1. ВОВЕД

Ситуацијата со управувањето со цврстиот комунален отпад во Република Македонија се карактеризира пред се како супстандардна и неефикасна, а системот е попречен од сериозни финансиски, организациски и низа технички недостатоци. Тоа резултира со различни дисфункционални системи на национално и општинско ниво и поврзани негативни ефекти врз животната средина и здравјето на луѓето, како што е нестандардно депонирање и фрлање на отпадот. Европската унија работи на тоа да се минимизира влијанието врз животната средина од управувањето со отпадот и да се намали отпадот што се отстранува на депониите. За да се постигне ова поставени се строги критериуми за управувањето со депониите кои бараат исполнување на многу стандарди, но и финансиски средства кои моментално претставуваат најголем проблем. За таа цел потребно е примена на нови методи и техники со кои ќе се подобри управувањето со депониите, со функционално лесно одржување, со едноставна структура и ниска цена.

Главни карактеристики на полу-аеробна метода е тоа што со овој метод на депонија има едноставна структура и ниска цена и затоа претставува технологија која може да се примени со материјали кои можат да се добијат и искористат локално посебно во земјите во развој, но независно од тоа овој метод го имаат применето многу земји како Јапонија, Малезија, Кина, Иран, Мексико, Океанија и др.

Овој тип на депонија е наречен полу-аеробен бидејќи има можност за примена на веќе постоечки нестандардни и анаеробни депонии. Полу-аеробната депонија е конструирана со поставување на цевки на дното на депонијата кои го собираат исцедокот, а во исто време низ нив струи и атмосферски воздух со кој се овозможува поголема активност на аеробните микроорганизми и побрзо распаѓање на депонираниот отпад, а со тоа се овозможува намалување на биолошката побарувачка на кислород (BOD) во исцедокот и потиснувањето на создавањето на метан гас. За разлика од анаеробните депонии од кои се колектира депонискиот гас и претставува скап процес, во технологијата на полу-аеробната депонија целта е да се минимизира влијанието врз животната средина бидејќи деградацијата на отпадот е побрза, зголемена е стабилизацијата на самата депонија и исцедокот се собира веднаш. Во прилог на ова и обемот на емитирање на метан гас од депонијата е намален, а сето ова придонесува за намалување на глобалното затоплување.

2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА

За изработка на овој магистерски труд е користена литература од Фукуока универзитетот и Фондацијата за заштита на животната средина (GEC) и од студиската посета на Јапонија преку Јапонската интернационална корпорациска агенција (JICA), од каде се искористени и разработени сите главни карактеристики, начини и методи на полу-аеробниот начин за изградба на санитарна депонија. Почнувајќи од условите и техничките упатства кои треба да ги исполнува една санитарна депонија, со објектите и нивната структура објаснети преку слики и скици од места каде веќе е применета оваа метода за изградба на полу-аеробна санитарна депонија.

Податоците за трошоците за изградба на полу-аеробна санитарна депонија се земени по примерот од изградбата на полу-аеробната санитарна депонија “Ampang Jajar” од Малезија (Malaysian Case Study) и се споредени со моменталните цени од јавното комунално претпријатие “Стипион 2011”-Штип од ценовникот на ЈП-“Стипион 2011”-Штип за одржување на локални патишта и улици (“Службен гласник на Општина Штип” број 10/13) од Управен Одбор на ЈП-“Стипион 2011”-Штип на состанок одржан на ден 04.11.2013 година.

Во однос на Законодавството за управување и отстранување на отпадот во Европската Унија (ЕУ) и Р.Македонија е користена литература од Министерството за животна средина и просторно планирање (МЖСПП) на Р.Македонија и од Шведската агенција за заштита на животната средина од Планот за затворање на нестандардните депонии во Р.Македонија (2011) и Законот за Управување со отпад (Сл.весник на РМ, бр.9 од 25.01.2011 година.

За условите кои треба да ги исполнуваат депониите во Р.Македонија е користен правилникот за уловите кои треба да ги исполнуваат депониите кој е донесен врз основа на Законот за управување со отпад на Р.Македонија („Службен весник на Република Македонија“ бр. 68/2004, 107/2007, 102/2008 и 143/2008). Од овој правилник се опишани условите кои треба да ги исполнуваат

депониите заради спречување и намалување на штетните влијанија на отпадот и на депониите врз животната средина, животот и здравјето на луѓето, а особено во однос на: местоположбата, односно локацијата, контролата на водите што влегуваат во депонијата, контрола на исцедокот, заштита на почвата и водата од загадување, контрола на депонискиот гас, намалување на опасностите што произлегуваат од депонијата, стабилноста на отпадот во депонијата и физичкото обезбедување на депонијата.

За состојбата со управување на отпадот во Р.Македонија е користен Националниот план за управување на отпад на Р.Македонија (2009-2015) и Стратегијата за управување со отпад на Р.Македонија (2008-2020).

За ситуацијата со управувањето со отпадот во Источно планскиот регион е користена Програмата за развој на Источно плански регион (2015-2019) и Локалниот Акционен план за животна средина на Општина Штип - ЛЕАП (2013-2019).

Во однос на состојбата со депонијата “Трештена Скала” во Штип и сите потребни информации за истата е користено Барањето бр.0801/503 од 22.12.2008год. За добивање на дозвола за усогласување со оперативен план за депонија “Трештена Скала”-Штип и Планот и програмата за Управување со отпад во Општина Штип (2009-2014).

3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Во нашата држава отпадот претставува еден од најголемите загадувачи на нашето целокупно опкружување, а со оглед на тоа дека во нашата држава не постојат санитарни депонии, истражувањата на овој труд беа насочени кон разработка на методите за изградба на полу-аеробен тип на санитарна депонија.

Основна цел на трудот е низ примерот на методите да се утврди можноста за примена на полу-аеробна структура на депонија со можност за понатамошно разработување на методологијата за примена во нашата држава.

Со овој труд ќе се објасни можноста за примена на полу-аеробниот метод за изградба на санитарна депонија бидејќи пред се има ниска цена и едноставна технологија и ќе претставува основа за идни проекти, анализи и студии за изградба на полу-аеробна санитарна депонија од локален или регионален карактер.

4. МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЧКАТА РАБОТА

Во оваа магистерска работа ќе бидат разгледани и опишани постапно сите можности за примена на овој метод за изградба на санитарна депонија и начинот на кој би се применил почнувајќи од плановите за почеток на изградба со одредувањето на локацијата која треба да ги задоволи сите критериуми и планирани активности во текот на временскиот рок на употреба, со опремувањето и уредувањето на потребните објекти кои треба да бидат во согласност со сите критериуми за заштита на животната средина и мерките за спречувањето на проблеми од пренатрупаност со отпад, од продирање на исцедокот, непријатен мирис и чад.

Од сите техники кои ќе се применат за примена на полу-аеробниот метод на изградба на санитарна депонија, може да се наведат многу предности, како што се:

- ✓ испуштање на исцедокот веднаш штом ќе се собере, со што се намалува продирањето на исцедокот;
- ✓ во цевките циркулира свеж воздух и овозможува стабилизација на депонијата;
- ✓ се подобрува квалитетот на исцедокот, со што се намалува цената на финалниот третман на исцедокот;
- ✓ притисокот од депонискиот гас се намалува со инсталација на цевките за вентилација, а со тоа се намалува и можноста од експлозија;
- ✓ отпадот се компактира со што се зголемува животниот век на депонијата, а доваѓа и до намалување на основата на депонијата;

- ✓ побргу доваѓа до стабилизација на депонијата со што е можна рекултивација со зелени површини, отворен чист простор, паркови, места за рекреација, училишта итн.;
- ✓ помага во намалувањето на глобалното затоплување со редуцирање на количините на метан гас (CH_4) (кој 21 пати повеќе штети отколку јаглерод диоксидот CO_2).

Со примената на овој метод значително се намалуваат трошоците за изградба, за работа и за нејзино одржување бидејќи има примена на едноставна технологија и ниска цена, а исто така и можност за примена на голем избор на материјали за изградба.

5. ЗАКОНОДАВСТВО ЗА ОТПАД СО РЕФЕРЕНЦА ЗА ОТСТРАНУВАЊЕТО НА ОТПАДОТ

5.1. Законодавството во Европската Унија

Во Директивата на Советот 75/442/ЕЕЗ од 15 јули 1975 година во врска со отпадот, измените на Директивата 2006/12/ЕС и ревидираната Директива 2008/98/ЕС ги поставува основните поими и дефиниции во врска со управувањето со отпад и ги утврдува принципите за управувањето со отпад како што е принципот „загадувачот плаќа“ или „хиерархија на отпад“, како што е и системот на мерки за координирано управување со отпадот во рамките на Заедницата, со цел да се ограничи создавањето на отпад.

Мерките се однесуваат на сите супстанции или предмети што имателот ги отстранува или е должен да ги отстрани во согласност со националните одредби кои се во сила во земјите-членки. Овие мерки не се однесуваат на радиоактивниот отпад, минералниот отпад, годишните количества на трупови и земјоделски отпад, отпадните води, емисиите на гасови и отпадите кои се предмет на специфични регулативи на Заедницата.

Земјите од ЕУ мора да го забранат неконтролираното исфрлање, истурање и отстранување на отпадот, тие треба да ги поттикнуваат: превенцијата, рециклирањето и конверзијата на отпадот со цел негова повторна употреба. Мерките обезбедуваат соработка помеѓу земјите-членки со цел да се формира интегрирана, адекватна мрежа на инсталации за отстранување (земајќи ги предвид најдобрите достапни технологии), која ќе и овозможи на самата Заедницата да го отстрани својот отпад и на земјите-членки поединечно да работат на таа цел. Таа мрежа би требало да овозможи отпадот да се отстранува

во една од најблиските инсталации која гарантира високо ниво на заштита на животната средина.

Земјите-членки треба да гарантираат дека сите иматели на отпад треба да го предадат истиот на приватна или јавна агенција за собирање или на компанија за отстранување на отпад, или пак да го врши отстранувањето во согласност со барањата на тековните мерки.

Субјектите што преработуваат, складираат или отстрануваат отпад за друга страна мора да добијат овластување од надлежниот орган кое се однесува специфично на видовите и количествата на отпад што треба да се третираат, на општите технички барања и мерки на претпазливост што треба да се преземат. Надлежните органи рутински можат да го проверат почитувањето на тие услови за овластување. Истиот мониторинг од страна на надлежниот орган е резервиран за компаниите за транспорт, собирање, складирање, отстранување или третман кои работат на своја сметка или за трети лица.

Цената за депонирање на отпадот мора да е на товар на носителот, кој ќе го предаде својот отпад на собирач или компанија и/или на друг од претходните носители или од страна на производителот кој го генерирал отпадот во согласност со принципот „загадувачот плаќа“.[1]

Надлежните органи назначени од земјите-членки со цел за спроведување на тековните мерки треба да изготват барем еден план за управување што специфично се однесува на видовите, количествата и потеклото на отпадот што треба да се надгради или да се отстрани, на општите технички барања, на сите посебни аранжмани во врска со одредени видови отпад, и на соодветните локации и инсталации за депонирање.

[1] План за затворање на нестандардните депонии во РМ, “Градење на капацитетите за имплементација на ЕУ Директива за депонии-затворање на нестандардните депонии и инспекции”, МЖСПП на РМ и Шведска агенција за заштита на животната средина, (2011)

5.2. Депонирање на отпад

Директивата на Советот 99/31/ЕС од 26 април 1999 година за депонирање на отпад стапи на сила на 16.07.1999 година.

Целта на Директивата е да се спречат или намалат што е можно повеќе негативните ефекти врз животната средина од депонирањето на отпад, со воведување на строги технички барања за отпад и депонии.

Директивата има за цел да се спречат или да се намалат негативните ефекти на депонирањето на отпадот врз животната средина, особено врз површинските води, подземните води, почвата, воздухот и здравјето на луѓето.

Од овде се дефинираат различните категории на отпад (комунален отпад, опасен отпад, неопасен отпад и инертен отпад) и се однесува на сите депонии, дефинирани како локации за отстранување на отпад врз или во земјата.

Депониите се делат на три класи: (I) депонии за опасен отпад (II) депонии за неопасен отпад и (III) депонии за инертен отпад.

Утврдена е стандардна процедура за прифаќање на отпад со цел да се избегне секаков ризик:

- отпадот мора да се третира пред се депонира;
- опасниот отпад во рамките на значењето на Директивата треба да биде доделен на депонија на опасен отпад ;
- депониите за неопасен отпад мора да се користат за комунален отпад и за неопасен отпад;
- депониите за инертен отпад мора да се користат само за инертен отпад.

Директивата воспоставува систем на дозволите за работа за депонии, исто така, поставува цели за контрола и намалување на отпадот што се отстранува на депониите. Целите за намалување на отпадот се однесуваат конкретно на биоразградливиот комунален отпад и се засновани на стапките за депонирање од 1995 година:

- Намалување до 75% од нивото на 1995 година до 2010 година;
- Намалување до 50% од нивото на 1995 година до 2013 година; и

- Намалување до 35% од нивото на 1995 година до 2020 година.

Следниве отпади не можат да бидат прифатени во депонија: течен отпад; запалив отпад; експлозивен или оксидирачки отпад; болнички и друг клинички отпад што е заразен, употребувани гуми, со одредени исклучоци; кој било друг вид на отпад што не ги исполнува критериумите за прифаќање.

5.3. Законодавство во Р.Македонија

Република Македонија од 2003 година, го започна процесот со хармонизацијата на националното законодавство за животна средина со законодавството на ЕУ. Донесени се пет основни закони (Законот за животна средина, Законот за управување со отпад, Законот за води, Законот за природата и Законот за квалитет на амбиентниот воздух) и неколку подзакони (Уредбите за ОВЖС/ за определување на проектите за кои треба да се изврши Оцена на влијанието врз животната средина, ОВЖС правилник за регулирање на постапката за вршење на Оцена на влијанието врз животната средина, ИСКЗ Уредба за определување на Инсталациите за кои е потребна Интегрирана дозвола и временски распоред за поднесување на планови за адаптација, ИСКЗ уредба за регулирање на постапката за А-интегрирана еколошка дозвола, подзаконски акти за управување со опасен отпад, подзаконски акти за транспорт, евидентирање и известување за видовите отпад, Листата на видови отпад, подзаконски акти за отпадни масла и за елиминација на ПХБ) кои се подготвени со широко учество на чинителите од сите засегнати сектори, институции, локалните власти и општата јавност.

Законот за управување со отпад, Законот за животна средина, Законот за природата и Законот за квалитет на амбиентниот воздух се усвоени од страна на Владата и објавени во Службен весник на Република Македонија во текот на

2004/2005 година. Сите горенаведени закони и подзаконски акти се однесуваат во целост или до одреден степен на управувањето со отпад. Законот за управување со отпад (ЗУО) се фокусира на институционализирањето на инструментите за поддршка на одржливиот развој преку промовирање на рационалното користење на природните ресурси и спречување и елиминирање на опасностите по здравјето на луѓето и животната средина што произлегуваат од отпадот и од управувањето со истиот.

Законот е изготвен во согласност со соодветните директиви на ЕУ, т.е. со транспонирање на рамковната Директива на ЕУ за управување со отпад, ЕУ директивата за отпад, како и основните елементи на други ЕУ директиви поврзани со отпадот.

Законот за управување со отпад обезбедува хиерархија на обврските ориентирана кон превенција (квантитативна и квалитативна превенција на отпадот пред сè преку обновување и отстранување како последно конечното решение без загрозување на животната средина и здравјето на луѓето) и се потпира на Принципите Загадувачот плаќа, Блискост, Универзални услуги, Претпазливост, Превентивност и Зголемување на одговорноста на производителот.

Според ЗУО во глава 6, отпадот може да се отстранува на депониите според неговите карактеристики. Така, депониите се класифицираат во три категории: депонии за (I) инертен отпад, (II) неопасен отпад, и (III) опасен отпад. Општините, како надлежни органи за прашања за управување со неопасен и со комунален отпад и во согласност со Националниот план за управување со отпад, можат да основаат депонија за неопасен отпад. Законот, исто така, ги пропишува условите / процедурите за основање и изградба на депонии, како и условите за субјектите кои можат да се вклучат во бизнисот на депонирање. Операторот на депонијата мора да поседува дозвола којашто ја издава органот на државната управа надлежен за животната средина, односно МЖСПП. Понатаму, Законот ја дефинира обврската за мониторинг и известување на надлежните власти, на процедурите за престанок на работата на депонијата, како и за активностите за натамошната грижа.

Донесени се пет подзаконски акти кои произлегуваат од Законот за управување со отпад, кој се фокусира на техничките средства и опрема за отстранување на отпадот, програма за обука на вработените, Правилник за условите што треба да ги исполнуваат депониите, Правилник за критериумите за прифаќање на отпадот во депониите од секоја класа, подготвителните постапки за прифаќање на отпадот, општи постапки за тестирање, земање мостри и прифаќање на отпадот, Правилник за формата и содржината на барањето за основање на депонија за опасен и инертен отпад и Правилник за начинот и постапката за работа, следење и контрола на депонијата во фазата на затворањето и натамошна грижа за депонијата по затворањето, како и начинот и условите за грижа за депониите откако тие ќе престанат да работат.

А во однос постоечките комунални депонии, законот ја дефинира обврската за добивање еколошка дозвола за хармонизација со оперативните планови согласно со Законот за животната средина.

Во Член 144, Глава 14 Преодни и завршни одредби, од ЗУО (Службен весник, бр. 68/04, 71/04, 107/07, 102/08, 143/08, 11/09, 124/10 и 09/11) се нагласува дека:

- МЖСПП и општините треба да ги преземат сите неопходни мерки за затворање на депониите кои не поседуваат дозвола за вршење на дејноста отстранување на отпад.
- Општините треба, во рок од една година од денот на стапувањето во сила на Законот за отпад (Службен весник, бр. 68/04, 71/04, 107/07, 102/08, 143/08, 124/10 и 9/11) да ги затворат и рекултивираат незаконските депонии.
- Владата, на предлог на МЖСПП, треба со помош на посебен акт да го определи начинот на работење и третманот на постоечките локации за отстранување на отпадот, и треба да определи привремени локации за депонирање на отпад до периодот на изградба депонии.[2]

[2] Закон за Управување со Отпад, (Сл.Весник на РМ, бр.9 од 25.01.2011 година)

5.3.1. Услови кои треба да ги исполнуваат депониите

Врз основа на Законот за управување со отпад на Р.Македонија („Службен весник на Република Македонија“ бр. 68/2004, 107/2007, 102/2008 и 143/2008) е донесен правилник за условите кои треба да ги исполнуваат депониите во Р.Македонија.[3] Со овој правилник се пропишуваат условите кои треба да ги исполнуваат депониите заради спречување и намалување на штетните влијанија на отпадот и на депониите врз животната средина, животот и здравјето на луѓето, а особено во однос на: местоположбата, односно локацијата, контролата на водите што влегуваат во депонијата, контрола на исцедокот, заштита на почвата и водата од загадување, контрола на депонискиот гас, намалување на опасностите што произлегуваат од депонијата, стабилноста на отпадот во депонијата и физичкото обезбедување на депонијата.

При определување на локацијата на депонијата треба да се земат во предвид повеќе барања како што се:

- да се обезбеди соодветно растојание од границите на депонијата со станбените и рекреативните области, од водните патишта и водните тела, земјоделските и шумските подрачја, од заштитните зони на изворите за водоснабдување и минералните води;
- да се обезбеди заштита на културно-историските или археолошко наследство во тоа подрачје;
- да се исполнети геолошките и хидрогеолошките услови во тоа подрачје;
- ризикот од поплави, слегнувања и лизгање на земјиштето или лавини на локацијата;
- да има соодветно безбедно растојание од аеродроми.

Локациите предвидени за депонии треба да се определат и врз основа на геолошки и геотехнички критериуми како што се:

[3] Правилник за условите кои треба да ги исполнуваат депониите, (Сл.Весник на РМ, бр.68/04, 71/04, 107/07, 102/08 и 143/08)

- геоморфологија на поширокото подрачје;
- геолошка градба, литолошки состав, физичко-механички и деформациони својства и карактеристики;
- тектонска градба;
- современи геолошки процеси и појави во подрачјето (еродибилност, свлечишта, одрони и карстификација;
- хидрогеолошки услови и режим на подземните води;
- носивост и деформабилност на геолошката подлога;
- стабилност на теренот;
- потреба од дополнително зајакнување и дренирање на геолошката подлога;
- однесување на геолошката подлога за време на земјотреси и други динамички влијанија;
- трајноста на природната геолошка бариера и природните водонепропустливи материјали итн.

Хидролошките истражувања треба да овозможат да се специфицираат хидролошките услови на локацијата и да се обезбедат податоци со кои се идентификуваат подрачјата подложни на ризик од поплави од реки или од хидротехнички објекти.

За контрола на водите и управувањето со исцедокот треба да се преземат соодветни мерки со кои: би се контролирала водата од врнежите која влегува во телото на депонијата, да се спречи влегувањето на површинските или подземните води во депонираниот отпад, да се колектира контамираната вода и исцедокот и да се пречистува контаминираната вода и исцедокот.

За заштита на почвата и на подземните води во депонијата се поставува геолошка бариера со дебелина поголема од 0,5 метри со која се спречува протекувањето на загадената вода или исцедокот. На депониите треба да се обезбеди дренажа на исцедокот по пат на гравитација или да се обезбеди собирање на исцедокот со колекторски систем сместен надвор од телото на депонијата, но исто така потребно е да се постави и систем за собирање на исцедокот. На депониите на кои се прифаќа биоразградлив отпад се проектираат и градат објекти и постројки за собирање, третман и искористување на

создадениот гас од депонијата. Доколку собраниот гас од депонијата не може да се искористи за производство на енергија, тој треба да биде собран во постројка за горење на гасот од депонијата и да биде изгорен.

Депонијата треба да ги исполни барањата во поглед на техничките средства и опремата кои треба да ги има, како и барањата согласно на Правилникот за условите во поглед на техничките средства и опремата за вршење на дејноста депонирање на отпад, како и условите и начинот за обука и тренинг програма на вработените. На депонијата треба да има соодветна инфраструктура и да се преземат мерки за да се минимизираат непријатностите и опасностите што произлегуваат од депонијата како што се:

- емисии на миризби и прав;
- материјали разнесени со ветер/ветробрани;
- бучава и сообраќај;
- птици, штетници и инсекти;
- создавање на аеросоли; и
- пожари.

Основни инфраструктурни елементи на депонијата се надворешната и внатрешната инфраструктура. Надворешната инфраструктура на депонијата е составена од: пристапен пат, надворешна електрична инсталација, надворешен водоснабдителен систем за противпожарна заштита (цевковод и/или резервоар), мрежа за телекомуникација. Интерната сообраќајна инфраструктура треба да овозможува непречено и безбедно движење на транспортните возила и другата опрема на депониите. Депониите треба да бидат оградени со обезбедена ограда со височина од 2,3 m, која го ограничува слободниот пристап на неовластени лица и животни на локацијата на депонијата. На влезниот дел во депонијата се поставува натписна табла со името на операторот на депонијата, класата на депонијата согласно член 78 од Законот за управување со отпадот и работното време на депонијата. По истекот на работното време влезните капии треба да бидат заклучени. Системот за контрола и пристап до секој објект треба да содржи програма на мерки за откривање и спречување на незаконското истоварување на отпадот во депонијата.

6. СОСТОЈБА СО УПРАВУВАЊЕТО СО ОТПАД ВО Р.МАКЕДОНИЈА

Според Националната стратегија за управување со отпад на Р.Македонија (2008-2020) проблемите со управувањето со цврстиот комунален отпад може да се надминат преку воведување на регионално управување со цврстиот отпад согласно директивите на ЕУ.

Националниот план за управување со отпад (2009-2015) на Р.Македонија ги одредува активностите и задачите на сите субјекти во општеството, ги поставува приоритетите и задачите и времето за нивна реализација и ги одредува човечките, институционалните и финансиските ресурси во периодот од 6 години за спроведување на активностите за управување со отпад и заштитата на животната средина. Според Националниот план за управување за отпад на Р.Македонија во нашата држава има 55 депонии од кои 19 се ниско-ризични, 16 се средно-ризични, 16 се високо-ризични и 4 кои се високо-ризични како посебни случаи кои треба да се затворат или итно да се санираат. Исто така во Националниот план за управување со отпад на Р.Македонија е планирано да се воведе концептот на регионален систем за управување со отпад кој би претставувал врска помеѓу државата и општините каде најголем дел од надлежностите и задачите би се пренасочиле кон регионално ниво со формирање на 5-7 региони за управување со отпадот со минимум од 200.000 жители.

Планските региони на Република Македонија се усвоени во Собранието на Македонија на 29 септември 2009 година и согласно со Законот за регионален развој (член 5) за потребите на планирањето на развојот се утврдени 8 (осум) плански региони, кои служат за статистички, економски и административни цели. Тие се: 1.Вардарски плански регион; 2.Источен плански регион; 3.Југозападен плански регион; 4.Југоисточен плански регион; 5.Пелагониски плански регион; 6.Полошки плански регион; 7.Североисточен плански регион; 8.Скопски плански регион. Покрај регионите, првостепена административна поделба на Македонија се општините.

6.1. ИСТОЧНО ПЛАНСКИ РЕГИОН

Според Програмата за развој на Источно планскиот регион (2015-2019) заштитата на животната средина е еден од главните приоритети за регионалниот развој. Во источно планскиот регион е планирано да се воспостави интегрирано управување со комуналниот отпад преку користење на средства од ЕУ преку ИПА програмата. Управувањето со цврстиот комунален отпад е одговорност на општинските комунални претпријатија кои го собираат, транспортираат и депонираат отпадот на депониите. Општинските депонии во овој плански регион не ги задоволуваат ниту основните санитарно-технички стандарди за безбедно депонирање на отпадот. Во овој регион егзистираат 17 депонии кои се евидентирани согласно Националниот план за управување со отпад кои според ризикот на загадување на животната средина се класифицираат во: депонии со висок ризик (3 депонии), депонии со среден ризик (8 депонии) и депонии со низок ризик (6 депонии). Селектирањето на отпадот и рециклирањето е во многу мал процент бидејќи селектирањето на отпадот во посебни садови за отпад е само во неколку општини а пак додека неформалниот сектор ја собира отпадната пластика и метал директно од садовите за собирање на отпадот или на самата депонија. Во овој плански регион формирано е регионално претпријатие за управување со цврстиот отпад а исто така подготвен е и регионален план за управување со отпадот. Другите видови на отпад како што се отпадните гуми, батерии и акумулатори, отпадните масти и масла, хаварисани возила, електрични и електронски апарати воедно и дел од опасниот медицински отпад не се селектираат и завршуваат на општинските депонии со исклучок на неколку приватни претпријатија кои управуваат со дел од овие видови на отпад. Од ваквата лоша ситуација со управувањето со отпадот неопходно е да се преземат мерки за санација на самите депонии и да се отпочне користење на нови техники и методи за подобрување на заштитата на животната средина. [4]

[4] Програма за развој на источно плански регион (2015-2019)

7. ГЛАВЕН (МАСТЕР) ПЛАН ЗА УПРАВУВАЊЕ СО ЦВРСТ ОТПАД

Главниот (мастер) план е формулиран за да се подобри долгорочната позиција за отстранување на цврстиот комуналниот отпад, затоа е потребно секоја општина или регион да направи долгорочен план кој ќе се применува од 10 до 15 години, а потоа истиот и да се имплементира. Во правењето на план, важно е да се разгледа волуменот на отпадот, намалувањето/ рециклирањето на отпадот и неговото ефикасно користење, намалување на трошоците за ефикасно собирање и транспортирање, обезбедување на депониите и потребните ресурси. Локалната власт исто така треба да ја испита темелно можноста за заеднички третман со соседните општини. Вклучување на сите локални авторитети во решавањето на проблемот со управувањето на ЦКО во однос на социјалната и економската состојба во иднина. Во овој долгорочен план неопходно е да се процени количеството и видот на цврстиот комунален отпад кој ќе се генерира во рамките на планираната област и динамиката на неговиот третман и отстранувањето.

Во зависност од типот и третманот на отпадот се изработуваат планови за: собирање и транспортирање на отпадот (во кој се утврдени количините на отпад, методот и начинот на собирање и транспортирање), третман на отпадот (количините и методот на третман на отпадот), рециклирање и финално одлагање (количини и метод на депонирање на отпадот).

7.1. Формулирање на план за подобрување на санитарната депонија

Со планот за подобрување на депонијата се одредуваат основните политики и планови за имплементација во врска со опремувањето и уредувањето на потребните објекти со цел локацијата која е одредена за депонија да ги задоволи сите критериуми и планирани активности во текот на временскиот рок за употреба.

Во изборот на санитарна депонија потребно е да се спроведе прелиминарна проценка, дека обемот на дизајнираната санитарна депонија ќе се постигне со доволно внимание посветено на следниве фактори:

7.1.1. Ефикасност на собирање и транспортирање

Трошоците за собирање и транспортирање имаат прилично голем дел од трошоците за управувањето со ЦКО. Трошокот варира во зависност од методот на собирање, од покриеноста на областа, од локацијата на прочистителната станица и од условите на патниот сообраќај. Општо земено, колку е поголем градот или областа на собирање и транспортирање, толку е и цената повисока. Затоа во изборот на санитарна депонија важно е да се испита секој од овие елементи внимателно со цел да се постигне поголема ефикасност на собирање и транспортирање на отпадот.

7.1.2. Околните услови

Депонијата, сообраќајните рути за собирање на отпадот и влечните возила потенцијално можат да предизвикаат проблеми на животната средина. Затоа, со цел да се обезбеди депонија која нема да биде извор на загадување на животната средина мора да се обрати внимание на следниве активности а со кои исто така би се подобрило и регионалното управување.

- ✓ Прилагодување на сите прописи и правила од областа на урбанистичко планирање;
- ✓ Место за празнење на отпадните води;
- ✓ Патен превоз, пристапот на патот и пристапен пат;
- ✓ Услови за тампон зона (зелен појас), оддалеченост на патот од заедницата, бучава, вибрации и лош мирис (ако во близина се наоѓа станбена област);
- ✓ Локација на станбен простор, на јавни објекти, како што се училишта и болници;
- ✓ Достапност на комунални услуги, како што се електрична енергија, вода и телефон.

7.1.3. Топографија и Геологија

За подобра изградба и помали трошоци за одржување подобро е да се избере локацијата за изградба на депонија со добри геолошки услови. Санитарната депонија треба да се гради на непропустлива земја (глинена земја), а во исто време да се избегне и градење на меко тло или на места каде може да се појави свлечување или лизгање на земјиштето. Во такви ситуации неопходно е

да се преземат контра мерки со кои ќе се спречи свлекувањето на земјиштето. Места кои треба се избегнуваат за изградба се области со високи количества на врнежи, близина до сливни подрачја, близина со доводи на вода итн.

7.1.4. Безбедност од катастрофи

Санитарната депонија во многу случаи се гради на повисоки или планински места со што мора да се направи физибилити студија и да се преземат сите неопходни заштитни мерки од ерозија на земјиштето. Области каде се појавува лизгање на земјиштето или одрони од карпи треба да се избегнуваат за градење.

7.1.5. План за крајна употреба на земјиштето

Со ефикасното користење на просторот по затворањето на депониите во последниве години одобрувањето од јавноста стана многу важен фактор во изградбата на санитарните депонии. Крајниот план за користење на земјиштето ветува ефикасно регионално подобрување врз основа на сегашната состојба на околината и на визијата на урбан развој.

7.1.6. Локација на поврзани објекти

Третманот на ЦКО се состои од собирање, транспортирање, третман и депонирање. Сите овие процеси треба да се одвиваат со поголема динамика без да се предизвика проблеми во заштитата на животната средина, но исто така и од економски план. Затоа локацијата на санитарната депонија по можност треба да биде во близина со местата за собирање на отпадот каде се наоѓаат и објектите за третман на отпадот и материјалот за покривка.

7.1.7. Достапност на почвената покривка

Во однос на идентификување на соодветноста на депонијата исто така е важно да се има во предвид достапноста и близината на материјалот за покривка со што трошоците за транспорт на материјалот значително би се намалиле.

7.1.8. Област со доволна големина

Подрачјето кое е избрано за изградба на санитарна депонија треба да биде во функција повеќе години бидејќи се вложува голема сума на финансиски трошоци во изградба на пристапни патишта и пристап, систем за колектирање и објект за третман на исцедокот, дренажен систем, објект за мониторинг и чување итн.

8. ТИПОВИ НА САНИТАРНИ ДЕПОНИИ

Постојат повеќе типови и модели на депонии и тоа:

- Анаеробни депонии:
  - Анаеробна санитарна депонија со дневна покривка на почва;
  - Анаеробна санитарна депонија со цевки за собирање на исцедокот.

- Аеробни депонии:
  - Аеробна санитарна депонија;
  - Полу-Аеробна санитарна депонија.

8.1. Анаеробни депонии

Во развиените индустриски земји и во многу земји од ЕУ дневно постојано се создаваат големи количини на отпад кој безбедно се одлагаат на санитарни депонии. Овие санитарни депонии ги исполнуваат сите еколошки критериуми и стандарди за заштита на подземните води и загадениот воздух од опасниот депониски гас.

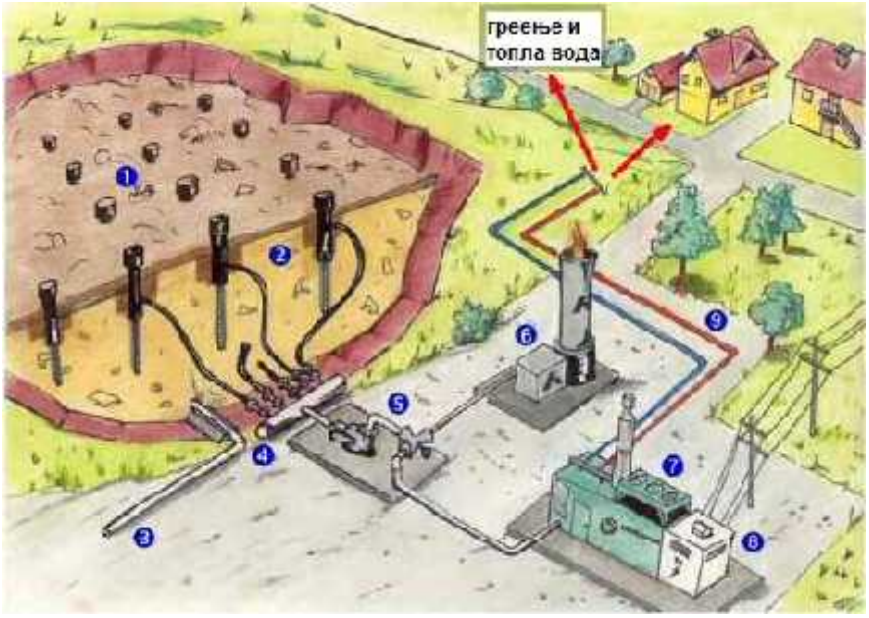
Анаеробните санитарни депонии можат да бидат конструирани и изградени со дневна покривка на почва и со принцип на поставување на цевки за собирање на исцедокот. Тие претставуваат депонии во кои настанува разградување на органските супстанции под влијание на микроорганизмите во анаеробни услови односно во услови без присуство на кислород. Со разградување на органските

супстанции доваѓа до создавање органски киселини, метан (депониски гас), јаглерод диоксид, амонијак, нитроген, хидроген и хидроген сулфат.

Депонискиот гас е многу опасен по здравјето и животот на луѓето и инфраструктурните објекти кои се во непосредна близина на депонијата, бидејќи метанот (CH_4) кој го има 35-60% во составот на депонискиот гас, во одредени услови може да биде многу опасен и експлозивен. За да се отстранат негативните ефекти од опасниот и штетен депониски гас на депонијата се вршат операции за негово собирање и искористување со согорување и претворање на енергија (греење, топла вода, струја), а со сето тоа доваѓа до стабилизација на депонијата и до намалување на загадени отпадни води. Се поставуваат вертикални перфорирани цевки (сонди) во депониското тело кои се хоризонтално поврзани и со компресорски уред се собира депонискиот гас. Потоа депонискиот гас се собира, се суши и се пренасочува кон гасните мотори за согорување. Како сигурноста заштитна мерка се вградува пламеник кој го презема вишокот од произведениот депониски гас.

Додека пак исцедокот се собира и се преработува во модерни прочистителни станици, кои се изградени по сите прописи и стандарди за заштита на животната средина.

Овие типови на санитарни депонии претставуваат скапи инвестиции и бараат големи финансиски трошоци, па поради тоа се конструираат и применуваат во развиените индустриски земји.



Слика 1. Модел на Анаеробна санитарна депонија
(1-депонија, 2-гасни цевки (сонди), 3-цевки за собирање на исцедокот, 4-гасен колектор, 5-компресор за собирање на гасот, 6-горилник, 7-гасен мотор, 8-трафостаница, 9-греење и топла вода)
Figure 1. Model of Anaerobic sanitary landfill
(1-landfill, 2-gas pipes (probes), 3-pipe for collecting the leachate, 4-gas collector, 5-compressor for collecting gas, 6-burner, 7-gas engine, 8-transformer station, 9-heating and hot water)

8.2. Аеробни депонии

Аеробните санитарни депонии претставуваат депонии во кои настанува разградување на органските супстанции под влијание на микроорганизмите во аеробни услови односно во услови со присуство на кислород. Со разградување на органските супстанции доваѓа до стабилизација на самата депонија и ослободување на јаглерод диоксид, вода, нитратни јони и сулфатни јони.

Аеробните депонии можат да бидат аеробни санитарни и полу-аеробни санитарни депонии. Тие имаат поставено цевки за собирање на исцедокот на

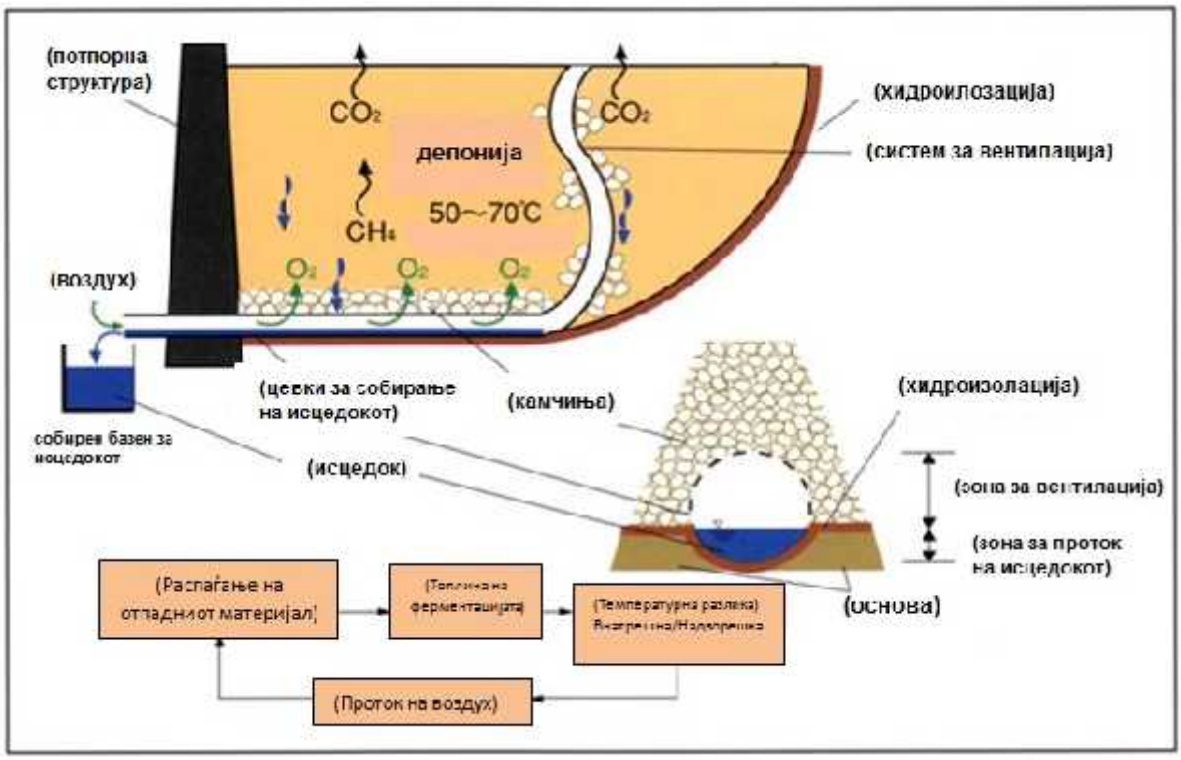
дното на депонијата, а во исто време во истите цевки циркулира и воздух со кој се овозможува поголемо присуство на кислород кој доведува до поголема активност на аеробните микроорганизми во депониските слоеви и побрзо разложување на депонираниот отпад. Полу-аеробниот тип на санитарна депонија е наречен така бидејќи се применува со технички трансфер кај анаеробните депонии и кај веќе постоечките нестандардни депонии.

Слика 1. Пример на технички трансфер, од анаеробна во полу-аеробна депонија
Лево Кина: Weifang (Shandong Провинција),
Десно Малезија: (Ampang Jajar Депонија, Малезија)
Figure 1. Example of technical transfer from anaerobic to semi-aerobic landfill
left China: City of Weifang (Shandong Province),
right Malaysia: (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

Полу-аеробните санитарни депонии може да имаат комбинација на јамско испумпување и собирање во објектот за третман или пак тоа може да биде без користење на помпи, односно со дренажни цевки за собирање на исцедокот со природен пад и вентилација. Во овој тип на депонии нема системи за собирање на депониските гасови и понатамошно негово искористување, па затоа преставува и поевтин и поедноставен процес на изградба на санитарна депонија.

Полу-аеробниот тип на санитарна депонија е поевтин и затоа повеќе и се користи. Многу нови депонии се адаптирале на рецилкулаторниот (циркулација на

исцедокот) тип на полу-аеробна санитарна депонија која најповеќе е развиена со цел за прочистување на исцедокот и побрза стабилизација на депонијата.



Слика 2. Модел на Полу-Аеробна санитарна депонија[5]
Figure 2. Model of Semi-Aerobic sanitary landfill

5 Matsufuji, Kouji, (2007) - Caution for Application of "Fukuoka Method" (Semi-Aerobic Landfill Technology), Prepared by Japanese International Cooperation Agency - Kyushu International Center (page5)

9. ТЕХНИЧКИ УПАСТВА ЗА ПОЛУ-АЕРОБНА САНИТАРНА ДЕПОНИЈА

9.1. Количини на врнежи

Полу-аеробниот метод е технологија за намалување на органските материи со користење на аеробни микроорганизми со цел да се намали товарот врз животната средина и да се промовира стабилизација на депониите. Како и да е, ако не е на минимум количината на влага во депониските слоеви, тогаш микроорганизмите не се активни и самата деградација не прави напредок. Затоа во регионите каде нивото на врнежи е ниско потребно е покривање со инертен материјал со цел за да не дојде до сушење. Исто така собирањето и циркулацијата на исцедокот од депонијата мора да се внимава да не се исцедува надвор од депонијата.

Временските услови во земјите во развој се различни, количините на врнежи на некои места е и до 3000 mm, а додека во други земји количините на врнежи не достигнуваат ниту до 500 mm. Во областите каде има доволно количини на врнежи, не е потребно да се разгледува количината на водата во депониските слоеви. Меѓутоа во области каде временските услови се застапени со мала количина на врнежи подолго време количините на вода мора да се донесат и количините на исцедокот се генерираат преку аеробно распаѓање и во тој случај врнежите на депонијата и нечистата вода во областа околу депонијата треба да се разгледаат посебно.

Заклучокот е дека, за избор на локација и планирање потребно е да се осигура дека на тоа место ќе има доволно количини на вода во депониските слоеви на самата депонија. Патем, еколошките услови кои се потребни да се исполнат за активност на аеробните микроорганизми се прикажани во табелата 1.

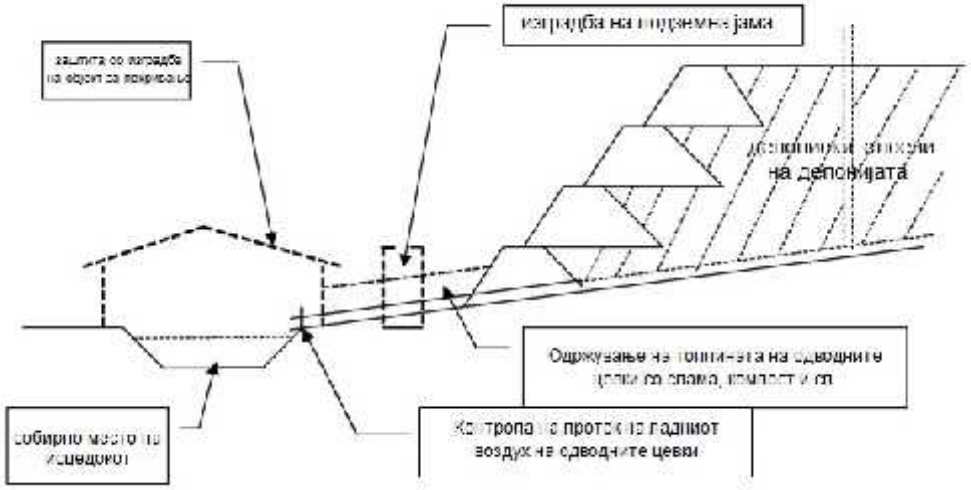
Табела 1. Еколошки услови на депониските слоеви за аеробни микроорганизми
Table 1. Environmental conditions of the landfill layers for aerobic microorganisms

Содржина / Content	Граници на овозможен раст / Limits of possible growth
Концентрација на кислород / Concentration of oxygen	> 1%
Содржина на влага / Moisture content	20-60%
pH	5-9
Температура / Temperature	15-40^{0}C

9.2. Влијанието на температурата

Со цел да се постигнат карактеристиките на полу-аеробниот методот потребно е стабилизирање на депониските слоеви, квалитетот на исцедокот, квалитетот на генерираниот депониски гас, грижа за активирање на аеробните микроорганизми во внатрешноста на депониските слоеви. Од гледна точка на температурата, мора да биде од 15°C или повисока и да се одржува температурата во внатрешноста на депониските слоеви (температурата внатре во депониските цевки за вентилација). Затоа особено во ладни области, потребно е да се има контрола и да се спречи да влегува студениот воздух преку отворената цевка за празнење на исцедокот.

Микроорганизмите во депониските слоеви се повеќе активни на температури од 15-40°C, бидејќи се распаѓаат органските материи во депониските слоеви, а со тоа доваѓа и до стабилизирање на депониските слоеви. Потребно е да се контролира температурата од најмалку 15°C во самите депониски слоеви бидејќи во екстремно студени места може да дојде до мрзнење на исцедокот и евентуално блокирање на цевките низ кои протекува исцедокот. Во тој случај се отвораат јами преку кои се испумпува исцедокот и истите мора да бидат направени на таков начин што тие ќе ја одржуваат топлината.

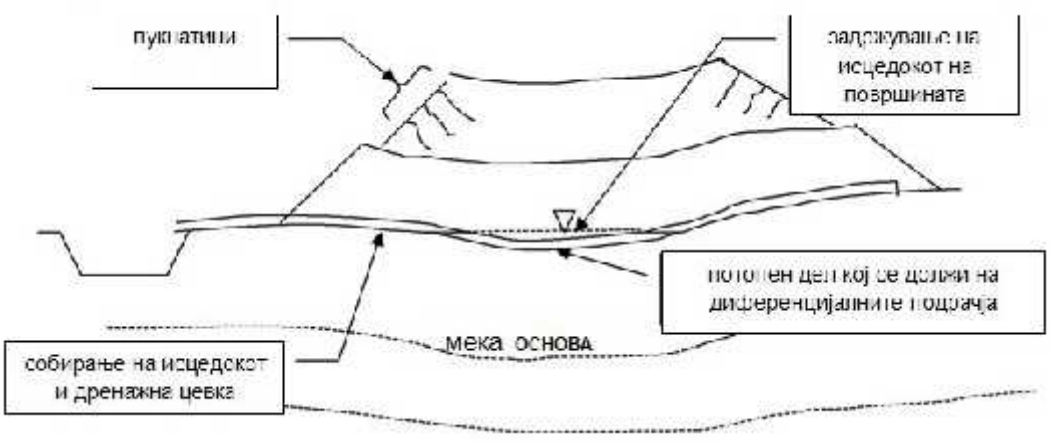


Слика 4. Мерки кои треба да се преземат во областите каде има ниска температура
Figure 4. Measures to be taken in areas where there are low temperature

Слика 5. Покриена прочистителна станица за третман на исцедокот (Јужна Кореа: Pusan, Полу-Аеробна Санитарна Депонија)
Figure 5. Closed facility for leachate treatment
(South Korea: Pusan, semi-aerobic landfill)

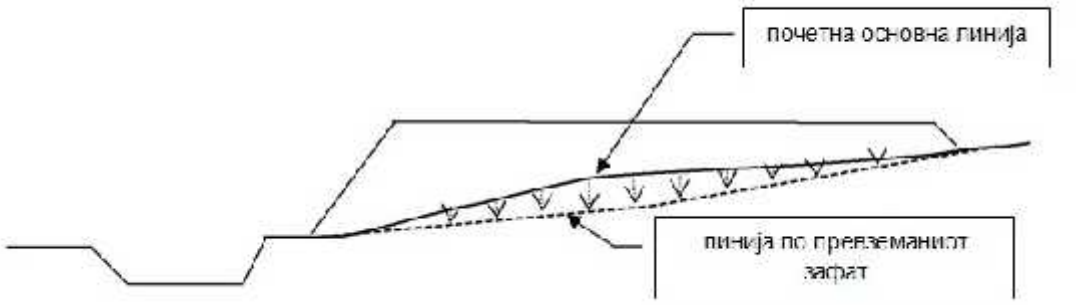
9.3. Мека основа

Бидејќи од суштинско значење за овој метод е овозможување на природен проток на свеж воздух во депониските слоеви преку цевките за собирање на исцедокот, треба да се има во предвид дека со поставувањето на цевките на мека основа може да дојде до тонење на цевката бидејќи градиентот (степенот на падот) не може да се одржува и доваѓа до собирање на исцедокот со правење на базени, а со тоа да се спречи и приливот на воздух. Со ова доваѓа до губење на функцијата на овој тип на депонија, па затоа неопходно е да се преземат соодветни мерки во фазата на дизајнирањето и за натамошното одржување. Сепак овие меки основи обично се непропустливи слоеви и затоа овие области не се несоодветни места. Во области каде депонијата е на врвот на меката основа, постојат случаи каде цевките за собирање на исцедокот се поставени под земја во депониските слоеви и поради промени во диференцијалните подрачја доваѓа до потопување на цевките за собирање на исцедокот, а со тоа и немање на проток на воздух. Поради ова при дизајнирање на самата депонија треба да се решава проблемот со меката основа и правилно поставување на цевките за собирање на исцедокот со правилен градиент.

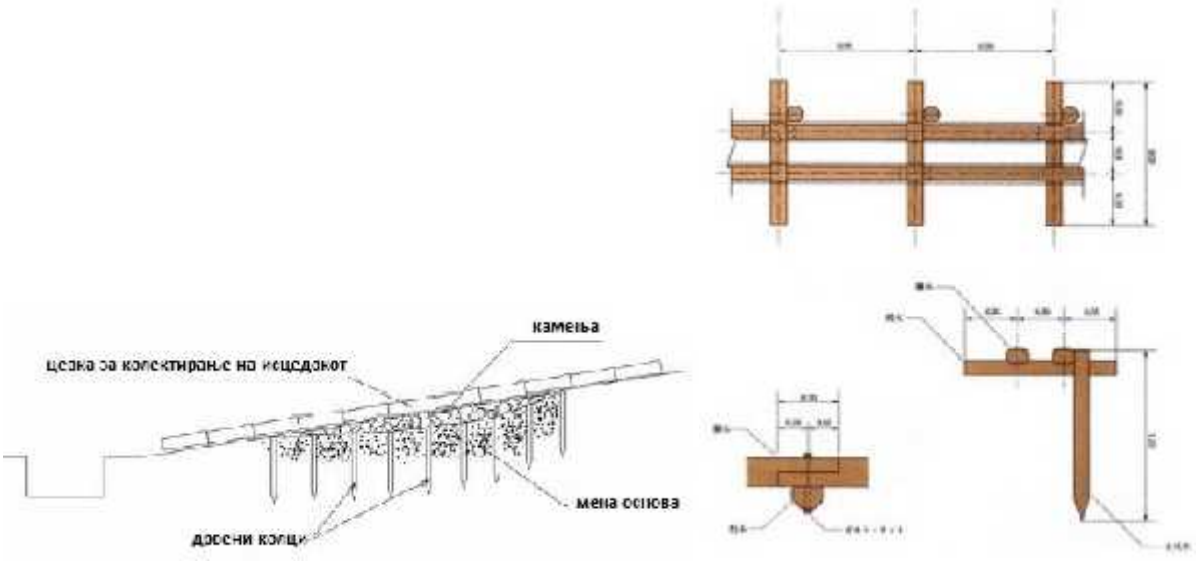


Слика 6. Проблеми кои можат да се појават во мека основа
Figure 6. Problems that may occur in the soft ground

На места каде има мека основа се применува метод на отстранување на мекиот материјал со замена на материјал со добар квалитет т.е. со поставување на дрвени колци (1.5-2m) кои се набиваат во меката основа и потоа се покриваат со камења.



Слика 7. Контра мерки кои се превземаат на меката основа
Figure 7. Counter-measures undertaken on soft ground



Слика 8. Пример за подобрување на меката основа со поставување на дрвени колци
Figure 8. Example of improvement of soft foundation by placing piles

Слика 9. Поставување на дрвени колци со помош на ровокопач (Ampang Jajar Депонија, Малезија)
Figure 9. Setting the piles using a backhoe (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

Слика 10. Посипување со камења помеѓу дрвените колци за поголема стабилност од тонење (Ampang Jajar Депонија, Малезија)
Figure 10. Sprinkle with stones between wooden stakes for stability from sinking (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

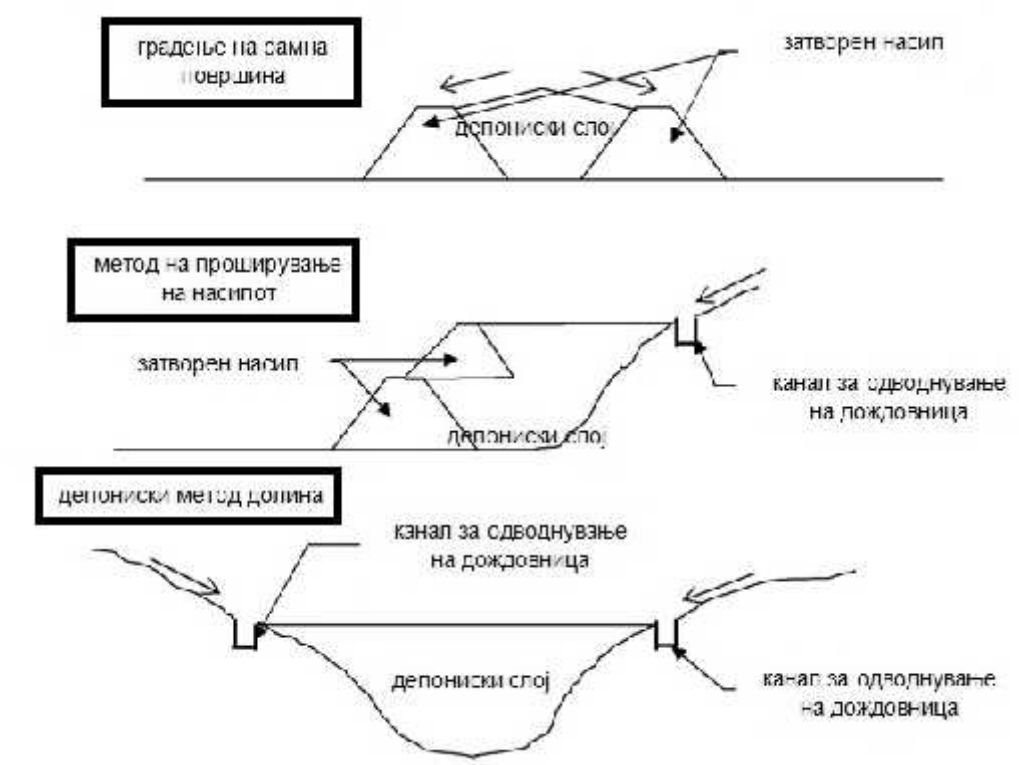
Слика 11. Поставување на цевките со собирање на исцедокот по зајакнувањето на фондацијата (Ampang Jajar Депонија, Малезија)
Figure 11. Installation of leachate collection pipes in strengthening the foundation (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

9.4. Проток на дождовница

Депониските слоеви треба да се одржуваат во аеробна состојба колку што е можно, затоа потребно е отстранување на вишокот на вода колку што е можно побргу од депониските слоеви, но исто така пожелно е и при самиот избор на локација да се избере место каде количините на врнежи од дожд што се влеваат во депонијата од околните области бидат колку што е можно помали.

Со задржувањето на водата во отпадниот материјал просторот во депониските слоеви е се помал, со што се предизвикува недостаток на кислород кој е потребен за аеробно распаѓање, а при тоа се појавуваат анаеробни услови. Затоа, со цел да се промовира стабилизација на аеробно распаѓање на отпадот во депонијата, вишокот на вода во внатрешноста на депонијата мора да биде брзо отстранет со цел да се одржи во по сува состојба.

Доколку постои повисок износ на дождовница што се влива во депониските слоеви, потребно е изградба на пропорционално поголем број на цевки за собирање на исцедокот и за вентилација на воздухот. Исто така и собирното место со контролираното отстранување на исцедокот мора да биде поголемо. Со други зборови, доколку има помала количина на дожд или вода која се влева во депонијата, ќе се намалат трошоците за изградба и одржување.



Слика 12. Форма на депонија за проток на дождовницата
Figure 12. Form of sanitary landfill for the flow of rainwater

9.5. Материјали за изградба

Овој тип на депонија при изградбата има едноставна конфигурација и структура бидејќи може да се спроведе со користење на различни материјали кои можат да се добијат локално од местото каде се применува изградбата. А во однос на дизајнот неопходно е да се користат материјали кои можат да се добијат локално и лесно и со тоа се намалуваат трошоците за изградбата до најголем можен степен,а воедно одржувањето и контролата е лесно. Во земјите во развој се потребни многу финансиски средства за развој на индустријата, за правење и одржување на локалната инфраструктура, со што секогаш нема доволно средства за инвестирање во управувањето со отпадот. Дури и во такви услови со цел да се одржи здравјето на луѓето и хигиената во градовите мора да се најде соодветно

решение за правилно депонирање и управување со отпадот како и да се направат трошоците за изградба на нај ниско можно ниво бидејќи е од суштинско значење. Едноставна структура со користење на материјали кои можат да се добијат локално и лесно, како на пр. во Малезија бамбусот се користи како цевка за собирање на исцедокот, исто така постојат примери за користење на стари буриња и отпадни стари гуми.

Слика 13. Пример за користење на бамбус како цевки за собирање на исцедокот (Ampang Jajar Депонија, Малезија)
Figure 13. Example of the use of bamboo as a pipe for collecting the leachate (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

Слика 14. Пример за користење на тули и правење на шахта за собирање на исцедокот (Kahrizak депонија, Техеран-Иран)
Figure 14. Example of using bricks and making sump for collecting leachate (Kahrizak Landfill, Tehran-Iran)

Слика 15. Пример за користење на стари гуми како материјал за заштита на цевките за вентилација (Kahrizak депонија, Техеран-Иран)
Figure 15. Example of the use of used tires as material for protection of the ventilating pipe (Kahrizak Landfill, Tehran-Iran)

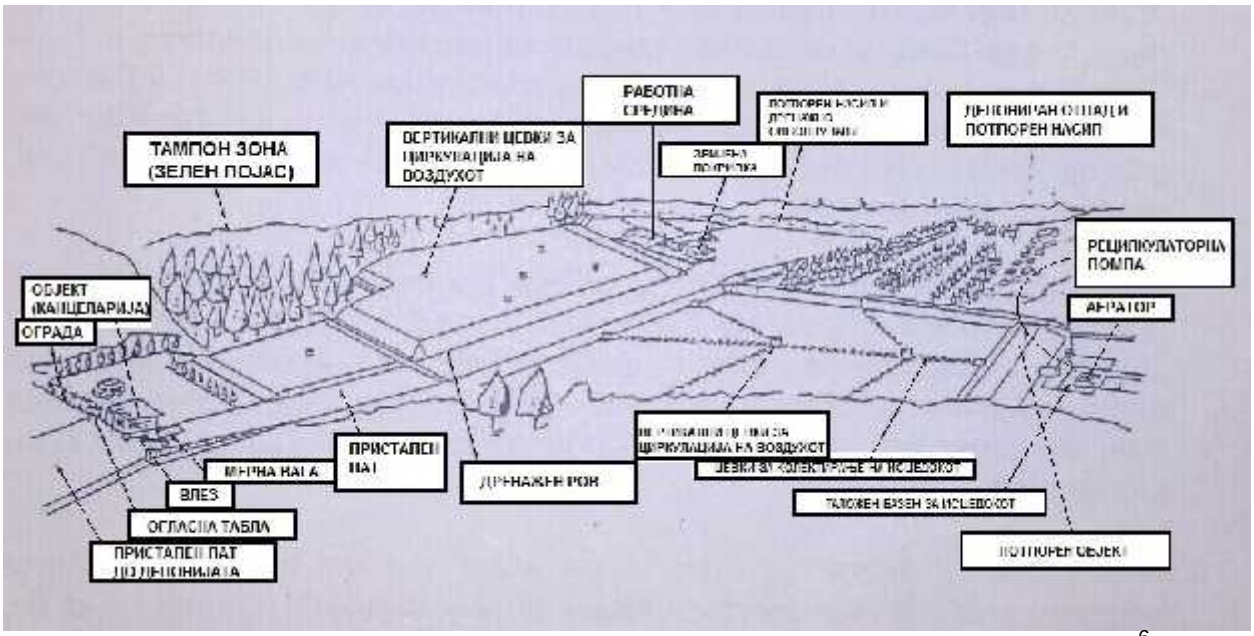
Слика 16. Пример за користење на стари буриња како материјал за заштита на цевките за вентилација (Kahrizak депонија, Техеран-Иран)
Figure 16. Example of using old barrels as a material to protect the ventilation pipes (Kahrizak Landfill, Tehran-Iran)

9.6. Контролата и одржувањето на локалните техничари

Ако е можно пожелно е да се спроведе обука во врска со работата на депонијата на локалните техничари кои ќе бидат одговорни за контролата и одржувањето со контрола на цевките за циркулација на воздухот и цевките за собирање на исцедокот. Со цел да се имплементира овој метод полесно, потребно е да се направи прирачник кој лесно ќе се разбере и во кој ќе се опишат постапките за контрола и фазите на одржувањето и ќе биде од голема помош на локалните техничари. Исто така потребно е да се спроведе обука за контрола и одржување во врска со она што е забележано во упатството пред да се започне со работа на депонијата.

10. ОБЈЕКТИ И СТРУКТУРА НА ПОЛУ-АЕРОБНАТА САНИТАРНА ДЕПОНИЈА

Моделот и типот на санитарна депонија мора да биде изграден во согласност со сите критериуми за заштита на животната средина преку спречување на појава на проблеми како што се пренатрупаност од отпад, продирање на исцедокот, непријатен мирис и чад. Депонијата мора да има доволно капацитет за складирање на потребните количини на отпад, затоа типот на санитарна депонија се гради со сите потребни објекти како што се: потпорните објекти, заштитен слој (ткаенина геотекстил и геомембрана), дренажни канали за одводнување на дождовницата и на подземните води, објекти за колектирање на исцедокот (цевки за колектирање на исцедокот и вертикални цевки за вентилација на воздухот) и објект за третманот на исцедокот.



Слика 17. Концепт на објекти и компоненти на санитарната депонија[6]
Figure 17. The concept of facilities and components of the sanitary landfil

[6] "A Road to Sanitary Landfill Vol.2" - "Structure and Caracteristics of Technical Guideline on Sanitary Landfill" In cooperation with: Fukuoka University, Fukuoka City Environment Fondation, Japan Publisher: Fukuoka City Environment Fondation, Japan, 1988-1990 (page53)

10.1. Потпорни објекти на полу-аеробната санитарната депонија

Секоја депониска ќелија мора да биде пополнета на правилен начин во зависност од изборот на депонирање на отпадот, но потребно е постојано да се одржува депонијата во текот на периодот на депонирање со што би ја задржала својата функција, па затоа за таа цел се градат и постојано се одржуваат потпорните објекти односно потпорни ѕидови, потпорни насипи и косински насипи. Додека пак собирниот базен се гради на рамно место со што не би дошло до протекување на исцедокот.

Потпорните објекти треба да се одржуваат не само за време на периодот на операции туку и по завршување на депонирањето па се до крајната употреба на депонијата. Овие потпорни објекти на депонијата се конструираат и градат да би ги издржала природните катастрофи како што е ерозијата.

Најдобрата и најповолната структура за градење на потпорните објекти се утврдува по разгледувањето на топографијата на депонијата, геолошката состојба и состојбата на почвата, како и потребната висина на депонијата.

Целта и функција на потпорните објекти е да спречат од преполнување на депонијата, да не дојде до колапс на работната средина но и да се зачува стабилноста на депонираниот отпад, а во многу случаи се спречува празнењето и продирањето на отпадните води од депонијата.

Слика 18. Изградба на потпорни објекти на санитарната депонија
Figure 18. Construction of retaining facilities on the sanitary landfill

10.1.1. Концепт за планирање и дизајн на потпорните објекти

Основните критериуми во планирањето и дизајнот на конструирањето на потпорните објекти се функционалноста, безбедноста и економската оправданост. Видот, структурната конфигурација и темелите на структурата на потпорните објекти варира во зависност од неговата висина, од состојбата на почвата, од градежните методи, од планот за депонирање итн.

Потребно е следново:

- да се избере дизајнот кој ќе одговара на конфигурацијата на депонијата;
- да се избере структурата која ќе одговара на формата на земјата на депонијата и на природните услови како што се геолошките и почвените услови;
- да се осигура безбедносниот фактор на структурата од сопствената тежина; притисокот од депонираниот отпад, притисокот од вода итн.;
- доколку е потребно да се спречи испуштање или истекување на исцедокот од внатрешноста на депонијата преку заштитниот слој;
- да се инсталираат канали за одводнување на дождовницата за одржување на стабилноста на потпорните објекти;
- претходно одредување на дизајнот ако нивото на водата е високо, во случај водата да биде привремено задржана во внатрешноста на депонијата;
- планирање за добро поставување на системот за колектирање и празнење на водата од депонијата да не би дошло до нарушување на стабилноста во случај кога водата е задржана во потпорните објекти од обилни врнежи од дожд;
- да се превземат неопходните контра мерки за спречување од корозија предизвикана од отпадот, исцедокот или подземните води;
- да се направи анализа на стабилноста и конфигурацијата;
- да се пресмета стресот на секоја структурна точка;
- дизајнот и структурата да се усогласуваат со околниот пејзаж;

- да се планира економскиот и животниот век на структурата;
- при дизајнот да се утврдат сите параметри и да се направат технички цртежи.

10.2. Заштитни објекти на полу-аеробната санитарна депонија

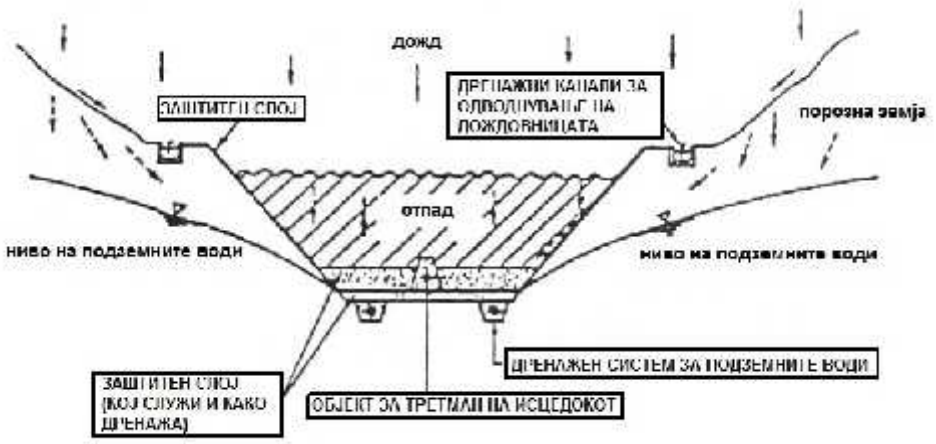
Водните текови (реки и езера) и подземни води не смеат да се контаминираат од истекувањата на исцедокот од отпадот. Заштитниот објект односно заштитниот слој (ткаенина геотекстил, геомембрана, гумена подлога, фолија итн.) се поставува на дното на површината на депонијата и на страничните насипи со цел да не дојде до продирање на исцедокот, кој се собира преку цевките за колектирање на исцедокот и се собира во таложниот базен на кој потоа му следи постапка на третирање.

Дебелината на заштитната подлога треба да се утврди според методот и комбинацијата која ќе се примени, според квалитетот на материјалот кој ќе се користи како подлога, според градежните стандарди, од состојбата со подземните води, од издржливоста на материјалот и од корозијата. Во принцип поставувањето на заштитен слој на санитарните депонии е капитална инвестиција доколку е вештачки систем со поставување на геотекстил, но доколку локацијата се наоѓа на подлога која природно претставува заштитен слој како што е глината се заштедува на финансиски средства. И во двата случаи цевките за колектирање на исцедокот се наоѓаат на дното на површината на депонијата и го колектираат исцедокот со што се спречува загадувањето на водните текови или подземните води а воедно и загадувањето на животната средина.

Слика 19. Поставување на заштитен слој на санитарната депонија
Figure 19. Construction of liner facility on the sanitary landfill

Структурата и типот на заштитниот слој треба да биде компатибилен со топографијата, геолошките и почвените услови, подземните води и од распоредот на системот за колектирање на исцедокот. Секогаш кога е потребно треба да се инсталира систем за одводнување со инсталирани дренажни цевки под заштитната подлога односно зафаќање на подземните води со цел да се одржи во функција заштитниот слој. Дренажните перфорирани цевки најчесто се со дијаметар од 15-30cm, а во принцип растојанието помеѓу нив е во интервал од 20m. Нивното поставување треба да се утврди од локациските услови како што се топографијата, геолошката и почвената состојба, областа на покриеност итн.

За заштита на заштитната подлога (геотекстил, гумена подлога, фолија итн.) се користи поставување на песок или земја од 30-50mm дебелина со што се спречува уништувањето на истата при директното одлагање на отпадот од тешката опрема и од возилата како што се камионите, багерите, компакторите и сл.



Слика 22. Концепт на заштитниот (слој) објект[7]
Figure 20. Concept of the liner facility

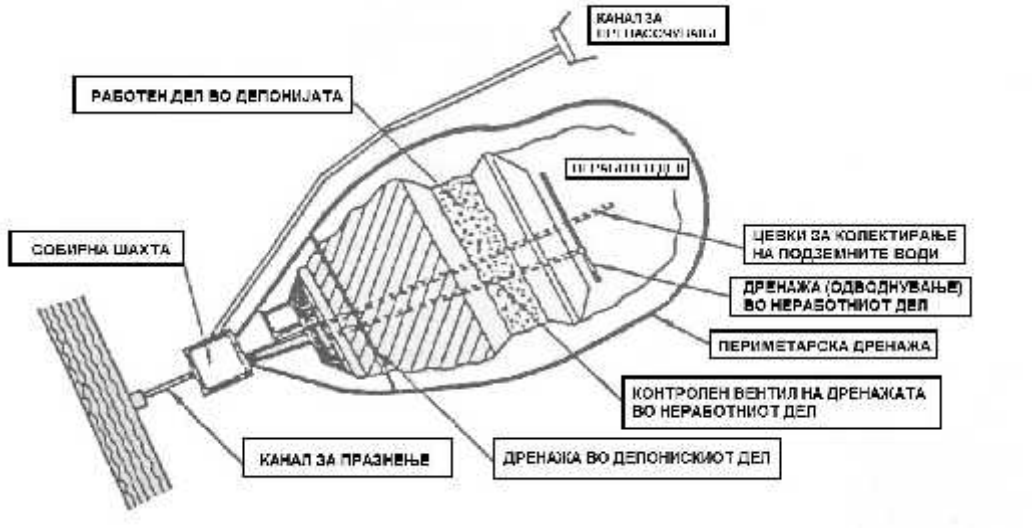
Во некои случаи освен геотекстил, геомембрана, гумена подлога или фолија, како заштитен слој се користи поставување и на други материјали како што се т.н. прскан бетон (кој се поставува на набиена почва или глина), цемент или асфалт. Кој метод или комбинација ќе се применува зависи од топографијата, геолошката состојба, подземните води, квантитетот и составот на отпадот, начинот и времето на депонирање, трошоците за изградба итн.

10.3. Дренажни канали за одводнување на дождовницата на полу-аеробната санитарна депонија

Дренажните канали за одводнување мора да бидат конструирани и направени околу целата депонијата со цел да се спречи продирањето на дождовницата од надворешноста на депонијата во самите депониски слоеви и во

[7] "A Road to Sanitary Landfill Vol.2" - "Structure and Caracteristics of Technical Guideline on Sanitary Landfill" In cooperation with: Fukuoka University, Fukuoka City Environment Fondation, Japan Publisher: Fukuoka City Environment Fondation, Japan, 1988-1990 (page112)

работната средина на депонијата. Големината и локацијата на површинските дренажни канали треба да се определи од топографијата на теренот, од геолошките и почвените услови и од количините кои треба да се испразнат во зависност од врнежите. Водата од дождот во неработните делови на депонијата не е загадена бидејќи не е во допир со отпадот, па затоа потребно е да се избегне мешањето на дождовната вода со исцедокот со цел да се намали количината на исцедокот, а со тоа да се намали и количината на исцедок кој треба да се третира. Ова може да се постигне со копање на дренажен ров по должината на насипите на депонијата.



Слика 21. Концепт на дренажните објекти
Figure 21. The concept of drainage facilities

Со цел да се намали обемот на исцедокот преку отстранувањето на атмосферските води дренажните канали се класифицираат на: периметарска дренажа, дренажа на дренажен ров и дренажите на површината на депонијата.

10.3.1. Периметарска дренажа

Периметарската дренажа се гради околу депонијата пред почетокот со работа на депонијата и таа ги собира количините на врнежите од околината со што се спечува истекување на вода во работната средина на депонијата. Надолжниот наклон на каналот зависи од топографските услови, но најчесто се зема во предвид наклон од 1-2%. При појава на ерозија и хидрауличен скок предизвикани од брзиот проток и од острите кривини може да дојде до појава на стрмен или брановиден терен, па затоа во процесот на дизајнирање на каналите треба да се земе во предвид и тоа. Најчесто овие дренажни канали се бетонски, у-ров, набран или брановиден итн.

Слика 22. Периметарска дренажа на санитарната депонија
Figure 22. Perimeter drainage of the sanitary landfill

10.3.2. Дренажен ров

Се поставува во неработниот дел на депонијата за да се собере дождовницата пред да се измеша со депонираниот отпад. Најчесто се користат и поставуваат бетонски цевки, синтетики полимер цевки, ребрести цевки итн.

Слика 23. Поставување на дренажа со дренажен ров
Figure 23. Construction of drainage with drainage ditch

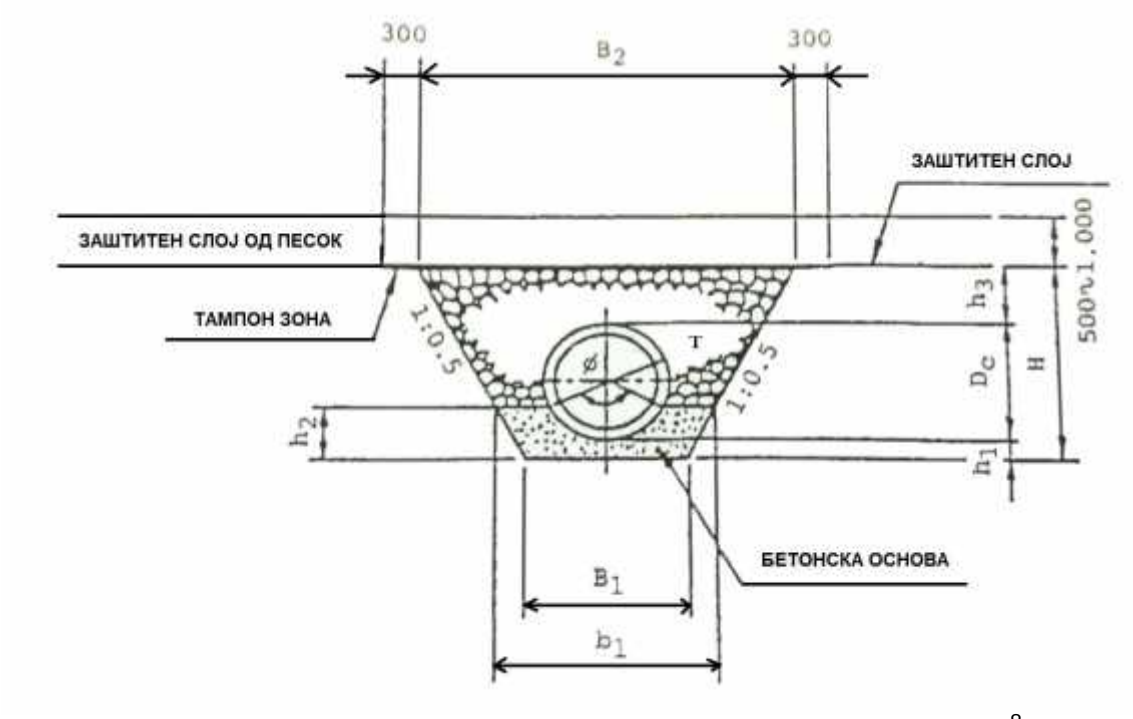
10.3.3. Дренажа на површината на депонијата

Дренажите на површината на депонијата се инсталираат со цел да се исцеди површинското истекување на дождовницата. Површинската дренажа е ископана до потребната падина (косина) со што не би дозволила влевање и презаситување на вода во крајната покривка на депониските слоеви.

10.4. Дренажни канали за подземните води на полу-аеробната санитарна депонија

Ако подземните води или некоја друга изворска вода не се отстранат навремено, може да дојде до оштетување на заштитниот слој со собирање на водата или на депониски гас под заштитниот слој. Со зголемувањето на нивото на подземните води може да се влоши и состојбата на почвената површина и да предизвика лизгање на земјиштето. Поради сето ова дренажните канали за зафаќање на подземните води имаат важна улога во одржувањето на стабилноста на депонијата. Структурата на дренажниот канал се состои од перфорирана цевка која е покриена со филтрирачки материјал, слој од чакал или песок. Пречникот на дренажната цевка треба да биде минимум со 30cm дијаметар

и тоа се смета за минимална големина, додека пак растојанието на цевките треба да се утврди од локациските услови, како што се топографија, геолошки и состојба на почвата, областа на покриеност итн. Но во принцип доколку не постои некоја изворска вода дренажните цевки се инсталираат во интервал од 20 до 40 метри оддалеченост.



Слика 24. Пресек на дренажната цевка за подземните води[8]
Figure 24. Cross-section of underground water drainage facility

Табела 2. Димензии на дренажните цевки за подземните води
Table 2. Dimensions of underground water drainage pipes

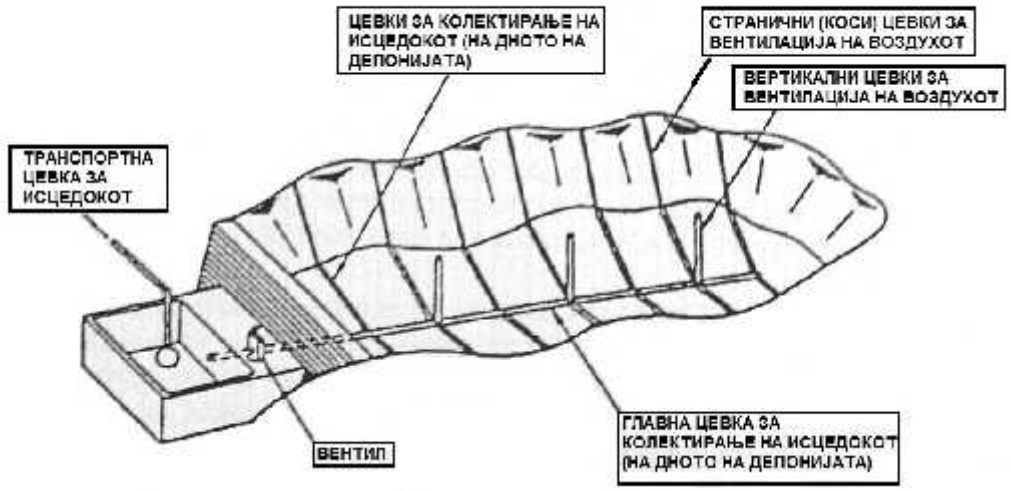
Ø	Тип на цевка Type of pipe	T	Dc	B1	B2	H	b1	h1	h2	h3
1000	Перфорирана цевка Perforated pipe (mm)	82	1164	1500	3614	2114	1991	200	491	750
600	-II-	50	700	1000	2600	1600	1325	150	325	750
300	-II-	30	360	700	1960	1280	890	100	190	750

8 "A Road to Sanitary Landfill Vol.2" - "Structure and Caracteristics of Technical Guideline on Sanitary Landfill" In cooperation with: Fukuoka University, Fukuoka City Environment Fondation, Japan Publisher: Fukuoka City Environment Fondation, Japan, 1988-1990 (page127)

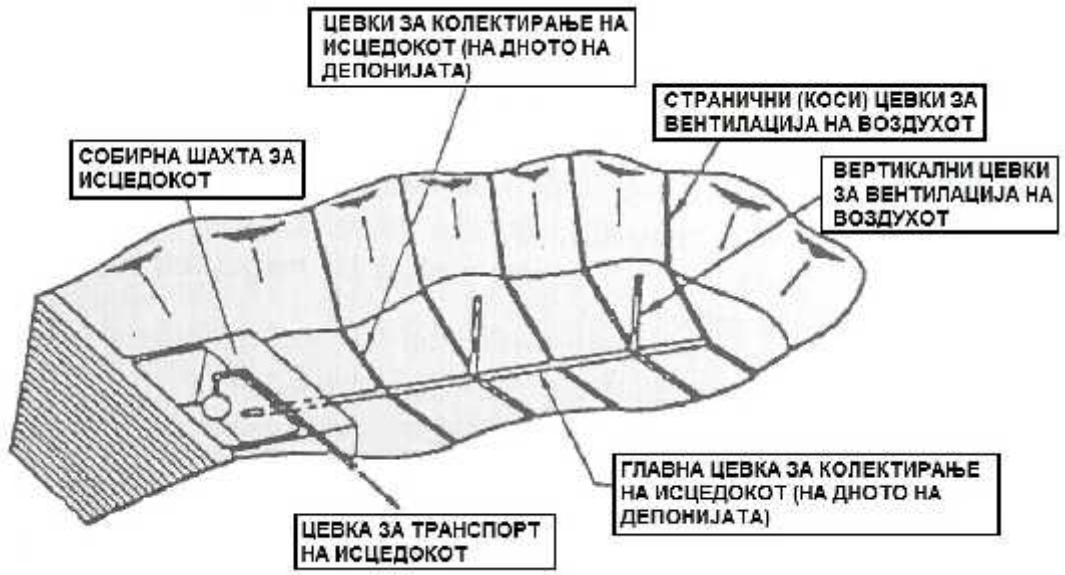
10.5. Објекти (цевки) за колектирање на исцедокот и за вентилација на воздухот во полу-аеробната санитарна депонија

Системот за колектирање на исцедокот и за циркулација на воздух го сочинуваат: цевките на дното на депонијата за колектирање на исцедокот и вертикалните заедно со станичните цевки за вентилација на воздухот.

Цевките за колектирањето на исцедокот и цевките за вентилација мора да бидат инсталирани така што брзо би се отстранил вишокот на вода и би имало нормална циркулација на воздух во депониските слоеви. Ова е едноставна метода за одржување на депониските слоеви во аеробна состојба до најголем можен степен и поголема стабилизација на депонијата. Со цел да се спроведе ова цевките за собирање на исцедокот мора да бидат отворени во атмосферата од каде ќе циркулира свеж воздух по депониските слоеви и ова е битно да се земе во предвид при самото дизајнирање на депонијата. Во земјите во развој методот на природен проток на празнење на исцедокот е најдобра опција бидејќи е едноставен за одржување и е со минимални трошоци.



Слика 25. Поставување на цевките за колектирање на исцедокот и цевките за вентилација на воздухот со таложен базен за исцедокот надвор од депонијата
Figure 25. Construction of leachate collection pipes and gas venting pipes with retention pit outside landfill



Слика 26. Поставување на цевките за колектирање на исцедокот и цевките за вентилација на воздухот со таложен базен за исцедокот во депонијата
Figure 26. Construction of leachate collection pipes and gas venting pipes with retention pit inside landfill

Слика 27. Отворена цевка за празнење на исцедокот во таложниот базен
Figure 27. Open discharge pipe of leachate in to the retention pit

10.5.1. Методи на отстранување на исцедокот

Со поставувањето на цевките за колектирање на исцедокот главната цел е ефикасно и брзо празнење на исцедокот во таложниот базен а со тоа и нормалното функционирање на целиот систем. Во зависност од изборот на моделот и од самата конфигурација на теренот постојат три методи за отстранување на исцедокот и тоа: метод на природен проток, метод на празнење со помпа (надворешен тип) и метод на празнење со помпа (внатрешен тип).

Слика 28. Метод на природен проток на исцедокот
Figure 28. Method of natural flow of leachate

Слика 29. Метод на празнење со помпа (надворешен тип) на исцедокот
Figure 29. Method of pit-pump (out of side) of leachate

Слика 30. Метод на празнење со помпа (внатрешен тип) на исцедокот
Figure 30. Method of pit-pump (in-side) of leachate

Во Табела 3 се дадени споредбите од различните методи за отстранување на исцедокот од каде може да се заклучи дека најприменлив и најисплатлив е Методот на природен проток на исцедокот од депонијата.

Табела 3. Споредба на различните методи за отстранување на исцедокот
Table 3. Comparison of different methods of removing the leachate

	Трошоци за изградба / Construction costs	Оперативни трошоци / Operating costs	Одржување и контрола / Maintenance and Control
Метод на природен проток / Method of natural flow of leachate	Мали	Мали (≈=0)	Едноставно
Метод на празнење со помпа (надворешен тип) / Method of pit-pump (out of side)	Средни	Средни	Малку тешко
Метод на празнење со помпа (внатрешен тип) / Method of pit-pump (in-side)	Високи	Високи	Тешко

Слика 31. Метод на природен проток на исцедокот
(Ampang Jajar Депонија, Малезија)
Figure 31. Method of natural flow of leachate (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

Слика 32. Метод на празнење со помпа на исцедокот
(Busetsugaura депонија, Фукуока-Јапонија)
Figure 32. Method of pit-pump of leachate (Busetsugaura landfill, Fukuoka-Japan)

10.5.2. Обезбедување на капацитет на исцедокот во таложниот базен

Во аеробните услови мора да се одржува брзото отстранување на вишокот на вода од депониските слоеви. Затоа мора да има доволен капацитет во таложниот базен за да може да се контролира отстранетата вода се додека не дојде наредната фаза за нејзин понатамошен третман. Во конвенционалните анаеробни депонии каде исцедокот е задржан на површината на депонијата, контролата на исцедокот е многу помала во споредба со онаа контрола која е потребана кога се користи кај методот на полу-аеробна метода, каде е потребно брзо отстранување на вишокот на вода од депониските слоеви. Меѓутоа со брзото отстранување на водата од депониските слоеви потребно е да се прогнозира количината на исцедокот која ќе се генерира со помош на “резервоарски модел” и да се обезбеди капацитетот на третман на исцедокот и капацитетот на таложниот базен.

Во полу-аеробниот случај на депонија исцедокот кој се генерира може да се предвиди со користење на “формула на прогноза” со разгледување на рационална равенка и нејзино временско одложување, но во земјите во развој генерално не постојат доволно податоци па затоа се користи соодветен рационален метод.*
Кај санитарните депонии нивото на финално депонирање може да класифицира во 4 чекори, за користење на објекти и опрема на површината на депонијата или методи на операции на контрола и избор на метод на прогноза врз основа на нивото кое го преферираме.

Во случајот на чекорот 1 и 2, исцедокот е отстранет без користење на ниеден третман и затоа не е потребно да се изврши контрола на количината на исцедокот, но во случај кога количината на исцедокот е мала се смета дека преку задржување на исцедокот во таложниот базен (кој е доволно голем), исцедокот ќе испари. Затоа пожелно е кога ќе се пресметува капацитетот на таложниот базен за исцедокот, да се земе во предвид испарувањето.

Во случај со 3 чекор каде е воведен систем за циркулација, капацитетот на таложниот базен за контрола на исцедокот се пресметува со едноставен метод базиран на рационален израз.

Во 4 чекор или третман на исцедокот, се пресметува потребниот капацитет на исцедокот во таложниот базен користејќи го “резервоарскиот модел”.

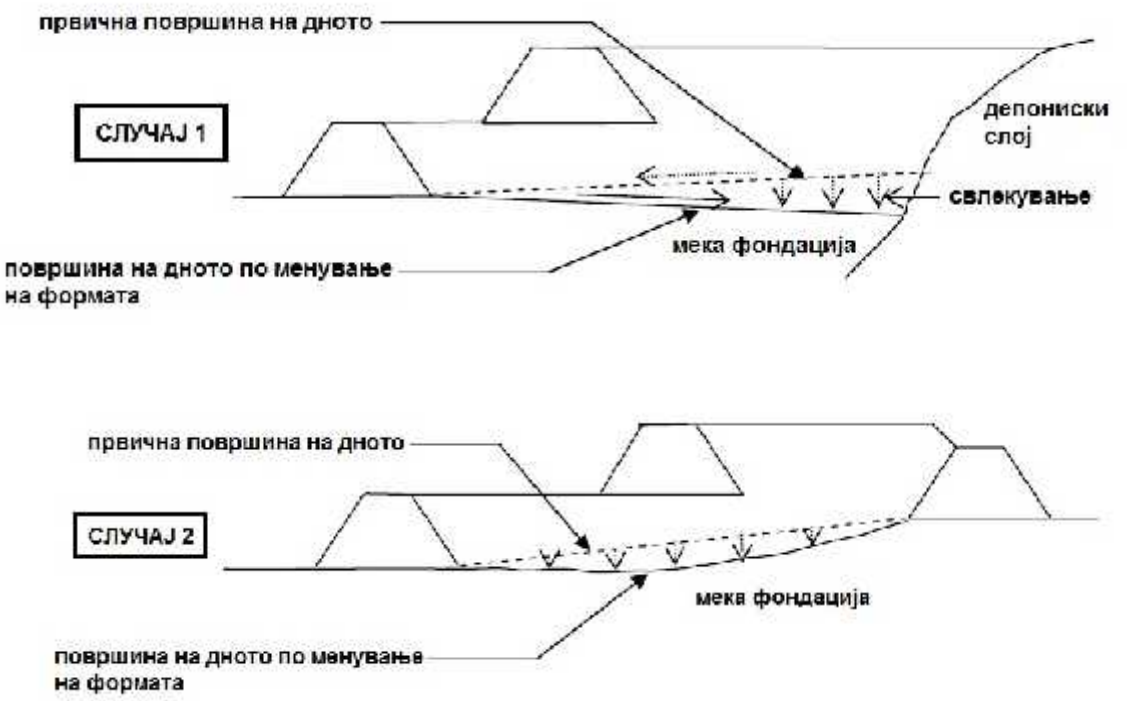
Табела 4. Чекори (нивоа) на санитарните депонии
Table 4. Steps (levels) of sanitary landfills

Методи на основни операции, објекти / Methods of basic operations, facilities	Ниво 1 / Level 1	Ниво 2 / Level 2	Ниво 3 / Level 3	Ниво 4 / Level 4
Контрола на објектот	•	•	•	•
Донесени количини на отпад	•	•	•	•
насипи		•	•	•
Тампон зона		•	•	•
Машинерија на депонијата	•	•	•	•
Дневно покривање со земја, вентилација на гасот		•	•	•
Пристап и внатрешни патишта	•	•	•	•
Систем на циркулација на исцедокот			•	•
Третман на исцедокот				•
Контролни работи				•
Подвижна ограда за спречување од ѓубре			•	•

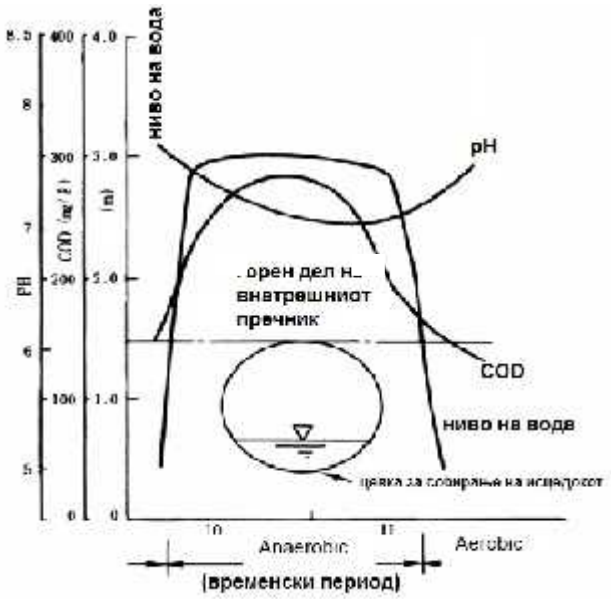
10.5.3. Капацитети за обезбедување на празнење на колектираниот исцедок

Во фаза на дизајнирањето на самата депонија треба добро да се предвиди и испланира градиентот на поставувањето на цевките за празнење на колектираниот исцедок и негово брзо празнење. Постои можност на дното на површината на депонијата дојде до деформација во зависност од обликот на површината на самата депонијата и условите на основата на самата подлога.

Додека исцедокот протекува по цевките за празнење во некои случаи реално голем дел од исцедокот се влева во поставените кршени камења кои се наоѓаат под самата цевка и исцедокот се собира во пониските делови на површината на депониското тло. Затоа е потребно добро испитување на обликот и формата на самото тло на депонијата и правилно поставување на градиентот, да има добар степен на пад и потоа да се постават цевките за колектирање на исцедокот.

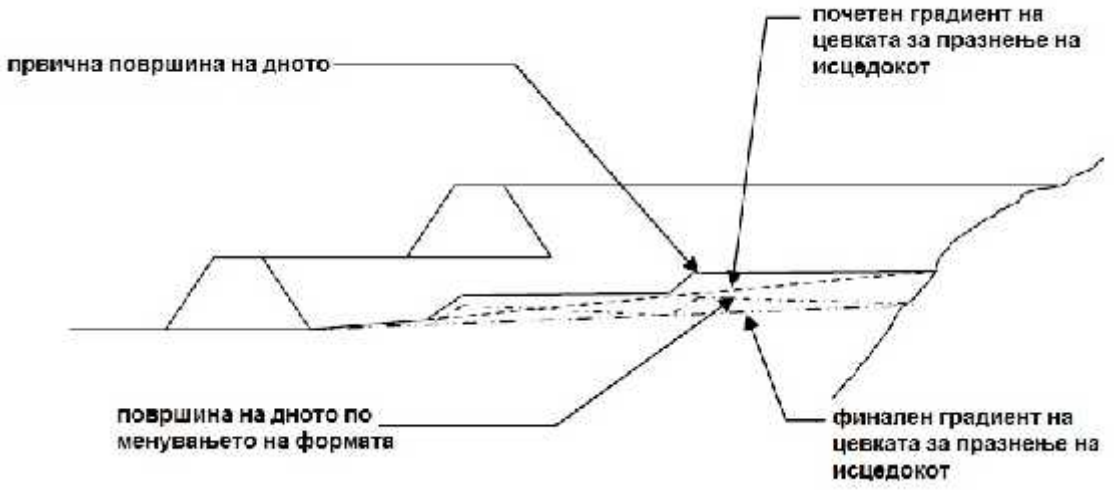


Слика 33. Дефект на градиентот на цевките за колектирање на исцедокот поради свлекување (спуштање) на основата на подлогата
Figure 33. Defect of the leachate discharge pipe gradient due to settling of foundation



Слика 34. Промена на квалитетот исцедокот со текот на временскиот период
Figure 34. Change of leachate quality with retaining time

Во случај кога исцедокот се одлева од цевката за колектирање на исцедокот и се собира во мали базенчиња поради дефектите кои можат да се појават при свлекување на основата на подлогата, воздухот престанува да циркулира, а со тоа се влошува COD ефектот и pH вредноста оди надолу и се нарушува стабилизацијата на самата депонија. Со поставувањето на градиентот мора да се земе во предвид лизгање на дното на површината. Како контра мерки, може да се превземе поставување на градиентот на дното на околу 3% со оглед на деформацијата на површината на дното. При поставувањето на цевките за колектирање на исцедокот на дното на површината на депонијата може да се смета и на поставување на стрмен градиент приближно од 3-6%, а со тоа и да се спречи промената на обликот на дното на површината на депонијата.

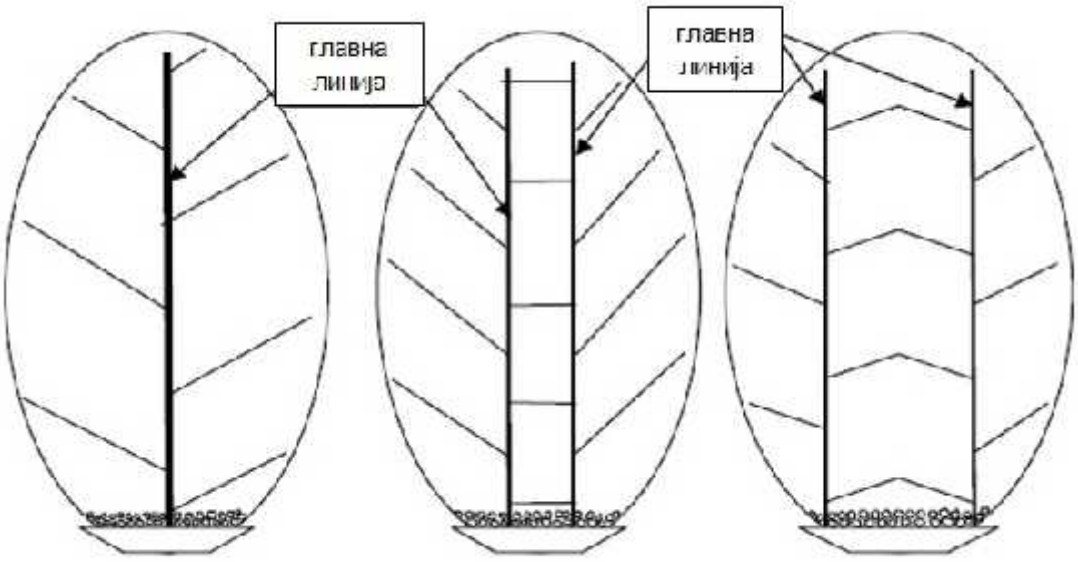


Слика 35. Контра мерки за свлекувањето на површината на дното
Figure 35. Countermeasure for settling of foundation

10.5.4. Потребен пречник и пресек на цевките за колектирање на исцедокот

Инсталирањето на цевките за колектирање на исцедокот се поставуваат соодветно на површината на дното на депонијата за да може брзо и ефикасно да дојде до испуштање на исцедокот, а исто така и нормален протокот на свеж воздух преку природна конвекција и на тој начин доваѓа до аеробно распаѓање во депониските слоеви. Поради ова неопходно е да се обезбеди доволен дијаметар на цевката за собирање на исцедокот овозможувајќи циркулација на воздух во самата депонија. Дијаметарот на главната цевка за колектирање на исцедокот во депонијата се препорачува да биде барем 600mm, но со цел да се постигне ефектот на полу-аеробна депонија треба да биде минимум до 450mm. Со стартот на депонијата со работа, одржувањето и контролата не е лесно бидејќи цевките за колектирањето на исцедокот се поставени на дното на депонијата. Како пречка за прилив на воздух во цевките за колектирање на исцедокот може да дојде со задржување на исцедокот во внатрешноста на цевките или со собирање на

нечиста вода и создавање на талог во долниот дел на цевките, а тоа може да зафаќа голем дел од пречникот на цевката и може да дојде до затнување. Сите овие нешта е тешко да се проценат однапред во фазата на дизајнирање на депонијата. Затоа од искуствата во овој тип на полу-аеробната метода пожелно е да се користи најмалку 600mm дијаметар на цевките за колектирање на исцедокот.



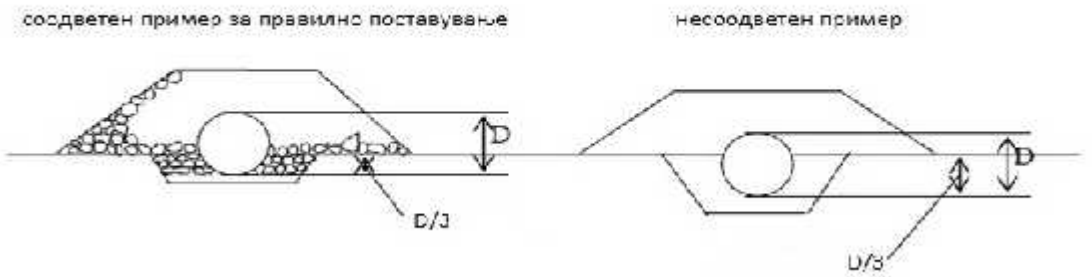
Слика 36. Различни модели за поставување на цевките за колектирање на исцедокот
Figure 36. Different models for installation of leachate collecting pipes

Слика 37. Модел за поставување на цевките за колектирање на исцедокот (Busetsugaura депонија, Фукуока-Јапонија)
Figure 37. Placement example of leachate collection discharge pipes (Busetsugaura landfill, Fukuoka-Japan)

Слика 38. Модел за поставување на цевките за колектирање на исцедокот (Nakata депонија, Фукуока-Јапонија)
Figure 38. Placement example of leachate collection discharge pipes (Nakata landfill, Fukuoka-Japan)

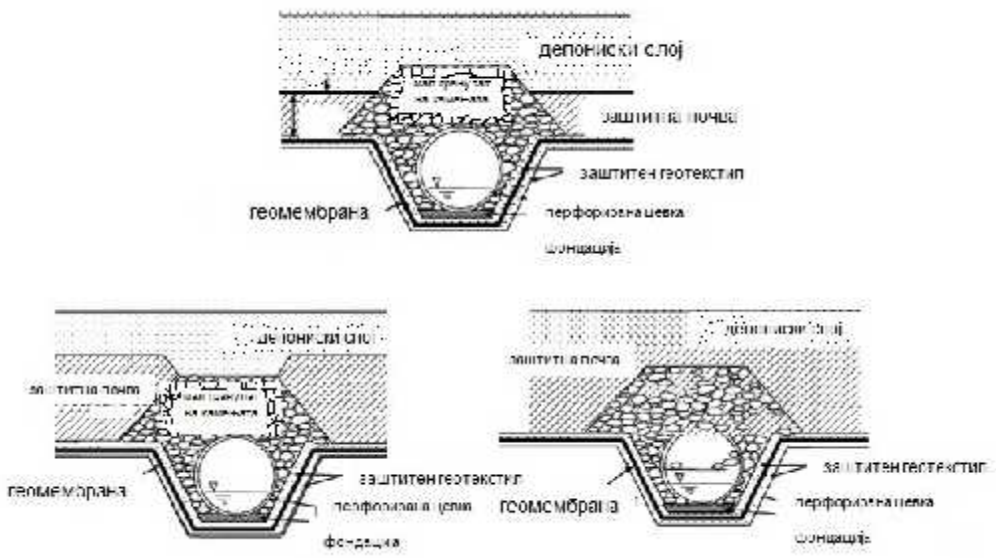
10.5.5. Висина за поставување на цевките за колектирање на исцедокот и материјал за нивно покривање

Со цел да циркулира свеж воздух во цевките за колектирање на исцедокот во депониските слоеви, уште при дизајнирањето на депонијата неопходно е да се обезбеди доволен непречен проток на воздух со тоа што цевките не треба да се постават повеќе од 1/3 под нивото на самата подлога. Доколку цевките бидат поставени подлабоко во ископаните ровови во случај кога исцедокот е задржан може да дојде до затнување и протокот на воздух да биде целосно блокиран.



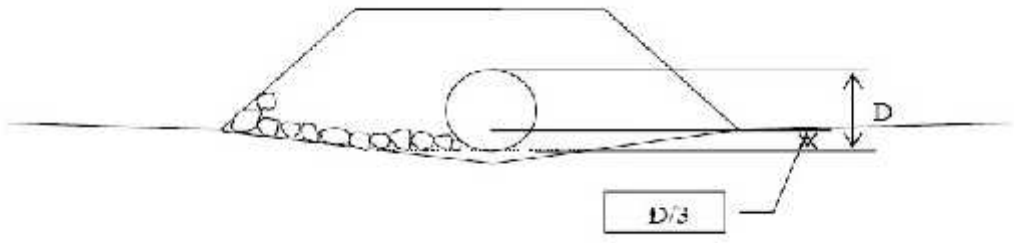
Слика 39. Примери за поставување на цевките за колектирање на исцедокот
Figure 39. Placement examples of leachate collection discharge pipes

Слика 40. Добар пример за поставување на цевките за колектирање на исцедокот и пример за поставување на главната цевка во која се колектира исцедокот
Figure 40. Good example of leachate collection facilities and good example of main leachate collection pipe

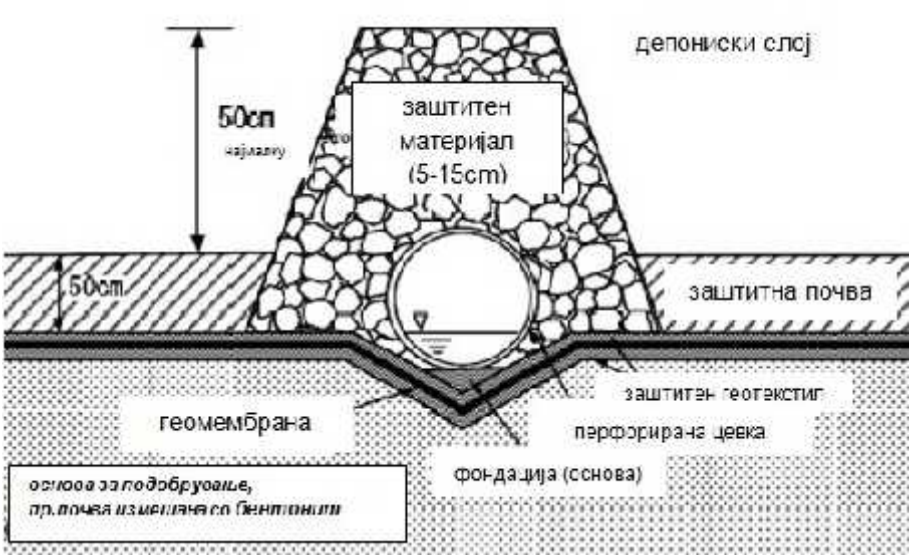


Слика 41. Лош пример за поставување на главната цевка во која се колектира исцедокот
Figure 41. Bad example of main leachate collection pipe

Како метод кој се користи за да се обезбеди потребната висина на цевката за собирање на исцедокот, може да се земе во предвид и користење на подобрена структура со употреба на смеса (Бентонит - вид светла и ситнозрнеста глина што има својство многу да набабрува во вода и притоа да го зголемува својот волумен се употребува како емулгатор и стабилизатор во емулзии) за потполнување која претставува подобра врска како што е прикажано на сл.42 и сл.43



Слика 42. Добар пример за поставување на главната цевка во која се колектира исцедокот
Figure 42. Improvement example for placement of water seepage collection discharge pipe

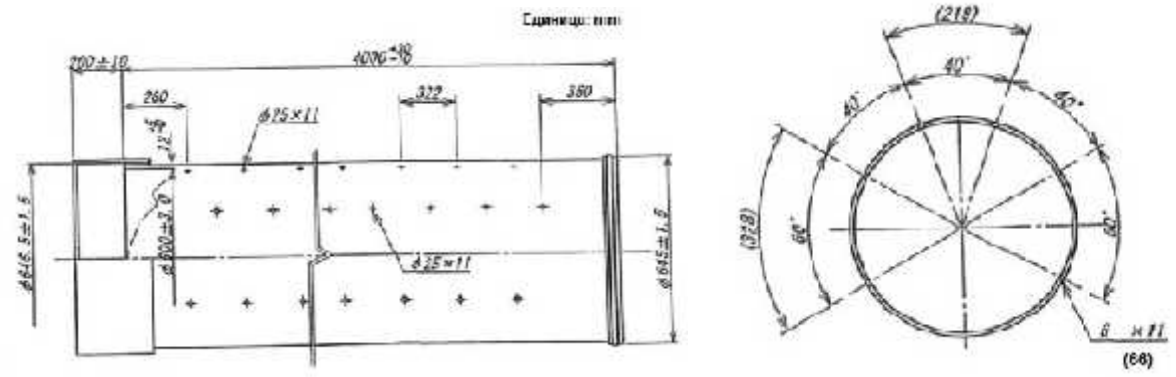


Слика 43. Добар пример за поставување на главната цевка во која се колектира исцедокот

Figure 43. Improvement example for placement of water seepage collection discharge pipe

10.5.6. Поставување на перфорирани области на цевките за колектирање на исцедокот

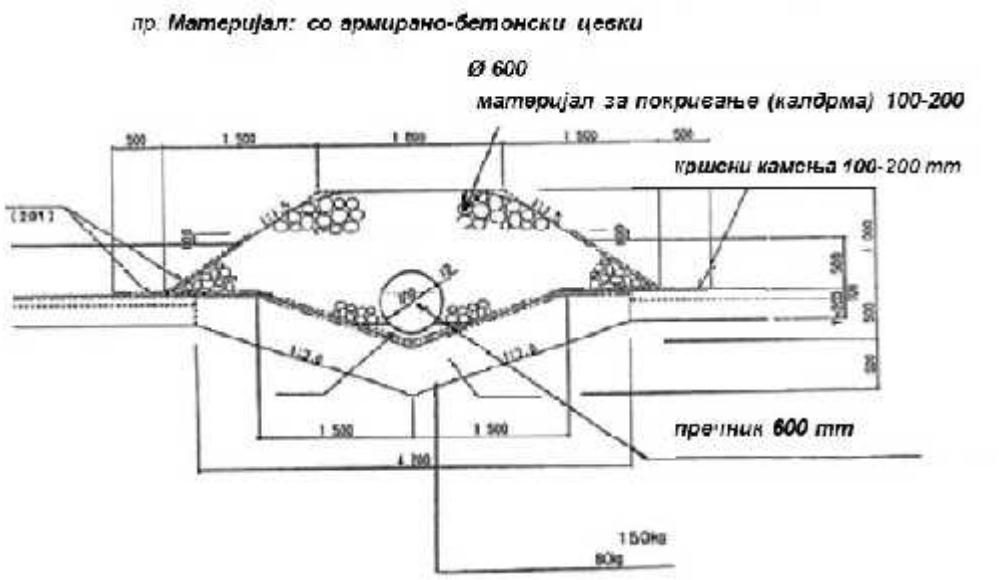
Уште во фаза на дизајнирањето треба да биде предвидено соодветното поставување на перфорираните конфигурации за нормално да се движи протокот на воздух кој треба да циркулира низ депониските слоеви преку овие отвори од перфорираната цевка, а воедно и за нормално колектирање на исцедокот.



Слика 44. Перфорации во главната цевка за колектирање на исцедокот
Figure 44. Perforations in leachate collection discharge pipes (Main line)

Според сите контрамерки кои ќе се применат со поставувањето на перфорациите на цевките за собирање на исцедокот во депонијата, има помали шанси за блокирање на овие перфорации со тиња, каменчиња и др.

Слика 45. Соодветен пример за поставување на перфорациите на цевките со цел да не бидат блокирани или затнати отворите (Kahrizak депонија, Техеран-Иран)
Figure 45. Suitable placement example for ensuring perforation areas stay open (Kahrizak Landfill, Tehran-Iran)



Слика 46. Дијаграм (пресек) на цевката за колектирање на исцедокот[9]
Figure 46. Leachate collection discharge pipe standard cross section diagram

10.5.7. Заштита на цевките за колектирање на исцедокот

Цевките за колектирање на исцедокот имаат важна улога во полу-аеробниот тип на депонија и затоа е важно нивното правилно поставување, бидејќи со отпочнувањето во функција на депонијата оваа опрема не може да се одржува или поправа. Тоа треба да биде така дизајнирано да не дојде до никакво оштетување или кршење на цевките од притисокот предизвикан од депонираниот отпад во самата депонија, но исто така потребна е и нивна добра заштита додека е во фаза на изградба.

[9] Matsufuji, Kouji, (2007) - Caution for Application of "Fukuoka Method" (Semi-Aerobic Landfill Technology), Prepared by Japanese International Cooperation Agency - Kyushu International Center (page35)

Слика 47. Мерки на заштита со челични плочи
Figure 47. Measures of protection with steel plates

10.5.8. Одржувањето на цевките за колектирање на исцедокот

Цевките за колектирање на исцедокот мора да бидат заштитени за да не се спречи намалувањето на функцијата на самите цевки во текот на работењето на депонијата. Во полу-аеробниот модел на депонија цевките за колектирање на исцедокот на дното на депонијата и вентилационите цевки за воздух имаат многу важна функција да се одржи аеробната структура во самата депонија. Посебно цевките за колектирање на исцедокот имаат најважна улога во функционирањето на овој тип на депонија. Сите оштетувања или блокирање на цевките мора да бидат целосно избегнати бидејќи доколку се намали нивната функција може да дојде до нарушување на функционирањето на целиот процес. Потребно е да се земе во предвид материјалот кој се депонира близу до цевките за собирање на исцедокот бидејќи малите ситни честички со земја и отпадниот материјал може да дојде до затнување на цевките, а со тоа и до нарушување на целокупниот процес. Особено кога првиот слој е потрупан со земја за покривката и со честички од отпадот кои потоа со водата од врнежите можат да допринесат до затнување на поставениот дренажен материјал. Исто така кај поставениот дренажен материјал

може да дојде до затнување и од нерастворливите материи кои ги има во исцедокот, а кои настануваат од распаѓањето на отпадот во самата депонија.

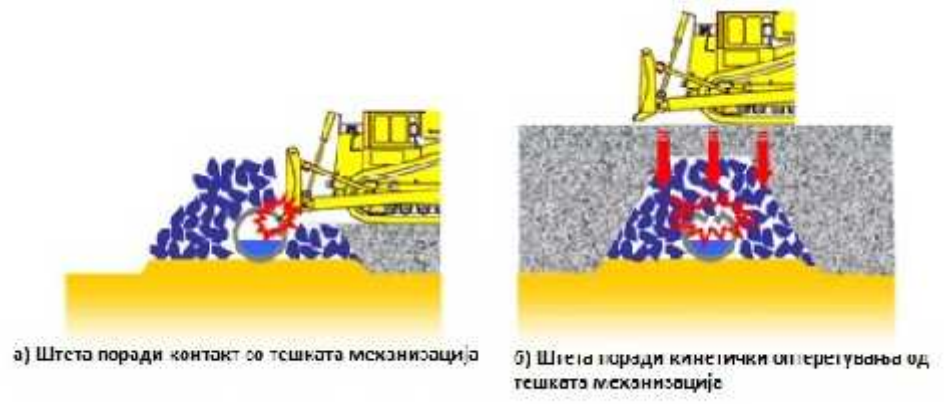
Слика 48. Недостатоци кои се јавуваат со затнување на цевките за колектирање на исцедокот
Figure 48. Plugging of leachate collection discharge pipes

Функцијата на цевките за колектирање на исцедокот мора да се одржуваат подолг временски период односно до самото затворање на депонијата, што значи треба да се внимава да не дојде до затнување на дренажните слоеви.

Метод каде може да се избегне затнувањето на дренажните слоеви и лесно продирање на честичките е со депонирање на цврсти и нерастворливи материјали како што се отпаден градежен материјал или делови од бетон, наместо да се полни со кабаст отпаден материјал.

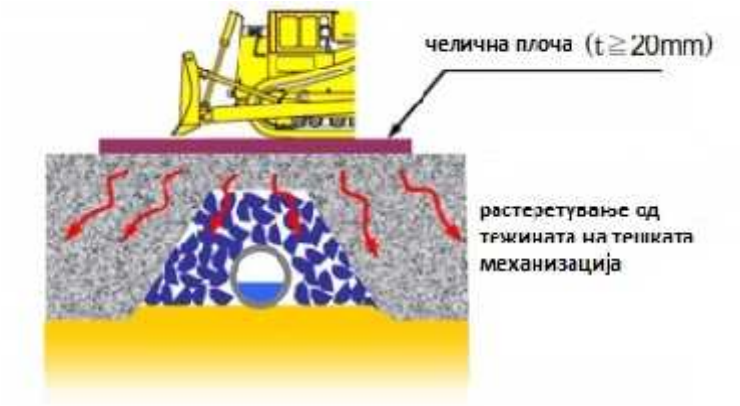
10.5.9. Депониски метод со кој не доваѓа до кршење на депониските цевки за колетирање на исцедокот

Депониските цевки за колектирање на исцедокот се поставени на дното на депониското тло и мора да бидат дизајнирани и поставени за да можат да ја издржат тежината на отпадот од депониските слоеви до висината која е планирана. На почетокот кога дебелината на депонираниот материјал е помал од 3 метри цевките директно добиваат кинетичка сила од транспортните возила и тешките машини (компактори) кои се движат по површината на депонијата, со што може да дојде до оштетување на цевките за собирање на исцедокот и да дојде до настанување на штета. Во случај ако дојде до оштетување на цевките за колектирање на исцедокот доваѓа до собирање на исцедокот и попречување на протокот на исцедокот и снабдувањето со воздух. Затоа во раната фаза на депонијата кога депонираниот материјал е помал од 3 метри мора да се преземат соодветни мерки со што не би дошло до штета и до уништување на цевките. При транспортот и при возењето на тешката механизација на површината на депонијата мора да има поставено челична плоча со дебелина до 20mm или пак да има оставено простор заполнет до 1 метар каде што ќе се движи механизацијата со што не би дошло до уништување на цевките.



Слика 49. Штета на цевките за колектирање на исцедокот од почетните слоеви на депонијата

Figure 49. Damage of leachate collection discharge pipes of the initial layers of landfill



Слика 50. Мерка за заштита на цевките за колектирање на исцедокот од почетните слоеви на депонијата
Figure 50. Measure to protect leachate collection pipe in case of thin first waste layer

10.5.10. Инсталација на цевките за циркулирање на воздухот

Во полу-аеробниот модел на депонија се промовира распаѓањето на органскиот материјал внатре во депониските слоеви со воведување на свеж воздух во самите депониски слоеви. Во овој метод неопходно е да се овозможи аеробна средина во депониските слоеви т.е. неопходно е да се постават цевки за вентилација на воздухот на целата површина на депонијата во соодветни интервали. За нивно поставување можат да се користат материјали кои можат да се добијат локално. Во случаи кога во депониските слоеви има депонирано многу органски материјал, неопходно е да има и доволни количини на проток на воздух за да се одржат услови за аеробно распаѓање бидејќи со недоволни количини на проток на воздух во самите депониски слоеви може да дојде до анаеробни услови. Со цел непречено да се воведе свеж воздух во депониските слоеви во овој случај цевките за проток на воздух мора да бидат поставени на секои 10-15 метри раздалеченост.

Страничните цевки служат за вентилација на воздухот и се поставени по должината на наклонот на депонијата. Тие се поврзани со главната цевка за

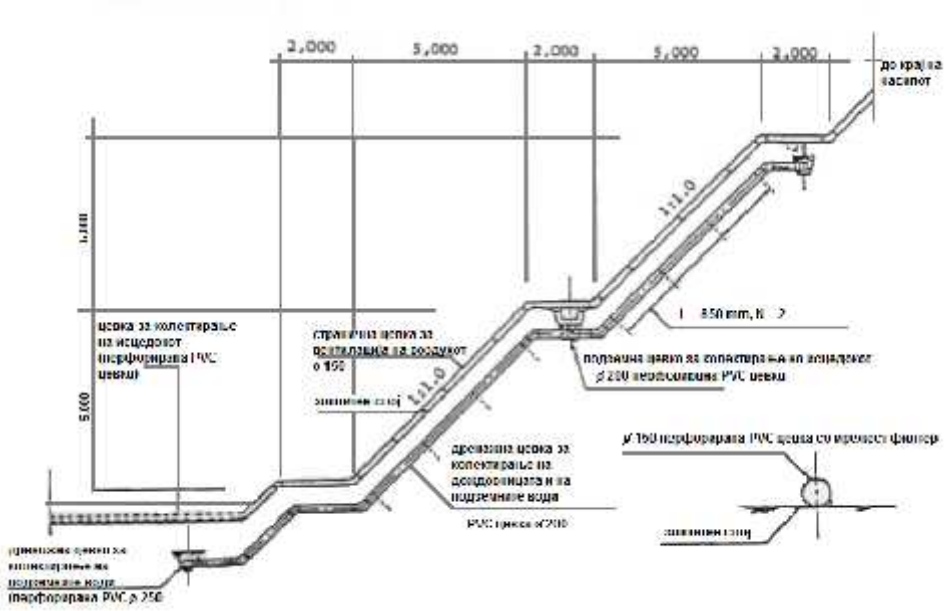
колетирање на исцедокот на дното на депонијата преку која исто така циркулира воздух.

Вертикалните цевки исто како и страничните служат за вентилација на воздухот и се поврзани со цевките за колектирање на исцедокот на дното на депонијата. Тие се надградуваат вертикално со текот на депонирањето на отпадот на депонијата.

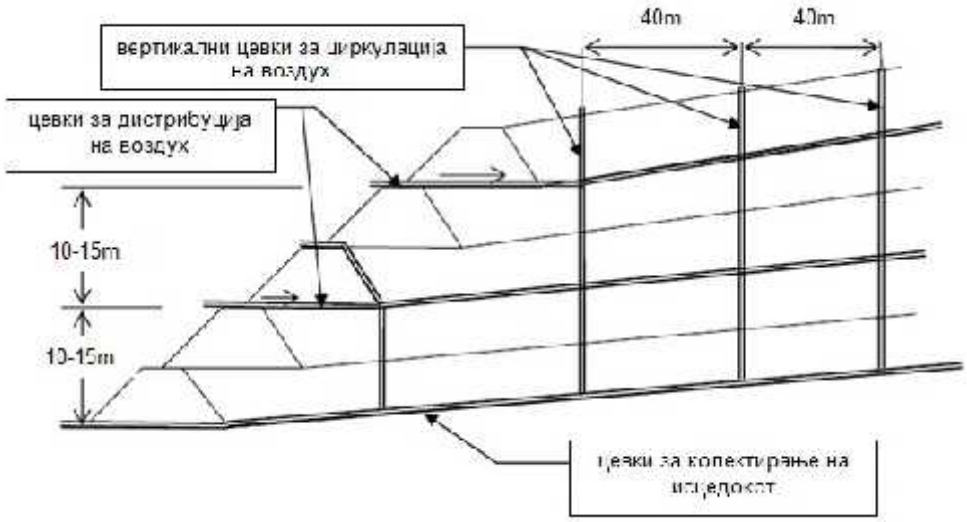
Улогата и целта на страничните и вертикално поставените цевки за вентилација на воздухот е:

- ✓ Потиснување на генерираниот метан CH4 преку проширување на аеробната област во депонијата;
- ✓ Брзото отстранување на исцедокот; и
- ✓ Циркулација на воздухот.

Слика 51. Пример за поставување на страничните цевки за вентилација на воздухот (Nakata Депонија, Фукуока-Јапонија)
Figure 51. Installation example of inclined gas venting pipes (Nakata Landfill, Fukuoka-Japan)



Слика 52. Структура на страничните цевки за вентилација на воздухот[10]
Figure 52. Structure of inclined gas venting pipes

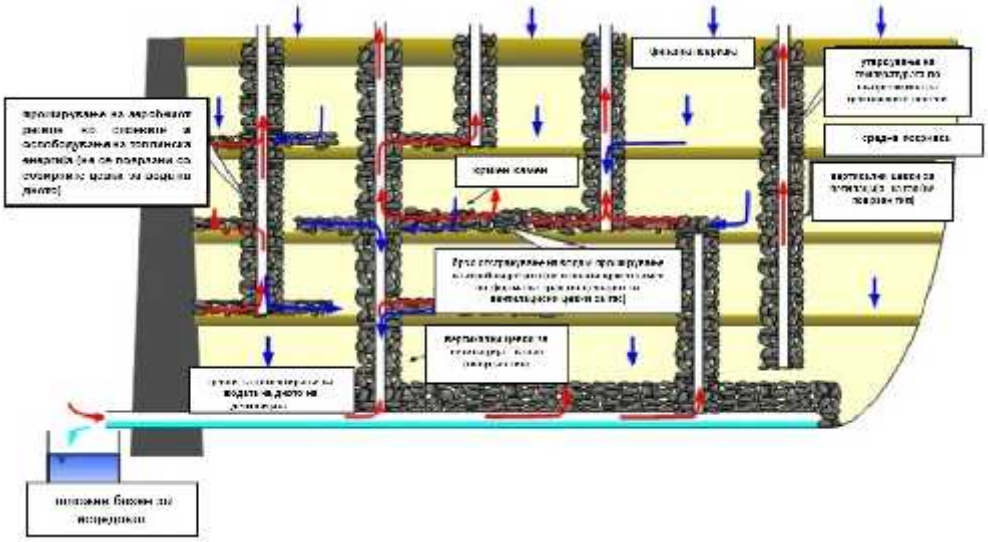


Слика 53. Примена на цевките за дистрибуција на воздух во случај кога висината на депониските слоеви е висока
Figure 53. Illustration of application of air introduction pipes in the case that the landfill height is high

[10] "A Road to Sanitary Landfill Vol.2" - "Structure and Caracteristics of Technical Guideline on Sanitary Landfill" In cooperation with: Fukuoka University, Fukuoka City Environment Fondation, Japan Publisher: Fukuoka City Environment Fondation, Japan, 1988-1990 (page141)

Во полу-аеробниот модел на депонија во рамните депонии се препорачува цевките за вентилација на воздухот да бидат поставени на секои 20 - 40 метри. Ако дебелината на депонискиот слој е помала од 10 метри тогаш се препорачува интервалот на поставување на цевките да биде 40 метри, ако дебелината на депонискиот слој е од 10 - 20 метри се користи интервал од 30 метри или пак ако е повеќе се користи интервал од 20 метри. Користејќи интервал на поставување на цевките за вентилација на воздухот помал од 20 метри овозможува зголемување на аеробното распаѓање, но ако цевките го попречуваат работењето на депонијата ова не може да се препорача и затоа интервалот на поставување може да се прошири на околу 40 метри.

Слика 54. Пример за поставување на вертикалните цевки за вентилација на воздухот (Лево: Kahrizak Депонија, Техеран Иран, Десно: Nakata Депонија, Фукуока-Јапонија)
Figure 54. Installation example of vertical gas venting pipes (Left: Kahrizak Landfill, Tehran, Iran, Right: Nakata Landfill Fukuoka, Japan)

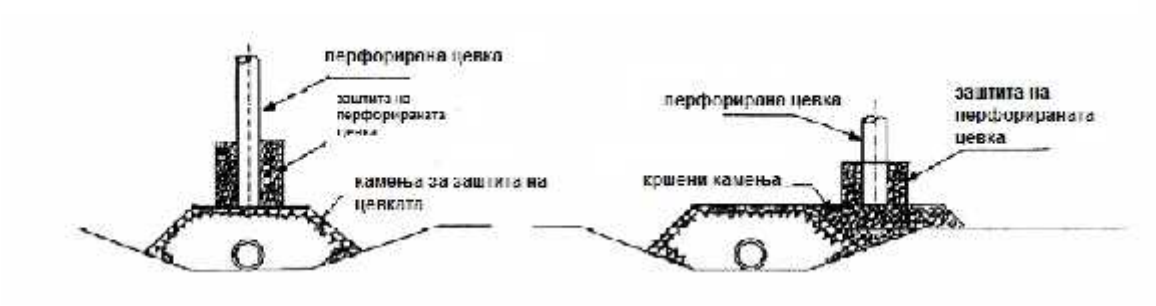


Слика 55. Дијаграм на цевките за вентилација на воздухот[11]
Figure 55. Diagram of gas venting pipes

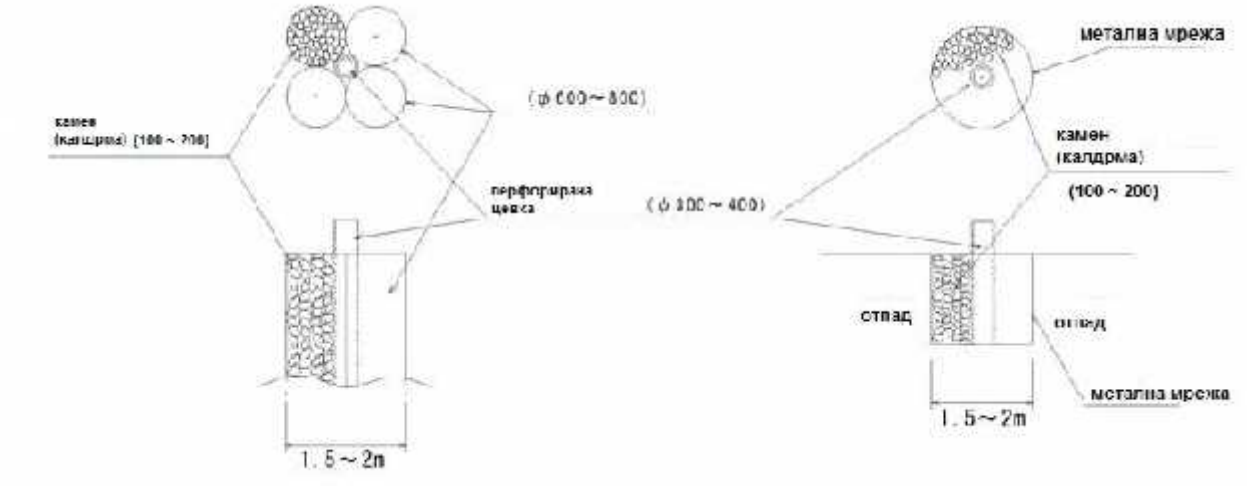
10.5.11. Заштита на вертикалните цевки за вентилација на воздухот

Во полу-аеробниот модел на депонија се промовира распаѓањето на органскиот материјал во депониските слоеви со воведување на воздух, но тоа не може да се постигне само со инсталација од цевките за колектирање на исцедокот. Празнењето на загреаниот гас од депониските слоеви загреан од расградувањето на органските материи преку вертикалните цевки за вентилација на воздухот повлекува свеж воздух преку отворите за празнење на исцедокот врз основа на конвекција. Заштитата на вертикалните цевки за вентилација на воздухот мора да бидат јасно прикажани на цртежите за време на фазата на дизајнирањето.

[11] Matsufuji, Kouji, (2007) - Caution for Application of "Fukuoka Method" (Semi-Aerobic Landfill Technology), Prepared by Japanese International Cooperation Agency - Kyushu International Center (page61)



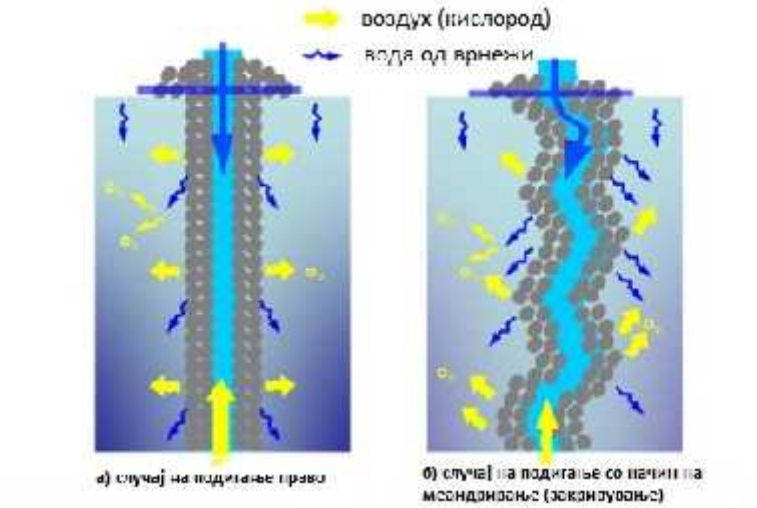
Слика 56. Структура на вертикалните цевки за вентилација на воздухот
Figure 56. Structure of gas venting pipes



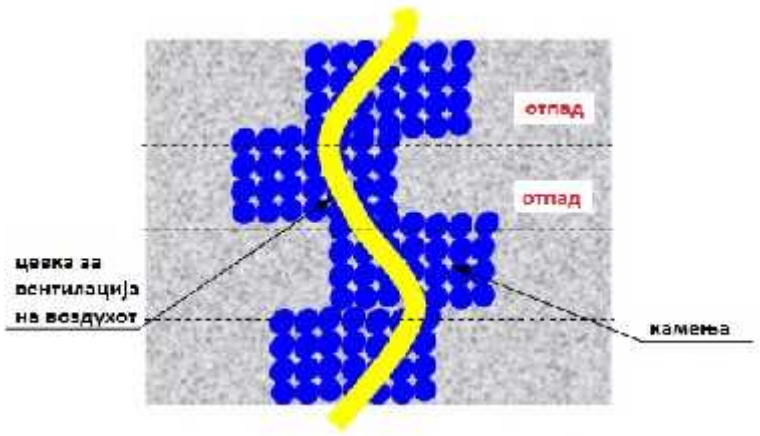
Слика 57. Стандардни димензии за поставување на вертикалната цевка за вентилација на воздухот
Figure 57. Gas venting pipe production standard dimensions

10.5.12. Одржување на вертикалните цевки за вентилација на воздухот

Вертикалните цевки за вентилација на воздухот се важна структура за снабдување со воздух (кислород) на депониските слоеви во депонијата. Постојат методи за инсталација и за заштита на истите со кои ќе се овозможи непречен проток на кислород во депониските слоеви и побрзо распаѓање на органските материи. Цевките за вентилација може да се постават на соодветни локации со подигање право и со подигање со закривување со што истите ќе бидат поврзани со цевката за колектирање на исцедокот и заедно ќе бидат во функција. Пожелно е цевките за вентилација да се постават на хоризонтална раздалеченост од 20m со пречник на цевката од 10cm и истите да бидат покриени и пополнети со кршени камења како материјал за филтрирање во пречник најмалку од 1m и висина до 50cm. Со зголемувањето на висината на депонискиот слој се поставуваат исти цевки во висина и со исти дијаметар. Вертикалните цевки секогаш не се подигаат во права вертикална линија туку можат да бидат и со закривувања па така оваа конфигурација овозможува и подолго задржување на воздухот и водата од врнежите.



Слика 58. Снабдување на кислород преку цевките за вентилација
Figure 58. Supply of oxygen through the gas venting facilities



Слика 59. Поставување на цевките за вентилација во случај на подигнување со меандрирање (закривување)
Figure 59. Implementation example of raising in a meandering manner

10.5.13. Заштита на вертикалните цевки за вентилација

При депонирањето на отпадот вертикалните цевки за вентилација морат да бидат заштитени бидејќи можат да се оптоварени од депонираниот материјал, срушени, скршени, затрупани од тешката механизација и да не ја имаат својата функција. Со почетокот на депонирањето на депонијата уште во првиот депониски слој (висина до 3m) мора да се води сметка да не дојде до притисок од депонираниот материјал од едната или од другата страна на самата цевка или пак да се оштети од контакт со тешката механизација. Доколку дојде до овие несакани последици може да дојде до оштетување, зарушување или потрупување на цевката а со тоа да дојде и до прекин на доток на кислород а со тоа и прекин на аеробна средина во депониските слоеви.

Слика 60. Лоши примери за функционирањето на цевките за вентилација (кога отпадот е пренатрупан и кога цевката е закопана)
Figure 60. Bad examples for the operation of ventilation pipes (when waste is crowded and when pipe is buried)

Да не дојде до несакана појава на оштетување, зарушување или потрупување на цевката за вентилација на воздухот се користат повеќе типови на конструкција на поставување на вертикалните цевки и нивна заштита.

Тоа се:

- тип со двојно вкрстување (метални шипки се поставуваат вкрстено)
- тип со челична мрежа (метална конструкција обвиткана со челична мрежа)
- габионски тип (обвиткани со челична мрежа)
- тип со отпадни гуми (поставени отпадни гуми една врз друга)

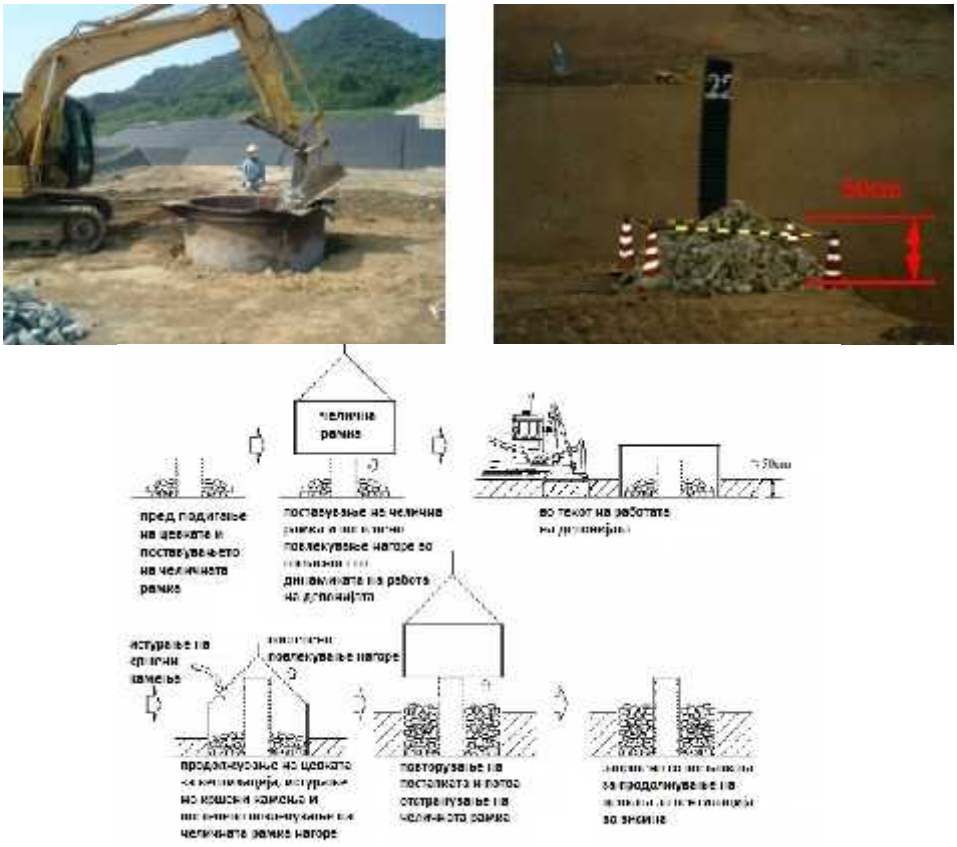
Во сите овие типови на заштита во внатрешниот дел помеѓу цевката за вентилација и заштитата се посипува со кршени камења како материјал за филтрирање. Тие се поставуваат на висина до 50cm од поставената цевка за вентилација на воздухот.

Слика 61. Типови на конструкција на поставување на вертикалните цевки за вентилација

Figure 61. Types of construction of vertical ventilation pipes

10.5.14. Пост активности по поставувањето на вертикалните цевки за вентилација

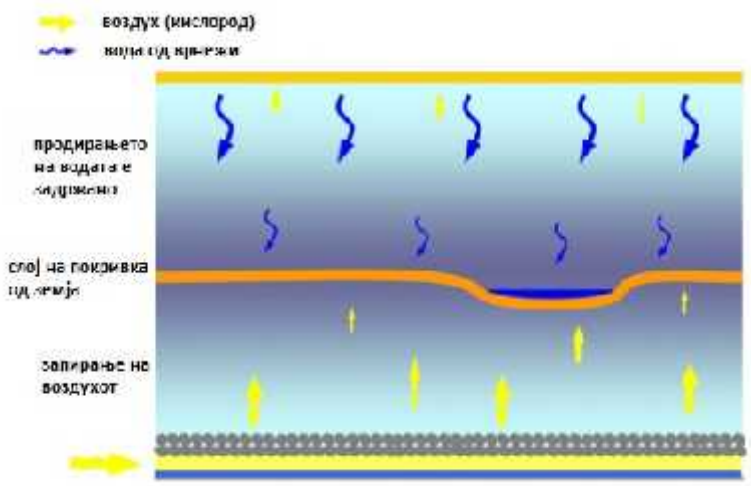
За продолжување на цевката за вентилација во висина за наредниот депониски слој се продолжува со иста перфорирана цевка, се користи поставување на челична рамка која потоа се заполнува со кршени камења и постепено се подига челичната рамка нагоре во согласност со динамиката на работата на депонијата. Постапката се повторува додека се подигне структурата и потоа се отстранува челичната рамка. Додека се работи на поставување на челичната рамка не треба да се заборави мерењето на концентрацијата на кислород пред и за време на работата и да се преземат контра мерки поради недостаток на кислород како и присуство на отровни гасови.



Слика 62. Пост активности за подигање на вертикалните цевки за вентилација (Nakata Депонија, Фукуока-Јапонија)
Figure 62. Post construction type gas venting facility (Nakata Landfill, Fukuoka-Japan)

10.5.15. Одржување на аеробни услови во депониските слоеви на депонијата

Во депониските слоеви мора да се одржуваат аеробните услови до најголем можен степен со што ќе се промовира распаѓањето на отпадот со помош на аеробни микроорганизми со цел да се подобрува квалитетот на исцедокот и гасот што се создава. Во случаи кога депонискиот слој е помал или поголем од 20m со повеќе разградливи органски материи се применуваат посебни методи и операции на самата депонија. Доколку материјалот за покривка е со низок степен на пропустливост како што е глината може да дојде до застој на исцедокот на покривниот слој и дотокот на воздух да биде сопрен. Материјалот за покривка на депониските слоеви мора да биде со поголем коефициент на пропустливост со што би имало поголем доток на воздух во депонискиот слој и подобар проток на исцедокот а со тоа да има и аеробна средина.



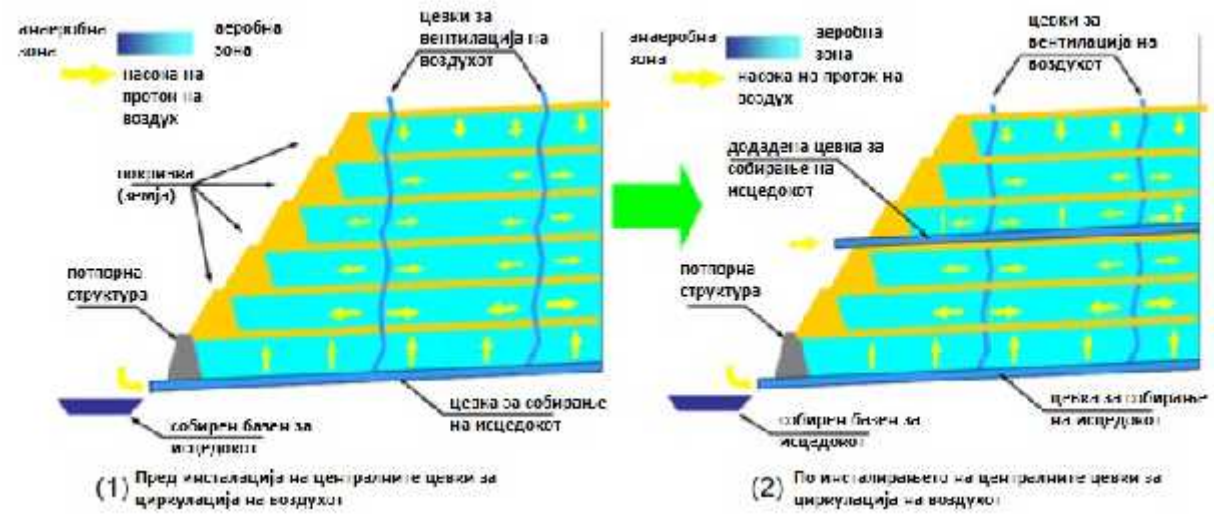
Слика 63. Лош ефект од материјалот за покривка на почва со помал коефициент на пропустливост
Figure 63. Bad effect of material covering the soil with a lower coefficient of permeability

Кога секојдневното покривање со почва на депонискиот слој е со глина или со материјал со низок коефициент на пропустливост може да дојде до запирање и собирање на исцедокот на површината на депонискиот слој. Доколку се случи ова доаѓа до проширување на анаеробната зона во депонискиот слој и со тоа се попречува напредокот на распаѓањето на отпадот. Со цел да се спречи ова пожелно е како покривка да се користи материјал со поголем коефициент на пропустливост (чакал, песоклива почва) или пак да се ископа ров во депонискиот слој пред да се почне со пополнување на наредниот слој за да се извади задржаниот исцедок (отпадните води) и да се одвива нормално протокот на воздух од тој депониски слој.

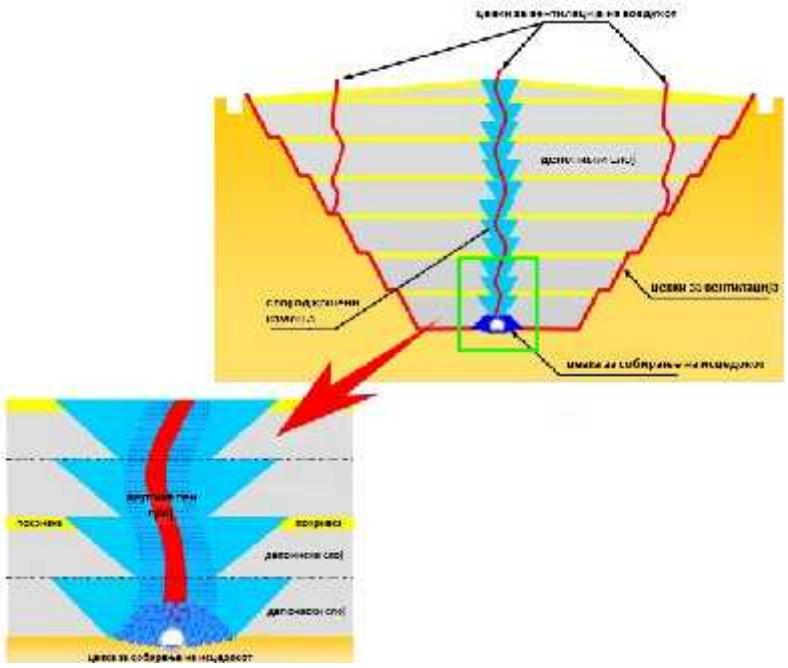
Слика 64. Ров за вадење на отпадните води и за нормален проток на воздух од депонискиот слој (Кина:Weifang, Shandong Провинција)
Figure 64. Trench extraction wastewater for the normal flow of air from the landfill layer (China: City of Weifang, Shandong Province)

Снабдувањето со воздух се одвива преку: Цевките за собирање на исцедокот, цевките за вентилација на воздухот и материјалот за покривка на депониските слоеви. Анаеробната област може да се прошири на места кои се по оддалечени од системот на вентилација, а исто така и од зависност на типот на отпадот во депонискиот слој.

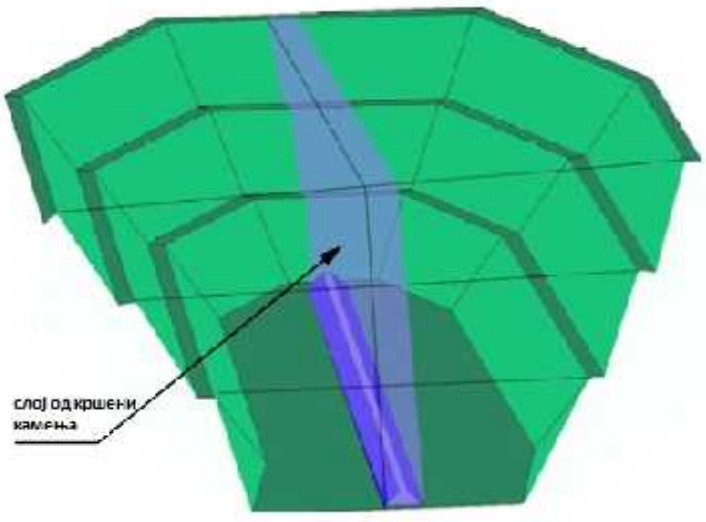
Во тие области има можност за навлегување и собирање на исцедокот или истиот да се собира на покривката од депонискиот слој, а со тоа се проширува анаеробната област, а воедно се влошува и квалитетот на исцедокот. Во ископаниот ров (со најмалку ширина од 1 метар) во депонискиот слој се поставува цевка за довод на воздух и за собирање на исцедокот и се пополнува со кршен камен преку кој ќе се вентилира депонискиот слој. Ова се применува кога депонискиот слој е подебел од 20m. Снабдувањето со воздух (кислород) на депониските слоеви е најважен елемент за одржување на аеробната средина.



Слика 65. Аеробни и анаеробни области во полу-аеробната метода
Figure 65. Aerobic and anaerobic areas in semi-aerobic method



Слика 66. Пресек на слој од кршени камења
Figure 66. Cross-section of a layer of crushed stones



Слика 67. Дијаграм на вертикален слој од кршени камења[12]
Figure 67. Diagram of a vertical layer of broken stones

[12] Matsufuji, Kouji, (2007) - Caution for Application of "Fukuoka Method" (Semi-Aerobic Landfill Technology), Prepared by Japanese International Cooperation Agency - Kyushu International Center (page58)

10.6. Објект за третман на исцедокот во полу-аеробната санитарна депонија

Депонијата сама по себе е објект за третман ако се земе во предвид дека цврстиот отпад е во процес на распаѓање и стабилизација. Биолошки, физички и хемиски промени се случуваат во депониските слоеви и играат важна улога во овој процес.

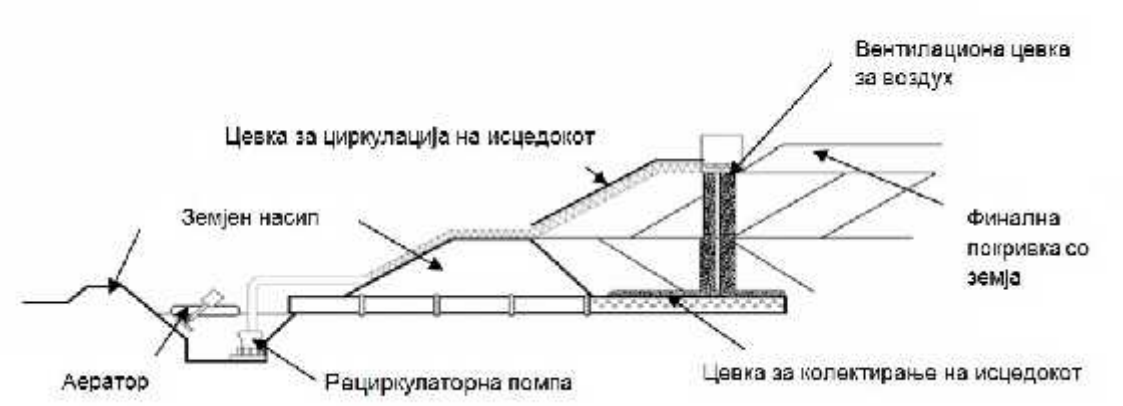
Објектот за третман на исцедокот мора да биде дизајниран по сите стандарди и истиот да биде приспособен да го третира приливот на исцедокот пред да биде испуштен. Целта и функцијата на објектот за третман на исцедокот е да го прочисти исцедокот со тоа што нема да ги загади околните водни тела (реки, езера, акумулации) или подземните води, а со тоа да не дојде до загадување на животната средина.

Покрај потребниот капацитет за третман на исцедокот целиот систем го сочинуваат цевките и објектот за собирање на исцедокот, објектите за контрола и системот на дренажните канали и цевки. Објектот за третман на исцедокот треба внимателно да се одржува и контролира. Додека пак објектите за контрола на исцедокот можат да бидат во форма на брана, базен, ров или јама и истите структури треба да бидат способни да го издржат притисокот на водата.

10.6.1. Циркулацијата на исцедокот

Ако воведувањето на опрема за третман на исцедокот е тешко од финансиска гледна точка тогаш е пожелно употреба на циркулација на исцедокот. Во депониските слоеви со повторното користење на исцедокот односно со самата циркулација на исцедокот се добива ефект на прочистување на исцедокот и се намалува количината на исцедокот. Употребата на овој метод е ефикасен за

подобрување на заштитата на животната средина. Исто така, во случај кога воведувањето на опрема за третман на исцедокот е изводливо, се намалува товарот на третман на филтратот, но циркулацијата на исцедокот бара потреба од пумпа за враќање на исцедокот на површината на депонијата.

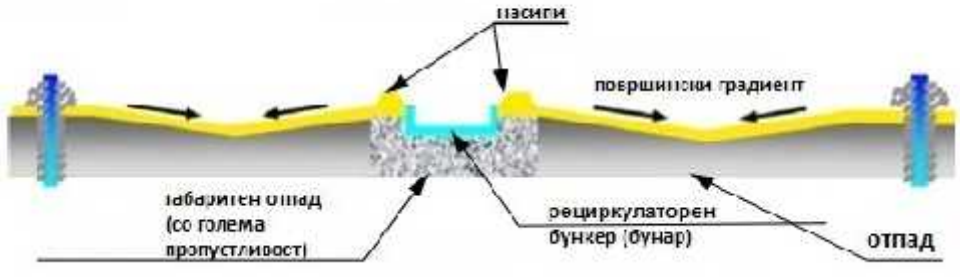


Слика 68. Рециркулаторен полу-аеробен систем за третман на исцедокот со аератор
Figure 68. Recirculation semi-aerobic landfill system with aerator

Со собирањето на исцедокот преку цевките за собирање на исцедокот од депониските слоеви во собирното базенче и со неговото кружно циркулирање може да се подобри квалитетот на исцедокот. За подобрување на квалитетот на исцедокот при кружното циркулирање треба да се води сметка колкав ќе биде капацитетот за третман на исцедокот. Кога капацитетот за третман е со помал обем или не е во совршена состојба треба да се води сметка за негово нормално функционирање со тоа што претходно ќе се разгледа локацијата и висината на депонијата, големината на цевките за колектирањето на исцедокот, големината и капацитетот на собирниот базен и количеството на врнежи на годишно ниво во таа област.

Се поставува кршен камен на дното на рецилкулаторскиот бункер (бунар) и се врши испумпување на исцедокот со помош на пумпа. Мерки кои можат да се преземат како превенција од врнежите се:

- ✓ конструкција од насипи околу рецилкулаторскиот бункер (бунар); и
- ✓ прилагодување на градиентот на депонијата.



Слика 69. Инсталација на рециркулаторски бункер (бунар)
Figure 69. Recirculation pit installation

Промена на исцедокот со присуството на кислород

Слика 70. Прочистување на исцедокот преку циркулација (промена на исцедокот по 1 месец работа) (Ampang Jajar Депонија, Малезија)
Figure 70. Purification of leachate circulation through (change of leachate after 1 month of work) (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

Слика 71. Пример за циркулација на исцедокот (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)
Figure 71. Example of circulation of leachate (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

Слика 72. Пример за циркулација на исцедокот (Hashimoto Landfill, Japan)
Figure 72. Example of circulation of leachate (Hashimoto Landfill, Japan)

Слика 73. Циркулаторски бункер (бунар) (Tafaigata landfill, Samoa)
Figure 73. Circulation pit (Tafaigata landfill, Samoa)

10.6.2. Пред третман на исцедокот

Со пред третманот вообичаено се користи биолошки третман додека пак физички третман се применува со седиментација во базени или езерца со отстранување на нечистотиите итн. pH вредноста зависи од составот на отпадот и од квалитетот на почвата и се движи од 6-8. Аерацијата исто така се користи во третманот на водата (исцедокот) како пред третман во процесот на отстранување на железо (Fe) и водород сулфит (H_2S) (мирис на расипано јајце) од водата. Железото го претвора од нефилтрирачко во филтрирачко железо, а водород сулфитот го претвора во елементарен сулфур и потоа лесно се отстрануваат од исцедокот. Аерацијата се применува на површината на собраниот исцедок (езерце, лагуна, базенче) при што се ослободува штетни гасови како што се CO_2,

CH_4, H_2S. При процесот на аерација растворениот кислород (DO) се користи за дишење на аеробните бактерии преку кој се распаѓаат органските материи.

10.6.3. Третман на исцедокот

За да се направи правиот избор на соодветниот процес на третман на исцедокот треба да се земат во предвид количините на врнежи на дожд, квалитетот на депонираниот отпад, типот на депонија итн.

Исцедокот обично е со високи концентрации во текот на раните фази на депонијата, но како што минува времето концентрацијата се намалува. Исцедокот во раните фази може лесно да се третира биолошки но подоцна станува потешко и се применува третирање на физичко-хемиска основа, па затоа треба внимателно да се направи изборот на методот за третман на исцедокот уште во фазата на дизајнирањето.

Генерално постојат 5 начини на третирање на исцедокот и тоа:

- Методи на третирање на (BOD);
- Методи на третирање на (COD) и бојата;
- Методи на третирање за отстранување на тешките метали;
- Методи на третирање за отстранување на азотните компоненти; и
- Методи на третирање за отстранување на цврстите честички (SS).

Слика 74. Циркулација и третман на исцедокот во полу-аеробен метод на санитарна депонија[13]

Figure 74. Circulation and treatment of leachate in the semi-aerobic method of sanitary landfill

10.6.4. Биолошки третман на исцедокот

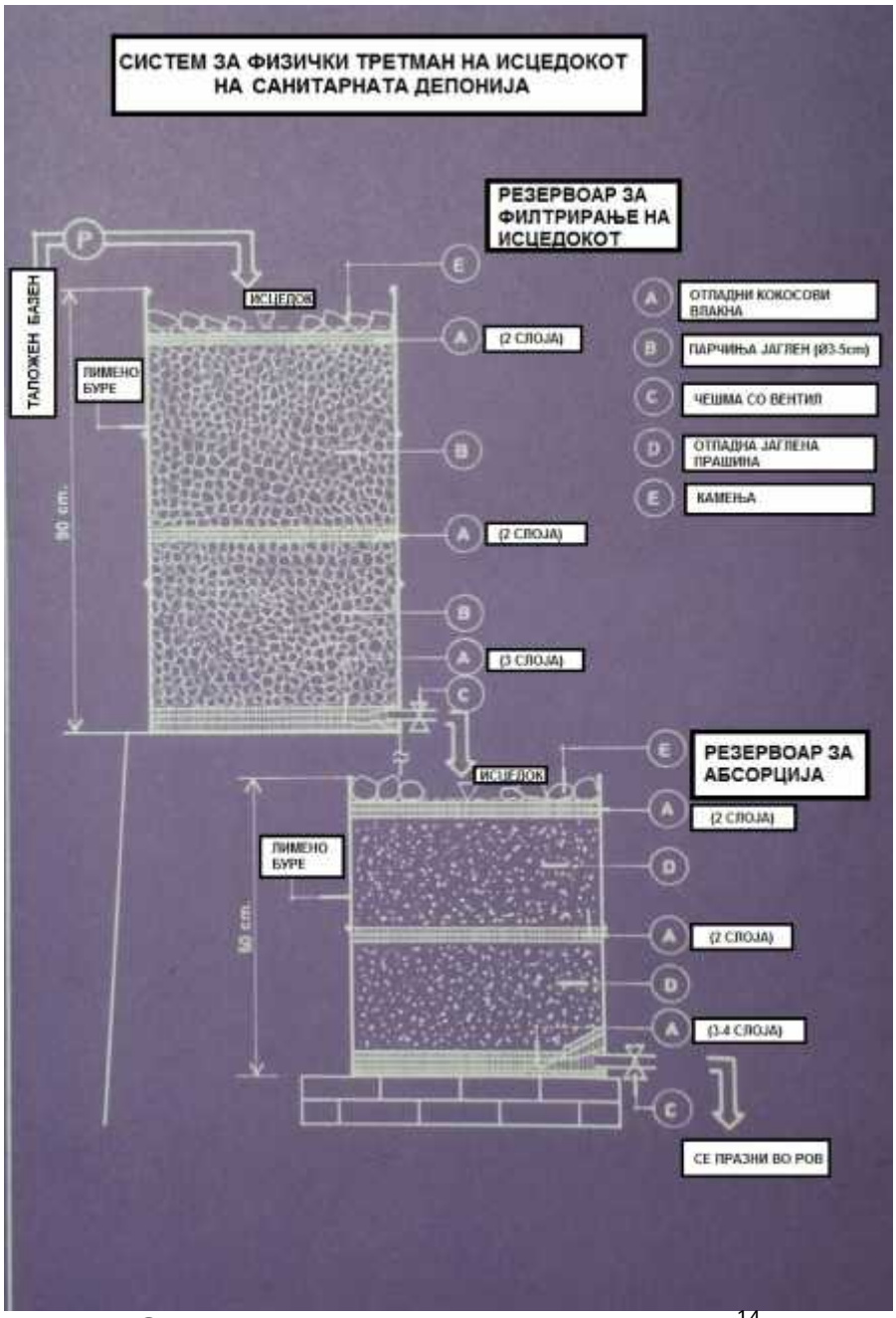
Кај биолошкиот третман на исцедокот BOD, COD, и азотните супстанци се главни кои треба да се отстранат. Се користат повеќе методи за нивно отстранување од исцедокот како што се: процес со лагунска аерација, процес на таложење, процес на аерација, процес со ротирачки био диск, процес на

13 "A Road to Sanitary Landfill Vol.1" - "Design and Operation of Sanitary Landfill" In cooperation with: Fukuoka University, Fukuoka City Environment Fondation, Japan Publisher: Fukuoka City Environment Fondation, Japan, 1988-1990 (page44)

процедување со филтри, процес со ослободување на биолошки азот итн. Сите овие процеси се користат во зависност од примената на депониските методи, од ефикасноста на одржувањето и трошоците.

10.6.5. Физичко-Хемиски третман на исцедокот

Главни супстанци кои треба да се отстранат во овој процес се COD, бојата, цврстите честички (СС), тешките метали, методи на третман кои вклучуваат стврднување и седиментација (E-coli), озонска оксидација, филтрација со песок, апсорпција со активен јаглен итн.



Слика 75. Физики третман на исцедокот[14]
Figure 75. Physics treatment of leachate

[14] "A Road to Sanitary Landfill Vol.1" - "Design and Operation of Sanitary Landfill" In cooperation with: Fukuoka University, Fukuoka City Environment Fondation, Japan Publisher: Fukuoka City Environment Fondation, Japan, 1988-1990 (page45)

10.6.6. Методи на третирање на (BOD)

Биолошката побарувачка на кислород (BOD) е мерка на кислород кој се користи од страна на микроорганизмите од кои доваѓа до распаѓање на отпадот. Ако во отпадот има големо количество на органски отпад и присуство на вода, ќе има и големо количество на микроорганизми кој ќе доведат до брзо распаѓање на овој отпад. Во тој случај побарувачката на кислород ќе биде висока што значи дека се намалува растворениот кислород (DO-dissolved oxygen) и нивото на (BOD) ќе биде високо. Со текот на времето како ќе се намалува количината на органски материи во отпадот ќе почне да се намалува и нивото на (BOD).

Табела 5. Методи на третирање и отстранување на (BOD)
Table 5. Treatment methods and Removal of BOD

	(1) Биолошки третман (1) Biological Treatment	(2)Активен јаглен (2) Activated Carbon	(3) Флокулација (3) Flocculation
Основна акција Principle Action	Био разградување на органскиот отпад од микроорганизмите	Апсорпција на растворениот органски отпад од страна на честичките од активниот јаглен	Флокулација[15] и сепарација на цврстите честички и растворениот органски отпад
Ефикасности Effectiveness	Може да се користи без оглед на високи или ниски (20 mg/l) концентрации	Само за ниски концентрации (помалку од 20 mg/l)	Кога компонентите на цврстите честички (SS) во BOD се многу високи

[15] **Флокулацијата** е групирање на дестабилизираните честички кои формираат потешки видливи честички наречени „флок“. Овие честички стануваат се поголеми и потешки.

10.6.7. Методи на третирање на (COD) и бојата

Хемиската побарувачка (потрошувачка) на кислород се користи како показател за осиромашениот кислород во загадената вода (исцедокот) од органски материи, поточно е еквивалентниот износ на потрошувачката на кислород со хемиската оксидација на органските материи во водата.

Табела 6. Методи на третирање и отстранување на (COD) и бојата
Table 6. Treatment methods and Removal of COD and colour

	(1) Флокулација (1) Flocculation	(2) Активен јаглен (2) Activated Carbon	(3) Биолошки третман (3) Biological treatment	(4) Озонска оксидација (4) Ozone oxidation
Основна акција Principle Action	Формирање на честички “флок” и нивно отстранување по седиментацијата	Апсорпција на раствореният органски отпад од честичките на активниот јаглен	Биодеградација на органскиот отпад од микробите	Се додава озон за да предизвика COD компонентите да се оксидираат
Ефикасности Effectiveness	Ефективност кога молекуларната компонента на COD и бојата е над 10,000	Може да се користи и кога ефикасноста е ниска поради релативно ниската економска цена	Нема ефикасност за отпад кој не е лесно биоразградлив	Ефективен начин да се отстрани бојата

10.6.8. Методи на третирање за отстранување на тешките метали

Од табелата 7 која е дадена во прилог може да се заклучи дека за отстранување на тешките метали во исцедокот за високи концентрации најприфатлив метод е Методот на Флокулација (Алкален метод), додека пак другите два методи се скапи методи и се погодни за ниски концентрации на тешки метали во исцедокот.

Табела 7. Методи на третирање и отстранување на тешки метали
Table 7. Treatment methods and Removal of Heavy Metal

	(1) Флокулација (Алкален метод) (1) Flocculation (Alkali Method)	(2) Апсорпција (2) Absorption	(3) Флокулација (постојано) (3) Flocculation (with addictive)
Основна акција Principle Action	Предизвикува формирање на хидроксиди на метали и нивно отстранување по таложењето	Се користи принципот на апсорпција	Одделување после седиментацијата
Ефикасности Effectiveness	Соодветно за високи концентрации во исцедокот (неколку mg/l)	Скап метод кој е погоден за отстранување на тешки метали во ниска концентрација	Скап метод кој е погоден за отстранување на тешки метали во ниски концентрации

10.6.9. Методи на третирање за отстранување на азотните компоненти

Азотните компоненти во исцедокот се отстрануваат со Биолошки третман и метод на Апсорпција, така што првиот третман се користи кога има високи концентрации на азотни компоненти и претставува ефикасен метод, а вториот метод се користи кога во исцедокот има релативно ниски концентрации на азотни компоненти.

Табела 8. Методи на третирање и отстранување на азотни компоненти
Table 8. Treatment methods and Removal of nitrogenous compound

	(1) Биолошки третман (1) Biological treatment	(2) Апсорпција (2) Absorption
Основна акција Principle Action	Амонијакот е поврзан со азотната киселина со бактерии. Азотната киселина е поврзана со азот преку слободни азотни микроби	Апсорпција на соединенија на амониум или на други азотни соединенија со активниот јаглен
Ефикасности Effectiveness	Се применува од високи на ниски концентрации во исцедокот	Ефективно само за релативно ниски концентрации во исцедокот

10.6.10. Методи на третирање за отстранување на цврстите честички (SS)

Од табела 9 може да се заклучи дека за отстранување на цврстите честички од исцедокот се погодни и се применуваат третманот на Седиментација и Филтрација.

Табела 9. Методи на третирање и отстранување на цврсти честички (SS)
Table 9. Treatment methods and Removal of Suspended Solid (SS)

	(1) Седиментација (1) Sedimentation	(2) Филтрација (2) Filtration
Основна акција Principle Action	Седиментација на честичките под нормални услови или со флокулацијата	Филтрирање на (SS) компоненти преку слој од песок
Ефикасности Effectiveness	Погоден за исцедок од неколку стотици mg/l до неколку илјади mg/l на цврсти честички (SS)	Погоден за исцедок од неколку стотици mg/l до неколку илјади mg/l на цврсти честички (SS)

Од сите прикажани табели за третирање на исцедокот може да се сумираат во посебна табела каде се гледаат сите предности и недостатоци на методите за третман во зависност од елементите кои ги содржи исцедокот.

Табела 10. Предности и недостатоци на методите за третман на исцедокот
(Најсоодветен - 3, Соодветен - 2, Малку соодветен - 1, Не се применува - 0)
Table 10. Advantages and disadvantages of leachate treatment method
(Most Suitable - 3, Suitable - 2, Least Suitable - 1, Not applicable - 0)

Параметри во исцедокот / Методи на третман	BOD	COD	SS	T-N	боја	тешки метали
Процес со ротирачки био диск (биолошки третман)	3	2	1	1	1	1
Процес на аерација	3	2	1	1	1	1
Активен процес на таложење	3	2	1	1	1	1
Биолошки процес на процедување со филтри	3	2	3	1	1	1
Процес со ослободување на биолошки азот	3	2	1	3	1	1
Флокулација/Седиментација	2	3	3	1	3	2
Филтрација со песок	1	1	3	0	1	0
Апсорпција со активен јаглен	3	3	2	1	3	2
Озонска оксидација	0	2	0	0	3	0

11. ФИНАЛНО ДЕПОНИРАЊЕ

Во процесот на финално депонирање се опфатени серија од активности како што се депонирање, покривање со покривка, изградба на пристапни патишта, изградба на падините на депонијата и мониторингот. И кај процесот на финалното депонирање на отпадот се прават пресметки и калкулации пред да започне депонијата со работа и тоа на: количините и од видот на отпадот, финансиско-техничкиот аспект, околината на теренот, избор на материјалот за покривка, начинот на набивање, потребното време, оддалеченоста итн. Во зависност од сите овие параметри се донесува одлука која метода и техника на депонирање ќе се примени и ќе биде најприфатлива за депонирање на отпадот на депонијата. Во случај кога се дава приоритет на квалитетот на исцедокот и на депонискиот гас во зависност од методот кој ќе се применува на депонирање и во зависност од материјалот за покривка на депонијата, мора да се води сметка за одржување на објектите. Во случај кога се користи заштитна подлога (геотекстил, гумена подлога, фолија итн.) треба да се внимава да не дојде до оштетување при самото депонирање, при ширењето или набивањето на отпадот.

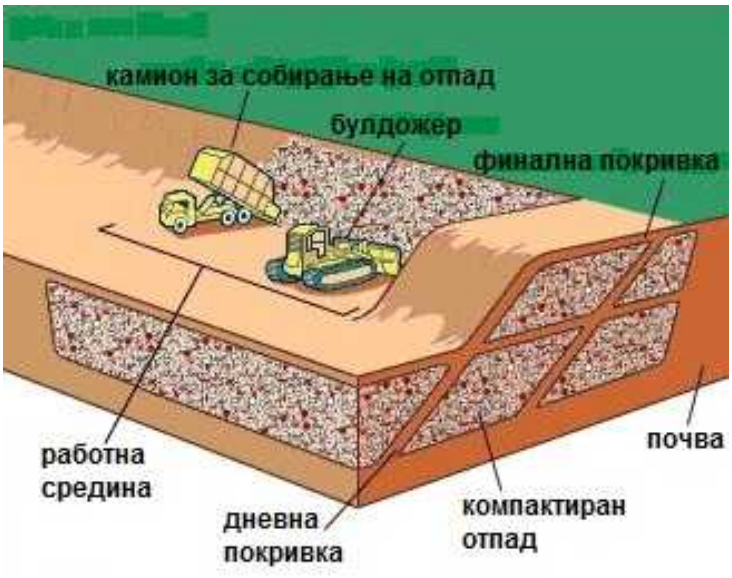
11.1. Методи на депонирање

Цврстиот отпад треба да биде доволно компактен за да се стабилизира основата на депонијата со што би се продолжил животниот век на депонијата, а слојот од почвената покривка треба систематски да се поставува по депонирањето на секој слој од цврстиот отпад. Начинот и редоследот на работите на депонијата треба да бидат внимателно избрани за да се подобри стабилизацијата на самата депонија со што би се создала физички силна и

стабилна основа, би имало поголема искористеност на просторот за депонирање и користење на соодветната опрема за добро компактирање на отпадот. Податоците за количината и видот на отпадот кој треба да се депонира и нивните промени со текот на времето исто така треба да се евидентираат, за полесно одржување на депонијата во иднина.

11.2. Површински метод

Овој метод се користи кога теренот не е погоден за ископ на ровови и се применува на тој начин што првично се гради земјен насип во висина од 2-3 метри со што би се добила поддршка за набивање. Отпадот кога се истовари на почетокот на земјениот насип се шири и се набива со механизација по падината на самиот насип во серија на слоеви од 30-60 cm, кои потоа се покриваат со земјена покривка. Препорачаниот наклон на овие слоеви е од 1-3%, а ширината на работната површина треба да биде колку што е можно по тесна, но во исто време да биде и доволно широка за да им овозможи маневрирање на булдожерите. На крајот од секој работен ден на депонираниот и компактиран отпад се поставува слој од 15-30 cm земјена покривка и се завршува со дневниот процес кој се нарекува ќелија (клетка). Меѓутоа во случаи на големи депонии со дневни количини на цврст отпад повеќе од 200 тони, секој ден би требало да се изградат две или повеќе ќелии (клетки) за да се избегне намалувањето на структурната стабилност која може да биде предизвикана од големите ќелии т.е. клетки. Кога целата област се претвора во еден слој од ќелии (клетки) се нарекува лифт. На врвот од претходниот лифт може да се изгради нов лифт се додека не се дојде до планираната висина која е предвидена во дизајнот на депонијата.



Слика 76. Површински метод на депонирање
Figure 76. Area Method

10.3. Роговски метод

Овој метод е погоден кога теренот е релативно лесно да се ископа и кога водените текови не се во близина до површината на која се работи. Во овој случај со ископот на ровот се добива и почвена покривка за покривање на компактираниот отпад. Цврстиот отпад се одлага во ископаниот ров кој може да биде од 30-120 метри во должина, 1-2 метри во длабочина и 5-8 метри во ширина. По одлагањето на отпадот во ровот се раширува во тенки слоеви од 30-60cm со наклон од 1-3% и потоа се компактира. Кога работата се одвива во близина на населено место се настојува да се затрупа со почвената покривка која е во непосредна близина и со тоа да заврши дневниот циклус на депонирање на отпадот во тој ров.

Слика 77. Рововски метод на депонирање
Figure 77. Trench Method

11.4. Висински метод

Овој метод се применува во области каде постои природна или вештачка висинска разлика како што се кањони, клисури, суви јами или стари каменоломи. Сите овие места можат да се искористат за депонирање на отпадот.

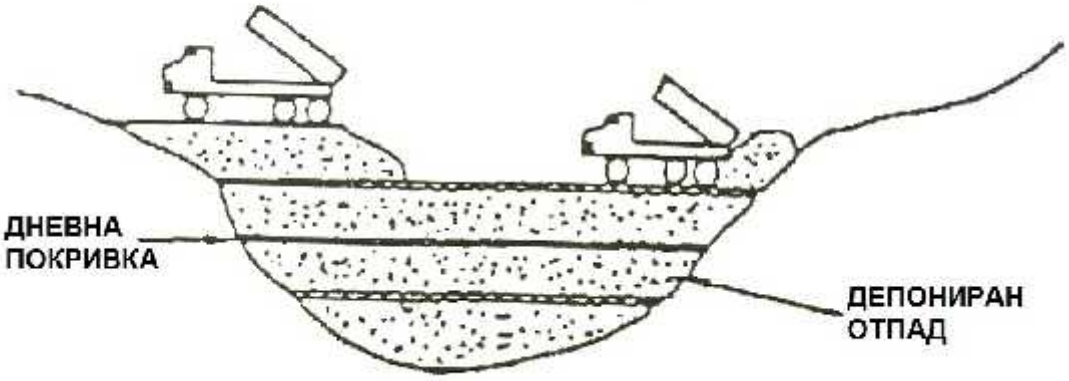
Слика 78. Висински метод на депонирање
Figure 78. Elevation disposal method

11.5. Конструкција на клетките

Како што споменавме претходно дека со завршувањето на секој дневен процес со одлагањето на отпадот неговото компактирање и покривањето со почвена покривка се вика клетка или ќелија. Постојат повеќе методи на формирање дневни клетки или ќелии и тоа: сендвич метод, клетка метод и депонирачки метод.

11.5.1. Сендвич Метод

Во овој метод цврстиот отпад се одлага хоризонтално се компактира и се покрива со почвена покривка. Потоа процесот се повторува се додека условите на теренот и главниот проект го дозволуваат тоа. Овој метод најчесто се применува кога депонијата се наоѓа во тесни долини.



Слика 79. Сендвич метод
Figure 79. Sendwich Method

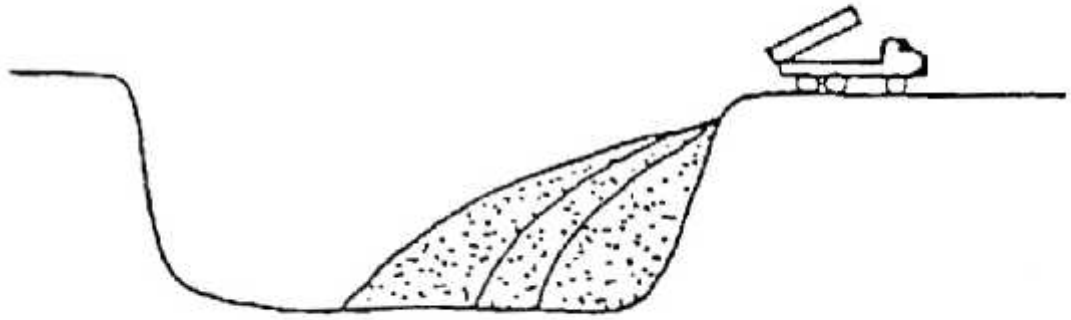
11.5.2. Клетка метод

Во овој метод големината на секоја клетка се утврдува во зависност од количината на дневното депонирање на отпадот. Секоја клетка претставува независна област која секојдневно е покриена со почвена покривка а со тоа најповеќе се спречува отпадот да биде расфрлан и да нема лоша миризба која би се ширила наоколу, а со тоа нема да има штетни влијанија врз животната средина.

Слика 80. Клетка метод
Figure 80. Cell Method

11.5.3. Депонирачки метод

Овде отпадот се одлага во ископана јама и не се компактира, што значи дека депонијата со одлагањето по овој метод би била физички слаба, би имала лоша миризба и штетни влијанија по природата. Овој метод не се препорачува за хигиенска и систематски санитарна депонија.



Слика 81. Депонирачки метод
Figure 81. Dumping Method

12. ОПРЕМА И МЕХАНИЗАЦИЈА НА САНИТАРНАТА ДЕПОНИЈА

Во зависност од големината и структурата на земјиштето на депонијата, од начинот на методот на депонирање, од видот на отпадот и од повеќе други фактори се определува користењето на опремата и механизацијата која ќе се користи на депонијата. Исто така во зависност од дневните количини на отпад, од големината и капацитетот на депонијата, од ефикасноста на опремата и механизацијата која ќе се користи, од бројот на дневни операции, од мерките за одржување и поправки на механизацијата и од финансиската достапност се одредува потребниот број на машини за целиот проект. На санитарната депонија се користат Булдожери, Багери, Скрепери, Компактори, Камиони и Трактори со кои се одвива копањето, ширењето на почвената покривка, зарамнувањето, товарењето, транспортот и компактирањето.

Слика 82. Машини потребни за санитарна депонија
(Булдожер, Компактор, Багер и Скрепер)
Figure 82. Machinery required for the sanitary landfill
(Bulldozer, Compactor, Dredge and Scraper)

13. ИНФРАСТРУКТУРНИ ЕЛЕМЕНТИ НА САНИТАРНАТА ДЕПОНИЈА

Во инфраструктурни елементи на санитарната депонија спаѓаат: пристапен пат, надворешна електрична инсталација, надворешен водоснабдителен систем за противпожарна заштита, мрежа за телекомуникација. Депонијата треба да биде оградена со ограда со висина од 2,3 метри со која ќе се ограничи слободниот пристап на неовластени лица и животни,а воедно да има и објект на самиот влез со служба за физичко обезбедување. На влезниот дел на депонијата се поставува натписна табла со името на операторот на депонијата и работното време на депонијата.

13.1. Пристапен пат на санитарната депонија

Пристапните патишта треба да бидат изградени во рамките на санитарната депонија и истите да овозможат пристап на возилата кои го транспортираат отпадот и да овозможат достапност на механизацијата која ги врши секојдневните планирани активности. Во зависност од механизацијата и возилата кои ќе се користат, од фреквенцијата на доставување на отпадот во депонијата и од времето кое е потребно за истовар на отпадот се конструира пристапниот пат. Изградбата и правецот на пристапните патишта се утврдуваат со планот за работа и напредокот на депонијата.

Неопходно е да се осигура дека пристапните патишта се безбедни за возилата и за нивен непречен проток на сообраќај особено и во врнежливи денови. Така да неопходно е да се земат во предвид неколку фактори како што се: коловозната конструкција (ширината на патот, бројот на ленти и вертикалниот и хоризонталниот пресек), дебелината на поплочувањето и видот на материјалот (асфалт, бетон, коцка, чакал итн.), безбедносни мерки, патокази, одводнување на водата итн. Широчината на патот треба да биде најмалку 3,5 метри ако има една коловозна лента, а широчина од 6 метри додека фреквенцијата на возила е поголема и има две коловозни ленти. Исто така и градиентот треба да има наклон од најмалку 3% за лесно одржување и ефикасно одводнување од дождовницата. За да се обезбеди соодветен дизајн и конструкција важно е да се знае бројот на возилата кои го користат патот, големината на возилата, нивната брзина, топографијата на теренот и одржувањето по сите стандарди.

14. КОНТРОЛНИ ОБЈЕКТИ НА ДЕПОНИЈАТА

За правилно управување со санитарната депонија потребно е да има објекти за контрола и следење на сите операции и активности со постојан мониторинг и контрола. Објектите за контрола вклучуваат: објект за следење и контрола на квалитетот и обемот на отпадот на депонијата (мерна вага), објект (канцеларија) за мониторинг на возилата и отпадот кој се депонира, исцедокот, подземните води, емисиите на гас, лошата миризба и мониторинг за одржување на пристапните патишта на депонијата, објект за складирање на гориво за возилата и механизацијата, објект за миење и дезинфекција на возилата итн.

14.1. Мерна вага на санитарната депонија

Мерната вага треба да биде инсталирана на самиот влез на депонијата при влез на возилата каде што се врши евиденција на количините на отпад со формулари за евиденција во кои се наведуваат карактеристиките, типот, количините и потеклото на отпадот. Мерната вага може да биде со механички или дигитален систем во зависност од фреквенцијата и тежината на возила, од количините на отпад кои се депонираат и од изборот на операторот кој оперира со депонијата. Сите активности се евидентираат и се водат дневни, месечни и годишни извештаи за волуменот на отпадот, типот на отпадот, квалитетот, местото и времето на депонирање.

Слика 83. Мерна вага на санитарната депонија[16]
Figure 83. Weighbridge on sanitary landfill

14.2. Објект (канцеларија) за мониторинг

Отпадот на депонијата мора постојано да се следи доколку има промени во составот и количините на отпадот од што понатаму тие податоци би можеле да се искористат за дизајнирање на идните постројки за третманот на филтратот или пак за начинот на депонирање. Животната средина се следи за време на депонирањето и по депонирањето со цел да се измери влијанието врз животната средина кои се јавуваат како последица од сите операции и активности на депонијата. Добиените резултатите од сите мерења и анализи би се искористиле за идни проекти и затоа е важно редовно мерење и евидентирање на составот на отпадот, исцедокот, подземните води, емисиите на гас и лошите мириси.

Исто така постојано се врши мониторинг и на пристапните патишта и нивно постојано одржување со чистење, навремени мерки да се спречат одрони од карпи и земја доколку има падински делови и навремено отстранување и зафаќање на атмосферските води.

[16] Регионална депонија Лесковац, Р.Србија - (PORR-WERNER & WEBER - Leskovac D.O.O.)

14.3. Објект за складирање на гориво

Доколку ситуацијата дозволува пожелно е да на самата депонија или во нејзина близина се постави и има објект во кој ќе биде складирано гориво и мазива за возилата и за целокупната механизацијата која се користи на депонијата.

14.4. Објект за миење и дезинфекција на возилата

Вообичаено објектот за миење и дезинфекција на возилата е поставен на излезот од санитарната депонија или во нејзина близина. Овде возилата се перат и се дезинфекцираат со што не би дошло до несакани последици од ширење на заразни болести. Отпадната вода од овој објект оди во постројката за третирање на исцедокот, а со тоа не доваѓа до загадување на животната средина.

Слика 84. Објект за миење и дезинфекција на возилата[17]
Figure 84. Facility for washing and disinfecting vehicles

[17] Регионална депонија Лесковац, Р.Србија - (PORR-WERNER & WEBER - Leskovac D.O.O.)

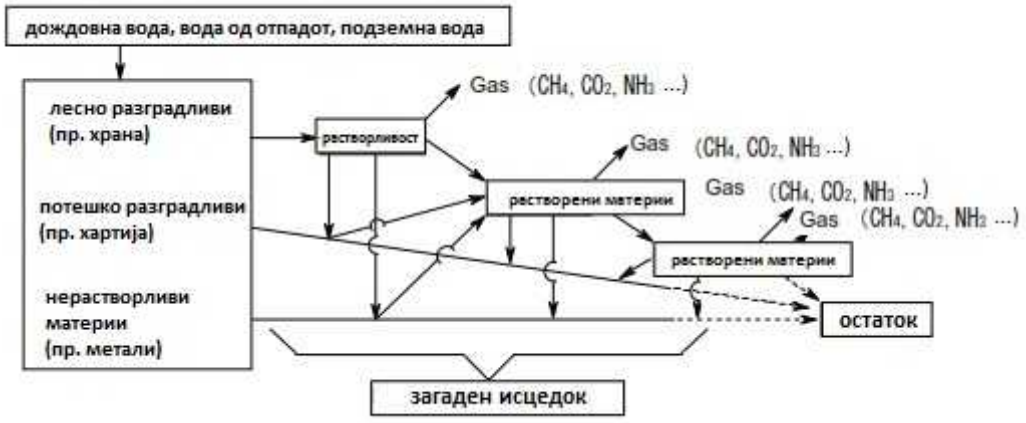
15. МЕРКИ ЗА БЕЗБЕДНОСТ

Санитарната депонија треба да биде оградена со што би се спречиле секакви несакани последици од случајни минувачи или од влегување на животни. Да се врши редовна контрола на заштитната ограда поради нејзино оштетување од надворешни и човечки фактори и доколку е оштетена истата да биде заменета. На влезот на депонијата да има поставено табла на која ќе биде јасно обележано типот, името, операторот и адресата на санитарната депонијата. Објектот за третман на исцедокот и таложниот базен за исцедокот треба да бидат оградени или влезот да биде заклучен. За безбедноста за нелегалното влегување и одлагање на отпадот неопходно е да има осветлување и да има редовна замена на осветлувањето доколку има оштетувања. Неопходно е користење на опрема за заштита при работа со користење на заштитни обувки, гумени ракавици, маски и заштитни очила.

16. МОНИТОРИНГ И ЗАШТИТА НА ЖИВОТНА СРЕДИНА

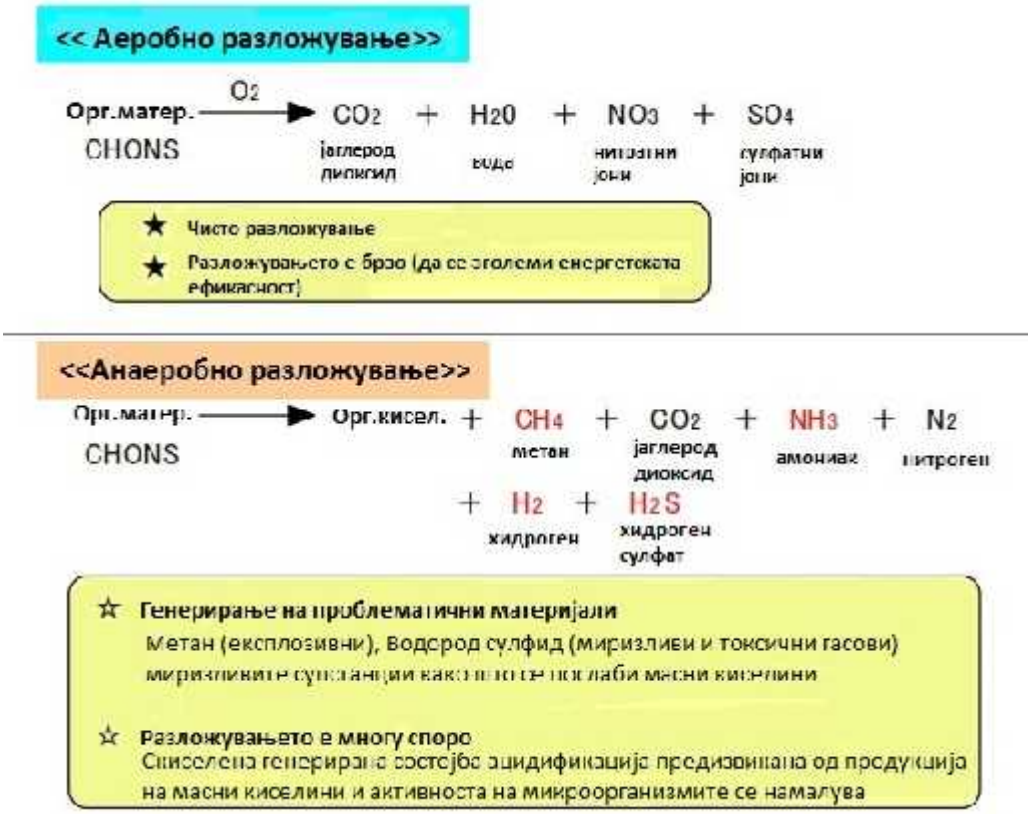
Формирањето на аеробни области во сите делови на депониските слоеви на депонијата го забрзува разградувањето на отпадот и го подобрува квалитетот на исцедокот и гасот, а со тоа и се намалува ризикот од загадување на животната средина и на глобалното затоплување. Со методот на полу-аеробна депонија се прошируваат аеробните подрачја во депониските слоеви на депонијата и затоа за да се провери дали овој метод е дизајниран правилно и дали ги задоволува сите критериуми неопходно е да се врши мониторинг, да се следат сите депониски области дали имаат аеробни услови. Мониторингот вклучува следење на концентрациите на гасовите CH_4, CO_2, H_2S, pH и BOD концентрацијата, концентрацијата на амониум нитрат и растворливите концентрации на железо и манган во исцедокот. Распаѓањето на органските материи во голема мерка е поделена во процес на солубилизација (растворливост) и гасификација. Во процесот на солубилизација се произведуваат органски киселини, амонијак и CO_2 како резултат на зголемувањето на BOD (биомеханичката побарувачка на кислород) се оптоварува исцедокот и доваѓа до намалување на pH вредноста. Додека во процесот на гасификација гасот што се произведува од органските киселини со оптоварувањето се намалува BOD (биомеханичката побарувачка на кислород), а pH вредноста се зголемува. Овие два процеси зависат од биолошките услови на депониските слоеви во депонијата. Во аеробни услови органските супстанци се разложуваат од аеробните микроорганизми. Во првата фаза на солубилизацијата во краток период доваѓа до хидролиза на органските материи а потоа многу брзо и во втората фаза на гасификација. Со други зборови како напредува аеробното распаѓање на почетокот BOD (биомеханичката побарувачка на кислород) се намалува а pH вредноста се зголемува. Затоа со мониторингот на BOD (биомеханичката побарувачка на кислород) и pH вредноста се овозможува следењето на степенот на аеробни услови во депониските слоеви на депонијата. Исто така како финални производи добиени преку аеробното распаѓање во процесот на гасификација се добиваат оксиди како што се

јаглеродни нитрати и сулфатни јони. Од друга страна пак кај анаеробното распаѓање како намалени финални производи се супстанциите како што се метанетил CH_2S и амонијак NH_3. Производите од распаѓањето на органските материи од отпадот се различни како резултат на биолошките услови на депониските слоеви. Постоењето на аеробни области во депониските слоеви може да се определи преку мерење на квалитетот и квантитетот на гасовите кои се произведуваат од депонијата со калкулација на гасовите партиции. Овие два процеси се поделени во шест фази од разликите во концентрацијата на загадувачките материи и обемот на генерирање и составот на гасот. Ова исто така може да се користи како показател за стабилизација на депонијата.



Слика 85. Разградување на отпадни материи во депонијата
Figure 85. Decomposition of waste in landfill

Кога во отпадот има вклучено метали во случај во анаеробни услови железото и манганот ги прави повеќе растворливи и затоа концентрациите на железо и манган се зголемени во исцедокот. Со мерењето на концентрацијата на железо и манган во исцедокот може да се утврди дали има анаеробни услови во некои делови од депониските слоеви на депонијата.



Слика 86. Преглед на аеробно и анаеробно разложување
Figure 86. Overview of aerobic and anaerobic decomposition

16.1. Концентрации на pH и BOD во исцедокот

16.1.1. Метод за мерење на pH вредност

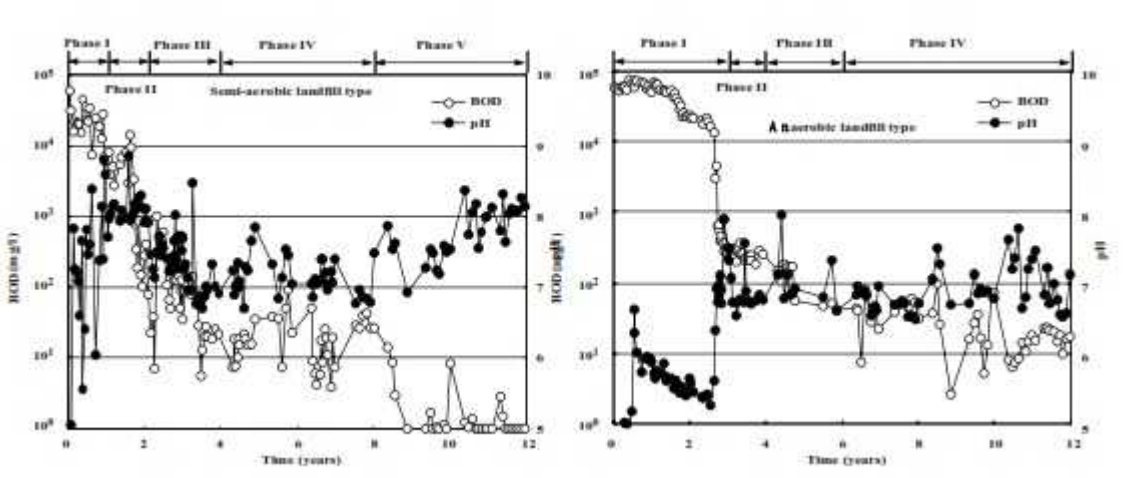
Лакмусовата хартија најдобро одговара за мерење на pH вредноста на лице место. Постојат повеќе видови на лакмусова хартија за мерење на pH вредноста со која се утврдува нивото на pH вредноста дали средината е кисела, неутрална или алкална. Ако мострата содржи поголем број на цврсти суспендирани честички или е обоена, дури и тогаш pH вредноста може да се мери во рамките на грешка од околу 0,2-0,4.

16.1.2. Метод на мерење на BOD во исцедокот

BOD претставува износот на растворен кислород во исцедокот. Со примена на некои едноставни методи се утврдува количината на оксидирани метали и количината на растворен кислород. Винклер Азид методата е метода за утврдување на оксидиран манган со растворен кислород и се користи како стандардна метода за испитување за мерење на количината на растворен кислород. Милер методата претставува едноставен метод за мерење на оксидирано железо со растворен кислород во исцедокот. Покрај овие методи постои метода на електродна мембрана која генерира струја помеѓу металните електроди врз основа на износот на растворен кислород и ја користи оваа вредност за да се утврди износот на растворен кислород. Винклер Азид и Милер методите можат да влијаат за намалување на материите кои се растворливи со железо и манган и др. Додека пак методот на електродна мембрана не е под влијание за намалување на материите и мерењето е лесно, но стабилизацијата на мерните количини е тешко.

Со користењето на трите методи важно е да се напомене дека BOD компонентите се распаѓаат додека се чуваат, затоа мерењето мора да се изврши веднаш по собирањето на мострата. Првата фаза на растворање (фаза 1) е период кога во органскиот материјал се одвива хидролиза и како продукт од растворливите загадувачи се добиваат органски киселини. Затоа концентрацијата на BOD е висока, а pH вредноста во текот на овој период е кисела и се движи од 4-6. Во понатамошниот период во втората фаза на растворање (фаза 2) и третата гасификациона фаза (фаза 3) еден дел од растворениот органски материјал се претвора го гас, така да концентрацијата на BOD е намалена, а pH вредноста е во пораст. Во овој период CO_2 се раствора во исцедокот и предизвикува pH вредноста да се зголеми. Во полу-аеробниот тип на депонија повеќе се генерира CO_2 отколку во анаеробниот тип на депонија, така да pH вредноста во полу-аеробниот тип на депонија може да се искачи високо и до 8. За време на

подоцнежниот гасификационен период во четврта фаза (фаза 4) гасификацијата е највисока затоа концентрацијата на BOD се намалува континуирано, но pH вредноста се одржува приближно на неутрално ниво. Повеќето разложливи органски супстанции се разложуваат во процесите на растворливост и гасификација. Затоа растворливите органски супстанции исчезнуваат и концентрацијата на BOD е ниска т.е. на помалку од 10mg/L во фаза на стабилизација (фаза 5). Покрај тоа алкалноста се зголемува и pH вредноста достигнува и до 7-8 како резултат на произведениот CO_2 кој се произведува во фазата на гасификацијата.

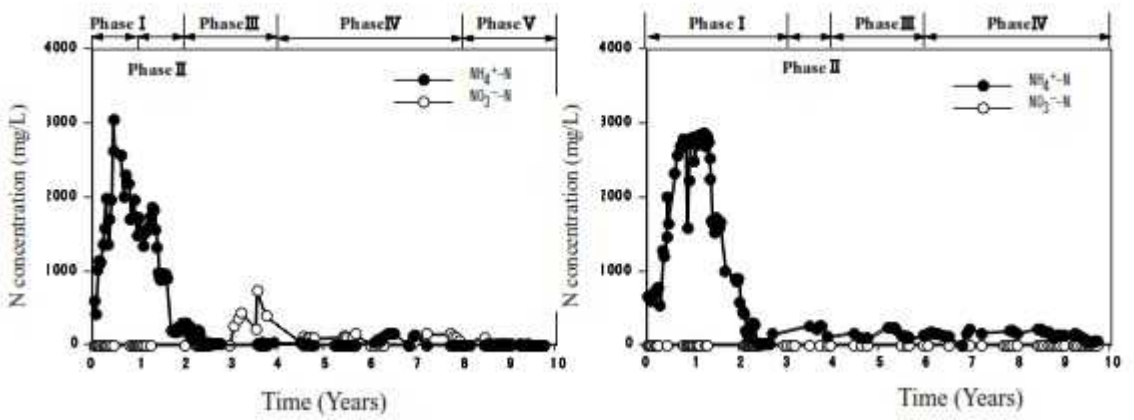


Слика 87. Варијација со текот на времето на концентрацијата на pH и BOD
Figure 87. pH and BOD concentration variation with time

16.2. Концентрации на амонијак и нитрат во исцедокот

Амонијакот се произведува преку хидролиза на органскиот материјал. Потоа амонијакот во аеробни услови оксидира и се претвора во нитрит и нитрат, а тие како азотни оксиди се растворливи и се растворуваат во исцедокот. Амонијакот во анаеробни услови не оксидира и не се менува, но во аеробни услови е растворлив и се растворува во исцедокот. Со други зборови, со

откривање на азотни оксиди во исцедокот се покажува дека во депонискиот слој има аеробни услови. Во процесот на гасификација каде pH вредноста се зголемува дел од амонијакот се ослободува како гас, затоа концентрацијата на амонијак постепено се намалува за време на процесот на гасификација.

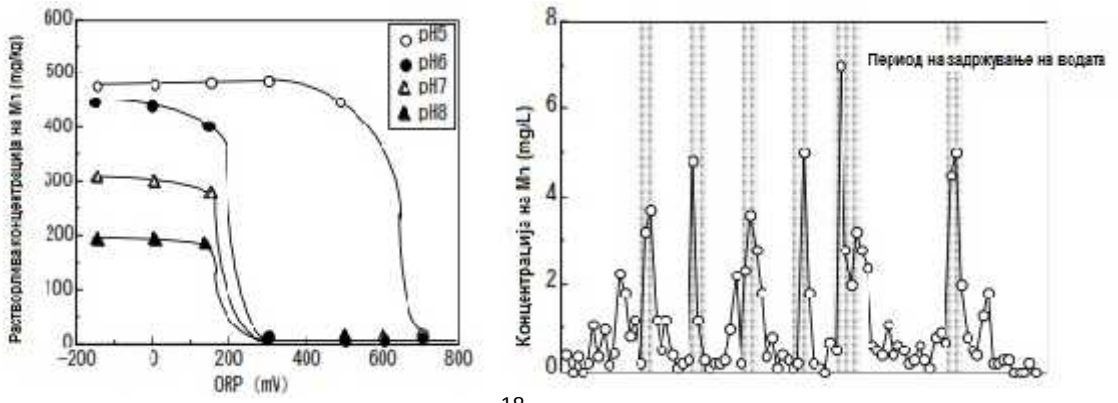


Слика 88. Варијација со текот на времето на концентрацијата на амонијак, нитрити и нитрати

Figure 88. NH_4,+-N and NO_3—N concentration variation with time

16.3. Концентрации на железо и манган во исцедокот

Тешките метали се менуваат од нерастворливи во растворливи брз основа на pH вредноста или со оксидација на истите. Генерално повеќето тешки метали се растворливи во кисела средина. Тешките метали кои се менуваат на база на оксидација се арсен, железо, манган и др. Постои релативно голема количина на железо и манган во отпадот кој се депонира. Тие се растворааат кога оксидираат во аеробни услови и концентрацијата на овие метали се зголемува во исцедокот.



Слика 89. pH вредноста и ORP(mV)[18] влијанието на растворливоста на Mn во почвата и зголемување на концентрацијата на Mn врз основа на задржувањето на водата во депонискиот слој

Figure 89. pH and ORP(mV) value and influence the solubility of Mn in the soil and increase the concentration of Mn based on the retention of water in the landfill layer

16.4. Концентрации на метан (CH_4) и јаглерод диоксид (CO_2) во депонискиот гас

Мерењето на депонискиот гас се одвива со метод каде се анализира со помош на гасна хроматографија во лабораторија и со метод на директно мерење на депонијата. Првиот метод овозможува анализа на неколку гасни компоненти со висока точност, но опремата е скапа. Додека пак со користењето на вториот метод каде со еден уред може да се измери само еден или два типа на гасни компоненти претставува евтин метод кој не бара посебни вештини на мерење. Може да се примени за мерења на метан (CH_4) и јаглерод диоксид (CO_2) и други гасни компоненти со точност на мерење во разлика од неколку проценти. Направа за детектирање на запалив гас се користи за мерење на метан (CH_4), а инфраред апсорпција или метод на цевка се користи за откривање на јаглерод диоксид (CO_2). Направите за детектирање на запалив гас се развиени со цел да се спречат

[18] ORP ("оксидација намалување потенцијал")
mV, millivolt: 1/1,000 of a volt, (мерка за електричен потенцијал)

несреќите на депониите предизвикани од депонискиот гас. Кај овие направи постојат типови на LEL сензори кои можат да бидат каталитички или инфрацрвени и се користат за мерење на концентрацијата на запаливите гасови.

Слика 90. Направа за мерење на запаливи депониски гасови со каталички и инфрацрвени LEL сензори
Figure 90. Device for measuring flammable landfill gas LEL catalytic and infrared sensors

Во процесот на гасификација има аеробен и анаеробен правец. Во полу-аеробниот тип на депонија во депониските слоеви се среќава и аеробни и анаеробни области, па затоа составот на депонискиот гас ќе се промени врз основа на односот на овие две области.

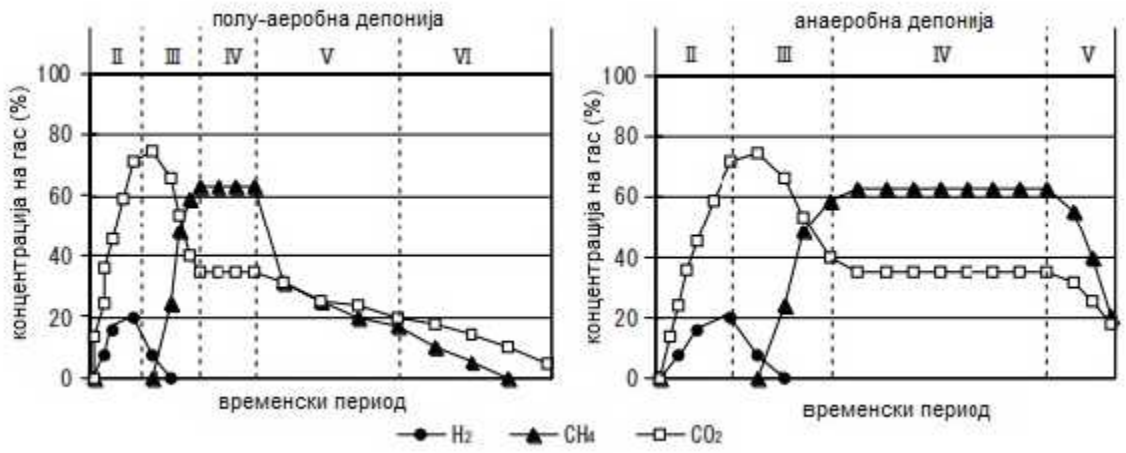
Како што се зголемува аеробната област во фазата на гасификација (фаза 4) односот се зголемува помеѓу CH_4 и CO_2, а односот помеѓу CH_4 и CO_2 во (фаза 5) и (фаза 6) се намалува.

Аеробни услови: концентрацијата на CH_4 е 0

Полу-аеробни услови (фаза 5 и 6): $CH_4/CO_2 < 2$

Анаеробни услови (фаза 4): $CH_4/CO_2 > 2$

Теоретски $CH_4/CO_2 = 1$, но CO_2 реагира со позитивни јони од отпадниот материјал и се растворува со исцедокот и затоа неговата концентрација на гас е намалена.

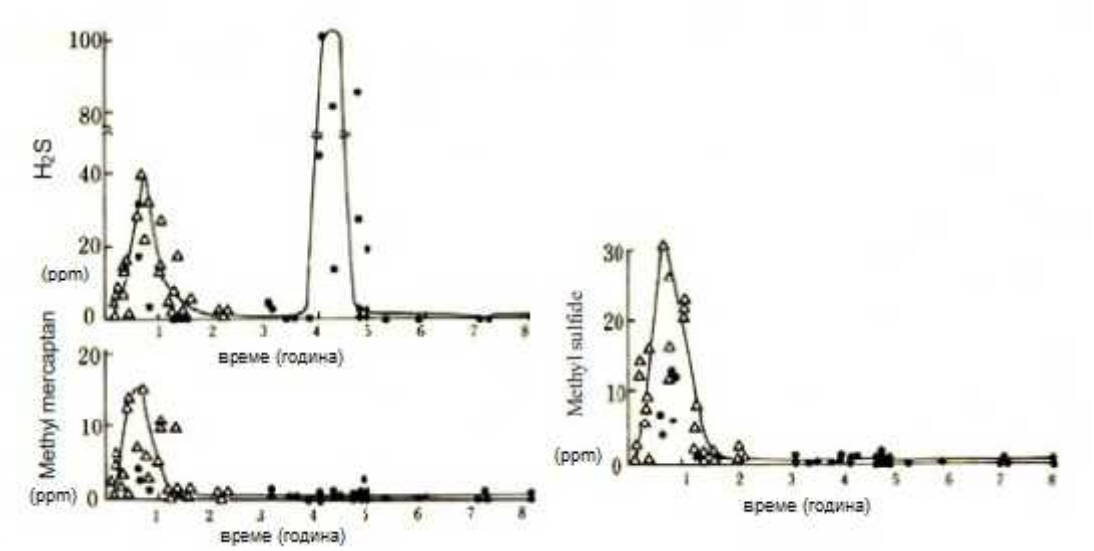


Слика 91. Промени во составот на продуцираниот гас во депонијата
Figure 91. Landfill product gas composition changes

16.5. Концентрации на водород сулфид (H_2S) во депонискиот гас

Анализа со помош на гасна хроматографија може да се користи за водород сулфид (H_2S) и метил меркаптан (CH_3SH) тие имаат миризливи состојки кои се слични на метанот и јаглерод диоксидот. Кога органските соединенија на сулфурот во депониските слоеви аеробно се разложува од присуството на микроорганизмите се конвертираат во меѓупроизводи кој на крајот како краен производ се добива сулфурна киселина. Кога се појавува анаеробно распаѓање на сулфурот се чувствува по миризливите состојки на водород сулфидот (H_2S) и метил меркаптан (CH_3SH). Со оксидацијата на сулфурот од бактериите во аеробни услови се добива сулфурна киселина. Сулфурните соединенија како што се (H_2S) и (CH_3SH) се среќаваат во почетните фази на растворувањето односно во почетокот на распаѓањето на органските материи и тоа е показател дека во депонискиот слој има анаеробни услови. Во полу-аеробниот тип на депонија во аеробни области H_2S се оксидира во сулфат и затоа концентрацијата на H_2S е намалена, со други зборови како што се зголемуваат аеробните области во

депонијата се намалува концентрацијата на гас на H_2S, но за разлика на тоа се зголемува концентрацијата на сулфурна киселина во исцедокот.



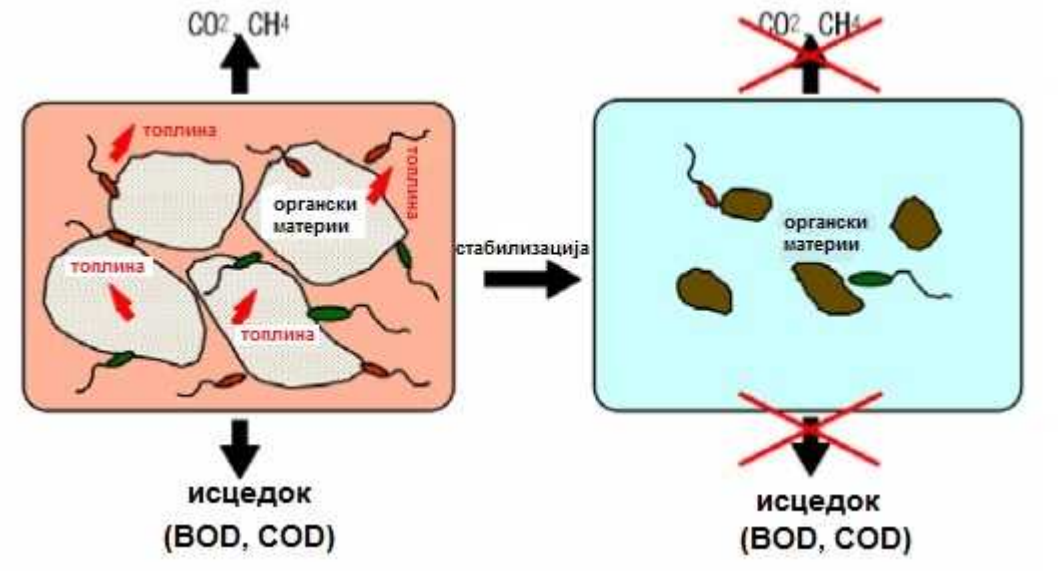
Слика 92. Генерирање на сулфурни соединенија (ppm)[19]
Figure 92. Sulfur compound generation conditions

16.6. Услови за стабилизација за финално депонирање

Предностите на полу-аеробната депонија е забрзувањето на стабилизацијата на депонираниот отпад од аеробната деградација. Под стабилизација се подразбира дека дури и да се испуштаат отпадни материјали нема да имаат никакво штетно влијание на животната средина. За разлика од тешките метали кои не се деградираат и не исчезнуваат органските материи се разградуваат и произведуваат загадени материи и токсични гасови во процесот на деградација. Со други зборови стабилизацијата може да се оцени преку испитување на деградирани органски материјали. При процесот на деградација на органските материи се продуцира топлина од ферментацијата за време на

[19] (ppm - parts per million, делови од милион)

процесот на деградација. Оваа топлина се акумулира во депонијата и може да достигне високи температури од 50-70 °C. Ако температурата од депонијата се намали и сведе на надворешната температура може да се предвиди дека температурата се намалува од реакцијата и деградацијата на органските материи со што доваѓа и до стабилизација на депонијата. Целта на полу-аеробната депонија е разградување на органските материи од страна на микро бактерии од кои се продуцира топлинска енергија, растворени загадени продукти и гас. Со ефектот на стабилизација се намалува количината на органски материјал во депониските слоеви. Исцедокот поминува низ поголем дел од слоевите на отпадот, па може да се смета дека карактеристиките на исцедокот ја одразува внатрешноста на депонијата.



Слика 93. Концепциска шема на стабилизација во депонијата
Figure 93. Conceptual scheme for stabilization of landfill

Висината на топлинската енергија која се ослободува преку исцедокот се пресметува по следнава равенка:

$$Q = V_L (T_L - T_W) C_P \text{ [J]}$$

T_L - температура на исцедокот [°C];
T_W - температура на дождовницата [°C];
V_L - количина на исцедокот [L];
C_P - специфична топлина на водата = 4,18 [KJ/kg-K]

17. МОЖНОСТИ ЗА ПРИМЕНА НА ПОЛУ-АЕРОБНАТА МЕТОДА И РЕЗУЛТАТИ

Во овој магистерски труд се опишани сите потребни техники и методи за изградба на санитарна депонија од полу-аеробен карактер. Овој метод е наречен полу-аеробен бидејќи со негова примена би можеле и старите нестандардни депонии (ѓубришта) кои немаат никаква инфраструктура, немаат методи на депонирање без дневна покривка од почва и никакво физичко обезбедување и мониторинг, да се преобразат во санитарни депонии по сите критериуми за заштита на животната средина и здравјето на луѓето.

Може да се напомене дека овој метод за изградба на санитарна депонија го имаат применето повеќе земји како што се Јапонија, Кина, Јужна Кореа, Мексико, Малезија, Иран, Самоа, Бангладеш и др. Со примената на оваа метода за изградба на санитарна депонија во овие земји е решен деценискиот проблем со отпадот и неговите негативни ефекти врз животната средина и здравјето и животот на луѓето.

17.1. Примена на технологијата за формирање на полу-аеробна санитарна депонија

Технологијата за формирање на полу-аеробна санитарна депонија ја има развиено и разработено државата Јапонија бидејќи во раните 70-ти години од минатиот век имале големи проблеми со отпадот, иако имале голем економски и технолошки напредок. Со развивање и тестирање на моделот за формирање на полу-аеробна санитарна депонија во нивната држава почнале да го решаваат

проблемот со отворените и диви депонии, со тоа што денес овој модел на санитарни депонии се користи и применува во многу држави во светот.

Тие го примениле методот “3M (Money, Manpower and Material) Step by Step” што во превод значи дека е потребно пари, работна сила и материјали и да се оди чекор по чекор.

За имплементација на полу-аеробната метода за изградба на санитарна депонија на веќе постоечки нестандардни депонии (ѓубришта) се превземаат одредени мерки кои се применуваат чекор по чекор како што се:

- Мерка 1: Обезбедување на доволна почвена покривка за покривање и гаснење на депонискиот отпад
- Мерка 2: Градење на пристапен пат и дренажни канали
- Мерка 3: Поставување на цевки за вентилација на депонискиот гас и стабилизација на депонијата (во раната фаза)
- Мерка 4: Користење на депонискиот отпад за формирање на ровови и насипи
- Мерка 5: Градење на потпорни насипи и косински насипи и покривање со почвена покривка
- Мерка 6: Поставување на мерна вага
- Мерка 7: Заштита и уредување на косините и насипите
- Мерка 8: Работилници и обука на вработените
- Мерка 9: Поставување на цевките за собирање на исцедокот и за вентилација на воздухот
- Мерка 10: Изградба на таложен базен и циркулација на исцедокот
- Мерка 11: Систем за третман на исцедокот

17.1.1. Обезбедување на доволна почвена покривка за покривање и гаснење на депонискиот отпад (Мерка 1)

Нестандардни депонии (ѓубришта) секогаш се во многу лоша состојба бидејќи не се води никаква контрола за одлагањето на отпадот и за видот на

отпадот кој се одлага на овие депонии. На овие места секогаш има оган, чад, лош мирис, инсекти, животни, опасен отпад, медицински, индустриски и секаков друг вид на отпад. Како прва мерка која би се превземала е покривање на отпадот на депонијата со почвена покривка. Доколку има недостаток на почвена покривка на некои локации се користи и самата пепел од изгорениот отпад. Со покривањето на отпадот се стабилизира самата депонија со тоа што повеќе нема горење и чад, се намалува лошиот мирис и нема инсекти и животни. Од следнава слика може да се забележи дека само по една година се појавува вегетација.

Слика 94. Мерка 1 - Покривање со почвена покривка
(Ampang Jajar депонија, Малезија)
Figure 94. Measure 1 - Covering the soil cover
(Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

17.1.2. Градење на пристапен пат и дренажни канали (Мерка 2)

Наредна мерка која се превзема е мерката за градење на пристапен пат до работната површина на депонијата. Со градењето на пристапните патишта се овозможува нормално движење на возилата кои го одлагаат отпадот, со што не би заглавувале и би имале отежнато движење. При изградбата на патот може да се користат материјали кои можат повторно да се употребат како што се камени плочи и коцки, стари цигли и др. Додека пак дренажните канали се копаат на

страните од патот и обично се до 50cm во висина и до 1m во широчина, со што се овозможува нормално движење на возилата доколку има врнежи.

Слика 95. Мерка 2 - Пристапен пат и дренажни канали (Ampang Jajar депонија, Малезија)
Figure 95. Measure 2 - Access road and drainage channels (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

17.1.3. Поставување на цевки за вентилација на депонискиот гас и стабилизација на депонијата (во раната фаза) (Мерка 3)

Во раната фаза на санитарната депонија се поставуваат перфорирани цевки или перфорирани лимени буриња во ископани дупки со длабочина до 1,5m и се прицврстуваат за самата подлога со леплива почва или глина. Со испуштањето на депонискиот гас низ овие цевки или лимени буриња се добива полу-аеробна средина и само по неколку месеци може да се забележи разликата. Овие перфорирани цевки или лимени буриња се поставуваат во интервал од 30-50m растојание.

Слика 96. Мерка 3 - Вентилација и стабилизација на депонијата (Ampang Jajar депонија, Малезија)
Figure 96. Measure 3 - Ventilation and stabilization of landfill (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

17.1.4. Користење на депонискиот отпад за формирање на ровови и насипи (Мерка 4)

Со формирањето на работната површина на депонијата се формираат и рововите и потпорните насипи. Рововите се од 3-5m во широчина и во нив се собира исцедокот од депонијата, а пак бројот на ровови околу работната површина зависи од временските услови и од врнежите. Додека пак потпорните насипи се формираат од депонискиот отпад и се покриваат со почвена покривка и можат да бидат во височина од 10-15m.

Слика 97. Мерка 4 - Формирање на ровови и насипи на депонијата (Ampang Jajar депонија, Малезија)
Figure 97. Measure 4 - Trenches and embankments of landfill (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

17.1.5. Градење на потпорни насипи и косински насипи и покривање со почвена покривка (Мерка 5)

Во формирањето на потпорните и косинските насипи се користи депонискиот отпад и методите на роовско и висинско депонирање со што се пополнуваат етапно клетка по клетка и доваѓа до правење на депониски слоеви, а со тоа и добра работна површина.

Слика 98. Мерка 5 - Формирање на потпорни и косински насипи (Ampang Jajar депонија, Малезија)
Figure 98. Measure 5 - Retaining embankments and slopes of landfill (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

17.1.6. Поставување на мерна вага (Мерка 6)

Со поставување на мерна вага на депонијата исто така може да се подобри работата и состојбата на самата депонија бидејќи се води контрола на возилата и евиденција на количините на отпад кои дневно се одлагаат на депонијата.

Слика 99. Мерка 6 - Поставување на мерна вага на депонијата (Ampang Jajar депонија, Малезија)
Figure 99. Measure 6 - Installed of Weighbridge on landfill (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

17.1.7. Заштита и уредување на косините и насипите (Мерка 7)

За да се зачува стабилноста на косините и насипите на депонијата и да се спречи ерозијата како мерка за заштита се применува садење на насади во дрвени рамки кои се поставуваат на косините и насипите. Со текот на времето со оваа активност се зајакнува стабилноста на депонијата и е спречена ерозијата. Во активноста во овој случај се вклучени и нелегалните собирачи на отпад на депонијата.

Слика 100. Мерка 7 - Садење на насади на депонијата (Ampang Jajar депонија, Малезија)
Figure 100. Measure 7 - Growth of sod and grass on landfill (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

17.1.8. Работилници и обуки на вработените (Мерка 8)

По сите спроведени претходно мерки и активности се прави анализа на моменталната состојба и динамиката на изградба на депонијата со сите вклучени и засегнати страни. Се организираат работилници на кои се обучуваат вработените за идните активности на санитарната депонија.

Слика 101. Мерка 8 - Работилници и обуки (Ampang Jajar депонија, Малезија)
Figure 101. Measure 8 - Training and Briefing (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

17.1.9. Поставување на цевките за собирање на исцедокот и за вентилација на воздухот (Мерка 9)

Целиот процес на поставување на цевките за собирање на исцедокот и на цевките за вентилација на воздухот го имаме објаснето во точката на објекти и структура на полу-аеробната санитарна депонија. Во овој случај може да се забележи од сликата дека страничните цевки за собирање на исцедокот се од локален материјал односно од бамбус кој го има во Малезија. Бамбусовите цевки се перфорирани и тие исцедокот го транспортираат до главната цевка, потоа исцедокот се собира во таложниот базен од каде може да се забележи од сликата како исцедокот се враќа со системот за циркулација повторно во депонијата, а со тоа се одвива и биолошкиот третман на исцедокот.

Слика 102. Мерка 9 - Цевки за собирање на исцедокот и за вентилација (Ampang Jajar депонија, Малезија)
Figure 102. Measure 9 - Leachate collecting and venting pipe (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

17.1.10. Изградба на таложен базен и циркулација на исцедокот (Мерка 10)

По собирањето на исцедокот во таложниот базен на депонијата се одвива процесот на аерација на исцедокот и кружната циркулација на исцедокот со помош на помпа. Целиот овој процес претставува пред третман на исцедокот и резултатот од преземањето на оваа мерка е биолошки третман на исцедокот и негово прочистување.

Слика 103. Мерка 10 - Цевки за собирање на исцедокот и за вентилација (Ampang Jajar депонија, Малезија)
Figure 103. Measure 10 - Leachate collecting and venting pipe (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

17.1.11. Систем за третман на исцедокот (Мерка 11)

Третманот на исцедокот може да биде физички и хемиски во зависност од составот на депонираниот отпад во полу-аеробната санитарна депонија. Системот за прочистување на исцедокот во конкретниот случај е доста ефективен и е прифатен во моделот на полу-аеробна санитарна депонија како модел за прочистување на исцедокот. Веднаш по аерацијата и биолошкиот третман исцедокот се насочува кон системот за физички третман каде и се филтрира преку резервоарот за филтрирање во кој има слоеви од отпадни кокосови влакна, слој од парчиња јаглен со дијаметар од 3-5cm, а потоа исцедокот оди во резервоарот за апсорпција во кој има слоеви од отпадни кокосови влакна и слој од отпадна јаглена прашина. Целиот овој процес како изгледа школски е прикажан на Слика 104, а по процесот на филтрација и апсорпција на исцедокот резултатите се од очигледни и можат да се видат на Слика 105.

Слика 104. Начин на поставување на системот за физички третман на исцедокот (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)
Figure 104. Installation of the system for physical treatment of leachate (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

Слика 105. Резултати од тестот за квалитетот на исцедокот (1-нетретиран исцедок, 2-по циркулацијата на исцедокот и аерацијата, 3-по филтрацијата во системот) (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)
Figure 105. Results of the test quality of leachate(1-untreated, 2-after circulation and aeration, 3-after filtration system) (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

17.2. Резултати од примената на технологијата за полу-аеробна санитарна депонија

Во повеќе земји во светот оваа технологија веќе се применува со години и истата се покажува како лесно одржлива и функционална со ниска цена и со едноставна технологија во неколку чекори. Во овој тип на санитарна депонија не се зафаќа депонискиот гас бидејќи самиот процес е скап и сложен, но за разлика на тоа се редуцираат количините на испуштање на метан гас, бидејќи постојано циркулира воздух во цевките, а со тоа доваѓа и до брза стабилизација на самата депонија. Се намалува и продирањето на исцедокот бидејќи веднаш се собира во таложниот базен од каде со циркулацијата на истиот се одвива биолошкиот третман, а потоа и со физички третман доваѓа до негово прочистување.

Доколку се направат споредби од сликите кои што следат подолу ќе се забележи дека резултатите од примената на полу-аеробниот метод за изградба на санитарна депонија се повеќе од очигледни и потребни.

Слика 106. Пред (1971), Потоа (денес) - (Nakata депонија, Фукуока-Јапонија)
Figure 106. Before (1971), After (today) - (Nakata landfill, Fukuoka-Japan)

Слика 107. Пред (1988), Потоа (1990) - (Ampang Jajar депонија, Малезија)
Figure 107. Before (1988), After (1990) - (Ampang Jajar Landfill, Malaysia)

Слика 108. Пред (1996), Потоа (1998) - (Kahrizak депонија, Техеран-Иран)
Figure 108. Before (1996), After (1998) - (Kahrizak Landfill, Tehran-Iran)

17.3. Трошоци за изградба на полу-аеробна санитарна депонија

Со примената на полу-аеробниот метод за изградба на санитарна депонија значително се намалуваат трошоците за изградба, за работа и за нејзино одржување бидејќи има примена на едноставна технологија, а исто така и можност за примена на голем избор на материјали за изградба.

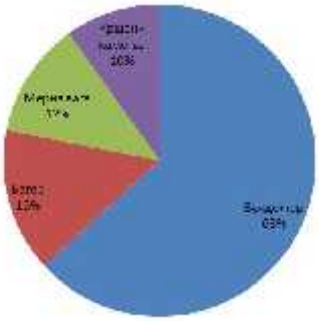
Во техничките упатства за полу-аеробна санитарна депонија во од овој магистерски труд се споменати сите недостатоци кои би требало да се отстранат уште во фазата на самото планирање и можностите за примена на материјали кои би можеле да се најдат и искористат локално, а воедно да се искористи и механизацијата и сите други можни ресурси со кои располагаат локалните јавни претпријатија.

Врз база на податоците за трошоците за изградба на полу-аеробна санитарна депонија од полу-аеробната санитарна депонија “Ampang Jajar” (Малезија) во временскиот рок од 3 години, се добиени трошоците за изградба и истите се пресметани во проценти. Доколку истите количини од примерот за изградба на полу-аеробна санитарна депонија во Малезија, ги замениме со сегашните моментални цени од ценовникот[20] на локалното јавно претпријатие “Стипион 2011-Штип”, би добиле приближни податоци за потребните трошоци за изградба на полу-аеробна санитарна депонија на депонијата “Трештена скала” во Општина Штип, која е со строго дефинирана намена со површина од 16.390,00 m^2 и со тоа би ја потврдиле едноставна структура и ниската цена. Прецизни мерења за количините на комунален отпад, кој се собира од градот Штип и приградските населби и се транспортира и депонира на депонијата “Трештена скала” не се вршат.

[20] Ценовник на ЈП-“Стипион 2011”-Штип за одржување на локални патишта и улици (“Службен гласник на Општина Штип” број 10/13)

Количините на комунален отпад се пресметани врз база на запремнината на транспортните возила и извршената работа и годишно изнесуваат од **21.241 - 25.311 t/g** (78.672 - 93.744 m^3) комунален отпад.

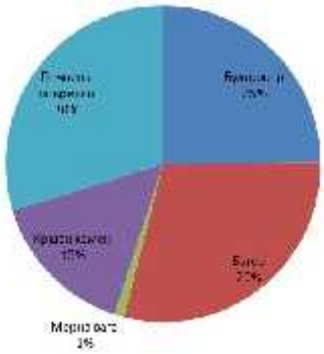
Од направените пресметки со моменталните цени од локалното јавно претпријатие “Стипион 2011-Штип” произлегува дека приближната **можна цена** за изградба на полу-аеробна санитарна депонија би изнесувала околу 40.000.000,^{00}денари. (Прикажани на Слика 109)



1 година

Булдожер (1221 раб.часа) X 960,00ден./час….= 1.172.160,00ден.
Багер (275 раб.часа) X 3500,00ден./час ……...= 962.500,00ден.
Кршени камења (50 тона) X 1500ден./m^3 ……..= 277.500,00ден.
Инсталација на мерна вага ……...= 333.000,00ден.

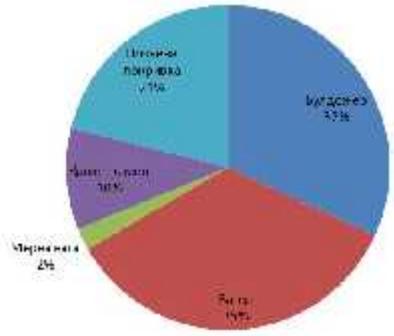
Вкупни трошоци……= 2.745.160,00ден.
Количини на депониран отпад.....= 21.241 t/god



2 година

Булдожер (2242 раб.часа) X 960,00ден./час….= 2.152.320,00ден.
Багер (2420 раб.часа) X 3500,00ден./час ……= 8.470.000,00ден.
Кршени камења (320 тона) X 1500ден./m^3 ……= 1.777.500,00ден.
Одржување на мерна вага ……...= 120.000,00ден.
Почвена покривка (3300 камиони) X 3000ден....= 9.900.000,00ден.

Вкупни трошоци……= 22.419.820,00ден.
Количини на депониран отпад.....= 23.500 t/god



3 година

Булдожер (1800 раб.часа) X 960,00ден./час….= 1.728.000,00ден.
Багер (1800 раб.часа) X 3500,00ден./час ……= 6.300.000,00ден.
Кршени камења (150 тона) X 1500ден./m^3 …….= 832.500,00ден.
Одржување на мерна вага ……...= 100.000,00ден.
Почвена покривка (1400 камиони) X 3000ден....= 4.200.000,00ден.

Вкупни трошоци……= 13.160.500,00ден.
Количини на депониран отпад.....= 25.311 t/god

Слика 109. Приближни трошоци во првите 3 години за изградба на полу-аеробна санитарна депонија
Figure 109. Approximate costs in the first 3 years to build a semi-aerobic sanitary landfill

17.4. Состојба на депониите во Република Македонија

Во Р.Македонија во моментот егзистираат 55 депонии, но ниту една од нив не оперира и не е развиена со што би ги исполниле стандардите кои ги бара Директивата за отпад 1999/31/ЕС. Освен овие 55 нестандардни депонии постојат стотици други нелегални “диви депонии” (ѓубришта или одлагалишта) кои постојат и претставуваат голем проблем.

Националниот план за управување со отпад на РМ (2009-2015) предвидува затворање на сите постоечки депонии и нивна замена со регионални депонии кои ќе бидат изградени и со кои ќе се оперира според стандардите кои се наведени во Директивата за отпад. Општинските нелегални депонии и илегалните “диви депонии” продолжуваат и понатаму да предизвикуваат загадување, а крајните трошоци за нивно чистење и затворање продолжуваат секојдневно да се зголемуваат.

Слика 110. Локации на нестандардните депонии во Р.Македонија[21]
Figure 110. Locations of dumps in R.Macedonia

[21] Националниот план за управување со отпад на РМ (2009-2015)

Слика 111. Депонии во Р.Македонија (1-Депонија во Свети Николе, 2-Депонија во Гостивар, 3-Депонија во Кочани, 4-Депонија во Кичево)
Figure 111. Landfills in R.Macedonia (1 landfill in Sveti Nikole, 2-Landfill in Gostivar, 3-Landfill in Kocani, 4-Landfill in Kicevo)

17.4.1. Депонија “Трештена Скала” - Штип

Градската депонија за цврст комунален отпад е лоцирана во месноста наречена “Трештена скала” која се одликува со нерамен-“разбрануван” терен од необработливо земјиште, избраздено со помали со помали и поголеми суводолици и сиромашно со вегетација. Локацијата на градската депонија се протега низ суводолица која има неправолиниско протегање и гравитира кон

реката Брегалница. Растојанието од локацијата на депонијата до реката Брегланица по долж суводолицата изнесува околу 900 метри или воздушно околу 700 метри. Сливната површина на локацијата изнесува 1 km^2, а надолжниот пад се намалува од високи 80% на 10%.

Слика 112. Депонија “Трештена Скала” во Штип
Figure 112. Landfill “Trestena Skala” in Stip

17.4.1.1. Состојба на депонија “Трештена Скала” во Штип

Депонијата на локалитетот “Трештена скала” во функција е од 2004 година. Од Советот на Општина Штип на 15.04.2004 година донесена е одлука за определување на депонија за времено депонирање на комунален цврст и технолошки отпад на подрачјето на општина Штип а врз основа на поволните критериуми кои локацијата ги задоволува за нејзината намена времена депонија на цврст комунален отпад. Подрачјето помеѓу Штип, Свети Николе, Велес, Неготино и Радовиш во кое е лоцирана депонијата според НЕАП (Националната стратегија за управување со цврст отпад) спаѓа во групата на депонии со низок ризик од аспект на состојбата за заштита на животната средина и поради тоа претставува безбедна локација за регионална депонија. Од геолошки и хидрогеолошки аспект теренот на локацијата претставува хидрогеолошка бариера со елементарни услови на појава на подземни води како и можна инфилтрација на загадени флуиди во подземјето што се должи на геолошкиот состав од флишни седименти (глиници, песочници и лапорци) утврден со истражно дупчење. Депонијата “Трештена Скала” претставува градежен објект со строго дефинирана намена со површина од **16.390,00 m^2** и доколку со истиот не се постапува соодветно може да дојде до значителни негативни влијанија врз медиумите на животната средина како и до појава на свлечишта, ерозија и визуелно нарушување на теренот, неконтролирано искористување на просторот. За да се спречат наведениве влијанија (ветер, дожд), покрај планското депонирање со булдожер и дневно покривање се предвидува преземања на соодветни мерки. На депонијата се депонира цврст комунален отпад собран од домаќинствата, јавните површини (паркови, чистење на улици) и деловните субјекти (комерцијалните и индустриските објекти) чиј отпад е сличен на отпадот од домаќинствата. Прецизни мерења за количината на комунален отпад која се собира од градот Штип и приградските населби и се транспортира и депонира на градската депонија не се

вршат. Количината на комунален отпад се пресметува врз база на зафатнината на транспортните возила и дневниот распоред на возилата. Не се вршени анализи за карактеристиките и составот на цврстиот комунален отпад и специфичната тежина. Приближно ако се земе дека специфичната густина на неселектираниот комунален отпад се движи **270kg/m^3** (неофицијален податок од други комунални претпријатија) произлегува дека се депонира **21.241 - 25.311 t/g** (78.672 - 93.744 m^3) комунален отпад. Сообраќајот на транспортните возила од градското подрачје до влезот на депонијата се одвива по асфалтиран пат со должина од 4 km и уште 200 m, по неасфалтиран пристапен пат. Депонијата "Трештена скала" не е уредена и оспособена за селектирање и рециклирање на комуналниот отпад и нема довод на вода и електрична енергија на локацијата.[22]

Слика 113. Моментална состојба на депонија "Трештена Скала" во Штип
Figure 113. Current situation of Landfill "Trestena Skala" in Stip

[22] БАРАЊЕ бр.0801/503 од 22.12.2008год. ЗА ДОБИВАЊЕ НА ДОЗВОЛА ЗА УСОГЛАСУВАЊЕ СО ОПЕРАТИВЕН ПЛАН ЗА ДЕПОНИЈА "ТРЕШТЕНА СКАЛА"-ШТИП

17.4.2. Депонија “Дрисла” - Скопје

Локацијата на санитарната депонија “Дрисла” се наоѓа во сливот на Маркова Река на спротивната падинска страна од селото Батинци, 14км. југоисточно од центарот на Скопје.

Избраната локација ја карактеризираат дебели слоеви на водонепропустлива глина, која обезбедува поднослива заштита на подземните води и континуирано следење на нивниот квалитет преку системот на пиезометри.

Локацијата е избрана врз основа на респектирање на критериумите кои овозможуваат:

- ✓ обезбедување потполна санитарно-еподемиолошка сигурност,
- ✓ спроведување потребна заштита на земјиштето, воздухот и водите,
- ✓ рационално користење на земјиштето,
- ✓ минимизирање на трошоците за одлагање и минерализација на отпадот, и
- ✓ создавање услови за користење на несоодветна механизација за изведување на постапката на санитарното депонирање.

Во Република Македонија не постои друг современ објект за депонирање на цврст отпад, ниту пак објекти за негов третман по пат на некоја од современите постапки за термичо-биолошка обработка.

Регионот на Скопје претставува најгусто населен простор во Р.Македонија, каде по последниот попис на населението имало 545.000 жители, или над 25% од вкупното население на државата. Од оваа население 100.000 жители живеат во руралните населби, а останатото во градското подрачје.

Депонијата Дрисла е димензионирана да прими приближно 26.000.000 м^3 тони цврст отпад, што одговара за прифаќање на целокупниот комунален отпад од домаќинствата и работните и трговските установи на територијата на Град Скопје и пошироко, за период од најмалку 30 години.

Одделението за прием на отпад во ЈП-Депонија „Дрисла“ е задолжено да врши прием на комуналниот и медицински отпад собран од територијата на Град Скопје, но и за уништување односно депонирање на отпад и од други стопански

субјекти и државни институции по нивно барање, водејќи сметка отпадот да биде на листата на видови на отпад кој е дозволен да се депонира.

Технолошкиот процес започнува од влезот на депонијата. Комуналните возила прво се мерат на електронската вага со што се утврдува тежината на отпадот. По мерењето возилата се движат во правец на депонијата по таканаречени времени сообраќајници т.е. ги при прифаќа Одделението за депонирање.[23]

Слика 114. Депонија “Дрисла”-Скопје
Figure 114. Landfill "Drisla" - Skopje

[23] www.drisla.mk

Технолошкиот процес што се применува за санитарно депонирање е значајна од неколку аспекти:

- ✓ стабилност на телото на депонијата;
- ✓ отстранување на можноста од создавање на воздушни чепови каде би се собирал продуцираниот депониски гас;
- ✓ оптимално пополнување на депонијата; и
- ✓ смалување на можноста од продор на филтрат во подземните води.

По извршените операции на депонијата, комуналните возила се упатуваат во пералната каде се врши перење на долниот строј.

Слика 115. Објекти на депонија “Дрисла”-Скопје

18. ДИСКУСИЈА

Доколку се примени полу-аеробната метода за изградба на санитарна депонија во Р.Македонија и се искористат сите ресурси од локално ниво кои ги имаме секојдневно насекаде околу нас, би почнале со изградба или технички трансфер на нашите нестандардни депонии во нашите општини и би се решил проблемот со отпадот кој е повеќе деценски.

Крајниот резултат секако би бил одржлива санитарна депонија со едноставна структура и ниска цена.

Моделот на примена на полу-аеробна метода за формирање на полу-аеробна санитарна депонија може со соодветно адаптирање или како што споменавме претходно со технички трансфер да се примени на веќе постоечките нестандардни депонии или за формирање на нови санитарни депонии во Република Македонија кои ќе бидат според сите критериуми и стандарди за заштита на животната средина.

Основните услови за примена на оваа метода и адаптација на веќе постоечките нестандардни депонии во Република Македонија се:

- ✓ Изработка на долгорочен општински или регионален план кој ќе се применува 10-15 години, во кој ќе бидат наведени сите планови и активности за реализација постапно во чекори;
- ✓ Важно е да се разгледа волуменот на отпадот кој се продуцира и колку количини ќе се депонира, со што би се одредила големината и дизајнот на санитарната депонија;
- ✓ Подрачјето кое е избрано за изградба на санитарна депонија треба да биде во функција повеќе години бидејќи се вложува голема сума на финансиски трошоци во изградба на пристапни патишта и пристап, систем за колектирање и објект за третман на исцедокот, дренажен систем, објект за мониторинг и чување итн.;

- ✓ Начини за селекција и рециклирање или намалување на отпадот и негово ефикасно искористување;
- ✓ Ефикасно собирање и транспортирање на отпадот и намалување на трошоците;
- ✓ Во однос на топографија и геологија за подобра изградба и помали трошоци за одржување подобро е да се избере локацијата за изградба на депонија со добри геолошки услови;
- ✓ Санитарните депонии треба да се градат на непропустлива земја (глинена земја), а во исто време да се избегне и градење на меко тло или на места каде може да се појави свлечување или лизгање на земјиштето. Во многу случаи се градат на повисоки или планински места со што мора да се направи физибилити студија и да се преземат сите неопходни заштитни мерки од ерозија на земјиштето. Области каде се појавува лизгање на земјиштето или одрони од карпи треба да се избегнуваат за градење;
- ✓ Места кои треба се избегнуваат за изградба се области со високи количества на врнежи, близина до сливни подрачја, близина со доводи на вода итн.;
- ✓ Прилагодување на сите прописи и правила од областа на урбанистичко планирање;
- ✓ Место за празнење на отпадните води;
- ✓ Патен превоз, пристапот на патот и пристапен пат;
- ✓ Услови за тампон зона (зелен појас), оддалеченост на патот од заедницата, бучава, вибрации и лош мирис (ако во близина се наоѓа станбена област);
- ✓ Достапност на комунални услуги, како што се електрична енергија, вода и телефон.
- ✓ Достапност и близина на материјалот за покривка со што трошоците за транспорт на материјалот значително би се намалиле;

Доколку полу-аеробниот модел за изградба на санитарна депонија би се применил на сегашната постоечка депонија за комунален отпад на Општина Штип “Трештена Скала“, потребно е да се направат следните активности и постапки за адаптација и редизајнирање според полу-аеропбната метода:

- Да се направи физибилити студија;
- Да се изготви главен проект за изградба;
- Да се одреди големината и дизајнот на санитарната депонија;
- Да се подобри начинот на собирање и транспортирање на отпадот;
- Едукација на населението за сепарирање на отпадот и поголема еколошка свест;
- Количини на отпад кој ќе се депонира на санитарната депонија;
- Обезбедување на доволна почвена покривка за покривање и гаснење на депонискиот отпад;
- Пристапен пат до работната површина на санитарната депонија и дренажни канали;
- Поставување на цевки за вентилација на депонискиот гас и стабилизација на депонијата (во раната фаза);
- Да се преземат сите неопходни заштитни мерки од ерозија на земјиштето;
- Користење на депонискиот отпад за формирање на потпорни и косински насипи, ровови и нивно покривање со почвена покривка;
- Поставување на мерна вага и градење на објект за контрола;
- Преземање на активности за заштита и уредување на косините и насипите;
- Работилници и обуки на вработените;
- Поставување на цевки за собирање на исцедокот и на цевките за вентилација на воздухот;
- Изградба на таложен базен и циркулација на исцедокот;
- Изградба на систем на третман на исцедокот.

Додека пак во однос на депонијата “Дрисла“ - Скопје, која претставува единствен пример на санитарна депонија во Р. Македонија, се примени полу-аеробниот модел за санитарна депонија и се направи потребниот технички трансфер, треба да се направат следните адаптации:

- Да се направи физибилити студија за технички трансфер
- Да се изготви главен проект за техничкиот трансфер
- Да се одреди големината и дизајнот на санитарната депонија
- Да се подобри начинот на собирање, селектирање и транспортирање на отпадот
- Подобрување на пристапниот пат и градење на дренажи
- Поставување на цевки за вентилација на депонискиот гас и стабилизација на депонијата (во раната фаза);
- Да се преземат сите неопходни заштитни мерки од ерозија на земјиштето;
- Да се преземат сите неопходни заштитни мерки од ерозија на земјиштето;
- Преземање на активности за заштита и уредување на косините и насипите;
- Работилници и обуки на вработените;
- Поставување на цевки за собирање на исцедокот и на цевките за вентилација на воздухот;
- Изградба на таложен базен и циркулација на исцедокот;
- Изградба на систем на третман на исцедокот.

19. ЗАКЛУЧОК И ПРЕДЛОГ ЗА ПОНАТАМОШНИ ИСТРАЖУВАЊА

Со можноста за примена на овој метод за изградба на санитарна депонија како што е и насловот на овој магистерски труд можеме да заклучиме дека би се применило едноставна технологија која овозможува висок степен на слобода на избор на материјали.

Оваа полу-аеробна метода за изградба на санитарна депонија се применува во земји од Светот бидејќи е поедноставна и поевтина во однос на другите анаеробни депонии и има можност да се користат локални материјали кои можат да се најдат во нашето опкружување, а воедно да се искористи и механизацијата и опремата која веќе се употребува и е во функција на локалните претпријатија на општините доколку станува збор за нашата држава и примената на овој метод за изградба на санитарна депонија.

Со примената на овој метод би дошло до стабилизација на самата депонија бидејќи има постојана циркулација на свеж воздух преку страничните и вертикалните цевки за вентилација, а со тоа доваѓа до намалување и на количините на метан гас кои моментално излегуваат од сите наши нестандардни депонии.

Со едноставниот систем на зафаќање на исцедокот преку цевките за колектирање на исцедокот и брзото собирање на истиот во таложниот базен и негова циркулација со биолошки третман доваѓа до значително забрзано распаѓање на отпадните материјали во депонијата.

Доколку станува збор за изградба на полу-аеробна санитарна депонија во Општина Штип на градската депонија “Трештена скала” приближно по пресметките би се потрошиле околу 40.000.000,^{00} денари за периодот од 3 години и со тоа би се решил проблемот со несоодветното депонирање и оперирање со отпадот кој може да има значителни негативни ефекти врз животната средина и здравјето и животот на луѓето.

Полу-аеробната метода за изградба на санитарна депонија може да се примени при формирање на нови или редизајнирање на постојните депонии во Република Македонија ако се исполнети следните услови:

- ❖ Да се спроведуваат и почитуваат законската регулатива;
- ❖ Доколку имаат јасни улоги, задачи и одговорности сите инволвирани субјекти во управувањето со отпад од национално, регионално или локално ниво;
- ❖ Доколку се подобрат врските меѓу национално и локално ниво;
- ❖ Доколку има поголем капацитет на заинтересираност на националните и локалните власти;
- ❖ Да се води мониторинг на создавањето и депонирањето на отпад;
- ❖ Доколку се подобрат човечките ресурси и капацитети на националните и локалните институции (општини и комунални претпријатија);
- ❖ Да се обезбедат потребни финансиски средства;
- ❖ Да се искористуваат ресурсите (човечки и технички) од јавните претпријатија;
- ❖ Да почне да се применува сепарирано собирање и третман на отпадот;
- ❖ Доколку има повеќе средства за логистичка и депониска инфраструктура;
- ❖ Да се формираат наменски фондови за иницирање на проекти за управување со отпад; и
- ❖ Вклучување на граѓаните во проекти и кампањи за управување со отпадот.

Доколку станува збор за изградба или редизајнирање на моменталната депонија во Општина Штип “Трештена Скала” со примена на полу-аеробниот модел санитарна депонија, потребно е да се исполнат следниве услови:

- ➢ Да се изработи физибилити студија;
- ➢ Главен (мастер) проект и планови и рокови за негова реализација;
- ➢ Да се одреди големината и дизајнот на санитарната депонија;
- ➢ Да имаат јасна улога и задача одговорните и сите други инволвирани субјекти во управувањето со отпад на локално или регионално ниво;

- Да се применат сите упатства за формирање на санитарна депонија по моделот на полу-аеробна санитарна депонија (чекор по чекор);
- Да се обезбедат потребните финансиски средства;
- Да се искористуваат ресурсите (човечки и технички) од јавните претпријатија;
- Да почне да се применува сепарирано собирање и третман на отпадот; и
- Поголема едукација, одговорност и свест на граѓаните за отпадот.

А доколку единствената санитарна депонија во Република Македонија депонијата “Дрисла” во Скопје би се редизајнирала со потребниот технички трансфер во полу-аеробна санитарна депонија, би било потребно да се исполнат следниве услови:

- Да се направи физибилити студија за технички трансфер;
- Да се изготви главен проект за техничкиот трансфер;
- Да се одреди големината и дизајнот на санитарната депонија;
- Да се обезбедат потребните финансиски средства;
- Да се најде концесионер за управување;
- Да се применат сите упатства за формирање на санитарна депонија по моделот на полу-аеробна санитарна депонија (чекор по чекор);
- Да имаат јасна улога и задача одговорните и сите други инволвирани субјекти во управувањето со отпад на локално или регионално ниво;
- Да се подобри начинот на собирање, селектирање и транспортирање на отпадот; и
- Поголема едукација, одговорност и свест на граѓаните за отпадот.

Од овој магистерски труд може да се заклучи дека со примената на овој метод за изградба на санитарна депонија дали тоа би било на депонијата “Трештена скала” во Штип или пак на единствената санитарна депонија во Република Македонија депонијата “Дрисла” во Скопје или пак на било која друга нестандардна депонија во Република Македонија, со едноставен технички трансфер и со примената на полу-аеробната метода за формирање на санитарна

депонија би дошло до **брза стабилизација** на депонијата со **едноставна структура** и **ниска цена**, со што е можна рекултивација со зелени површини, отворен чист простор, паркови, места за рекреација, а со тоа почиста и поздрава животна средина за идните генерации.

Од истражувањето направено во овој Магистерски труд се наметнуваат следниве предлози за натамошни истражувања:

1. Анализи за состојбата со отпадот на локално и регионално ниво;
2. Количини и фракции на генериран отпад;
3. Количини на депониран отпад (бидејќи моментално не се мери и не се води евиденција);
4. Физибилити студија за депонија“Трештена скала”-Штип; и
5. Главен проект за санитарна депонија “Трештена скала”-Штип.

20. ДОДАТОК (користени кратенки)

НПУО - Национален план за управување со отпад

МЖСПП - Министерство за животна средина и просторно планирање

ЕУ - Европска Унија

ОВЖС - Оцена на влијанието врз животната средина

ИСКЗ - Интегрирано спречување и контрола на загадувањето

ЗУО - Закон за управување со отпад

ЛЕАП - Локалниот Еколошки Акционен План

ЈП - Јавно Претпријатие

ЦКО - Цврст комунален отпад

ПХБ - Полихлорид бифенил

GEC - Global Environment Centre Foundation (Глобален центар за заштита на животната средина)

JICA - Japan International Cooperation Agency (Јапонска агенција за меѓународна соработка)

DO - Dissolved Oxygen (Растворен кислород)

SS - Suspended Solid (Суспендирани цврсти цестички)

BOD - Biological Oxygen Demand (Биолошка побарувачка на кислород)

COD - Chemical Oxygen Demand (Хемиска побарувачка на кислород)

ORP - Oxidation Reduction Potential (Оксидација Намалување Потенцијал)

mV - millivolt: 1/1,000 of a volt (мерка за електричен потенцијал)

CH_4 - метан

CO_2 - јаглерод диоксид

CH_2S - метанетил

NH_3 - амонијак

H_2S - водород сулфид

CH_3SH - метил меркаптан

21. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Prof. Yasushi Matsufuji, Dr.Fumiaki Hirano, (2004) “A Road to Sanitary Landfill Vol.1” - “Design and Operation of Sanitary Landfill” In cooperation with: Fukuoka University, Fukuoka City Environment Fondation, Japan Publisher: Fukuoka City Environment Fondation, Japan, 1988-1990
2. Prof. Yasushi Matsufuji, (2004) “A Road to Sanitary Landfill Vol.2” - “Structure and Caracteristics of Technical Guideline on Sanitary Landfill” In cooperation with: Fukuoka University, Fukuoka City Environment Fondation, Japan Publisher: Fukuoka City Environment Fondation, Japan, 1988-1990
3. Matsufuji, Kouji, (2007) - Caution for Application of “Fukuoka Method” (Semi-Aerobic Landfill Technology), Prepared by Japanese International Cooperation Agency - Kyushu International Center.
4. Frank Flintoff, (1984) - WNO Regional Offie for South-East Asia, “Management of Solid Wastes in Developing Countries”.
5. David Gordon Wilson, (1977) - VNR (edition), “Handbook of Solid Waste Management”.
6. Japan Waste Management Association, (1989) “Guideline for Construction of Land Disposal Site”.
7. Environmental Protection Agency, (1972) “Sanitary Landfill Design and Operation”.
8. JICA, (1989) “Solid Waste Management Study for Pulau Pinang and Seberang Prai Municipalities”.
9. Стратегија за управување со отпад на РМ (2008-2020), 2008
10. Национален план за управување со отпад (2009-2015) на Република Македонија, 2008
11. Закон за Управување со Отпад, (Сл.Весник на РМ, бр.9 од 25.01.2011 година)
12. Правилник за условите кои треба да ги исполнуваат депониите, (Сл.Весник на РМ, бр.68/04, 71/04, 107/07, 102/08 и 143/08)

13. Правилник за формата и содржината на барањето за основање на депонија за неопасен и инертен отпад, (Сл.Весник на РМ, бр.68/04, 71/04 и 107/07)
14. Правилник за општите правила за постапување со комуналниот и со други видови неопасен отпад, (Сл.Весник на РМ, бр.68/04, 71/04 и 107/07)
15. Правилник за критериумите за прифаќање на отпадот во депониите од секоја класа, подготвителните постапки за прифаќање на отпадот, општи постапки за тестирање, земање мостри и прифаќање на отпадот, (Сл.Весник на РМ, бр.68/04 и 107/07)
16. Правилник за начинот и постапката за работа, следење и контрола на депонијата за време на работењето, следење и контрола на депонијата во фазата на затворање и натамошна грижа за депонијата по затворањето, како и начинот и условите за грижа за депониите откако тие ќе престанат да работат, (Сл.Весник на РМ, бр.68/04, 71/04 и 107/07)
17. Правилник за условите во поглед на техничките средства и опремата за вршење на дејноста отстранување на отпад, како и условите и начинот за обука и тренинг програма на вработените, (Сл.Весник на РМ, бр.68/04, 107/07, 102/08 и 143/08)
18. Барањето бр.0801/503 од 22.12.2008год. За добивање на дозвола за усогласување со оперативен план за депонија “Трештена Скала”-Штип.
19. www.moepp.gov.mk - План за затворање на нестандардните депонии во РМ, “Градење на капацитетите за имплементација на ЕУ Директива за депонии-затворање на нестандардните депонии и инспекции”, МЖСПП на РМ и Шведска агенција за заштита на животната средина, (2011)
20. Локалниот Акционен план за животна средина на Општина Штип - ЛЕАП (2013-2019).
21. www.eastregion.mk - Програма за развој на источно плански регион (2015-2019)
22. Планот и програмата за Управување со отпад во Општина Штип (2009-2014).
23. www.drisla.mk