планински климатичен район (400-1000 т н.в.) по Събев и Станев												
	0-600											
	600-800											
		-1.5	7.5	17.5					10.III			

Таблица 2. Разпределение на средните годишни и сезонни суми на валежите по климатични райони и горскорастителни пояси (по Събев, Станев)

Климатичен район	Пояси и подпояси т н.в.	Валежни суми в литри на кв. метър					Месец с макс. валежна сума	Месец с мин.на валежна сума
		Зима	Пролет	Лято	Есен	Годишно		
		XII, I, II	III,IV, V	VI, VII,VIII	IX, X, XI			
1. Климатичен район на източнородопските речни долини (100-400 т н.в.)	0-800							
	0-600	170-255	150-195	115-160	145-200	595-775	XII	IX,VIII
2. Източнородопски нископланински климатичен район (400-1000 т н.в.)	0-600							
	600-800							

Хидрографската мрежа в района е силно развита. Наред с големите реки Арда, Перперек и Върбица, районът е прорязан от много по-малки реки и долове, често с големи наклони на надлъжните профили.

През града протича р. Арда, която навлиза в него от запад и течението и се обхваща почти изцяло от чашките на язовирите “Кърджали” и “Студен кладенец” като обект на анализ са земите около последния. Има постоянно водно течение, силно влияещо се и от годишните сезони. Водосборът на язовира е голям и с неправилна форма.

Водните течения, които подхранват яз. “Студен кладенец”, в района на въздействие са реките Перперек и Върбица и техните притоци, Кьош дол, и много други долове вливащи се в горните водни течения и в язовира.

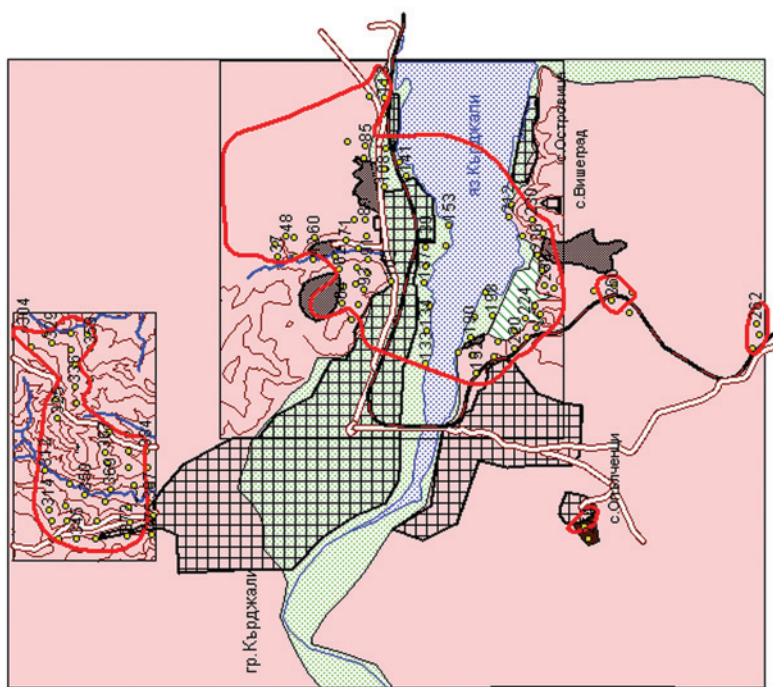
Водосборът на р. Перперек (ляв приток в язовира) води началото си от два дола – в района на с. Черна нива и Даскалово, които са с тесни легла и малки наклони. До сливането им текат през поземления фонд, а после реката минава и през горския фонд. Недалеч от с. Черноочене леглото и се разширява. Под селото на отделни места е направена корекция на леглото и е извършено залесяване. До с. Перперек протича в югоизточна посока, след което прави завой в югозападна до вливането и в чашката на язовира. Има непостоянен дебит, с максимални води през зимно-пролетния сезон и при продължителни валежи и лятно-есенен минимум. Притоците на р. Перперек са долове с тесни легла и стръмни брегове, които в по-голямата си част са обрасли с дървесна растителност. Имат непостоянен дебит и през летните месеци пресъхват. Максималните им води са през пролетта. Ерозионните процеси във водосборите им действат в незалесените горски площи и в земеделските земи. Последните са с големи наклони и са основен източник на наносни материали, които се отлагат в леглото на р. Перперек.

Геолого-петрографския строеж на района на Кърджали е резултат на тектонични и вулканични процеси през терциера и архайската ера. През Еоцена Източните Родопи са били покрити от еоценско море, което е отложило варовици и пясъци. Нахлуването на еоценското море е било предшествувано

Карта на почвите

в района на гр. Кърджали с местата на пробоземане
в М 1:60 000

Легенда:



Фиг. №

и съпроводено от оживена вулканична дейност и изригване на големи маси лава. Поради това в района на стопанството се срещат скали от трите основни типа: вулканични, седементни и метаморфни. Вулканичните скали са представени от андезит и риолит, вулкански туфи; седиментните от: варовици, варовити мергели, мергели, пясъчници, туфи, туфобрекчии, пясък и чакъл, а метаморфните от: мрамори, гнайси и гранито-гнайси.

Основните скали оказват съществено влияние за формирането на различни **почвени типове**, с различна дълбочина, киселинност, механичен състав и запасеност с хранителни вещества. Това от своя страна обуславя формирането на различни типове горски месторастения и е предпоставка за разнообразно земеделско производство. За жалост тези разнообразни условия на средата и при благоприятните климатични условия не се използват пълноценно и земеделието е насочено главно към тютюнопроизводството.

Установените почвени различия в района на гр. Кърджали се обуславят преди всичко от разнообразието на релефа, растителността и почвообработващите основни скали.

Почвите са представени от следните типове и под-типове: алувиална, алувиално-ливадна, алувиално-делувиална, канелена горска излужена и рендзина. Карта на различните типове почви за района е представена на фиг. 1.

Голяма част от почвите са силно ерозирали с ясно очертани ровини. Върху земеделските земи, разположени върху терени с по-голям наклон действа площна ерозия.

Климатичните условия, почвите и стопанското развитие на района определят **земеползуването**.

Развитието на *горското стопанство* се определя от естествените горски екосистеми и възможностите за интензивно горско стопанство.

В подпояса на крайречните и лонгозни гори – Ю-I-1 (0-800 m) естествената дървесна растителност е представена от бялата топола, елшата, върбите и др., които образуват смесени насаждения. Широко разпространени тук са създадените култури от клоновете тополи И-214, Вернирубенс и други.

В подпояса на равнинно-хълмистите дъбови гори – Ю-I-2 (200-600 m). естествената дървесна растителност се характеризира със съобществата от благун, космат дъб, зимен дъб, цер, келяв габър и др. Те образуват чисти и смесени насаждения, в състава на които участвуват още мъждрян, клен, брекиня и др. На припечните изложения обликът се дава от чисти и смесени благунови насаждения, а на сенчестите – от чисти и смесени горунови (зимендъбови). След реконструкция са създадени култури главно от черен и бял бор, в състава на които участвуват сребролистна липа, бреза и издънки от дървесните видове. На голите площи създадените култури са чисти от чер и бял бор, червен дъб, акация, орех и бадем.

Земеделieto в настоящия момент е разпокъсано, дребно-собственическо и слабо оборудвано с машини, на изостанало спрямо останалите отрасли ниво. Представено е главно от тютюнопроизводство, по-малко – зеленчукопроизводство, лозарство и овощни градини. Обработваните някога земеделски земи са изоставени или превърнати в ливади и пасища. Заедно с това върху земеделието в района силно отражение оказва както в миналото, така и в настоящия момент замърсяването на почвите около големите промишлени обекти ОЦК Кърджали, “Горубсо”, “Бентонит” и др.

1.2. Преглед на досегашните изследвания по проблема

На територията на община Кърджали и по-специално в района на ОЦК са извършвани многобройни проучвания от редица институти и организации като “НИПРОРУДА”, ИП “Пушкарров”, Институт по хранене и професионални заболявания”, фондация “Тайм” и много други. Интересът към проучванията в този район са големи, тъй като природните дадености са твърде интересни, недостигът на обработваеми земи е осезаем, здравето на населението показва наличие на проблеми, а наличният поземлен фонд е увреден в различна степен. Под увредени земеделски земи следва да се разбират почви, чиито естествени функции, свързани преди всичко с кръговрата на веществата и плодородието им са нарушени в известна степен и свойствата им са повлияни в неблагоприятно отношение. Необходима е голяма гри-

жа и отговорност за опазване на почвата от по-нататъшно увреждане и целесъобразно използване, за да се намалят нанесените щети и риска от консумация на силно замърсени продукти.

Тъй като в пределите на страната са изчерпани възможностите за включване на нови обработваеми земи, годни за рационално земеделско използване (даже се налага трансформация на обработваеми земи (ниви) в други културни видове като гори и пасища, с оглед опазването им от ерозия), от голямо значение е въпросът за възстановяване на земите, засегнати от промишлена дейност. От казаното дотук следва да се разбира, че увредените земеделски земи са предимно антропогенно повлияни. С развитието на техническия прогрес и промишлеността, антропогенните почви, резултат на човешката дейност, заемат все по-голяма част от почвената покривка на страната. При формирането на антропогенните почви действат всички почвообразуващи фактори, но водеща роля имат не природните фактори, а производствената дейност на човека, продължителността на протичане на антропогенния процес и продължителност на експозицията на почви, растения, животни или човек на определено въздействие. Промислената дейност води до постъпване на вредни вещества в почвите, при което се нарушава нормалното взаимоотношение почва-растение. При тези условия почвите бавно, но прогресивно се замърсяват и изменят в отрицателна посока в сравнение с първоначалното им естествено състояние. Около 300 000 дка в страната са замърсени в различна степен с тежки метали. Това бе причина да се направят детайлни проучвания на замърсените райони, наречени горещи точки, за целите на земеразделянето. В резултат на многобройните пробонабирания се даде възможност за статистическа обработка на информацията, както и да се достигне да изводи за определяне граничните стойности на зоните на замърсяване. Важността на проблема бе причина за разработване на методика, а по-късно и на Инструкция за определяне вида и степента на замърсяване на земеделските земи по землища и режима на тяхното ползване, приета на Колегиум на МЗГ през 1994 г., Информационен бюлетин №27. Част от мероприятията, които могат да се използват за възстановяване плодородието на

почвата и редуциране на риска от консумацията на получената продукция са залегнали в следните раздели и членове:

Раздел V. Методи за възстановяване на замърсени земи

чл.17 При прилагане на мерки за мелиорация, почистване и възстановяване на замърсените с тежки и токсични елементи, радионуклиди и нефтопродукти земи или при провеждане на работи за отстраняване на разтворимите соли или обменния натрий в тях, както и за смекчаване или ограничаване на въздействието на изброените замърсители, се използват достъпни, технически и екологически безопасни методи, в т.ч.

1. варуване – внасяне на карбонатни материали в кисели почви с цел неутрализиране на киселата реакция на средата за период до 5 години и изменение на класа на почвата по устойчивост към химическо замърсяване;

2. преваруване – внасяне на карбонатни материали в киселите почви в по-големи количества в сравнение със стандартното варуване с оглед ефектът на повишената устойчивост на почвите към химическо замърсяване да продължи повече от 5 години;

3. внасяне в замърсените почви на материали с високи сорбционни свойства – глинени, зеолити, торф, органични компости или други природни или изкуствено създадени материали, които благодарение на високата си избирателна сорбция могат да свържат и частично или напълно да блокират биологичната усвояемост на химическите замърсители;

4. отстраняване на замърсения почвен слой – механично изземване на замърсената почва, пренасяне и складиране на замърсения материал на безопасно място и заместването му с нови чисти материали, които могат да изпълняват функциите на почва;

(2) Изброените в ал.1 методи за възстановяване на замърсените почви не изключват прилагането на други технологии на почистване и възстановяване, определени по реда на чл.4, ал.1 от Наредбата за прилагане на чл.10, ал. от 10 ЗСПЗЗ.

(3) Препоръчва се стойностната оценка на замърсяването на земеделските земи да се извършва на базата на разходите за

Ремедияция на замърсени почви и преодоляване на екологични щети от “ОЦК” АД – гр. Кърджали

мелиоративни, очистителни и възстановителни работи, по ал.1, предназначени за възстановяване на мултифункционалната способност на почвите.

Съгласно чл.8 от инструкцията, почвите в Република България по устойчивост на химическо замърсяване се подреждат в 5 класа според буферната им способност, техните геохимични особености и природата на замърсителите.

В района преобладават почвите от първи клас (поради наличието на варовикови материали), следвани от 3-ти и 4-ти клас съгласно приложение №8.

Приложение №8 към чл.8

Групиране на почвите в България по устойчивост на химическо замърсяване

Клас на почвите по устойчивост	Геохимична асоциация	Наименование на почвите
1	Карбонатни и алкални почви	1. Рендзини 2. Карбонатни алувиални и делувиално-ливадни почви, заблатени 3. Карбонатни смолници 4. Карбонатни черноземи 5. Солонци
2	Неутрални глееви и оглеени почви; Неутрални тежко пясъкливо-глинести и глинести почви	6. Торфища 7. Торфено-блатни 8. Ливадни смолници 9. Ливадно-блатни 10. Канелено-подобни смолници 11. Излужени смолници 12. Типични смолници 13. Солончащи
3	Неутрални, средно и тежко пясъкливо-глинести почви	14. Ливадни черноземи 15. Ливадно-канелени 16. Антропогенни почви 17. Слабо и средно излужени канелени горски 18. Смолницоподобни канелени горски почви 19. Типични канелени горски почви 20. Тъмносиви горски почви 21. Оползолени и глеевидни черноземи 22. Излужени черноземи 23. Типични черноземи
4	Кисели с текстурна диференциация	24. Сиви горски почви 25. Силно излужени канелени горски почви
5	Кисели и кисели оглеени почви	26. Кисели алувиални и делувиални почви 27. Жълтоземно-подзолисти 28. Канелено-подзолисти 29. Светлосиви горски почви 30. Ранкери 31. Кафяви горски почви 32. Планинско-ливадни 33. Окултурени пясъци

Раздел IV. Критерии и стандарти за оценка на равнището на замърсяване на почвите с тежки и токсични елементи

чл.10 (Оценката на замърсените земеделски земи с тежки метали и арсен се извършва на базата на временни, количествено определени, ПДК на замърсителите в почвата, диференцирани съгласно Наредба №3 от 1979 г., определени според общото съдържание на тези елемент в почвата при отчитане стойността на рН (Приложение №10).

Приложение №10 към чл.10, т.1 и чл.11, ал.1 и 2

Диференцирани стойности на ПДК за Cd, Pb, Zn, As, Cr и Ni в зависимост от рН на почвата

Елемент	рН (H ₂ O)	ПДК на елемента (mg/kg суха почва)	ПДК за стандартна почва с рН = 6,0
Cd	> 4,0	0,4	1,5
	> 5,0	0,8	
	> 5,5	1,0	
	> 6,0	1,5	
	> 7,0	3,0	
As	> 4,0	25	25
	> 5,0	25	
	> 5,5	25	
	> 6,0	25	
	> 7,0	25	
Ni	> 4,0	25	60
	> 5,0	35	
	> 5,5	50	
	> 6,0	60	
	> 7,0	70	
Pb	< 4,0	20	70
	4,1-5,0	40	
	5,1-6,0	70	
	6,1-7,0	80	
	>7,0	80	
Zn	< 4,0	30	200
	4,1-5,0	60	
	5,1-5,5	95	
	5,6-6,0	200	
	6,1-7,0	340	
	> 7,0	370	

ПДК в приложението са подходящи за райони без геохимични аномално високи фонове концентрации на изброените елементи. Като геохимични в района са стойностите за съдържание на Ni и Cr, но те не са предмет на обсъждане, тъй като не са продукт от производствената дейност на завода.

Чл.11 (1) Равнището на замърсяване на земеделските земи се определя чрез използване на временни, числено определени прагови стойности на концентрация на отделните замърсители в почвата, групирани в две категории:

1. ниски прагови А стойности, които представляват ПДК на замърсителите в почвата, посочени в приложение №10.

2. високи прагови С стойности, които представляват рис-кови концентрации на индивидуалните замърсители в почвата, дефинирани по еотоксикологични критерии в приложение №13.

(2) 3. *зона С* – концентрацията на замърсителите в почвата в слоя 0-10 cm е по-висока от праговете С-стойности (РК-рискови концентрации); почвата се определя като опасно замърсена и с нарушена мултифункционалност налагащи провеждането на работи по нейното почистване и възстановяване; собствениците на земите в тази зона на основание чл.2, ал.2 от прилагане на Наредбата за прилагане чл.10, ал.10 от ЗСПЗЗ, по тяхно искане могат да бъдат обезщетени по реда и условията на чл.10б ЗСПЗЗ или да им бъдат възстановени правата върху собствените им замърсени земи.

(3) ако поради финансови или технологични причини, или съображения за опазване на околната среда, извършването на очистителни и възстановителни работи на почвата не е възможно, се прилага политика на изолация, контрол и мониторинг (ИКМ) на замърсените площи; земеделското ползване е строго ограничено.

Приложение №13 към чл.11, ал.1, т.2

Справочни А и С – стойности на концентрация на някои замърсители в почвата

Субстанции	Концентрация на замърсителите в mg/kg суха почва	
	Равнище А	Равнище С
Метали и As (mg/kg суха почва)		
Cd	1,5	> 10,0
Cu	120,0	> 600,0
Pb	70,0	> 350,0
Zn	200,0	> 1000,0
Hg	1,0	> 5,0
As	25,0	> 125,0
Cr	190,0	> 500,0

Забележка:

1) Стойностите на тежките и токсични елементи при равнище А се отнасят за стандартна почва с pH=6

2) Конкретните стойности за равнища В I, В II, В III и С за замърсяване на почвите се получават чрез прилагане на критериите, изложени в Приложение №14.

Приложение №14 към чл.12, ал.1, 3 и 4 и чл.15

Критерии за оценка на равнищата и степените на замърсяване на почвите с тежки и токсични елементи

Равнища	Зони	Степени на замърсяване	Наименование	Критерии за оценка	
				Измерена концентрация ПДК mg/kg ⁻¹	Измерена концентрация Фон mg/kg ⁻¹
А	AA А	0	Практически незамърсена почва	< 0,3	1
		1		0,3-0,6	2
		2		0,6-1,0	3-5
В	В I	3	Слабо замърсена	1,1-2,0	
	В II	4	Средно замърсена	2,1-3,0	
	В III	5	Силно замърсена	3,1-5,0	
С	С	6	Опасно замърсена	> 5,0	

Съгласно **чл.14** (1) Режими на ограничено ползване на земеделските земи, замърсени с тежки метали и токсични елементи се определя според равнището на замърсяване и вида на земеделските култури – Приложение №17.

(2) При концентрация на тежките и токсични елементи в почвата в рамките на зона А земите се приемат за практически чисти и се използват мултифункционално.

(3) При замърсяване на земеделските земи в рамките на зона В I, В II и В III се определя прилагането на селективна система на земеделие и въвеждане на ограничителни режими на земеползване (Приложение №17). Не се допуска консумация на продукция от културите, които не се препоръчват в тази зона без да са извършени контролни анализи.

(4) При замърсяване на земеделските земи в рамките на зона С не се допуска отглеждането на земеделски култури, предназначени за пряка консумация или пасищни култури. Площите в зона С могат да се използват за отглеждане на култури, чиято продукция не е предназначена за пряка консумация от населението или само за специфични култури (Приложение №17).

В забележка е отбелязано, че тези ограничения са въведени за условия на текущо замърсяване. Сега в някои места като Кърджали и Пловдив обстановката значително е променена след поставянето на високо ефективни филтри. Там остава да действа повече почвеното замърсяване.

Групите култури (колона 1, Приложение №17) включват следните индивидуални земеделски култури:

Зеленчукови култури: всички зеленчуци плюс картофи, моркови за фураж, крѐмно цвекло, салатно цвекло, тикви, дини, пъпеши, хранитени подправки, градински грах, бамя, гулия, ряпа, чесън, праз.

2. Зърнено-житни и бобови: пшеница, ечемик, ръж, овес, царевица, сорго, просо, ориз, тритикале, фасул, соя, зимен и пролетен фуражен грах, леща, нахут, бакла.

3. Технически култури:

А. Хранителни – слънчоглед, рапица, рицин, сусам, фъстъци, захарно цвекло, резене, хмел

Б. Нехранителни – памук, лен, коноп, лавандула, мента, босилек, тютюн

4. Фуражни култури: листни и зърнено-фуражни – люцерна, детелина, еспарзета, звездан, фий, репко, зимни и пролетни житни и бобови смеси, многогодишни житни треви.

5. Трайни и овощни насаждения: ябълка, круша, вишна, череша, праскова, кайсия, зарзала, дюла, слива, орехи, бадеми, кестени, мушмула, лешници, черници, ягоди, малини, капини, френско грозде, винени и десертни лозя.

Приложение №17 към чл.14, ал.1, 3 и 4 и чл.15

Схема на използване на земите според замърсяването им с тежки и токсични елементи (при продължаващо замърсяване)*

ГРУПИ КУЛТУРИ	РАВНИЩЕ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ	ПРЕПОРЪЧВА СЕ	НЕ СЕ ПРЕПОРЪЧВА
1	2	3	4
Зеленчукови култури	A	Няма ограничение	
	B I	Всички зеленчукови култури	Подправки, листни зеленчуци и репички
	B II	Салатно цвекло, моркови за фураж, картофи, тикви, дини, пъпеши, краставици, пипер, домати, патладжани и др.	Освен културите в B I и: градински грах, лук за зелено, кромид, всички зеленчуци за туршия
	B III		Всички зеленчуци
	C		Всички зеленчуци
Зърнено-житни и бобови култури	A	Няма ограничение	
	B I	Зърнено-житни и бобови	Силаж
	B II	Зърнено-житни и бобови	Освен културите от B I и: продукция за силаж; листни фуражи, леща и фасул
	B III	Зърнено-житни за фураж (фуражно зърно)	Освен културите от B II и: зърнено-житни и бобови за храна
	C	зърнено-житни за семеизпроизводство	Освен културите от B III и: зърнено-житни и бобови култури за храна и фураж
Технически и фуражни култури	A	Няма ограничения	
	B I	Няма ограничения	
	B II	Технически к-ри	Листни фуражи, тютюн, фъстъци
	B III	Технически култури	Освен от B II и: всички фуражи
	C	Технически нехранителни култури	Освен B III и всички технически хранителни
Трайни и овощни насаждения	A	Няма ограничения	
	B I	Няма ограничения	
	B II	Няма ограничения	Винени лозя
	B III	ябълки, круши, сливи, череши, вишни десертни лозя за пряка консумация и дестилация и др.	Освен B II и: ягоди, малини, капини, касис, праскови, дюли, кайсии
	C	Вишни, череши, ябълки, круши, лозя за пряка консумация	Освен B III и: лозя за вино

*Забележка:

Схемата в Приложение №17 е съобразена с праговете стойности на замърсителите и типа на получаваната продукция (т.е. продукция за консумация или преработка на продукти, които не се консумират). Въведените ограничения отчитат и обстоятелството, че замърсяването в повечето случаи е текущо, т.е. културите се развиват при продължаващи отлагания в почвата и върху отглежданите култури на замърсители, пренасяни по въздушен път или чрез водите.

Раздел VII. Регистрация и сертификат на замърсените земи

чл.22 Министерството на земеделието, управление "Поземлена реформа" създава и поддържа Регистър на нарушените, замърсените и деградираните земеделски земи, като раздел на Регистъра на земеделските земи.

чл.23 (1) Сертификатът на замърсените земи се издава въз основа на регистъра на нарушените, замърсените и деградираните земеделски земи, по образец съгласно Приложение №24, със следното съдържание:

1. местонахождение и номер на замърсения имот според плана за земеразделяне или кадастъра;

2. трите имена и ЕГН на собственика или трите имена и ЕГН на наследодателя в случаите на възстановяване на правата върху земеделските земи на починал собственик;

3. оценяване на замърсяването по тип, вид, степен и равнище;

4. бонитировъчна оценка и категория на почвата, определена според замърсяването;

5. режими на земеползване.

(2) Когато през имота (парцела) преминават граници на различни зони на замърсяване, в сертификата се посочват данните за замърсяването и режимът на земеползване за преобладаващата площ, които важат за целия парцел.

(3) Когато замърсяването обхваща част от имота (парцела), към сертификата се прилага скица на имота с границите на засегнатия участък, ако те не са отразени върху скицата към решението за възстановяване на собствеността по чл.18 ж, ал.1 и чл. 27 от ППЗСПЗЗ.

чл. 24 (1) Сертификатът на замърсените земи представлява част от решенията за възстановяване на собствеността по чл.18 ж, ал.1 и чл.27 от ППЗСПЗЗ.

(2) В случаите, когато подробното проучване по реда на чл.3, ал.4 от Наредбата за прилагане на чл.10, ал.10 ЗСПЗЗ е завършено след възстановяването на правата върху земеделските земи, за издаването на сертификата се уведомяват собственикът или заявителят по преписката за възстановяване на собствеността по реда на Гражданския процесуален кодекс.

чл.25 Сертификати на замърсените земи могат да се издават по искане на собствениците или заинтересованите лица въз основа на подробни проучвания съгласно тази инструкция и по цени, определени от министъра на земеделието.

***1.3. Характеристика на замърсяването
на почвите в района, определен със замърсяване,
по-високо от два пъти ПДК***

На основата на резултатите от почвените проучвания на колектив от “Н. Пушкиров” и последващите анализи през 1994, 1996 г. и по-късно е направен анализ на замърсяването на почвите в района на ОЦК на територия, определена от изискванията на Техническото задание на Комбината. Границите на тази територия са очертани от предишните изследвания и от анализа на депозициите на комбината и прилежащите предприятия и заема площ 160 ha. По характерни места, предмет на настоящата разработка, са заснети и показани на снимков материал с номера от СН 1 до СН 8 – фиг. 2.

1.3.1. Методи за изследване

Пространственото разпределение на типовете почви се вижда от приложената почвена карта в М 1:60000, върху която са очертани границите на замърсяването им в нива над три пъти (според проучването от 1994 год.) и границите, които очертава моделът на разпространението на замърсителите по “факела на комина” .

За уточняване на свойства на почвите и въздействието на замърсяването на въздуха върху тях са взети 128 броя почвени проби. Пробите са взети според изискванията на БДС – за обработваеми площи – средни проби от 20-25 cm дълбочина, а в пасища и ливади – средни проби от 10 cm дълбочина. Анализирани са тежките метали Pb, Zn и Cd – тези, които представляват най-големите и токсични замърсители на въздуха, генерирани от ОЦК.

Пробите са подготвени и анализирани в ЕВПОТЕСТ КОНТРОЛ “ АД, съгласно БДС, ISO 11464 – 2002 г. и ISO 11466 – 2001 г. Изсушените проби са обработени със смес от солна и

азотна киселина (царска вода) и оставени да престояват 16 часа, при стайна температура с последващо нагриване до кипене с обратен хладник за 2 часа. Получените екстракти са филтрирани и прехвърлени към количествено – мерителни колби. Съдържанието Pb, Zn, Cd е измерено ISP – AES “Spectro Ciros”, закупен 2002 г. Успоредно са анализирани и серия от почвени стандартни образци. Резултатите са представени в протокол №6.1-055/21.04.04 г. – Таблично приложение №1. фиг. 2 (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

Анализите на 20 бр. произволно избрани почвени проби са дублирани, съгласно изискваният на ISO 14869-1 със смес от флуороводородна и перхлорна киселина. След изпаряване почти до сухо, остатъкът от пробите е разтворен в разредена азотна киселина и прехвърлен количествено в мерителни колби. Съдържанието на Pb, Zn и Cd е измерено ISP – AES “Spectro Ciros”. Резултатите са представени в протокол №6.1-063/21.04.04 г. – Таблично приложение №2. От анализите се вижда, че в съдържанието на анализирани елементи, определени по двете методики не се забелязва съществена разлика.

Освен тях (Pb, Zn и Cd) са определени показателите, които имат най-голямо значение за подвижността на тежките метали и усвояването им от растенията:

- съдържание на тежки метали, по АСП след мокро изгаряне в “царска вода”;
- механичен състав, по Качински;
- хумус по метода на Тюрин;
- реакция на почвата (pH), потенциометрично;
- общ азот, по метода на Келдал;
- K_2O усвоим, чрез извличане по метода на Милчева – ААА.

P_2O_5 усвоим, чрез извличане по метода Петко Иванов, спектрофотометрично; Особено внимание е обърнато върху химичните свойства на почвите в района. Внимание върху химичния състав и свойствата на насипните материали трябва

да се обърне, тъй като те в голяма степен повлияват окислението на тежки метали, оттам и значението им за метаболизма на растенията. Относно този проблем в чуждата литература съществуват разработки, както и във връзка с поведението на тези елементи в почвата и растенията. У нас подобни изследвания, свързани с поведението на тежки метали в почвата и усвояването им от растенията, както и възможностите за намаляване и предотвратяване на това замърсяване са направени към ИППД "Пушкарров" (Ганев Ст. 1989 г.; Стойчев Чулджиян Х., 1978 г., 1982 г., 1988 г., 1989 г.; Куликов А., 1992 г., 1997 г.; Райков Л. и Чулджиян Х., 1983 г., 1996 г., Божинова П. и колектив 1994 г. и др.).

Данните от анализите са представени таблично по райони, а в края на отчета са представени и протоколите от изследванията – Таблични приложения №1, 2 и 3.

1.3.2. Резултати от изследванията

1.3.2.1. Механичен състав

Механичният състав на почвата е важно условие за отрицателното действие на оловото върху усвояването на тежките метали, поради промяната на микробиологичната активност при различните почви. Така например в песъчливи почви микробиологичната активност се подтиска при внасяне на 5 000 ч./млн. олово, докато при глинести почви при тези дози тя не се изменя. (Большаков В. А. и Т. А. Клименко, 1976 г.) Установено е и отслабване процесите на транспирация, което свидетелства и за снижаване на ферментативната активност.

Данните от изследванията на почвите показват, че те са твърде разнообразни по механичен състав, резултатите са дадени в Таблица 3, протокол №6.2-1/155/16.04.2004 г. – Таблично приложение №3.

**Ремедияция на замърсени почви и преодоляване на
екологични щети от “ОЦК” АД – гр. Кърджали**

Таблица 3. Механичен състав на изследваните проби

№ по ред	№ на пробата	Исходна маса		Механичен състав (спрямо неразтворимата компонента)			Определение на почвата по механичен състав
		Разтворима компонента g / %	Неразтворима компонента g / %	Физически пясък g / %		Физическа глина g / %	
				> 0,1 mm	0,1-0,01 mm	< 0,01 mm	
Район Гледка Южен бряг на яз. “Студен кладенец”							
1	191		40,00 100,00	15,86 39,65	12,70 31,75	11,44 28,60	Леко пясъчливо-глинеста
2	192		30,00 100,00	9,44 31,47	12,51 41,70	8,05 26,83	Леко пясъчливо-глинеста
3	196	2,23 7,43	27,77 92,57	10,40 37,45	5,86 21,10	11,51 41,45	Тежко пясъчливо-глинеста
4	220		40,00 100,00	10,48 26,20	20,42 51,05	9,10 22,75	Леко пясъчливо-глинеста
5	189	3,32 11,07	26,68 88,93	11,32 42,43	3,46 12,97	11,90 44,60	Тежко пясъчливо-глинеста
6	210		40,00 100,00	22,21 55,52	13,91 34,77	3,88 9,71	Свързан пясък
7	211		30,00 100,00	11,13 37,10	9,05 30,17	9,82 32,73	Средно пясъчливо-глинеста
8	230		30,00 100,00	6,32 21,07	4,77 15,90	18,91 63,03	Леко глинеста
9	224	3,33 11,10	26,67 88,90	8,39 31,46	12,03 45,11	6,25 23,43	Леко пясъчливо-глинеста
Северно от промишлената зона							
10	38		30,00 100,00	10,33 34,43	13,96 46,53	5,71 19,04	Глинесто пясъчлива
11	48		30,00 100,00	11,21 37,37	13,06 43,53	5,73 19,10	Глинесто пясъчлива
12	42	2,32 7,73	27,68 92,27	12,83 46,35	8,13 29,37	6,72 24,28	Леко пясъчливо-глинеста
13	71	1,56 5,20	28,44 94,80	5,79 20,36	16,67 58,61	5,98 21,03	Леко пясъчливо-глинеста
14	67		30,00 100,00	5,33 17,77	10,86 36,20	13,81 46,03	Тежко пясъчливо-глинеста
15	68		30,00 100,00	6,84 22,80	17,88 59,60	5,28 17,60	Глинесто пясъчлива
16	69		30,00 100,00	2,28 7,60	19,92 66,40	7,80 26,00	Леко пясъчливо-глинеста
17	70	3,47 11,57	26,53 88,43	8,04 30,30	7,98 30,08	10,51 39,62	Средно пясъчливо-глинеста
18	91		30,00 100,00	13,82 46,07	9,48 31,60	6,70 22,30	Леко пясъчливо-глинеста
19	76	2,34 7,80	27,66 92,20	9,48 34,28	13,04 47,14	5,14 18,58	Глинесто пясъчлива
20	82		40,00 100,00	18,50 46,25	18,44 46,10	3,06 7,65	Свързан пясък
Северен бряг на яз. Студен кладенец							
21	110		30,00 100,00	19,72 65,73	6,74 22,47	3,54 11,80	Глинесто пясъчлива
22	113		30,00 100,00	15,94 53,13	9,35 31,17	4,71 15,70	Глинесто пясъчлива
23	141	2,50 8,33	27,50 91,67	11,46 41,67	8,83 32,11	7,21 26,22	Леко пясъчливо-глинеста

№ по ред	№ на пробата	Изходна маса		Механичен състав (спрямо неразтворимата компонента)			Определение на почвата по механичен състав
		Разтворима компонента g / %	Неразтворима компонента g / %	Физически пясък g / %		Физическа глина g / %	
				> 0,1 mm	0,1-0,01 mm		
24	133	4,57 11,42	35,43 88,58	25,05 70,70	0,74 2,09	9,64 27,21	Леко пясъчливо-глинеста
25	134		30,00 100,00	10,07 33,57	8,01 26,70	11,99 39,73	Средно пясъчливо-глинеста
26	137		30,00 100,00	8,25 27,50	12,36 41,20	9,39 31,30	Средно пясъчливо-глинеста
Югозападно от действащото хвостохранилище на "Горубсо"							
27	231		40,00 100,00	24,98 62,45	9,50 23,75	5,52 13,80	Глинесто пясъчлива
28	232		30,00 100,00	16,35 54,50	6,52 21,73	7,13 23,77	Леко пясъчливо-глинеста
29	261		40,00 100,00	8,40 21,00	24,31 60,78	7,29 18,22	Глинесто пясъчлива
Южно от с. Глухар							
30	242		40,00 100,00	14,95 37,37	16,79 41,98	8,26 20,65	Леко пясъчливо-глинеста
31	262		30,00 100,00	13,69 45,63	11,22 37,40	5,09 16,97	Глинесто пясъчлива
32	263		30,00 100,00	14,81 49,37	8,99 29,97	6,20 20,66	Леко пясъчливо-глинеста
Обработваеми земи с. Опълченци							
33	274	3,56 11,87	26,44 88,13	7,89 29,84	9,42 35,63	9,13 34,53	Средно пясъчливо-глинеста
34	275		30,00 100,00	12,05 40,17	10,28 34,27	7,67 25,56	Леко пясъчливо-глинеста
Земеделски земи североизточно от гр. Кърджали							
35	304	6,43 21,43	23,57 78,57	8,95 37,97	6,89 29,23	7,73 32,80	Средно пясъчливо-глинеста
36	305	1,82 6,07	28,18 93,93	9,07 32,19	1,40 4,97	17,71 62,84	Леко пясъчливо-глинеста
37	325		40,00 100,00	28,10 70,25	5,72 14,30	6,18 15,45	Глинесто пясъчлива
38	326	0,98 3,27	29,02 96,73	16,44 56,65	5,10 17,57	7,48 25,78	Леко пясъчливо-глинеста
39	329	1,93 6,43	28,07 93,57	7,36 26,22	10,76 38,33	9,95 35,45	Средно пясъчливо-глинеста
40	330	3,56 11,87	26,44 88,13	9,62 36,38	7,70 29,12	9,12 34,49	Средно пясъчливо-глинеста
41	333	2,05 5,13	37,95 94,87	30,30 79,84	4,20 11,07	3,45 9,09	Свързан пясък
42	334	1,16 3,87	28,84 96,13	11,90 41,26	3,66 12,69	13,28 46,05	Тежко пясъчливо-глинеста
43	335		40,00 100,00	22,44 56,10	8,98 22,45	8,58 21,45	Леко пясъчливо-глинеста
44	336		40,00 100,00	18,02 45,05	9,31 23,28	12,67 31,67	Средно пясъчливо-глинеста
45	337	5,82 14,55	34,18 85,45	14,28 41,78	10,80 31,60	9,10 26,62	Леко пясъчливо-глинеста
46	360	2,49 6,22	37,51 93,78	24,98 66,60	6,11 16,29	6,42 17,11	Глинесто пясъчлива

**Ремедияция на замърсени почви и преодоляване на
екологични щети от "ОЦК" АД – гр. Кърджали**

№ по ред	№ на пробата	Исходна маса		Механичен състав (спрямо неразтворимата компонента)			Определение на почвата по механичен състав
		Разтворима компонента g / %	Неразтворима компонента g / %	Физически пясък g / %		Физическа глина g / %	
				> 0,1 mm	0,1-0,01 mm		
47	367	3,39 8,48	36,61 91,52	19,88 54,30	10,49 28,66	6,24 17,04	Глинесто пясъчлива
48	318	8,99 29,97	21,01 70,03	5,44 25,89	9,28 44,17	6,29 29,94	Леко пясъчливо-глине
49	319		30,00 100,00	3,55 11,83	18,36 61,20	8,09 26,97	Леко пясъчливо-глине
50	342	2,36 7,87	27,64 92,13	9,58 34,66	7,38 26,70	10,68 38,64	Средно пясъчливо-глине
51	343	2,77 9,23	27,23 90,77	3,66 13,44	10,61 38,96	12,96 47,60	Тежко пясъчливо-глине
52	344	1,36 4,53	28,64 95,47	14,00 48,88	5,79 20,22	8,85 30,90	Средно пясъчливо-глине
53	349	2,65 8,83	27,35 91,17	4,45 16,27	15,52 56,75	7,38 26,98	Леко пясъчливо-глине
54	350		30,00 100,00	9,94 33,13	8,97 22,90	11,09 36,97	Средно пясъчливо-глине
55	369	3,68 12,27	26,32 87,73	6,71 25,49	12,83 48,75	6,78 25,76	Леко пясъчливо-глине
56	370		30,00 100,00	10,82 36,07	7,54 25,13	11,64 38,80	Средно пясъчливо-глине
57	371	3,79 12,63	26,21 87,37	6,81 25,98	11,64 44,41	7,76 29,61	Леко пясъчливо-глине
58	372	5,86 19,53	24,14 80,47	10,32 42,75	6,78 28,09	7,04 29,16	Леко пясъчливо-глине
59	375	7,51 18,78	32,49 81,22	12,24 37,67	12,87 39,61	7,38 22,72	Леко пясъчливо-глине
60	377		30,00 100,00	9,63 32,10	13,98 46,60	6,39 21,30	Леко пясъчливо-глине
61	378	2,49 8,30	27,51 91,70	5,25 19,08	9,55 34,72	12,71 46,20	Тежко пясъчливо-глине
62	379	2,00 6,67	28,00 93,33	10,02 35,79	8,84 31,57	9,14 32,64	Средно пясъчливо-глине
63	380	2,46 8,20	27,54 91,80	10,71 38,89	11,06 40,16	5,77 20,95	Леко пясъчливо-глине
64	384	3,35 11,17	26,65 88,83	4,31 16,17	15,92 59,74	6,42 24,09	Леко пясъчливо-глине
65	386		30,00 100,00	14,22 47,40	8,17 27,23	7,61 25,37	Леко пясъчливо-глине
66	387	3,39 11,30	26,61 88,70	7,21 27,09	14,43 54,23	4,97 18,68	Глинесто пясъчлива

Механичният състав на изследваните почви, почвени материали и субстрати може да се групира в три групи, независимо от местата на изследваните профили – леко пясъчливо глинести, средно пясъчливо глинести и глинесто пясъчливи.

Най-често се срещат обаче почвите с леко пясъчливо-глинест механичен състав. В района на с. Гледка само на едно

място – в близост до язовира е установено почвено различие с пясъклив строеж.

В района, северно от промишлената зона по-често се срещат почви с глинесто пясъклив механичен състав, но основната характеристика на механичния състав все пак си остава леко до средно пясъкливо глинестият.

На северният бряг на язовир Студен кладенец по-леки са почвите около завода “Бентонит”, но в района на насипището и кариерата почвите са леко- до средно пясъкливо-глинести.

Почвите в района на с. Глухар са също леко до средно пясъкливо глинести, но в една и също обработваема площ те варират между глинесто пясъкливи до леко пясъкливо-глинести.

В повечето случаи обработваемите почви в северо-източната и северната част над гр. Кърджали са също леко до средно пясъкливо-глинести, но се срещат различия и с тежко пясъкливо-глинест механичен състав.

Механичният състав на почвите предполага добра буферна способност и устойчивост към замърсяване, т.е. тежките метали би трябвало да се задържат в повърхностните почвени слоеве на необработваемите земи, а на обработваемите – в орния слой.

Описаният механичен състав на почвите в съчетание с достатъчната им дълбочина и благоприятни климатични условия могат да осигурят много добри възможности за разнообразно земеделско производство. Изследванията, проведени през осемдесетте и деветдесетте години показват, че на много места почвите са плитки, поради което най-често в района се обръща внимание на тютюнопроизводството.

1.3.2.2. Съдържание на хумус и основни хранителни елементи

Съдържанието на хумус и основните хранителни елементи са показатели, освен на почвеното плодородие, също и на устойчивостта на почвите към химическо замърсяване и на възможностите за избягване или компенсиране на създаденото такова с промяна на земеползуването. При попадането на тежки метали в почвата се наблюдават следните ситуации:

Ремедияция на замърсени почви и преодоляване на екологични щети от "ОЦК" АД – гр. Кърджали

- * да се отлагат в неизменен вид
- * да се абсорбират от обменната повърхност на почвените частици
- * да се отнесат в атмосферата
- * да се трансформират от почвената фауна или микроорганизми
- * да се погълнат от корените на растенията (Смит У., 1985 г., Romero F., 1987 г.)

Във връзка с тези принципни положения е установена висока адсорбираща способност на хумусния хоризонт на почвите по отношение на оловото, медта и др. тежки метали като максималните им концентрации са измерени в повърхностните 15 cm (Йорова К., Велизарова, 2000 г.).

Данните от изследването на съдържанието на хумус и основните хранителни елементи са представени в таблица 4.

Таблица 4. Съдържание на хумус и основните хранителни елементи в изследваните проби

№ по ред	Проба №	Описание на местата на вземане на пробите	Хумус %	Общ азот %	Усвоими форми на	
					фосфор P ₂ O ₅ mg/100g	калий K ₂ O mg/100g
Район Гледка – южен бряг на яз. Студен кладенец						
1	191	Обработваеми земи на S бряг на язовира срещу ОЦК. Е – сметище	2,24	0,121	6,913	33,127
2	192	- " -	2,31	0,116	3,924	48,184
3	196	Същата обработваема площ. W – застроена площ	2,16	0,148	48,766	28,910
4	220	По-малка застроена площ S-но от язовира и W-но от старото рекултивирано хвостохранилище	3,81	0,222	75,671	46,678
5	189	На южния бряг на язовира. Силно проредена тополова култура в недобро състояние	1,00	0,043	4,111	13,552
6	210	Земеделски земи на южния бряг на яз. "Студен кладенец"	2,81	0,160	11,397	102,391
7	211	Също	3,43	0,001	13,266	102,391
8	230	Малко парче обработваема земя на южния бряг на язовира, отдалечено от брега и на юг от т. 210 и 211	3,64	0,230	12,518	168,644
9	224	Затревено старо хвостохранилище – проби от плажа на хвостохранилището	1,34	0,075	5,605	54,207
Северно от промишлената зона						
10	38	Северно от промишлената зона, в периферията на закелевляла горска площ	1,78	0,129	8,782	192,736
11	48	Трите точки – 48, 43 и 60 са разположени в една линия през 200 m от север на юг в периферията на гората	3,19	0,153	5,045	87,334
12	42	На 400 западно от т. 60 и непосредствено до насип от "Бентонит"	1,83	0,102	12,145	207,794
13	71	т. 71, 61, 62, 63, 64 са разположени в затревена камениста площ почти в права линия през 200 m на 800 m северно от промишлената зона и южно от нарушен терен от кариера и насип от дейността на "Бентонит"	2,41	0,078	6,166	43,667

№ по ред	Проба №	Описание на местата на вземане на пробите	Хумус %	Общ азот %	Усвоими форми на	
					фосфор P_{O_5} mg/100g	калий K_2O mg/100g
14	67	Обработваема площ със слаб наклон северно от промишлената зона, т. 67, 68, 69 и 70 са разположени в права линия W – E по средата на нивата и южно от т. 64-71	2,62	0,151	14,574	69,265
15	68	В обработваемата площ на 200 m източно от т. 67	2,65	0,186	6,353	48,184
16	69	Обраб. площ източно от т.68	2,31	0,174	5,232	29,513
17	70	Обраб. площ източно от т. 69	2,77	0,122	10,089	403,541
18	91	Слабо затревена площ в непосредствена близост със промишлената зона северно от комбината. През 200 m са разположени в посока E – W т. 89-93, а т. 103 е на границата с промишлената зона на 400 m южно от т. 92 и 93	2,60	0,106	4,484	69,265
19	76	Т.т. 76, 86 и 85 характеризират деградирала слабо затревена площ, между ГФ и кариери на "Бентонит"	2,36	0,128	5,979	96,368
20	82	Обработваема площ южно от гората, северно от "Бентонит"	2,95	0,127	9,903	81,311
Северен бряг на яз. Студен кладенец						
21	110	Малка обработваема площ в непосредствена близост с "Бентонит" източно от ОЦК	1,43	0,068	20,366	219,840
22	113	Пасище с много буйна трева западно от ОЦК и северно от "Бентонит". Пространството се характеризира от т.112, 113 и 114	1,83	0,088	15,134	147,564
23	141	Неизползуваема площ на северния бряг на язовира, покрита с трева	3,10	0,124	24,476	469,794
24	133	Точката е непосредствено до северния бряг на язовира в складова разрушена част от стопанската зона на града (пълна деградация на околната среда)	2,67	0,216	37,368	102,391
25	134	Малка обработваема площ на северния бряг на язовира, южно от ОЦК	1,86	0,003	24,663	37,644
26	137	На 300 m североизточно от т.137. Остатък от редица от храсти (Lycium)	2,67	0,135	9,342	57,219
Югозападно от действащото хвостохранилище на "Горубсо"						
27	231	Обработваема площ по-високо западно от действащото хвостохранилище на "Горубсо"	3,93	0,182	12,145	81,311
28	232	На същата обработваема площ	0,21	0,031	7,100	22,586
29	261	На същата обработваема площ, южно от т. 232	3,17	0,158	25,037	40,655
Южно от с. Глухар						
30	242	Точки 242, 262 и 263 се намират в обработваема площ, намираща се на по-висока кота на 1200 m южно от хвостохранилището и на повече от 2000 m от ОЦК	2,48	0,097	8,408	29,513
31	262	В обработваемата площ на 400 m източно от т. 242	1,88	0,106	10,089	20,779
32	263	В същата обработваема площ между т. т. 242 и 262	1,24	0,066	14,387	21,984
33	274	Обработваема площ от землището на с. Опълченци югозападно от ОЦК. – на повече от 3000 m. В близост е завод за пластмаси, Фирма Шахинлер и др. закрити предприятия и заводи със затихващи функции.	2,74	0,165	36,247	51,196
34	275	Също	2,71	0,079	24,663	54,207
Земеделски земи североизточно от гр. Кърджали						
35	304	Най-северната част от землището	1,19	0,100	8,595	16,262
36	305	На около 500 m югозападно от т. 304	1,52	0,129	30,268	28,609

**Ремедияция на замърсени почви и преодоляване на
екологични щети от "ОЦК" АД – гр. Кърджали**

№ по ред	Проба №	Описание на местата на вземане на пробите	Хумус %	Общ азот %	Усвоими форми на фосфор P_{2O_5} mg/100g	калий К ₂ O mg/100g
37	325	Най-западната част от обработваемата земя, врязана в гората	0.43	0,069	10,276	16,864
38	326	На 500 m източно от т. 325	2.59	0,141	26,718	43,667
39	329	Централна част на обработваемата площ	1.55	0,114	21,300	19,575
40	330	Източната периферия на замърсената земя	2.09	0,140	6,726	22,285
41	333	На 400 m южно от т. 330	1.10	0,086	12,332	14,756
42	334	На 200 m западно от т.333 и на същото разстояние източно от т. 335 в центъра на блока	1.43	0,095	8,408	26,802
43	335	Същото разположение като т. 334	0.69	0,064	16,442	21,984
44	336	Същото разположение като т. 335	1.64	0,109	3,924	18,671
45	337	Западна граница на обработваемата площ с горския фонд	1.50	0,119	5,979	28,609
46	360	Югоизточната граница на обработваемата площ	1.57	0,106	40,358	42,161
47	367	Южна граница на обработваемата площ	0.82	0,212	530,632	67,759
48	318	Зелена площ между ГФ и обраб.земя	2.23	0,113	13,266	20,177
49	319	Обработваема земя, най-северната ѝ част в близост с широк междуградски път	3.59	0,234	3,924	48,184
50	342	На източната граница на обработваемата площ с ГФ	1.52	0,082	8,221	28,910
51	343	Северната част на обработваемата площ близо до ГФ	1.09	0,090	11,024	29,513
52	344	В центъра на северната част на нивата	2.05	0,126	67,450	24,092
53	349	Западна граница на обраб. Земя	2.16	0,090	4,111	42,161
54	350	Източна част на нивата на 400 тюжно от т. 342	1.81	0,121	6,539	33,127
55	369	На източната граница на обработваемата площ с ГФ	2.39	0,165	41,292	108,414
56	370	На 200 m северозападно от т. 369 в центъра на обработваемата земя	0.52	0,055	4,671	33,127
57	371	В южната част на нивата близо до път, идващ от Кърджали	2.65	0,130	8,034	39,150
58	372	Точката граничи с периферията на застрояката	2.79	0,132	17,937	48,184
59	375	Най-южната част на обработваемите земи и най-близката до града	3.29	0,148	28,026	69,265
60	377	Централна част на обраб. земи	2.47	0,132	7,100	42,161
61	378	Също	1.33	0,066	4,297	39,150
62	379	Също	0.98	0,063	8,595	23,490
63	380	Източна част на обраб. земи	2.36	0,124	36,434	42,161
64	384	Самостоятелно обработена земя южно от големия блок. Околните терени са необработени ниви	2.74	0,171	17,563	75,288
65	386	Южна граница на обработваемите земи северно от Кърджали	1.26	0,071	14,947	33,127
66	387	Също – на 200 m западно от т. 386	2.84	0,144	14,013	45,173

Данните показват, че почвите в изследвания район са бедни до средно хумусни. Количеството на хумуса в почвите варира между 0,21% (NW от действащото хвостохранилище), 0,52% (в близост със северната регулация на Кърджали) и 0,43% (NE от Кърджали) до 3,81% – в района на с. Гледка и 3,93% (югозападно от действащото хвостохранилище). Много често в една и също обработваемо площ се срещат както много бедни така и средно хумусни Най-бедни са обработваемите площи в

североизточната част над гр. Кърджали, около завод “Бентонит” – както около кариерите и насипищата, така и на необработените площи в близост до горския фонд, където почвите са плитки и скалите се откриват на места, югозападно от действащото хвостохранилище в района на с. Глухар. Най-често срещаните стойности са тези около 2 и 2,5%. По-високи са стойностите при почвите с тревна покривка, а по-ниски – при разораните ниви. Може да се предположи, че в действителност разликите не са много големи, тъй като в единия случай пробата е вземана само от органичната част на 10 см дълбочина, а в другия – от орницата, където слой е размесен.

Тези данни показват, че в мелиоративните мероприятия, които трябва да се предвидят при ремедиацията на почвите, ще бъде необходимо да бъде включено внасяне на органично вещество – оборски тор, торф или други хумусни вещества.

Съдържанието на азот в изследваните почви в общи линии съответствува на количествата на хумуса. Пробите, които съдържат хумус над 2,5-3%, показват съдържание и на азот около средните – 0,2% или по-често – над 0,100%. Много бедни на азот почви има на южния бряг на язовира (0,043%), на северния бряг на язовира (0,003%), около действащото хвостохранилище (0,031%). Във всички части на района се срещат стойности на азота под 0,100%.

Данните от изследването на съдържанието на азот в почвите потвърждават извода, че почвите в района са бедни на органично вещество и при ремедиацията им са необходими мерки за повишаване на плодородието им и най-вече – на метаболизма на органичното вещество.

Анализите на съдържанието на усвоим фосфор в почвите на района показват твърде голямо разнообразие, въпреки, че можеше да се очакват ниски количества, поради алкалната и даже силно алкалната им реакция. В общи линии много слабо запасени с този елемент почви не се срещат. Малко са и земите, които са слабо запасени. В повечето случаи те са средно да добре запасени с фосфор, а има и такива с обилни количества усвоим фосфор.

Тези данни показват, че е възможно или необходимо ползуването на фосфорни торове за повишаване на плодородието на почвите и блокиране част от вредните количества на оловото, цинка и кадмия.

Данните, получени от анализите на съдържанието на усвоимия калий, показват, че почвите са добре запасени с този елемент и внасянето му зависи от целесъобразността на ползуването и конкретната почва.

1.3.2.3. Съдържание на тежки метали и степен на замърсяване на почвите

Количественият критерий за недостиг или излишък на тежките метали е свързан с тяхното химично състояние в почвата, а не с общото или абсолютното им съдържание. Различните химични елементи имат и различна способност да мигрират в зависимост от киселинно-алкалната или окислително-редукционната характеристика на средата. В редукционни условия миграционната способност на медта, никела, кобалта, цинка намаляват 1-2 пъти в сравнение с окислителни. Върху подвижността на елементите влияят и киселинно-алкалните условия. В киселинно-обменна среда медта, цинкът, никелът, оловото и живакът са по-подвижни, отколкото в неутрална или алкално-обменна. Обратно – ванадият, селенът са по-подвижни в алкална среда, отколкото в кисела (Ганев Ст. 1989 г.; 1992 г., Стойчев, Чулджиян Х. 1978 г., 1982 г., 1983 г., 1988 г., 1989 г.; 1996 г., Куликов А., 1992 г., 1997 г.).

Съгласно съществуващите данни, естествената концентрация на олово или неговото фоново ниво в горните хоризонти на незасолена и незамърсена почва е на 10-20 mg/kg суха почва (при диапазон 10-300 mg/kg). Изказани са предположения, че оловото може да съхрани в повърхностните хумусни хоризонти около 5 000 години.

Смит е установил, че в екосистема с ненарушено естествено горско покритие от многогодишните постъпления на олово в почвата от 266 g/ha неговият принос е едва 6 g/ha за година. Несъответствието между двете числа се обяснява с натрупването на олово в почвата. (Смит У., 1985 г.)

От гледна точка на фитотоксичността, ПДК на оловото в почвата е 600 mg/дка. Тъй като съдържанието на този елемент е значително по-ниско, дори и в градовете или до промишлени обекти и шосета, то се счита, че той е неспособен да нанесе пряка вреда на дървесните видове. (Romero, F. 1987 г.)

Елементи, които се натрупват в надземните екосистеми са Cd, Ni, Ta, Cu, Co, W. Към този списък се добавят понякога и Mn, Cl, Cr, Fe, Mo, които в неголеми количества са необходими за нормалния растеж и развитие на растителността. Съдържанието на Cd, Ni, V, Ta в растенията е много изменчиво. Cd, Ni, I, V, Ti, Hg, Cu потенциално са много токсични. (Romero F., 1987 г.)

Нарастване разтворимостта на тежките метали особено в рудодобивните райони най-често е придружено от повишеното киселинно съдържание на субстратите. При изследвания в Скандинавия и Канада е установено, че с намаляване на pH под 4,6-3 се мобилизират алуминият и останалите тежки метали.

Въздействието на тежките метали върху процесите на минерализация на органичния азот е в зависимост от реакцията на почвата. Така например в киселите подзолисти почви на Швеция повишаване на нивото на медта е свързано почти линейно с намаляване съдържанието на органичния азот. (Большаков А., Т. Клименко, 1976 г., Чулджиян Х., 1989 г., Плугчиева М. 1989 г.) Трайното увеличение концентрацията на медта и цинка в сравнение с фоновата води до значително нарушение на процеса на минерализация. Докато повишаването на концентрацията на цинка, кадмия и оловото не дава определена статистическа зависимост между тяхното съдържание и съдържанието на минерален азот.

Повишаването на съдържанието на тежки метали в почвата води до увеличението им в растенията, което от своя страна зависи от свойствата на почвата, вида на растенията, формите и съединенията на елементите. (Большаков А., Т. Клименко, 1976 г., Чулджиян Х., 1989 г., Плугчиева М. 1989 г., Йорова К. и М. Велизарова, 2000 г.). Това налага определянето на ПДК, както на общите, така и на подвижните форми на тежки метали. Нормите въведени у нас са значително по-ниски за разлика от възприетите

в света (напр. за Pb във Великобритания граничната стойност е 330mg/kg, в Германия – 100 mg/kg, България – 20-80mg/kg).

Непрекъснато нарастващата площ на нарушените терени, вследствие добива на полезни изкопаеми, изисква прилагането на нови методи за ускоряване на рекултивационните дейности върху замърсените територии. Заедно с традиционните методи за рекултивация, изследването на микробиологичната активност на насипите дава възможност за оценяване развитието на почвообразователните процеси върху тях, а от там и за последващо повишаване на тяхното плодородие.

Данните от изследванията на много учени по оценката на степента на замърсяване за сметка на утайване на химичните елементи по сумарни данни показва, че то е най-интензивно около предприятията на цветната металургия (до 450X по-високо от фоновото), приборостроенето (300X по-високо) и черната металургия (250X по-високо от фоновото). По-малко е то близо до машиностроителните и химически предприятия. Спектърът на химическите елементи в техногенните прахови утайки е доста широк, но независимо от типа на производството, се съпровожда от комплексни аномалии.

Механизмът на формиране на аномални полета е свързан със закономерностите на разпространение на замърсители-те в атмосферата. Експоненциалното намаляване на концентрациите им във връзка с отдалечаването от източника, както е при ОЦК Кърджали, води до формиране на ореоли на разсейване в почвата с ясно изразен градиент на концентрация от центъра към периферията. Централните части на ореолите, където съдържанието на химичните елементи десетки и повече пъти превъзхождат фоновите, са близки до източниците на замърсяване, но като правило 1,5-3 пъти повече, отколкото площта на официално фиксираната промишлена зона. Това обикновено обуславя интензивното замърсяване на промишлените площадки и висока степен на замърсяване на близките до предприятията жилищни масиви или селскостопански площи.

При изучаването и контрола на тежките метали в почвите е важно установяването на вида на замърсителите, етапите на замърсяване, разпространението им от източника и натрупването им в почвите и екосистемите. Разпространението им може да бъде локално или глобално. В случая ние разглеждаме локалното замърсяване – само от източника на замърсяване на почвите на селището или в близост до това селище. Глобалното замърсяване само добавя даден замърсител (дадени замърсители) към тези, произвеждани от ОЦК и контролирани от селищната администрация по околната среда – олово, кадмий и цинк.

Значителното превишаване на нивото на тежките метали в почвите на града, а така също и силното придвижване на значението на рН в алкална посока, високата наситеност с бази, увеличеното съдържание на някои хранителни елементи в сравнение с почвите на извънградските територии, отдалечени от източника на замърсяване и редица други свойства, предизвикващи изменения в химичното състояние на градските почви, а значи – и в протичането на почвообразователните процеси, са факторите, които предизвикват настоящето изследване. Замърсяването на почвите на града и прилежащите селскостопански земи предизвикват аномалии в почвеното плодородие и нарушаване както на почвения метаболизъм и метаболизма на земеделската продукция, така и нарушения и интоксикации по пътя на трофичните вериги, водещи към най-високо стоящия в трофичната пирамида – човека.

Основните данни за съдържанието на тежки метали и степента на замърсяване в зависимост от киселинността на почвите са представени в таблица 5.

Данните показват, че в преобладаващата си част почвите са с неутрална, слабо алкална и алкална реакция. Малко са киселите почви в района (слабо до средно кисели). Хвостът от хвостохранилището на “Горубсо” има слабо алкална реакция (рН 8,07)

В район Гледка почвите са твърде разнообразни по отношение на киселинността си. В един изоран блок има площи със слабо кисела, слабо алкална и алкална реакция. Те са замърсени силно с олово и кадмий.

Ремедияция на замърсени почви и преодоляване на екологични щети от "ОЦК" АД – гр. Кърджали

Земите, които се заливат най-често от язовира (т. 164, 189, 190, 198 и 199) имат алкална реакция. Те са в същото време силно замърсени с олово, кадмий и цинк.

Почвения пласт над рекултивираното хвостохранилище има алкална реакция и е значително по-малко замърсен с тежки метали – в по-високи концентрации са главно оловото и кадмий.

Пасището, което се намира по-високо на юг от рекултивираната площ има същото замърсяване, но реакцията на почвения разтвор е слабо кисела. За това в този случай, като мелиоративно мероприятие за блокиране подвижността на тежките метали в тези земи може да се препоръча внасянето на варови материали като мелиорант.

Таблица 5. Съдържание на тежки метали и превишения на количествата им спрямо ПДК (mg/kg/хПДК)

№ по ред	Проба №	Местоположение	pH във H ₂ O	Pb	Zn	Cd
Средна фоновая концентрация за страната				10-40	55-75	0,05-0,55
ПДК за стандартна почва с Рн=6,0			6	70	200	2
Южно от язовир Кърджали						
Район Гледка – южен бряг на язовир Студен кладенец						
1	164	S бряг на язовира срещу ОЦК. Периферия на обработв земи	7,90	7461,0 93,3	8291,0 22,4	78,6 26,2
2	191	Обработваеми земи на S бряг на язовира срещу ОЦК. Е – сметище	6,19	158,0 2,0	227,0	6,4 4,1
3	192	- " -	6,25	122,0 1,5	145,0	4,1 2,7
4	196	Същата обработваема площ. W – застроена площ	8,20	345,0 4,31	350,0	6,5 2,0
5	220	По-малка обработваема площ южно от язовира и W-но от старото рекултивирано хвостохранилище	7,46	145,0 1,8	203,0	2,7
6	189	На южния бряг на язовира. Силно проредена тополова култура в недобро състояние	8,35	756,0 9,5	634,0 1,7	5,0 1,7
7	190	Също	8,27	1000,0 12,5	943,0 2,5	6,9 2,3
8	198	също	8,50	965,0 12,0	812,0 2,2	27,8 9,3
9	199	също	8,35	1460,0 18,2	2003,0 5,4	14,2 4,7
10	197	Точка в ливада, пресечена от пътеки и черни пътища между рекултивираното хвостохранилище и обработваемите земи	7,63	164,0 2,0	230,0	3,2
11	210	Земеделски земи на южния бряг на яз."Студен кладенец"	6,51	163,0 2,0	381,0 1,1	4,4 1,6
12	211	Също	6,53	237,0 3,0	477,0 1,4	5,6 3,4
13	230	Малко парче обработваема земя на южния бряг на язовира, отдалечено от брега и на юг от т.т. 210 и 211	6,66	232,0 2,9	410,0 1,2	6,8 4,0

№ по ред	Проба №	Местоположение	pH във H ₂ O	Pb	Zn	Cd
Средна фоновая концентрация за страната				10-40	55-75	0,05-0,55
ПДК за стандартна почва с Рн=6,0			6	70	200	2
14	212	Затревена тясна ивица непосредствено на стръмния южен бряг на язовира	6,53	298,0 3,7	404,0 1,2	4,4 2,8
15	229	Също там, но малко по-далеч от брега на място, обрасло с храсталаци и драки	7,58	807,0 10	1122,0 3,0	12,1 4,0
16	236	Между старото и действащото хвостохранилище на южния бряг на язовира, мястоу запрашено от хвоста	8,07	626,0 7,8	738,0 2,0	9,3 3,1
17	235	Между северния край на хвостохранилището и обработваема земя (т. 230)	7,22	324,0 4,1	437,0 1,2	6,8 2,3
18	219	Затревено старо хвостохранилище – проби от плажа на хвостохранилището	8,12	212,0 2,7	243,0	2,1
19	224	също	8,08	84,0 1,1	96,0	1,4
20	237	също	7,64	189,0 2,4	302,0	3,9 1,3
21	223	Наклонен терен южно от рекултивираното хвостохранилище	8,04	118,0 1,5	206,0	2,4
22	238	Пасище на наклонен терен южно от рекултивираното хвостохранилище	6,61	94,0 1,2	202,0	2,5 1,5
23	239	Непосредствено по-високо южно от рекултивираното хвостохранилище	6,18	138,0 1,7	208,0	3,0
24	240	Високо южно над рекултивираното хвостохранилище	6,75	115,0 1,4	182,0	3,3 1,9
25	243	Високо и отдалечено на юг от рекултивираното хвостохранилище	6,57	112,0 1,4	170,0	2,1 1,2
26	244	Също, отдалечено на изток от т243	6,45	98,0 1,2	164,0	2,1 1,3
Югозападно от действащото хвостохранилище на "Горубсо" АД						
27	231	Обработваема площ по-високо западно от действащото хвостохранилище	6,17	176,0 2,2	222,0	8,9 5,9
28	232	На същата обработваема площ	6,67	101,0 1,3	98,0	3,6 2,2
29	261	На същата обработваема площ, южно от т. 232	5,46	162,0 2,3	150,0	18,6 18,6
30	260	Западно от обработваемата площ и от черен път на 200 м от т. 231	6,52	138,0 1,7	174,0	6,1 3,7
31	234	Западно от обработваемата площ и от черен път на 200 м от т. 261	6,66	111,0 1,4	154,0	6,1 3,7
На повече от 2000 т южно от ОЦК и от язовира (Южно от с. Глухар)						
32	242	Точки 242, 262 и 263 се намират в обработваема площ на по-висока кота на 1200 м южно от хвостохранилището и на повече от 2000 м от ОЦК	7,57	74,0	104,0	0,19
33	262	В обработв. площ на 400 м източно от т. 242	5,57	62,0	68,0	0,19
34	263	В същата площ между т. 242 и 262	5,70	69,0	80,0	5,6 5,4
ОБРАБОТВАЕМИ ЗЕМИ НА С. ОПЪЛЧЕНЦИ						
35	274	Обработ. площ от землището на с. Опълченци на повече от 3000 м югозападно ОЦК, близо до завод за пластмаси, фирма Шахинлер и др. неработещи предприятия	8,19	155,0 1,9	93,0	24,0 8,0
36	275	Също	8,27	400,0 5,0	98,0	94,3 31,4

**Ремедияция на замърсени почви и преодоляване на
екологични щети от “ОЦК” АД – гр. Кърджали**

№ по ред	Проба №	Местоположение	pH във H ₂ O	Pb	Zn	Cd
Средна фонова концентрация за страната				10-40	55-75	0,05-0,55
ПДК за стандартна почва с Р _н =6,0			6	70	200	2
СЕВЕРНО ОТ ЯЗОВИР КЪРДЖАЛИ						
СЕВЕРНО ОТ ПРОМИШЛЕНАТА ЗОНА						
37	37	Северно от промишлената зона, в периферията на заклевяла горска площ	7,19	216,0 2,7	309,0	5,2 1,7
38	38	Същото разположение източно от т. 37	6,04	194,0 2,4	232,0	3,3 2,2
39	48	Трите точки – 48, 43 и 60 са разположени в една линия през 200m от север на юг в периферията на гората	6,96	314,0 3,9	598,0 1,76	7,2 4,8
40	43	Южно от т. 48	8,12	301,0 3,8	462,0 5,8	6,2 2,0
41	60	Южно от т.т. 48 и 43	7,60	338,0 4,2	596,0 1,6	8,9 3,0
42	47	На 400 m западно от т. 43	5,80	252,0 3,6	341,0 1,7	4,4 4,2
43	42	На 400 западно от т. 60 и непосредствено до насип от “Бентонит”	8,44	178,0 2,2	216,0	3,5 1,2
44	71	т. 71, 61, 62, 63, 64 са разположени в затревена камениста площ почти в права линия през 200 m на 800 m северно от промишлената зона и южно от нарушен терен от кариера и насип от дейността на “Бентонит”	8,02	332,0 4,2	304,0	4,6 1,5
45	61	На 200 m западно от т. 71	8,34	304,0 3,8	335,0	5,5 1,8
46	62	На 200 m западно от т. 61	8,01	247,0 3,1	324,0	5,1 1,7
47	63	На 200 m западно от т. 62	7,03	161,0 2,0	249,0	4,1 3,4
48	64	На 200 m западно от т. 63	6,04	158,0 2,0	222,0	3,2 2,1
49	67	Обработваема площ със слаб наклон северно от промишлената зона. т. 67, 68, 69 и 70 са разположени в права линия W-E по средата на нивата и южно от т. 64-71	7,81	153,0 1,9	192,0	2,9
50	68	В обработваемата площ на 200 m източно от т. 67	7,52	262,0 3,3	381,0	4,8 1,6
51	69	Обраб. площ източно от т. 68	8,04	334,0 4,2	548,0 1,5	7,0 2,3
52	70	Обраб. площ източно от т. 69	8,20	641,0 8,0	678,0 1,8	7,7 2,6
53	94	Най-близката точка до града на границата със силно замърсената зона. Затревено място северно от промишлената зона и на 200 m западно от т. 67	8,29	108,0 1,4	159,0	2,1
54	89	Слабо затревена площ близо до промишлената зона северно от комбината. През 200 m са разположени в посока E-W т. 89-93, т. 103 е на границата с промишлената зона, на 400 m южно от т. 92 и 93	7,29	1306,0 16,3	2826,0 7,6	28,0 9,3
55	90	На около 200 m западно от т. 89	7,85	1769,0 22,1	1769,0 4,8	23,3 7,8
56	91	На около 400 m западно от т. 90	7,94	681,0 8,5	1046,0 2,8	9,5 3,2
57	92	На около 200 m западно от т. 91	7,64	394,0 4,9	715,0 1,9	8,5 2,8
58	93	На около 200 западно от т. 92	8,07	189,0 2,4	317,0	3,8 1,3

№ по ред	Проба №	Местоположение	pH във H ₂ O	Pb	Zn	Cd
Средна фоновая концентрация за страната				10-40	55-75	0,05-0,55
ПДК за стандартна почва с Рн=6,0			6	70	200	2
59	72	Слабо затревена площ. Точката се намира на 200 m северно от т. 89 в периферията на ГФ и неорганизирано сметище. Източно от пространството, характеризирано от т. 89 и 72 се намират карриери на "Бентонит"	6,74	839,0 10,5	1828,0 5,4	18,2 10,8
60	76	т. 76, 86 и 85 характеризират деградирала слабо затревена площ, между ГФ и карриери на "Бентонит"	8,06	259,0 3,2	590,0 1,6	6,7 2,2
61	85	На 400 m южно от т. 76	7,29	242,0 3,0	735,0 2,0	8,3 2,8
62	86	Западна периферия на затревената площ, непосредствено до кариера	7,67	255,0 3,2	849,0 2,3	8,8 2,9
63	82	Обработваема площ южно от гората, северно от "Бентонит"	7,83	204,0 2,6	462,0 1,2	6,0 2,0
64	103	Площ, която се намира северно от ОЦК и в непосредствена близост със завода	8,31	209,0 2,6	292,0	3,3 1,1
СЕВЕРЕН БРЯГ НА ЯЗОВИР КЪРДЖАЛИ						
65	108	Земите при т. 108, 109, 141 142 се намират W от "Бентонит" и E от ОЦК. Замърсявани от ОЦК и деградирани от "Бентонит"	6,52	455,0 5,7	1621,0 4,8	16,9 10,3
66	109	На 200 m източно от т. 108	8,08	296,0 3,7	989,0 2,7	11,3 3,8
67	110	Малка обработваема площ в непосредствена близост с "Бентонит" източно от ОЦК.	7,34	215,0 2,7	614,0 1,7	7,9 2,6
68	112	Пасище с много буйна трева западно от ОЦК и северно от "Бентонит". Характеризира се от т. 112, 113 и 114	8,15	204,0 2,6	584,0 1,6	7,2 2,4
69	113	На 200 m западно от т. 112	6,77	266,0 3,3	449,0 1,3	9,4 5,6
70	114	Най-отдалечената точка по факела на замърсяването източно от ОЦК	7,58	232,0 2,9	453,0 1,2	11,3 3,8
71	141	Неизползваема площ на северния бряг на язовира, покрита с трева	7,87	605,0 7,6	2385,0 6,4	22,6 7,5
72	142	Точка на 200 m североизточно от т. 141 на стръмния бряг непосредствено до язовира	7,94	601,0 7,5	1640,0 4,4	27,6 9,2
73	133	Точката е непосредствено до северния бряг на язовира в складова разрушена част от стопанската зона на града (пълна деградация на околната среда)	7,20	74211,0 927,6	1242,0 3,4	27,1 9,0
74	134	Малка обработваема площ на северния бряг на язовира, южно от ОЦК	7,27	600,0 7,5	245,0	9,3 3,1
75	136	Точки 136-139 и 154-153 се намират на зелена площ южно от завода и на северния бряг на язовира. Територията е озеленявана, но неуспешно	6,90	210,0 2,6	329,0	6,2 2,1
76	137	На 300 m североизточно от т. 137. Остатък от редица от храсти (Licium)	7,89	385,0 4,8	394,0 1,1	25,1 8,4
77	138	На 200 m източно от т. 137. Не се различава особено по външен вид. Има храсти, пожълтели от скоростни въздействия от кисели газове	6,98	630,0 7,9	1217,0 3,3	20,9 7,0
78	139	На 200 m източно от т. 138 на западната граница на зелената площ с промишлената зона.	5,27	2219,0 31,7	1878,0 19,8	25,4 33,0
79	153	На 100 m южно от промишлената зона в близост със северния бряг на язовира.	7,39	538,0 6,7	1229,0 3,3	16,9 5,6
80	154	На 300 m южно от т. 139 и на същото разстояние западно от т. 153. На северния бряг на язовира	6,15	703,0 8,8	1052,0 3,1	13,2 8,8

**Ремедияция на замърсени почви и преодоляване на
екологични щети от "ОЦК" АД – гр. Кърджали**

№ по ред	Проба №	Местоположение	pH във H ₂ O	Pb	Zn	Cd
Средна фоновая концентрация за страната				10-40	55-75	0,05-0,55
ПДК за стандартна почва с Р _н =6,0			6	70	200	2
Точки 236, 304-305, 325, 329-330, 333-337, 367 и 360 характеризират обработваеми земи в най-североизточната част от землището на Кърджали, влизащи в зоната на замърсяване, а т. 359 – тревна площ						
81	304	Най-североизточната част от землището	8,41	34,0	61,0	1,1
82	305	На около 500 югозападно от т. 304	8,24	47,0	70,0	3,1
83	325	Най-западната част от обработваемата земя, врязана в гората	6,18	31,0	47,0	3,6 2,3
84	326	На 500 m източно от т. 325	7,68	45,0	65,0	3,6 1,2
85	329	Централна част на обработваемата площ	8,23	34,0	92,0	1,0
86	330	Източната периферия на замърсената земя	8,24	43,0	79,0	1,4
87	333	На 400 m южно от т. 330	8,37	43,0	58,0	5,1 1,7
88	334	На 200 m W от т.333 и на същото разстояние източно от т. 335 в центъра на блока	8,24	39,0	69,0	3,1
89	335	Същото разположение като т. 334	8,07	28,0	55,0	2,1
90	336	Същото разположение като т. 335	6,61	47,0	72,0	1,7
91	337	Западна граница на обработ. площ с горския фонд	8,23	64,0	75,0	2,6
92	360	Югоизточната граница на обработваемата площ	7,99	61,0	67,0	7,2 2,4
93	367	Южна граница на обработваемата площ	7,64	56,0	179,0	2,0
94	359	На 120 m южно от обработваемата земя	7,06	37,0	68,0	2,5
Точки 312, 314 и 319 характеризират ливади и пасища между ГФ северно от Кърджали						
95	312	Най-северната точка между ГФ	8,05	52,0	80,0	3,0
96	314	Поляна в ГФ	8,00	74,0	142,0	2,1
97	319	Зелена площ между ГФ и обработваема земя	6,54	73,0	94,0	1,3
98	318	Обработваема земя, най-северната ѝ част в близост с широк междуградски път	8,33	64,0	82,0	4,3 1,4
ЗЕМЕДЕЛСКИ ЗЕМИ СЕВЕРНО ОТ ГР. КЪРДЖАЛИ						
Точки 342, 343, 344, 345, 348, 349, 350, 370, 369, 371, 372, 375, 377, 378, 379, 380, 386, 387 и 364 характеризират обработваемите земи непосредствено северно от Кърджали						
99	342	На източната граница на обработваемата площ с ГФ	8,31	72,0	80,0	4,0 1,3
100	343	Северната част на обработваемата площ близо до ГФ	8,30	61,0	81,0	5,3 1,8
101	344	В центъра на северната част на нивата	7,87	57,0	85,0	2,2
102	345	Западна граница на обработваемата земя	8,40	42,0	66,0	1,6
103	348	На 400 m южно от т. 345	8,30	56,0	74,0	1,8
104	349	На 400 m източно от т. 348	8,21	50,0	86,0	1,3
105	350	Източна част на нивата на 400 m южно от т. 342	8,04	44,0	79,0	1,7
106	369	На източната граница на обработваемата площ с ГФ	8,34	65,0	103,0	1,3
107	370	На 200 m северозападно от т. 369 в центъра на обработваемата земя	8,18	26,0	74,0	1,8
108	371	В южната част на нивата близо до път, от Кърджали	8,15	45,0	103,0	1,3
109	372	Точката граничи с периферията на застрояката	8,22	51,0	88,0	1,4
110	375	Най-южната част на обработваемите земи и най-близката до града	8,25	56,0	76,0	1,3
111	377	Централна част на обработваемите земи	7,31	38,0	87,0	1,2
112	378	Също	8,30	37,0	81,0	1,6
113	379	Също	8,37	38,0	77,0	1,2
114	380	Източна част на обработваемите земи	8,05	47,0	70,0	1,7

№ по ред	Проба №	Местоположение	pH във H ₂ O	Pb	Zn	Cd
Средна фонова концентрация за страната				10-40	55-75	0,05-0,55
ПДК за стандартна почва с Рн=6,0			6	70	200	2
115	384	Самостоятелно обработена земя южно от големия блок. Околните терени са необработени ниви	8,18	64,0	80,0	1,5
116	386	Южна граница на обработваемите земи северно от Кърджали	7,98	25,0	62,0	1,2
117	387	Също – на 200 m западно от т. 386	8,13	53,0	63,0	1,7
118	366	пустееща земя между ГФ и обработваемите	8,02	75,0	116,0	1,5
119	367A	Също	7,43	50,0	103,0	1,3
120	368	Също	8,13	29,0	90,0	1,2
121	381	Също, но южно от т. 366	7,96	56,0	74,0	1,6
122	376	Най-южната точка на необработените земи между Кърджали и обработваемите	8,19	28,0	77,0	1,1
123	385	Също – между малка нивичка и големия блок	8,38	31,0	66,0	1,5
124	хвост		8,07	5802,0 72,5	10656,0 28,8	57,0 19,0

Най-източната част на ограничената зона, подлежаща на ремедиация, на южния бряг на язовир Студен кладенец се намира под прякото влияние на действащото хвостохранилище на “Горубсо” АД. То се намира над висока скала над тези земи и над язовира по посока на преобладаващите ветрове, които при това се ускоряват по течението на р. Арда и язовира. Тези земи се намират повече под прякото отрицателно въздействие на този промишлен обект и по-малко – под влиянието на ОЦК. При това хвостохранилището в настоящия момент има вид на безстопанствен обект и в никакъв случай – на технологично съоръжение за съхраняване на опасен отпадък. То замърсява не само прилежащите земи – замърсява и водите на язовира, и близките селища. Във връзка с това считаме, че земите, източно от хвостохранилището на южния бряг на язовира и на юг от ОЦК са опасно замърсени най-вече от опасния песъклив отпадък и с трите изследвани тежки метала. Те ще продължават да се замърсяват докато действа хвостохранилището и то по този начин, по който се стопанисва сега. За това препоръчваме залесяването на този обширен терен и превръщането му в зелен пояс, в който да се включи и рекултивираното хвостохранилище.

Непосредствено до южния край на хвостохранилището и на запад от него е отбелязана като замърсена земеделска земя от землището на с. Глухар, характеризирана с т. 231, 232,

234, 260 и 261. Те са замърсени главно с олово и кадмий, при което кадмият превишава допустимите норми в т. 261 повече от 18 пъти. Характерна за тази площ е и киселата до слабо кисела реакция на почвите. Предполагаме, че въпреки , че площта е близо до хвостохранилището, то не влияе така силно върху нея, както при другите обекти, поради това, че ветровете са от югозапад към него. Освен това наклонът на земите е на север и североизток по посока на хвостохранилището. За това най-подходящи мероприятия в този случай са: изолация на обработваемите земи от хвостохранилището с изграждане на пояс с горскодървесни видове и внасяне на CaCO_3 , органични и минерални торове за блокиране на тежките метали и подобряване на почвеното плодородие. Освен това на тези земи не е препоръчително отглеждане на зеленчуци, фуражни треви и тютюн, които безпрепятствено поемат и натрупват в листната си маса по-големи количества тежки метали, в частност – кадмий. На тези земи могат да се отглеждат лозя с десертни сортове за пряка консумация, но не винарски.

Земите в близост със с. Опълченци, характеризирани с точки 274 и 275 са замърсени по същия начин – с олово и кадмий, където кадмият е в граници 8 – 31,4 пъти над ПДК при алкална реакция на почвите. Тези земи са отдалечени над 2000 m от ОЦК и се отбелязват като изолирано петно в този район. Източно от тях се намира друга промишлена зона на гр. Кърджали. Част от предприятията са приватизирани, а други почти не работят. Не се знае обаче какъв е предметът на дейността им и какви отпадни продукти отделят. Заводът, който произвежда пластмаси например работи със силно токсични органични производства, които изхвърлят и в атмосферния въздух отпадни продукти. Има опасност, ако не се изясни проблемът, замърсяването на почвите да продължи и всички мелиорации да бъдат безпредметни. В настоящия момент препоръката може да бъде същата, както и при земите на с. Глухар.

Още по-отдалечена от описаните земи се намира замърсена земя на юг от ОЦК и от язовира (т. 242, 262, 263). Характеризира се общо взето с кисела реакция, но в западната

й част, почвата е слабо алкална. Тези почви нямат замърсяване с олово, цинк и кадмий над допустимите норми. Само в т.263 се забелязва повишаване на съдържанието на кадмий. Вероятно тази площ е била включена в земите за ремедиация, поради повишеното съдържание на други елементи във връзка с геохимични аномалии. За подобряване на почвеното плодородие в този район е подходящо внасянето на калциеви, органични и минерални торове (азотни и фосфорни).

Районът, северно от промишлената зона и западно от горската площ, е доста деградирал под влиянието на миннодобивната дейност на “Бентонит” АД. По-голямо замърсяване с трите тежки метала се отбелязва на билото над кариерата и насипището от това предприятие (т. 48, 43, 60, 47). Територията, характеризирана с точките 37 и 38, които са и най-отдалечени от ОЦК, е акумулирала в повърхностния си пласт по-високи концентрации от двата метала олово и кадмий, докато цинкът е под ПДК. Земеделските земи – необработени и орни, разположени по-ниско от кариерата и насипището северно от пътя и промишлената зона, са също замърсени само с олово и кадмий. Земите в близост с пътя, разположени в най-ниската част и най-близко до промишлената зона, са най-силно замърсени и с трите метала. Тези площи, както и всички земи на северния бряг на язовира са типичният пример на земи, върху които има въздействие от аерозолно замърсяване с тежки метали, при което съществена роля играе както посоката на преобладаващите въздушни течения, така и релефът като разпределител на въздушния поток, а също и масата на разпространяването прахови частици – най-силно са замърсени най-ниските релефни образувания в близост с комбината, в посока, изтеглена на изток и североизток, както и земите в противоположна посока по крайбрежието на язовира – южно и югозападно от ОЦК. Тези земи следва да бъдат залесени като зелен изолационен пояс и да бъдат включени в горския фонд. Земите, характеризирани с т. 67, 68, 69, 70 трябва да променят традиционното си ползуване и да се насочат към алтернативни култури – лозя или овощна градина (сливи, череши, вишни, но не и праскови и кайсии).

Правят впечатление високите концентрации на тежки метали в земите по северното крайбрежие на язовира около промишлената зона, обраснали с редки туфести треви и силно заклевяла дървесно-хростова растителност, изкуствено внедрявана на тази територия (земите, характеризирани с т. 136, 137, 138, 139, 154, 153. Не е ясно обаче по чия идея тази територия е влязла в плана на земеразделяне и е представена като земеделска земя. На тези “земеделски” земи (т. 139) има концентрации на олово от порядъка на 2219 mg/kg (31,7хПДК), цинк 1878 mg/kg (19,8хПДК) и кадмий 25,4 mg/kg (26,5хПДК). Тези земи трябва да бъдат залесени с подходящи култури, устойчиви на замърсяването на въздуха и на влошените почвени условия. Това са чинари, обикновен дъб, обикновен ясен и др., които развиват дълбока коренова система и се снабдяват с вода и хранителни вещества от по-голяма дълбочина, поради което няма да се влияят от наличието на тежки метали в повърхностните почвени слоеве. От храстите може да бъдат използвани жълта акация, лициум, тамарикс, обикновен дрян и др.

Част от земеделските земи на това крайбрежие са също много замърсени (т. 133 и 134), поради което те също трябва да променят ползуването си.

Земите в най-източната зона северно от пътя за Момчилград, които в момента се използват за пасище, са също силно замърсени и с трите елемента. Концентрациите им са за Pb – 2,6–3,3хПДК, Zn – 1,6–1,2хПДК и Cd – 2,4–5,6хПДК. По тази причина е необходимо те да променят предназначението си, въпреки плътната и висока тревна покривка, с която са застлани (т.112, 113 и 114). Те могат да бъдат ползувани като лозя с десертни сортове грозде или овощни култури – вишни, череши, сливи, джанки, ябълки и круши.

Подобно и още по-неблагоприятно е положението със земите между ОЦК и “Бентонит”АД, където концентрациите на оловото са над 5хПДК, на цинка – почти 5хПДК, а на кадмия – над 10хПДК. Най-благоприятен подход при тях се очертава залесяването им, т.е. промяна предназначението им.

По-неблагоприятно е положението с почвите от северния бряг на язовира. Концентрацията на замърсителите е значително

по-висока, а замърсяването обхваща плътно почти цялото северно крайбрежие по диаметъра на овала, очертан като замърсен от заданието.

Земите, които се намират южно от горския фонд, северно и североизточно от ОЦК и “Бентонит” АД са силно нарушени от минната дейност на последното. Между тези земи се намира широка кариера, временно или постоянно спряла да действа, която не е рекултивирана. Концентрациите на трите елемента в повърхностния слой на тези земи са над 2-3 пъти ПДК. Климатичните условия и изложението, реакцията на почвения разтвор и сравнително доброто плодородие на почвите, както и дълбочината им, поради образуването им в делувиялния шлейф на близкото възвишение, са много добра предпоставка за отглеждане на лозя след намаляване на замърсяването на въздуха.

Близката кариера е необходимо да бъде рекултивирана, за което съществува сравнително евтина възможност – да се запълни с нетоксични отпадъци, намиращи се на насипището непосредствено до нея, такива от близките заводи и да се покрие с повърхностния слой от прилежащата замърсена почва, след което да се залеси. По този начин теренът ще се свърже с горския фонд и в същото време ще играе роля на защитен пояс срещу евентуалното въздушно замърсяване от промишлената зона.

Обработваемите земи, които се намират северно и североизточно от гр. Кърджали не са замърсени с олово, цинк и кадмий. На отделни петна се установява повишаване количествата само на кадмия в границите 1,2–2,4хПДК. Не може да се твърди обаче, че това се дължи на замърсяване от комбината. Съществуващата картина може да представя естественото състояние на района – почвите са алкални, развити върху варовикова основа, където кадмият може би е придружаващ калция елемент.

Тези земи вероятно са влезли в границите на обследване във връзка с повишения фон на други цветни метали, установен при изследването на колектива на Институт “Н. Пушкиров” и не е във връзка със замърсяването с олово, цинк и кадмий.

1.3.2.4. Съдържание на тежки метали и степен на замърсяване на растителността

Известна е важността на някои микроелементи за нормалния растеж и развитие на растенията. Сега обаче едва за десетина от тях е известно, че са жизнено необходими за всички растения, а за още няколко е доказано, че са необходими за малко видове. За останалите елементи е известно, че оказват стимулиращо действие на растежа на растенията, но функциите им не са установени. Характерно за тяхната физиологична функция е това, че, ако много от тях са необходими за растенията, при високи концентрации могат да оказват токсично въздействие на клетките.

Метаболитни нарушения в растенията могат да предизвика не само недостигът на микроелементите, но и излишъкът им. Като цяло растенията са по-устойчиви към повишените, отколкото към по-ниските концентрации на елементите (Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.). В настояще време са публикувани доста работи за вредното действие на излишъка на микроелементи, въпреки че естеството на тези ефекти не са достатъчно добре изучени. Според някои обзорни работи главните реакции, свързани с токсичното въздействие на излишъка на елементите, е следното (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.):

1. Изменение проницаемостта на клетъчните мембрани – Ag, Au, Br, Cd, Cu, F, Hg, I, Pb, UO₂;
2. Реакциите на тиолните групи с катионите – Ag, Hg, Pb;
3. Конкуренция с жизнено важни метаболити – As, Sb, Se, Te, W, F;
4. Голямо сходство – към фосфатните групи и активните центрове в АДФ и АТФ – Al, Be, Se, Y, Zn, лантаноиди и вероятно – всички тежки метали;
5. Заместване на жизнено важни йони (главно макро катиони) – Cs, Li, Rb, Se, Sr;
6. Заемане на позициите на жизнено важни функционални групи в молекулите като напр. фосфат или нитрат – арсенат, флуорид, борат, селенат, телурат, волфрамат.

Оценката на токсичните концентрации и действия на микроелементите за растенията е много сложна, тъй като тя зависи от много други фактори, които не стоят в някаква пряка зависимост. Едни от важните фактори са пропорциите, в които йоните и съединенията им присъствуват в разтвора. Напр., токсичността на арсената и селената намалява ясно при излишък на фосфат или сулфат, а металоорганичните съединения могат да бъдат и много по-токсични от катионите на същия елемент, и значително по-малко токсични. Трябва да се отбележи също, че някои съединения, напр. кислородните аниони на елементите, могат да бъдат по токсични, отколкото простите катиони.

В литературата се привеждат различни редици със степенуване на токсичността на микроелементи към растенията. Те са различни за всеки тип експеримент и за всяко растение, но все пак корелират по следните фактори:

1. електроотрицателност на двувалентните йони;
2. произведението на разтворимостта на сулфидите;
3. устойчивостта на хелатите;
4. биологичната им достъпност.

Независимо от разликите в публикуваните нива на токсичност, може да се констатира, че най-токсични както за висшите растения, така и за редица микроорганизми са Hg, Cu, Ni, Co, Cd, вероятно също и Ag, Be, Sn.

Макар и растенията да се адаптират бързо към химичните стресове, те все пак са доста чувствителни към излишъка на определения елемент. Токсичните концентрации на тези елементи в растителните тъкани е трудно да се установят. По данни на Кабата-Пендиас (Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.), получени от преглед на много изследвания, разглежданите от нас токсични елементи кадмий, олово и цинк имат отражение върху някои селскостопански растения, представени в таблица 6.

**Таблица 6. Главни проявления на токсичност на микроелементите
Cd, Pb и Zn при често срещащи се селскостопански култури
(по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.)**

елемент	Симптоми	Чувствителни култури
Cd	Кафяви краища на листата, хлороза, червеникави жилки и дръжки на листата, сбръчкани листа и недоразвити корени	Бобови (бобове, фасул), спанак, репички, моркови, овес
Pb	Тъмнозелени листа, усукване на старите листа, повехнали листа, кафяви къси корени	
Zn	Хлороза и некроза на краищата на листата, междужилкова хлороза на младите листа, задръжка на растежа на целите растения, повреждане на корените, подобно на бодлива тел	Житни, спанак

Висшите растения са по-малко устойчиви към повишените концентрации на микроелементите. Те могат да натрупват големи количества метали и да се развиват върху почви, замърсени с разнообразни микроелементи. Много изследователи се опитват да изяснят термина “толерантност на растенията”. Този термин се отнася както за видовете, растящи в области със силно замърсяване с тежки метали, така и за отделни растения, които устояват при по-високи съдържания на токсични елементи в сравнение с други (Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.). Видове висши растения, които притежават толерантност към микроелементите, принадлежат към следните семейства: *Caryophyllaceae*, *Cruciferae*, *Gramineae*, *Leguminosae* и *Chenopodiaceae*. В същото време е известно, че различните гъби могат да натрупват високи концентрации лесноразтворими или летливи елементи като Hg, Se, Cd, Cu и Zn. Горната граница на критичното ниво на съдържанието на елемента е равна на най-малката концентрация в тъканите, при която възникват токсични ефекти. За изследваните микроелементи от Макникол и Бекет (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.) данните са представени в таблица 7.

Таблица 7. Примерна концентрация на микроелементите Cd, Pb и Zn в зрели тъкани на листа по обобщени данни за много видове (mg/kg суха маса), (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.)

Елемент	Дефицит или по-малки от необх. количества от микроелемента	Достатъчна или нормална	Токсична концентрация
Cd		0,05-0,2	5-30
Pb		5-10	30-300
Zn	10-20	27-150	100-400

Тези значения за всеки елемент са непостоянни, което зависи от една страна от взаимодействието с други елементи, а от друга – от увеличението на съпротивляемостта на растенията към високите съдържания на елементите в тъканите.

Според авторите, които цитират Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, могат да се отделят външни фактори като ниската разтворимост и слабата подвижност на катионите в почвената среда на корените, а също и антагонистичното действие на йоните на металите. Толерантността включва няколко метаболитни процеси (Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.):

1. селективното поглъщане на йоните;
2. понижената проницаемост на мембраните или други различия в тяхната структура и функции;
3. имобилизация на йоните в корените, листата и семената;
4. отстраняване на йоните от метаболитните процеси чрез отлагането им (образуване на запаси) във фиксирани или неразтворими форми в различните органи и органели;
5. изменение на характера на метаболизма – усилване на действието на ензимните системи чрез инхибирането им, нарастване на съдържанието на антагонистичните метаболитни връзки за сметка на изпускането на инхибираните позиции;
6. адаптация към заместване на физиологичния елемент от токсичния в ензима;
7. изнасяне на йоните от растенията при измиване през листата, сокоотделянето, опадане на листата и отделяне чрез корените.

Устойчивостта на растенията към повишено съдържание на микроелементите и тяхната способност да натрупват пределно

високи концентрации от микроелементи, могат да представляват голяма опасност за здравето на хората, тъй като допускат проникване на токсичните елементи в хранителната верига.

Ролята на изследваните три микроелемента, характерни за замърсяването на района на Кърджали е различна в метаболизма на отглежданите земеделски култури, дървесно-храстови и други висши растения. Различни са и опасните гранични стойности на акумулацията им от растенията и за консумацията на растителната продукция по хранителната верига за хората, домашните и дивите животни. За един от тези елементи – Zn, значението в метаболизма на висшите растения е изяснено в голямата си част, но все още не е ясна ролята на кадмия и оловото, макар тези елементи да присъствуват във всички растения и в незамърсена среда.

Broyer, T. C. и кол. (Broyer T. C., Johnson C. N. and Paull R. E. 1972 г.) считат, че ако **оловото** е необходимо за растенията, то концентрация от 2-6 mg/kg е напълно достатъчна за развитието им. Чулджиян (Чулджиян Х., 1989 г.) привежда пределно допустима норма от 0,5 mg/kg свежо тегло. За оловото е характерен пасивният пренос, чиято скорост намалява при варуване и ниски температури. Въпреки ниската си разтворимост, той навлиза чрез кореновите власинки и се задържа в стените на клетките. Корелацията между съдържанието на оловото в почвата и това в растенията е ясно изразена, но за различните органи е различна. Ковалевски привежда пример от изследване на различни части от *Larix dahurica* – най-високи концентрации са установени в корените на растението, следвани от кората и иглолистата, а най-ниски в клонките и ствола. Транспорта на оловото от корените към надземната част е бавен и Цимбал смята, че едва 3% от оловото, съдържащо се в корените на растението, се премества към стъблото. Когато оловото е в разтворима форма, акумулацията му нараства с увеличаване на концентрацията в разтвора и с времето (Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.).

Най-важен е отговорът на въпроса каква част от оловото, съдържащо се в почвата, е достъпно за растенията. През 1966 г. Уилсон и Клайн (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.) чрез ^{210}Pb доказват, че само 0,003-0,005% от цялото количество олово

в почвата може да бъде поето от растенията (ечемик). В същото време още много други изследвания доказват, че оловото се извлича от растенията и при ниски, и при високи концентрации в почвата, а този процес се управлява от почвения и растителен фактор.

Съдържащото се във въздуха олово се акумулира лесно от растенията чрез листата. Много противоречиви мнения съществуват по отношение на това какво количество и в зависимост от морфологията на листа (кутикулата на листа) се поема чрез клетките на листа. Многобройните изследвания показват, че утаеното на повърхността на листа олово се поема от клетките, макар да се смята, че голяма част от него може да се отстрани от повърхността им чрез измиване.

Zimdahl и Коеппе (Zimdahl R. L. & Koeppel D. E. 1977 г.) обобщават резултатите от изследванията и достигат до заключението, че при определени условия оловото е подвижно в растенията. Мнението все пак като цяло е единно, че от почвен източник оловото трудно се пренася в ядливите части на растенията. Авторите констатираха, че главният процес, с който е свързано натрупването на оловото в тъканите на корените това е отлагането върху клетките във вид на пирофосфат. Малоун и др. през 1974 г. (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.) идентифицират тези отлагания на клетъчните стени извън плазмалемата във вид на утайки и кристали, съдържащи олово. Аналогични оловни утайки, наблюдаващи се в корените, стъблата и листата, свидетелствуват за това, че оловото се пренася и отлага по един и същи начин във всички тъкани на растението.

Някои растителни видове са способни да развият известна толерантност към **оловото**, чийто сорбент става пектиновата киселина. По този начин оловото съществено влияе върху еластичността и пластичността на клетките, което води към нарастване твърдостта на тъканите. При чувствителните видове в клетъчните стени се свързва повече олово, отколкото при толерантните. От друга страна в толерантните екотипи оловото може да се натрупва в неактивни форми като пиро- и ортофосфати. Анализът на проблемите за влиянието на оловото върху жизнените процеси при организмите при тези условия,

според Zimdahl, има две възможни обяснения – относително ниско съдържание на олово в почвата и ниска биологична достъпност даже в условията на замърсени почви. (Zimdahl R. L., 1975 г.).

Има данни за взаимодействието на оловото с цинка и кадмия. **Оловото оказва стимулиращо въздействие за поглъщането на кадмий** от корените на растенията, което може да има вторичен ефект, свързан с нарушаването на преноса на йоните през мембраните. Антагонизмът на цинка и оловото се изразява във взаимно неблагоприятното въздействие на преноса на двата елемента от корените в надземните части.

Взаимодействието на оловото с калция има голямо значение в метаболизма, тъй като **оловото има способността да имитира физиологичното поведение на калция** и с това да задържа активността на някои ензими. Степента на благотворното въздействие на варуването на почвите за намаляване поглъщането на оловото от корените зависи от типа почва. В почвите, където се образуват оловноорганични комплекси, калциевите катиони не лимитират забележимо биологичната достъпност на оловото (Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.).

Благоприятният режим на фосфора намалява токсичното въздействие на оловото. Това взаимодействие се дължи на способността на оловото да образува неразтворими фосфати в растителните тъкани и почвите. Известно е, че сярата забавя преноса на оловото от корените в леторастите. Джонс и др. идват до извода, че дефицитът на сяра забележимо повишава подвижността на оловото в надземните части на растенията (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.).

Съществуват широки различия на данните за съдържание на олово в растенията, което се дължи гравно на геохимични аномалии, различия в екологичните условия (почвени и климатични), сезонни колебания, способността на генотипа да акумулира олово и др. Според различни автори все пак, естествените нива на съдържание на олово в растенията от незамърсени и нерудни области са относително постоянни и се очертават в границите 0,1-10,0 mg/kg суха маса.

Съдържанието на олово в ядливи части на растения, растящи в незамърсени области (според публикации от 1970- 80 г.), са 0,001-0,08 mg/kg влажна маса, 0,05-3,0 mg/kg суха маса и 2,7-94,0 mg/kg в опепелена.

Фоновите нива на съдържание на олово в крѐмни растения е средно: за тревите 2,1 mg/kg и за детелината – 2,5 mg/kg (но в тревата на Финландия е 0,36 mg/kg, а в тревата на Швеция – 8,0 mg/kg) суха маса (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.).

От голямо значение е фактът, че растенията акумулират оловото от два източника – от въздуха и от почвата (независимо от това, че оловото се счита за метал с ниска биологична достъпност и че се акумулира преди всичко в корените на растенията). Някои видове растения и генотипи се приспособяват към високите концентрации на оловото, което непосредствено се отразява в акумулирането на много високи концентрации в тъканите им. Пример за това са листните зеленчуци, които в близост с предприятия на цветната металургия, са подложени на въздействието на оловно замърсяване и чрез въздуха, и чрез почвите. В тези случаи силно замърсената салата може да съдържа до 0,15% олово на суха маса (Roberts T. M., Gizyn W., Hutchinson T. C. 1974 г.).

Изнасянето на **цинка** от почвите чрез промиването му може да стане за дълъг период от време. Опитите чрез анализ на лизиметричния ток в оризови полета показват, че половината от съдържанието му от 2210 mg/kg ще се достигне след 70-81 години. За други почви периода на полупромиването му е значително по-дълъг. Възстановяването на качествата на **замърсените с цинк почви** обикновено се основава на ограничаването на биологическата му достъпност чрез варуване или внасяне на органично вещество. **Разтворимите органични комплекси на цинка, силно подвижни в почвите, са лесно достъпни за растенията.** Според съществуващите данни акумулацията на цинка нараства в линейна зависимост с повишаването му в хранителния разтвор и почвата. Скоростта на акумулация се колебае обаче силно от вида на растението и условията за растеж. Голямо значение има съставът на хранителния разтвор и особено присъствието на калций.

Сходни са мненията на учените в това, че от формите на акумулация на цинка преобладават Zn^{2+} и хидратните форми на цинка, както и някои комплексни йони и цинк-органични хелати.

Някои автори считат, че цинкът е много подвижен елемент, а други – умерено подвижен. В действителност при оптимално постъпване на цинка някои видове растения преместват значителни количества от него от старите листа в генеративните органи, но в условията на дефицит на цинк, тези видове мобилизират съвсем малки количества или въобще не мобилизират цинк от старите листа. Като се анализират всички данни може да се предположи, че цинкът се концентрира в зрелите листа, но все пак съществува флуктуация на този елемент по време на вегетационния сезон. От друга страна има данни, че вариациите на съдържанието на цинка в пшеницата са съвсем малки и количествата му слабо се увеличават през периода на растеж. Изчислено е, че при младите растения от общия обем на акумулирания цинк повече от 75% е в надземната част, а при старите това количество се снижава до 20-30% (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.).

При оптимално ниво на цинк в почвата този елемент може да се премества от корените и да се натрупва във връхните части на растенията, по точно – в хлоропластите. Това е особено ясно забележимо при спанака.

Някои видове и генотипи притежават голяма толерантност към цинка и способност към селективната му акумулация от почвата, поради което са добър индикатор за биохимически изследвания. За това такива растения могат да натрупват големи количества от атмосферата или от почвата без видими симптоми на токсикоза. Петрунина и Ковалевский (Петрунина Н. С. 1974 г., Kovalevskiy A. L., 1979 г.) привеждат списъци с някои видове, особено такива от семейства *Caryophyllaceae*, *Cyperaceae* и *Plumbaginaceae*, които концентрират този елемент до съдържание 0,1-1% от сухата маса. Устойчивите видове могат да отслабват действието на излишните концентрации на цинка или чрез метаболитна адаптация и комплексообразуване, или чрез ограничаване присъствието на този елемент в клетките, или като привеждат елемента в неразтворима форма в запасните тъкани.

Болшинството растителни видове и генотипи притежават висока толерантност към излишните количества цинк. Обикновените симптоми на токсикоза от цинк са хлороза, особено при младите листа и отслабване на растежа на растенията. Фитотоксичността на цинка се отбелязва често, особено на кисели и интензивно поливани със сточни води площи. Нивото на фитотоксичност на цинка зависи както от видовата принадлежност и генотипа на растенията, така и от стадия на развитието им. Например 300 mg/kg цинк са токсични за младия ечемик, като в същото време в началото на стадия на братене на овеса, токсични са 400 mg/kg. В тъканите на корените критичните концентрации са значително по-високи.

Цинкът е относително активен в биохимичните процеси. Резултатите от изучаването на **взаимодействието между цинка и кадмия са доста дискуссионни. Има данни както за антагонизма, така и за синергизма между тези елементи** в процесите на акумулация и пренос. Единият или другият процес между катионите се контролира от отношението им в средата на обитаване. Антагонистичните взаимоотношения се проявяват в затормозяване акумулирането на единия елемент от другия, което показва участието в поглъщането на двата елемента от едни и същи носители.

Широко е известен **антагонизмът Zn-Fe**. Механизмът е сходен с угнетяващото действие на другите тежки метали към акумулацията на желязото. Излишъкът на цинка води до забележимо понижаване на желязото в растенията, той пречатства по силно от медта и мангана акумулацията и преместването на желязото. От друга страна **желязото снижава постъпването на цинка в растенията и токсичността на вече поетия цинк**.

Взаимодействието Zn-As има вероятно антагонистичен характер, поради това, че токсичното действие на излишъка от арсен отслабва след обработка с цинк. **Взаимодействието Zn-P се наблюдава често при много култури след внасяне в почвата на фосфор и вар**. Интензивното натрупване на фосфор предизвиква дефицит на цинк (Школьник М. Я., 1974 г.). Обикновено антагонистичното действие на фосфора към кон-

центрацията на цинка е по-силно изразено, отколкото на цинка към фосфора. В някои растения се наблюдава също и синергизъм между фосфора и цинка. Балансираното хранене по отношение фосфора и цинка е необходимо условие за правилното развитие на *Rhizobium* и фиксацията на азота.

Взаимодействието на цинка и калция и цинка и магнезия са различни и зависят от вида на растенията и средата. Характерът на взаимодействията се определя вероятно от рН. Олсен предполага, че реакциите, които намаляват дефицита на цинка при внасяне на магнезий, протичат изцяло в растението, а не в почвата, въпреки че при това не може да се отстранят ефектите, свързани с конкуренцията между магнезия и цинка за обменните позиции в почвата (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.).

Съдържанието на цинк в растенията зависи от различията в генотипа и екологичните фактори в различните екосистеми. Все пак съдържанието на цинк в някои хранителни растения, зърното на житните и крѐмните треви от различните страни не се различават силно. Съдържанието на цинк се колебае между 1,2 mg/kg суха маса в ябълките, до 73 mg/kg суха маса в листата на салатата. Средното му съдържание в зърното на пшеницата е между 22 и 33 mg/kg суха маса и не се различава особено в различните краища на света. Ръжта съдържа малко по-малко, а ечемикът – малко повече от пшеницата.

Фоновото съдържание на цинка в тревите и детелината в целия свят е относително еднакво. Съдържанието му в житните треви е в границите 12-14 mg/kg, а в детелината 24-45 mg/kg суха маса.

Замърсяването на околната среда влияе забележимо на концентрацията на този елемент в растенията. В екосистемите, където този елемент постъпва чрез атмосферното замърсяване, надземните части акумулират по-голямата част от него. От друга страна растенията, растящи на замърсени почви, натрупват по-голяма част от този елемент в кореновата система. Публикуваните данни за съдържанието на цинк в растения от някои замърсени местности вече достигат 0,11% от сухата маса, което представлява реална опасност за здравето на хората (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.).

Въпреки **че кадмият** се счита, че не е необходим за растенията елемент, той **се акумулира** както **от корените**, така **и от листата** им. При това почти винаги се наблюдава линейна зависимост между съдържанието му в средата на растеж (почвения разтвор и във въздуха) и растителния материал. Почти във всички публикации, разглеждащи този въпрос, pH е фактор, който контролира както относителната, така и сумарната акумулация на кадмия. Привеждат се резултати, които показват, че **най-високата относителна акумулация** на този елемент от ориза и други култури, **е в интервал на pH 4,5–5,5** и най-вече при pH 5,5. Има и противоречиви данни, показващи, че в условията на алкални почви кадмият става по-подвижен за сметка на образуването на метални комплекси и хелати и поемането му от растенията не зависи от pH. Китагиси и Ямане посочват, че при понижаване на окислително-редукционния потенциал на почвите, примерно до -0,14В делът на разтворимия кадмий намалява, което е свързано с редукцията на сулфата до сулфид (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.).

Макар pH и други свойства на почвите да предизвикват различия в акумулацията на кадмий от корените, можем да предположим, че разтворимите форми на този метал в почвите винаги са достъпни за растенията. Chdney и Hornik представят големи различия в способността на различните растителни видове да поемат този елемент. Съдържанието на кадмий в култури, растящи на една и съща почва с концентрация на елемента 10 mg/kg се различава повече от 100 пъти. Най-ниски нива на съдържанието на кадмий има в ориза, суданското сорго и детелината, а най-високи – в спанака и рапицата (Chdney R. L. and Hornik S. B., 1977 г.). По данни на Tiffin концентрацията на ¹⁰⁹Cd в отделянията от ксилема на домати след обработка с този радионуклеид, е представлявала 1,5–3,5 µmol. Това предполага, че кадмият, както и другите тежки метали, може лесно да се пренася в растенията във форма на металоорганични комплекси (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.).

Кадмият се локализира главно в корените и в малки количества – във възлите на стъблата, дръжките и главните жилки на листата, даже и ако попадне в растението чрез листата. Когато

количествата на кадмий в средата на растежа на растенията се повишат, концентрацията на този елемент в корените превишават съдържанието в надземните части повече от 100 пъти.

Съобщава се, че кадмият вероятно се концентрира в протеиновата фракция на растенията, което представлява много важен проблем при производството на хранителните продукти.

Кадмият се счита за токсичен елемент за растенията и основната причина за това е свързана с нарушението на ензимната активност. Съобщава се за намаляване на образуването на антоциан и хлорофилните пигменти в растения, подложени на въздействието на кадмий. Установено е също, че хлорофилът е способен да концентрира кадмий в растителните тъкани. Видимите симптоми, предизвикани от съдържанието на кадмий в растенията са намаляване на растежа, повреждане на кореновата система, хлороза, червено-кафява окраска на краищата им или на междудулията.. Проявява се затормозяване на фотосинтезата, нарушаване на транспирацията и фиксацията на CO_2 , изменение проницаемостта на клетъчните мембрани. Кадмият инхибира микробиологичните процеси, произтичащи с участието на ДНК, пречи на симбиозата на микробите и растенията и повишава предразположението на растенията към гъбни заболявания. Кадмият е ефективен и специфичен инхибитор на биологичната редукция на NO_2^- - NO (Kamel Z. 1986 г.).

Съдържанието на кадмий в растенията представлява изключително голяма опасност, тъй като по хранителната верига може да постъпва в организмите на човека и животните, особено чрез адаптивните и толерантни към кадмия растителни видове.

Растенията са подложени на едновременното въздействие на разнообразни замърсители и техният интегрален ефект често се отличава само от действието на кадмия. Някои елементи си взаимодействат с кадмия както в процеса на акумулация от растенията, така и при биохимичните им функции.

Наблюдава се обикновено взаимодействие на кадмия с цинка (както посочихме по-горе), макар и резултатите да са противоречиви. В повечето случаи цинкът намалява акумулацията на кадмия чрез корените и листата. Когато отношението на **кадмий:цинк не превишава 0,01, съдържанието на кадмий**

намалява до 5 mg/kg, т.е. по-ниско от фитотоксичното ниво. Много често се отбелязва възпрепятстващото действие на медта към поемането на кадмий. Отбелязва се също взаимодействието на кадмия с мангана и никела, което се изразява в заместването им с кадмий в процеса на акумулация. При някои култури се наблюдава взаимно антагонистично действие на кадмия със селена. Съобщава се и както за намаляване, така и за нарастване на **акумулацията на кадмий след внасяне на фосфор**, което по всяка вероятност зависи от почвената среда около корените и зависи от различието им и от различните култури. Съотношението Cd-Ca има противоположен характер при различната киселинност. Поглъщането на кадмий може да бъде инхибирано от излишъка на калциеви йони. Има сведения, които показват, че на механизма на акумулация и пренос на кадмий влияят добавките и на други компоненти – калий, азот, алуминий, но тези резултати не са еднозначно доказани.

В храненето на човека и животните кадмият представлява кумулативна отрова, поради което съдържанието му в хранителните и крѐмни растения са изучавани доста детайлно. Съдържанието на кадмий в растителни хранителни продукти от чисти райони на различни страни показват, че неговата най-висока концентрация е характерна за листата на спанака (0,11 mg/kg влажна маса) и зеления лук (0,66 mg/kg суха маса, 3,00 mg/kg в пепелта). Все пак, когато растенията се отглеждат върху замърсена почва, кадмият вероятно се концентрира в корените. Фоновите нива на кадмий в зърното на житните и в други крѐмни растения по данни от различни страни са сходни и доста ниски. Например средните значения на суха маса за зърното от всички житни са 0,013 mg/kg до 0,22 mg/kg, в тревите – 0,07-0,27 mg/kg, в бобовите култури – 0,08-0,28 mg/kg.

В замърсените райони концентрациите на кадмий в растенията бързо нарастват, тъй като растенията го акумулират лесно както от почвите, така и от въздуха. Най-високите му концентрации се налюдават в листата и корените на растенията, докато в зърното той отсъства. Най-високите концентрации в зърното на пшеницата (14,2 mg/kg) и кафявия ориз (5,2 mg/kg), са по ниски от концентрациите му в корените и листата на

изследваните растения (по Кабата-Пендиас А. и Х. Пендиас, 1989 г.).

Въпросът за пределно допустимите концентрации на кадмия в растителните хранителни продукти все още е дискуссионен. Както в другите страни, така и у нас те се базират на основата на денонощното потребление на растителната продукция, респ. на кадмия чрез нея от животните и хората.

Данните от изследванията на съдържанието на олово, цинк и кадмий в различни култури и пасищни треви в района на ОЦК – Кърджали (северно и южно от язовир Студен кладенец) показват, че растенията са силно замърсени с тези елементи (Таблица 8). Количествата им са значително по-високи от по-горе посочените като фонове за различни страни от света. В нашите растителни проби концентрациите на тези метали са значително и над тези средни количества, и в повечето случаи – над посочените токсични концентрации (таблицы 7 и 8). Поради засушливия климат и ниската почвена влажност през летния период (с изключение на земите, непосредствено до язовира) концентрацията на оловото, цинка и кадмия в почвения разтвор е по-голяма, което предполага и по-високата акумулация и концентрация в листната маса на растителността. По тази причина консумираната растителна продукция е и по-опасна за хората и животните. Затова би трябвало да се приемат и по-ниски стойности на ПДК за изследваните елементи в растителната продукция. Това се отнася особено за оловото и кадмия в растенията за пряка консумация, както и за тютюна.

След разглеждането на проекта от Експертния съвет на МОСВ през август бяха събрани допълнително почвени и растителни проби от наличните по това време култури на проучвания обект. Получените резултати (Таблица 8) показват, че динамиката на замърсяване не се е променила особено от времето на извършените през по-предишни години проучвания. Почвената реакция на събраните 19 почвени проби е слабо кисела, неутрална до слабо алкална – от рН 6,5 до 8,3. Най-ниската стойност на рН е 5,8 в района на Веселчани. И ако замърсяването на почвите с олово варира от 1,45 при проба 311 до 14,38 пъти над ПДК в проба 02, то в растителната продукция

ПДК е в рамките на 0,01 до 25,9 mg/kg в зависимост от културите поради различната им способност да акумулират тежки метали. Най-ниски са превишенията на ПДК за зеленчуци и плодове и най-високи при тютюна, фуражната царевица, пасища и люцерна.

Таблица 8. Съдържания на тежки метали в почви и растения подрайони гр. Кърджали и с. Гледка

№ на проба	pH	Рb		Zn		Cd		Култури	Рb		Zn		Cd				
		С	СПДК	С	СПДК	С	СПДК		С	СПДК	С	СПДК	С	СПДК			
В почвите														В растенията			
Кърджали-2 Прилепи																	
300	7,3	615	7,69	1812,5	5,15	17	5,67	пасище	32,7	3,27	152	-	1,4	1,4			
301	6,5	1132,5	14,16	1225	3,87	12,5	4,17	пасище	73,0	7,3	134	-	1,8	1,8			
302	7,3	1150	14,38	2075	5,89	25	8,33	пасище	74,0	7,44	1010	-	6,8	6,8			
303	6,8	387,5	4,84	425	1,28	4,75	1,58	пасище	14,2	1,42	150	-	0,9	0,9			
304	6,6	165,5	2,07	3300	10,2	6,5	2,17	фур. царевица	89,3	8,93	520	-	3,6	3,6			
305	7,5	235,25	2,94	2350	6,53	5,0	1,67	зелен фасул	0,09	0,02	130	1,3	0,5	1,7			
306	6,7	198,5	2,49	2300	7,1	4,5	1,50	тютюн	385	12,83	4600	35,4	63	12,6			
								люцерна	34,5	3,45	260	-	2,3	2,3			
307	7,3	562,5	7,03	240	0,7	1,25	0,42	тютюн	776	25,9	100	-	15	3,0			
с.Седловица																	
308	8,0	158,5	1,98	300	0,81	1,5	0,5	пасище	30,7	3,07	141	-	1,15	1,15			
309	8,7	337,5	4,22	375	1,01	2,0	0,67	пасище	39,0	3,9	111	-	0,9	0,9			
310	8,3	191,75	2,40	462	1,25	5,25	1,75	пасище	20,7	2,07	285	-	1,8	1,8			
311	7,1	116,25	1,45	305	0,89	2,75	0,92	царевица	30,9	61,8	410	10,25	1,9	19,0			
								тютюн	120,0	4,0	565	4,35	16	3,2			
312	7,1	213,00	2,66	2500	7,27	5,0	1,67	домати	0,09	0,01	140	0,84	1,4	2,8			
Кърджали-1 Веселчани																	
313	8,3	620	7,75	875	2,36	2,50	0,83	пасище	21,3	2,13	133,0	-	1,0	1,0			
314	8,3	710	8,88	950	2,57	1,75	0,58	пасище	20,1	2,01	103,0	-	0,8	0,8			
315	5,8	66	1,04	110	0,79	0,25	0,08	ябълки	0,10	0,03	2,3	0,03	0,10	0,5			
								пракови	0,22	0,07	15,0	0,22	0,10	0,5			
								красавици	0,28	0,03	46,0	0,28	0,20	0,40			
								тиквичи	1,42	1,00	71,0	1,42	0,10	1,00			
								домати	0,18	0,02	30,5	0,18	0,40	0,80			
								домати	0,08	0,01	13,0	0,08	0,10	0,20			
								зелен фасул	0,39	0,08	39,0	0,39	0,10	0,33			
								домати	0,10	0,01	17,0	0,10	0,10	0,20			
								Чорб. чушки	0,41	0,08	34,0	0,41	0,10	0,40			
								лоти чушки	0,52	0,12	43,0	0,52	0,30	1,20			
								домати	0,07	0,01	11,0	0,07	0,10	0,20			
								домати	0,09	0,01	15,0	0,09	0,10	0,20			
с.Гледка																	
316	7,4	328	4,10	500	1,40	1,50	0,50	фур. царевица	36,0	3,6	200	-	0,40	0,40			
317	8,2	875	10,94	1313	3,55	3,75	1,25	пасище	16,0	1,6	74	-	0,30	0,30			
318	7,8	620,0	7,75	1650	4,51	26,0	8,67										

Измерените съдържания на цинк варират от 110 mg/kg почва (проба 315) до 3300 mg/kg (проба 304), като най-високи са стойностите в района на Прилепци и Седловина. Варирането на измерените концентрации в растителната продукция е от 2,3 при ябълките до 4,600 mg/kg за тютюна при проба 306. Стойностите на ПДК са в границите от 0,03 до 35,4 mg/kg пъти превишение на ПДК. В същото време поради липса на ПДК за цинк при пасищата не може да бъде отчетено въздействието на 1010 mg/kg измерен цинк в пасищните треви при проба 302. Във всички случаи това е твърде високо количество.

Що се отнася до концентрациите на кадмий измерените количества варират от 0,25 до 26,0 mg/kg почва със стойности съответно от 0,25 до 8,67 пъти над ПДК. При растенията измерените концентрации в продукцията са от 0,1 до 63 пъти над ПДК, като най-ниски са стойностите при плодовете и част от зеленчуците, високи при царевица и пасища и най-високи (63 пъти превишение на ПДК) при тютюна. Ясно е че в зависимост от почвеното замърсяване и физиологичните особености на отглежданите култури – толерантни или хиперакумулатори следва да се набележат и реализират ремедиационни мероприятия, които в максимална степен да редуцират възможния риск от акумулация на тежки метали в продукцията, а от там и прякото въздействие върху трофичната верига растения-животни-човек. И като се има предвид, че замърсяването е полиметално често един елемент е с ниска концентрация, но друг се явява с висока или много висока, което налага провеждането на комплексни мерки за преодоляване на риска.

Направеният досега литературен преглед за мобилността на тежките метали, техният синергизъм и антагонизъм и противоречивостта на някои изследвания, както и проведените у нас проучвания показват благоприятното въздействие на органичните торове върху силното ограничаване на акумулацията на тежките метали в растенията. На практика у нас е установено, че съдържанието на хумусни вещества е намаляло с 30 до 50%, което значително редуцира не само продуктивните възможности на земите, но и носещата способност на почвите по отношение на натоварването с тежки метали.

II. ПРОЕКТНА ЧАСТ

ВАРИАНТИ ЗА РЕМЕДИАЦИЯ НА ЗАМЪРСЕНИТЕ ЗЕМИ

II.1. Обосновка

Факторите, които оказват влияние върху достъпността на тежките метали са: механичният състав (по-тежък, по-малка адсорбция от растенията); органичното вещество; сорбционният капацитет на почвата; дренажът на почвата. При известно поведение на тежките метали в почвата, неутрализацията им се търси с намаляване достъпността им за растенията по агрохимичен път. Високата киселинност и микробиологичната дейност са предпоставка за наличието на разтворими форми. С намаляване на почвената киселинност тежките метали се трансформират в неусвоима от растенията форма. Общото количество на тези елементи не е опасно, то влияе само количествено, за разлика от наличието на обменни форми, които са токсични.

Въз основа на най-мощното проучване на района, извършено през периода 1990-1994 г. от Институт “Н. Пушкин”, е направено изчисляването на площите с различна степен на замърсяване.

Целта на разработката е да отговори на нуждите на МЗГ за земеразделяне и да потърси възможности за временно поддържане на земеделието в такава структура, която да понесе техногенните изменения на почвите и текущото замърсяване на растенията от дейността на ОЦК-гр. Кърджали. През този период са проучвани само обработваемите земи и пасищата, без да се навлиза в горски фонд или изоставени заклепели горски насаждения, особено в индустриалната зона и по брега на язовир “Студен кладенец”. Ето защо изчисленията за замърсени площи в изследвания район показват 17200 dka, а подлежащата на ремедиация площ със замърсяване над 2X ПДК е около 10200 dka. Тази площ е алежала в Постановление №50 на МС/10.03.1993 г.. В сегашното им състояние тези площи са необработвани и разпокъсани земеделски земи, заклепели горски площи южно от завода, зад ж.п. линията до язовира и на другия бряг – територията между хвостохранилищата, при селата Островица, Вишеград и

Гледка, където има разредени топови насаждения и др. Не цялата замърсена площ обаче влиза като обект за ремедияция по “Програмата отстраняване на екологични щети, причинени от минали действия или бездействия до момента на приватизация на ОЦК АД – гр. Кърджали”. Като обект на този проект са земите замърсени над 3 пъти ПДК, само от дейността на ОЦК АД, които по-долу се разглеждат по варианти.

По отношение натрупването на тежки метали в почвите е установено, че те съдържат много високи количества Pb, Cd и Zn, най-вече в подрайони Гледка и Кърджали.

Замърсяването на почвите в района зависи от следните основни фактори:

- разстояние от източника на замърсяване;
- вида на химичните съединения на замърсителите и достъпността им за растенията в зависимост от конкретния генезис на почвите;
- приземен прахоунос на концентрати и отпадъци при неправилно манипулиране, съхранение и пренасяне;
- прахоунос от сухи хвостохранилища;
- промени в метеорологичните условия;
- умереност в натовареността на мощностите;
- ефективност на пречиствателните съоръжения;
- продължителност на периода през който замърсителят е емитирал (47 години).

При проучване на територията заданието е включвало, както дефиниране на силно замърсените площи, така и предлагане на съответен рестриктивен режим на земеделско ползване.

Предмет на този проект са силно (3-5 пъти ПДК) и опасно замърсените площи. От приложения картен материал става ясно, че обработваемите земи в този район са малки частни ниви, които са негодни за производство например на зърнени култури, но те следва да водят безопасно алтернативно земеделие. За тази цел могат да се отглеждат технически нехранителни култури (без тютюн и фуражи), лозя – десертни за пряка консумация и дестилати от тях; бадеми, лешници, орехи, овощни – сливи,

вишни, череши, ябълки (без праскова, кайсия, касис, ягоди, малини, къпини, смокини). Не бива да се допуска паша на преживни животни.

II.2. Методи за ремедиация

От изследванията става ясно, че част от силно замърсените земи могат да бъдат подложени на определени въздействия с възможности за ремедиацията им. За друга, твърде голяма част от тях, е икономически нецелесъобразно да бъдат влагани средства за тези цели. За бъдещото ползуване на замърсените земи се очертават три основни направления:

- ремедиация на почвите и инактивиране на тежките метали със запазване на ползуването им;
- ремедиация на почвите или частична ремедиация с рестриктивен режим на ползуване в рамките на селскостопанския фонд;
- ремедиация на горски и промишлени терени.

От данните става ясно, че не всички земи, очертани от предишните изследвания и влезли в изискванията за ремедиация по настоящия проект, са еднакво замърсени. По тези причини и вариантите за ремедиацията и ползуването им са различни. Има възможност за много повече комбинации на мелиорантите, но ние сме избрали само част от тях като най-целесъобразни и евтини.

Прилагането на тези варианти зависи от избора на собствениците на земите. На чертежи 2 и 3 са представени вариантите за ремедиация на почвите според степента им на замърсяване.

II.2.1. Ремедиация на почвите и инактивиране на тежките метали със запазване на ползуването им

Във връзка с изследванията, направени от Божинова П. и колектив и следващите ги анализи, както и нашите изследвания, направени във връзка с настоящия проект, могат да се предложат следните варианти за ремедиация на почвите в района на ОЦК, отразени на карта за предложения за ремедиация на земите и в табличен вид:

➤ **Южно от язовир Студен кладенец**

Обработваеми земи, чиито почви са анализирани чрез проби от т.т. 191, 192, с площ 85,271 dка (район Гледка – парцели 13156, 13158-13162, 14007-14027, 14003-14005) – предвижда се варуване, поради слабо киселата им реакция, и внасяне на органични торове (оборски тор или "Хумустим", "Агрохумустим" или др.) и минерални торове;

Малко парче до тази площ, с алкална реакция (т. 196) – 39,292 dка – предвижда се само органо-минерално торене (район Гледка – парцели 14001, 14002, 14006, 14029, 14034);

Площите, южно от с. Глухар (50,607 dка) са с кисела реакция и почти не са замърсени с тежки метали. Само една проба е със съдържание на кадмий пет пъти над ПДК. При анализите, направени през 1990-1994 г. тук е установено по-високо съдържание на никел, поради което са отбелязани от възложителя за ремедиация, но никелът не влиза като предмет на разглеждане в настоящия проект. Поради това на тези площи препоръчваме варуване и органо-минерално торене (органичните торове могат да бъдат оборски тор или хумусни вещества от рода на "Хумустим"), както по-горе (парцели 13037-13052, 10023, 16004, 13043).

Територията, характеризирана с точки 189, 198, 190, е заета от ГФ – силно разстроено тополово насаждение. Площта, която заема е 16,999 ha. Състоянието му е резултат както на влиянието на хвостохранилището, така и на ОЦК, но до известна степен – и на недобрите грижи от страна на стопаните му. Насаждението е обраснало в трева, не е поддържано на угар и вероятно целите му са били повече защитни, отколкото производствени. За това тази голяма площ се изключва от настоящия проект.

➤ **Северно от язовир Студен кладенец**

Обработваема земя с площ 149,438 dка, която се характеризира с т. 67, 68, 69. Замърсена е главно с олово и кадмий 2-3 пъти над ПДК. Само т. 68 отбелязва значително по-високо съдържание на оловото (8хПДК) като замърсяването тук е и с трите метала. За това плодородието на тази площ е предвидено да бъде възстановено с внасяне на по-големи количества оборски

тор (или алтернативно органично вещество) и минерално азотно-фосфорно торене (парцели 21039, 21031, 21045, 21049, 21046, 21017, 21050 (по-голямата част), 21056, 22076, 22018, 22017, 22078).

II.2.2. Ремедиация на почвите или частична ремедиация с рестриктивен режим на ползуване в рамките на селскостопанския фонд

➤ *Южно от язовир Студен кладенец*

Част от замърсените земи на землището на с. Вишеград са общински и държавен поземлен фонд – 29,312 dka, а частни – 15,672 dka (северната част – парцели 11002, 11003, 11005, 11006, 11007, 11009, 11010, 11017, 11023-11026, 11028, 11029, 11030, 14030). Площта на тези земи трябва да бъдат подложени на фиторемедиация с рестриктивен режим на ползуване.

➤ *Северно от язовир Студен кладенец*

Северно от язовир Студен кладенец. се намират земите, които са замърсени главно от ОЦК. Тази територия се разделя на три части, предвидени за различни видове мелиорации.

За земите, които са разположени по пътя за с. Седловина (112,708 dka), източно от “Бентонит” АД, характеризирани с т. 112, 113 и 114, предлагаме ремедиация с рестриктивен режим на ползуване под алтернативни култури (Парцели 74, 84, 90, 91-100, 101, 102, 103, 104, 105-124, част от 125, 126-131, 130, 135-138, 141, 143). В момента те се ползват като пасище. По-добре е да бъдат ползувани като лозя за десертно грозде, овощни култури (без праскови, кайсии, малини, къпини и др. с мъхести плодове), които не акумулират в ядливите си части тежки метали. Северно от тези земи се намира лозе (т. 82), чиито земи са замърсени и с трите метала, но в количества, под ЗхПДК. Както южно намиращите се от него земи, така и тази площ трябва да бъдат ремедиирани с органо-минерални торове.

Земите, северно от промишлената зона, характеризиращи се с т. 38, 37, 47, 48, 43, 42, 60-64, 70, 71, 72, се предвижда също фиторемедиация чрез създаване на овощни и орехови градини. Те граничат с горски фонд, а част от тези земи са и изключени

от него заради дейността на “Бентонит” АД. Тази площ възлиза на 50,082 dka (парцели 22001, 22006, 22022, 22023, 22025, 22047, 22048, 22063-22066, 22069-22070, 22080, 22083, 23024, 23029, 21041). Към тези земи трябва да се прибавят и парцелите 23001-23013 (34,245 dka), на които трябва да се спазва рестриктивен режим за ползуване като овощни градини или лозя (където почвите са по-дълбоки и гражданите желаят това).

На част от силно замърсените земи, които се намират в близост до пътища и чиято конвенционална ремедияция ще бъде не само скъпа, но и не особено ефективна, предлагаме фиторемедияция чрез отглеждане на етерично-маслени култури като лавандула. Това са земите, характеризирани с т. 89-93 (по североизточната граница на регулацията на гр. Кърджали, 130,260 dka – парцели 70, 21022, 21033, 21034, 21051, 22027-22033, 22077, 22073, 22079) и по източната граница на регулацията и североизточно от завода, 29,611 dka, характеризирани с т. 103, 141, 142, 108, 109, 110 (парцели 23001-23016, 23018-23022, 23026, 23027, 23028).

Тези земи са разположени северно от ОЦК от двете страни на пътя за с. Широко поле. Почвите на тези земи са представени от плитки канелени горски, глинесто песъкливи и леко песъкливо глинести с различна степен на ерозия, плитки рендзини леко, средно и тежки песъкливо-глинести. Преобладаващата мощност на профила на тези почви варира от 15 до 50 cm, развити върху твърди скали. Хумусният хоризонт е в границите от 12 до 30 cm и масово попадат от 6-та до 10-та категория. Това е преобладаващата част от територията, затова според бонитета в района има условия за развитието на ограничен брой култури, от които традиционни за района са тютюните, отглеждани върху плитки, беднохумусни и ерозирани земи. Те обаче търпят сериозни ограничения, поради силното замърсяване на почвите. На предложените територии, които попадат в опасно замърсените терени, съгласно Инструкцията за определяне вида и степента на замърсяването на земеделските земи по землища и режима на тяхното ползуване (Приложение №17 – МЗГ, 1994 г.), отглеждане на тютюн не се допуска. За това считаме, че са подходящи най-вече за отглеждане на лавандула или други невзискателни

към почвите технически култури, чиято продукция не влиза в хранителната верига. Основните физикохимични показатели на тези почви са представени в таблица 9.

Бонитетната категория е определена за незамърсените земи от 6-та до 10-та. При прекатегоризацията на замърсените земи всички от посочените почви попадат в 10-та категория на зона С, каквито са настоящите терени.

Таблица 9. Основни физикохимични свойства и бонитетни категории на почвените различия, предложени за смяна на предназначението

№ по ред	Почвени различия	Механичен състав на почвата орници/подорници	Дълбочина на пробата	Мощност на хумусния хоризонт	Т.К	pH във H ₂ O	Хумус	Бонитетен бал		Бонитетна категория
		%	cm	cm			%	поливни условия	неполив. условия	
1	Излужени канелени горски почви Т.ПГл. слабо ерозиран	65/64	50	20	0,9	7,2	1,2	42	52	6
2	Излужени канелено горски почви Ср.ПГл. Средно ерозиран	43/58	50	20	1,3	6,7	1,2	48	61	6
3	Излужени канелени горски почви Т.ПГл. средно ерозиран	46/53	50	20	1,6	5,3	1,5	48	62	6
4	Излужени канелени горски почви Ср.ПГл. силно ерозиран	39/35	40	25	0,9	7,4	1,2	47	60	6
5	Плитки канелени горски почви Ср.ПГл.неерозирани и слабо ерозиран, слабо каменисти	54/28	50	30	0,5	6,1	2,1	32	40	7
6	Плитки канелени горски почви Гл.П и ЛПГл. слабо каменисти	23/18	30	18	0,9	5,6	0,7	17	18	9
7	Плитки канелени горски почви Л Гл.П и Е' каменисти	24/20	30	20	0,6	7,3	1,1	14	18	9
8	Плитки канелени горски почви Ср., и ТП Гл.П Е"	47/47	50	20	0,8	8,1	1,1	29	37	8
9	Плитки канелени горски почви Л Гл.П силно ерозиран (Е''')	25/25	30	25	1,0	6,0	1,4	14	18	9
10	Плитки канелени горски почви Ср., Гл.П Е'''	34/34	30	25	1,0	5,8	1,1	14	18	9
11	Плитки канелени горски почви Е''' и скали	37/37	15	12	1,0	8,2	1,5	7	9	10
12	Плитки рендзини Ср., и ТПГл и ЛГл	46/46	15	15	1,0	7,5	2,0	7	9	10
13	Алувиални почви, ГлП и ЛПГл	16/18	120	30	0,9	7,0	1,0	60	79	5
14	Делувиални почви, СрПГл	34/50	110	30	1,8	6,7	0,7	65	84	4
15	Дл ЛПГл	36/32	100	30	1,0	6,1	1,9	68	87	4
16		42/43	120	90	1,1	7,2	1,8	70	90	4
17	Силно ерозиран почви и скали									10
18	Оврази и дерета									10
19	Скали									10

II.2.3. Ремедияция на горски и промишлени терени

➤ Северно от язовир Студен кладенец

Земите, обхващащи южния и източния периметър около промишлената зона, с ширина 100-300 m (характеризирани с т. 133, 134, 136, 137, 138, 139, 154, 153, 85, 86, 78) се предвиждат за фито-ремедияция и изграждане на зелен пояс около ОЦК. За целта трябва да се използват дървесни и храстови видове с дълбока коренова система, устойчиви на въздушно замърсяване – чинар, обикновен дъб, червен дъб, обикновен ясен и др. С дълбоката си коренова система дървесните видове ще черпят чиста вода от терасата на реката, което надпомага устойчивостта им, намалява заблатяването и замочуряването и разпространението на замърсителите към водното течение. Освен това тази площ изцяло е под отрицателното влияние на ОЦК и тревната покривка върху терена е по-малко устойчива на евентуалните изпускания на кисели газове. При това залесяването и отгледните грижи за насаждението е по-евтино от затревяването и поддържането на тревната площ. Тя заема 101,513 dka. Към ремедиацонните мероприятия е необходимо да се предвидят и внасяне на органични и минерални торове през първите три години (парцели 84, 93, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 113). На парцел 103 с площ 126,033 dka е планиран за изграждане на ПСОВ, поради което този терен се изключва от проекта.

Методите за ремедияция по парцели и площи са представени в таблица 11 и чертеж 3. След обявата за известяване на собствениците и поправките в евентуалните площи и желанията им, при разработване на работния проект ще бъде попълнена и колоната с имената на притежателите на земите. Обобщението на вариантите по площи е представено в таблица 10.

Таблица 10. Варианти за ремедиация и земеползуване на земите, замърсени от промишлена дейност в района на ОЦК Кърджали

Пар- цел	Собст- веност	дка	Методи за ремедиация и земеползуване					Най- подходяща ремедиация
			Органо- минерално торене и варуване I	Органо- минерално торене II	Органомине- рално торене и етер. масл. култури III	Органомине- рално торене и алтернативни култури IV	Зале- сява- не V	
Ремедиация на почвите и инактивиране на тежките метали със запазване на ползуването им								
Южно от язовир "Студен кладенец								
Източно от регулацията на гр. Кърджали								
14001		3,980		X				II
14002		1,000		X				II
14006		9,000		X				II
	Частни земи:	13,980		X				
14029		21,021		X				II
14034		2,291		X				II
14037		2,000		X				II
	Общ. земи:	25,312		X				
Всичко:		39,292		X				
13158		5,000	X					I
13159		1,500	X					I
13160		1,300	X					I
13161		1,500	X					I
13162		2,600	X					I
14015		3,029	X					I
14014		4,000	X					I
14013		1,500	X					I
14012		3,000	X					I
14011		3,000	X					I
14010		5,000	X					I
14009		3,500	X					I
14008		3,500	X					I
14007		2,020	X					I
14016		1,026	X					I
14017		2,000	X					I
14018		2,00	X					I
14019		1,000	X					I
14020		2,000	X					I
14021		1,200	X					I
14022		3,000	X					I
14023		5,611	X					I
14026		0,536	X					I
14025		2,500	X					I
14024		2,000	X					I
14005		6,000	X					I
14004		1,964	X					I
14003		0,980	X					I
	Частни земи:	72,266						I
14027	Общ. земи:	13,005	X					I
Всичко:		85,271						

Ремедияция на замърсени почви и преодоляване на екологични щети от “ОЦК” АД – гр. Кърджали

Пар- цел	Собст- веност	дка	Методи за ремедияция и земеползуване					Най- подходяща ремедияция
			Органо- минерално торене и варуване I	Органо- минерално торене II	Органоми- рално торене и етер. масл. култури III	Органоми- рално торене и алтернативни култури IV	Зале- сява- не V	
Южно от с. Глухар								
13037		2,000	X					I
13038		5,783	X					I
13039		1,100	X					I
13040		5,900	X					I
13041		1,800	X					I
13042		2,700	X					I
13044		2,000	X					I
13045		1,500	X					I
13046		1,502	X					I
13047		1,500	X					I
13048		0,500	X					I
13049		2,000	X					I
13050		3,500	X					I
13051		1,000	X					I
13052		0,500	X					I
10023		25,601	X					I
	Частни земи:	43,907	X					I
13043	Общ. земи:	0,900	X					I
16004	ДФФ:	5,880	X					I
	Общ. и ДФФ:	6,780	X					I
Всичко:		50,607	X					
Северно от язовир Студен кладенец								
Северно от регулацията на гр. Кърджали								
21031		4,000		X				II
21046		57,378		X				II
21045		2,400		X				II
21056		4,000		X				II
21050		1,000		X				II
22076		2,000		X				II
22018		1,500		X				II
22017		1,500		X				II
22078		3,000		X				II
	Частни земи:	76,778		X				II
21049	Общ. земи:	15,282		X				II
21039	ДФФ:	57,378		X				II
	Общ. и ДФФ:	72,660		X				II
Всичко		149,438						

Пар- цел	Собст- веност	дка	Методи за ремедиация и земеползуване					Най- подходяща ремедиация
			Органо- минерално торене и варуване I	Органо- минерално торене II	Органоми- рално торене и етер. масл. култури III	Органоми- рално торене и алтернативни култури IV	Зале- сява- не V	
Ремедиация на почвите или частична ремедиация с рестриктивен режим на палзуване в рамките на селскостопанския фонд								
Южно от язовир Студен кладенец								
Землище на с. Вишеград								
11002		3,000		X				II
11006		2,000		X				II
11009		2,043		X				II
11029		2,000		X				II
11030		3,047		X				II
14030		3,582		X				II
	Частни земи:	15,672		X				
11003		4,626		X				II
11005		2,700		X				II
11010		3,774		X				II
11017		1,250		X				II
11023		1,748		X				II
11024		0,826		X				II
11025		7,183		X				II
11026		2,033		X				II
11028		2,172		X				II
	Общ. земи:	26,312		X				II
11007	ДПФ:	3,000		X				II
	Общ. И ДПФ:	29,312		X				II
Всичко:		44,984		X				
Северно от язовир Студен кладенец								
Западно от с. Седловина								
74		1,598				X		IV
90		1,301				X		IV
91		0,200				X		IV
92		3,379				X		IV
93		0,800				X		IV
107		0,400				X		IV
108		0,600				X		IV
109		1,500				X		IV
110		2,000				X		IV
111		1,004				X		IV
113		0,500				X		IV
116		0,400				X		IV
121		0,400				X		IV
124		1,000				X		IV
127		0,200				X		IV
128		2,808				X		IV
129		0,600				X		IV
131		0,400				X		IV
135		1,000				X		IV

**Ремедияция на замърсени почви и преодоляване на
екологични щети от “ОЦК” АД – гр. Кърджали**

Пар- цел	Собст- веност	дка	Методи за ремедияция и земеползуване					Най- подходяща ремедияция
			Органо- минерално торене и варуване I	Органо- минерално торене II	Органомине- рално торене и етер. масл. култури III	Органомине- рално торене и алтернативни култури IV	Зале- сява- не V	
137		0,300				X		IV
141		0,101				X		IV
143		0,400				X		IV
	Частни земи:	20,927				X		IV
95		3,334				X		IV
96		1,418				X		IV
97		1,500				X		IV
101		31,160				X		IV
106		3,919				X		IV
115		10,435				X		IV
117		5,598				X		IV
122		0,970				X		IV
123		11,602				X		IV
126		6,732				X		IV
130		1,400				X		IV
136		9,833				X		IV
138		3,608				X		IV
	Общ. земи:	91,509				X		IV
114	ДПФ.	0,272				X		IV
	Общ. и ДПФ	91,781				X		
Всичко		112,708				X		
<i>Северно от регулацията на гр. Кърджали</i>								
22047		0,500				X		IV
22048		0,100				X		IV
22063		1,500				X		IV
22064		1,514				X		IV
22066		1,500				X		IV
22069		0,650				X		IV
22070		0,650				X		IV
22083		1,000				X		IV
22022		4,000				X		IV
22023		1,000				X		IV
22025		1,000				X		IV
22074		2,484				X		IV
22080		2,400				X		IV
	Частни земи:	18,298				X		IV
22065		2,214				X		IV
23024		25,140				X		IV
21041		0,500				X		IV
22006		3,930				X		IV
	Общ. земи:	31,784				X		IV
Всичко:		50,082				X		

Пар- цел	Собст- веност	дка	Методи за ремедиация и земеползуване					Най- подходяща ремедиация
			Органо- минерално торене и варуване I	Органо- минерално торене II	Органомине- рално торене и етер. масл. култури III	Органомине- рално торене и алтернативни култури IV	Зале- сява- не V	
Северно и североизточно от промишлената зона								
23001		1,000			X			III
23002		2,700			X			III
23003		2,000			X			III
23004		3,000			X			III
23005		3,000			X			III
23006		2,000			X			III
23007		2,000			X			III
23008		2,500			X			III
23010		13,000			X			III
23011		1,000			X			III
23012		1,000			X			III
23013		1,045			X			III
21022		43,246			X			III
21033		1,000			X			III
21034		3,000			X			III
22027		6,000			X			III
22028		3,000			X			III
22029		2,500			X			III
22030		5,000			X			III
22073		4,000			X			III
22077		3,000			X			III
22079		2,530			X			III
	Частни земи:	107,521			X			III
21051		2,700			X			III
22031		2,374			X			III
22032		8,505			X			III
22033		14,867			X			III
	Общ. земи:	28,446			X			III
70	ДФ:	28,538			X			III
	Общ. и ДФ:	56,984			X			
Всичко:		164,505			X			
23014		3,539			X	X		III
23015		1,000			X	X		III
23016		2,000			X	X		III
23018		4,000			X	X		III
23019		2,500			X	X		III
23020		0,600			X	X		III
23021		0,600			X	X		III
23022		3,619			X	X		III
23026		3,000			X	X		III
23027		2,545			X	X		III
23028		5,000			X	X		III
	Частни земи:	28,403			X	X		
23009	Общ. земи:	1,208			X	X		III
Всичко:		29,611			X	X		

Ремедияция на замърсени почви и преодоляване на екологични щети от "ОЦК" АД – гр. Кърджали

Пар- цел	Собст- веност	дка	Методи за ремедияция и земеползуване					Най- подходяща ремедияция
			Органо- минерално торене и варуване I	Органо- минерално торене II	Органомине- рално торене и етер. масл. култури III	Органомине- рално торене и алтернативни култури IV	Зале- сява- не V	
Ремедияция на горски и промишлени терени								
Северно от язовир Студен кладенец								
Южно от регулацията на гр. Кърджали								
98		1,002				X		IV
99		1,000				X		IV
23029		0,500				X		IV
22001		5,025				X		IV
22002		101,230	Отказва се от ремедияция					
	Частни земи:	7,527						
84		101,117					X	V
93		5,641					X	V
96		2,324					X	V
97		9,536					X	V
100		3,000					X	V
101		1,018					X	V
102		5,000					X	V
113		14,004					X	V
	Общ. земи:	141,640					X	V
105	ДФФ:	7,871					X	V
	Общ. и ДФФ:	149,511					X	V
Всичко:		151,513						

Таблица 11. Обща площ на земите, предложени за ремедияция посредством различни мелиоранти

Методи за ремедияция и ползуване					
Варуване, дка	Внасяне на органични торове, дка	Внасяне на минерални торове, дка	Фиторемедияция чрез етерично-маслени култури, дка	Фиторемедияция чрез алтернативни култури, дка	Залесяване, дка
Южно от язовир Студен кладенец					
<i>Район Гледка – южен бряг на язовира</i>					
85,271	85,271	85,271			
<i>Район Вишеград</i>					
	44,984	44,984			
<i>Южно от с. Глухар</i>					
50,607	50,607	50,607			
Северно от язовир Студен кладенец					
	149,438	149,438			
<i>Западно от с. Седловина</i>					
	112,708	112,708			
<i>Северно от регулацията на гр. Кърджали</i>					
	50,082	50,082		50,082	
<i>Северно и североизточно от промишлената зона</i>					
	164,505	164,505	164,505		
	29,611	29,611		29,611	
	7,527	7,527		7,527	
		149,511			149,511
Всичко:					
135,878	734,025	734,025	164,505	87,220	149,511

II.3. Вещества и норми, използвани за мелиорация и ремедиация на замърсените почви

Инактивирането на тежките метали е възможно, чрез:

1. варуване;
2. обогатяване с органични вещества;
3. внасянето на фосфорни торове, фосфоритуване (за неутрализация на кисели почви, в които токсичността е предизвикана от обменната киселинност, образуване на трудно разтворими утайки от фосфати с елементите Al, Fe, Ca и др.);
4. разреждане на замърсителя (при наличие на умерено замърсяване);
5. пренасяне на замърсителя под орния слой (препоръчано е при наличие на високи степени на замърсяване, при преустановено атмосферно замърсяване).

Почвите в района на ОЦК са алкални и силно обогатени с тези елементи, особено на олово и кадмий. При това се знае, че рендзините и смолниците, образувани върху варовити скали (каквито са в района на Кърджали), са най-богати на цинк, но той се намира в трудно разтворими съединения, което затруднява усвояването му от растенията. Мероприятия като варуване и фосфоритуване са малко приложими в този район, поради високата алкалност на повечето почви, а фосфоритуването е доста скъпо мероприятие. Освен това у нас вече не се произвеждат фосфорни торове, чието производство се контролираше по отношение на съдържание на тежки метали и радиоактивни елементи. Сега се внасят по-скъпи такива от различни страни, при което не всякога се знае съдържанието на страничните елементи. Все пак ние препоръчваме при мероприятията за повишаване на плодородието на почвите внасяне на и на фосфорни торове.

Почвите, образувани върху основни скали и варовици, са по-богати и на кадмий. В почвата кадмият е свързан най-вече с органичното вещество, поради което по-богатите на органично вещество почви (рендзини, смолници, излужени смолници) съдържат винаги повече кадмий, отколкото по-бедните. Цинкът и кадмият са елементи, които много често се срещат съвместно в почвите, както по естествен път, така и под антропогенно влияние.

Мероприятията по ремедиацията на такива почви, замърсени с двата метала са аналогични. За разлика от оловото, усвояемостта на кадмия от житните и зеленчуците е висока и достига до 40% от общия кадмий в почвата.

От казаното става ясно, че при определяне на методите за ремедиация на почвите в района на ОЦК Кърджали, замърсени с тежките метали олово, цинк и кадмий, няма голям избор на мелиоранти, чието действие е добре проучено.

➤ **Варуване с цел понижаване киселинността и подвижността на тежките метали**

Материалите, пригодни за понижаването на киселинността (повишаването на pH) на почвите, трябва да отговарят на следните изисквания:

- да притежават леко алкализиращо действие и да повишават pH примерно до неутрално ниво. Идеалният материал трябва да действа достатъчно умерено, за да не причини вреда при внасяне в по-голяма доза;

- да обезпечава адсорбцията с достатъчни количества катиони в участъците на поглъщателния комплекс, основно Ca, а също така – малки количества Mg^{++} . Натриевият подвижен катион не трябва да влиза в състава на материала;

- да оказва благоприятно влияние върху структурата на почвата. Най-пригоден за това се явява калциевият йон;

- да не бъде много скъп.

Почти всички, използвани в практиката варовикови материали, представляват смляна варовикова маса, доколкото тя, в най голяма степен отговаря на тези изисквания. Варовикът се състои основно от $CaCO_3$. Разновидностите на доломита съдържат известни количества $MgCO_3$. Тези материали обезпечават нужните запаси катиони, а карбонатните аниони не оказват вредно въздействие. Алкализиращият ефект е мек, но достатъчен. Само малко материали са евтини и разпространени от варовика. За това като основен мелиорант на местата, силно замърсени с тежки метали, препоръчваме използване на варови отсевки, които ОЦК получава с договор от Мина Огняново на договорирани цени, по-ниски от пазарните.

В зависимост от рН-интервалите на почвите в района и обменната киселинност при рН 4,5-5 могат да се внесат около 1100 kg вар на дка, при рН 5-6 – около 800 и при рН 6-7 – 500 kg/dka. При варуването с оптимални количества то трябва да се повтаря периодично през 4-5 години. За да се избегне честото внасяне на вар, (през 8 години) е възможно преваруване на почвите, но то създава други проблеми. Високите дози Са блокират не само тежките метали, но и основните хранителни елементи и редица микроелементи, ето защо се налага допълнително торене (възможно е и като листно подхранване). За нашите условия се предлага нормата 5-7 t/ha във формата на варови отсевки от мини Огняново.

➤ ***Органо-минерално торене по класическия способ – чрез оборски тор и минерални торове***

При проучените почвени проби, съдържанието на калий и фосфор, при благоприятно съчетание с водното запасяване, е в границите на категорията “добре запасени”. Данните за съдържанието на хумус и общ азот показват, че те са под тези граници, поради което са решаващи показатели за степента на плодородието. Освен това органичното вещество се явява като един от най-ефективните “блокери” на тежките метали. При тези условия, на доказана необходимост от внасяне на хранителни елементи, особено азот, минералното торене е наложително. За да се получи положителен ефект е важно да се внесе съответния вид азотен тор. Алкалната реакция на почвения разтвор налага използването на торове с две азотни форми – амониева и нитратна, т.е. амониева селитра с 33-35% съдържание на азот, в гранулирано състояние. Оптималното съотношение между N,P и K, както и оптималните дози за P, се определят от вида на азотния тор. Необходимостта от по-бързо действие е основание да препоръчаме внасянето на амониева селитра, в гранулирано състояние, при 34% N. Тя се проявява като физиологически слабо кисел тор при алкалните субстрати, както е при този обект. Тя действа по-продължително време върху субстратите. Поради по-голямата разтворимост и подвижност, азотния тор трябва да се внася непосредствено преди вегетацията. Същите

могат да се внасят и по време на вегетация, в малки количества няколко пъти при подхранване. В нация случай торенето ще увеличи устойчивостта на растенията към неблагоприятните екологични условия. Предвиждаме внасяне на амониева селитра при основното торене (през есента) – 160 kg/ha и при едно или две подхранвания (през пролетта или началото на лятото на следващата година) – 85-90 kg/ha в продължение на пет години.

Фосфорните торове имат голямо значение за по-бързото вкореняване на растенията и подпомагане техния общ растеж и развитие. Лесноразтворимите фосфорни торове, в гранулирано състояние, имат повишен коефициент на използване и са с намалено вредно действие. Създава се бездефицитен фосфорен режим. Внасянето на суперфосфат (с 37% P_2O_5) се предвижда да стане еднократно, през есента, при норма 180 kg/ha. Препоръчително е “запасяващо” фосфорно торене, с по-високи норми, за по-дълъг период (през 2-3 години по 360-440 kg/ha). Част от тежките метали ще се блокират в неподвижни метални фосфати.

При добре запасените на калий субстрати внасянето на N и P стимулира по-интензивното използване на почвения калий.

➤ ***Органоминарално торене чрез хуматни торове “хумустим” и “агрохумустим”с или без минерални торове***

Ползата от използването на хуматни торове може да се сведе до следното:

Физически ползи

- увеличава се възможността на почвата да влагозапасява;
- повишава се аерацията на почвата;
- подобрява се структурата;
- намалява се ерозията
- повишава се толерантността към сушата

Химически ползи

- увеличава се процента на общия азот в почвата;
- неутрализират се както алкалните, така и киселите почви;

- увеличава се капацитетът на обмяната на веществата;
- увеличава се поемането на минерали;
- хранителните вещества се задържат в кореновата зона колкото е необходимо.

Биологични ползи:

- ускорено деление на клетките, което стимулира растежа и развитието на растенията;
- увеличава се дебелината на клетъчните стени, което удължава живота на клетката;
- ускорява се поникването на семената;
- увеличава се броят на благоприятните микроорганизми в почвата;
- увеличава се съдържанието на витамини и минерали в растенията;
- увеличава се растежа на кореновата система на ширина;
- увеличава се произвеждането на растителни ензими;
- максимизира се поемането на хранителни съставки;
- засилва се фотосинтезата;
- засилват се енергийните процеси в растенията.

Сенгалевич в колектив с изследователи от 19 института (2007 г.) е провел експерименти по отношение въздействието на *хумустим* върху растежа, развитието и толерантността на растенията към редица неблагоприятни дадености.

Въз основа на резултати от изпитвания на хумустима в отраслевите институти в системата на МЗГ през 2000\2001 г. и въз основа на Протокол №47, той е вписан в Националния списък на разрешените припарати за растителна защита през 2001 г. под №4232. и с №90 от 03.10.2002 г. е одобрен и етикета на Хумустим от НСРЗ към МЗГ, който отговаря на изискванията съгласно нормативната база. Цената на Хумустим е 27,60 лв. с ДДС за литър, а на Агрохумустим 12 лв за 5 обемни литра. На дка се внасят 50-60 обемни литра Агрохумустим.

Лицензираният Хумустим е тъмнокафява течност, силен концентрат, който се използва в малки количества на единица площ, се явява като биорегулатор и стимулатор на растежа с

оценка като екологично чист органичен продукт (Сенгалевич и колектив 2007 г.). Той е водоразтворим калиев хумат с високо съдържание на хуминови киселини, макро- и микроелементи и рН на продукта 8-9. Наличието на калий регулира дейността на голям брой ензими. Чрез тях той влияе върху синтеза на редица полезни вещества в отглежданите култури. Предимствата на Хумустим, като биорегулатор се дължат не само на калия и набора от микро- и макроелементи, но и от високото съдържание на органични вещества 58-59% и голямото присъствие на хуминови киселини (23,4%). Той има богат органичен и минерален състав:

- 12,5 % сухо вещество, в т.ч.:
- 41,05 % пепелни и минерални вещества и
- 58-59 % органични вещества, от които
- 23,4 % хуминови киселини,
- 5 % фулвокиселини,
- 7,83 % общ калий,
- 3,00 % общ азот,
- 1,14 % общ фосфор,
- 3,92% общ калций,
- 1,11 % магнезий,
- всички микроелементи,
- усвоим N – NH_4 – 142,8 mg/l,
- усвоим N – NO_3 – 12,6 mg/l,
- усвоим P_2O_5 – 400 mg/l,
- усвоим K_2O – 10245 mg/l,
- усвоим CaO – 3338 mg/l,
- усвоим MgO – 924 mg/l,
- рН на разтвора – 8-9.

Хумустимът влияе върху растежните и репродуктивни прояви на земеделските култури и качеството на продукцията – повишава глутена; съдържанието на белтъчини, на скорбяла, на масленост, на захарност, подобрява вкусовите качества на плодовете и зеленчуците, подобрява транспортабилността им и удължава срока на съхранението им.

При почвите хумустимът с високото си съдържание на хуминови киселини е фактор за възстановяване плодородието на почвите.

- Подобрява баланса на хранителни вещества в почвата.
- Засилва калиевата микрофлора, която значително активира процесите на почвообразуване и повишава коефициента на използване на внесените минерални торове.

През последните години не се внасят фосфорни и калиеви торове, при което едностранното азотно торене води до вкисляване на почвите. *Хумустимът* способства за преодоляване на дисбаланса и обезпечава растенията с минерални и органични хранителни вещества.

Изразеният алкален характер на *хумустим* и внасянето му във вкислени почви води до неутрализиране на почвената киселинност.

Известна е ролята на хуминовите киселини да влизат във взаимодействие с тежките метали, като образуват неусвояеми за растенията комплексни органоминарални съединения. *Хумустим* е без аналог на нашия пазар както по качество, така и по цена на декар и е изключително подходящ за производството на качествена и екологично чиста земеделска продукция.

Хумустим и неговата разновидност *Агрохумустим* – гранулиран органичен тор засилват съпротивителните сили на растенията срещу болести и вредители, повишават устойчивостта към стресови фактори – засушаване, измръзване, резки температурни амплитуди, химически вещества и др.

Засилват фотосинтезата, повишават натрупването на хлорофил, подобряват тургура на растенията и оптимизират водния режим, като намаляват транспирацията на водата. Способстват за намаляване натрупването на нитрати и остатъчни пестициди в плодовете.

Бързо възстановяват растенията засегнати от късни слани, градушки и други повреди.

Всичко казано дотук е потвърдено с извеждане на редица прецизни опити и продължават да се извеждат в почти всички отраслеви институти в страната при основните земеделски култури – житни, бобови, царевица, слънчоглед, тютюн, овощни видове и лозя, ягодоплодни, етерично-маслени, фуражни треви, затревени площи, цветя, декоративни храсти и др. Изведени са и

производствени опити на над 100 000 дка при различни култури. Хумустим и гранулатната му форма Агрохумустим, създадена от проф. д-р Георги Сенгалевиц се произвеждат по оригинална технология от фирма “Агроспейс” ООД гр. Велинград в база оборудвана със съвременна технологична линия.

Н.с. д-р Цветан Коцев от БАН, г. ас. Зорница Чолакова, Константин Чакалов и Тодорка Попова от НИПРОРУДА (Сенгалевиц и колектив 2007 г.) са извършили проучвания свързани с оценката на ефективността на хуматния тор “Хумустим” за саниране на замърсени с тежки метали и арсен алувиално-ливадни почви. Резултатите са посочени в работата на Чолакова и колектив 2006 г.. Извършени са три последователни екстракции със стронциев нитрат и калциев хлорид и ЕДТА. Влиянието на хуматния тор и железен сулфат като мелиоранти при първите две екстракции се изразява в това, че оловото е под границата на откриване ($<0,2 \text{ mg/kg}$ с ICP). Подвижното олово е почти изцяло под формата на органоминерални комплексни съединения, разтворими с ЕДТА. Мелиорантите са показали надежден резултат при имобилизацията на оловото. Очаква се този ефект да е най-добре изразен при почви с неутрална и слабоалкална реакция, тъй като с повишаване на рН се увеличава интензивността и устойчивостта на свързване на оловото с органичните вещества. Препаратът може да се използва самостоятелно за рекултивиране на неутрални и слабо алкални почви, замърсени с тежки метали. При кисели почви се препоръчва да се прави съвместно с варуване.

Представените резултати показват, че органичният тор може да се използва за мелиорант и при прилагането на фиторемедияция.

Д-р Елена Цолова (Сенгалевиц и колектив 2007 г.) е провела изследване с използване на различни норми на торене с хумустим при отглеждане на малини. Получени са редица резултати, които потвърждават благотворното влияние на органичния тор върху всички качества на растението и плодовете. В един от опитите е имало силно завишено съдържание на кадмий. След торене с хумустим съдържанието на кадмий в плодовете е под ПДК. Следователно и тези данни потвърждават, че хумустим

свързва в неразтворима форма тежките метали от промишлени замърсители, като ги прави неусвоими за растенията.

Получените многобройни отзиви от научни работници към различни изследователски организации, както и такива от земеделски производители са достатъчно основание да се препоръча използването на този естествен продукт за ремедиация на силно замърсените с тежки метали земи в района на ОЦК АД Кърджали.

➤ **Други вещества**

1. Използването на чист *зеолит* 3 t/dка + варуване, при който тежките метали се превръщат в окиси.

Цената на този метод на ремедиация се образува чрез цената на зеолита от 44 до 70 лв./t x 3 t = 132-210 лв. + цена на варта x площите + механизирани обработки.

Не цената в нашия случай е пречка за използването на зеолита. Нецелесъобразността идва от факта, че зеолитите могат да се използват върху песъчливи почви, където те, освен очистващият ефект, имат и структурообразователен ефект. Върху тежките почви, каквито са конкретните, този метод е неподходящ, поради това, че се влошава механичният им състав (става още по-тежък).

2. *Комбинирано използване на зеолит с пепелина и органични отпадъци.* При pH 4,5-6,0 задължително се внася пепелина, която се аализира за съдържание на K, Na, Ca, Mg, за да се изчисли количеството ѝ. При pH от 6 до 7 пепелина не се внася. Пепелината е отпадъчен продукт от циментовата промишленост (в Димитровград) и разходите ще бъдат само за транспорт и внасяне в почвата. Добавят се:

- Компост: два тона дървестни кори;
- Зеолит 1t;
- Течни азотни торове + фосфоритни брашна;
- Неутрализиращ агент.

Растителните остатъци се компостират там, където са депонирани (където има дървопреработваща промишленост- Крумовград, Момчилград, Ивайловград и най-големи количества кори има в Пещера) закарват се зеолит, оборски тор или минерални торове и се прекарва готовия компост.

Считаме, че този вариант не е подходящ поради вниманието, което изисква при прилагането му. За нашите цели методът трябва да бъде отработен и да не затруднява земеделските стопани.

3. *Чрез компост, произведен на място* – растителни отпадъци, се складират близо до площта, която ще се мелиорира като се смесват с горните съставки, разбъркват се 1-2 пъти, за да се създадат аеробни условия за компостиране и след това се внасят в почвата. Като растителни отпадъци могат да се използват дървесни кори от широколистни видове.

Дървесните кори служат от една страна за разреждане на тежките метали в почвата, а от друга самият компост влияе чрез хумифицирането върху блокирането им, а не само чрез рН. Влиянието на компоста е по-продължително – около 8-10 години, а някога и повече.

При прилагането на зеолита трябва да се изследва всяка партида за качеството му. Броят на анализите зависи от големината на партидите:

- Сорбционен капацитет и йонообменни форми;
- Силикатен анализ;
- Съдържание на клиноптиолит.

4. *Внасяне на модифициран зеолит.* Зеолитът може да сорбира тежки метали, но може и да повиши тяхната подвижност. Той сорбира манган и алуминий и натрупва обменна киселинност. Ето защо може би е най-добре на най-силно замърсените площи да се внесе модифициран зеолит, да се повиши подвижността на тежките метали и на тях да се отглежда „Салвия“ в продължение на няколко години. След определен период от време следва да се установи доходността ѝ и, ако резултатите са добри, може и по-дълго да се отглежда. По този начин тежките метали металисе извличат, а площта се детоксицира с компости. Този метод има перспектива за приложението му, но трябва предварително да бъде изпитан както чрез вегетационен, така и чрез производствен опит. Железните окиси и хидроокиси повишават значително имобилизационния ефект на компостите. Те могат да бъдат включени във всички варианти като това ще повиши цената.

5. Възможно е извършване на *риголване на по-дълбоките почви с погребване на замърсения повърхностен слой*, но този метод носи известен риск, тъй като в случай на залпови емисии е възможно изкарания на повърхността долен слой да се замърси и да се лишим от възможността някога при преустановяване на замърсяването да предприемем последната мярка за по-трайна мелиорация. Освен това преобладаващата почвена покривка е представена от плитки почви. Дълбоките, позволяващи риголване са тези южно от завода до язовир Студен кладениц. Те обаче са силно замърсени и постоянно застрашени от емисии.

Нормите на веществата-мелиоранти и необходимите количества от тях са представени в таблица 12.

Таблица 12. Мелиоранти за ремедиация

№	Мелиорант	Мярка	Норма ч.в/год.	Норма ч.в/год.	Всичко
I. Мериорации в селскостопанския фонд					
4.	Алтернативни органични в-ва (хумустим) ССФ вода	14 l/dka m ³	14 l/dka – пролет 5 t/14l/dka	14 l/dka – пролет 5 t/14l/dka	482,3*5*3 год.= 7234,5
II. Мериорации в горския фонд					
1.	Залесяване	dka	150	150	150
2.	Затревяване	dka	50	50	50
III. Алтернативни култури в селскостопанския фонд					
1.	Лозя	dka			35
2.	Овощни градини	dka			35
3.	Орехова култура	dka			20
4.	Лавандула	dka			165

*Овощни градини:

круши средностъблени	– 1814 лв./dka
явълки средностъблени	– 1990 лв./dka
слива	– 1439 лв./dka
череша	– 1367 лв./dka
вишня	– 1180 лв./dka
средно:	– 1558 лв./dka

Забележка: Използуваните материали за създаване на лозя, овощни градини и орехови насаждения не са разбити, тъй като цените на декар създавана култура са представени като цяло според Бюлетина, одобрен от МЗГ (таблица II.2.2.)

III. МОНИТОРИНГ НА ЗАМЪРСЕНИТЕ ЗЕМИ И РАСТИТЕЛНАТА ПРОДУКЦИЯ

Мониторингът представлява системно наблюдение на параметри и позволява прогнозиране и регулиране на протичащите процеси в екосистемите.

Той включва:

1. Избор на параметрите за наблюдение:
 - 1.1. Въздух и въздушни емисии;
 - 1.2. Водна среда и свързаните процеси;
 - 1.3. Почва;
 - 1.4. Физични въздействия;
 - 1.5. Биологични и химични въздействия;
 - 1.6. Въздействие на човека;
 - 1.6.1. Стандарт на живот;
 - 1.6.2. Състояние на местната икономика;
 - 1.7. Условия за труд, включително излагане на опасни субстанции.

Периодичност на мониторинга:

Според изискванията на Националните наредби и международната практика се извършват:

- Оценка на въздуха – ежедневно (освен ако производството предполага друго);
- Контрол на водите – периодично;
- Контрол на почвата – периодично (не по-рядко от веднъж на две години).

Честотата и вида на мониторинга обикновено се конкретизират в издадените разрешителни.

Мониторингови техники и процедури:

1. Инструментално оборудване – адекватно;
2. Приложими стандарти – БДС и ИСО;
3. Качествен контрол на данните;
4. Изисквания за персонала и обучението му.

Отчетност:

1. Пред местните и национални структури;
2. Пред международните структури.

Основание за провеждане на постоянен почвен мониторинг

Почвеният мониторинг е системно наблюдение, оценка и прогноза на измененията на качеството на почвата от дадена територия във времето като резултат на антропогенната дейност и/или/ природните процеси. Той има силен географски компонент и по тази причина може да се разглежда като специализирана географска информационна система /ГИС/ за ранно откриване на неблагоприятните или нежелани изменения в качеството на почвите с оглед да се регулират процесите, които водят до замърсяване, деградация или разрушаване на почвената покривка.

При изграждането на обекти, притежаващи потенциален риск за увеличаване на емисии и техногенен внос на замърсители, се препоръчва разработване на мониторингова мрежа за второ ниво, каквато е настоящата схема за детайлно проучване.

Важен елемент от мониторинга на процесите е достоверната информация от оценката на риска.

Оценка на риска – здравен и екологичен

Оценката на риска дава информация за опасностите, които действат на човешкия организъм. В последно време особено внимание се обръща на т.нар. екологичен риск. Усвояването на различни замърсители чрез растителния и/или животински организъм от почвата, водата или седиментите, е комплексен, динамичен процес, който засяга различни нива на хранителната верига. Поради това екологичният риск е по-комплициран от здравния риск.

Оценката на екологичният риск включва:

1. Познаване на условията на района:

1.1. Описание на параметрите на засегнатия район;

1.2. Физична география (климат, геология, топография);

1.3. Историческа информация;

1.4. Биологични параметри на околната среда:

1. Флора; 2. Фауна; 3. Принадлежност към национални паркове и защитени територии; 4. Възобновими и невъзобновими суровини.

2. Човек и околна среда:
 - 2.1. Разпределение на населението в района;
 - 2.2. Земеползване (настоящо и в перспектива).
3. Качество на околната среда:
 - 3.1. Въздух;
 - 3.2. Води;
 - 3.3. Почва;
 - 3.4. Шум.

Планирани дейности

При оценката на риска се имат предвид специфични показатели – критерии и индикатори, които са чувствителни към промени в средата. Отчитайки спецификата на производството и ангажираността на местното население в него, най-важни за следене са следните критерии:

1. Опазване на околната среда – по състояние на индикатори от флора, фауна, почва;
2. Биодостъпни форми на тежките метали;
3. Почвени индикатори – количество на почвената биомаса и съотношение на групи микро-организми;
4. Растения – индикатори на замърсяването;
5. Почвени животни – индикатори на замърсяването;
6. Разработване на ремедиационна програма.

Системен контрол на околната среда

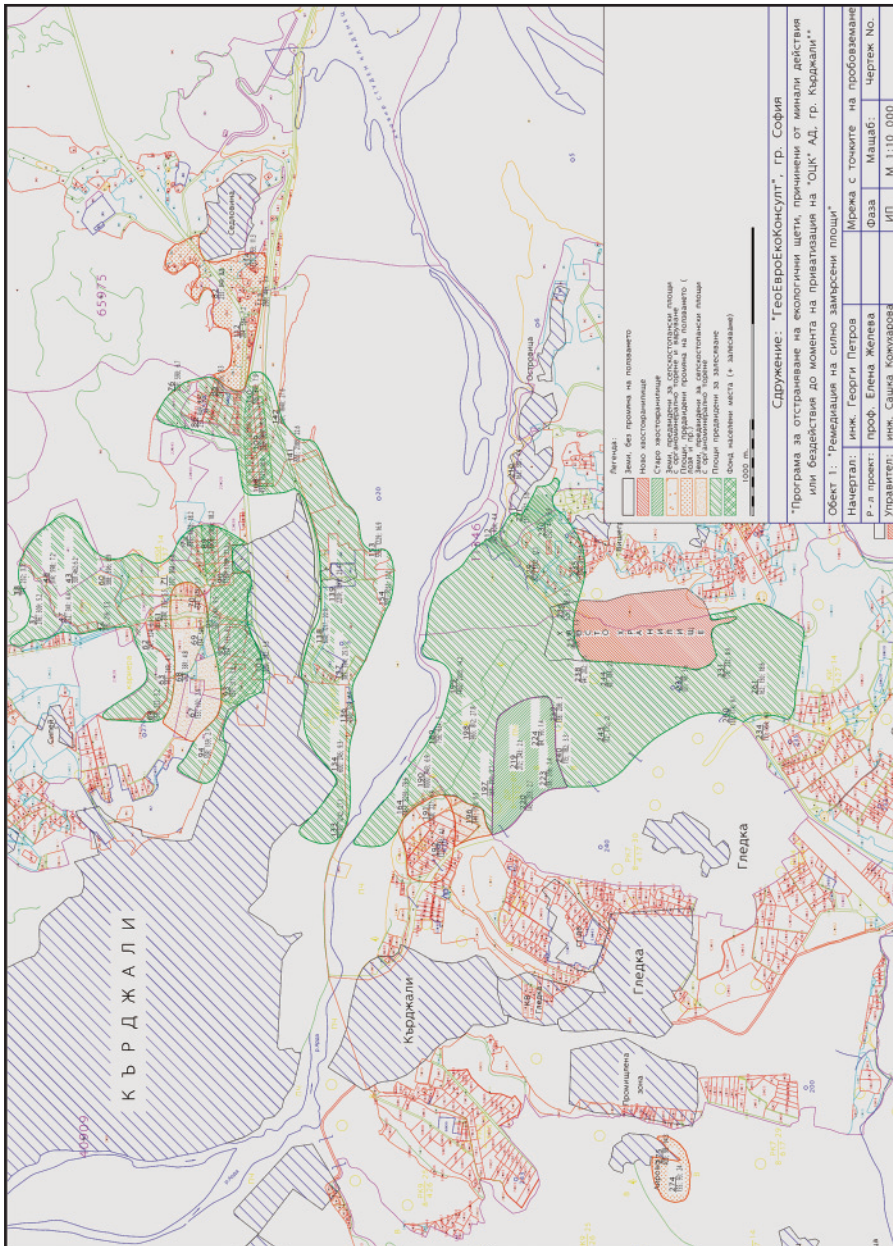
Мониторингът предполага развиването на система от постоянно контролирани точки и показатели. Те дават възможност за оценка на процесите, протичащи към настоящия момент и планиране на актуални и бъдещи мероприятия. Поради това е необходимо регулярно отчитане на физико-химичните характеристики на точките от мониторинговата мрежа.

Независимо от извършените технологични подобрения по отношение пречистването на производствените газове след 1993 г. и значително намалените емисии, е необходимо да се състави схема на мониторинг, за да се оцени по-нататъшното въздействие на комбината върху околната среда. За целта трябва да се избере един пункт в незамърсената зона, който да бъде разположен върху почви със съдържание на основните

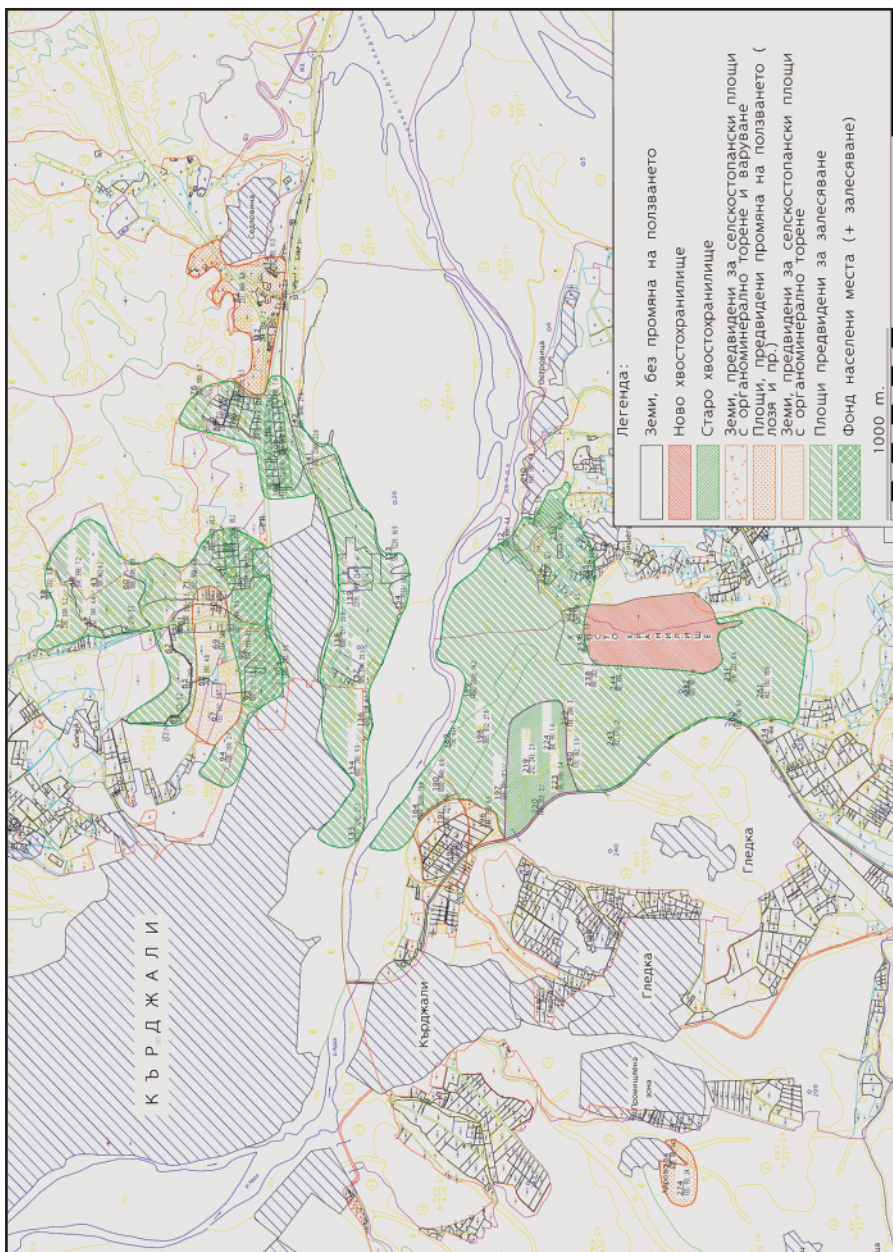
замърсители под ПДК в близост до слабо замърсената зона (В I 1,1-2 ПДК). Това трябва да се направи с цел да се проследи мелиоративният ефект на мелиорантите и ползуването на земите, както и да се отчитат евентуалните замърсявания от страна на производствената дейност на ОЦК. Най-добрият вариант е да се ползват точките от пробовземанията във връзка с настоящия проект (чертеж 1).

Периодичността за събиране на почвени проби трябва да бъде през 3 години, а на растителните – всяка година. Почвените проби трябва да се събират от слоя 0-10 см от пасища и 0-20 см от обработваеми земи – БДС 17.4.5.01-85.

ПРОЕКТ ЗА РЕМЕДИАЦИЯ НА ПОЧВИТЕ В РАЙОНА НА ОЦК КЪРДЖАЛИ



ПРОЕКТ ЗА РЕМЕДИАЦИЯ НА ПОЧВИТЕ В РАЙОНА НА ОЦК КЪРДЖАЛИ

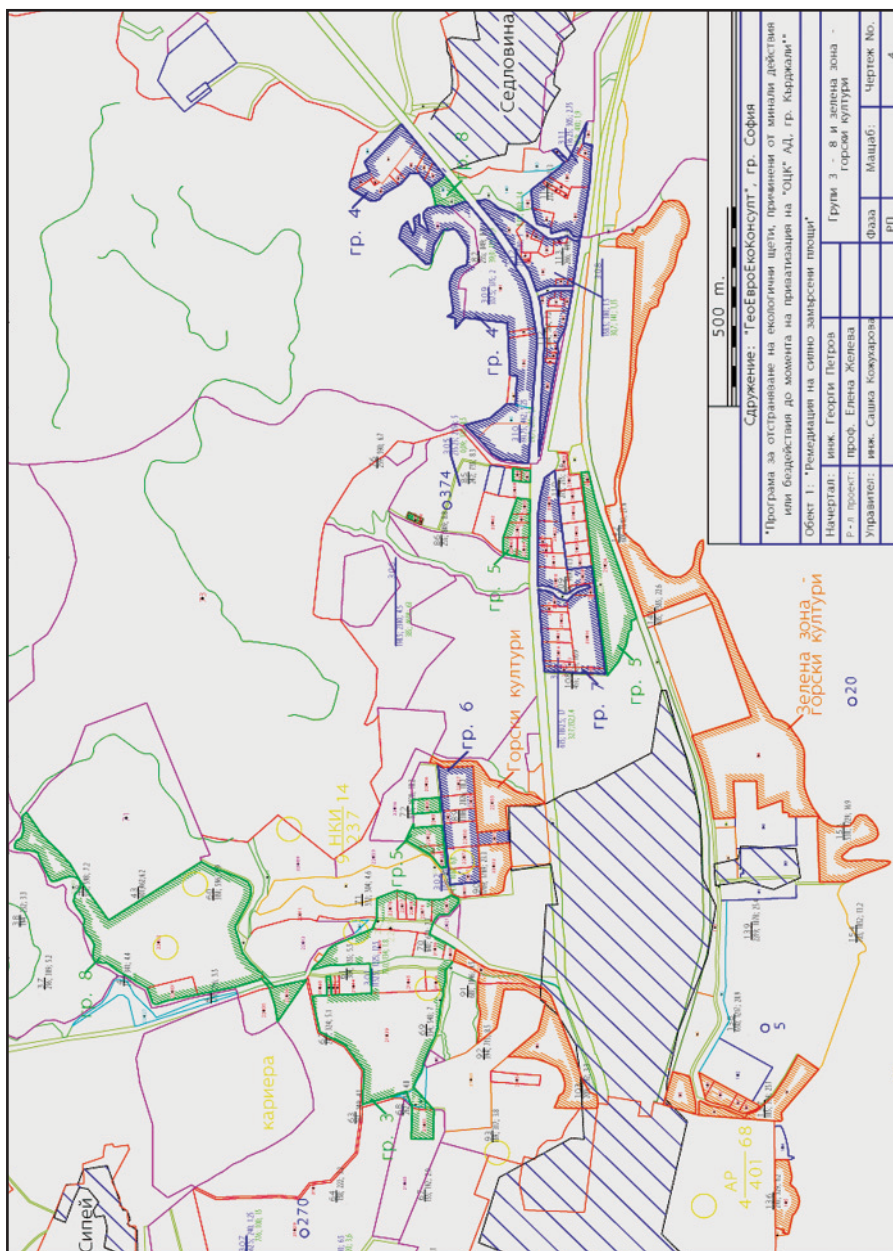


ПРОЕКТ ЗА РЕМЕДИАЦИЯ НА ПОЧВИТЕ В РАЙОНА НА ОЦК КЪРДЖАЛИ

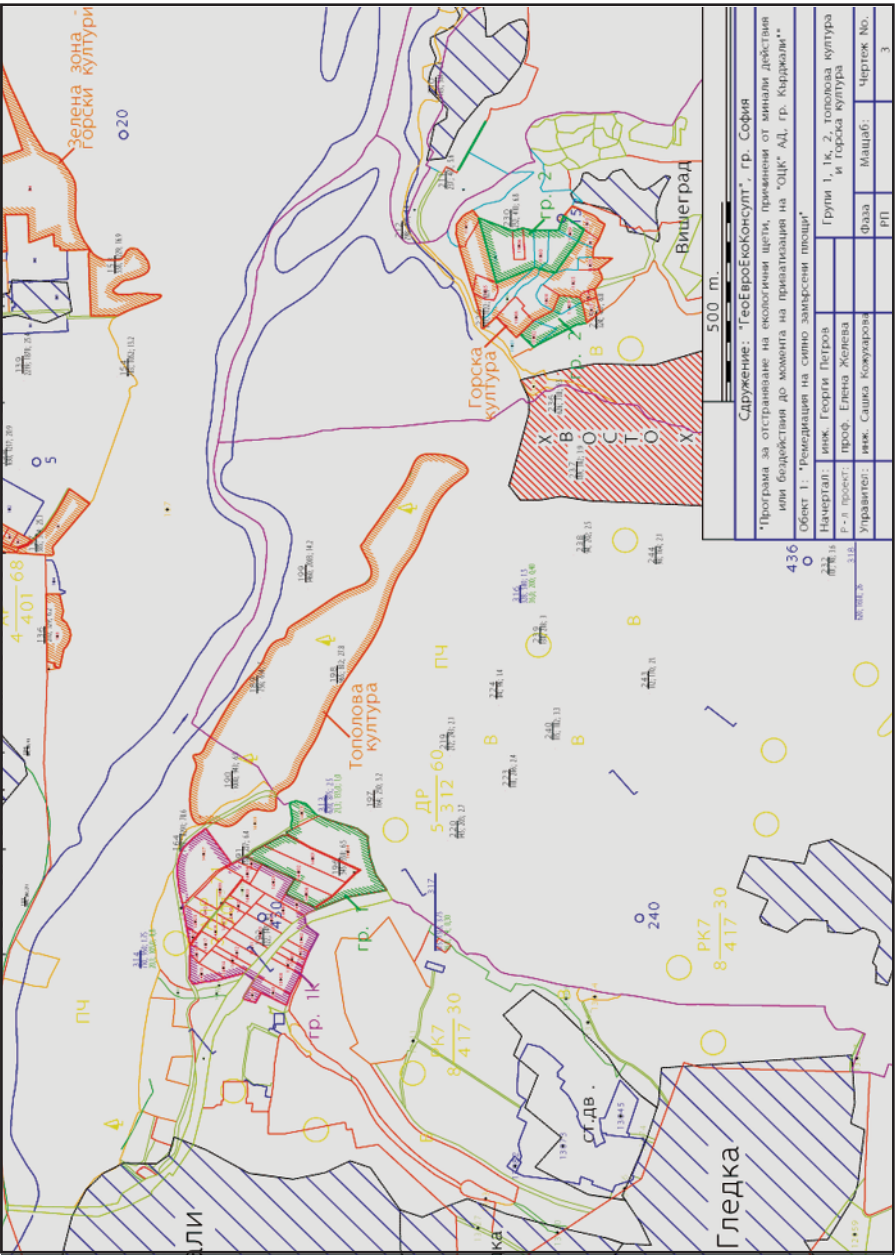


Ремедияция на замърсени почви и преодоляване на екологични щети от "ОЦК" АД – гр. Кърджали

ПРОЕКТ ЗА РЕМЕДИАЦИЯ НА ПОЧВИТЕ В РАЙОНА НА ОЦК КЪРДЖАЛИ

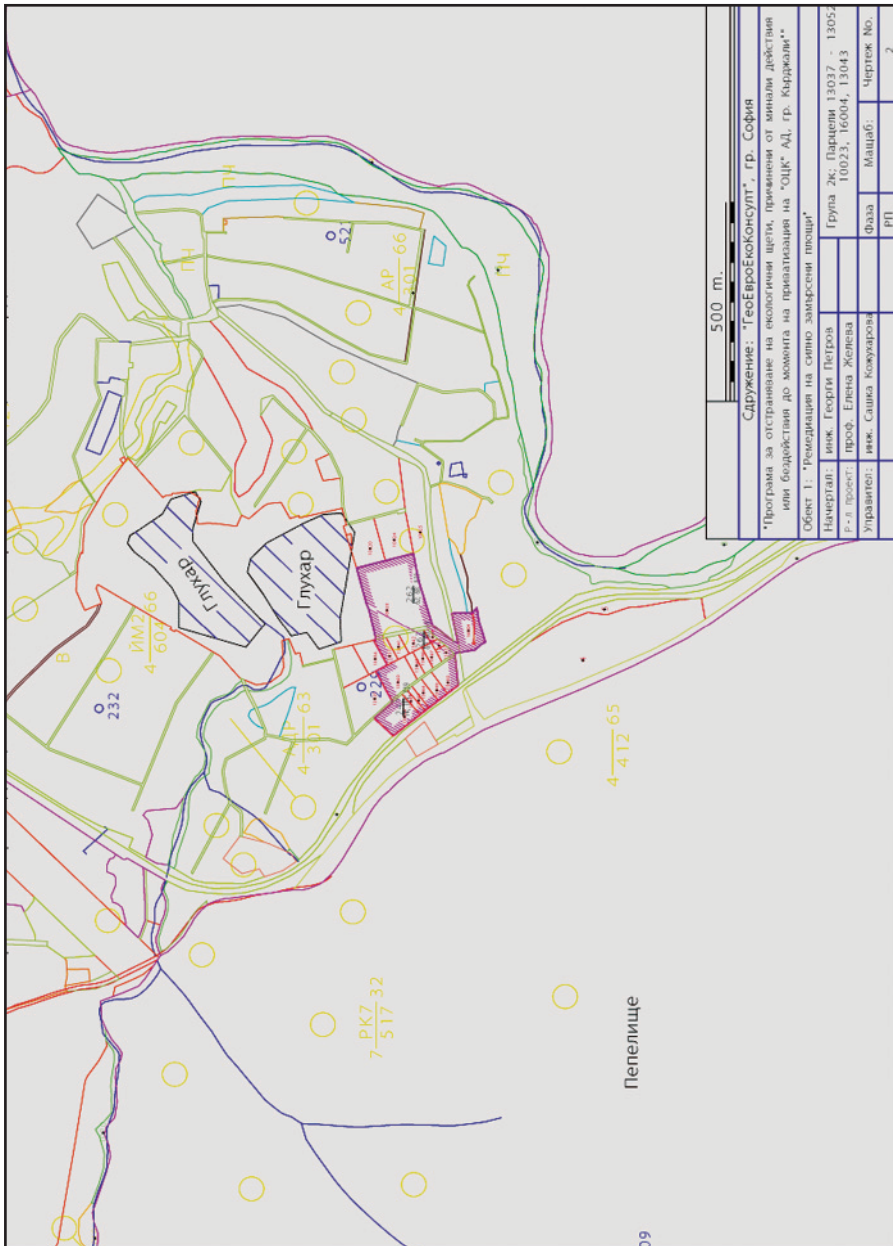


ПРОЕКТ ЗА РЕМЕДИАЦИЯ НА ПОЧВИТЕ В РАЙОНА НА ОЦК КЪРДЖАЛИ

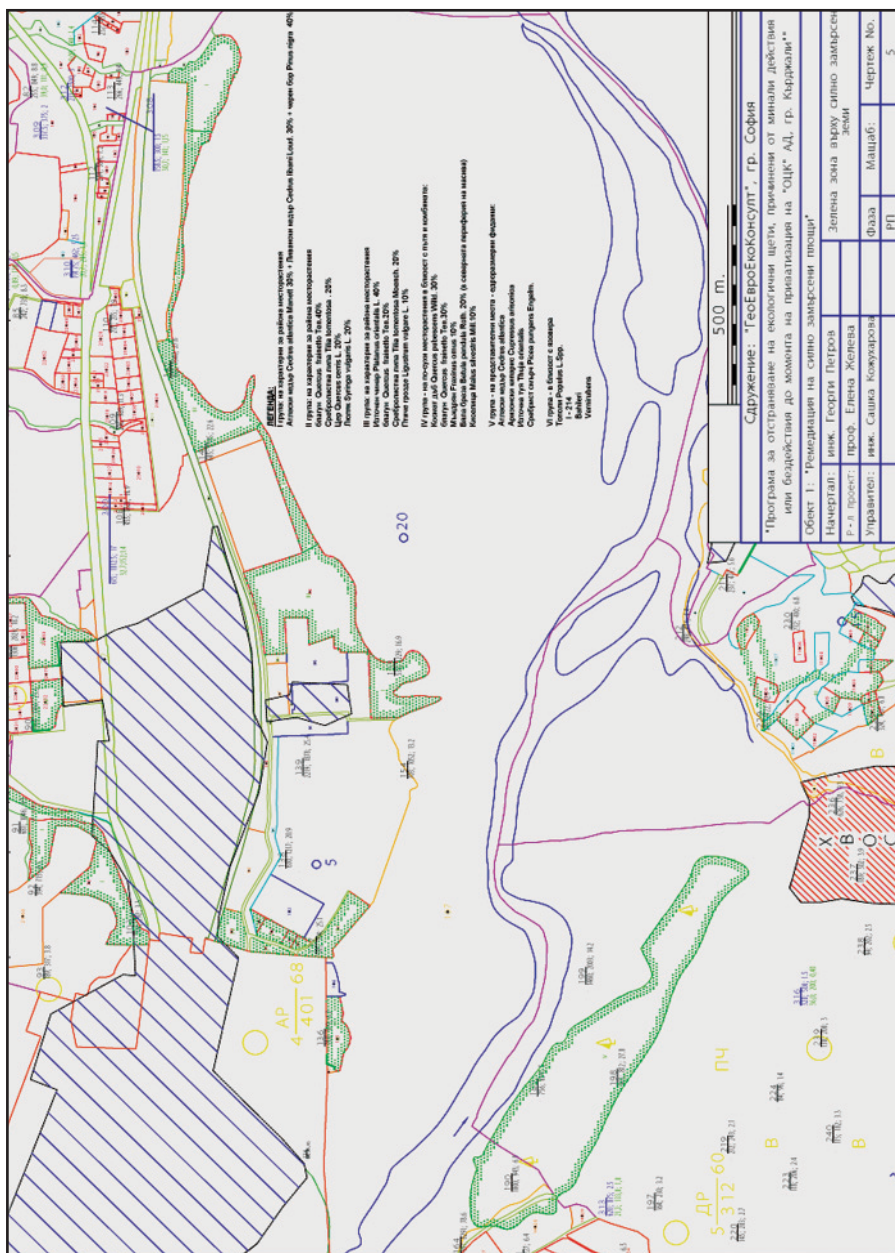


500 m.	
Сдружение: "ГеоЕвроКоНсулт", гр. София	
"Програма за отстраняване на екологични щети, причинени от минални дейности или бездействата до момента на приватизация на "ОЦК" АД, гр. Кърджали"	
Обект 1: "Ремедиация на силно замърсени площи"	
436	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
437	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
438	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
439	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
440	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
441	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
442	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
443	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
444	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
445	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
446	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
447	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
448	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
449	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
450	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
451	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
452	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
453	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
454	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
455	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
456	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
457	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
458	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
459	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
460	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
461	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
462	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
463	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
464	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
465	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
466	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
467	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
468	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
469	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
470	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
471	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
472	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
473	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
474	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
475	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
476	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
477	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
478	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
479	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
480	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
481	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
482	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
483	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
484	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
485	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
486	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
487	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
488	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
489	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
490	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
491	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
492	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
493	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
494	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
495	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
496	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
497	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
498	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
499	Групи 1, 1к, 2, топлова култура
500	Групи 1, 1к, 2, топлова култура

ПРОЕКТ ЗА РЕМЕДИАЦИЯ НА ПОЧВИТЕ В РАЙОНА НА ОЦК КЪРДЖАЛИ



ПРОЕКТ ЗА РЕМЕДИАЦИЯ НА ПОЧВИТЕ В РАЙОНА НА ОЦК КЪРДЖАЛИ



Литература:

1. Аврамова М., П. Петров, "Център за автоматизация на проектирането и конструирането "Прогрес"" – Справка за степента на замърсяване и количествата замърсени земеделски земи в района на гр. Кърджали, 1997 г.;
2. Българска стопанска камера – Център "Чиста индустрия" & ЕТ "Геохидроконсулт" – Стойностна оценка на нанесените щети върху околната среда от въздействието на производството на ОЦК АД, гр. Кърджали.
3. Велизарова Е., К. Йорова – Димитрова Д. Петкова 2000 г.. Съдържание и форми на някои макро- и микроелементи в горските почви, повлияни от атмосферното замърсяване. Девети Международен Симпозиум "Екология '2000", Бургас.
4. Ганев Ст. 1992 г.. Физикохимия и киселинно състояние на почвите в България. Българско химическо дружество. Секция "Почвена химия", С.
5. Ганев Ст. 1992 г.. Химия и токсикология на почвената киселинност. Българско химическо дружество. Секция "Почвена химия". С.
6. Загрязнение окружающей среды соединениями серы, содержащими в воздухе. 1898 г.. ООН, Доклад, Нью Йорк.
7. Кабата-Пендиас А., и Х. Пендиас. 1989 г., Микроелементы в почвах и растениях, Москва, "Мир", 435.
8. Плугчиева М. 1989 г.. Проучване върху замърсяването на почвата и горскодървесната растителност с олово, цинк, кадмий край пътните магистрали на гр. Варна. Автореферат на кандидатска дисертация, С.
9. НИИПА "Н. Пушкиров", "Проучване замърсяването на почвите и растителната продукция с тежки метали в района на ОЦЗ – гр. Кърджали, определяне степента на замърсяване и препоръки за земеползване – подрайон Кърджали", 1994 г.
10. НИИПА "Н. Пушкиров", "Проучване замърсяването на почвите и растителната продукция с тежки метали в района на ОЦЗ – гр. Кърджали, определяне степента на замърсяване и препоръки за земеползване – подрайон Гледка", 1994 г.

11. Петрунина Н.С. 1974 г. Геохимическая экология растений в провинциях с избыточным содержанием микроэлементов (Ni, Cf, Cu, Mo, Pb, Zn). В кн. Труды беогеохимической лаборатории АН СССР, т. 13. М. Наука, 57.

12. Райков Л. И др., 1984 г., Проблеми на замърсяването на почвата. София, Земиздат, 165.

13. Райков Л., Х. Чулджиян. 1983 г., Картиране и диагностика на замърсяването на почвите с тежки метали. Почвознание и агрохимия, No.1.

14. ст. нс. д-р Рисина М., агроном Цв. Ковачева, Информационен бюлетин №1 – “Ресурсоразходи на декар в натура и стойност при Създаването и отглеждането на различните видове трайни насаждения до стъпването им в плододаване”, Пловдив 1999 г., Сенгалевич Г. и кол. (2007 г.): Хумустим – дар на природата, 7-204.

15. Файтонджиев Л. и Х. Чулджиян. 1983 г., Съдържание на някои микроелементи в почвите на Плевенски окръг. Почвознание и агрохимия, No.3, 44-45.

16. Чолакова З., Ц. Коцев, К. Чакалов, Т. Попова, Г. Сенгалевич (2006 г.): Влияние на хуматния тор “Хумустим” върху формите на арсена и оловото в замърсени алувиално-ливадни почви в долината на р. Огоста. – Год. СУ, кн. 2, т. 99.

17. Чулджиян Х., 1989 г., Замърсяване на почвите. В Сб. Лекции по почвознание. Проект ФАО България – ТСП (Бъл)4502 (Т). 342-361.

18. Чулджиян Х., Бл. Христов. 1988г., Опазване на почвите от замърсяване и засоляване – състояние и проблеми. Почвознание и агрохимия, No.3, 51-56.

19. Чулджиян Х. 1978 г., Токсичност за растенията на различните химични състояния на медта в почвата. Почвознание и агрохимия, No.2, 16-26.

20. Чулджиян Х. 1978 г., Химични състояния на медта в почвата в зависимост от неутрализацията на различните киселинни системи на почвения адсорбент, Почвознание и агрохимия, No.1, 53-64.

21. Чулджиян Х. 1982 г., Изпитване на варуването като средство за възстановяване на плодородието на киселите медно замърсени почви край гр. Средногорие, Нац. Теоретична конференция по опазване и възпроизводство на околната среда, 1-5.10.1982 г., Слънчев бряг, т. I.
22. Школьник М. Я., 1974 г., Микроэлементы в жизни растений. Ленинград, Наука, 323.
23. Broyer T. C., Johnson, C N. and Paull R.E. 1972 г., Some aspects of lead in plant nutrition, Plant Soil, 36, 301.
24. Chaney R. L. and Hornik, S. B., 1977 г., Accumulation and effects of cadmium on crops, paper presented at Int Cadmium Conf. San Francisco, January 31, 1977 г, 125.
25. Down G. 1975 г., Problems in Vegetation metal-toxis mining waster-Miner and environ, London, 395-408. Kamel Z. 1986 г., Toxicity of cadmium to 2 Streptomyces species as affected by clay minerals, Plant and Soils, 93, 195.
26. Kovalevskiy A. L., 1979 г., Biogeochemical Exploration for Mineral deposits, published USDI and the USF, Amerind Publ.Co. Pvt. Ltd., New Delhi, 136.
27. Phare – Проучване за замърсеността на водите и почвите в района на ОЦК – Кърджали, PEC Project № 85.0202.20, OSS № BG 9805-01-01-01-02, Доклад 1999 г.
28. Phare – Оценка на разходите по възстановяване на околната среда за подкрепа приватизацията на държавните предприятия, OSS № BG 9805-01-01-01-01, 1999 г., Управление на натрупаните отпадъци на площадката на ОЦК Кърджали, България, януари 2001 г.
29. Roberts T. M., Gizyn W., Hutchinson T. C. 1974. Lead contamination of air, soil, vegetation and people in the vicinity of secondary lead smelters, in: Trace Subst. Environ. Health, Vol. 8, Hemphill D.D., Ed. University of Missouri, Columbia, :o., 155.
30. Romero F.C. 1987 г., Elejalde Metal plant and soil pollution indexes. Watter, Air and Soil Pollution, 37.
31. The Analisis of Agricultural Materials A Manual Methods used by the Agricultural Development and Advisory Sevice. 1992 г., Third

edition Reference Book 427, London, Her Majestys Stationery Office, 83-84.

32. Zimdahl R. L. 1975 г., Entry and movement in vegetation of lead derived from air and soil sources, presented at 68th Annu. Meeting of the Air Pollution Control Association, Boston, Mass., June 15, 1975 г., 2.

33. Zimdahl R. L. & Koeppe D. E. 1977 г., Uptake by plants, in: Lead in the Environment, Bogges W. R., Wixon B. G., Eds., Report NSF, National Science Foundation, Washington, D. C., 99.

