

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF SCENARIOS FOR INTEGRATED SWM SYSTEMS IN SELECTED REGIONS IN BULGARIA

T. Lolos¹, R.D. Müller², G. Tavoularis¹, B. Lykas¹, C. Tsompanidis¹, G. Lolos¹ and R. Simeonova¹

¹ *Enviroplan S.A., Greece, Ag. Konstantinou St. 40, "Aethrio" Business Center 15124, Athens, Greece, Tel: +30 2106105127, Fax: +30 2106105138, info@enviroplan.gr*

² *M+M Consulting Economists, Saargemünder Str. 136 D-66119 Saarbrücken Germany Tel: +49 681 398098, Fax: +49 681 3905060, rdm@centertours.de*

Abstract

As a full member of EU since 2007, Bulgaria is taking a number of actions in order to comply with the environmental Acquis communautaire and EU policies. In the waste management sector, infrastructure is currently being developed with the assistance of Cohesion funds. For this purpose and in the framework of a TA project, different scenarios for an integrated waste management system in the regions of Borovo, Levski, Veliko Tarnovo and Varna have been prepared. The various elements of the scenarios (collection, transportation, pre-treatment, disposal) are consistent with the waste hierarchy and aim to achieve landfill diversion of biodegradables, as well the 50% municipal waste recycling targets by 2020. Moreover, the scenarios have to be economically affordable and socially acceptable.

The paper describes the technical options and the development of waste management scenarios that fulfill the above pre-requisites. Three waste management scenarios have been formed following a set of main assumptions for institutional obligations, typical performance rates and experience in similar projects. The scenarios comprise of suitable combinations of technical options for the various elements, i.e. collection, transport, transfer, treatment and disposal. All scenarios fulfil to a large degree financial (investment and operation costs), environmental (pollution prevention, waste minimisation, sustainability), technological (applicability and feasibility of the technologies) and regulatory compliance (comply as a minimum with the Bulgarian National Waste Management Program).

The economic evaluation of the scenarios with the indicator of Dynamic Prime Cost (DPC) is presented, taking into account the investment, operation & maintenance costs and lifetime of the measures. The DPC is suitable for comparing different environmental solutions under Net Present Value terms. The selection of the best waste management option can be assessed through a multi-criteria analysis process. Finally, the 3 options have been evaluated with the method of multi-criteria analysis, based on environmental, institutional and financial criteria. Comparison of the DPC values for the 3 scenarios, can be seen in the following Table, with Veliko Tarnovo as the representative case:

Table: Dynamic Prime Cost in €/tn waste collected for each scenario in Veliko Tarnovo Region

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Total Dynamic prime cost, €/tn	67,2	84,7	88,4

For Levski & Veliko Tarnovo regions, option 3 (high investment cost scenario) has been ranked as the highest among the three and selected, satisfying all set criteria. It regards collection of commingled waste and mechanical separation in an MBT plant.

Still, other measures are additionally envisaged, such as garden waste composting to produce a high quality output and build concrete confidence among the end-users. Borovo on the other hand, contributes to a lesser extent to the national recycling targets according to the National Waste Management Program, due to the reduced size and rural character. Therefore, an MRF has been considered adequate measures for waste management. Varna differentiates from the other regions, in that an MBT is under construction via a PPP scheme. In all case, even for low-cost, bottom line scenario, the associated cost is much higher than the current waste tax imposed to the inhabitants served, underlining the financial gap between sound management.

Keywords: Bulgaria, Waste policy, financial instruments, Dynamic Prime Cost

1 Introduction

Bulgaria became officially in 2000 a candidate country for the accession to the EU and a full member of EU since 2007. Upon its way to accession, it was essential to achieve implementation of the environmental Acquis Communautaire and waste management legislation. To this direction, the Ministry of Environment and Water (MoEW), as the main responsible Authority for the implementation of environmental policies, has taken a number of actions. National Waste Management Programs have been prepared and updated regularly, envisaging concrete measures for the improvement of waste management at national level, as well as Action Plans for a number of target waste streams. Integrated waste management systems are currently being developed with the assistance of Cohesion/ Structural funds and via the “Operational Programme Environment 2007 – 2013” funding mechanism.

A number of Technical Assistance projects are now under implementation in Bulgaria, envisaged by the Financing Memorandum agreed between the European Commission and the Republic of Bulgaria in 2007 for “Technical Assistance for Project preparation in the Environmental Sector in Bulgaria”. The objective is to prepare solid feasibility studies, detailed designs and updates of regional waste management systems according to EU legislation, in order to construct viable waste management projects.

At present, Bulgaria is relying heavily on landfilling of waste, albeit most of the landfill sites do not fulfil the specifications of the Landfill Directive. Closing and rehabilitation of non-conforming sites is still pending and will be carried out with national funds. Waste recycling, treatment and disposal facilities will be implemented in the coming years, servicing the needs of 23 regions. The mandatory targets for 50% municipal waste recycling by 2020, set by the Waste Directive 2008/98/EC, open the field for the separate collection & recycling of waste. The MoEW has already set indicative recycling targets for the upcoming years that gradually increase until 2020.

The present paper describes the technical options and the development of waste management scenarios that fulfill the above pre-requisites. The economic evaluation of the scenarios with the indicator of Dynamic Prime Cost (DPC) is presented, taking into account the investment, operation & maintenance costs and lifetime of the measures. The DPC is an index of the discounted (present) value of all costs at real prices divided by the discounted quantity of waste and thus suitable for comparing different environmental solutions under Net Present Value terms. The proposed investments have to be compatible with the affordability of the population corresponding to a burden of less than 1,6 % of household income. The selection of the best waste management option takes place in a subsequent stage through a multi-criteria

analysis process, which takes into consideration not only the financial, but also environmental and technical parameters of the proposed options.

2 Current situation of waste management and institutional framework

The situation of solid waste management in Bulgaria does not greatly differ from similar South and Eastern Europe countries, with a number of Directives being transposed into the Bulgarian legislation over the last decade, acting as a driving force for progress. The country's official average of municipal waste generated during the period 2004-2006 ranges between 448 and 472 kg per inhabitant per year, compared to EUs27' average of 524kg/p-a. Nevertheless, it is speculated that the reported value is overestimated due to absence of weighing methods and indirect assessment of waste input, the true value being much lower in the order of 350 kg/p-a.

The four beneficiary regions present similarities in solid waste management, but also marked differences in the generated quantities, composition and fees imposed. Collection service coverage is close to a 100% level in many urban and rural areas (Levski, Varna, Veliko Tarnovo), and it is now expanding to cover also the population of the most distant areas. Transportation takes place by both modern vehicles and older, skip carrying trucks. In most municipalities in Varna, Veliko Tarnovo and Levski region, waste management operations are performed by private companies, whereas in Borovo the operations are by municipal owned companies.

Waste is disposed in local, unprotected to a large extent, municipal landfills, that have their permit officially prolonged until end of 2009 or until the new regional landfills are constructed. No sealing works or other pollution abatement technical works (such as biogas, leachate, rainwater, etc) have been envisaged during the construction phase. Most of the sites have been in operation for more than 20 years. Pollution risks of varying levels were identified during the undertaken visits. In certain sites mass waste burning with heavy smoke was evident. Both municipal and Construction & Demolition (inert) waste is accepted for disposal. It was evident that certain sites pose a long term high threats to the environment and need to be closed within the soonest possible time (see Figure 1). Only the site in Varna is conforming to the specifications of Landfill Directive 1999/31, but the site has reached its operational life. The municipal dumpsites will be closed, covered with an impermeable layer and rehabilitated, following a detailed design study.

The requirement of Directive 1999/31 that "*... only waste that has been subject to treatment is landfilled*" is not followed in none of the Regions. Currently, one MBT plant in Varna with capacity of 140.000 tn/y is now under construction under a PPP scheme and will soon enter its trial operation.

One major obligation of EU Member States is the implementation of separate collection of packaging waste. Currently, there are eight licensed Recovery Organisations (RO) for packaging waste in Bulgaria. Most of the ROs established a network of three coloured containers at each point in the municipalities, i.e. paper, plastic & metal and glass. As a result of the steep decrease in prices of recycled materials, reduction of processing facilities in the country and growing expenses for maintaining systems of packaging waste collection in places with less than 20.000 population, Recovery Organizations have withdrawn their bins from some municipalities in the regions. It is unknown, when ROs will resume their operation.



Figure 1: Dumpsite next to river bed

Expenditures for waste management operations, i.e. collection, transportation, landfilling, streets cleaning and equipment/other, are covered by municipal waste tax. The waste tax is based on property ownership and not on the actual waste generation, therefore it does not follow the Polluter Pays principle. Some basic economical and waste management parameters in the four regions under investigation, are depicted in the following Table 2. Expenditures for waste collection and transportation constitute the highest part of the expenditures on waste management, exceeding 50%. On the contrary, expenditures for landfilling are insignificant, reflecting the low maintenance and operation cost in dumpsites. One particularity in the various municipalities is the considerable differences in the income of the population and limited economic capabilities to a certain degree, that is also reflected in the very low waste fees imposed per capita (see Table 1). In this respect, careful consideration in the selection of the most viable waste management system has to be given. The affordability of the proposed investments is determined via a Cost Benefit Analysis study that is under elaboration at present.

Table 1: Selected economical-social parameters of 4 Bulgarian Regions (2007)

Parameter	Veliko Tarnovo	Varna	Levski	Borovo
Total average income per cap, €	1.352	1.643	1.798	1.810
Expenditures on waste management, €/t	44,7	45,9	32,7	29,6
Expenditures in waste collection - transportation	62%	67%	68%	51%
Expenditures in landfilling	9%	16%	12%	12%
Waste tax / cap, €	20,2	13,5	4,9	4,5
Population	182.878	354.903	121.595	63.139
Waste generation, t/y	52.999	131.599	34.653	15.013

3 Development of waste management scenarios and assumptions

European Union is assisting new Member States via Technical Assistance projects to achieve full compliance with EC Directives in the field of solid waste management, as well as preparing applications for EU co-financing and preparation of tender documents. In this respect, a phased Investment Program has been developed, that identified environmentally and financially viable waste management scenarios in each Region. The development of the Investment Programs for the necessary infrastructures, involves the following main objectives:

- to ensure compliance with the national and EU legislation;
- to ensure affordable long term project planning and optimal utilisation of EU funds;
- to define a long-term, cost-efficient, waste management investment plan.
- To contribute to the national commitments and compliance of the infrastructures with the National Waste Management Programme 2009-2013 (Table 2)

Table 2: Indicative targets for recycling and recovery of municipal (including packaging waste) and construction& demolition waste in Bulgaria

Waste type	By 2011	By 2012	By 2013
Municipal waste	At least 25% of all waste are recycled	At least 30% of all waste are recycled	At least 33% of all waste are recycled
Construction and demolition waste	Increase of the recycling, recovery and reuse up to 25%	Increase of the recycling, recovery and reuse up to 30%	Increase of the recycling, recovery and reuse up to 35%

Three waste management scenarios have been formed following a set of main assumptions for institutional obligations, typical performance rates and experience in similar projects. The scenarios comprise of suitable combinations of technical options for the various elements, i.e. collection, transport, transfer, treatment and disposal. All scenarios fulfil to a large degree financial (investment and operation costs), environmental (pollution prevention, waste minimisation, sustainability), technological (applicability and feasibility of the technologies) and regulatory compliance. The three scenarios that have been selected for Veliko Tarnovo Region, as a typical case, are summarised in Table 3.

In brief, scenario 1 is a bottom line scenario, involving composting of green waste, establishment of Civic Amenity Centres and home composting for the rural areas. Scenario 2 involves a more thorough collection of biodegradables through a two-bin system, as well as a Sorting Station for the dry (mixed) bin. Finally, the most advanced is scenario 3, envisaging a Mechanical-Biological Treatment (MBT) plant. For the other three regions (Borovo, Levski and Varna), the options developed are more or less the same.

Table 3: Overview of the options under evaluation in Veliko Tarnovo Region

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Collection of	1 bin for mixed	2 bins(for mixed	1 bin for mixed

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
residuals	waste	and organic waste)	waste
Collection of recyclables	- From the Recovery Organisations - From Civic Amenity Sites	- From the Recovery Organisations	- From the Recovery Organisations
Collection of bio-waste	- 85% Green waste from parks and households - Organic from CAS	- 85% Green waste from parks and households - Separate collection through bio-bins in selected points and households	- 100% Green waste from parks and households
Home composting	30% of rural BDW	30% of rural BDW	30% of rural BDW
Sorting Station (MRF)	No	Yes	Yes, included in MBT
Treatment	Composting of bio-waste (open system)	Composting of bio-waste (open or closed system)	MBT Plant. Recovery of i) recyclables and/or RDF and ii) Compost-like output
Landfill site	“Sheremetya”	“Sheremetya”	“Sheremetya”

4 Evaluation of Net Present Value of the investments

Initially, the Net Present Value of the investments has been calculated, as a measure of Cost-effectiveness. At this stage, no full analysis was required, since a number of parameters will be explored in the subsequent feasibility study. Therefore, it was decided to use the Dynamic Prime Cost index that is representative of NPV and has been used in the past in a great number of environmental projects. As at the early stage (before feasibility report) there are lot of uncertainties, comparison of the alternatives can take place, from a safe point of view, on a least cost analysis and for that reason was adopted in our methodology.

The Dynamic Prime Cost (DPC) takes into account operation and maintenance costs, lifetime of investment and the ecological effect (in this case waste collection & treatment). The index represent the ratio of the discounted (present) value of all costs at constant (real) prices divided by the discounted quantity of waste, eqn (1):

$$DGC = \frac{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{KI_t + KE_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{EE_t}{(1+i)^t}} \quad (1)$$

DPC: Dynamic Prime Cost,

KI_t: Investment expenditures in year t,

KE_t: Operation & Maintenance costs in year t,

EE_t: waste collected and treated in year t,

i: the discount rate, that was taken 6% per annum

n: lifetime of an investment.

The analysis of the investment cost was based on the experience of the Consultant from similar projects and from unit prices for waste management infrastructure given in EU reports (Eunomia [1]). Cost was divided to civil construction and electro-mechanical works. On top of this, the following cost categories were added: i) contingencies 10%, ii) general expenses & profit 10%, iii) revision of prices 3% and iv) VAT 20%. Especially for the landfill element, the investment cost could be estimated with a relatively high precision for this stage, based mainly on the necessary disposal area (Table 4):

Additionally, the cost for the closure and rehabilitation of the non-compliant dumpsites based on the size of the dumpsite, but includes elementary works such as excavations, lining (geotextile, drainage layer, topsoil, gravel), biogas management (piping, wells, heads, filter), as well as all other works required by the Bulgarian Ordinance. The unit price for a site up to 0-10 dca is estimated to 30 €/m².

Finally, for the calculation of the operational cost of the various waste management facilities, the following cost categories have been considered:

- Maintenance costs: 5% of investment cost
- Labour cost: based on official Bulgarian statistics
- Administrative cost: 20% of labour cost
- Energy – Fuel: The unit consumption factors have been adopted from our experience, from the supervision of similar facilities. As an example, fuel and energy consumption for the case of a Mechanical Biological Treatment plant was taken 6 l/t and 80 kWh / t of waste respectively
- Rehabilitation, Aftercare and insurance cost of landfill: operational cost should incorporate the future activities of rehabilitation of the filled cells, as well as aftercare & insurance cost for 30 years. This was taken equal to a fixed percentage of 30.000 € per decare of active cell or 105.000 – 120.000 €/year.
- Environmental Monitoring: estimated to 60.000€/y for the Region of Veliko Tarnovo
- Waste collection & transportation cost: this was calculated from the current situation, increased by a certain factor

Table 4: Unit prices of works categories for the construction of landfill

	Type of units	Unit cost (€)
EARTHWORKS		
<i>Excavations</i>	(m ³)	4,0
<i>Embankments</i>	(m ³)	5,0
LINING		
<i>Construction of lining of the landfill with geological barrier, geombrane, geotextile and drainage layer</i>	(m ²) of landfill cell	28,0
<i>Construction of the lining of the C&D waste with geological barrier</i>	(m ²) of C&D cell	13,5
LEACHATE MANAGEMENT		
<i>Collection and transfer piping of leachate, pumps, recirculation, etc.</i>	(m ²) of landfill cell	3,5
<i>Leachate Treatment Plant</i>	(Item)	600.000,0
BIOGAS MANAGEMENT		
<i>Collection and transfer piping of biogas, wells, flare, etc.</i>	(m ³) of waste	1,0
STORMWATER MANAGEMENT		
<i>Construction of perimetral stormwater ditch</i>	(m ²) of landfill cell	2,0

ROAD WORKS		
Earthworks for road construction, pavements	m of road	100,0
FENCING		
Fencing, entrance gate, firebreak zone, etc.	m of site perimeter	55,0
OTHER INFRASTRUCTURE		
Electromechanical works on site	(m ²) area of site	1,0
<i>Weighing bridge</i>	(Item)	30.000,0
<i>Buildings</i>	(m ²) of buildings	800,0
MONITORING		
Monitoring works (wells for biogas check, SCADA, equipment supply, etc.)	(m ²) of landfill cell	6,0
MOBILE EQUIPMENT		
<i>Compactor</i>	(Item)	350.000,0
<i>Loader</i>	(Item)	200.000,0
<i>Excavator</i>	(Item)	150.000,0
<i>Truck</i>	(Item)	50.000,0
<i>Shredder for bulky waste</i>	(Item)	250.000,0

5 Results and Discussion

For each of the regions, the investment costs have been calculated for each waste management element (collection, transportation, disposal, etc) according to the previous chapter. The costs are illustrated in the following Table, for Veliko Tarnovo as a representative case.

Table 5: Investment costs calculated for the 3 scenarios for Veliko Tarnovo

	Investment Cost, €	Investment Cost, €	Investment Cost, €
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
<i>Collection - Transportation</i>	1.004.253	1.071.764	909.727
<i>Composting Plant</i>	1.273.378	1.633.378	913.378
<i>MRF</i>	0	3.300.000	0
<i>MBT</i>	0	0	9.221.518
<i>Civic Amenity Sites</i>	600.000	0	0
<i>Transfer Station</i>	0	0	0
<i>Landfill (1st phase)</i>	4.156.661	4.695.683	4.608.327
<i>Restoration of old landfills</i>	0	0	0
TOTAL 1	7.034.292	10.700.825	15.652.950
Landfill (next phases)	5.224.315	4.267.610	4.140.007
TOTAL 2	12.258.607	14.968.435	19.792.957
VAT (20%)	2.451.721	2.993.687	3.958.591
GRAND TOTAL	14.710.329	17.962.122	23.751.548

Similarly, the calculation of operation and maintenance costs for waste management operations was effected based on the assumptions and unit costs presented above. Replacement of bins and trucks was assumed to take place every 8 years, whereas the lifetime of plant/ machinery was taken 10 years. Finally, a mobile Construction and Demolition waste Recycling Facility was envisaged to be installed inside the Regional Landfill in year 2018 (same for all scenarios). In this way, it was possible not only to calculate the Dynamic Prime Cost for the operational period 2013-2032, but also to develop a phased,

long term investment plan. The DPC values for each waste management option are given in the Table 6.

Table 6: Dynamic Prime Cost in €/tn waste collected for each scenario

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Total Dynamic prime cost, €/tn	67,2	84,7	88,4

It is immediately evident, that scenario 1 possessing the lowest investment cost possesses also the lowest DPC of 67,2 €/tn waste, therefore it is the most cost-effective management option. This ranking is only slightly affected by changes in waste quantities (calculated through a sensitivity analysis), showing that the scenarios are practically not sensitive to waste quantities. Nevertheless, scenario 1 is not necessarily the preferable one, since additionally other criteria such as environmental, technical and social have to be taken into account. The multi criteria analysis procedure that was employed for the four regions is beyond the scope of the present paper and it is not shown here.

6 Conclusions

Three alternative viable scenarios for integrated solid waste management and the associated elements (collection, transport, long distance transportation, treatment, landfilling and closure of dumpsites) have been evolved and examined for the planning period 2013-2032. The scenarios achieve full compliance with the EU & Bulgarian legislation. A basic pre-dimensioning of the facilities and the necessary area, as well as the selection of the technologies has taken place. The investment, operational and unit costs for the entire lifetime of the waste management system have been identified. Afterwards, calculation of Discounted Expenditures with the index of Dynamic Prime Cost as €/tn of waste has preceded, showing the cost-effectiveness of the three scenarios.

Even if considering the low-cost, bottom line scenario, the associated cost is much higher than the current waste tax imposed to the inhabitants served (Table 1). Currently, a Cost-Benefit Analysis study is under elaboration that takes into account the profits from purchasing the recyclables and biosolids recovered. The CBA study will calculate the affordability of the population corresponding to a burden of less than 1,6 % of household income and by this the available EU funding.

References

[1] Eunomia Research and Consulting, *Costs for municipal waste management in EU*, Final Report to Directorate General Environment, European Commission

Razvoj i evaluacija scenarija cjelovitog sustava gospodarenja krutim otpadom u odabranim područjima Bugarske

T. Lolos¹, R.D. Müller², G. Tavoularis¹, B. Lykas¹, C. Tsompanidis¹, G. Lolos¹ and R. Simeonova¹

¹ *Enviroplan S.A., Greece, Ag. Konstantinou St. 40, "Aethrio" Business Center 15124, Athens, Greece, Tel: +30 2106105127, Fax: +30 2106105138, info@enviroplan.gr*

² *M+M Consulting Economists, Saargemünder Str. 136 D-66119 Saarbrücken Germany Tel: +49 681 398098, Fax: +49 681 3905060, rdm@centertours.de*

Sažetak

Kao punopravna članica EU od 2007. godine, Bugarska je poduzela niz aktivnosti u cilju usklađivanja s propisima EU. Uz pomoć kohezijskih fondova EU razvija se potrebna infrastruktura gospodarenja otpadom. U tom smislu, u sklopu projekta tehničke pomoći izrađeni su različiti scenariji cjelovitog sustava gospodarenja otpadom u regijama Borovo, Levski, Veliko Tarnovo i Varna. Pojedini dijelovi sustava (skupljanje, prijevoz, predobrada, zbrinjavanje) usklađeni su s osnovnim ciljevima gospodarenja otpadom, a u svrhusmanjenja količina biorazgradivog otpada koji se odlaže na odlagališta, kao i s ciljem recikliranja 50 % otpada do 2020. godine. Nadalje, ti scenariji moraju biti ekonomski izvedivi i društveno prihvatljivi.

Ovaj rad opisuje tehničke mogućnosti kao i razvoj različitih scenarija sustava gospodarenja otpadom s ciljem ispunjenja navedenih zahtjeva. Osmišljena su tri scenarija gospodarenja otpadom u skladu s osnovnim pretpostavkama, koje uključuju institucionalne obaveze, osnovne mogućnosti sustava kao i iskustvo sa sličnim projektima. Ovi scenariji obuhvaćaju različite kombinacije pogodnih tehničkih rješenja za različite elemente sustava, npr. skupljanje, prijevoz, pretovar, obradu i zbrinjavanje. Svi ti scenariji u najvećoj su mjeri usklađeni s financijskim (investicijski i pogonski troškovi), okolišnim (izbjegavanje i smanjivanje nastajanja otpada, održivost), tehnološkim (prihvatljive i izvedive tehnologije) i pravnim zahtjevima (usklađenost s bugarskim Nacionalnim programom gospodarenja otpadom).

Prikazana je ekonomska evaluacija izrađenih scenarija uz pomoć indikatora Promjenjivi direktni trošak (Dynamic Prime Cost -DPC), koji uzima u obzir investicijske troškove, pogonske i troškove održavanja, kao i vrijeme trajanja mjere. DPC je pogodan za usporedbu različitih mogućnosti uz pomoć neto sadašnje vrijednosti (NPV). Izbor najbolje opcije gospodarenja otpadom može se procijeniti upotrebom multi-kriterijske analize. Usporedba dobivenih DPC vrijednosti za tri scenarija prikazana je u slijedećoj tablici (reprezentativni uzorak regija Veliko Tarnovo):

Tablica: DPC u EUR/toni skupljenog otpada za svaki scenarij u regiji veliko Tarnovo

	Scenarij 1	Scenarij 2	Scenarij 3
Total Dynamic prime cost, €/tn	67,2	84,7	88,4

Za regije Levski i Veliko Tarnovo, opcija 3 (visoki investicijski troškovi) vrednovan je najvišom ocjenom te je izabran s obzirom da zadovoljava sve kriterije, koji uključuju skupljanje miješanog komunalnog otpada te mehaničku obradu na MBT postrojenju. Razmatrane su i druge mjere, kao što je kompostiranje otpada iz vrtova, s ciljem postizanja kvalitetnog rješenja i izgradnje postrojenja kod krajnjih korisnika. S druge strane, s obzirom da se radi o malom, pretežno ruralnom području, regija Borovo manje pridonosi ostvarenju ciljeva u pogledu recikliranja otpada sukladno Nacionalnom programu gospodarenja otpadom. Stoga je za ovo područje razmatrana mogućnost izgradnje pogona za sortiranje. Regija Varna se razlikuje od drugih razmatranih regija po tome što je postrojenje za mehaničko-biološku obradu već u izgradnji po principu javno-privatnog partnerstva. U svim razmatranim slučajevima, čak i u slučaju primjene scenarija koji iziskuje najmanje troškove, odgovarajući trošak uspostave sustava je puno veći od postojećih troškova gospodarenja otpadom koje građani sada plaćaju.

Cljučne riječi: Bugarska, politika gospodarenja otpadom, financijski instrumenti, DPC

1. Uvod

Bugarska je 2000. godine službeno postala zemlja kandidat za pristupanje EU, a od 2007. godine njezin je punopravni član. Na putu do pristupanja, bilo je bitno primijeniti pravne stečevine EU te propise vezane uz gospodarenje otpadom. S tim ciljem, Ministarstvo okoliša i voda kao glavno i odgovorno tijelo za provedbu ekoloških politika, poduzelo je mnoge akcije. Nacionalni programi gospodarenja otpadom redovito su se pripremali i ažurirali, predočavajući konkretne mjere poboljšanja gospodarenja otpadom na nacionalnoj razini, kao i Akcijski plan za niz ciljanih tokova otpada. Integrirani sustavi gospodarenja otpadom trenutno se razvijaju uz pomoć Kohezijskih / Strukturnih fondova i putem mehanizma financiranja "Operativni program za okoliš 2007-2013".

U Bugarskoj je trenutno u provedbi nekoliko projekata tehničke pomoći koji su bili predviđeni Financijskim memorandumom ugovorenim između Europske komisije i Republike Bugarske 2007.g. za "Tehničku pomoć za pripremu projekata iz okolišnog sektora u Bugarskoj". Cilj je pripremiti vjerodostojne studije izvodljivosti, detaljan dizajn i dopune regionalnog sustava gospodarenja otpadom u skladu sa zakonodavstvom EU radi konstruiranja održivih projekata u području gospodarenja otpadom.

Danas se Bugarska u znatnoj mjeri oslanja na odlaganje otpada, premda većina odlagališta ne zadovoljava uvjete propisane Direktivom o odlaganju otpada. Zatvaranje i saniranje neodgovarajućih lokacija još se očekuje i bit će provedeno s nacionalnim izvorima financiranja. Sustavi za reciklažu, obradu i odlaganje otpada bit će realizirani u nadolazećim godinama, i usluživat će potrebe 23 regije. Obvezni ciljevi za recikliranje 50% komunalnog otpada do 2020. postavljeni Direktivom o otpadu 2008/98/EC, otvaraju mjesto za odvojeno skupljanje i recikliranje otpada. Ministarstvo okoliša i voda već je postavilo indikativne ciljeve recikliranja za nadolazeće godine koji se postupno povećavaju do 2020.

Ovaj rad opisuje tehničke opcije i razvoj scenarija gospodarenja otpadom koji ispunjavaju gore navedene preduvjete. Predstavljena je ekonomska ocjena scenarija s indikatorom promjenjivih direktnih troškova, uzimajući u obzir troškove investicije, poslovanja i održavanja te životni vijek mjera. Promjenjiv direktni trošak je pokazatelj diskontirane (sadašnje) vrijednosti svih troškova po realnim cijenama podijeljen s diskontiranom količinom otpada i stoga je prikladan za uspoređivanje različitih ekoloških rješenja pomoću metode neto sadašnje vrijednosti. Predložene investicije trebaju biti sukladne s isplativošću za građanstvo koje odgovara opterećenju manjem od 1,6 % zarade domaćinstva. Odabir najbolje opcije za gospodarenje otpadom je proces višekriterijske analize koji se odvija po fazama u slijedu i uzima u obzir ne samo financijske, nego i ekološke i tehničke parametre predložene opcije.

2. Postojeće stanje u području gospodarenja otpadom i institucionalni okvir

Postojeće stanje na području gospodarenja otpadom u Bugarskoj ne razlikuje se puno od ostalih zemalja južne i istočne Europe. Cijeli niz direktiva implementiran je u bugarsko zakonodavstvo tijekom zadnjeg desetljeća te su one služile kao pokretač za promjene. Službeni podaci govore da je prosječna godišnja količina komunalnog otpada u Bugarskoj u razdoblju od 2004. do 2006. godine iznosila između 448 i 472 kg/stanovnik. Za usporedbu, prosjek EU iznosi 524 kg/god po stanovniku. Zbog nepostojanja sustava vaganja te indirektnih procjena tokova otpada, pretpostavljalo se da su postojeći podaci

preuveličani te da je stvarna količina proizvedenog otpada po stanovniku puno manja i iznosi negdje oko 350 kg/god.

Navedene regije imaju velike sličnosti u sustavu gospodarenja otpadom, no istovremeno i velike razlike u pogledu količina otpada, njegovog sastava te naknada za zbrinjavanje otpada. Pokrivenost sustavom organiziranog odvoza otpada iznosi blizu 100 % u urbanim i ruralnim područjima (Levski, Varna, Veliko Tarnovo), te se trenutno širi i na udaljenija područja. Prijevoz otpada obavlja se modernim ali i starim vozilima. U regijama Varna, Veliko Tarnovo i Levski, gospodarenja otpadom obavljaju privatne tvrtke, dok na području Borova to obavlja komunalna tvrtka.

Otpad se odlaže na lokalnim, uglavnom nezaštićenim odlagalištima komunalnog otpada, koja imaju dozvolu do kraja 2009. godine, odnosno do otvaranja novog regionalnog odlagališta otpada. S obzirom da su postojeća odlagališta u funkciji već više od 20 godina, ista ne raspolažu odgovarajućim tehnologijama zaštite okoliša (skupljanje bioplina, procjednih voda itd.). Također, tijekom posjeta i obilaska tih odlagališta, zamijećene su različite potencijalne mogućnosti onečišćenja okoliša. Na određenim mjestima zamijećeno je gorenje otpada uz prisutnost gustog dima. Nadalje, građevinski (inertni) i komunalni otpad se odlažu zajedno. Jasno je da određena odlagališta dugoročno predstavljaju ozbiljnu prijetnju okolišu te ih je potrebno što prije zatvoriti. (Slika 1.). Jedino odlagalište u Varni odgovara uvjetima propisanim u Direktivi o odlaganju otpada 1999/31, no i ono je na kraju svog radnog vijeka. Ova odlagališta će biti zatvorena, prekrivena nepropusnim slojem te prenamijenjena sukladno detaljnim planovima uređenja.

Niti jedna regija ne udovoljava zahtjevu Direktive 1999/31 koja propisuje da se na odlagalište smije odlagati samo prethodno obrađeni otpad. Trenutno je u postupku izgradnje postrojenja za mehaničko–biološku obradu otpada u Varni, kapaciteta 140.000 t/god i to po principu javno-privatnog partnerstva te će uskoro biti pušteno u probni rad.

Jedna od glavnih obveza članica EU jest uspostava sustava odvojenog skupljanja ambalažnog otpada. Trenutno u Bugarskoj postoji 8 licenciranih oporabitelja ambalažnog otpada. Ovlašteni oporabitelji uspostavili su sustav za odvojeno skupljanje ambalažnog otpada putem spremnika na javnim površinama i to papira, plastike i metala te stakla. Postupno smanjenje cijena reciklažnih materijala, smanjenje proizvodnih kapaciteta te povećani troškovi održavanja sustava spremnika za odvojeno skupljanje otpada u mjestima s manje od 20.000 stanovnika, rezultirali su time da su ovlašteni oporabitelji povukli posude za odvojeno skupljanje ambalažnog otpada. U ovom trenutku nije poznato kada će se nastaviti s odvojenim skupljanjem ambalažnog otpada.



Slika 1: Odlagalište otpada neposredno uz riječno korito

Troškovi gospodarenja otpadom, kao što su skupljanje, prijevoz odlaganje, čišćenje ulica i nabavka opreme pokrivaju se iz komunalne naknade. Naknada za gospodarenje otpadom vezana je uz vlasništvo nad nekretninom, a ne uz količinu proizvedenog otpada te nije u skladu s načelom “onečišćivač plaća”. Osnovi ekonomski pokazatelji i podaci o gospodarenju otpadom u ove četiri promatrane regije prikazani su u tablici 2. Troškovi skupljanja i prijevoza otpada čine najveći udio u ukupnim troškovima gospodarenja otpadom (preko 50%). S druge strane, zbog malih pogonskih troškova i troškova održavanja odlagališta, troškovi odlaganja otpada su zanemarivi. Zamjetna je razlika u ukupnom godišnjem prihodu stanovništva po pojedinim regijama te ograničene ekonomske mogućnosti, što se također odražava i na vrlo niske iznose naknada za zbrinjavanje otpada (Tablica 1.). S tim u vezi, bilo je potrebno napraviti detaljnu analizu najprihvatljivijeg sustava gospodarenja otpadom. Prihvatljivost predložene investicije određena je analizom isplativosti koja je prikazana u nastavku.

Tablica 1: Odabrani socijalno-ekonomski pokazatelji 4 bugarske regije (2007.)

Parametar	Veliko Tarnovo	Varna	Levski	Borovo
Ukupni godišni prihod po stanovniku, €	1.352	1.643	1.798	1.810
Troškovi gospodarenja otpadom, €/t	44,7	45,9	32,7	29,6
Troškovi skupljanja i prijevoza otpada	62%	67%	68%	51%
Troškovi odlaganja otpada	9%	16%	12%	12%
Troškovi gospodarenja otpadom po stanovniku / cap, €	20,2	13,5	4,9	4,5
Broj stanovnika	182.878	354.903	121.595	63.139

Parametar	Veliko Tarnovo	Varna	Levski	Borovo
Masa otpada, t/god	52.999	131.599	34.653	15.013

3. Razvoj scenarija gospodarenja otpadom i pretpostavke

Europska unija pomaže novim zemljama članicama putem projekata tehničke pomoći, kako bi u potpunosti udovoljile direktivama Europske komisije na području gospodarenja krutim otpadom, kao i u pripremi prijave za EU sufinanciranje, i u pripremanju ponudbene dokumentacije. S time u vezi, razvijen je fazni Investicijski program koji prepoznaje ekološki i financijski održive scenarije gospodarenja otpadom u svakoj regiji. Razvoj Investicijskog programa za potrebnu infrastrukturu uključuje sljedeće glavne ciljeve:

- Osiguranje usklađenosti s nacionalnim i EU zakonodavstvom;
- Osiguranje planiranja isplativih dugoročnih projekata i optimalno korištenje EU fondova;
- Definiranje dugoročnog, rentabilnog investicijskog plana gospodarenja otpadom;
- Doprinos nacionalnim obvezama i udovoljavanje infrastrukture Nacionalnom programu gospodarenja otpadom 2009-2013. (Tablica 2).

Tablica 2: Indikativni ciljevi recikliranja i uporabe komunalnog (uključujući ambalažni otpad) i građevinskog otpada u Bugarskoj

Vrsta otpada	Do 2011.	Do 2012.	Do 2013.
Komunalni otpad	Najmanje 25% ukupnog otpada je reciklirano	Najmanje 30% ukupnog otpada je reciklirano	Najmanje 33% ukupnog otpada je reciklirano
Građevinski otpad	Porast recikliranja, uporabe i ponovne uporabe do 25%	Porast recikliranja, uporabe i ponovne uporabe do 30%	Porast recikliranja, uporabe i ponovne uporabe do 33%

Sljedeći niz pretpostavki za institucionalne obveze, tipične pokazatelje rezultata i iskustvo u sličnim projektima, formirana su tri scenarija gospodarenja otpadom. Scenarije sačinjavaju prikladne kombinacije tehničkih opcija za različite elemente, npr. skupljanje, prijevoz, prenošenje, obradu i odlaganje. Svi scenariji ispunjavaju u velikoj mjeri financijske (investicijske i troškove poslovanja), ekološke (sprečavanje zagađenja, smanjivanje količina otpada, održivost), tehnološke (primjenjivost i izvedljivost tehnologija) i nadzorne zahtjeve. Tri scenarija koja su odabrana za regiju Veliko Tarnovo, kao tipičan primjer, sažeta su u Tablici 3.

Ukratko, scenarij 1 je bitan aspekt koji uključuje kompostiranje zelenog otpada, organiziranje reciklažnih dvorišta i kućno kompostiranje za ruralna područja. Scenarij 2 uključuje temeljitije skupljanje biorazgradivih tvari sustavom dvaju posuda kao i stanicu za sortiranje suhih (miješanih) posuda. Konačno, najnapredniji je scenarij broj 3, koji predviđa postrojenje za mehaničko-biološku obradu. Za ostale tri regije (Borovo, Levski i Varnu), razvijena rješenja su manje-više slična.

Tablica 3: Pregled rješenja koja se procjenjuju u regiji Veliko Tarnovo

	Scenarij 1	Scenarij 2	Scenarij 3
Skupljanje ostataka	1 posuda za miješani otpad	2 posude (za miješani i organski otpad)	1 posuda za miješani otpad
Skupljanje otpadnih materijala koji se mogu reciklirati	-Od oporabiljelja -iz reciklažnih dvorišta	- Od oporabiljelja	- Od oporabiljelja
Skupljanje bio-otpada	-85% zelenog otpada iz parkova i domaćinstava -Organski otpad iz iz reciklažnih dvorišta	-85% zelenog otpada iz parkova i domaćinstava - Odvojeno skupljanje kroz sustav posuda na određenim mjestima i domaćinstvima	-100% zelenog otpada iz parkova i domaćinstava
Kućno kompostiranje	30% od ruralnog BDW	30% od ruralnog BDW	30% od ruralnog BDW
Sortirница otpada	Ne	Da	Da, uključujući postrojenje za mehaničko-biološku obradu
Obrada	Kompostiranje bio-otpada (otvoreni sistem)	Kompostiranje bio-otpada (otvoreni ili zatvoreni sustav)	Postrojenje za mehaničko-biološku obradu otpada. oporaba i) recikliranje i/ili gorivo iz otpada i ii) produkt kompost
Lokacija odlagališta	“Sheremetya”	“Sheremetya”	“Sheremetya”

4. Vrednovanje neto sadašnje vrijednosti investicija

Prvotno, neto sadašnja vrijednost investicije bila je izračunata kao mjera rentabilnosti. U ovoj fazi nije bila zahtijevana potpuna analiza, jer će nekolicina parametara biti istražena u studiji izvodljivosti koja slijedi. Stoga je odlučeno kako će se koristiti pokazatelj promjenljivih direktnih troškova, koji je reprezentativan za NPV i u prošlosti korišten u velikom broju projekata zaštite okoliša. Kako u ranoj fazi (prije izvještaja o izvodljivosti) postoji mnogo nepoznanica, usporedba alternativa može se odvijati sa sigurnog stajališta barem analizom troškova i stoga je usvojena u našoj metodologiji.

Promjenjiv direktni trošak (DPC) uzima u obzir troškove poslovanja i održavanja, životni vijek trajanja investicije i ekološki efekt (u ovom slučaju skupljanje i obradu otpada). Pokazatelj predstavlja omjer diskontirane (sadašnje) vrijednosti svih troškova po stalnim realnim cijenama i diskontirane količine otpada, jednadžba (1):

$$DGC = \frac{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{KI_t + KE_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{EE_t}{(1+i)^t}}. \quad (1)$$

DPC: promjenjivi direktni trošak,
 KI_t: Troškovi investicije u godini t,
 KE_t: Troškovi poslovanja i održavanja u godini t,
 EE_t: otpad skupljen i obrađen u godini t,
 i: diskontirana stopa, uzeta je 6% godišnje,
 n: vijek trajanja investicije.

Analiza ukupne vrijednosti investicije temelji se na iskustvu konzultanata sa sličnih projekata i iz jediničnih cijena za infrastrukturu gospodarenja otpadom preuzetih iz izvješća EU (Eunomia 1). Trošak je podijeljen na građevinske radove i elektro-mehaničke radove. Povrh svega, dodane su sljedeće kategorije: i) slučajnosti 10%, ii) općeniti troškovi i profit 10%, iii) promjena cijena 3%, iv) PDV 20%. U ovoj fazi trošak investicije, posebno za element odlagališta, mogao bi biti procijenjen s relativno visokom točnošću, temeljenoj pretežno na potrebnom prostoru za odlaganje (Tablica 4):

Dodatno, trošak zatvaranja i sanacije starih (neodgovarajućih) odlagališta temeljen je na veličini odlagališta, ali uključuje elementarne radove poput iskopavanja, prekrivanja (geotekstil, drenažni sloj, prirodno pjeskovito-glinovito tlo, šljunak), skupljanje odlagališnog plina (cijevi, bunari, glave, filteri) kao i sve druge radove potrebne prema bugarskim propisima. Jedinična cijena za gradilište od 0-10 dca procijenjena je na 30 €/m².

Konačno, za izračun troškova poslovanja različitih postrojenja za gospodarenje otpadom, razmotrene su sljedeće kategorije troškova:

- Troškovi održavanja: 5% od troška investicije
- Troškovi radne snage temeljeni na službenim bugarskim statistikama
- Administrativni trošak: 20% troška radne snage
- Energija – gorivo: Faktori jedinične potrošnje preuzeti su iz našeg iskustva nadzorom sličnih postrojenja. Kao primjer, potrošnja energije i goriva postrojenja za mehaničko –biološku obradu otpada uzeta je 6l/t i 80kWh/t otpada
- Troškovi sanacije, naknadnog održavanja i osiguranja odlagališta: troškovi poslovanja trebaju uključivati buduće aktivnosti sanacije popunjenih ploha, kao i naknadno održavanje i troškove osiguranja za 30 godina. Ovo je uzeto jednakom fiksnom postotku od 30.000 €/10 godina aktivne plohe ili 105.000-120.000 €/god.
- Nadzor utjecaja na okoliš: procijenjeno na 60.000 €/god. za regiju Veliko Tarnovo
- Troškovi skupljanja i prijevoza otpada: ovo je izračunato na temelju sadašnje situacije, uvećano za određeni faktor.

Tablica 4: Jedinične cijene rada za izgradnju odlagališta

	Jedinične mjere	Jedinični trošak (€)
ZEMLJANI RADOVI		
<i>Iskopavanje</i>	(m ³)	4,0
<i>Nasipavanje</i>	(m ³)	5,0

PODSTAVA		
<i>Izgradnja podstave odlagališta sa geološkom barijerom, geotekstilom i drenažnim sustavom</i>	(m ²) ćelije odlagališta	28,0
<i>Izgradnja plohe za građevinski otpad sa geološkom barijerom</i>	(m ²) od C i D ćelije	13,5
Sustav procjednih voda		
<i>Skupljanje procjednih voda, pumpe, recirkulacija, itd.</i>	(m ²) ćelije odlagališta	3,5
<i>Postrojenje za obradu procjednih voda</i>	(Komad)	600.000,0
Sustav za skupljanje plina		
<i>Skupljanje bioplina, bunari, baklja, itd.</i>	(m ³) otpada	1,0
Sustav oborinske odvodnje		
<i>Izgradnja sustava oborinske odvodnje</i>	(m ²) ćelije odlagališta	2,0
RADOVI NA CESTI		
<i>Izgradnja ceste, kolnika</i>	m ceste	100,0
OGRADIVANJE		
<i>Ograda, ulazna vrata, zona prodora vatre, itd.</i>	m opsega gradilišta	55,0
OSTALA INFRASTRUKTURA		
<i>Elektromehanički radovi na gradilištu</i>	(m ²) područja gradilišta	1,0
<i>Mosna vaga</i>	(Komad)	30.000,0
<i>Zgrade</i>	(m ²) zgrada	800,0
NADZOR		
<i>Radovi nadzora (bunari za kontrolu bioplina, SCADA, oprema itd.)</i>	(m ²) ćelije odlagališta	6,0
POKRETNNA OPREMA		
<i>Kompaktor</i>	(Komad)	350.000,0
<i>Utovarivač</i>	(Komad)	200.000,0
<i>Rovokopač</i>	(Komad)	150.000,0
<i>Kamion</i>	(Komad)	50.000,0
<i>Drobilica za glomazan otpad</i>	(Komad)	250.000,0

5. Rezultati i diskusija

Za svaku regiju određeni su investicijski troškovi po svakoj sastavnici sustava gospodarenja otpadom (skupljanje, prijevoz, zbrinjavanje itd.), sukladno prethodnom odjeljku. Ti su troškovi za regiju Veliko Tarnovo kao reprezentativni uzorak, prikazani u slijedećoj tablici.

Tablica 5: Investicijski troškovi izračunati za 3 scenarija za regiju Veliko Tarnovo

	Investicijski trošak, €	Investicijski trošak, €	Investicijski trošak, €
	Scenarij 1	Scenarij 2	Scenarij 3
<i>Skupljanje-prijevoz</i>	1.004.253	1.071.764	909.727
<i>Kompostana</i>	1.273.378	1.633.378	913.378
<i>Sortirnica otpada</i>	0	3.300.000	0
<i>Postrojenje za mehaničko-biološku obradu</i>	0	0	9.221.518
<i>Reciklažna dvorišta</i>	600.000	0	0
<i>Pretovarna stanica</i>	0	0	0
<i>Odlagalište (1. faza)</i>	4.156.661	4.695.683	4.608.327
<i>Sanacija postojećih odlagališta</i>	0	0	0
Ukupno 1	7.034.292	10.700.825	15.652.950
<i>Odlagalište (ostale faze)</i>	5.224.315	4.267.610	4.140.007
Ukupno 2	12.258.607	14.968.435	19.792.957
<i>Porez na dodanu vrijednost (20%)</i>	2.451.721	2.993.687	3.958.591
Ukupni troškovi	14.710.329	17.962.122	23.751.548

Također, na osnovi već prije iznesenih pretpostavki i jediničnih troškova, određeni su pogonski troškovi i troškovi održavanja sustava gospodarenja otpadom, uz pretpostavku da bi se posude za skupljanje otpada i vozila mijenjala svakih 8 godina, dok je za radni vijek postrojenja pretpostavljen period od 10 godina. Nadalje, predviđena je instalacija mobilnog uređaja za reciklažu građevinskog otpada u 2018. godini (u svim scenarijima). Na ovaj način omogućeno je izračunavanje DPC troška za period od 2013. do 2032. godine kao i razvoj dugoročnog faznog plana investicija. DPC vrijednosti za svaku opciju sustava gospodarenja otpadom prikazane su u tablici 6.

Tablica 6: Promjenjivi direktni trošak (DPC) u EUR/toni skupljenog otpada za svaki scenarij

	Scenarij 1	Scenarij 2	Scenarij 3
Ukupni DPC, €/t	67,2	84,7	88,4

Očigledno je da scenarij 1 zahtijeva minimalni investicijski trošak te ima najmanji DPC (67,2 EUR/t otpada), te zato predstavlja najrentabilniju opciju gospodarenja otpadom. Količine otpada neznatno utječu na ovo bodovanje, te su i predloženi scenariji praktično neovisni o količinama otpada.

No unatoč svemu, scenarij 1 nije nužno i najprijhvatljiviji, s obzirom da je potrebno uzeti u obzir i druge parametre (utjecaj na okoliš, tehničke i socijalne uvjete).

Multi-kriterijska analiza koja je provedena na ove četiri regije, izlazi izvan opsega ovog rada te njeni rezultati neće biti prikazani.

6. Zaključci

Razvijena su i ispitana tri održiva scenarija cjelovitog sustava gospodarenja otpadom i s time povezanih elemenata (skupljanje, prijevoz, prijevoz na duge relacije, obrada, odlaganje te zatvaranje odlagališta) za planirani period od 2013. do 2032. godine. Primjenom ovih scenarija omogućava se potpuno usklađenje s bugarskom legislativno i legislativom EU. Napravljen je izbor odgovarajućih postrojenja i lokacija te njihovo preliminarno dimenzioniranje. Određeni su investicijski, pogonski i jedinični troškovi za cijelo vrijeme trajanja sustava gospodarenja otpadom. Nadalje, napravljen je izračun diskontiranih troškova s indeksom DPC u EUR/t otpada, koji pokazuje rentabilnost sva tri scenarija.

Čak i u slučaju minimalnog troška, povezani troškovi sustava su puno veći od trenutnih troškova gospodarenja otpadom koje građani plaćaju (Tablica 1.) Trenutno je u izradi cost-benefit analiza koja uzima u obzir i prihode koje je moguće ostvariti prodajom reciklažnih materijala. CBA će dati izračun prihvatljivosti sustava za građane, uz uvjet da opterećenje građana ne bude veće 1,6 % prihoda kućanstva kao i moguća sredstva EU fondova.

Referenca:

[1] Eunomia Research and Consulting, *Costs for municipal waste management in EU*, Final Report to Directorate General Environment, European Commission