

*Закриване и рекултивация на общинско депо за неопасни отпадъци*

# **ОЦЕНКА НА РИСКА ПРОУЧВАНЕ ЗА САНИРАНЕ**

## **Част I**

**ФАЗА: РП**

**Обект: Закриване и рекултивация на общинско депо за неопасни отпадъци”, гр. Тервел**

**Варна, 2019 г.**

## СЪДЪРЖАНИЕ

|                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>I. Оценка на потенциалния риск за околната среда</b>                                                          | <b>3</b>  |
| 1.1. Обща характеристика на обекта подлежащ на закриване и рекултивация                                          | 3         |
| 1.2. Инвентаризация на замърсяването                                                                             | 4         |
| 1.3. Систематичен подход за установяване на заплаха                                                              | 6         |
| 1.4. Оценка на риска                                                                                             | 7         |
| 1.4.1. Комплексна оценка                                                                                         | 7         |
| 1.4.2. Математическо моделиране за степента на разпространение на замърсителите в подповърхностното пространство | 9         |
| 1.5. Резултати                                                                                                   | 15        |
| <b>II. Проучване за саниране (закриване) на депото</b>                                                           | <b>16</b> |
| 2.1. Предложение за саниране                                                                                     | 17        |

## I. Оценка на потенциалният риск за околната среда

Оценката е извършена в съответствие с чл. 21 от *Наредба № 8 за условията и изискванията за изграждане и експлоатация на депа и на други съоръжения и инсталации за оползотворяване и обезвреждане на отпадъци (ДВ. бр.83/2004 г.)*, за установяване нивото на риск и потенциална опасност за почвата, геоложката основа, атмосферния въздух, повърхностните и подземни води.

Целта на настоящата оценка е да се проучат основните параметри на средата и степента на тяхното изменение, както и определяне на необходимото ниво на еквивалентна защита на компонентите на околната среда, засегнати или увредени в най-голяма степен от дейността на общинското депо за неопасни отпадъци.

Приложен е напълно диференциран и систематичен подход на оценка за обекта, подлежащ на закриване и рекултивация, като се акцентира на потенциалните източници на замърсяване, пътеки на въздействие и категорията на риск за околната среда.

Получените резултати ще послужат за изходна база при определяне технологията за саниране и приложимостта на възстановителните мерки.

### 1.1. Обща характеристика на обекта подлежащ на закриване и рекултивация

Площадката е с координати: 43° 45,144 С; 27° 23,323 И (WGS84), надморска височина 208 м.

Депото се намира в землището на гр. Тервел, на 1 км. югозападно от регулацията на населеното място и на 2 км. от жилищните зони. На юг-югозапад площадката граничи с пасище, а на север с обработваеми земеделски земи.

Отстоянието на границата на площадката на депото до най-близкият воден обект е 1.5 км (микроязовир в северна посока). Най-близкият сондажен кладенец за водоснабдяване на гр. Тервел с питейна вода се намира на 4 км., а най-близкото общо и индивидуално водоползване е на 1 км., южно от депото.

#### Информационна карта на обекта

Табл. 1.1-1.

| №  | Показатели                                                   | Описание                                                                                                         |
|----|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Рег. №                                                       | Номер на депото по регистър 92                                                                                   |
| 2  | РИОСВ                                                        | Регионалната инспекция по околната среда и водите – гр. Варна                                                    |
| 3  | Местоположение на депото                                     | № на поземления имот № 000042, съгласно план за земеразделяне, гр. Тервел, община Тервел.                        |
| 4. | Собственик на депото                                         | Община Тервел, гр. Тервел, ул. “Св. Св. Кирил и Методий” № 8, Дан.№ 1087005530, тел.05751/20 75,факс 05751/23 91 |
| 5. | Статус на депото                                             | Действащо.                                                                                                       |
| 6. | Документация за удостоверяване състоянието на депото         | Експлоатира се без административни процедури                                                                     |
| 7. | Трайно предназначение на територията на площадката на депото | Нарушена територия или др. територия – сметище съгласно план за земеразделяне.                                   |

|     |                                   |                                                                                             |
|-----|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.  | Вид на отпадъците по Нар. № 3     | Смесени битови отпадъци: 20 03 01.<br>Смесени отпадъци от строителство и събаряне: 17 09 04 |
| 9.  | Начало на експлоатацията          | 1977 г.                                                                                     |
| 10. | Край на експлоатацията            | 2009 г.                                                                                     |
| 11. | Средногодишно количество отпадъци | 3365.4 м <sup>3</sup>                                                                       |
| 12. | Проектна площ (дка)               | На депото 72.3 дка.                                                                         |
|     |                                   | На отпадъчното тяло 72.3 дка.                                                               |
| 13. | Разширение (дка)                  | Няма.                                                                                       |
| 14. | Фактическа заета площ (дка)       | На депото 33.4 дка.                                                                         |
|     |                                   | На отпадъчното тяло 33.4 дка.                                                               |
| 15. | Рекултивирана площ (дка)          | Няма.                                                                                       |

## 1.2. Инвентаризация на замърсяването

Разглежданото замърсяване е от типа “неорганизирано депо за отпадъци”. Депонирани са предимно битови и по-малка част строителни отпадъци. Натрупването е осъществявано неравномерно върху цялата площ на обекта.

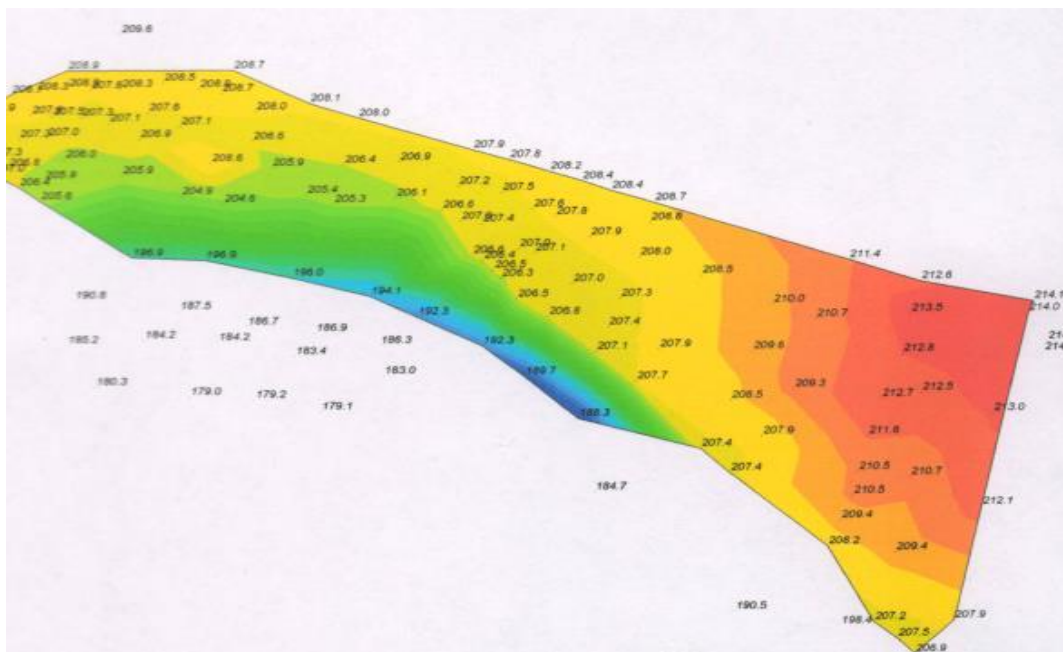
Предвид неорганизирания характер на депото, точен отчет за количеството и обема на приетите отпадъци през експлоатационния период не съществува.

Поради тази причина общият обем на отпадъците е определен по геодезичен способ, в съчетание с интерполация на таблични стойности за нормата на натрупване, при отчитане степента на благоустрояване и броя на жителите в разглеждания район. Отчетена е мощността на отпадъчното тяло и степента на естествено уплътнение на отпадъците.

Табл. 1.2-1.

| Депо   | Площ [m <sup>2</sup> ] | Обем [m <sup>3</sup> ] |
|--------|------------------------|------------------------|
| Тервел | 33 400                 | 107 694                |

За визуализация на площното разпределение на отпадъците в различните части на депата са използвани теренни модели на хипсометрично оцветяване.



Потенциалът на източниците на вредни вещества е изчислен по методиката “Приблизителни стойности на вредността на веществата ( $r_0$  стойности), предназначени за оценка на стари замърсявания”, Германия - 1993 г.

Съгласно тази методика, източниците са определени в зависимост от потенциалния риск, който могат да предизвикат:

| Код      | Наименование на отпадъка                                                                                  | Стойност на $r_0$ |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|
|          |                                                                                                           | средна            | интервал  |
| 20 03 01 | Смесени битови отпадъци                                                                                   | 3.0               | 2.0 – 4.0 |
| 20 02 01 | Биоразградими отпадъци                                                                                    | 2.0               | 2.0 – 2.0 |
| 17 09 04 | Смесени отпадъци от строителство и събаряне, различни от упоменатите в 17 09 01, 17 09 02 и 17 09 03      | 3.0               | 3.0 – 3.0 |
| 17 01 07 | Смеси от бетон, тухли, керемиди, плочки, фаянсови и керамични изделия, различни от упоменатите в 17 01 06 | 2.0               | 1.0 – 3.0 |
| 17 05 06 | Изкопани земни маси, различни от упоменатите в 17 05 05                                                   | 1.0               | 1.0 – 1.0 |

От направения анализ може да се обобщи, че концентрирането на отпадъците е съсредоточено основно в източната и югоизточната част на депото за неопасни отпадъци, гр. Тервел. Същевременно съдържанието на вредни вещества се очаква да бъде по-голямо в тези зони, които се определят и като основните потенциални източници на въздействие.

### 1.2.1. Анализ на източниците на вредни вещества

Като източник с най-висок потенциал на вредност са определени смесените битови отпадъци със средна стойност на  $r_0$  3.0 и интервал от 2.0 до 4.0.

За определяне поведението на отпадъците в депото са използвани данни от основно охарактеризиране на смесени битови отпадъци, генерирани в община Аксаково (м. октомври 2009 г.). Регионът попада в категория – населени места от тип „В” т.е

преобладаващо население от селски тип, идентично по демографски, социален и икономически статус с това от община Тервел.

На база получените резултати са изведени съответните ключови параметри, оказващи пряко влияние върху химическата активност и поведението на инфилтратата.

Резултатите от анализите са сравнени с граничните стойности, посочени в приложение № 1 от Наредба № 8 от 24 август 2004 г. (ДВ, бр. 83/2004 г.), отнасящи се за депа за неопасни отпадъци.

#### 1.2.1.1. Изпитване за просмукване - инфилтрат

| Показател               | As   | Cd    | Cr   | Cu   | Ni   | Pb   | Zn   | Cl   | SO <sub>4</sub> | F   | Hg   | DOC |
|-------------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-----------------|-----|------|-----|
| Co, mg/l                | 0.05 | 0.002 | 0.01 | 0.70 | 0.02 | 1.41 | 0.62 | 9037 | 408             | 0.1 | 0.01 | 952 |
| Наредба № 8<br>Co, mg/l | 0.3  | 0.3   | 2.5  | 30   | 3.0  | 3.0  | 15.0 | 8500 | 7000            | 40  | 0.03 | 250 |

#### 1.2.1.2. Изпитване за излужване – поведение на отпадъците

| Показател                           | Резултати  |             |
|-------------------------------------|------------|-------------|
|                                     | L/S 2 l/kg | L/S 10 l/kg |
| pH                                  | 8.20       | 7.50        |
| Електропроводимост $\mu\text{S.cm}$ | 8100       | 16400       |

| Показател   | mg/kg |       |       |      |      |      |      |      |      |                 |      |      |      |
|-------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-----------------|------|------|------|
|             | TDS   | As    | Cd    | Cr   | Cu   | Ni   | Pb   | Zn   | Cl   | SO <sub>4</sub> | F    | Hg   | DOC  |
| L/S 2 l/kg  | 50672 | 0.108 | 0.001 | 0.01 | 1.40 | 0.01 | 2.82 | 1.24 | 1807 | 816             | 0.01 | 0.01 | 1904 |
| L/S 10 l/kg | 93040 | 0.270 | 0.001 | 0.01 | 2.30 | 0.01 | 9.50 | 1.80 | 3142 | 3770            | 0.01 | 0.01 | 1032 |

| Показател        | mg/kg |       |       |      |      |      |      |      |       |                 |      |      |      |
|------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-----------------|------|------|------|
|                  | TDS   | As    | Cd    | Cr   | Cu   | Ni   | Pb   | Zn   | Cl    | SO <sub>4</sub> | F    | Hg   | DOC  |
| L/S 2 l/kg       | 50672 | 0.108 | 0.001 | 0.01 | 1.40 | 0.01 | 2.82 | 1.24 | 1807  | 816             | 0.01 | 0.01 | 1904 |
| Нар.№8<br>2 l/kg | 40000 | 0.4   | 0.6   | 4.0  | 25.0 | 5.0  | 5.0  | 25.0 | 10000 | 10000           | 60.0 | 0.05 | 380  |

| Показател         | mg/kg |       |       |      |      |      |      |      |       |                 |       |      |      |
|-------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-----------------|-------|------|------|
|                   | TDS   | As    | Cd    | Cr   | Cu   | Ni   | Pb   | Zn   | Cl    | SO <sub>4</sub> | F     | Hg   | DOC  |
| L/S 10 l/kg       | 93040 | 0.270 | 0.001 | 0.01 | 2.30 | 0.01 | 9.50 | 1.80 | 3142  | 3770            | 0.01  | 0.01 | 1032 |
| Нар.№8<br>10 l/kg | 60000 | 2.0   | 1.0   | 10.0 | 50.0 | 10.0 | 10.0 | 50.0 | 15000 | 20000           | 150.0 | 0.2  | 800  |

Ключови параметри:

- Разтворен органичен въглерод (DOC)
- Хлориди
- Разтворени вещества (TDS)
- Олово

### 1.3. Систематичен подход за установяване на заплаха

За целите на оценката е извършен систематичен анализ на зависимостта “Източник – Заплаха”, изразяващ се в алгоритъм, отчитащ източника на вредност, средата на разпространение и потенциал за въздействие (увреждане):

| Матрица: Източник на вредни вещества |                                                  |    |    |    |    |    |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| Обем [m³]                            | Класове на застрашеност, г0 (по видове отпадъци) |    |    |    |    |    |
|                                      | 1                                                | 2  | 3  | 4  | 5  |    |
| 1 - 1000                             | 0                                                | 5  | 15 | 35 | 45 | mI |
| 1001 - 5000                          | 1                                                | 7  | 19 | 37 | 47 |    |
| 5001 - 10 000                        | 2                                                | 10 | 23 | 39 | 49 |    |
| 10001 - 20 000                       | 3                                                | 13 | 27 | 41 | 51 |    |
| 20001 - 50 000                       | 4                                                | 15 | 31 | 43 | 53 |    |
| 50001 - 100 000                      | 5                                                | 17 | 34 | 45 | 54 |    |
| 100001 - 500 000                     | 5                                                | 19 | 37 | 47 | 55 |    |
| > 500 000                            | 5                                                | 20 | 40 | 49 | 55 |    |

| Матрица: Път на пренос                                               |                      |                                |                   |     |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------|-----|
| Разстояние от основата на замърсяването до нивото на подземните води | Пропускливост [m/s]  |                                |                   | mII |
|                                                                      | $K\phi \leq 10^{-6}$ | $10^{-4} \geq K\phi > 10^{-6}$ | $K\phi > 10^{-4}$ |     |
| > 10 m                                                               | 0                    | 4                              | 8                 |     |
| 2 – 10 m                                                             | 1                    | 5                              | 10                |     |
| 0 – 2 m                                                              | 3                    | 8                              | 13                |     |
| В подземните води                                                    | 9                    | 12                             | 15                |     |

| Матрица: Отдалеченост от обектите под въздействие |             |         |          |         |         |               |      |
|---------------------------------------------------|-------------|---------|----------|---------|---------|---------------|------|
| Отдалеченост от:                                  | Няма връзка | >1 000m | до1 000m | до 500m | До 100m | В самия обект |      |
| Водовземания за водоснабдяване                    | 0           | 0       | 15       | 25      | 25      | 25            | aI   |
| Санитарно охранителна зона 3                      | 0           | 0       | 0        | 12      | 12      | 25            | aII  |
| Площ, планирана за водосбор за питейна вода       | 0           | 0       | 0        | 0       | 0       | 10            | aIII |
| Санитарно охранителна зона за минерални води      | 0           | 0       | 0        | 12      | 12      | 25            | aVI  |
| Детска градина/площадка                           | 0           | 0       | 0        | 0       | 0       | 25            | bI   |
| Земеделска земя                                   | 0           | 0       | 0        | 0       | 0       | 25            | bII  |
| Жилищни сгради                                    | 0           | 0       | 0        | 0       | 0       | 25            | bIII |

|                        |   |   |   |   |   |   |      |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|------|
| Район на наводнения    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | cI   |
| Водни обекти и течения | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 5 | cII  |
| Защитени територии     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | cIII |

| Първоначална оценка  |     |
|----------------------|-----|
| Изходен риск<br>[ml] |     |
| min                  | max |



| Оценъчно число                   |     |
|----------------------------------|-----|
| Фактор на въздействие<br>[a b c] |     |
| min                              | max |



75

Окончателната оценка изчислена чрез алгоритъма се образува средно аритметично от минималната и максималната стойност. Получената стойност се интерпретира като израз на очакваната с най-голяма вероятност опасност от замърсяване на околната среда.

Класификационните критерии за приоритетност на действията, произтичащи от алгоритмичния анализ се извършва съгласно таблицата:

| Потребност от действия          | Резултат от оценката |
|---------------------------------|----------------------|
| I ниво на неотложност           | > 90                 |
| II ниво на неотложност          | 70 – 89              |
| Възможно по – късно третиране   | 30 – 69              |
| Временно не се налагат действия | 0 - 29               |

От проведеният систематичен анализ за депото е установено конкретно съмнение за увреждане на околната среда, като за предполагаемия случай на въздействие е необходимо да бъдат предприети действия от второ ниво на неотложност, т.е проучване и извършване оценка на риска.

## 1.4. Оценка на риска

### 1.4.1. Комплексна оценка

За определяне на комплексната оценка на риска е използвана одобрената от МОСВ методиката, разработена от научният център “Розендорф”, Германия, за оценка на стари замърсявания (“*Sächsischen Richtlinien zur Gefährdungseinschätzung von Altlasten*”) с прилагане на лицензиран софтуерен продукт GEFA 4.

Методиката представлява поетапно оценяване на разглеждан обект въз основа на разширяване обема на събираната информация и конкретните данни. Отделните етапи на

оценката се наричат доказателствени нива (ДН). За определяне на опасността от замърсяване с вредни вещества и критериите за необходимост от предприемане на действия са разработени съответни алгоритми, които изясняват логическата последователност на отделните работни етапи и влиянието на резултатите от проучванията. Оценяването се извършва на различни доказателствени нива в зависимост от обема и достоверността на изходната информация. Резултатите от оценката дават основание за предлагане на решение за следващи действия.

В програмата (GEFA 4) са заложили поредица от критерии и алгоритми за оценяване опасността от депата. Тези алгоритми позволяват да се получи число (R), отразяващо комплексната оценка за въздействието на депата и хранилищата за отпадъци върху защитаваните обекти (подземни води, почви и повърхностни води). Комплексният риск представлява произведение от пет макро фактора, които отразяват същественото влияние на местните условия и начините на ползване на природните ресурси за конкретен обект.

За всеки обект се определя среден ( $R_{average}$ ) и максимален риск ( $R_{max}$ ). Средният риск е основа за приоритизиране на обектите и планиране на дейностите за проучване и саниране във времето, а максималният риск е основа за планиране на саниращи мероприятия.

#### 1.4.1.1. Проучване и оценка

Въз основа на резултатите от систематичния анализ, на проучване и оценка подлежат следните обекти за защита:

- почви;
- подземни води;
- атмосферен въздух (контактен въздух, над отпадъчното тяло).

Алгоритъмът на резултатите, определен въз основа на критериите заложили в програмата е следния:

| Депо   | Почви     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        | Ro        | m1  |     | m2  |     | m3  |     | m4  |     | R4  |     |
|        |           | ср. | max | ср. | max | ср. | max | ср. | max | ср. | max |
| Тервел | 2.0 (3-4) | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1.0 | 2.7 | 4.6 |

Забележка: оценъчния лист KONTA е представен в приложение

| Депо   | Подземни води |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        | Ro            | m1  |     | m2  |     | m3  |     | m4  |     | R4  |     |
|        |               | ср. | max | ср. | max | ср. | max | ср. | max | ср. | max |
| Тервел | 2.0 (3-4)     | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 2.0 |

Забележка: оценъчния лист KONTA е представен в приложение

| Депо   | Въздух    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        | Ro        | m1  |     | m2  |     | m3  |     | m4  |     | R4  |     |
|        |           | ср. | max | ср. | max | ср. | max | ср. | max | ср. | max |
| Тервел | 2.0 (3-4) | 0.6 | 0.6 | 1.4 | 1.4 | 0.8 | 0.6 | 1.2 | 1.2 | 1.8 | 3.2 |

Забележка: оценъчния лист KONTA е представен в приложение

#### 1.4.2. Математическо моделиране за степента на разпространение на замърсителите в подповърхностното пространство

Основната цел на математическия модел е да демонстрира разпространението и миграцията на замърсителите в геоложката основа с помощта на специализираната софтуерна програма VS2DI (USGS).

Програмата използва числов модел базиран на метода на крайните разлики за решаване на уравнението на Richards, изразяващо функцията на потока и на уравнението, описващо преносът на вещество. В този модел връзката между всмукващия потенциал  $\Psi$ , съдържанието на влага в почвата  $\omega$  и относителния коефициент на филтрация (коефициента на влагопроводност)  $\bar{k}$  може да бъде моделирана с помощта на функциите, предложени от van Genuchten (1980), Brooks and Corey (1964), Haverkamp et al (1977) или чрез таблични стойности. Използваното уравнение за описване на движението на разтвори в ненаситена среда може да се запише като (Bear, 1979):

$$\frac{\partial \theta c}{\partial t} = \nabla \cdot \overline{\theta D_h} \cdot \nabla c - \nabla \cdot \bar{v} c + SS$$

където:

$\theta$  - обемната влагонаситеност, [-];

$c$  - концентрацията на съответния замърсител, [ML<sup>-3</sup>];

$t$  - времето, [T];

$\nabla$  - диференциален оператор, [L<sup>-1</sup>];

$\overline{D_h}$  - тензор на хидродинамичната дисперсия, [L<sup>2</sup>T<sup>-1</sup>];

$\bar{v}$  - вектор на скоростта на движение на течността, [LT<sup>-1</sup>];

$SS$  - членът описващ приходът (разходът) на вещество в разтвора, [ML<sup>-3</sup>T<sup>-1</sup>].

Членът  $SS$  отразява процесите, обуславящи постъпването (или напускането) на вещество в течната фаза.

##### 1.4.2.1. Концепция на математическия модел

Възприетият сценарий отразява най-неблагоприятният случай, при който средата не задържа силно подвижните замърсители и те свободно мигрират в подповърхностното пространство т.е. замърсените води се разглеждат като нереактивоспособен разтвор.

Проследено е поведението на хлоридните йони, тъй като се съдържат в големи концентрации в отпадъчните води (инфилтрат), които поради изключителната си подвижност, маркират фронта на замърсяване в подповърхностното пространство.

Като период на въздействие се разглежда експлоатационния срок на депото, през който замърсените води постъпват в основата под него. В модела времето за симулация е разделено на 32 стрес периода, всеки с продължителност 1 г.

В регионален план от повърхността в дълбочина постъпват приблизително 15 % от падналите валежи, т.е. със скорост на инфилтрация  $W = 2 \times 10^{-4}$  m/d. Съдържанието на хлоридни йони в инфилтриращите се валежни води е незначително и за тях може да се приеме, че  $c_{Cl} \approx 0$  mg/l. Същевременно концентрацията на бързоподвижните хлоридни йони в отпадъчните води е много по-висока,  $c_{Cl} = 1000$  mg/l.

Обект на разглеждане е геоложката основа на площадката по профила, ориентиран по направление северозапад-югоизток. В неговият разрез са отделени следните хидрогеоложки единици:

| Хидрогеоложка единица       | Литоложка характеристика                                 | Коефициент на филтрация $k$ , m/d |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Първи слабо проницаем пласт | Глини, черни, опочвени                                   | 0.02                              |
| Втори слабо проницаем пласт | Глини, червеникавобежови с дребни чакъли                 | 0.04                              |
| Силно проницаема зона       | Варовици, силно изветрели, напукани с глинест запълнител | 0.75                              |

Използваните в математическия модел средни стойности на филтрационните и миграционните параметри за всяка хидрогеоложка единица са представени в следната таблица:

| Параметър                                        | Хидрогеоложка единица       |                             |                       |
|--------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
|                                                  | Първи слабо проницаем пласт | Втори слабо проницаем пласт | Силно проницаема зона |
| Обща порестост $n$ ,                             | 0.638                       | 0.757                       | 0.538                 |
| Плътност на скелета $\rho_d$ , g/cm <sup>3</sup> | 1.63                        | 1.52                        | 1.74                  |
| Коефициент на филтрация $k$ , m/d                | 0.02                        | 0.04                        | 0.75                  |
| Забавящ фактор $R_f$                             | 1.0                         | 1.0                         | 1.0                   |
| Надлъжна дисперсивност $\alpha_L$ , m            | 3.0                         | 1.5                         | 3.5                   |
| Коефициент на дифузия $D_M$ , m <sup>2</sup> /d  | $4 \times 10^{-4}$          | $3 \times 10^{-4}$          | $1.5 \times 10^{-4}$  |

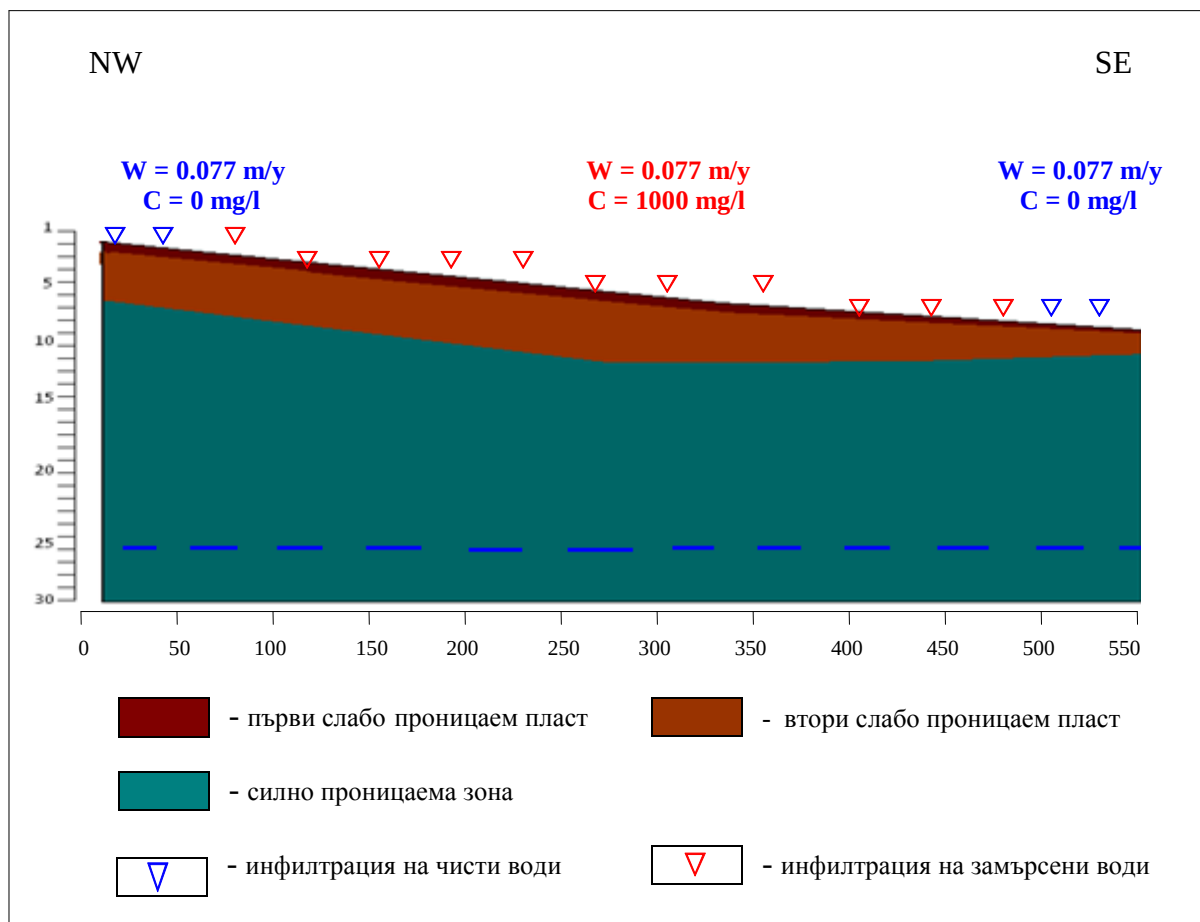
При тези начални и гранични условия, получените прогнозни резултати ще предоставят възможност за извършване на адекватна оценка за състоянието на геоложката среда и подповерхностното пространство през периода на експлоатация на депото.

#### 1.4.2.2. Композиране на математическия модел

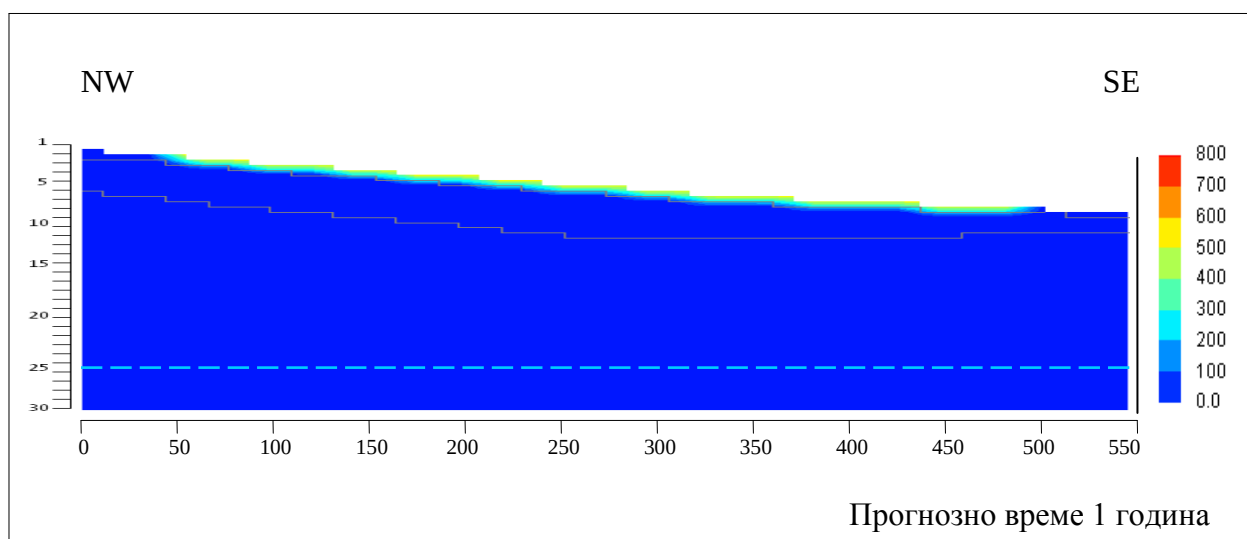
Базиран на наличната геоложка и хидрогеоложка информация за площадката е разработен локален дву-пространствен числов модел, представящ ненаситената и наситената област под зоната на източника на замърсяване. Отделените в профила на площадката ниско рангови хидрогеоложки единици са симулирани със съответните моделни зони. Всяка моделна зона е зададена с геометрия, филтрационни и миграционни характеристики, отговарящи на реалните обекти, установени от проведените хидрогеоложки проучвания на площадката. Границата между водонаситената и неводонаситената зона е показана със синя пунктирна линия.

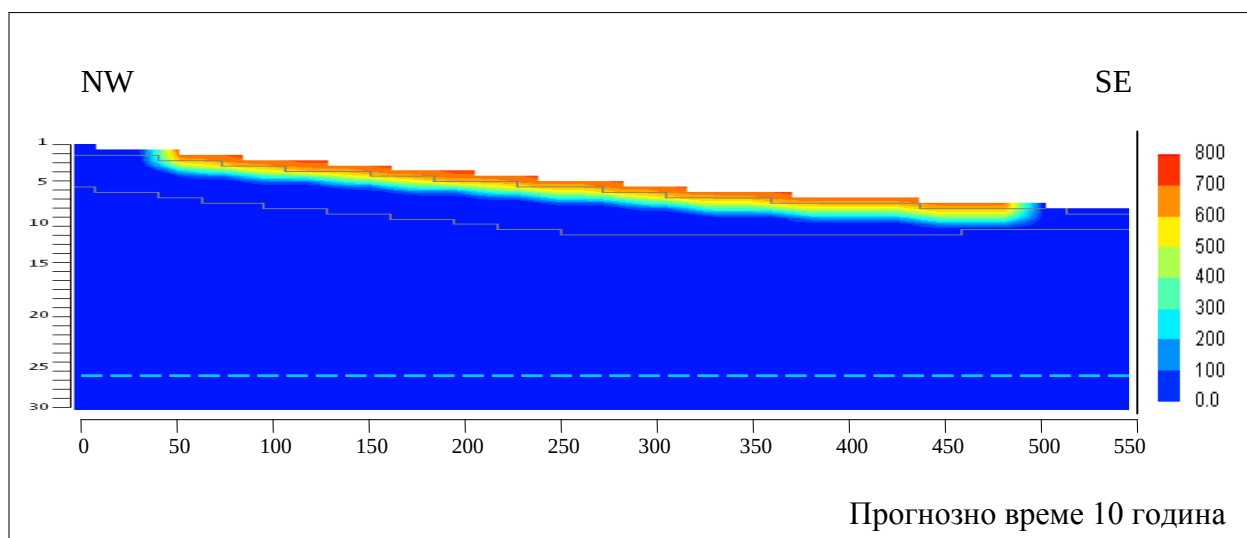
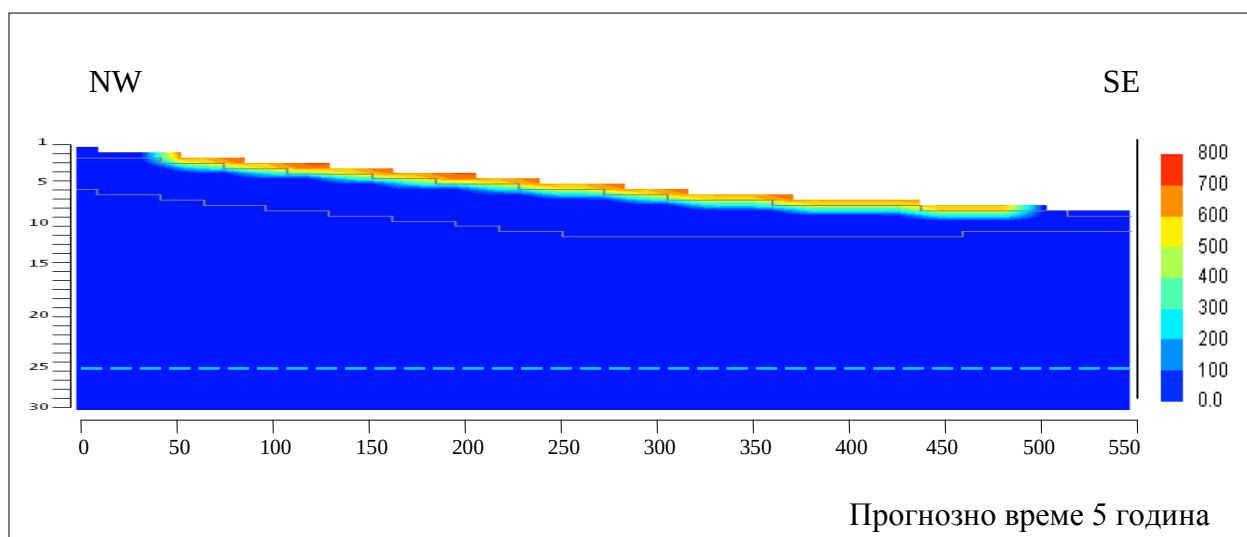
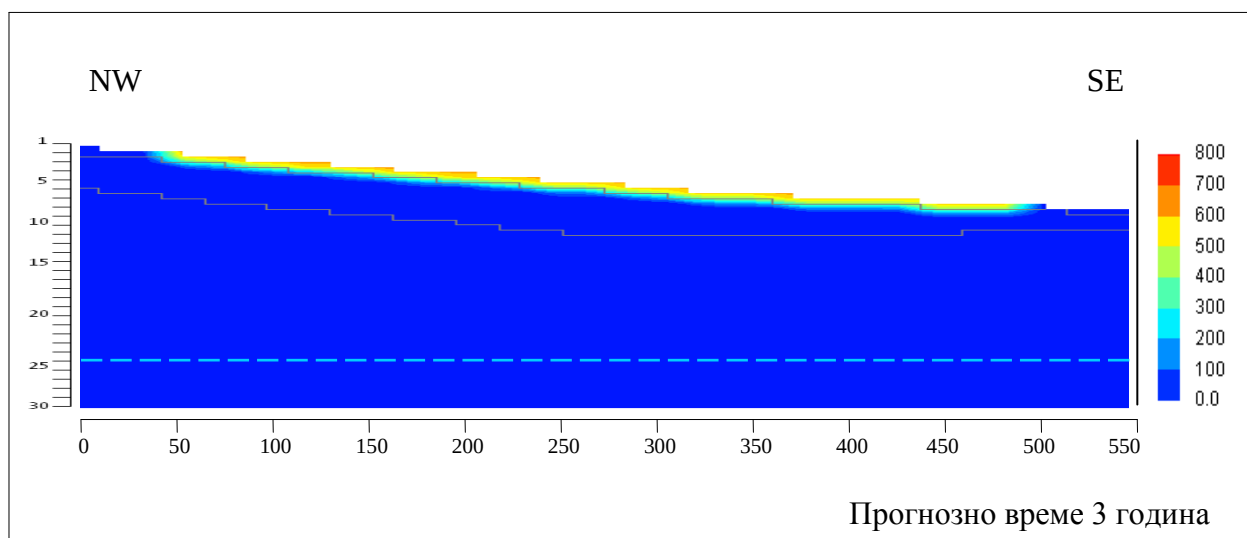
При решаването на филтрационната задача е приета функционалната зависимост на van Genuchten, като за параметрите RMC,  $\alpha$  и  $\beta$  са използвани посочените в специализираната литература стойности за подобен тип геоложка среда.

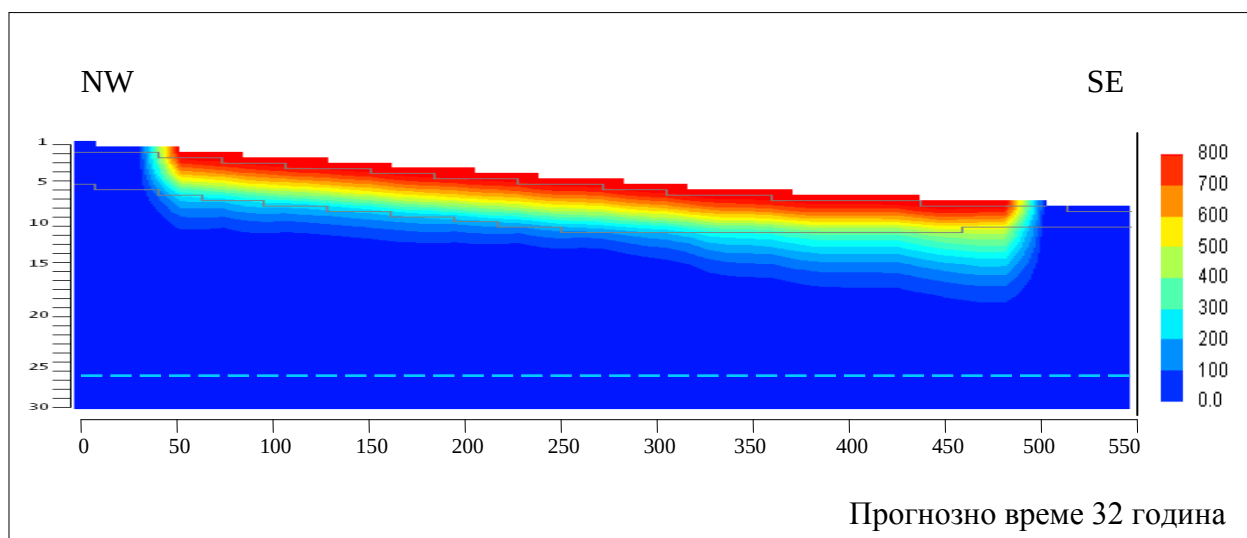
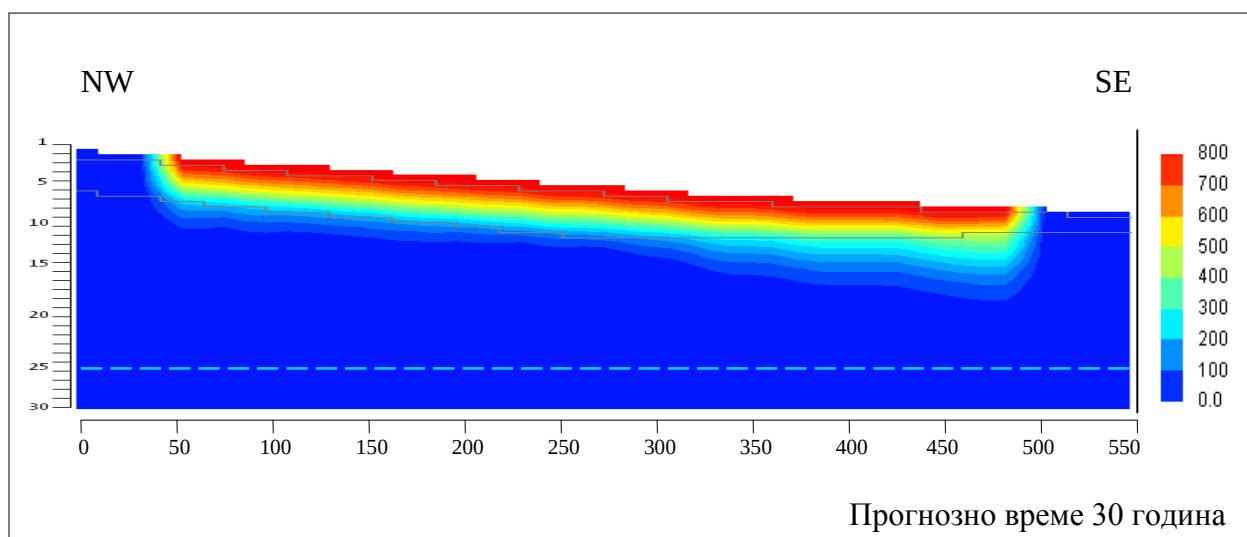
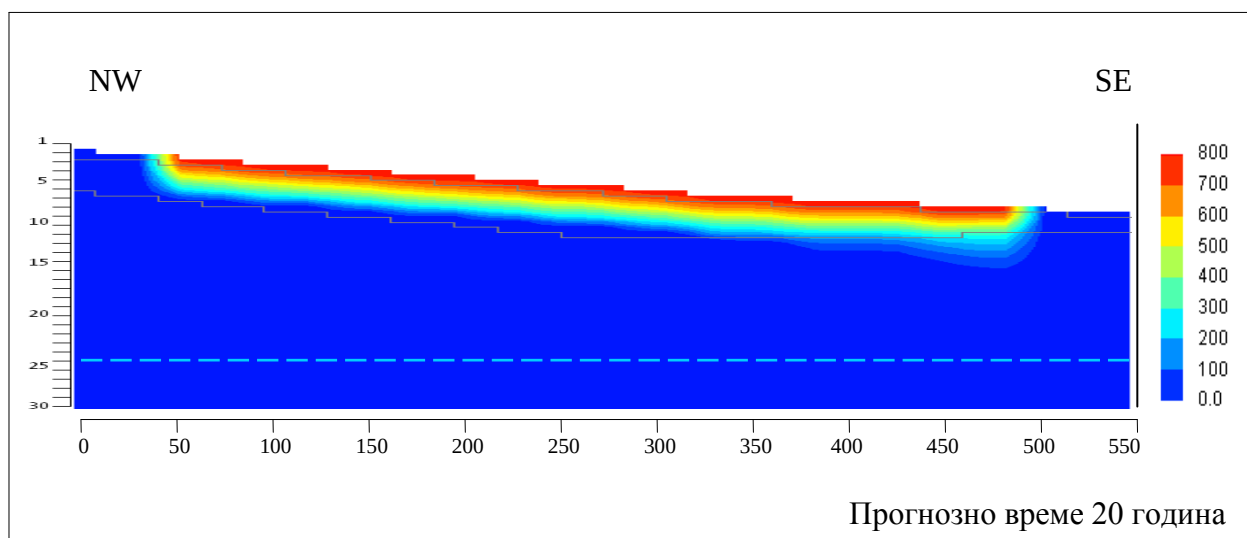
В модела времето за симулация е разделено на 32 стрес периода, като всеки период е с дължина 1 г. През стрес периодите се приема, че входящата концентрация на хлоридни йони е  $c_{Cl_2} = 1000$  mg/l.



Фиг. 1. Граници на моделните зони и гранични условия







### 1.4.2.3. Анализ на чувствителността

С разработения математически модел в края на всеки стрес период е извършена прогноза за размерите и степента на замърсяване в геоложката основа под депото.

Представените фигури илюстрират настъпилите промени в концентрационното поле в условията на непрекъснато постъпване на замърсители в земната основа.

При постоянен източник на замърсяване, силно подвижните замърсители (хлориди) проникват в дълбочина, като тяхната концентрация в подповърхностното пространство непрекъснато нараства. Фронтът на замърсената зона е достигнал приблизително 17 m за 32 годишен период от време, т.е. с вертикална скорост на движение 0.53 m/г. Установена е тенденция за постепенно латерално предвижване на замърсената зона.

Най-замърсени се очакват да бъдат повърхностните части на земната основа под депото, на дълбочина до 4 – 9 m. Съдържанието на хлоридни йони в тази зона в края на стрес периодите (32 г.) е в диапазона от 700 - 800 mg/dm<sup>3</sup>. Фронтът на замърсяване не достига подземните води.

### 1.5. Резултати

| № | Общинско депо | Приоритетност на изпълнение | Оценка на риска |               |        |
|---|---------------|-----------------------------|-----------------|---------------|--------|
|   |               |                             | почви           | подземни води | въздух |
| 1 | Тервел        | Дългосрочно                 | I-II            | I             | I      |

| № | Площадка | Защитаван обект |               |        |
|---|----------|-----------------|---------------|--------|
|   |          | почви           | подземни води | въздух |
| 1 | Тервел   | I-II            | I             | I      |

Анализът на резултати от извършената оценка посредством комплексният риск и математическото моделиране на замърсителите в подповърхностното пространство определят депото за отпадъци, като източник **от втора категория на риск**.

Категория II включва депа с нисък до среден риск от замърсяване (битови, органични отпадъци, строителни отломки) и не представляват опасност за значително увреждане на околната среда. Възможните оздравителни мерки зависят от специфичните условия на терена.

## II. Проучване за саниране

Целта на проучването се състои в избор на оптимален в екологичен и икономически аспект сценарий за саниране, на база доказателствения риск.

Съобразно определената приоритетна група се предлагат възможни мерки за рехабилитация и се разглеждат различни технически решения (модели), в зависимост от специфичните изисквания на средата.

За целите на настоящото проучване, от съществено значение се явява стойността на изчисления максимален риск ( $R_{\max}$ ) за съответния защитаван обект, служещ като основа за планиране на саниращи мероприятия.

| Депозит | Приоритетност |                  |               |                  |            |                  |
|---------|---------------|------------------|---------------|------------------|------------|------------------|
|         | Почви         |                  | Подземни води |                  | Въздух     |                  |
|         | $R_{\max}$    | $R_{\text{avg}}$ | $R_{\max}$    | $R_{\text{avg}}$ | $R_{\max}$ | $R_{\text{avg}}$ |
| Тервел  | 4.6           | 2.7              | 2.0           | 1.5              | 3.2        | 1.8              |

Разнообразието в технологично отношение на варианти за предотвратяване или ограничаване на конкретно въздействие, налага прилагането на систематичен подбор, основаващ се на ефективността на дадено решение в зависимост от съществуващия риск.

Моделите обхващат прилагане на подходящи мерки в зависимост от категорията на риск, изчислена по методиката за оценка на стари замърсявания ("Sächsischen Richtlinien zur Gefährdungseinschätzung von Altlasten"):

Модел "А" - "ex-situ" метод - Прилага се за депозити със среден риск, обем на отпадъците  $< 5000 \text{ m}^3$ , отстояние от регионалното депо  $< 15 \text{ km}$ .

Моделът включва: изгребване на отпадъците, транспорт до регионално депо, депониране в регионалното и биологична рекултивация на освободените площи.

Изпълнението на модела е в дългосрочен план. Не се налага допълнителни проучвания и мониторинг.

Модел "В" - "in-situ" метод - Прилага се за депозити със среден риск, обем на отпадъците  $> 5000 \text{ m}^3$ , отстояние от регионалното депо  $> 15 \text{ km}$ .

Моделът включва: профилиране на отпадъците (разстилане и подравняване), трикратно уплътняване, междинно запръстяване, уплътняване на земните маси, изграждане на рекултивиращ слой, биологична рекултивация на освободените площи и защитни мерки.

Изпълнението на модела е в дългосрочен план.

Модел "С" - "in-situ" метод - Прилага се за депозити с много висок и висок риск, обем на отпадъците  $> 50000 \text{ m}^3$ , неподходящи условия за депониране, висок процент на органика в депонираните отпадъци и опасност от миграция на замърсителите.

Моделът включва: изгребване на отпадъците и временно предепониране в границите на депото, изграждане на долен изолиращ екран, изграждане на канавки за скатови води и подпорни стени, депониране на отпадъците на подготвената площадка (изгребване, транспорт, разстилане и уплътняване, междинно запръстяване), изграждане на горен изполиращ екран, вкл. система за отвеждане на биогаза, изграждане на рекултивиращ слой, биологична рекултивация (затревяване и частично залесяване) и защитни мерки.

Изпълнението на модела е в краткосрочен план за депата с много висок риск и средносрочен за тези с висок риск.

Модел "D" - "ex-situ" метод - Прилага се за депа с много висок и висок риск.

Моделът включва: изгребване на отпадъците, транспорт до регионално депо, депониране в регионалното депо, уплътняване с валяк и биологична рекултивация на освободените площи.

Изпълнението на модела е в краткосрочен план за депата с много висок риск, без ограничения за обема на отпадъците и отстояние до регионалното депо. За депата с висок риск изпълнението е в средносрочен план (при готовност на депата - приемници).

Мониторинг се предвижда при саниране на депа по модели "B" и "C".

## 2.1. Предложение за саниране

В конкретния случай, като целесъобразни по отношение на специфичните условия на средата и в зависимост от характера на замърсяванията (предимно битови и строителни отпадъци) се определят вариантите базирани на метода "in situ" – модел B и модел C.

При този метод се предприемат мерки за капсулиране на отпадъците, чрез повърхностно запечатване, посредством което се предотвратява достъпа на повърхностни води до отпадъците, както и прекия контакт на хора и животни с тях.

Крайното оформяне на повърхността на депото е под формата на купол с подходящ наклон, позволяващ безопасно оттичане на повърхностните води. Мярката е приложима за депа, чиято оценка на риска за защитавани обекти и територии е в диапазона от среден до много висок.

В зависимост вида и морфологията на депонираните отпадъци се използват минерални и/или синтетични материали (глина, земни маси с повишено съдържание на глинести частици, хумусна почва, синтетични геомембрани и др.), с които се цели постигането на максимална защита на околната среда, чрез предотвратяване разпиляването на отпадъците; събиране и отвеждане на повърхностните води; предотвратяване проявите на ветрова и водна ерозия, и като цяло възможната миграция на замърсители към подземните и повърхностните води, почвата, въздуха, както и създаване на условия за поява на растителност.

Дебелината на необходимия рекултивиращ пласт варира в зависимост от последващото ползване на територията на депото.

В конкретният случай, приоритизирането и окончателния избор на оптимален сценарий за саниране е извършен при съпоставяне на базови критерии, отчитащи най-общо основните аспекти за целесъобразност. Използван е опростен сравнителен модел, базиран на следните фактори:

- Адаптивност на варианта към особеностите на средата;
- Екологосъобразност;
- Икономическа оправданост.

Сравнението между отделните алтернативи и аспектите на влияние са разгледани в следната таблица:

Табл. 2.1-1.

| Критерии                 | Модел "С " | Модел "В " |
|--------------------------|------------|------------|
| Адаптивност              | +          | +          |
| Екологосъобразност       | ++         | +          |
| Икономическа оправданост | -          | +          |
| <b>Оценка</b>            | <b>+</b>   | <b>++</b>  |

Легенда към таблицата

++ много добър

+ добър

0 неутрален

- лош

Въз основа на резултатите от сравнителния анализ за прилагане на оздравителни мерки и в зависимост от категорията на риск, като най-подходящ в технологично, екологично и ценово отношение се препоръчва **модел "В"**.

Моделът е приложим за стари депа с големи размери или обеми, където в миналото не е извършван контрол при експлоатацията и липсват мерки за техническа безопасност (изолираща основа и др.).

Технологичният вариант включва: профилиране на отпадъците (разстилане и подравняване), трикратно уплътняване, междинно запръстяване, уплътняване на земните маси, изграждане на рекултивиращ слой, биологична рекултивация на освободените площи и защитни мерки, както и провеждане на дългосрочен мониторинг на компонентите на околната среда и отпадъчното тяло.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Оценъчен лист KONTA – Почви
2. Оценъчен лист KONTA – Подземни води
3. Оценъчен лист KONTA – Контактен въздух