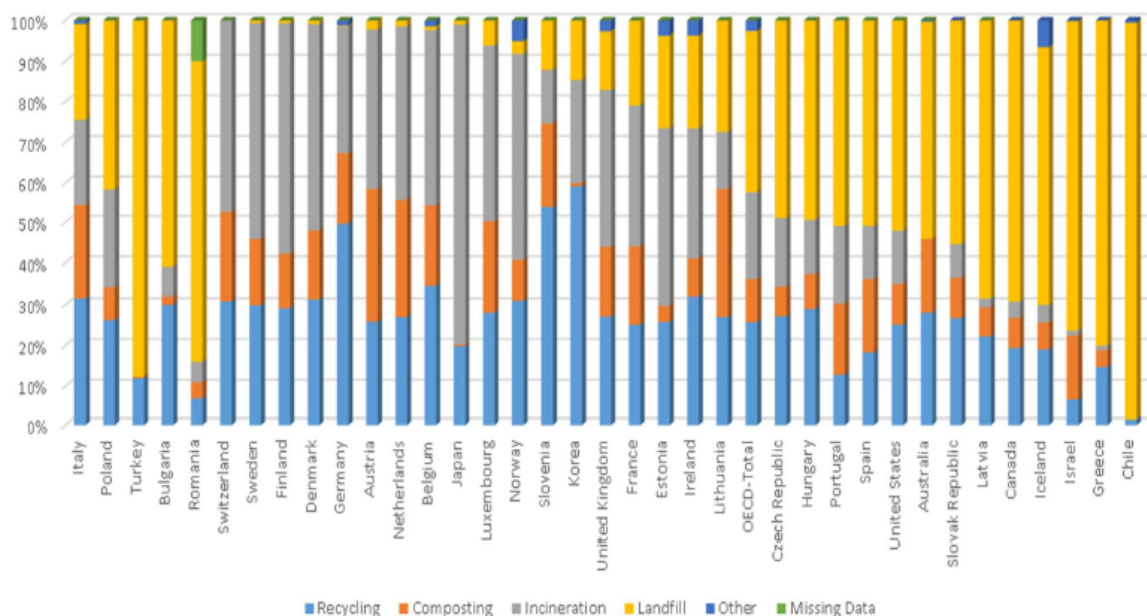


**НЕБЛАГОПРИЯТНИ ЗА ОКОЛНАТА СРЕДА  
ЕФЕКТИ ОТ ОТКРИТИТЕ СМЕТИЩА****1.1. Въведение**

Замърсяването на околната среда, особено през последните няколко десетилетия, е основен проблем поради нарастващите нива на потребление на всякакви ресурси. Високото ниво на потребление естествено води до увеличаване на количеството отпадъци, произведени в градовете. Твърдите отпадъци, създадени от хората, особено в градските райони, са значителен проблем по целия свят, който правителствата са длъжни да разрешат. Според Световната банка светът генерира 2,01 милиарда тона твърди битови отпадъци (ТБО) годишно, а отпадъците, генерирани на човек на ден, са средно 0,74 килограма, но варират в широк диапазон от 0,11 до 4,54 килограма (Световна банка, 2021 г.). Средното ниво на генериране на отпадъци е около 1,61 кг/глава/ден за карибските държави, 0,82 kg/глава/ден за тихоокеанските държави, 1,56 кг/глава/ден за атлантическите, индийските, средиземноморските и южнокитайските държави и 1,35 кг/глава/ден за страните от Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР) (Mohee et al., 2015). Ежедневното ниво на генериране на отпадъци в страните с ниски и средни доходи се предвижда да нарасне с 40% или повече до 2050 г., като се очаква да се увеличи с 19% за страните с високи доходи (Световна банка, 2021 г.). Очевидно е, че има връзка между нивото на доходите и нивото на генерираните отпадъци. Освен това до 2050 г. се очаква производството на отпадъци в страните с ниски доходи да се увеличи три пъти според Агенцията за опазване на околната среда (Агенция за опазване на околната среда, 2020 г.). 1,3 милиарда тона твърди отпадъци годишно са били генерирани в целия свят през 2010 г. и се очаква тяхното количество да достигне 3,40 милиарда тона до 2025 г. (Световна банка, 2021 г.). Изхвърлянето на големи количества твърди отпадъци от множество източници създава голямо икономическо и екологично бреме за местните власти. Ако не се изхвърлят правилно, твърдите отпадъци причиняват екологични проблеми и влияят неблагоприятно на човешкия живот. В днешно време глобалната пандемия от COVID-19 наложи преразглеждане на практиките и подходите за управление на твърдите отпадъци и откритите сметища (Das et al., 2021).

Управлението на твърдите отпадъци е една от най-важните общински услуги за градската управа, която тя трябва да предостави на своите жители. Съставът на твърдите битови отпадъци (ТБО) се различава в зависимост от региона (Reddy et al., 2009) поради различията в демографските характеристики, законодателството, както и начинът на живот на хората. Твърдите битови отпадъци могат да се изхвърлят чрез рециклиране, компостиране, изгаряне и депониране. Фигура 1.1. показва глобално третиране и изхвърляне на твърди битови отпадъци в ОИСР и европейските страни според статистиката от 2018 г. Графиката показва, че има значителни разлики в начина, по който европейските страни се справят с ТБО. В около половината от страните, включени в графиката, най-често използваният метод за обезвреждане на твърди отпадъци е депонирането.

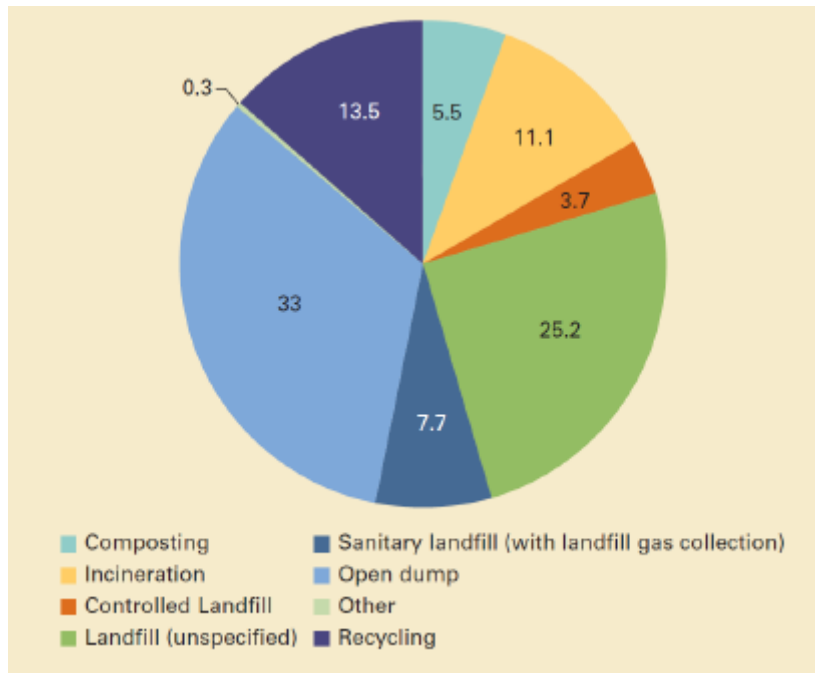


Фигура 1.1. Изхвърляне на твърди битови отпадъци в ОИСР и европейските страни през 2018 г. (OECD, 2021; CEWER, 2020).

Почти 40% от отпадъците се изхвърлят в депата по света. Около 19% се обработват за оползотворяване на материали чрез рециклиране и компостиране, а 11% се обезвреждат чрез модерно изгаряне. Въпреки че в световен мащаб 33% от отпадъците все още се изхвърлят на открито, правителствата все повече осъзнават рисковете и разходите за сметищата и се стремят към прилагането на устойчиви методи за обезвреждане на отпадъците (Фигура 1.2.).

Очаква се годишният бюджет за управление на твърдите отпадъци да се увеличи до около 375,5 милиарда долара през 2025 г. Бюджетите за управление на отпадъците могат да бъдат

най-високата отделна позиция за общините в страните с ниски доходи с 20% от общинските бюджети. Разходите за управление на отпадъците са повече от 10% и 4% от общинските бюджети съответно за страните със среден и висок доход. Събирането и обезвреждането на твърди отпадъци обикновено се управлява от местни общини с ограничен бюджет и капацитет за добре управлявана стратегия за обезвреждане в страните с ниски и средни доходи.



Фигура 1.2. Глобално третиране и изхвърляне на отпадъци в проценти

(Световна банка, 2021 г.).

За съжаление, за да се намери бързо и икономично решение, тези отпадъци бяха изхвърлени на открито без да се съблюдават никакви инженерни или екологични норми и последиците от това са десетки хиляди открити сметища в Европа и по света. Много от развитите страни предвидиха вредното въздействие на откритите сметища върху околната среда и изоставиха тези практики, като създадоха инженерни сметища. Повечето от тези нации следват практики, които щадят околната среда или доброволно и/или чрез адаптиране, например, към законодателството на ЕС. Последователните директиви за управление на твърди отпадъци повишиха стандартите и дадоха политически насоки за прилагането на тези техники на членовете на ЕС, а ЕС насърчи развитието на сектора до необходимите стандарти с безвъзмездно финансиране за страните членки и страните кандидатки. Въпреки че тези страни построиха и започнаха да използват инженерни сметища, предишните

открити сметища все още съществуват без да се използват повторно земните площи. Намаляването на опасностите за околната среда и водните ресурси чрез възстановяване на открити сметища, които причиняват сериозни екологични проблеми, все още е приоритет за много правителства.

Днес най-често използваният метод за обезвреждане на твърди отпадъци в развитите страни е депонирането. Въпреки това, преди заявленията за депониране, твърдите отпадъци се изхвърлят на случаен принцип във всякакви зони извън града, чрез открито изхвърляне. Дори в страните, които започнаха да използват метода на депонирането, изоставените открити сметища продължават да застрашават околната среда и човешкото здраве. Фигура 1.2 показва глобалното третиране и изхвърляне на отпадъци в света. Световната банка (2021) заявява, че откритото изхвърляне представлява най-малко 33% от отпадъците в света - изключително консервативно - и не се управлява по безопасен, за околната среда, начин. Има три жизненоважни проблема в откритите сметища:

- 1)  $\text{CH}_4$  газ, парников газ, който е 28 пъти по-моцнен от  $\text{CO}_2$ , генериран от биоразградими твърди отпадъци в анаеробни условия.  $\text{CH}_4$  е експлозивен, когато присъства в диапазона от 5–15% обем във въздуха и става запалим, когато това ниво е по-високо от 15%.
- 2) Инфилтрат и промяна в свойствата на почвата. Инфилтратът се причинява от проникване на дъждовна вода в твърдите отпадъци, както и от съдържанието на вода в самите твърди отпадъци. Промяната в свойствата на почвата ускорява обема и скоростта на инфилтратите, които могат да съдържат много органични и неорганични замърсители. Този инфилтрат се просмуква през почвата и достига до подпочвените води, което води до значителен риск за местните подпочвени водни ресурси и за естествената среда.
- 3) Структурна стабилност в открити сметища. Нарушаването на скатове при открити сметища може да доведе до сериозни екологични проблеми. Става по-критично, особено ако откритите сметища са близо до водоеми. Поради гореспоменатите жизненоважни проблеми откритите сметища, които вече не се използват, трябва да бъдат рекултивирани, а съществуващите да бъдат подобрени. Европейският съюз има директива относно депонирането на отпадъци (№: 1999/31 / ЕО), която определя ограниченията и процедурите, които трябва да се предприемат, за да се предотвратят или сведат до минимум заплахите за околната среда. В много страни, които са членки или кандидати за Европейския съюз, откритите сметища все още представляват екологичен проблем.

## **1.2. Въздействия върху околната среда на откритите сметища**

Изхвърлянето на твърди отпадъци, особено в градските райони, е един от основните въпроси, които трябва да бъдат решени. Основен показател за липсата на екологично съзнание е използването на открити сметища, като метод за обезвреждане на твърди отпадъци. Откритото изхвърляне е най-икономичният метод за обезвреждане. Въпреки това, тези неинженерни зони, създадени чрез изхвърляне на отпадъчни материали в открити земни площи, особено далеч от града, заплашват както човешкото здраве, така и околната среда. В световен мащаб приблизително 40% от твърдите отпадъци се изхвърлят на депа, а откритите сметища все още се използват като метод за изхвърляне в повечето развиващи се или неразвити страни (Kaza et al., 2018). От голямо значение е изоставянето на открития метод на депониране и рекултивацията на съществуващите сметища, които имат много неблагоприятни ефекти. Светът произвежда 2,01 милиарда тона твърди градски отпадъци всяка година, 33 процента от които не могат да бъдат управлявани по безопасен за околната среда начин. Както бързо нараства процентът на генериране на отпадъци, така бързо нараства и глобалното въздействие на твърдите отпадъци. Неконтролираното изхвърляне на твърди отпадъци допринася за неблагоприятни въздействия върху околната среда като замърсяване на повърхностните, подземните води и почвата; замърсяване на въздуха, миризми и емисии на парникови газове (GHG); експлозия, пожар и други сериозни рискове за околната среда; вектори на болести; рискове за здравето на чистачите; и визуални въздействия.

### **1.2.1. Замърсяване на повърхностни води, подземни води и почви**

Само 2,5% от водните басейни в света са с прясна вода и много от тях са недостъпни; някои заключени в ледници, други – намиращи се дълбоко под земната повърхност. Следователно светът е изправен пред нарастваща водна криза. Подземните води се движат бавно и непрекъснато в геологично формиращи се подземни резервоари, наречени водоносни хоризонти, чиито източници се попълват от просмукването на валежите. Поради това те лесно се влияят от човешка дейност. Откритите сметища имат пряк ефект върху замърсяването на повърхностните води, подземните води и почвата. За разлика от депата, създадени в резултат на инженерни проучвания, в тези зони не се генерира управление на инфилтрат. Поради това инфилтратът с високи нива на замърсяване се смесва с водата и прониква в земята по неконтролиран начин. Районите в близост до откритите сметища са по-податливи на замърсяване на повърхностни и подземни води и съществуват значителни

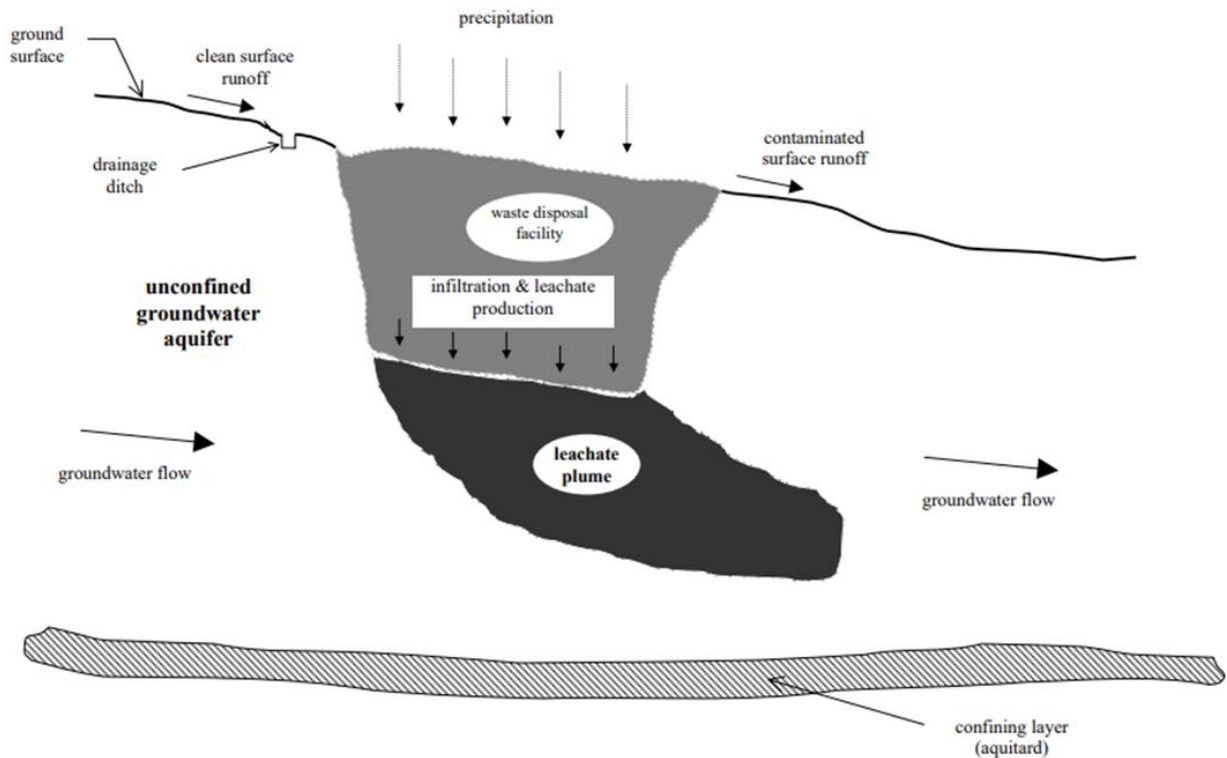
рискове както за хората, живеещи в тези райони и използващи тези води, така и за околната среда.

Инфилтратът е сложна течност с високо съдържание на замърсители, която се генерира от комбинирането на съдържащата се влага в отпадъците и дъждовната вода, която се просмуква в земята през сметищата (Duran and Cuci, 2016). Инфилтратът може да действа като подпочвена вода във водоносния хоризонт в зависимост от неговите физични, химични и биологични свойства. Минавайки през почви, които са порести и пропускливи, сравнително лесно тези замърсители стигат водоносния хоризонт. Съдържанието на инфилтрат варира в зависимост от някои параметри, като: качеството на депонираните твърди отпадъци, възрастта на депото, хидрогеоложката структура на полето, съдържанието на вода в твърдите отпадъци, температурата, рН и климатичните условия. Инфилтратът съдържа големи количества органична материя, азотна материя, тежки метали и органични/неорганични соли (Duran and Cuci, 2016). Биологичното потребление на кислород (БПК) и химическото потребление на кислород (ХПК) в инфилтратите са много високи (Christensen et al., 2001).

Тежките метали като Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn и Hg и различни органични химикали в инфилтратата причиняват сериозни здравословни проблеми, като замърсяват повърхностните и подпочвените води. Тези замърсители могат да навлязат в хранителната верига и да се биоакумулират (Long et al., 2010; Sánchez-Chardi and Nadal, 2007), причинявайки заболявания на черния дроб, бъбреците, кръвоносната система и движението на нервните сигнали (Botkin and Keller, 2002). В допълнение към тези замърсители, инфилтратът може да съдържа много и различни видове бактерии, включително фекални колиформи и спорообразуващи бактерии (Matejczyk et al., 2011). Съвсем малко количество инфилтрат е достатъчно, за да замърси големи количества повърхностни и подземни води, причинявайки щети на биоразнообразието и нарушавайки хранителната верига (Bakare et al., 2007; Long et al., 2010). В началната си фаза инфилтратът има киселинни свойства. Проникването в този етап ще разтвори тежките метали в почвата и така ще ги направи по-мобилни и вероятността да се просмукват в подземните води е по-голяма (Prechta et al., 2008). Това ще бъде вторичен източник на замърсители за подземните води.

Замърсяването на повърхностните и питейните води поради инфилтратата може да се третира, но това третиране трябва да бъде продължително, а в същото време е скъпо и трудно. Изоставянето на кладенци за подпочвена вода, които са били засегнати, често е

единственото нещо, което се прави в тази ситуация. Замърсяването на подпочвените и на повърхностните води, причинено от замърсени води от съоръжение, използвано за обезвреждане на отпадъци, е показано на фигура 1.3. (UNEP, 2005 г.).



Фигура 1.3. Замяряване на подпочвените води, както и на повърхностните води поради замърсена вода от съоръжение, използвано за обезвреждане на отпадъци (UNEP, 2005).

Откритите сметища могат да променят не само химическите, но и инженерните свойства на почвата. Ukpong и Agunwamba (2011) проведоха проучване на три открити сметища в Нигерия, за да определят тяхното въздействие върху характеристиките на почвата. За тази цел свойствата на почвата на приблизително 40 m разстояние от откритите сметища също бяха изследвани като контрола, тъй като почвените слоеве за контрола бяха подобни на почвените слоеве в откритите сметища. Сравненията показват, че оптималното съдържание на влага, както и граничните стойности на течността в почвата на сметищата са по-ниски от почвата за контрола, докато количеството олово, желязо и цинк, индексът на пластичност, пропускливостта, специфичното тегло, както и максималното плътността на почвата под сметищата е по-висока от почвата за контрол.

Kanmani и Gandhimathi (2013) изследват замърсяването с тежки метали, причинено от инфилтрат в открито сметище Ariyamangalam, разположено в Индия, което съхранява твърди градски отпадъци, като събира почвени проби около това открито сметище. В

резултат на това в почвените проби бяха открити някои тежки метали като Mn, Pb и Cu . Това показва, че миграцията на инфилтратата от това открито сметище е причинила значително замърсяване на почвата.

### 1.2.2. Структурна стабилност

Друг сериозен проблем с откритите сметища е свързан със стабилността на склоновете и техното увреждане. Като цяло, проблемите със стабилността в депата за отпадъци могат да се дължат на самата почва и отпадъците, както и на тяхното взаимодействие с облицовките. По същество трябва да се вземат предвид фундаментната почва, облицовъчната система и покривната система. В откритите сметища обаче, облицовките не са налични, поради което повърхността между почвата и отпадъците и почвата-отпадък може да бъде критична. Когато склоновете на сметището са много стръмни и нестабилни, може да възникне разместване на твърдите отпадъци. Силно наситена почва, причинена от проливни дъждове, вибрации, създадени от земетресения, могат да предизвикат свлачища в тези неправомерни зони за изхвърляне. Намалването на наклона на земята ще доведе до намаляване на опасностите от свлачища, особено в райони, които са близо до земетръсни зони или са подложени на прекомерни валежи (Cointreau, 2006).

Jayaweera и др. (2019) предостави информация за разрушаване на склон, което се случи в открито сметище, разположено в Шри Ланка, както е показано на Фигура 1.5. Непосредствено преди срутването височината на това открито сметище варира от 20-49 m, а ъглите на наклона варират от 20° до 85°.



Фигура 1.4. Щети на жилищни единици поради пропадане на склона в открито сметище Meethotamulla (Jayaweera et al., 2019).



В тези сметища имаше катастрофални свличания на твърди отпадъци със сериозни последици. През 2005 г. след проливни дъждове настъпи голяма промяна в депата Leuwigajah в Бандунг (Ява, Индонезия), което доведе до затрупване на 71 къщи и 143 смъртни случая. Друго пропадане на склон беше наблюдавано в депото Payatas, разположено във Филипините, след няколко дни на изключително проливен дъжд през 2000 г. Възникналото голямо свличане на отпадъчна маса с обеми от около 13 000-16 000 m<sup>3</sup> причини 278 смъртни случая (Merry et al., 2005; Lavigne et al. др., 2014). В сметището Leuwigajah, разположено в Индонезия, се случи свличане с обем от 2 700 000 m<sup>3</sup> отпадъци през 2005 г. В резултат на това загинаха 147 души (Koelsch et al. 2005). През 2018 г. се случи сериозно бедствие, което доведе до изместването на много голяма маса твърди отпадъци от сметището Hulene в Мапуто, Мозамбик, и най-малко 17 души, включително деца, бяха убити. Съобщава се, че през 2017 г. свлачищата на сметищата са ставали много често, което е причинило над 150 смъртни случая в Коломбо (Шри Ланка), Адис Абеба (Етиопия), Конакри (Гвинея) и Делхи (Индия) (Kaza et al., 2018). ). В Сараево през 1977 г. възникна свличане в градско неконтролирано сметище за твърди отпадъци. Обемът на отпадъците, преместен в този поток, беше 200 000 m<sup>3</sup>, в разстояние на 1 km., като са били повредени 5 къщи, както и 2 моста (Blight, 2008).

Сеизмичната активност влияе неблагоприятно на много структури (напр. Jinguuji and Toprak, 2017; Toprak et al., 2008; Holzer et al., 2000) и това трябва да бъде взето под внимание при оценката на риска. Депата за отпадъци, включително откритите сметища, не правят изключение. Например при земетресението в Нортридж през 1994 г. бяха наблюдавани някои разкъсвания в геомембранната обвивка на депото (Augello et al., 1995). При земетресението в Лома Приета от 1989 г. с магнитуд 7,1 бяха засечени малки пукнатини и известно слягане в някои сметища (Johnson et al., 1991). След земетресението Nyogoken-Nanbu от 1995 г. някои насипи с отпадъци имаха пукнатини в земята (Akai et al., 1995). Анализите на сеизмичния отговор на депата, където се съхраняват твърди градски отпадъци, са от решаващо значение по отношение на тяхната експлоатационна годност, както и оценките на безопасността след земетресенията. Вибрационните свойства на депата за отпадъци, силното движение, както и основите, видовете основи и твърдостта на депото са важни параметри, според които трябва да се оцени сеизмичният отговор на депото за твърди битови отпадъци (Choudhury and Savoikar, 2009).

### 1.2.3. Експлозия, пожар и други сериозни рискове за околната среда

Граница на експлозия на газа се нарича нивото на концентрация, при което този газ има потенциал да експлодира. Дефинират се долна граница на експлозия (LEL) и горната граница на експлозия (UEL).

Тези граници са мерки за процентното съдържание на газ във въздуха по обем. Газ при концентрации под LEL и над UEL не е експлозивен. Въпреки това, газ във въздуха между тези граници може да експлодира веднага щом се появи източник на запалване. Газът  $\text{CH}_4$ , който се образува в резултат на анаеробно разлагане на биоразградими органични материали в депото, е експлозивен, когато се смеси с въздуха в количество от 5-15% и е запалим газ, когато се смеси с повече от 15% (ATSDR, 2001). Тъй като в откритите сметища има приблизително 50% газ метан, той не е експлозивен при нормални условия.

Въпреки това, ако мигрира и се разрежи до концентрация между LEL и UEL, ще има риск от експлозия в присъствието на кислород. Макар и не много често, по целия свят са докладвани не малко експлозии, свързани със сметищен газ, които са причинили сериозни щети (като Keetleman, Калифорния през 1988 г., Синсинати, Охайо през 1996 г. и Гърция през 2003 г. (Lavigne et al., 2014)). В сметището Некимбаши в Ъмрание, Истанбул, което е в експлоатация от 1976 г., се изхвърлят дневно 1500-2000 тона твърди отпадъци, без да бъдат уплътнявани. В резултат на експлозията на газ метан в сметището през април 1993 година се срутиха твърде много къщи и загинаха 39 души. (Фигура 1.4). Обемът на преместените отпадъци в този поток е  $1\,200\,000\text{ m}^3$  (Kocasooy and Curi, 1995). Има съобщения за инциденти по цял свят, свързани с експлозии на метан в сметища, които са довели до сериозни щети и наранени хора. Освен това през 1991 г. е избухнала газова експлозия в сметище, разположено в Дания (Kjeldsen и Fischer, 1995).



Фигура 1.5. Спасителен екип издирва след експлозията в сметището Хекимбашъ.

#### **1.2.4. Визуални въздействия**

В допълнение, към въздействието на сметището върху околната среда и здравето, се явява и друг проблем, наречен визуално замърсяване, което причинява естетически проблеми. Фактът, че купчините отпадъци, които се съхраняват на случаен принцип без никакво изхвърляне, са в зрителното поле, създава ситуация, която никой не иска да види или в която да живее. Има проучвания, според които визуалното замърсяване е не само естетически проблем, но има и отрицателни ефекти върху хората. По принцип са докладвани различни видове ефекти като намаляване на стойността на близките земи, причиняване на психологически дискомфорт на хората, разсейване на шофьорите и насърчаване на ненужно потребление (Wakil et al., 2019; Edquist, 2009). В допълнение към всички други неблагоприятни ефекти, визуалното замърсяване също се елиминира с рекултивацията на откритите сметища чрез правилното проучване и извършване на озеленяване.

#### **1.2.5. Рискове за здравето на чистачите**

Изчислено е, че около два милиона души по света се издържат, като работят като неофициални чистачи в отпадъчни депа, особено в развиващите се страни, където липсата на управление на отпадъците е често срещано явление. Следователно тези хора са пряко изложени на неблагоприятното влияние от лошото управление на твърдите отпадъци и следователно се сдобиват със сериозни здравословни проблеми, свързани с откритите

сметища (Hoornweg и Bhada-Tata, 2012). Интензивността и видът на рисковете, пред които са изправени чистачите, зависят от условията на работа, състава, компонентите на отпадъците и времето на експозиция (Gutberlet et al., 2013; Ziraba et al., 2016). Някои от тези рискове са; заболявания на дихателната система като бронхит, астма, пневмония, причинени от вдишване на прахови частици, биоаерозоли и летливи органични вещества по време на събиране на отпадъци; инфекциозни заболявания като диария, холера, дизентерия, коремен тиф, предавани чрез директен контакт с болестотворни патогени, и тетанус, хепатит и др., предавани чрез порязвания или пробиви по време на събиране на отпадъци. Освен това, в резултат на високото съдържание на въглероден диоксид (CO<sub>2</sub>) и метан (CH<sub>4</sub>) в сметищата, главоболието и гаденето, причинени от условия с нисък кислород, са сред здравословните проблеми, с които чистачите често се сблъскват (Cointreau, 2006).

Въпреки че не е много често, сериозни наранявания и дори смърт могат да възникнат в резултат на свличане/срутване на отпадъците, пожари и експлозии. По време на тези пожари отравянето с олово, причинено от материали, съдържащи олово, като батерии и бои, е сред рисковете, които не могат да бъдат пренебрегнати. В допълнение, сред докладваните заболявания са сериозни заболявания като ХИВ и хепатит С, причинени от излагане на опасни медицински отпадъци (Cowing, 2013).

Освен това наранявания поради случайно падане; дерматологични проблеми; и високите нива на инфекции на репродуктивните и пикочните пътища преобладават сред докладваните рискове при жените чистачи (Jayakrishnan et al., 2013). За да се предотвратят подобни рискове най-съществената и основна мярка, която може да се предприеме, е рекултивацията на откритите сметища. Също така, използването на защитно облекло като ръкавици и маски за лице, обучаването им на хигиена на този вид труд и проблемите, с които те могат да срещнат, както и не наемането на деца на такива места, би било ефективно решение за намаляване на щетите и нараняванията за чистачите на отпадъци.



Фигура 1.6. Жена чистач на открито сметище.

### 1.2.6. Векторно-преносими болести

Органичните материали, които се намират в сметищата, осигуряват подходяща среда за развъждането на мухи, комари и гризачи, които причиняват болести, като и създават сериозни проблеми за общественото здраве. Трансмисионните болести продължават да представляват значителна заплаха за общественото здраве, особено в развиващите се страни. Според доклада на Световната здравна организация (СЗО), векторно-преносимите болести представляват повече от 17% от инфекциозните болести по света, което води до повече от един милион смъртни случая всяка година (СЗО, 2017 г.). Сред векторите, които разпространяват болести, комарът е най-голямата заплаха за човечеството. Болести като малария и денга, които причиняват смъртта на милиони хора всяка година, са най-лесният начин за разпространение чрез комари (Tohit et al., 2019). В допълнение, бактериалните инфекции, които се разпространяват в резултат на това, че домашните мухи влизат в контакт с фекална материя в твърдите отпадъци и ги пренасят до живи организми, са друга заплаха. Гризачите също могат да се размножават и да се хранят много лесно на открити сметища. Hantavirus е вирус, който се предава от гризачи, особено чрез вдишване на изпражнения и урина на мишки, което причинява сериозни заболявания (Cointreau, 2006). С рекултивацията и правилното управление на сметищата, разпространението на болестотворни вектори може да се контролира и рисковете за здравето могат да бъдат намалени, особено в развиващите се страни.

### 1.2.7. Замърсяване на въздуха, миризми и емисии на парникови газове (ПГ)

Газовете от сметищата, които създават значителни проблеми със замърсяването на въздуха, се образуват от три различни процеса, включващи бактериално разлагане, изпарение и химични реакции в откритите сметища. Сметищният газ се произвежда предимно от бактериално разлагане, което възниква при разграждането на биологични отпадъци и гниеци храни от бактерии, които се намират в отпадъците и/или почвата. В допълнение, някои органични замърсители, особено неметанови летливи органични съединения, открити в депото, също могат да бъдат освободени чрез изпаряване. Известно е също, че сметищният газ се образува в резултат на реакцията на някои химикали в отпадъците. Факторите, влияещи върху производството на газ, са съставът на отпадъците, възрастта на сметището, наличието на кислород в площадката, съдържание на влага и температурата (ATSDR, 2001).

Твърдите отпадъци претърпяват биоразграждане с течение на времето, както при аеробни, така и в анаеробни условия. В зависимост от характеристиките на отпадъците в депото, се откриват следните крайни продукти:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и вода, по-малки количества азотен оксид ( $\text{N}_2\text{O}$ ), амоняк ( $\text{NH}_3$ ), сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ), въглероден оксид ( $\text{CO}$ ) и органични съединения като тъй като се образуват също трихлоретилен, бензен, винилхлорид (Barton et al., 2008; Saral et al., 2009). Производството на газ обикновено започва 2-6 месеца след изхвърлянето на отпадъците и може да продължи до 100 години (Saral et al., 2009).

Генерираният в сметищата газ допринася за изменението на климата, което е един от най-предизвикателните проблеми на днешното време. Увеличаването на количеството твърди отпадъци поради бързото нарастване на населението също води до увеличаване на парниковите газове, които в значителна степен влияят върху изменението на климата. Като основен източник за това изменение се посочва лошото управление на твърдите отпадъци (Tian et al., 2013). Сред тези сметищни газове, които се приемат като една от важните причини за изменението на климата е метанът – парниковият газ, който е още по-мощен. Според доклада на Агенцията за опазване на околната среда (EPA) от 2006 г., развиващите се страни са отговорни за 30-40% от емисиите на метан, генерирани от сметищата за 2000 г. (US EPA, 2006). Освен това в доклада за оценка (AR5) на Междуправителствения панел по изменение на климата (IPCC) се посочва, че  $\text{CH}_4$  е 28 до 36 пъти по-мощен парников газ от  $\text{CO}_2$  по отношение на неговия потенциал за глобално затопляне поради по-голямата способност за абсорбиране на топлина в атмосфера (IPCC, 2014).

Тъй като е най-лесното, ефективно и най-евтиното решение за намаляване на обема на отпадъците и освобождаване на място в сметищата, най-често прилаганият метод е изгарянето на открито. Изчислено е, че 41% от глобалните отпадъци се изгарят по открит и неконтролиран начин (Cogut, 2016). В резултат на това неконтролирано изгаряне на отпадъци в атмосферата се отделят различни токсични замърсители и парникови газове като  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , прахови частици, устойчиви органични замърсители (POPs) като полициклични ароматни въглеводороди (PAH), диоксини и фурани. Изчислено е, че 270 000 преждевременни смъртни случая настъпват годишно (Cogut, 2016) поради изгарянето на отпадъци в сметищата и се смята, че тези процеси допринасят за приблизително 5% от глобалните емисии на парникови газове (William et al., 2018). Като се има предвид настоящата ситуация, емисиите, свързани с твърди отпадъци, се предвижда да нараснат до 2,6 милиарда тона  $\text{CO}_2$  еквивалент до 2050 г., ако не бъде приложена допълнителна стратегия за управление (TheWorldBank, 2018).

Както бе споменато по-горе,  $\text{CH}_4$  е запалим газ, когато се смеси с въздух с повече от 15%. Ако отпадъците не са компресирани по подходящ начин в депата, въздухът може да проникне в тях и да се смеси с газа метан, което ще причини спонтанно запалване. Независимо дали са спонтанни или предизвикани от човека, тези пожари причиняват сериозно замърсяване на въздуха. Изчислено е, че голямо количество от световния боклук се изгаря умишлено или спонтанно и причинява емисии над стойностите, разкрити в регионалните и глобалните инвентаризации (Wiedinmyer et al., 2014).

Миризмите имат психологически ефект върху хората дори при много ниски концентрации и излагането на такива вещества може да влоши качеството на живот, което води до много здравословни проблеми като главоболие, загуба на апетит, нарушения в храносмилателната система, нарушения на съня, задух и алергични реакции (Lee et al., 2013 г.). Следователно замърсяването с миризми се е превърнало във вид замърсяване, което трябва да подлежи на регулация и контрол в много страни (Capelli et al., 2013). Предишни проучвания показват, че силно неприятни миризливи съединения се отделят от откритите сметища и причиняват сериозни проблеми и оплаквания на хората, живеещи наблизо (Dincer et al., 2006). Количеството генерирани отпадъци също се е увеличило с нарастването на населението, което от своя страна способства за увеличаването на проблема с миризмата и с допълнителното ѝ въздействие от неподходящ избор на място. Топография, подобна на каньон-долина, например ограничава местните ветрове. Според епидемиологичните проучвания съществуват сериозни корелации между замърсяването на въздуха и човешкото

здраве (Ancona et al., 2015). Съобщава се, че сметищата са сред местата с висок риск, което включва респираторни, невротоксични, канцерогенни и тератогенни рискове, особено за хората, живеещи около тези райони (Aderemi and Falade, 2012; Durmuşoğlu et al., 2010). Сероводородът ( $H_2S$ ) и амонякът ( $NH_3$ ), които се получават по време на разграждането на отпадъците, са отговорни основно за замърсяването с миризми.  $NH_3$  има силна остра миризма, докато  $H_2S$  има характерна миризма с мирис на развалени яйца. Хората могат да усетят миризмата на тези газове дори при много ниски нива във въздуха. В проучването, проведено от Ding et al. (2012), 68 различни летливи органични съединения, които причиняват проблеми с миризмите, са идентифицирани в откритите сметища и се съобщава, че  $NH_3$  и  $H_2S$  съставляват почти 95% от тях. Освен това са открити неорганични съединения, халогенирани съединения, летливи мастни киселини, ароматни съединения, алдехиди, кетони и естери, въглеродороди и други серни и азотни съединения, но в по-малки количества. Беше заявено също, че емисиите на миризми се влияят от фактори на околната среда и при условия на висока температура, висока влажност, ниска скорост на вятъра и ниско въздушно налягане техните емисии са по-лоши (Ding et al., 2012).

## Литература

Aderemi, A.O., Falade, T.C. (2012). Environmental and health concerns associated with the open dumping of municipal solid waste: a Lagos, Nigeria experience. *American Journal of Environmental Engineering*, 2(6), 160-165.

Akai K, Bray JD, Christian JT, Boulanger RW (1995). Geotechnical reconnaissance of the effects of the January 17, 1995, Hyogoken-Nanbu earthquake, Japan, EERC, Univ. of California, Berkeley, U.S. Department of Commerce, NTIS.

Ancona, C., Badaloni, C., Mataloni, F., Bolignano, A., Bucci, S., Cesaroni, G., Sozzi, R., Davoli, M., Forastiere, F. (2015). Mortality and morbidity in a population exposed to multiple sources of air pollution: A retrospective cohort study using air dispersion models. *Environmental Research*, 137, 467-74.

ATSDR, (2001). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <https://www.atsdr.cdc.gov/HAC/landfill/html/ch2.html>

Augello AJ, Matasovic N, Bray JD, Kavazanjian Jr E, Seed RB (1995). Evaluation of solid waste landfill performance during the Northridge earthquake. *ASCE Geotechnical Special Publication* 54:17-50.

Bakare, A.A., Pandey, A.K., Bajpayee, M., Bhargav, D., Chowdhuri, D. K., Singh, K. P., Murthy, R C., Dhawan, A. (2007). DNA damage induced in human peripheral blood lymphocytes by industrial solid waste and municipal sludge leachates. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 48, 30-37.



- Barton JR, Issaias I, Stentiford EI. (2008). Carbon--making the right choice for waste management in developing countries. *Waste Management*, 28(4), 690-8.
- Blight G (2008). Slope failures in municipal solid waste dumps and landfills: a review. *Waste Management and Research* 26(5): 448–463.
- Botkin, D.B., and Keller, E.A. (2002). *Environmental Science: Earth as a Living Planet*. New York: Wiley,
- Capelli, L., Sironi, S., Rosso, R. D., Guillot, J. M. (2013). Measuring odours in the environment vs. dispersion modelling: a review. *Atmospheric Environment*, 79, 731–743.
- CEWEP (2020). *Municipal Waste Treatment 2018*. Accessed October 1, 2021. <https://www.cewep.eu/municipal-wastetreatment-2018/>.
- Choudhury D, Savoikar P (2009) Equivalent-linear seismic analyses of MSW landfills using DEEPSOIL. *Engineering Geology* 107: 98–108.
- Christensen T.H., Kjeldsen P., Bjerg P.L., et.al. (2001). Review, biogeochemistry of landfill leachate plumes, *Applied Geochemistry*, 16, 659-718.
- Cogut. A. (2016) *Open Burning of Waste: A Global Health Disaster*. R20 Regions of Climate Action.
- Cointreau, S. (2006). *Occupational and Environmental Health Issues of Solid Waste Management Special Emphasis on Middle and Lower-Income Countries*. Urban Paper, The World Bank Group, Washington DC.
- Cowing, M.J. (2013). *Health and Safety Guidelines for Waste Pickers in South Sudan*. 1st edition. South Sudan: United Nations Environment Programme: South Sudan.
- Das, E.K., Islam, M.D., Billah, M.M., Sarker, A. (2021). COVID-19 and municipal solid waste (MSW) management: a review. *Environmental Science and Pollution Research*. 28. 28993–29008.
- Dincer, F., Odabasi, M., Muezzinoglu, A. (2006). Chemical characterization of odorous gases at a landfill site by gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1122(1-2), 222-9.
- Ding, Y., Cai, C., Hu, B., Xu, Y., Zheng, X., Chen, Y., Wu, W. (2012). Characterization and control of odorous gases at a landfill site: A case study in Hangzhou, China. *Waste Management*, 32, 317–326.
- Duran, E.B., Cuci, Y. (2016). Katı Atık Düzenli Depolama Sahası Sızıntı Suyunun Fizikokimyasal Arıtım Yöntemleriyle Arıtılabilirliğinin Araştırılması. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2).
- Durmusoglu, E., Taspinar, F., Karademir, A. (2010). Health risk assessment of BTEX emissions in the landfill environment. *Journal of Hazardous Materials*, 176(1–3), 870–877.
- Edquist, J. (2009). *The Effects of Visual Clutter on Driving Performance*; Monash University: Melbourne, Australia, p. 226.
- Environmental Protection Agency, 2020. *Best Practices for Solid Waste Management: A Guide for Decision-Makers in Developing Countries*. Accessed on February 21, 2021, from [https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-10/documents/master\\_swmg\\_10-20-20\\_0.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-10/documents/master_swmg_10-20-20_0.pdf).
- Gutberlet, J., Baeder, A., Pontuschka, N., Felipone, S., dos Santos, T. (2013). Participatory research revealing the work and Occupational Health hazards of cooperative recyclers in Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10, 4607–4627.

Holzer TL, Barka AA, Carver D, Celebi M, Cranswick E, Dawson T, Dieterich JH, Ellsworth WL, Fumal T, Gross JL, Langridge R, Lettis WR, Meremonte M, Mueller C, Olsen RS, Ozel O, Parsons T, Phan LT, Rockwell T, Safak E, Stein RS, Stenner H, Toda S, Toprak S (2000). Implications for earthquake risk reduction in the United States from the Kocaeli, Turkey, earthquake of August 17, 1999. US Geological Survey Circular 1193: 1-64.

Hoorweg, D., Bhada-Tata, P. (2012). What a waste: a global review of solid waste management. 1st edition. Washington, DC, USA: Urban Development & Local Government Unit. [www.worldbank.org/urban](http://www.worldbank.org/urban).

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151.

Jayakrishnan, T., Jeeja, M., Bhaskar, R. (2013). Occupational health problems of municipal solid waste management workers in India. International Journal of Environmental Health Engineering, 2, 42.

Jayaweera M, Gunawardana B, Gunawardana M, Karunawardena A, Dias V, Premasiri S, Dissanayake J, Manatunge J, Wijeratne N, Karunarathne D, Thilakasiri S (2019). Management of municipal solid waste open dumps immediately after the collapse: An integrated approach from Meethotamulla open dump, Sri Lanka. Waste Management 95: 227-240.

Jinguuji M, Toprak, S (2017). A case study of liquefaction risk analysis based on the thickness and depth of the liquefaction layer using CPT and electric resistivity data in the Hinode area, Itako City, Ibaraki Prefecture, Japan, Exploration Geophysics 48, Special Section: Geophysical Surveys After the Great Eastern Japan Earthquake, 28-36, 2017.

Kanmani S, Gandhimathi R (2013). Assessment of heavy metal contamination in soil due to leachate migration from an open dumping site. Applied Water Science 3(1): 193-205.

Kaza, S., Yao, L.C., Bhada-Tata, P., Van Woerden, F. (2018). What A Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Vol Urban Deve. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington, DC.

Kjeldsen P, Fischer EV (1995). Landfill gas migration—Field investigations at Skellingsted landfill, Denmark. Waste Management and Research 13(5): 467-484.

Kocasoy G, Curi K (1995). The Ümraniye-Hekimbaşı open dump accident. Waste Management and Research 13(4): 305–314.

Koelsch F, Fricke K, Mahler C, Damanhuri E (2005). Stability of landfills-the Bandung dumpsite disaster. In: 10<sup>th</sup> International Waste Management and Landfill Symposium, Sardinia, Cagliari, Italy.

Lavigne, F., Wassmer, P., Gomez, C. et al. (2014). The 21 February 2005, catastrophic waste avalanche at Leuwigajah dumpsite, Bandung, Indonesia. Geoenviron Disasters, 1, 10.

Lee, H. D., Jeon, S. B., Choi, W. J., Lee, S. S., Lee, M. H., Oh, K. J. (2013). A novel assessment of odor sources using instrumental analysis combined with resident monitoring records for an industrial area in Korea. Atmospheric Environment. 74, 277–290.

Long YY, Shen DS, Wang HT, et al. (2010). Migration behaviour of Cu and Zn in landfill with different operation modes. Journal of Hazardous Materials, 179(1), 883–890.

Matejczyk, M., PŁaza, G. A., NaŁęcz-Jawecki, G., Ulfig, K. and Markowska-Szczupak, A. (2011). Estimation of the environmental risk posed by landfills using chemical, microbiological and ecotoxicological testing of leachates. Chemosphere, 82, 1017-1023.

- Merry S, Kavazanjian E, Fritz WU (2005) Reconnaissance of the July 10, 2000, Payatas landfill failure. *Journal of Performance of constructed Facilities* 19(2): 100–107.
- Mohee, R., Mauthoor, S., Bundhoo, Z.M., Somaroo, G., Soobhany, N., Gunasee, S., 2015. Current status of solid waste management in small island developing states: a review. *Waste Manag.* 43, 539–549. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.06.012>.
- OECD (2021). OECD Environment Statistics (database).
- Prechtai, T., Parkpian, P. and Visvanathan, C. (2008). Assessment of heavy metal contamination and its mobilization from municipal solid waste open dumping site. *Journal of Hazardous Materials*, 156, 86-94.
- Reddy K, Hettiarachchi H, Gangathulasi J, Bogner J, Lagier T (2009). Geotechnical properties of synthetic municipal solid waste. *International Journal of Geotechnical Engineering* 3(3): 429-438.
- Sánchez-Chardi A, Nadal J. (2007). Bioaccumulation of metals and effects of landfill pollution in small mammals. Part I. The greater white-toothed shrew, *Crocidura russula*. *Chemosphere*. 68(4), 703–711.
- Saral, A., Demir, S., Yıldız, Ş. (2009). Assessment of odorous VOCs released from a main MSW landfill site in Istanbul-Turkey via a modelling approach. *Journal of Hazardous Materials*, 168(1), 338–345.
- TheWorldbank, (2018). *What a Waste: An Updated Look into the Future of Solid Waste Management*
- Tian, H., Gao, J., Hao, J., Lu, L., Zhu, C., & Qiu, P. (2013). Atmospheric pollution problems and control proposals associated with solid waste management in China: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 252–253, 142–154.
- Tohit, N. F., Hassan, N., Rusli, M., Aidid, E.M., Rus, R.M. (2019). Solid waste: its implication for health and risk of vector borne diseases, *Journal of Wastes and Biomass Management (JWBM)* 1(2), 14-17.
- Toprak S, Koc AC, Cetin OA, Nacaroglu E (2008). Assessment of buried pipeline response to earthquake loading by using GIS. 14th World Conference on Earthquake Engineering (14WCEE), 12-17 October, Beijing, China.
- Ukpong EC, Agunwamba JC (2011). Effect of Open Dumps on Some Engineering and Chemical Properties of Soil. *Continental J. Engineering Sciences* 6(2): 45-55.
- UNEP (2005). Closing an open dumpsite and shifting from open dumping to controlled dumping and to sanitary landfilling, training module, United Nations Environment Programme.
- US EPA, 2006. Global Mitigation of non CO2 Greenhouse gases. EPA Report 430-R-06-005.
- Wakil, K., Naeem, M.A., Anjum, G.A., Waheed, A., Thaheem, M.J., Hussnain, M.Q., Nawaz, R. (2019). A Hybrid Tool for Visual Pollution Assessment in Urban Environments. *Sustainability*, 11, 2211-2217.
- WHO (2017). *Vector-borne disease*. Geneva: World Health Organization.
- Wiedinmyer C, Yokelson RJ, Gullett BK. (2014). Global emissions of trace gases, particulate matter, and hazardous air pollutants from open burning of domestic waste. *Environmental Science and Technology*, 19, 48(16), 9523-30
- Williams, M., Schroeder, P., Gower, R., Kendal, J. (2018). Bending the curve. Best practice interventions for the circular economy in developing countries. A synthesis of five literature reviews. Tearfund, Teddington.

Worldbank (2021). Trends in Solid Waste management.

[https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends\\_in\\_solid\\_waste\\_management.html](https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html).

Ziraba, A.K., Haregu, T.N., Mberu, B. (2016) A review and framework for understanding the potential impact of poor solid waste management on health in developing countries. Archives of Public Health, 74, 55.