

ДАМ РИСЪРЧ ООД

София 1799, ж.к. Младост 2, бл. 235, вх.1, ап. 36
Тел. 02 884 41 72, GSM 0883 63 05 19

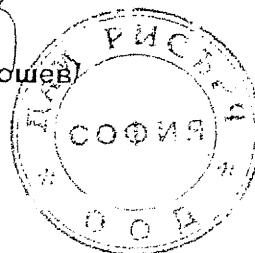
Инвеститор: Министерство на околната среда и водите

ЕКСПЕРТИЗА

ЗА ПРИЧИНИТЕ ЗА КОМПРОМЕТИРАНЕ НА
СТРОИТЕЛСТВОТО ПО ЗАКРИВАНЕ И РЕКУЛТИВАЦИЯ НА
СТАРОТО СМЕТИЩЕ НА ГР. КЪРДЖАЛИ И ТЕХНИЧЕСКО
РЕШЕНИЕ ЗА ТЯХНОТО ОТСТРАНЯВАНЕ

Управител:

/проф. д-р инж. Д.Тошев/



София, септември 2014 г

СЪДЪРЖАНИЕ

УВОД	
ЧАСТ 1. ИЗГОТВЯНЕ НА ТЕХНИЧЕСКА ЕКСПЕРТИЗА	3
1.Преглед на наличната документация	3
1.1.Първоначален технически проект	4
1.2.Комплексен доклад от 10.06.2009 г	5
1.3.Тръжна документация	6
1.4.Договорно досие	6
1.5.Заповед за изменение №4 от 21.08.2012 г	6
1.6.Заповед №6 на авторския надзор от 25 09 2012 г	7
1.7.Заповед от 12.04.2013 г - отмяна на газовите кладенци	7
1.8.Метод на полагане на дренажно-изолационния пакет	7
2.Посещение и оглед на място	7
3.Изграждане на депото - протоколи по време на строителството	8
4.Резултати от допълнително опробване на насипните материали	8
5.Анализ на причините за появилите се свличания и деформации	8
ЧАСТ 2. ТЕХНИЧЕСКИ РЕШЕНИЯ ЗА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА КОМПРОМЕТИРАНИТЕ УЧАСТЪЦИ И ЗА СПИРАНЕ НА ТОЗИ ПРОЦЕС	11
1.Статически изчисления	11
1.1.Съществуващо положение	11
1.2. Проектно решение	12
2.Технически решения за ремонт на компрометираните участъци и завършване на строителството	12
2.1.Възстановяване на устойчивостта на сметищното тяло и горния изолационен екран	13
2.1.1.Ремонт на аварирани участъци Тип I	13
2.1.2.Ремонт на аварирани участъци Тип II	14
2.1.3.Ремонт на локални нарушения в горния изолационен екран (участъци Тип III)	14
3.Технически спецификации	15
3.1.Местоположение на обекта	15
3.2.Климатични характеристики	15
3.3.Валежи	15
3.4.Вятър	15
3.5.Геоложки характеристики на площадката на депото	15

3.6.Геодезически данни	16
3.7.Съществуващо положение	16
3.8.Проектно решение за стабилизиране на покривния слой на горния изолационен екран. Технология на изпълнение	17
3.8.1.Ремонт на аварирани участъци Тип I	17
3.8.2.Ремонт на аварирани участъци Тип II	17
3.8.3.Запълване на пукнатини в покривния слой (участъци Тип III)	17
3.9.Технически спецификации на материалите	18
3.9.1.Геомембрана	18
3.9.1.1.Спецификации на материала за геомембрана	18
3.9.1.2.Инсталиране на геомембраната	19
3.9.2.Геосинтетична дренажна мрежа (геокомпозит)	19
3.9.2.1.Доставка и съхранение	19
3.9.2.2.Монтаж на дренажния геокомпозит	19
3.9.2.3.Позициониране на ролките за полагане по откоса	20
3.9.3.Армираща мрежа	20
3.9.3.1.Изисквания към геомрежата	20
3.9.3.2.Инсталиране на геомрежите	20
3.9.4.Почва и хумус	21

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Геотехнически показатели на пластове в горния покривен слой
2. Проверка на устойчивостта на горния изолационен екран
3. Допустима дължина на откоса с оглед устойчивост на горния изолационен екран
4. Проверка на устойчивостта на горния изолационен екран с програма Slide – Windows, License № 7503A
5. Техническа спецификация Геомрежи Tensar клас RE500
6. Техническа спецификация Полимерен шиш за свързване на геомрежи Tensar RE и Tensar 500

КОЛИЧЕСТВЕНИ СМЕТКИ

ФОТОДОКУМЕНТАЦИЯ

ЧЕРТЕЖИ

1. Схема на повредените участъци
2. Възстановяване на повредени участъци тип I, типов профил, детайл B
3. Възстановяване на повредени участъци тип I, детайл C
4. Възстановяване на повредени участъци тип I, детайл A
5. Възстановяване на повредени участъци тип I, детайл D
6. Възстановяване на повредени участъци тип II и III, детайли E и F
7. Схема на газовите кладенци

ЕКСПЕРТИЗА

ЗА ПРИЧИНИТЕ ЗА КОМПРОМЕТИРАНЕ НА СТРОИТЕЛСТВОТО ПО ЗАКРИВАНЕ И РЕКУЛТИВАЦИЯ НА СТАРОТО СМЕТИЩЕ НА ГР. КЪРДЖАЛИ И ТЕХНИЧЕСКО РЕШЕНИЕ ЗА ТЯХНОТО ОТСТРАНЯВАНЕ

У В О Д

Настоящият анализ на причините за компрометиране на строителните дейности по закриване и рекултивация на старото сметище на гр. Кърджали е изготвен от "ДАМ РИСЪРЧ" ООД в изпълнение на възлагателен договор от Министерство на околната среда и водите. Неразделна част на договора са Технически спецификации на Възложителя МОСВ и Оферта на Изпълнителя "ДАМ РИСЪРЧ" ООД.

Рекултивацията на старото сметище в землището на гр. Кърджали е част от договор Europe Aid/124253/DWKS/BG „Закриване на осем стари сметища в Кърджали – лот 2, изпълняван по ИСПА/ КФ (Регламент 1164/94) мярка 2003/BG/16/P/PE/019 „Регионален център за управление на отпадъците – гр. Кърджали“. Договорните клаузи са съгласно *Договорни условия за строителство на строителни и инженерни обекти, проектирани от Възложителя (FIDIK Червена книга)*. Дейностите по неговата реализация обхващат изпълнението на техническа и биологична рекултивация.

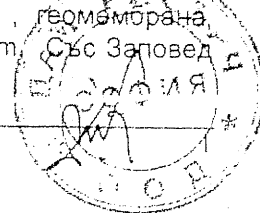
Техническата рекултивация се изпълнява с горен изолиращ екран (Чертеж № 2) и се третира като строеж II-ра категория по ЗУТ, с произтичащото от това удостоверяване на извършените СМР със съответните актове и протоколи по време на строителството съгласно Наредба №3/2003.

Предмет на експертизата е техническата рекултивация на старото депо в гр. Кърджали. Тя решава две основни задачи:

- Разкриване причините, довели до компрометиране на изпълнената до края на ноември 2013 г. техническа рекултивация
- Представяне на техническо решение за възстановяване на устойчивостта на депото и на база на предоставени Технически спецификации да се даде възможност на МОСВ да извърши необходимите действия за изготвяне на проекти и изпълнение на СМР за възстановяване на компрометираните участъци и довършване на оставащите СМР за Лот 2, с цел получаване на разрешение за ползване.

В процеса на изпълнение на договора е установено, че осигуряването и доставката на необходимия по проект обем земни маси за горния изолационен екран е сериозен проблем с оглед на липсата на естествен материал в близост до изпълнявания обект. Това обстоятелство предопределя извършената промяна в пакета за горен изолационен екран, който е част от техническата рекултивация на сметището.

Със Заповед от 26.06.2012 г. Проектантът разрешава замяната на газовия дренажен слой 50 cm и Геотекстил 300 g/m² с геокомпозит Secudrain 131 CW 401.131C. Със Заповед от 10.07.2012 г., Проектантът нарежда да се изпълнят следните слоеве за рекултивация на сметището: 20 cm изравнителен почвен слой, положен над депонираните и уплътнени отпадъци на старото сметище в гр.Кърджали; геокомпозит Secudrain 131 CW 401.131C, който заменя газовия дренажен слой от 50 cm и геотекстил 300 g/m², геомеморана, дренажен композит, почвен слой с дебелина 70 cm, хумус с дебелина 30 cm.



на Проектанта от 17.07.2012 г. почвеният слой е намален на 50 см, а хумусният слой от 30 е намален на 20 см. Като резултат покривният почвен слой е намален от 1,00 m на 0,70 m.

С така описаните промени в горния изолационен пакет, техническата рекултивация на старото сметище в Кърджали към ноември 2013 г. е завършена на 95%. До този момент строителят е изградил и 4 бр. контролни кладенци за подпочвени води, както и 4 бр. низелачни репери. След изпълнението на техническата рекултивация, Строителят продължава с оформянето на слой трошен камък върху експлоатационните пътища и извършва затревяване на участъците с вече завършена техническа рекултивация.

На 19.12.2013 г., участниците в строителството подписват Акт Образец 10 по Наредба 3/2003 за установяване състоянието на строежа при спиране на строителството.

При направени посещения на сметището през май и юни 2014 г. Инженерът е установил увеличаване на площта на охлузванията/свличанията на горния пакет от южната страна на сметището, отваряне на пукнатини в обслужващ път (берма), както и нови пукнатини в горните слоеве, т.е. наблюдава се продължаващо движение на горните слоеве от изпълнената техническа рекултивация. Констатира се значителна повреда на горния изолационен екран. Към настоящия момент не са констатирани нарушения по геомембраната.

Експертизата се представя в две части:

ЧАСТ 1. Изготвяне на техническа експертиза с анализ на причините за компрометиране на извършените строителни дейности и по-точно, свличане на покривния почвен слой положен по откосите на депонираните отпадъци;

ЧАСТ 2. Предложение за техническо решение за възстановяване на устойчивостта на сметището.

За разкриване на причините за компрометиране на строителството, в експертизата са извършени следните проучвания и анализи:

1.Преглед на наличната документация

- проучване на проекта, по който е изпълнено закриването и рекултивацията на сметището;
- настъпили промени в първоначалния проект по време на строителството;
- изпълнени строителни дейности по обем и качество, технологични изисквания към тях, сертификати на вложените материали и създадени документи по време на строителството;
- евентуални отклонения от проекта и техническите спецификации и др.

2.Посещение и оглед на място;

3.Анализ на причините за компроментиране на целостта на съоръжението и за нарушаване на изискванията за здравина, устойчивост и опазване на прилежащата на съоръжението околна среда

4.Предписание за възстановяване на здравината и устойчивостта на сметищното тяло и на горния изолационен екран в компромитираните участъци, включително детайли и проектно решение.

5. Изготвяне на технически спецификации, които да послужат за последващо възлагане на проектиране и изпълнение на СМР.

6. Изготвяне на количествени сметки.

ЧАСТ 1. ИЗГОТВЯНЕ НА ТЕХНИЧЕСКА ЕКСПЕРТИЗА

1. Преглед на наличната документация

За изготвяне на експертизата е анализирана следната проектна документация:

- Обяснителна записка към Технически проект за закриване на старо депо за ТБО – гр. Кърджали, EcoPro Control, София, 2009
- Тръжна документация, част 5 съдържаща 14 бр. чертежи подпечатани от фирма NIRAS, ноември 2006 г.
- Закриване на старо депо – изчисления за обща устойчивост за обект „Регионален център за управление на отпадъците – гр.Кърджали“, EcoPro Control, София, 2008.
- Комплексен доклад „Оценка за съответствие на технически инвестиционен проект със съществените изисквания към строежите“, ЕКОИНЖЕНЕРИНГ ЕООД, гр. Кърджали, 10.06.2009 г.
- Заповеди за изменение от 26.06.2012 г, 10.07.2012г, 17.07.2012 г "ЕКОЕМ" ЕООД за изменение на дебелината на пластове в горния екран по искане на строителния надзор.
- Метод на полагане на дренажно-изолационния пакет.
- Указание за прилагане на изолационно фолио от полиетилен с висока плътност – HDPE, KRITIFLEKS – 6070.
- GEOMEMBRANE FIELD INSTALATION, PLASTIKA s.a.
- Актове и констативни протоколи по Наредба №3, ЛОТ 2 – Кърджали – 145 броя
- АКТ (Образец 10) за установяване състоянието на строежа при спиране на строителството от 19.12.2013г
- ЗАПОВЕДНА КНИГА № 122
- Доклад от Валентин Дойчев – инженер по количествата за констатирано на 28.11.2013 г съвличане на почвеното покритие заедно с дренажната рогозка на II-ра берма в източната част на депото.

Проектант на Техническия проект е Сдружение "Нирас-Идом-Юксел Проже" с подизпълнител "ЕКОПРО-КОНТРОЛ" ООД, гр. София.

За изпълнение на строителството по закриване на осемте сметища е сключен договор между Възложителя МОСВ (наречено „the Employer“) и Строителя Съвместно предприятие "Хидрострой-София" и Строително Предприемачески Холдинг" - София (JV) „HIDROSTROY – BUILDING DEVELOPMENT HOLDING“, наречен „the Contractor“. В договорното досие са дадени както Общите технически спецификации така и Специфични такива.

Строителен надзор се изпълнява от "Екоинженеринг" ЕООД, гр. Кърджали и подизпълнител на Инженера - Артелиа-Груп (Согреа-Консултантс) - Франция, а авторският надзор се осъществява от "Екоем" ЕООД, гр София.

От тръжното досие и Обяснителната записка към Техническия проект е видно, че проектът предвижда горен изолиращ екран съдържащ геосинтетични елементи и почвени слоеве, които след промени със заповеди на Проектанта са, както следва:

- газов дренажен геокомползит, положен върху подравнена повърхност на депонираните отпадъци;

- геомембрана HDPE 2 mm;
- дренажен геокмпозит (дренажна рогозка);
- почвен слой 0,50 m и
- хумус 0,20 m.

Проектантът е представил технически спецификации с изисквания към качествата на геосинтетичните материали, тяхното полагане и свързване на отделните платна готекстил и геомембрана. Постазени са изисквания към зърнометричния състав и химическите свойства на почвените пластове.

1.1.Първоначален технически проект

Техническият проект за закриване на старо депо за ТБО - гр. Кърджали от 2006 г е Лот 2 от проект за закриване на осем стари сметища в района. Проектът съдържа 19 страници обяснителна записка и 14 броя чертежи.

Площадката на сметището е разположена в централната част на района, в хълмист терен с приблизителен наклон 12% в южна посока, между кота 342 на северозапад и кота 305 на югоизток. Депото е разположено върху скална основа - туфи и андезити.

Проектираните строителни дейности включват изземане на отпадъците от шест стари депа, предепонирание и уплътняване на иззетите отпадъци, изграждане на околоръстни диги и канавки върху бермите, изграждане на система за дренажни атмосферни води и за улавяне на инфилтратата, системи за отвеждане на газа, изграждане на горен запечатващ екран и изграждане на мониторингови кладенци в зоните почистени от отпадъци. Дренажната система за повърхностни води отвежда водите от депото към близките дерета чрез канавки, които се изграждат на бермите.

Горната повърхност (табанът) на депото се оформя около кота 341-342. Максималната стойност на проектната височина на откоса над терена е 37 m. Тялото на депото се преоткосира до обичайни за тези съоръжения наклони 1:3. Предвидени и изградени като експлоатационни пътища са четири берми през 10 m височинно отстояние.

Същите са предназначени да стабилизират откосите. Върху тях се изграждат отводнителни канавки за атмосферни води Профили на депото са представени на чертеж 118-204, а детайли на горния покриващ слой - на чертеж 118-301 от техническия проект.

Трябва да се отбележи, че тялото на проектираното депо се състои от стари депонирани отпадъци и от предепонирани такива иззети от шестте стари депа в Ардино, Черноочене, Джебел, Ивайловград, Кирково и Крумовград. Депонирането на разнородни отпадъци е предпоставка за неравномерно улягане на отпадъка в различните части на депото. В проекта този проблем не се коментира, въпреки че различието в слягането води до неравномерно натоварване на изолационния екран.

Проектът предвижда изграждане на многопластов горен изолиращ екран положен върху подравнен и уплътнен земен насип. Проектният състав на екрана е (Чертеж 118 - 302):

- газов дренаж - смес от пясък и чакъл
- геотекстил PE или PP нетъкан 300 g/m²
- геомембрана от нов, произведен чрез екструдирание полимер, дебелина ≥ 2 mm, плътност 0,932 - 0,942 g/cm³, здравина на опън ≥ 15 N/mm
- синтетичен дренаж - геосинтетична дренажна мрежа (геокмпозит) за дъждовни води с дебелина 8-15 mm състояща се от свободен елемент (геомрежа) фиксирана с термична заварка към геотекстилен филтър. Изискуемата проводимост на дренажната система е коефициент на пропускливост $k \geq 10^{-3}$ m/s при налягане 20kPa, минимална якост на опън 11kN/m и устойчивост на пробиване OBR 2200N

- почвен пласт 0.70 m и
- хумус 0.30 m.

Делото за отпадъци е насипно съоръжение, при което възможните структурни повреди са:

- Хлъзгане на откосите на депото, в случая е проверена общата устойчивост на откосите на дълбоко хлъзгане;
- Хлъзгане на покривния екран, локална устойчивост на депото.

През 2008 г фирма EcoPro Control, София представя изчисления за устойчивост на откосите на депото в представителен профил. Изчисленията са проведени с програмен пакет SLOPE/W - Geo-Slope International Ltd, Calgary, Alberta Canada.

Правилно, съгласно "Норми за проектиране на хидротехнически съоръжения. Основни положения" депото е класифицирано като съоръжение от трети клас. Оценена е краткосрочната и дългосрочната устойчивост на откосите. Подбрани са няколко варианта на характеристиките на материалите - от песимистични до нормално очаквани в дългосрочен план. Това се налага от обстоятелството, че депонираните отпадъци са със сложен и нееднороден състав. Затова те са моделирани от много слаби с показатели на якостта на срязване $\phi = 15^\circ$ и $C = 10$ kPa до нормални с якост $\phi = 20^\circ$ и $C = 20$ kPa. Депонираните стари отпадъци са с обемно тегло 14 kN/m^3 , а новите - 11 kN/m^3 . В резултат от проверката на устойчивостта на откоса на депото са получени приемливи и правдоподобни стойности за фактора на сигурност (коефициента на сигурност) срещу хлъзгане при основни натоварвания и при земетръс, съобразени с нормативните изисквания за устойчивост на насипни съоръжения.

Забележка: В проекта липсва проверка на устойчивостта на изолационния екран покриващ депонираните твърди битови отпадъци.

1.2. Комплексен доклад от 10.06.2009 г - Оценка за съответствие на технически инвестиционен проект със съществените изисквания към строежите, "ЕКОИНЖЕНЕРИНГ" ЕООД, гр. Кърджали.

В оценката представена в Комплексния доклад се стига до заключения, които по наше мнение не са точни, а именно:

- По изискванията на чл.142, ал.5, т.3 от ЗУТ - изискванията на чл. 169, ал.1 и 2 от ЗУТ, цитирам: "Строежът е проектиран в съответствие с изискванията на нормативните актове и техническите спецификации за Носимоспособност, устойчивост и дълготрайност на строителните конструкции и на земната основа при експлоатационни и сеизмични натоварвания. Представените проекти ги гарантират".
- По изискванията на чл.142, ал.5, т.5 - пълнотата и структурното съответствие на инженерните изчисления: "По всяка от отделните части на проекта са приложени необходимите технически изчисления в необходимата пълнота и съответствие със специфичните норми за проектиране".

В доклада е залегнало изискването Инженерът (Надзорът) по FIDIC да одобрява геосинтетичната дренажна система. Възникват няколко основни въпроси:

- Инженерът одобрил ли е доставените от Контрактора (Строителя) материали за екрана - геомембрана и геокомпозит за дренажна система?
- Също така одобрен ли е начинът на инсталиране на геосинтетичния екран и по специално закотвянето му към насипа?

- Кой е трябвало да направи проверката за устойчивост на горния изолационен екран Инженера или Строителя, който в договорното досие е поел задължението да "гарантира устойчивостта на покривния пакет и съвместността на различните пластове и материали"?

1.3.Тръжна документация

Тръжната документация, част 5 съдържа 14 бр. чертежи подпечатани от фирма NIRAS, ноември 2006 г. Това са:

1	118 - 100	Местоположение
2	118 - 101	Геодезическа снимка
3	118 - 102	План на изкопите
4	118 - 201	Ситуация - краен етап
5	118 - 202	Дренажна система за ИВ
6	118 - 203	Газоотвеждаща инсталация - Ситуация
7	118 - 204	Профили 1-1 и 2-2
8	118 - 301	Изолационен екран - детайли
9	118 - 302	Събирателна шахти за ИВ
10	118 - 303	Контролен кладенец
11	118 - 304	Нивелачни репери - Детайли
12	118 - 501	Газобирателен кладенец
13	118 - 502	Газосъбирателна станция
14	118 - 503	Детайл - Връзка на газови тръби

Забележка: В документацията липсва коментар и техническо решение за закотвяне на геосинтетичния екран.

1.4.Договорно досие

Договорното досие съдържа 414 страници, надлежно прошнуровани и номерирани. В част 7 на договора са представени техническите спецификации, на базата на които се изпълнява строителството, вкл. технология за уплътняване на отпадъка и технология за изграждане на системата за улавяне на газ.

В Приложение А към Технически проект са дадени технологии на изпълнение на отделните елементи от покривната система: Пласт газов дренаж, Предпазен геотекстил, Геомембрана, Дренажен материал, Почвени пластове.

С оглед създадите се разногласия между строителя и надзора интерес съставлява следният текст в договора: В съответствие с Том 1, Част 7 Общи технически спецификации, Глава 4.5 "Строителят ще инсталира покривния екран в съответствие с описаните в тази част спецификации, гарантирайки устойчивостта на покривния пакет и съвместността на различните пластове и материали".

По наше разбиране Строителят със своите действия трябва да осигури стабилитета на изолационния екран, като вложи подходящи за целта качествени материали и приложи съответни технологии на изпълнение. Тук визираме вложената геомембрана, гладка, с нисък коефициент на триене в контакта с геокомпозита.

1.5. Заповед за изменение № 4 от 21.08.2012 г, "ЕКОЕМ"ЕООД. (VARIATION ORDER №4, SOGREAH, 21.08.2012 г)

По предложение на Изпълнителя се заменя оригиналният пласт газов дренаж с дебелина 50 см заедно с геотекстил 300 g/m² с геокомпозит Secudrain 131C WD 401 131C. Представена е техническа аргументация на предложението с лабораторни тестове в независима лаборатория BAUEBERATUNG GEOKUNSTSTOFFEQ, Германия. Целта на промяната е във връзка с недостиг на естествен дренажен материал (пясък и чакъл) в района, което е потвърдено от кмета на гр.Кърджали в отговор на запитване от страна на

Изпълнителя на обекта. Тази замяна е целесъобразна с оглед недостиг на материал и съкращаване на срока за завършване на обекта.

В тази заповед Проектантът променя и локацията на два броя газови кладенци в близост до бермите.

1.6. Заповед № 6 на авторския надзор от 25.09.2012 г.

На основание на Заповед от 26.05.2012г. т.2, Заповед от 10.07.2012 г. и Заповед от 17.07.2012 г на авторския надзор, съгласувани с Наредване за промяна №4 утвърдено от МОСВ на 24.09.2012 г. авторския надзор прави следните промени:

1. Заменя газовият дренаж от 50 см чакъл с 20 см подравнителен слой и дренажен геокмпозит.

2. Заменя дренажния слой върху геомембраната с дренажна рогозка (геокмпозит).

3. Намалява защитният почвен слой от 70 см на 50 см, а хумусът от 30 см на 20 см.

1.7. Заповед от 12.04.2013 г. отменя изпълнението на газовите подстанции на основание на проверка за наличие на газ от оторизирана фирма.

1.8. Метод на полагане на дренажно-изолационния пакет - дават се методи на работа при изграждане на отделните слоеве от изолационния екран, доставка и складиране на геосинтетичния материал (HDPE фолио и дренажна рогозка), снаждане на платната, полеви контрол на качеството, изисквания към изравнителния почвен пласт и на покривния слой и др., които са отразени в протоколи за скрити работи.

Забележка: В Техническия проект не е показан начина на закотвяне на фолиото и дренажна рогозка в горния край на откоса. Не са представени статически изчисления за оразмеряване на опън на геокмпозита и устойчивост на екрана на хлъзгане.

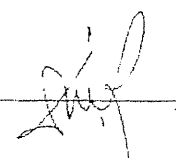
2. Посещение и оглед на място

В хронологичен ред, на 28.11.2013 г (четвъртък) Строителят информира МОСВ, Строителния надзор и Проектанта за проявено свличане на откоси на вече изграденото дело за ТБО на гр.Кърджали.

Наличието на свличане е отразено в доклад на инж. Валентин Дойчев до Резидент инженера инж. Адриана Спасова, цитирам „на 28.11.2013 г констатирах свличане на почвеното покритие заедно с дренажната рогозка от източния край на депото на част II-ра берма, при което има изместване и разрушаване на част от дъждовната канавка и на част от обслужващия път. Свличането евентуално е започнало през двата дни преди 28 ноември, през които имаше интензивни валежи и на обекта не се работеше. В зоната на свличане имаше булдозер, който видимо беше изместен заедно със свляклото се почвено покритие". Авторът на доклада инж. Дойчев документира твърдението си с фото снимки.

На 02.12.2013 г (понеделник) Комисия с участие на представители на заинтересованите страни посещава депото, където констатира значителни разрушения (от частични до пълни) на елементите положени над геомембраната в източната част на депото - геокмпозит, земен насип 50 см, почвен слой 20 см, затревяване на откоса, експлоатационни пътища, околоръстен път, елементи от системата за отвеждане на повърхностните води (бетонни канавки и шахти, дренажни тръби), газови кладенци.

Следващите дни се установява, че хлъзгането продължава. През декември 2013 г екип геодезисти извършва заснемане на авариралите участъци. Второ измерване през месец юни 2013 г потвърждава, че движението на покривния почвен слой заедно с дренажния геокмпозит продължава.



В рамките на тази експертиза авторът заедно с представители на МОСВ, Надзора и Строителя посети обекта и подробно разгледа състоянието на откосите на депото. С представените снимки дадени в приложение, онагледяваме проблема изискващ срочно решение. Видни са сериозни нарушения на целостта на откосите, хлъзгане на покривния слой на екрана и оголване на геомембраната с опасност от нарушаване на нейната цялост и здравина.

С оглед възстановяване на целостта на покривния слой и осигуряване на статическа устойчивост на депото авариралите участъци класифицираме в три типа:

Тип I. Обширни участъци на свличане и оголване на геомембраната (Приложение 1). Практически това е свличането в източната част на депото, където повредите заемат над 5 000 m², като се простират на фронт около 120 m. Същите обхващат откосите от I-ва до IV-та берми;

Тип II. Локални зони на свличане. Такива са три зони с видими деформации в южната страна на депото, където два повредени участъка са непосредствено под берма III и един участък под рампата за берма IV, както и две малки зони в източния участък под берма III.

Тип III са различни пукнатини по откосите и бермите, в които постъпват атмосферни води с риск от оводняване и хлъзгане на покривния пласт.

Важно е да се отбележи, че на този етап механични повреди на геомембраната не се забелязват. Стои въпроса

3. Изграждане на депото - протоколи по време на строителството

С надлежно оформени актове Образец № 12 и Констативни протоколи, общо 145 броя са регистрирани СМР на обекта в периода от ноември 2011 г. до ноември 2013 г. Изграждането на горния изолационен екран е в периода април - октомври 2013 г.

Няма бележки върху протоколирането и актуването на скрити работи на обекта.

4. Резултати от допълнително опробване на пластове

След аварията, по инициатива на Възложителя са изследвани показатели на материалите.

- Изследванията показват, че якостта на опън при скъсване на геокомпозита в надлъжна посока е 20,4 kN/m и в напречна 19,7 kN/m, при изискуема стойност 11 kN/m. Съответно относителното удължение при скъсване е 61% и 55%.
- Зърнометричният състав на почвеното покритие е контролирано с 5 бр. земни проби.
- Проведени са компресионни опити върху слягането и модул на деформации на трошена скална маса за обиколен път и за експлоатационни пътища върху бермите.

В Приложение 1 са систематизирани данните за геотехническите показатели.

5. Анализ на причините за появилите се свличания и деформации

Основните нарушения на откосите на депото са свличане на покривния почвен слой, скъсване на дренажната рогозка, поява на пукнатини по откоса и бермите. Причините за тези несполуки могат да се търсят в приетите технически решения, технологиите на СМР по време на изграждането на екрана, съхранението и опазването на геосинтетичните материали по време на строителството и след това в процеса на въвеждане в експлоатация и др.

Коментираните вече факти сочат, че причините за поява на аварийни участъци на делото са комплексни. Повредите са следствие от приетите технически решения и завършват с утежнените условия на експлоатация в края на ноември 2013 г., когато откосът е бил недопустимо натоварен продължително време с тежка машина, факт, който е фотодокументиран. Възможните причини в хронологичен ред са няколко. Тук ги анализираме.

Причина 1 - Не са взети съответни мерки за осигуряване стабилитета на горния изолационен екран.

Много лесно коефициентът на сигурност срещу хлъзгане може да се изчисли по формулата:

$$F_s = \lg \delta / \lg \beta$$

където:

δ е ъгъл на триене в плоскостта между два съседни пласта от изолационния екран;

$\beta = 18^\circ$ - ъгъл на наклона на откоса (1 : 3).

Типичните ъгли на триене в контактите са:

- | | |
|--|-----------------|
| • Гладка HDPE мембрана - HDPE геомрежа | 10° |
| • Гладка HDPE мембрана - геокмпозит | $5 - 10^\circ$ |
| • Структурирана HDPE - геокмпозит | $15 - 25^\circ$ |
| • GCL мембрана - геокмпозит | $10 - 15^\circ$ |
| • Геокмпозит - покривен слой почва | $14 - 16^\circ$ |

В случая, геокмпозитът се плъзга върху гладката геомембрана с ъгъл на триене $\delta = 10^\circ$.

Факторът на сигурност добива стойност $F_s = \lg \delta / \lg \beta = 0,54$, която показва липса на устойчивост.

Изводи:

- Многопластовият покривен пакет не е проверен на устойчивост срещу хлъзгане. Също така не е изградена закотвяща канадка върху бермите. Прието е, че гладката геомембрана покрива цялото депо като шапка, която сама се уравнисява. Остава открит въпросът за устойчивостта на положената върху мембраната дренажна решетка.
- Дренажната решетка заедно с покривния почвен пласт не са осигурени срещу хлъзгане.
- При вариант със структурирана геомембрана (при $\delta = 20^\circ$) се получава стойност $F_s = 1,12$, близка до нормативната стойност 1,15 за съоръжения от III клас. Трябва да се има предвид, че получената стойност за фактора на сигурност е консервативна, в полза на сигурността, тъй като не отчита якостта на срязване на покривния слой почва. Може да се приеме, че решението на проблема е бил полагане на структурирана геомембрана.

В Приложение 3 са дадени изчисления с отчитане на якостта на опън на рогозката 20 kN/m. Видно е, че при дължина на откоса повече от 12 m опънната якост на рогозката се надвишава, при което тя се скъсва. Този извод обяснява защо геокмпозитът се къса в горния край на откоса.

Принципно са възможни най-малко три вариантни решения:

- 1) Полагане на геомембрана с повишена грапавина (структурирано фолио);
- 2) Закотвяне на рогозката през 12 m мерено по откоса, през 4 m по височина на откоса с наклон 1 : 3;
- 3) Армиране на покривния почвен пласт.

При сегашното състояние на реализация на проекта, при вече положена гладка геомембрана, анкеризиране на дренажната рогозка не е препоръчително, тъй като това налага нарушаване на целостта и водоупътността на геомембраната.

Причина 2 - Замяна на газовия и дренажния пласт с дренажни рогозки. Тази промяна е обективно наложена от липсата на естествен дренажен материал. Също така трябва да се има предвид, че ъгълът на триенето между гладката мембрана и баластрения дренажен слой не надвишава $10 - 15^\circ$, който е недостатъчен за осигуряване на устойчивостта на екрана.

Причина 3 - Намаляване на дебелината на покривния пласт от 1,00 m на 0,70 m. От израза за определяне на фактора на сигурност е видно, че практически стойността му не зависи от теглото на пласта.

Причина 4 - Оводняване на покривния почвен пласт. Най-малко три са причините за оводняване на откосите:

- Дъждовните води, стичащи се по откосите, заустават в монтираните ст.бет.канавки оразмерени за улавяне на интензивен дъжд с обезпеченост 10%. Оводняването на откосите при обилни валежи се дължи на неподходящо височинно положение на отводнителните канавки върху бермите - горният ръб на отводнителните корита е над нивото на насипа и пречи на повърхностните води да се влеят в отводнителната канавка. Като резултат се задържа вода върху бермите, която прониква в по-долу разположения откос. Почвеното покритие се оводнява и якостта на срязване на почвата се редуцира.
- Воден напор в дренажната рогозка. Дренажната рогозка е изпълнена като непрекъсната отгоре до долу. В долната половина на депото проникват дренажни води от по-горе разположените откоси. Тогава дренажната рогозка не е в състояние да проведе дренажните води в безнапорен режим. Формираният воден напор в рогозката е подемна сила, която нарушава стабилитета на откоса.
- Особено показателен е фактът, че в дъждовни дни в края на ноември 2013 г. тежка машина (булдозер) престоява няколко дни върху II-ра берма в източната част на депото. Логичен е изводът, че тази машина, паркирана върху трошляк с дебелина само 30 cm е натоварила прекомерно геокомпозита, същият се е разтегнал, което е предпоставка за оводняване на на бермата и откоса.

Причина 5 - Разкъсване на дренажния геокомпозит при движението на тежки машини по откоса и пробиване от едри камъни в състава на горния покривен пласт. Локалните разкъсвания водят до претоварване на съседни участъци и до постепенно разкъсване на геокомпозита и разширяване на повредения участък. Именно този механизъм на разрушение се констатира в източната част на депото, където компрометираният участък се е разширил значително в периода декември 2013 г до юни 2014 г.

Дренажният геокомпозит е натоварен на опън. В статическо отношение той работи на опън, като окачена конструкция от берма до берма, върху много гладка основа. Изчисленията сочат, че този опън при откос с дължина 30 m е по-голям от якостта на геокомпозита и той се скъсва, покривният пласт почва се хлъзга и спира в следващата берма (Приложение 3).

Претоварването на геокмпозита води до надвишаване на неговата якост на опън, която по сертификат е 11 kN/m, а проведените от Надзора изпитвания доказват якост 20 kN/m. В случая със паркирания булдозер, геокмпозитът е бил силно натоварен, опънат допълнително при слягане на товара. Триенето в контактната повърхност мембрана-рогозка намалява като резултат от проявения воден подъем, особено силно проявен в зоната около булдозера.

ЧАСТ 2. ТЕХНИЧЕСКИ РЕШЕНИЯ ЗА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА КОМПРОМЕТИРАНИТЕ УЧАСТЪЦИ И ЗА СПИРАНЕ НА ТОЗИ ПРОЦЕС

Техническата рекултивация е изпълнена с горен изолационен екран и се третира като строеж II-ра категория по ЗУТ. Съгласно „Норми за проектиране на хидротехнически съоръжения. Класификация на ХТС“, отпадъкохранилища с височина над терена от 20 до 40m са съоръжения от III клас с нормативен коефициент на сигурност срещу хлъзгане $Fs \geq 1,15$ при основни натоварвания и $Fs \geq 1,05$ при земетръс.

1. Статически изчисления

1.1. Съществуващо положение

Предлаганото техническо решение представлява създаване на окачена конструкция (закотвена в бермите) с носещ елемент армировъчна геомрежа. Предвидено е покривният почвен слой от екрана да се армира с геомрежа тип Tensar клас RE 570, чиито параметри са дадени в техническите спецификации и в проспектните материали приложени към експертизата (Приложения 5 и 6).

В Приложение 1 са поместени данни за геотехническите показатели на покривните пластове от глина и хумус, както и типични стойности за ъглите на триене в контактните повърхности на материалите изграждащи изолационния екран – гладка HDPE мембрана 2,0mm, дренажна рогозка (геокмпозит), армировъчна геомрежа Tensar и почвено покритие.

В Приложение 2 са дадени резултати от проверочни изчисления за устойчивост на горния изолационен екран, които въпреки, че изследването е консервативно, тъй като не отчита триенето при срязване на почвения слой, недвусмислено показват, че екранът не е устойчив върху гладката геомембрана. За да се постигне устойчивост е необходима грапава геомембрана с ъгъл на триене с геокмпозита не по-малък от 20° .

В Приложение 3 е изследвана допустимата дължина на откоса с оглед устойчивост на покривния слой почва. Видно е, че при изпълненото конструктивно решение с гладка мембрана покрита с геокмпозита, за да са устойчиви откосите трябва да са с дължина по наклона не повече от 12 m. При по-големи дължини и ъгъл на триене 10° опънът в геокмпозита достига стойности по-големи от якостта му 20kN/m. При предпоставката, че мембраната е грапава ($\delta \geq 20^\circ$) геокмпозитът не се товари на опън, защото хлъзгащите сили са по-малки от триенето.

В Приложение 4 са показани резултатите от проверка на устойчивостта на екрана срещу хлъзгане в различните контакти. Също така е отчетена възможността от водонасищане на почвата, както и понижена кохезия на почвата. Приложени са три модела – на Бишоп, Общо гранично равновесие и Янбу.

Изчисленията са проведени с програма Slide-Windows, License № 7503A. Резултатите са поместени в следната таблица.

Коефициенти на сигурност на изградените откоси на депото

Контактна повърхност	Обемно тегло γ_n kN/m ³ .	Обемно тегло γ_r kN/m ³ .	Кохезия kPa	Bishop	GLE	Janbu
Мембрана/геокомпозит	17,60		36	1,077	1,037	1,024
		20,10	36	1,017	0,961	0,969
		20,10	5	0,651	0,643	0,643
Геокомпозит/почва	17,60		36	1,286	1,242	1,234
		20,10	36	1,235	1,196	1,189
		20,10	5	0,871	0,861	0,865

Налага се генералният извод, че за да се стабилизират откосите на депото е необходимо геокомпозитът да се разтовари, като върху него се положи армираща геомрежа.

1.2. Проектно решение

Устойчивостта на проектната конструкция на горния изолационен екран е проверена с програма на Tensar – производител на геомрежи. Резултатите са следните:

1. Съществуващо положение

- 1.1. Повърхност геомембрана/геокомпозит, естествена влажност $F_s=1,39$
- 1.2. Повърхност геомембрана/геокомпозит, водонаситено състояние (включително редуциране на кохезията до $c=5\text{kPa}$) $F_s=0,70$
- 1.3. Повърхност геокомпозит/почва, естествена влажност $F_s=1,65$
- 1.4. Повърхност геокомпозит/почва, водонаситено състояние (включително редуциране на кохезията до $c=5\text{kPa}$) $F_s=0,96$

2. Поставяне на корава монолитна едноосна армираща георешетка Tensar клас RE570 върху геокомпозита

- 2.1. Повърхност геомембрана/геокомпозит, естествена влажност $F_s=2,91$
- 2.2. Повърхност геомембрана/геокомпозит, водонаситено състояние (включително редуциране на кохезията до $c=5\text{kPa}$) $F_s=1,29$

Изчисленията потвърждават необходимостта от армиране на покривния пласт в екрана. С полагането на геомрежа, коефициентът на сигурност в най-опасния контакт мембрана/геокомпозит нараства от 0,70 на 1,29, при нормативен коефициент 1,15.

2. Технически решения за ремонт на компрометираните участъци и завършване на строителството

Повредените участъци от покривния слой са на площ над 6000 m². При ремонта се налага разкриване на допълнителни площ, които ще обхванат прилежащите берми и зони с частично повреден геокомпозит. Тези зони са показани на Чертеж №1. Предварителните изчисления сочат, че ремонтът ще се разпростира на площ около 9000 m².

С оглед изясняване на подходите при възстановяване на целостта на покривния слой и осигуряване на статическа устойчивост на депото, авариралите участъци са диференцирани в три типа. На Чертеж №1 са обозначени тип 1 и 2 и очертанията на участъците подлежащи на ремонт към септември 2014 г.

Тип I. Обширни участъци на свличане и оголване на геомембраната. Практически това е свличането в източната част на депото, където повредите заемат над 5 000 m², като се разпростират на фронт около 120 m. В тях ремонтът обхваща повредения откос заедно с прилежащите берми.

Тип II. Локални зони на свличане. Такива са три зони с видими деформации в южната страна на депото, където два повредени участъка са непосредствено под берма III и един участък под рампата за берма IV, както и малка зона в източния участък под берма III.

Тип III са различни пукнатини по откоса, през които атмосферни води с риск от оводняване, проникват в покривния пласт и утежняват неговия стабилитет. Тяхното местоположение не е заснето и не е показано на Чертеж № 1.

Важно е да се отбележи, че повреди по геомембраната засега не се наблюдават.

2.1. Възстановяване на устойчивостта на сметищното тяло и горния изолационен екран

2.1.1. Ремонт на аварийали участъци Тип I.

В тези участъци свличането е довело до хлъзгане на дренажния геокомпозит по горната повърхност на мембраната заедно с двата покривни почвени слоя. Зоните подлежащи на ремонт са показани на Чертеж №1.

Техническото решение за ремонт предвижда армиране на почвения слой с геомрежа Tensar, която се полага върху дренажния геокомпозит Секудрейн (Чертеж №2, Детайл "В"). Мрежите Tensar широко се прилагат за армиране на почви. С тях се подобрява якостта на срязване на почвата. В случая се формира окачена конструкция, в която тази мрежа поема опънните напрежения предизвикани от тангенсиалната компонента на теглото на покривния слой и освобождава дренажната рогозка от натоварване на опън. Техническите характеристики на избраната в случая Tensar мрежа са дадени в Приложение 5.

Забележка: Зоните, които ще се ремонтират са по-големи от разрушените, което ще позволи да се подмени повредената дренажна рогозка, върху която се полага геомрежата. Зоните трябва да са с правилна форма и да включват изцяло две съседни берми.

На горната берма се изгражда закотвяща канавка с ширина на дъното 55 cm и дълбочина 80 cm. На дъното на земната канавка се полага геомембраната, предварително разрязана в оста на канавката и удължена чрез топлинна заварка с ивица с ширина до около 2,00 m. След това последователно се полагат рогозката и геомрежата. Отгоре се монтират полимерните дренажни тръби за атмосферни води (Чертежи № 2+5).

На I-ва берма не се предвижда дренажна тръба. В петата на откоса се изгражда плосък дренаж, чрез който дренажните води постъпват в отводнителната канавка върху бермата.

Техническото решение за ремонт в аварийал участък Тип I предвижда армиране на почвения слой в следната технологична последователност:

1. В работния участък се отнемат остатъците от разрушеното и свлечено почвено покритие, включително и върху прилежащите на този участък берми;
2. Отнетите земни маси се изгребват и депонират на подходящи места, извън насипа, с внимание да не се претоварят други зони от откоса;
3. Грижливо геомембраната се почиства, с внимание да не се нарани.
4. Старателно се проверява целостта на геомембраната, състоянието на заварките, наличие на разкъсвания и пробождаване;
5. В горния край на прилежащите берми геомембраната и газовия геокомпозит се срязват напречно на лентите;
6. Изкопава се закотвяща канавка с размери 55/80 cm.

7. Горният край на мембраната след удължаване посредством заварка се полага на дъното на закотвящата канавка;
8. Платната дренажен геокомпозит се полагат върху мембраната;
9. Армировъчна мрежа Tensar се разстила върху дренажната рогозка (геокомпозита) вкл. и в канавката;
10. На дъното на канавката, над армировъчната мрежа се нареждат дренажни тръби, 2/3 перфорирани, PE 100, вътрешен диаметър минимум 250 mm, SDR 17,6, покрити с геотекстил 300 g/m² и засипани с едър пясък или баластра до нивото на геокомпозита в горния участък. Тръбите се съединяват надлежно с челни заварки за да остане тръбопроводния участък непрекъснат при полагане на обратния насип.
11. По дължината на дренажния тръбопровод, през отстояние 30 m се монтира дренажни шахти, от които с тръбно отклонение в напречна посока дренажната вода се извежда на откоса в улеи „лястовича опашка“ и постъпва в долната отводнителна канавка.
12. Полагат се двата земни слоя - пласт почва 50 cm и пласт хумус 20 cm;
13. Монтират се ст.бет. корита - канавки за повърхностни води, с наклон за оттичане 1% ;
14. Върху бермата се полага пътната настилка – трошляк 30 cm върху подложен пласт пясък 20 cm, който предпазва геосинтетичните материали от механични повреди.
15. В горната част на бермата, в контактът на ст.бет.корита с откоса, се полага глинест тампон, който създава възможност повърхностните води по откоса да се влеят в коритата, без да дренират в дълбочина в дренажните води.

2.1.2.Ремонт на аварийали участъци Тип II

Това са по-малки участъци с локално проявление на деформации, разположени непосредствено под берма. Идеята е тези зони да се заздравят чрез локално армиране. За целта похабеният участък се разширява с по два метра двустранно и се прилага технологията, както при Тип I. Армировъчната мрежа се полага така, че да застъпи дренажния геокомпозит по дължината на откоса поне 2 m (Чертеж №6, Детайл "Е").

Закотвянето на мрежата и полагането на дренажните тръби е аналогично на това при авария Тип I.

2.1.3.Ремонт на локални нарушения в горния изолационен екран

Това техническо решение предвижда запълване на пукнатини в покривния слой (участъци Тип III).

В резултат на локални деформации и/или съсъхване на почвата през лятото се отварят пукнатини, които в дъждовно време директно пълнят с вода дренажния геокомпозит. Това е опасно защото при напорно проникване на водата в геокомпозита се появява воден подем, който повдига и дестабилизира покривния почвен слой.

Предвижда се с периодични огледи да се регистрира появата на пукнатини, които своевременно да се запълват с пясъчлива глина (Чертеж № 6, Детайл "F"). Такъв глинест тампон се полага също в горната част на бермите, в контакта бетонна канавка – откос.

3. Технически спецификации

Целта на поръчката е да се изготви проект и изпълни техническо решение за отстраняване на причините за компрометиране на строителството по закриване и рекултивация на старото сметище на гр. Кърджали и стабилизиране на покривния слой на горния изолационен екран.

Техническата рекултивация е изпълнена с горен изолационен екран и се третира като строеж II-ра категория по ЗУТ. Съгласно „Норми за проектиране на хидротехнически съоръжения. Класификация на ХТС“, отпадъкохранилища с височина над терена от 20 до 40 m са съоръжения от III клас с нормативен коефициент на сигурност срещу хлъзгане $F_s \geq 1,15$ при основни натоварвания и $F_s \geq 1,05$ при земетръс.

Извършените по време на изпълнение на техническата рекултивация СМР са удостоверени със съответни актове и протоколи, съгласно Наредба №3/2003 г., подписани от страните участници във финансирането, проектирането, изграждането и контрола по време на строителния процес.

3.1. Местоположение на обекта

Площадката на старото депо за ТБО на гр. Кърджали е разположена на около 5 км югоизточно от града. Теренът е хълмист, покрит с трева. Депото е заобиколено от ливади и обработваеми земеделски земи. Надморската височина на площадката е между коти 276 и 325. Собственик на площадката е община Кърджали. За достъп до съоръжението се използва съществуващ път. Създадена е възможност за връзка с водопровод и електроснабдяване на разстояние около 500 m.

3.2. Климатични характеристики

Обектът попада в климатичен район на източно родопските речни долини. В района на община Кърджали климатът е умерен. Оценява се основно като средиземноморски до умерено континентален. Средногодишната температура е около 14° . Характерна е кратка и мека зима с множество слънчеви дни. Най-ниската средно месечна температура на въздуха е $0,8^{\circ}$ през месец януари, а максималната средно месечна температура $23,4^{\circ}$ през месец юли. Минималните температури много рядко падат под -10° и -12° . Броят на дните с отрицателна среднодневна температура е 10 дни. Броят на дните със снежна покривка е 24 дни.

3.3. Валежи

Преобладаващите ветрове и тези с максимална скорост са от юг. Наблюдаван е денонощен максимум на валежите 84,3 mm. Валежите с обезпеченост 10% са 53 mm. За отвеждане на атмосферните води от площадката на депото е изпълнена система от отводнителни канавки оразмерени за интензивен дъжд с обезпеченост 10%. Дъждовните води се отвеждат в съседни на депото дерета.

3.4. Вятър

Преобладаващите ветрове са от юг. От юг са и ветровете с максимални скорости. Средногодишната скорост на вятъра е 1,6 m/s.

3.5. Геоложки характеристики на площадката на депото

Площадката на депото се характеризира със скална основа. Във всички проучвателни сондажи, геоложките проучвания разкриват андезити, натрошени в горните 3–5 m. В северната част на площадката на депото се разкриват и туфи. В сондажите до дълбочина 20 m подземни води не се регистрират.

3.6. Геодезически данни

За обекта е изготвен числен модел. Периодично се извършват измервания с цел изчисление на преместванията на стабилизирани на площадката репери и следене на деформациите на сметищното тяло и горния изолационен екран. Последните измервания са от декември 2013г, юни 2014 г и септември 2014 г. Констатирано е, че в периода юни – септември тази година няма нови деформации на контролните точки върху депото.

3.7. Съществуващо положение

Рекултивацията на старото сметище на гр. Кърджали е дефинирано като част от договор Europe Aid 124253/DWKS/BG „Закриване на осем стари сметища в гр. Кърджали, България” – лот 2, изпълняван по ИСПА/КФ (Регламент 1164/94) „Регионален център за управление на отпадъците – гр. Кърджали. Договорните клаузи са съгласно Договорни условия за строителство за строителни и инженерни обекти, проектирани от Възложителя (FIDIC Червена книга). Дейностите по неговото осъществяване обхващат изпълнението.

След преоткосиране на положените отпадъци и постигане на проектната форма и проектните наклони е изградена система за запечатване (горен изолационен екран), с известни изменения спрямо основния технически проект от 2006 г. В процеса на изпълнение на договора е установено, че осигуряването и доставката на необходимия по проект обем земни маси за горния изолационен екран е сериозен проблем поради липсата на естествен материал в близост до изпълнявания обект. Това обстоятелство предопределя извършената промяна в пакета за горен изолационен екран, който е част от техническата рекултивация на сметището.

Със Заповед от 26.06.2012 г. Проектантът разрешава замяната на газовия дренажен слой 50 cm и Геотекстила 300 g/m² с геокомпозит Secudrain 131 CW 401.131C. Със Заповед от 10.07.2012 г., Проектантът нарежда да се изпълнят следните слоеве за рекултивация на сметището, по реда на полагане:

- изравнителен почвен слой 20 cm., положен над депонираните и уплътнени отпадъци на старото сметище в гр. Кърджали;
- дренажен геокомпозит Secudrain 131 CW 401.131C, който заменя газовия дренажен слой от 50 cm и геотекстила 300g/m²,
- геомембрана HDPE, с дебелина 2,0 mm, устойчива на химически увреждания;
- дренажен геокомпозит Secudrain 131 CW 401.131C (дренажен слой за дъждовни води), който заменя дренажа от баластра;
- почвен слой с дебелина 50 cm, вместо предписания в техническия проект пласт от 70 cm;
- хумус с дебелина 20 cm., който слой е намален от проектната дебелина 30 cm.

С така описаните промени в горния изолационен пакет е изпълнена техническата рекултивация на старото сметище в Кърджали, която към ноември 2013 г. е завършена на 95%. До този момент строителят е изградил и 4 бр. контролни кладенци за подпочвени води, както и 4 бр. нивелачни репери. След изпълнението на техническата рекултивация, Строителят полага слой трошен камък върху експлоатационните пътища и извършва затревяване на участъците с вече завършена техническа рекултивация.

Основните параметри на изграденото депо са:

- Височина над терена 37m
- Наклон на откосите 1:3
- Берми – 4 броя, всяка с ширина 5 m през 5,00 m по височина на депото.


16

В края на ноември 2013 г. се наблюдава свличане на част от изпълнените горни слоеве (геокомпозит, почва и хумус), заедно с частично изпълнено озеленяване. На 19.12.2013 г. строителният надзор заедно с Възложителя по ЗУТ Община Кърджали и авторския надзор подписват Акт обр. 10 по Наредба 3 за установяване състоянието на строежа при спиране на строителството. През май 2014 г. Инженерът наблюдава движението на горните слоеве на площадка Кърджали установява нови деформации. При направени посещения на сметището през май и юни 2014 г. Инженерът е установил увеличаване на площта на охлузванията/свличанията на горния пакет от южната страна на сметището, отваряне на пукнатини в обслужващ път (берма), както и нови пукнатини в горните слоеве, т.е. наблюдава се продължаващо движение на горните слоеве от изпълнената техническа рекултивация. Към настоящия момент не са констатирани нарушения по геомембраната. Също така геодезическото заснемане през септември 2014г не намира нови деформации.

3.8. Проектно решение за стабилизиране на покривния слой на горния изолационен екран. Технология на изпълнение

Предложеното техническо решение включва ремонт на запечатващия слой на участъци с обща площ над 6000 m². С оглед изясняване на подходите при възстановяване на целостта на покривния слой и осигуряване на статическа устойчивост на депото, аварийалите участъци са диференцирани в три типа (на Приложение 1 са обозначени типът и очертанията на участъците подлежащи на ремонт към септември 2014 г.):

Тип I. Обширни участъци на свличане и оголване на геомембраната. Практически това е свличането в източната част на депото, където повредите заемат над 5 000 m², като се разпростират на фронт около 120 m. В тях ремонтът обхваща повредения откос заедно с прилежащите берми.

Тип II. Локални зони на свличане. Такива са три зони с видими деформации в южната страна на депото, където два повредени участъка са непосредствено под берма III и един участък под рампата за берма IV, както и малка зона в източния участък под берма III.

Тип III са различни пукнатини по откоса, през които постъпват атмосферни води и оводняват покривния пласт. Тяхното местоположение не е заснето и не е показано на Приложение 1.

Важно е да се отбележи, че повреди на геомембраната не се наблюдават.

3.8.1. Ремонт на аварийали участъци тип I.

В тези участъци свличането е довело до хлъзгане на дренажния геокомпозит по горната повърхност на мембраната заедно с двата покривни почвени слоя. Техническото решение за ремонт предвижда армиране на почвения слой в следната технологична последователност:

1. В работния участък се отнемат остатъците от разрушеното и свлечено почвено покритие, включително и върху прилежащите на този участък берми;
2. Отнетите земни маси се изгребват и депонират на подходящи места, извън насапа, с внимание да не се претоварят други зони от откоса;
3. Грижливо геомембраната се почиства, с внимание да не се нарани.
4. Старателно се проверява целостта на геомембраната, състояние на заварките, наличие на разкъсвания и пробождаие;
5. В горния край на прилежащите берми геомембраната и газовия геокомпозит се срязват напречно на лентите;
6. Изкопава се закотвяща канавка с размери съгласно проекта (Чертежи 2+6).
7. Горният край на мембраната след удължаване посредством заварка се полага в закотвящата канавка;
8. Платната геокомпозит се полагат върху мембраната;

9. Армировъчна мрежа Tensar се разстила върху дренажната рогозка (геокомползита), вкл. и в канавката;
10. На дъното на канавката, над армировъчната мрежа се нареждат дренажни тръби, 2/3 перфорирани, PE 100, вътрешен диаметър минимум 250 mm, SDR 17,6, покрити с геотекстил 300 g/m² и засипани с едър пясък или баластра до нивото на геокомползита в горния участък. Тръбите се съединяват надлежно с челни заварки за да остане тръбопроводния участък непрекъснат при полагане на обратния насип;
11. През отстояние 30 m по дължината на дренажния тръбопровод се монтират дренажни шахти, от които с тръбно отклонение дренажната вода се извежда на откоса в улеи „лястовича опашка“ и постъпва в долната отводнителна канавка.
12. Полагат се двата земни слоя - пласт почва 50 cm и пласт хумус 20 cm;
13. Монтират се бетонните канавки за повърхностни води, с наклон за оттичане 1% ;
14. Върху бермата се полага пътната настилка – трошляк 30 cm върху подложен пласт пясък 20cm;
15. В горната част на бермата , в контактът на ст.бет.корита с откоса, се полага глинен тампон, който създава възможност повърхностните води по откоса да се влеят в коритата, без да дренират в дълбочина в дренажните води.

3.8.2.Ремонт на аварийали участъци тип II

Това са малки участъци с локално проявление на деформации, обикновено непосредствено под берма. Идеята тези зони да се заздравят чрез локално армиране. За целта похабеният участък се разширява с два метра и се прилага технологията както при тип I. Армировъчната мрежа се полага така, че да застъпи дренажния геокомползит по дължината на откоса поне 2 m.

Закотвянето на мрежата и полагането на дренажните тръби в канавка е аналогично на това при авария тип I.

3.8.3.Запълване на пукнатини в покривния слой (участъци тип III)

В резултат на локални деформации и/или съсъхване на почвата през лятото се отварят пукнатини, които в дъждовно време директно пълнят с вода дренажния геокомползит. Това е опасно защото при напорно проникване на водата в геокомползита се появява воден подем, който повдига покривния почвен слой.

Предвижда се с периодични огледи да се регистрира появата на пукнатини, които своевременно да се запълват с пясъчлива глина. Такъв глинен тампон се полага също в горната част на бермите, в контакта бетонна канавка – откос.

3.9.Технически спецификации на материалите

3.9.1.Геомембрана

3.9.1.1.Спецификации на материала за геомембрана

Материалът доставян на обекта трябва да е нов, произведен чрез екструдирание, като се използва нов, nereциклиран полимер, изцяло без пластификатори или други запълващи материали. В случая на обекта са необходими малки количества геомембрана, необходими за удължаване на вече инсталираната в рамките на повредените берми и за изкърпване на отделни повредени петна.

Доставката на нов материал трябва да се одобри от надзора. Изискванията към геомембраната са както към тази вложена досега, а именно:

- Дебелина $\geq 2,0$ mm
- Плътност 0,932 – 0,942 g/cm³
- Здравина на опън ≥ 15 N/mm
- Здравина на разтягане $\geq 10\%$
- Здравина на съкъване ≥ 300 N

- Геомембраната HDPE трябва да е устойчива на химични въздействия.

3.9.1.2. Инсталиране на геомембраната

След разкриване на зоните подлежащи на възстановяване трябва да се установи състоянието на платната – непрекъснати, без дупки и разкъсани зони. Работата по полагане на геомембрана се извършва от технически персонал, одобрен от производителя, както и с оборудване одобрено от производителя.

Също така всички заваръчни шевове да са с възможност за тестване с въздух под налягане или друг метод одобрен от инженера. В началото и в края на всеки ден се прави тест на заварките.

Не се разрешава преминаване на машини директно върху полимерното фолио. За достатъчна защита се смята например 1,00 m почва, която не съдържа частици над 0,10 m.

3.9.2. Геосинтетична дренажна мрежа (геокомпозит)

Предназначението на дренажната мрежа, наричана дренажна рогозка, е да отвежда дренажните води проникнали през земното покритие на депото. Тя е фабричен продукт, произведена с дебелина 8-15 mm. Състои се от геомрежа фиксирана двустранно към геотекстилен филтър, свързани заедно с термична заварка.

Геосинтетичната дренажна мрежа има проводимост в слоя при свърх налягане от 20 kPa отговарящо на 0,3 m слой чакъл с коефициент на филтрация $K > 10^{-3} \text{ m/s}$ по EN ISO 12958. Също така тя трябва да притежава минимална якост на опън 11 kN/m (EN ISO 10319) и устойчивост на пробиване CBR от 2200 N (EN ISO 10319).

Материалът се представя на надзора на обекта да бъде одобрен, както и инсталирането и закотвянето му.

3.9.2.1. Доставка и съхранение

Ролките дренажен геокомпозит стриктно се предпазват от химикали, искри и пламъци и други, които могат да нарушат физичните му свойства. Мястото на складиране е обезопасено, устойчиво, сухо, което да не го повреди.

Ролките дренажен геокомпозит са опаковани в непрозрачна, водонепромокаема предпазна опаковка, която не се разтваря преди деня на полагане на платната. Всяка ролка има етикет с името на производителя, типът на дренажния геокомпозит, номер на ролката, размери на ролката (дължина, ширина, брутно тегло) и дата на производство.

Материалът се доставя, съхранява и полага при стриктно спазване на инструкцията на производителя. При доставка ролките се разполагат върху здрава основа в чиста и подравнена зона за да се избегнат повреди на дренажния материал. Ролките се съхраняват не повече от пет една върху друга.

3.9.2.2. Монтаж на дренажния геокомпозит

Дренажният композит е положен на две нива - под изолацията от HDPE фолио, като площен дренаж за биогаз и над фолиото като площен дренаж за атмосферни води. При полагането са предпазва от разкъсване или други повреди. Повреденият дренажен геокомпозит се поправя в деня на повредата.

Отделните платна се застъпват с ширина 30 cm и се заваряват с горещ въздух. Полагането на трите елемента (газов геокомпозит - геомембрана - дренажен геокомпозит) от горния изолационен екран се извършва последователно, с отстъп от 7,20 m или две ширини на рулото, но в рамките на един работен ден. Дренажният геокомпозит за атмосферни води се покрива със земни маси непосредствена след полагането му.

Разстилането на ролките става на ръка и с помощта на машина с повдигащ механизъм. Ролките не трябва да се влечат по земята, да се повдигат за единия край или да се изпускат на земята.

Дренажният геокompatит се покрива едва след проверка и одобрение от Инженера. Земните маси не трябва да се засипват върху дренажния геокompatит от височина над един метър. Не се разрешава движение на механизация върху повърхността му. Механизацията, с която се полага първоначалния слой от земни маси не трябва да спира внезапно, да прави остри завои, да форсира или да се движи със скорост над 5 km в час.

Полагането на дренажния геокompatит не се извършва при силен вятър и залежи. Засипването със земни маси е непосредствено след полагането на ролките с отстъп 7,20 m. Земните маси се полагат първоначално в средата на ролката. Не може да се използва оборудване или инструменти, които биха могли да увредят дренажния геокompatит при обработка, трафик на машини или чрез други средства. Персоналът трябва да носи подходящи обувки и да не пуши.

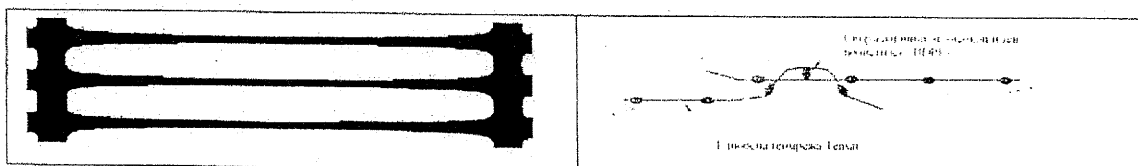
3.9.2.3.Позициониране на ролките за полагане по откоса

Рулата се разтоварват по билото на откоса (бермите), приблизително в средата на участъка, който се покрива в същия ден. Полагат се по откоса с разстилане от върха към петата на откоса, със съответната дължина. Преди разстилане скобите, които привързват геокompatита към картоненото ядро, трябва да се отстранят. При инсталиране на рулата се изготвя монтажен план.

3.9.3.Армираща мрежа

Предвижда се покривният слой в екрана да се армира с Геомрежа Tensar клас RE570, която широко се използва за армиране на почви при строителството на съоръжения, като подпорни стени, устои на мостове, стръмни откоси, възстановяване на саличания и геоклетъчни матрици.

3.9.3.1.Изисквания към Геомрежата



Геомрежата е монолитна корава едноосна георешетка, притежаваща дебели и здрави напречни ребра, които служат като анкерни котви в покриващата почва. Доставка се на рула. Основните характеристики, дадени в Приложение 5 са:

- Произведена от полиетиленови висока плътност платна (HDPE).
- Доставка се на рула с минималната ширина 1,30 m.
- Дължината на рулата е 50 m.
- Площната маса на геомрежата е 0,87 kg/m².
- Дълготрайната якост на опън е $\geq 61,35$ kN/m

3.9.3.2.Инсталиране на Геомрежите

Геомрежите се доставят на рула, които се полагат върху предварително разпнатата дренажна рогозка. Рулата се разстилат и снаждат с полимерни шишове. Това са специализираните конектори предлагани от производителя на геомрежата.

Полимерните шишове, предназначени за свързване на геомрежи Tensar RE и RE500 са дадени в Приложение 6. Шишовете Tensar са с номинален диаметър 13 mm в напречно

сечения и се произвеждат от полиетилен с висока плътност (HDPE) с якост на опън при границата на провлачване 22 МПа, гранична деформация при скъсване 250% и съдържание на сажди 2%.

Шишовете се доставят в кашони, съдържащи 40 бр.

Геомрежата се изпълва старателно, непосредствено преди полагане върху дренажната решетка, с цел обирање на луфта около шиша. Мрежата се закотвя в анкерна канавка в горния край на бермата, изкопана непосредствено преди полагането на мрежата.

При инсталирането се спазват също указанията дадени при дренажния геокмпозит.

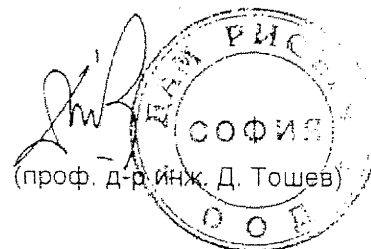
3.9.4. Почва и хумус

Почвените покривни пластове са две категории (хумус и почва), като по-високата категория се полага отгоре. Хумусът е със зърнометрия под 2 mm, а почвата – под 5 mm. Почвите се проверяват от надзора за доказване на техните проектни характеристики. Анализи на почвите се извършват на всеки 1000 m³.

За запазване на филтрационните качества на дренажната рогозка и с оглед гарантиране на непрекъснатост на водния поток, т.е. ненарушаване на сърцевината на геокмпозита е необходимо **земните маси да се полагат отдолу нагоре** в деня на полагане на геотекстила и геомрежата. Земните маси се полагат първоначално в средата на ролката и в последствие се пробутват нагоре с подходяща лека механизация.

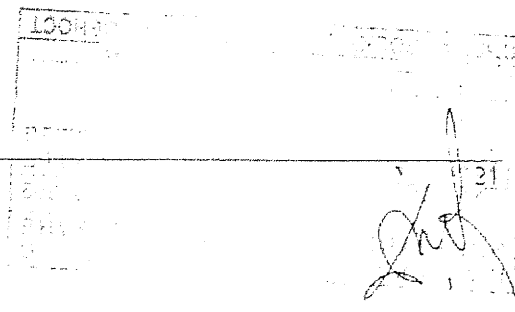
Минималната височина на пласта е 0,30 m за верижни машини и 0,70 m за колесни. Повърхността на горния покриващ пласт се уплътнява леко чрез гладък валяк.

Изготвил:



(проф. д-р инж. Д. Тошев)

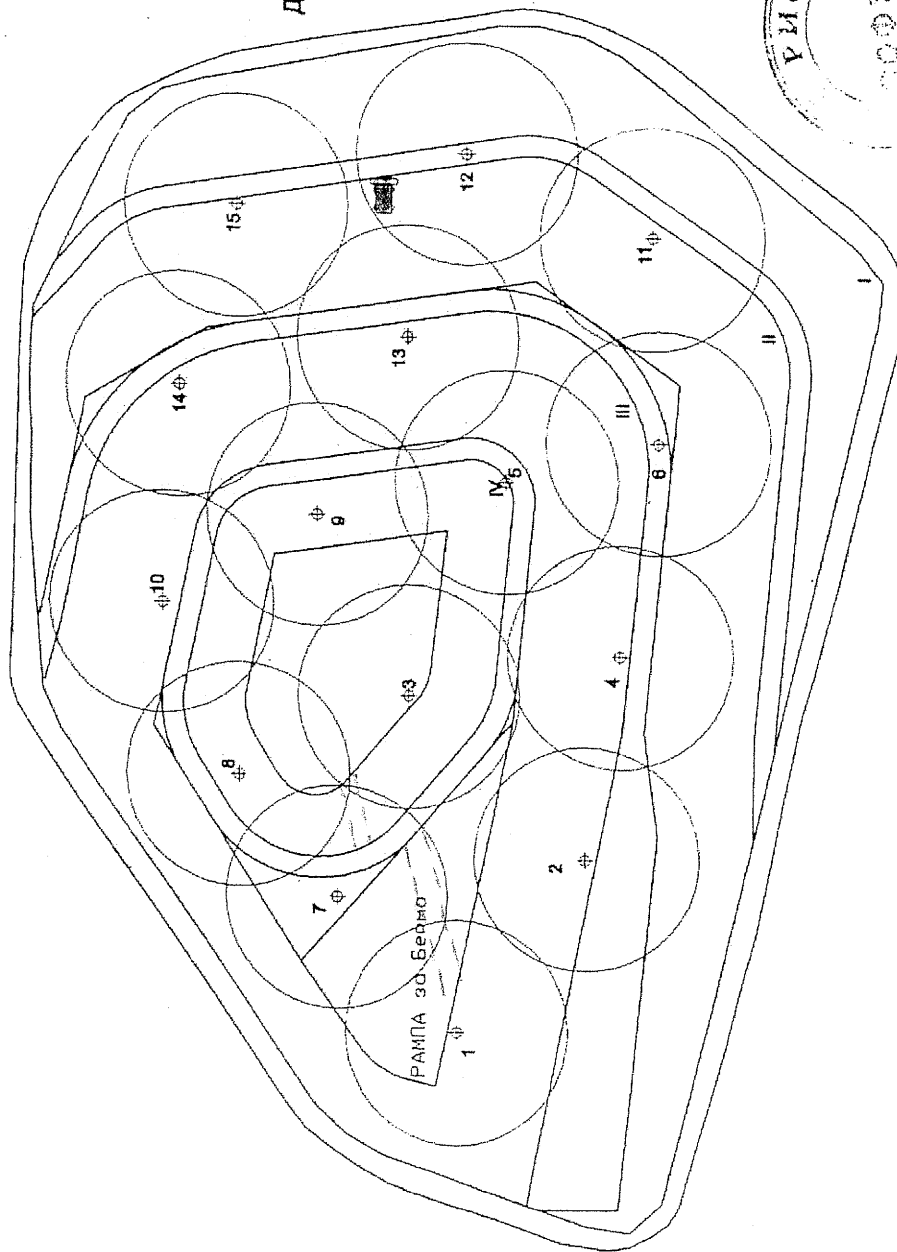
София, септември 2014 г.



Чертеж №7 Drawing №7

1. Замерено м. Девашири-2013г. акт 10
- поврежден дренажный композит-1750м2
- нарушен почвенный слой -50см-875м3
- нарушен хумусный слой -20см-350м3
2. Замерено м. Юни-2014г
- чирок на оголении геомембрана-1319м2
- чирок на деформированной зоне - 5202м2
- поврежден дренажный композит-8521м2
- нарушен почвенный слой -60см-3260м3
- нарушен хумусный слой -20см-1304м3

Депозит за твърди битови отпадъци, гр. Кърджали
Схема на газоните кладенци

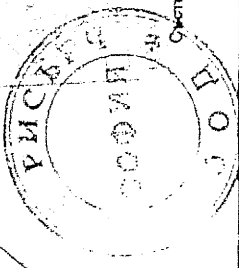


Легенда

⊕ Газов кладенец

⊕ Място на престои на булдозер в края на м. ноември 2013г.

КАМАРА НА ТЕХНИЧЕСКИТЕ ЧЕРТЕЖИ
УНП "СЪЮЗПРОЕКТИ" АД
11000 СЪФИЯ



Съставил /Designed/ :
(проф. д-р инж. Димитър Тощев)
(Prof. Dr. Eng. Dimitar Toshov)



ГеосинМат-ВБ ООД

1407 София, бул. Н. Й. Вапцаров № 25, офис № 8
 tel.: (02) 962 05 55; факс: (02) 950 42 16
 E-mail: mail@geosynmat-vb.com

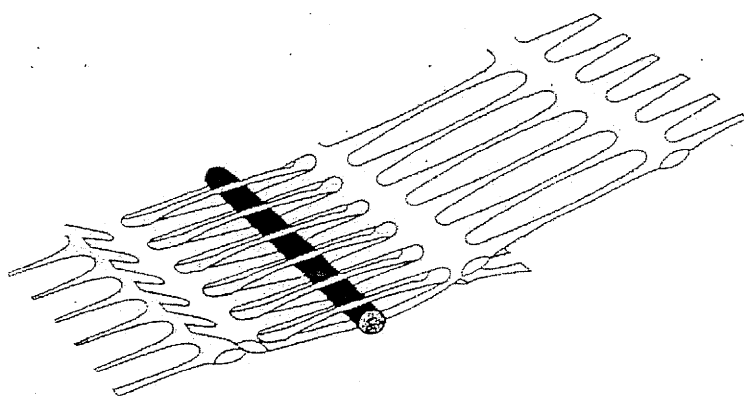
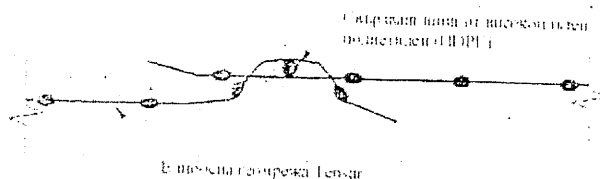
Полимерен шиш за свързване на геомрежи Tensar RE и RE500

Техническа спецификация

Полимерните шишове Tensar се използват за свързване на едноосни геомрежи Tensar RE и RE500 по дължина на ролката.

Шишове Tensar са с номинален диаметър 13 мм в напречно сечение и се произвеждат от полиетилен с висока плътност (HDPE) със следните характеристики:

Полимерни шишове Tensar		
Якост на опън при границата на провлачване (1)	MPa	22
Гранична деформация при скъсване (1)	%	250
Съдържание на сажди (2)	%	2



- 1) Минимални стойности, определени съгласно BS 3412 1976 (ISO/R527:1966. Тип 2. Скорост D).
- 2) Минимални стойности, определени съгласно BS 2782 Част 4 Метод 452B.1993
Дължината на шиша трябва да отговаря на ширината на ролката геомрежа (стандартно 1,0 м или 1,3 м).
- 3) Шишовете се предлагат в кашони, съдържащи 40 бр.
- 4) Шишовете Tensar са произведени в съответствие със системата за управление на качеството, която отговаря на изискванията на BS EN ISO 9001:2000

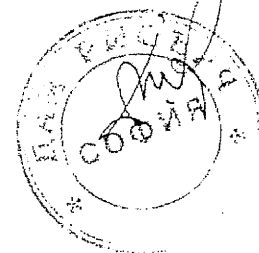
Необходимо е да се използва подходяща греда за опъване на всички геомрежи, съдържащи шишове Tensar, обикновено на 10-15 метра, непосредствено преди полагането на насипния материал.

КОЛИЧЕСТВЕНА СМЕТКА № 1

Забележка: Сметката се отнася за 1 м от аварирал участък тип I - дължина на откоса 33 m

№	Вид работа	Мярка	Количество
1	Изкоп с багер на свлечена земна маса	m ³	18
2	Натоварване с багер на земни почви	m ³	18
3	Изкоп ръчен с натоварване	m ³	6
4	Транспорт на земни маси на разстояние до 500 m на отвал - 33 m x 0,70 m x 1,00 m = 24 m ³	m ³	24
5	Изкоп за закотвяща канавка	m ³	0,60
6	Доставка и полагане на геокомпозит	m ²	35
7	Доставка и полагане на геомрежа	m ²	35
8	Доставка и полагане на дренажни тръби, 2/3 перфорирани, PE 100, вътрешен диаметър минимум 250 mm	m	1,00
9	Обратна засипка в канавка	m ²	0,50
10	Обратен насип за покривен слой - почва 50 cm и хумус 20 cm - 33 x 0,70 x 1,00 = 24 m ³	m ³	24
11	Монтаж на бетонни канавки	m	1,00
12	Възстановяване на пътна настилка в два пласта на берма 5,00 m		
	- пясък 20 cm	m ³	1,00
	- трошляк 30 cm	m ³	1,50

Забележка: В сметката не са включени събирателни дренажни шахти с отводящи тръби и улеи „лястовича опашка“ през 30 m.



КОЛИЧЕСТВЕНА СМЕТКА № 2

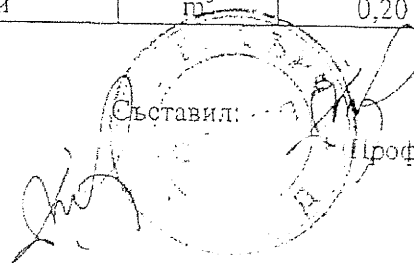
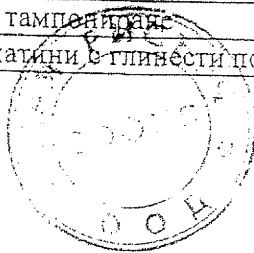
Забележка: Сметката се отнася за 1' m от аварирал участък тип II - дължина на участъка по откоса 17 m

№	Вид работа	Мярка	Количество
1	Изкоп с багер на свлечена земна маса	m ³	9
2	Натоварване с багер на земни почви	m ³	9
3	Изкоп ръчен с натоварване	m ³	3
4	Транспорт на земни маси на разстояние до 500 m на отвал - 17 m x 0,70 m x 1,00 m = 12 m ³	m ³	12
5	Изкоп за закръвяща канавка	m ³	0,60
6	Доставка и полагане на геокompatит	m ²	17
7	Доставка и полагане на геомрежа	m ²	17
8	Доставка и полагане на дренажни тръби, 2/3 перфорирани, PE 100, вътрешен диаметър минимум 250 mm	m	1,00
9	Обратна засипка в канавка	m ²	0,50
10	Обратен насип за покривен слой - почва 50 cm и хумус 20 cm - 17 x 0,70 x 1,00 = 24 m ³	m ³	12
11	Монтаж на бетонни канавки	m	1,00
12	Възстановяване на пътна настилка в два пласта на берма 5,00 m - пясък 20 cm - трошляк 30 cm	m ³ m ³	1,00 1,50

КОЛИЧЕСТВЕНА СМЕТКА № 3

Забележка: Сметката се отнася за 1' m от аварирал участък тип III (запълване на пукнатини по берми и откоси)

№	Вид работа	Мярка	Количество
1	Ръчен изкоп в земни почви	m ³	0,20
2	Доставка на почви за тампониране	m ³	0,20
3	Тампониране на пукнатини в глинести почви	m ³	0,20



Проф. Д. Тошев

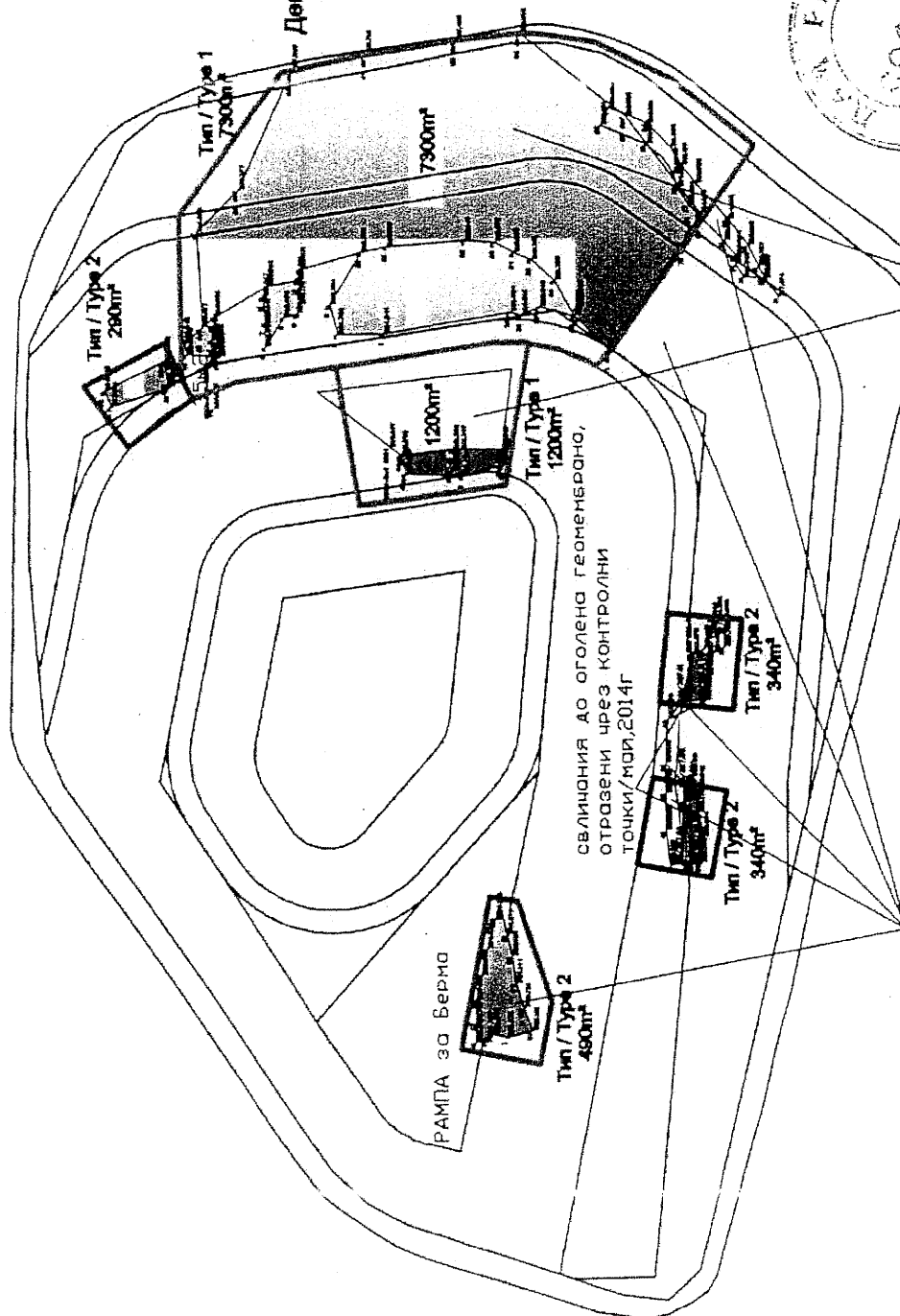
Чертеж №1 Drawing №1

1. Замерено м. Димитров-2013г-квт10
 - повреден дренажен композит-1750м²
 - нарушен почвен слой -80см-875м²
 - нарушен хумусен слой -28см-950м²
2. Замерено м. Юни-2014г
 - язовици на оголена геонамбрана-1319м²
 - язовици на деформирани зони - 6383м²
 - повреден дренажен композит-6821м²
 - нарушен почвен слой -80см-3280м²
 - нарушен хумусен слой -28см-1304м²

Депозит за твърди битови отпадъци, гр. Кърджали
 Схема на повредените участъци
 Landfill Kardzhali
 Damage zones

Легенда

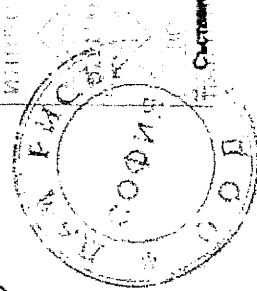
- Тип / Type 1
 — Тип / Type 2



Първоначални деформации/видими/,
 отразени чрез контролни
 точки-Юни2014г

Зони на деформации

Съставил /Designed/:
 (проф. д-р инж. Димитър Тодоров)
 (Prof. Dr. Eng. Dimitar Todorov)





ГеосинМат-ВБ ООД

1407 София, бул. Н. Й. Вапцаров № 25, офис № 8
тел: (02) 962 05 55; факс: (02) 950 42 16
E-mail: mail@geosynmat-vb.com

Приложение 5

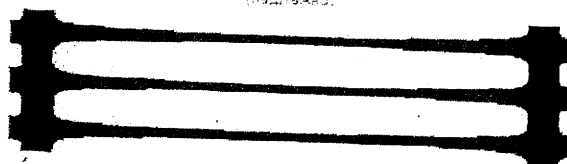
Геомрежи Tensar клас RE500

Техническа спецификация

Геомрежите Tensar RE500 се използват за армиране на почви при строителството на съоръжения като подпорни стени, устои на мостове, стръмни откоси, възстановяване на селищата и геоклетъчни матрици.

Дължина на
ролката
(надлъжно)

Ширина на
ролката
(напречно)



Свойства	Мерни единици	Геомрежи Tensar RE500					
		RE510	RE520	RE540	RE560	RE570	RE580
Полимер		високоплътен полиетилен					
Съдържание на сажди (мин.) ⁽¹⁾	%	2	2	2	2	2	2
Ширина на ролката	m	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Дължина на ролката	m	75	75	50	50	50	50
Площна маса	kg/m ²	0.29	0.36	0.45	0.65	0.87	0.98
Тегло на ролката	kg	29.5	37.0	31.0	44.5	58.8	67.0
Якост на възлите ⁽²⁾	%	95	95	95	95	95	95
Дълготрайна якост ⁽³⁾							
ULS P _c или T _{ca} при 10°C ⁽⁴⁾	kN/m	20.73	27.36	33.42	45.96	61.35	71.15
Коефициенти на сигурност за изчисляване на проектната якост (P _{des}) при гранично равновесие (ULS) ⁽⁵⁾							
Производство и екстраполация		f _m =1.0					
Повреждане от частици с размер 6mm		f _c =1.0	f _d =1.0	f _d =1.0	f _d =1.0	f _d =1.0	f _d =1.0
Повреждане от частици с размер 37.5mm		f _d =1.10	f _d =1.07	f _d =1.07	f _d =1.07	f _d =1.07	f _d =1.0
Повреждане от частици с размер 75mm		f _d =1.30	f _d =1.25	f _d =1.20	f _d =1.15	f _d =1.15	f _d =1.06
Повреждане от частици с размер 125mm		f _d =1.60	f _d =1.48	f _d =1.36	f _d =1.25	f _d =1.25	f _d =1.12
Агресивност на средата (pH=2 до pH=12.5)		f _e =1.0					

Забележки:

- (1) Саждите предпазват от вредното влияние на ултравиолетовите (УВ) лъчи. Определено съгласно BS 2732: Част 4: Метод 452B: 1993. Всяка част от мрежата напълно изложена на слънчева светлина може да се очаква да запази 90% от якостта си при качествен контрол за период от около 40 години при умерен климат и 20 години при тропически климат.
- (2) Определена съгласно GRI Test Метод GG2-87, и изразена като % от якостта на опън при качествен контрол.
- (3) Определена като долна граница използвайки стандартните методи за екстраполация на данните от разкъсването при пълзене получени съгласно начина на тестване в BS EN ISO 13431:1999 за 120 години проектен живот.
- (4) Средногодишна температура в почвата.
- (5) Геомрежите Tensar RE500 са инертни към всички естествени химикали съдържащи се в почвата и нямат разтворители при околната температура. Те не са податливи на хидролиза и са устойчиви на водните разтвори на соли, киселини и основи (pH 2.0 до 12.5), и не се разграждат по биологичен път.
- (6) Коефициентите на сигурност се използват за определяне на сигурна проектна якост при гранично равновесие определена по формулата: $P_{des} = P_c / (f_m \times f_d \times f_e \times LF)$.
- (7) Геомрежите Tensar RE500 са корави монолитни мрежи със здрави възли и се произвеждат в съответствие със системата за управление на качеството и околната среда, които съответстват отговарят на изискванията на BS EN ISO 9001:2000 и BS EN ISO 14001:1995.
- (8) Всички споменати размери и стойности са типични освен ако не е указано друго.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Геотехнически показатели на пластовете в горния покривен слой

1. Покривен пласт от глина и хумус	общо 0,70 m
- Обемно тегло естествена влажност	$\gamma_n = 17,60 \text{ kN/m}^3$
- Обемно тегло водонаситено	$\gamma_r = 20,10 \text{ kN/m}^3$
- Ъгъл на вътрешно триене	$\varphi = 20^\circ$
- Сцепление	$C = 36^\circ$
2. Ъгъл на триене почва - геокмпозит	$\delta = 14^\circ + 16^\circ$
3. Ъгъл на триене мембрана – геокмпозит	$\delta = 5^\circ + 10^\circ$

Типичните ъгли на триене в контактите

• Гладка HDPE мембрана - HDPE геомрежа	10°
• Гладка HDPE мембрана - геокмпозит	$5 - 10^\circ$
• Структурирана HDPE - геокмпозит	$15 - 25^\circ$
• GCL мембрана - геокмпозит	$10 - 15^\circ$
• Геокмпозит - покривен слой почва	$14 - 16^\circ$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Проверка на устойчивостта на горния изолационен екран

За изграждане на горен изолационен екран повърхността на депонираните отпадъци с откоси 1:3 е подравнена с почвена подложка 20 см.

Изпълненият на Старо сметище на гр. Кърджали горен изолационен екран се състои от дренажен геокомпозит (дренажна рогозка) Secudrain131 C WD 401 131 C, с която е заместен газовият дренаж предвиден в оригиналния проект, геомембрана с дебелина 2 мм покрита със същата дренажна рогозка Secudrain131 C WD 401 131 C, върху която е положен глинест пласт 50 см и хумус 20 см.

Геомембраната е с гладка повърхност двустранно. Наличните сертификати сочат, че ъгълът на триене δ между гладката мембрана и геокомпозита е в границите от 5° до 10° , а между насипа и геокомпозита – от 14° до 16° .

Контактните повърхнини на евентуално хлъзгане са:

- Хлъзгане на покривния почвен слой в контакта с дренажния геокомпозит;
- Хлъзгане по контакта дренажен геокомпозит – геомембрана;
- Хлъзгане по контакта мембрана – газов дренаж (дренажен геокомпозит);
- Хлъзгане в контакта газов дренаж - изравнителен насип върху ТБО.

В оригиналния проект е проверена възможността екранът да се хлъзне по кръгови повърхнини заедно с част от насипа ТБО. Това изследване е наречено „обща устойчивост“. Проверките показват, че стойностите на фактора на сигурност при основни товари и при земетръс са съответно 1,471 и 1,228, по-голями от нормативните 1,20 и 1,05. Откосите са устойчиви на хлъзгане на насипа от ТБО по кръгови цилиндрични повърхнини.

В проекта полученият многопластов покривен пакет не е проверен на устойчивост срещу хлъзгане. Също така не е изградена закотвяща канавка върху бермите.

Видно е, че най-вероятно е хлъзгането по повърхността на най-гладкия елемент - геомембраната.

Факторът на сигурност срещу хлъзгане на екрана е:

$$F_s = W \cdot \cos \beta \cdot \tan \delta / W \cdot \sin \beta \cdot \tan \beta = \tan \delta / \tan \beta$$

където:

W е теглото на покривния почвен пласт. Теглото на рогозката се пренебрегва;

$\beta = 18^\circ$ – ъгъл на наклона на откосите;

$\delta = 5^\circ + 10^\circ$ - ъгъл на триене в контакта геомембрана/геокомпозит.

- При $\delta = 5^\circ$ факторът на сигурност $F_s = 0,26$ е много по-малък от нормативната стойност 1,15.
- При $\delta = 10^\circ$ факторът на сигурност $F_s = 0,54$ е много по-малък от нормативната стойност 1,15.
- При $\delta = 20^\circ$ факторът на сигурност $F_s = 1,12$ - стойността се доближава до нормативната 1,15 за съоръжения от III клас.

Извод: Екранът не е устойчив срещу хлъзгане по гладката геомембрана.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Допустима дължина на откоса с оглед устойчивост на горния изолационен екран

Действащи сили в участък с дължина L от екрана, изица 1 м:

W е теглото на почвения пласт с дебелина 70 см и дължина по откоса L .
Обемното тегло на почвата, получено от изследването на три земни проби е $17,87 \text{ kN/m}^3$.

Теглото на дренажната рогозка се пренебрегва като пренебрежимо малко.

$N = W \cdot \cos \beta$ – нормална компонента на собственото тегло;

$T = W \cdot \sin \beta$ – тангенциална компонента на собственото тегло

$S = N \cdot \tan \delta$ – сила на триене на дренажната рогозка върху повърхността на геомембраната;

δ – ъгъл на триене в контакта дренажна рогозка – геомембрана;

$R = T - S$ – опън в рогозката.

В следващата таблица са представени резултати от изчисленията

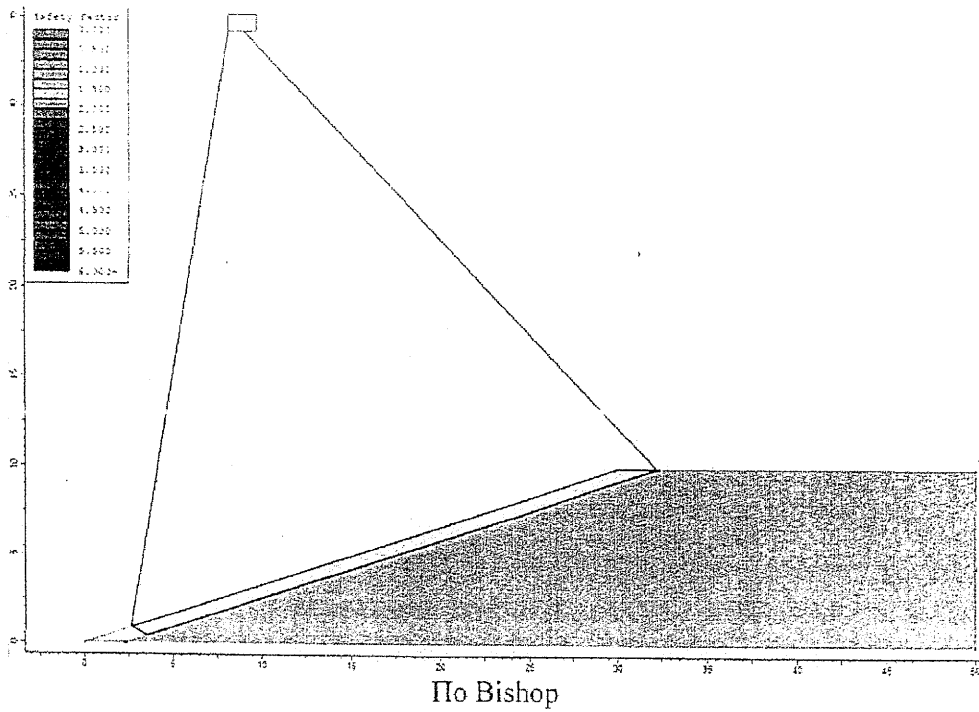
L_i , m	W , kN	N , kN	T , kN	δ градуси	S , kN	$R = T - S$ kN
5,00	62,55	59,48	19,33	5°	5,17	14,16
				10°	10,47	8,86
10,00	125,10	118,97	38,66	5°	10,35	28,16
				10°	20,94	17,72
12,00	150,12	151,07	46,39	5°	13,14	33,25
				10°	26,59	19,80
15,00	187,65	178,46	57,99	5°	15,52	42,46
				10°	31,40	26,49
32,00	412,83	392,60	127,41	20	142,91	Без опън

Изводи:

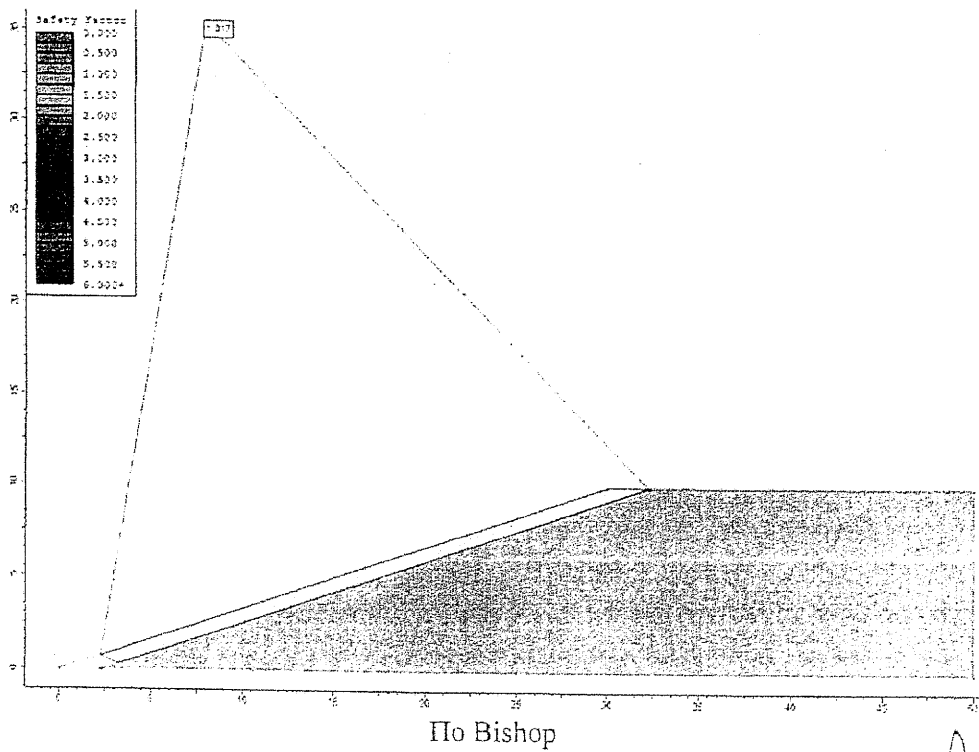
- При така изпълненият екран на депото на гр. Кърджали с гладка геомембрана, за да са устойчиви откосите трябва да са с дължина по наклона не повече от 12 м, което означава с берми през 4 м по височина на съоръжението. Откоси с дължина над 12 м не са устойчиви на хлъзгане по контакта геомембрана-геокомпозит. Опънът в геокомпозита е по-голям от якостта ѝ на опън 20 kN/m .
- За да се стабилизируют откосите е необходимо геокомпозита да се разтовари, като върху него се положи армираща георешетка.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

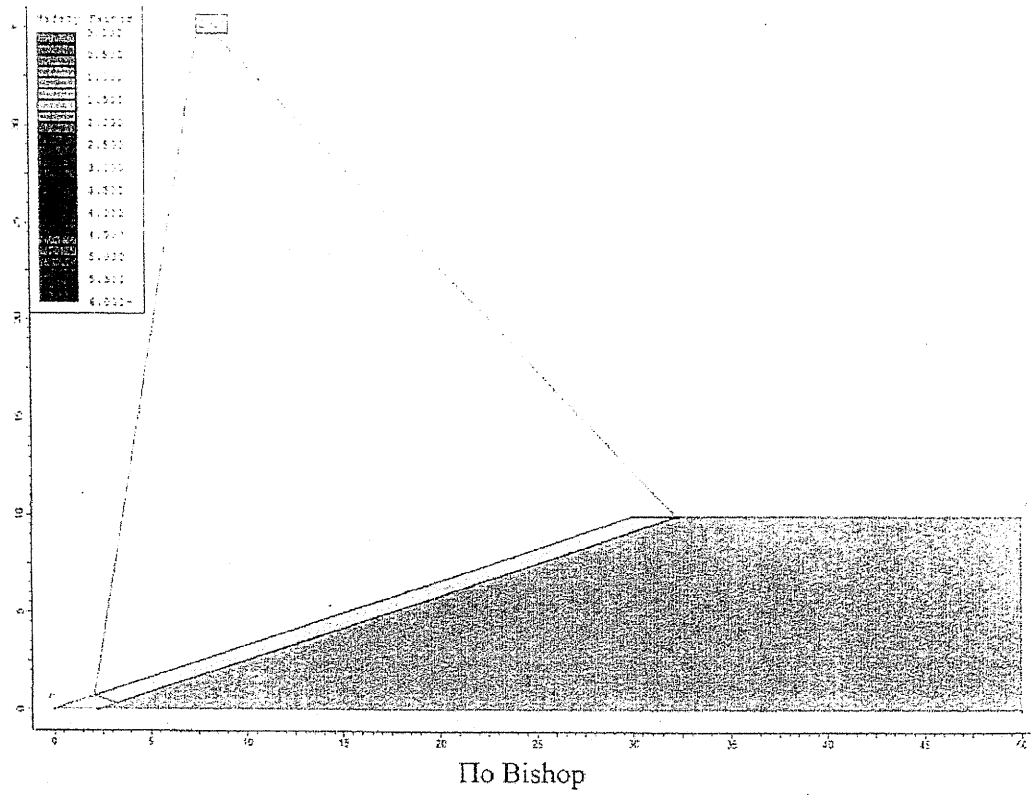
1. Повърхнина на хлъзгане: геомембрана – геокомпозит (естествено влажно)



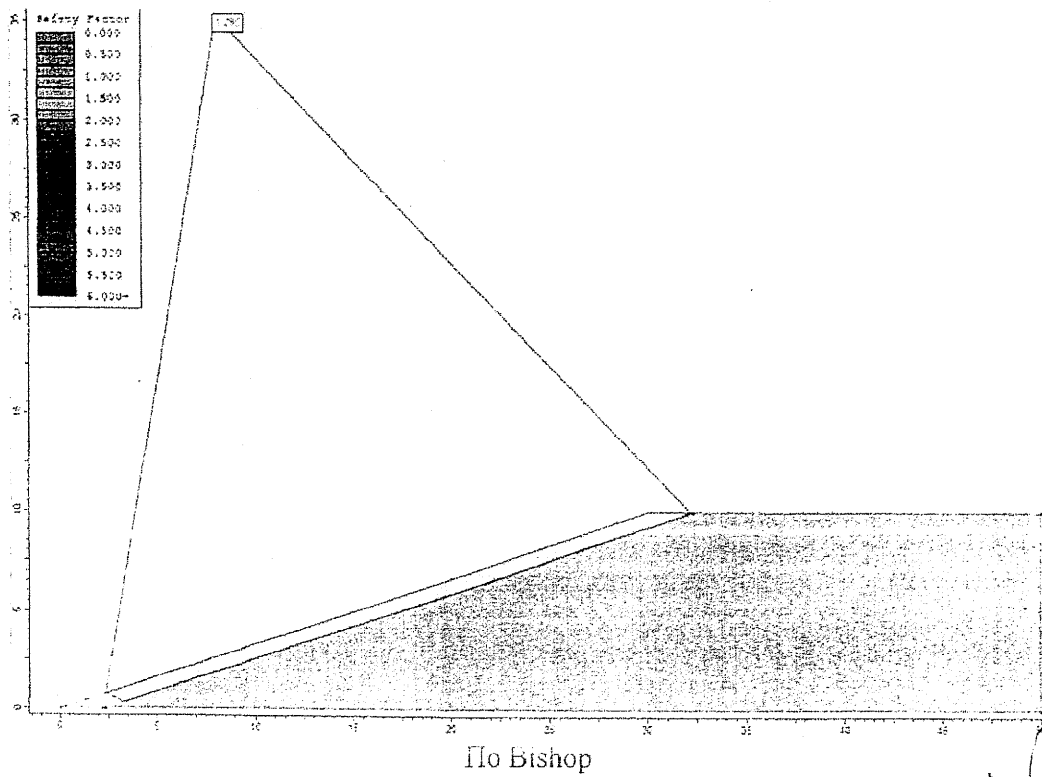
2. Повърхнина на хлъзгане: геомембрана – геокомпозит (водонаситено, $C=36\text{kPa}$ почва)



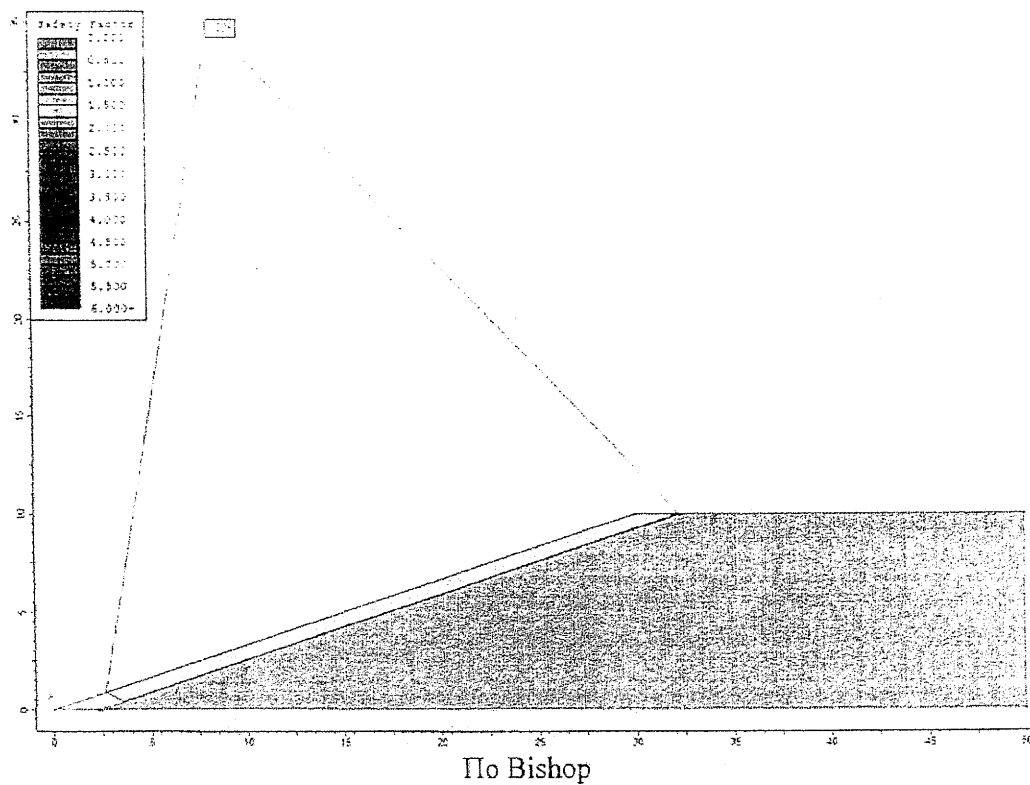
3. Повърхнина на хлъзгане: геомембрана – геокompatит (водонаситено)



4. Повърхнина на хлъзгане: геокompatит – почва (естествено влажно)



5. Повърхнина на хлъзгане: геокомпозит – почва (водонаситено. $C=20$ kPa – почва)



6. Повърхнина на хлъзгане: геокомпозит – почва (водонаситено. $C=5$ kPa – почва)

