



ВИСОКА ТЕХНИЧКА ШКОЛА СТРУКОВНИХ СТУДИЈА НИШ
МАСТЕР СТРУКОВНЕ СТУДИЈЕ

Студијски програм: **УПРАВЉАЊЕ ОТПАДОМ**

Предмет: **ЕНЕРГЕТСКИ ПОТЕНЦИЈАЛ ОТПАДА**

Предметни наставник: **Др БОБАН ЦВЕТАНОВИЋ**

Предметни асистент: **Мр БРАТИМИР НЕШИЋ**

4. ЕКОНОМСКИ АСПЕКТИ
ЕНЕРГЕТСКОГ
ИСКОРИШЋЕЊА ОТПАДА

УВОД

Глобално тржиште енергетског искоришћења отпада је у 2013. години вредело 25,32 милијарде долара, што је раст од 5,5% у односу на претходну годину. Технологија заснована на конверзији топлотне енергије је водећа и чини 88,2% укупних прихода на тржишту у 2013. години.

Очекује се да ће глобално тржиште задржати стабилан раст до 2023. године, када ће вредети 40 милијарди долара, рачунајући по средњој годишњој стопи раста од преко 5,5% од 2016. до 2023. године.

Европа је највеће и најсофистицираније тржиште са 47,6% укупних прихода у 2013. години. Повећање индустријског отпада и строжије законодавство ЕУ о отпаду, су главни покретачи за европско тржиште. Швајцарска, Немачка, Шведска, Аустрија и Холандија имају највише инсталираних капацитета за енергетско искоришћење отпада.

УВОД

На азијско-пацифичком тржишту доминира Јапан, који користи до 60% свог чврстог отпада за спаљивање. Међутим, најбржи раст тржишта забележен је у Кини, која је у периоду од 2011. до 2015. године више него удвостручила своје капацитете за претварање отпада у енергију.

Биолошке технологије за претварање отпада у енергију ће доживети бржи раст у просеку од 9,7% годишње, пошто нове технологије (нпр. анаеробна дигестија) постану комерцијално одрживе и продру на тржиште.

Са регионалне перспективе, азијско-пацифички регион ће забележити најбржи раст у овом периоду (средња годишња стопа раста од 7,5%), услед повећања производње отпада и владиних иницијатива у Кини и Индији и већи пробој технологије на тржишту у Јапану.

ПОКРЕТАЧИ И КЉУЧНА ДИНАМИКА ТРЖИШТА ТЕХНОЛОГИЈА ЕНЕРГЕТСКОГ ИСКОРИШЋЕЊА ОТПАДА

Развој тржишта технологија енергетског искоришћења отпада се десио кроз неколико различитих покретача као што су:

- растућа употреба обновљивих извора енергије,
- повећање количине отпада на глобалном нивоу,
- прописи о управљању отпадом,
- порези и субвенције,
- политика климатских промена за смањење ефекта стаклене баште,
- технолошки напредак,
- приступ новим и повољнијим могућностима финансирања,
- нови светски трендови као што су: ниска цене фосилних горива, деградација животне средине, кружна економија, зелени пословни модели, индустријска симбиоза (компаније које раде у партнерству ради дељења ресурса) и
- побољшана перцепција јавности у вези технологија енергетског искоришћења отпада.

ГЕНЕРИСАНЕ КОЛИЧИНЕ ОТПАДА

Недавна студија Светске банке показује нивое производње отпада по глави становника за различите регионе света.

Па тако, региони у којима су животни стандарди већи и где постоји већа потрошња роба (као што су земље ОЕЦД-а), генеришу веће количине отпада у килограмима по глави становника на дан, док неразвијене земље нпр. Јужноазијски регион, генеришу мање количине.

Штавише, унутар сваког појединачног региона, могу постојати велике варијације количина генерисаног отпада, у зависности од локалних услова и специфичне динамике.

ТРЕНДОВИ У ГЕНЕРИСАЊУ ОТПАДА

Савремено друштво иде ка све вишем нивоу урбанизације, расту популације, повећаној потрошњи роба и енергетских потреба, па зато управљање и енергетско искоришћење отпада постаје централна тема за будуће сценарије одрживог развоја.

При генерисању отпада, са фокусом на комунални чврсти отпад, морају се узети у обзир специфичне карактеристике сваког региона, државе па чак и града као и ширења постојеће људске цивилизације.

Ове карактеристике укључују:

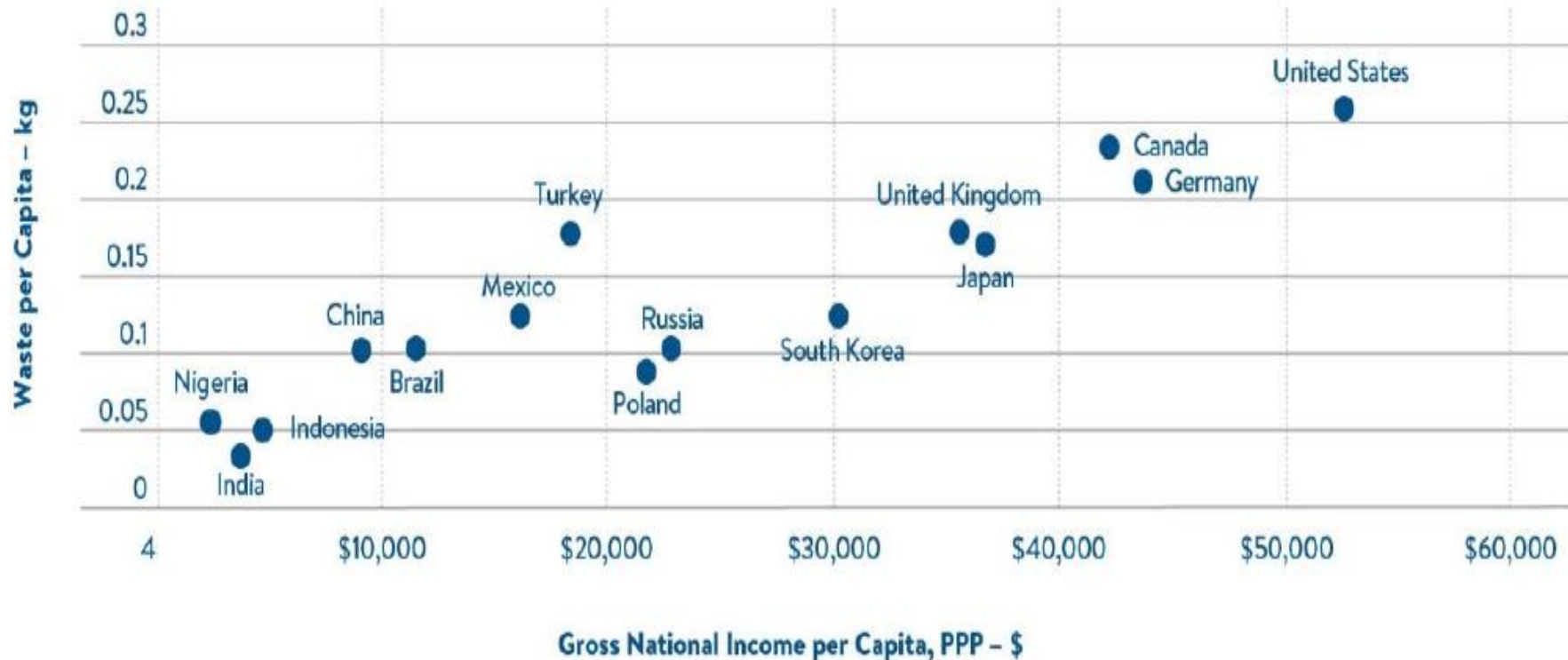
- Раст популације;
- Стопу урбанизације
- БДП и друге параметре економског развоја;
- Навике становништва - различите стопе потрошње различитих добара;
- Локалну климу.

ГЕНЕРИСАНЕ КОЛИЧИНЕ ОТПАДА ПО РЕГИОНИМА У 2012. ГОДИНИ

Регион	Укупна урбана популација (X милион)	Укупна количина генерисаног урбаног комуналног чврстог отпада (тона/дан)	Количина генерисаног урбаног комуналног чврстог отпада по глави становника (тона/дан)
Африка	261	169 120	0,65
Источна Азија и Пацифик	777	738 959	0,95
Источна и централна Азија	227	254 389	1,12
Латинска Америка и Кариби	400	437 545	1,09
Блиски исток и сев. Африка	162	173 545	1,07
ОЕЦД	729	1 566 286	2,15
Јужна Азија	426	192 411	0,45
Укупно	2 982	3 532 255	1,19

ГЕНЕРИСАЊЕ ОТПАДА У ОДНОСУ НА БРУТО НАЦИОНАЛНИ ДОХОДАК

На слици је експлицитно илустрован значајан утицај економског развоја на количине отпада које се генеришу на одређеној територији. Приказана је тесна веза која постоји између генерисане количине отпада по глави становника и бруто националног дохотка по глави становника (на основу паритета куповне моћи).



ПРОЦЕНЕ СВЕТСКЕ БАНКЕ У ВЕЗИ ГЛОБАЛНЕ ПРОИЗВОДЊЕ ОТПАДА

Као резултат ових стопа генерисања отпада и узимајући у обзир пројекције пораста становништва и пораста урбанизације, Светска банка процењује да ће се глобална производња отпада скоро удвостручити до 2025. године на више од 6 милиона тона отпада дневно.

Осим тога, очекује се да глобалне стопе производње отпада неће достићи максимум до краја овог века. Иако ће земље ОЕЦД-а до 2050. године доћи до „максималних количина генерисаног отпада“ а до 2075. године и источна Азије и Пацифик, производња отпада ће наставити да расте у подсахарској Африци. До 2100. године, глобална производња отпада може да достигне 11 милиона тона дневно.

ПРОЦЕНЕ СВЕТСКЕ БАНКЕ У ВЕЗИ ГЛОБАЛНЕ ПРОИЗВОДЊЕ ОТПАДА

Предвиђа се повећање производње отпада по глави становника за сваки регион. Земље ОЕЦД-а данас производе око половине светског урбаног отпада.

Међутим, процењује се да ће до 2025. године утицај ових земаља на глобално произведену количину отпада бити знатно смањен. То ће бити резултат напора у смислу смањења отпада и адекватног управљања отпадом у овим земљама као и значајног повећања производње отпада по глави становника и укупне производње отпада у земљама у развоју, нпр. регион источне Азије и Пацифика.

У табели је приказана пројектована производња отпада за 2025, по регионима у свету, на основу процена Светске банке.

ПРОЈЕКТОВАНА ПРОИЗВОДЊА ОТПАДА ЗА 2025. ГОДИНУ ПО РЕГИОНИМА У СВЕТУ

Регион	Укупна урбана популација (X милион)	Укупна количина генерисаног урбаног комуналног чврстог отпада (тона/дан)	Количина генерисаног урбаног комуналног чврстог отпада по глави становника (тона/дан)
Африка	518	441 840	0,85
Источна Азија и Пацифик	1 230	1 865 380	1,52
Источна и централна Азија	240	354 811	1,48
Латинска Америка и Кариби	466	728 392	1,56
Блиски исток и сев. Африка	257	369 320	1,43
ОЕЦД	842	1 742 417	2,07
Јужна Азија	734	567 545	0,77
Укупно	4 287	6 069 705	1,42

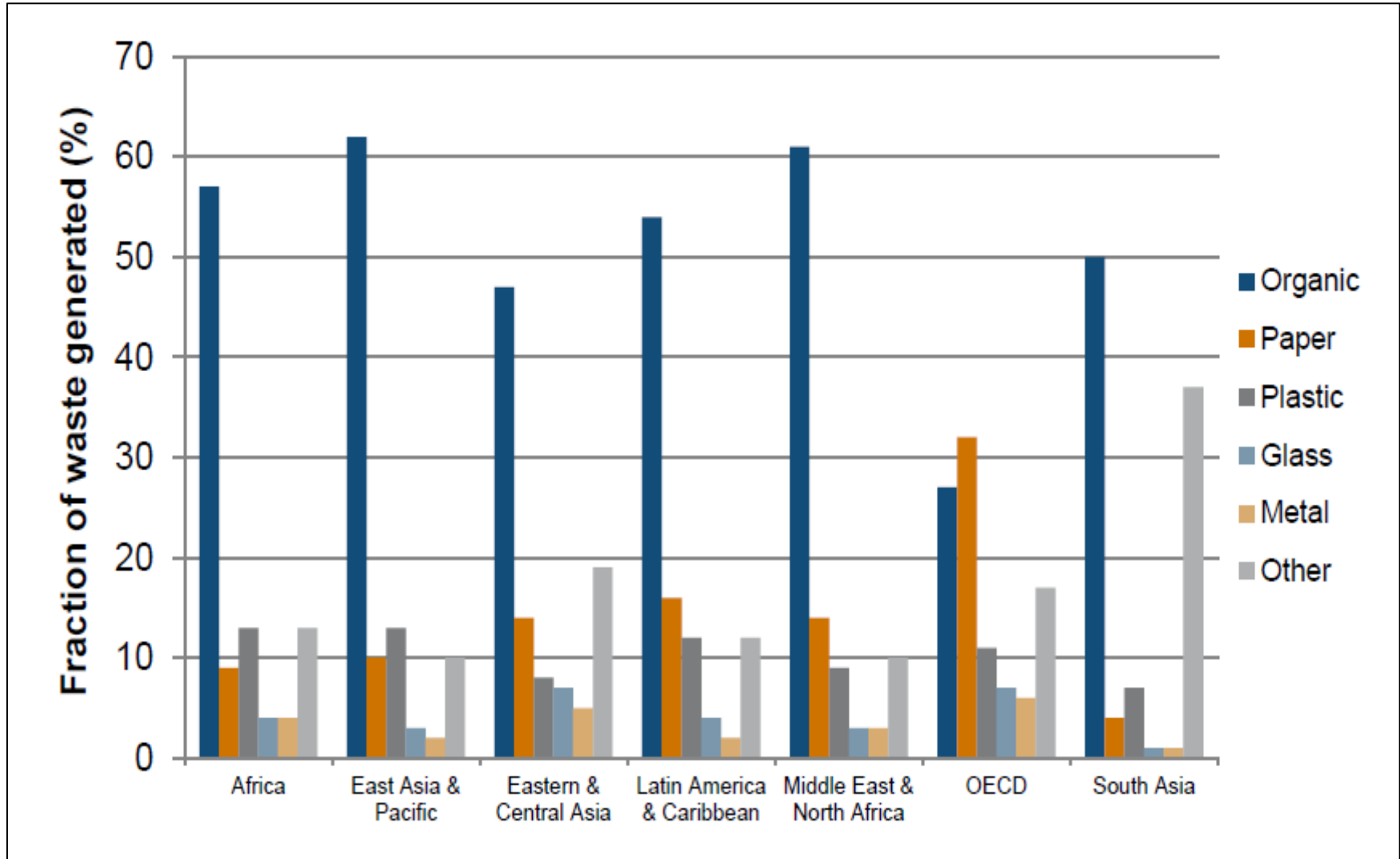
САСТАВ ГЕНЕРИСАНОГ ОТПАДА НА РЕГИОНАЛНОМ НИВОУ

Састав генерисаног отпада веома варира између различитих подручја, регија и земаља света. На састав генерисаног отпада утичу бројни различити фактори као што су:

- култура,
- економски развој,
- клима и
- енергетски ресурси.

На основу претходних разматрања, илустровани су различити састави отпада на регионалном нивоу. Као што се може видети, земље у региону ОЕЦД-а снажно одражавају профил друштва са високим дохотком, док сиромашније земље у Источној Азији и Пацифику, генеришу велике количине фракција биоразградивог отпада.

САСТАВ ГЕНЕРИСАНОГ ОТПАДА НА РЕГИОНАЛНОМ НИВОУ



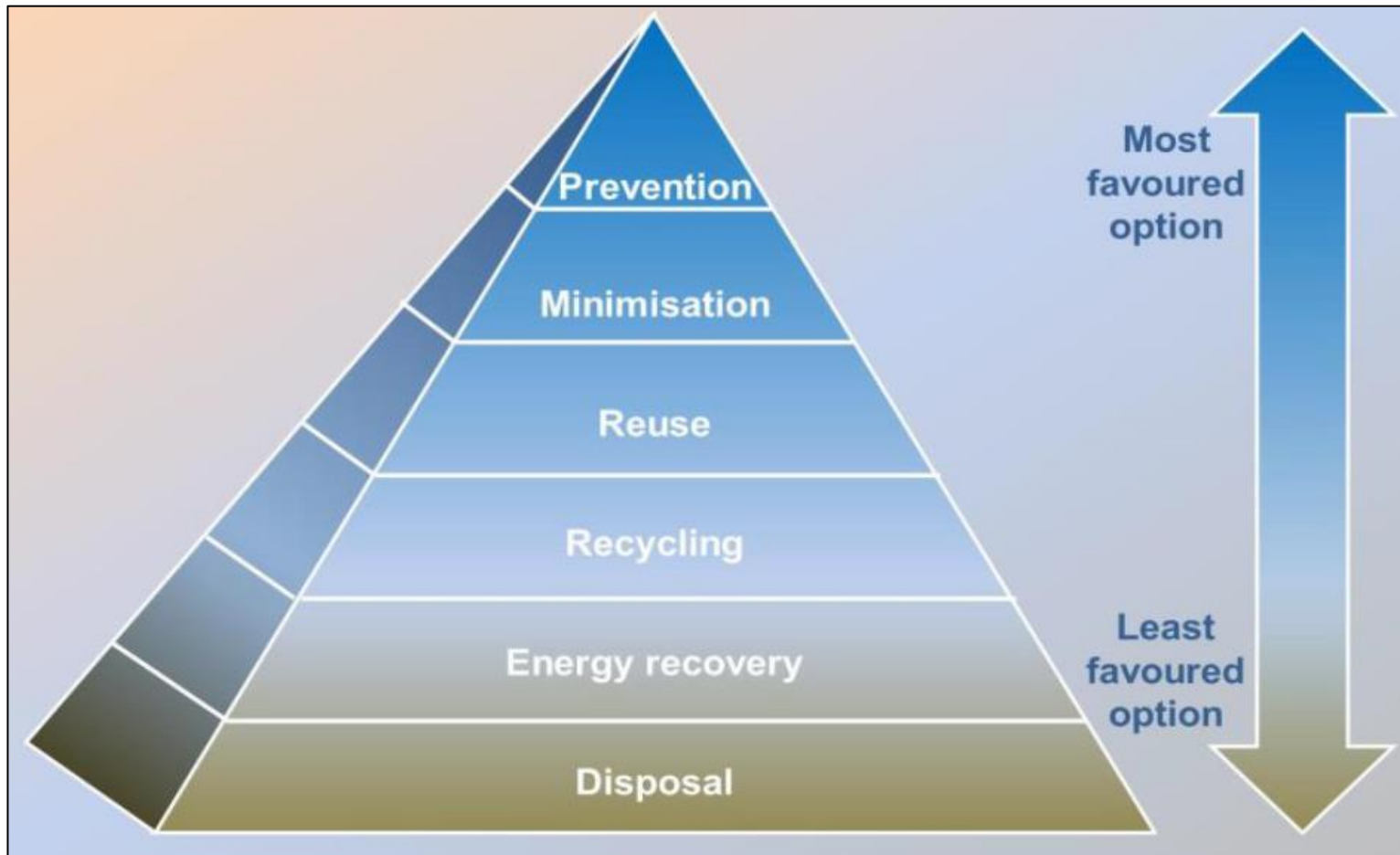
Разматрајући разлике у секторима отпада за различите регионе света, слична опажања могу се направити фокусирањем на енергетски сектор:

- Повећани економски и индустријски развој захтевају веће енергетске потребе, најчешће у виду електричне енергије;
- Различити климатски услови захтевају различите енергетске потребе у облику грејања или хлађења;
- Раст популације и развој сектора транспорта донеће варијације у потражњи за горивима.

Стога, технологије енергетског искоришћења отпада морају бити у стању да комбинују специфичне потребе сектора отпада са захтевима друштва у енергетском сектору како би деловали на најефикаснији начин.

ХИЈЕРАРХИЈА УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ

Хијерархија управљања отпадом, описује поступке за управљање отпадом. Усвојене су различите верзије хијерархије али све прате управљање отпадом у којем су приоритети: превенција, минимизација, поновна употреба и рециклажа.



Међутим, и поред свих изводљивих решења, увек ће постојати значајан део отпада који се мора решити другачије. Енергетско искоришћење отпада је погоднији процес од једноставног одлагања отпада, због корисног пратећег ефекта производње. У овом пољу сектор отпада је тесно повезан са енергетским сектором. Отпадни материјали који се изворно користе као специфични производи за различите друштвене потребе, могу се користити као користан енергетски ресурс.

Одрживи системи за управљање отпадом се могу развити на основу хијерархије и то од сакупљања до коначног одлагања. Међутим, у неким контекстима хијерархија отпада није нужно најодрживији пут за управљање отпадом јер нпр. усвајање алтернативних процедуралних корака који користе размишљање о животном циклусу производа а који не прате хијерархију, могу бити одрживо решење.

ЛАНАЦ ВРЕДНОСТИ УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ КОЈИ ПРАТИ ХИЈЕРАРХИЈУ УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ

САКУПЉАЊЕ

- Генерисање
- Гомилање
- Примарна селекција
- Транспорт

ПРЕРАДА

- Сортирање
- Рециклажа
- Компостирање

ЕНЕРГЕТСКО ИСКОРИШЋЕЊЕ ОТПАДА

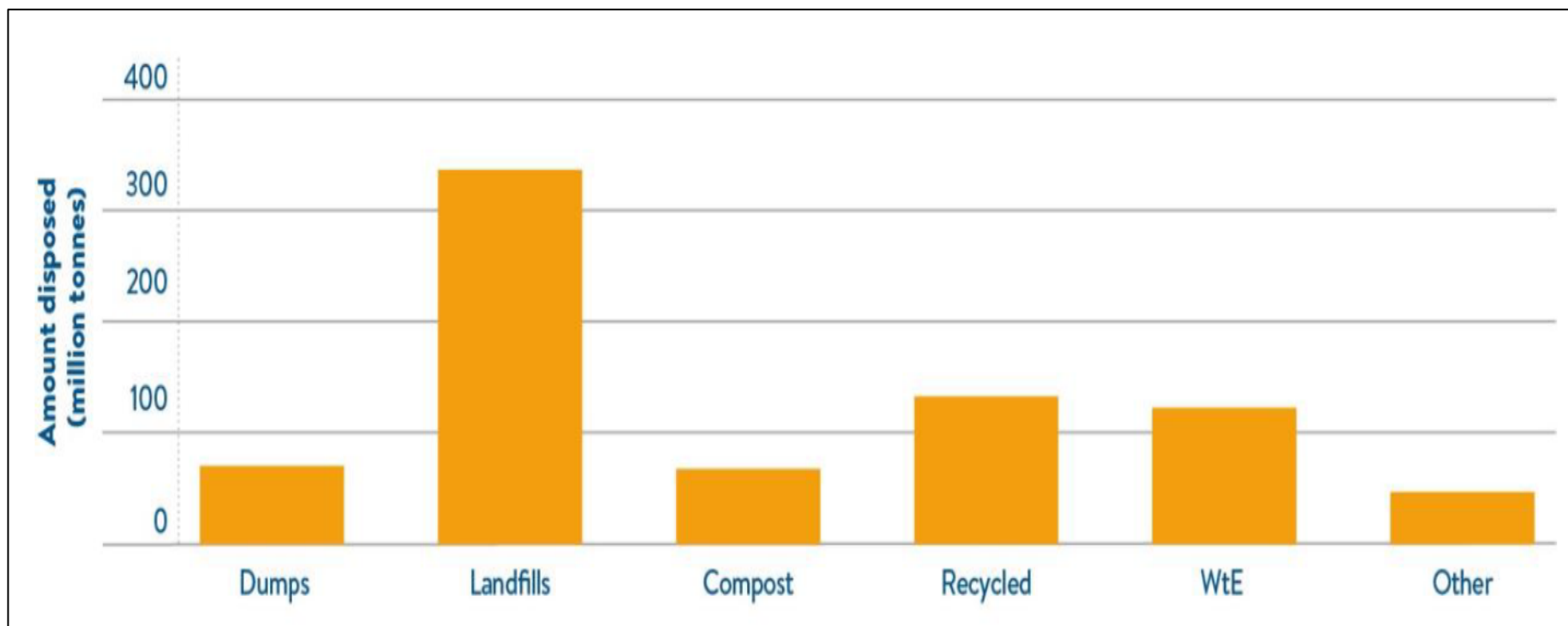
- Енергија из
отпада
- Отпад као
гориво

ОДЛАГАЊЕ

- Несанитарне
депоније
- Санитарне
депоније

КОЛИЧИНЕ И ТЕХНИКЕ ЗБРИЊАВАЊА ОТПАДА

Међутим, дуг је пут до постизања глобалне стратегије одрживог управљања отпадом. Од 2012. године, као што се може видети на слици, депоновање је далеко најмасовније решење за збрињавање отпада широм света, упркос томе што је најмање пожељна пракса управљања отпадом.



У зависности од нивоа прихода (животног стандарда) и развоја сваке земље, решења попут материјалне и енергетске рециклаже су мање или више развијена. Од процењених 122 милиона тона отпада који се користе за сагоревање, што је најразвијенија и најчешћа постојећа технологија за енергетско искоришћење отпада, преко 99% ових постројења функционише у земљама са високим животним стандардом.

Постоји још један аспект интеракције између сектора управљања отпадом и енергетског сектора који је пресудан постројења за енергетско искоришћење отпада. Због потребе за константним збрињавањем отпада који се стално генерише, постројења за енергетско искоришћење отпада обично морају да раде у сваком тренутку. На тај начин, се произведени отпад увек збрињава и третира без потребе за постојањем постројењима за складиштење отпада већег капацитета а тиме се минимизира и употреба депонија.

Потенцијал имплементације енергетског искоришћења отпада у великој мери зависи од специфичних економских, социјалних и политичких услова земље у којој се мора спровести стратегија имплементације. Следећа класификација различитих земаља је само један могући приступ за анализу различитих могућих исхода у погледу енергетског искоришћења отпада широм света.

СТРАТЕГИЈА ЕНЕРГЕТСКОГ ИСКОРИШЋЕЊА ОТПАДА У ЗЕМЉАМА СА ВИСОКИМ БДП-ОМ

Енергетски сектор	Сектор управљања отпадом	Стратегија енергетског искоришћења отпада
<p>Најконкурентније технологије су имплементиране на страни потражње и понуде. Инфраструктура за пренос и дистрибуцију енергије пружа услуге високог квалитета.</p>	<p>Примењују се праксе засноване на одрживој хијерархији отпада, са различитим степеном успеха. Међутим, и даље су присутне значајне нежељене количине материјала који се не могу смањивати и не могу се поново користити.</p>	<p>Пожељна технологија је сагоревање отпада са искоришћењем енергије а посебно технологија комбиноване производње енергије и топлоте. Технологија је зрела и добро успостављена на тржишту. Побољшања ефикасности, флексибилности производње и контроле загађења.</p>
<p>Највећа забринутост везана за питања заштите животне средине - побољшање ефикасности енергетских технологија, развој технологија обновљиве енергије.</p>	<p>Због тога су технологије за енергетско искоришћење и даље изводљиво решење, упркос еколошким питањима у вези са овим технологијама.</p>	<p>Друге технологије (гасификација, пиролиза, анаеробна дигестија, ферментација) могу се локално применити ако доносе изводљив економски исход. Промена прописа значајно утиче на примену технологије (нпр. Правила о уклањању муља у биолошком остатку).</p>

СТРАТЕГИЈА ЕНЕРГЕТСКОГ ИСКОРИШЋЕЊА ОТПАДА У ЗЕМЉАМА СА СРЕДЊИМ БДП-ОМ

Енергетски сектор	Сектор управљања отпадом	Стратегија енергетског искоришћења отпада
Постоји разноврснији спектар пожељних енергетских сектора него у земљама са високим БДП-ом.	Неизбежно повећање количина отпада (комунални, комерцијални, амбалажа) услед: развоја индустрије, раста животног стандарда и повећања потрошње.	Важно је структурирати сектор енергетског искоришћења отпада у односу на потребе и прилике специфичне за ту земљу.
Електрична енергија је потребна у подручјима са великом урбанизацијом, са развијеним савременим процесима и где постоји електрична мрежа.	Стопе наплате су променљиве а постоји и функционише и значајан неформални сектор збрињавања отпада.	Инвестиције у имплементацију постројења за енергетско искоришћење морају бити уравнотежене инвестицијама у управљање отпадом и отпадним водама.
Други захтевани облици енергије су за: грејање/хлађење домаћинства, индустрију и синтетичка горива за транспорт (као у Бразилу).	Сакупљање, третман и одлагање отпада нису добро подржани од стране локалних и / или државних органа.	Регулаторни оквир за заштиту животне средине/емисије није усвојен или делотворан. Треба да постоји одговарајући оквир за усмеравање инвестиција у енергетско искоришћење отпада у одрживом правцу.

СТРАТЕГИЈА ЕНЕРГЕТСКОГ ИСКОРИШЋЕЊА ОТПАДА У ЗЕМЉАМА СА НИСКИМ БДП-ОМ

Енергетски сектор	Сектор управљања отпадом	Стратегија енергетског искоришћења отпада
<p>Тешкоће у примени капитално интензивне трансмисионо – дистрибутивне инфраструктуре за електричну енергију и гас.</p>	<p>Ограничена улагања влада и општина резултирају неефикасним или непостојећим одлагањем отпада - који није сакупљен, нити транспортован на третман / депонију.</p>	<p>Озбиљна ограничења сектора енергије и сектора управљања отпадом негирају потенцијал за имплементацију пројеката енергетског искоришћења отпада.</p>
<p>На локалном нивоу, постоје тешкоће у обезбеђивању самосталних, нетехнолошких извора енергије које спречавају људе да користе енергију као свакодневну робу.</p>	<p>Управљање отпадом је претежно неформално (сакупљање отпада). Стопе рециклаже су високе, али нерегулисане.</p>	<p>Локални пројекти енергетског искоришћења отпада малих размера пружају побољшано снабдевање енергијом, управљање отпадом, ниже нивое загађења, нова радна места.</p>

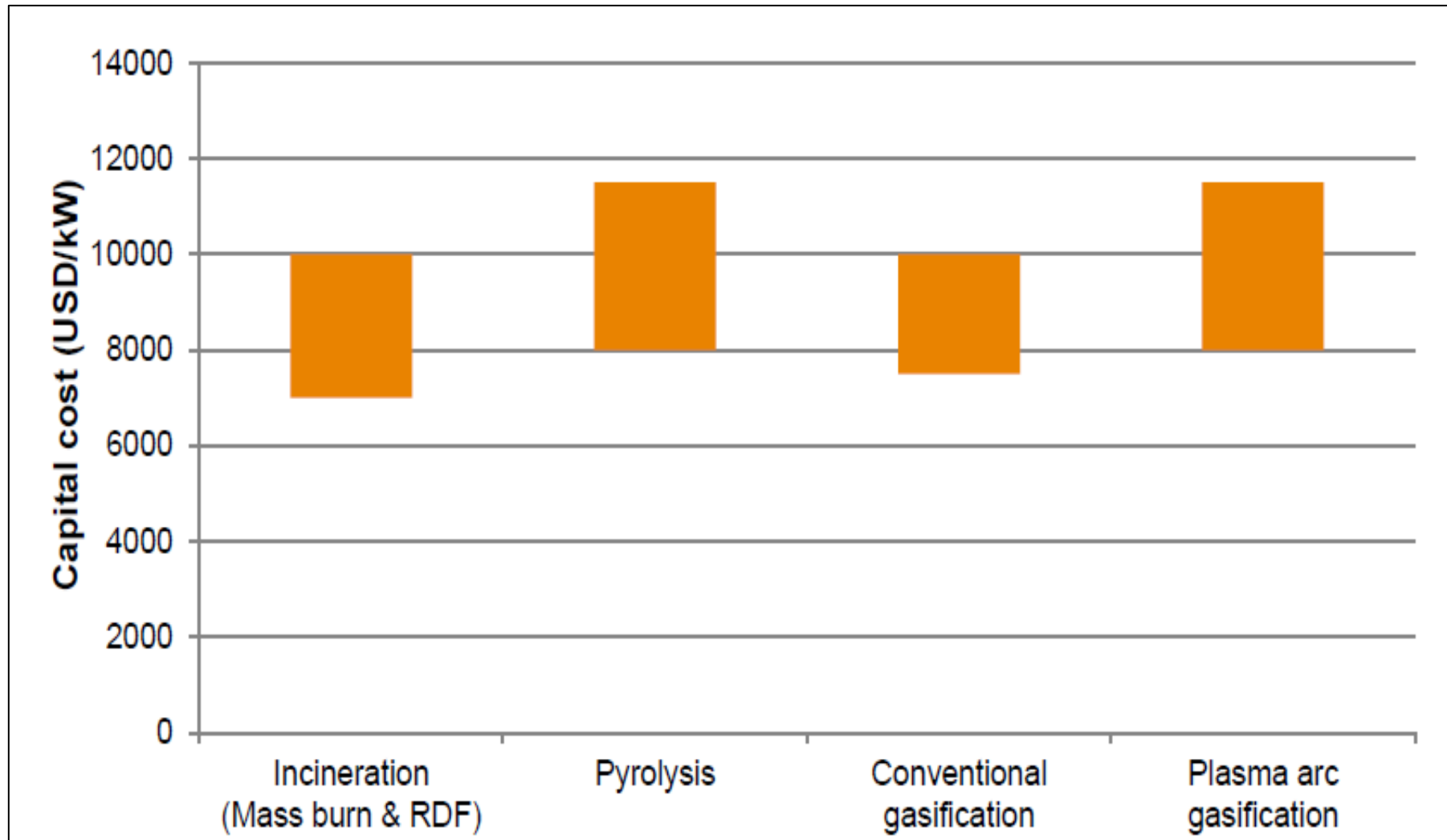
ИНВЕСТИЦИОНИ ТРОШКОВИ

Капиталне инвестиције за изградњу и имплементацију ових технологија, као и трошкови који су потребни за њихов рад током целог трајања одабраног пројекта могу утицати на одлуке када је у питању одлучивање о најбољој опцији енергетског искоришћења отпада.

Чак и данас, технологија спаљивања комуналног чврстог отпада и даље представља најпожељнију опцију што се тиче економских услова на већини тржишта.

У поређењу са другим технологијама конверзије отпада у топлотну енергију у САД, капитални трошкови технологије спаљивања су нешто нижи за исти производни капацитет постројења као што је приказано на следећој слици.

КАПИТАЛНИ ТРОШКОВИ ЗА ТЕХНОЛОГИЈЕ ГЕНЕРИСАЊА ТОПЛОТНЕ ЕНЕРГИЈЕ ИЗ ОТПАДА У САД (КАПАЦИТЕТ 15 MW)



РАЗЛИКЕ У ТРОШКОВИМА ИНВЕСТИРАЊА И КАРАКТЕРИСТИКЕ ТРОШКОВА ЗА ЕНЕРГЕТСКО ИСКОРИШЋЕЊЕ ОТПАДА СПАЉИВАЊЕМ

	Трошкови инвестирања (\$/год. капацитет у тонама)	Карактеристике
Земље са ниским БДП-ом	300-500	<ul style="list-style-type: none">• Ниски трошкови рада• Ниска топлотна моћ отпада• Ниска потреба за структурном заштитом опреме
Земље са средњим БДП-ом	400-600	<ul style="list-style-type: none">• Виши захтеви структурне заштите постројења• Нешто већа топлотна моћ отпада• Већи трошкови рада
Земље са високим БДП-ом (ЕУ и северна Америка)	600-900	<ul style="list-style-type: none">• Строги захтеви у вези опреме и безбедности• Висок архитектонски стандард објеката

ИСКУСТВА ИЗ САД

Просечни капитални трошкови за производњу електричне енергије из чврстог комуналног отпада и даље су много већи него за друге изворе у САД, па представљају препреку за масовну примену, посебно са јефтиним гасом из шкриљаца. Капитални трошкови производње енергије из чврстог комуналног отпада су више од 8 пута већи од трошкова гасних постројења са комбинованим циклусом (топлота и енергија).

По питању економије различитих технологија енергетског искоришћења отпада, капитална инвестиција је углавном велика али се трошкови разликују у зависности од коришћене технологије и њеног капацитета.

Технологије гасификације су обично скупље од уобичајених технологија сагоревања. Постављање постројења за гасификацију у САД са капацитетом од 750 тона годишње треба да има приближни трошак инвестирања од 550 долара по тони годишњег капацитета. Трошкови инвестирања за исту технологију и сличне величине постројења такође могу значајно да варирају због локације и доступности земљишта.

ЕНЕРГЕТСКА СИГУРНОСТ

На глобалном нивоу, утицај технологија енергетског искоришћења отпада на енергетску сигурност може бити ограниченог обима, посебно у производњи електричне енергије. Док се предвиђа повећање производње отпада, технологије енергетског искоришћења отпада пате од ограничене доступности ресурса а тиме и капацитета за производњу енергије, у поређењу са конвенционалним енергетским ресурсима.

Услед смањења популације и повећања рециклаже, Шведска, Норвешка, Немачка и Холандија не производе довољно отпада да задовоље потражњу својих постројења за енергетско искоришћење отпада, па увозе отпад из суседних земаља Земље у развоју са повећаним енергетским потребама, највероватније ће се ослањати на друге врсте енергије ограничавајући примену технологија енергетског искоришћења отпада.

ПРЕПОРУКЕ

Технологије енергетског искоришћења отпада су занимљиво решење за енергетску сигурност на локалном нивоу. Дobar пример је градско грејање и/или хлађење. С обзиром на тренд раста становништва, количина отпада и рециклаже, може се проценити и унапредити количина расположиве топлоте од третирања отпада.

Технологије енергетског искоришћења отпада су поуздан енергетски ресурс за удаљена, рурална подручја и мање развијене земље са недовољно развијеним енергетским системом. Инвестиције у постројење за енергетско искоришћење отпада су знатно ниже од инвестиција у инфраструктуру преноса енергије и повезивање са главном мрежом. Гориво за ове врсте технологија често већ постоји на локацији, па се могу избећи трошкови испоруке горива. То је случај у удаљеним подручјима која су близу поузданог извора биолошког отпада. Шумарство, пољопривреда и други процеси који производе биолошки отпад могу бити извор енергије за локалне заједнице које се налазе у близини ових активности.

ПРЕПОРУКЕ

У зависности од потреба локалних заједница, може се разликовати потребан облик енергије у руралним и децентрализованим подручјима. Електрична енергија можда није увек корисна у регионима где се електрични уређаји не користе уобичајено. Производња биогорива, која је привилеговано решење у одређеним земљама у развоју, често није важна у овим областима где је моторизовани превоз често ограничен.

Интересантан пример би могла бити примена анаеробне дигестије, за третман отпада са високим органским садржајем и производњу биогаса са релативно високим садржајем енергије, при чему би се биогас локално користио за кување и / или грејање. Ове врсте постројења се могу применити као постројења великих размера, која представљају високе капиталне трошкове али могу третирати велике количине отпада, или као мала постројења, што би могла бити изводљива опција за мале заједнице у руралним подручјима.