

Екол. Зашт. Живот. Сред.	Том 7	Број 1-2	стр. 67-74	Скопје 2000/1
Ekol. Zašt. Život. Sred.	Vol.	No.	p-p	Skopje

KARAKTERIZACIJA NA CVRSTI OT KOMUNALEN OTPAD (CKO)

Perica PAUNOVI} i Svetomir HAXI JORDANOV
Tehnološki fakultet - Skopje

I ZVOD

Paunovi}, P. i Haxi Jordanov, S. (2000/1). Karakterizacija na cvrsti ot komunal en otpad (CKO). Ekol. Zašt. Život. Sred. Tom 7, Br. 1/2, 67-74, Skopje.

Egzaktnoto poznavawe na količinstvo, sostavot i svojstvata na CKO { to se sozdava vo edna urbana sredi na (a ne citiraveto podatoci za drugi sredi ni), e osnoven preduslov za zapoznavawe i rešavawe na ovoj ekološki problem vo R. Makedonija. Vo trudot se navedeni metodi te za kvantitativna i kvalitativna procenka na CKO, kako i metodologijata za najpriблиžno procenuvawe na negovata toplotna mo}. So vakov pristap mo`e da se sozdade { to potonasluka na CKO so mi ni malen eksperimentalen trud i maksimalna pri mena na naučni soznani ja i matemati ka obrabotka. Vo trudot se citirani literaturni podatoci za sostavot, toplotnata mo} i drugi osobini na CKO.

Ključni zborovi: Cvrst komunal en otpad, količini, sostav, toplinska mo}, procenka, presmetuvawe.

ABSTRACT

Paunovi}, P. i Haxi Jordanov, S. (2000/1). Characterization of municipal solid waste (MSW). Ekol. Zašt. Život. Sred., Vol. 7, No.1-2, 67-74, Skopje.

Due to the enormous increase of Planet Earth's population and intensive industrial activities, the superproduction of **Municipal Solid Waste (MSW)** is inevitable. Thus, the MSW is a global threat. Republic of Macedonia is not an exception.

The exact identification of the local MSW quantity, composition and properties, as a starting point in each serious approach to the MSW-problem, is stressed out- in contrast to the existing habit to quote data for other communities.

Methods for MSW quantity and composition estimation as well of its calorific value are listed. To achieve that goal an approach is suggested with as little as possible experimentation and corresponding use of acquired knowledge and statistical treatment.

Key words: Municipal Solid Waste, quantity, composition, calorific value, estimation and calculation.

VOVED

Nazivot **cvrst komunal en otpad** (ang. *Municipal Solid Waste*) e relativno nov vo našata terminologija. Toj pretstavuva alternativna na dosegnite izrazi kako doma no jubre, javen smet, komunal en smet i sl.

Vo vreme na zgolemen industri sko-

tehnološki razvoj, demografska eksplozija, prenaselenost i intenzivno tempo na ovekovi otivot, doajad enormna produkcija na CKO, kako i zgolemuvawe na sodrinata na veštakiiteko razgradlivi materii vo nego. Pri rodata veenevo sostojba sama da go razlo}i otpadot

sozraden od ~ovekovi te akti vnosti , taka { to toj stanuva sé pogol ema zakana za ~ovekot i negovata okol i na, bi dej}i zaf a}a si pogolemi povr{ i ni, i gi zagaduva po~vata, atmosferata, povr{ i nski te i podzemni te vodi i bi osferata.

Za re{ avawe na problemot so cvrsti -ot otpad e razvi ena posebna nau~no -i n` enerska di sci pl i na, nare~ena **Upravuvawe so cvrsti ot otpad UCO** (ang. *Solid Waste Management*), koja se bavi so kontro la na produkci jata, pri bi raweto, sel ekci -jata, transportot, tretmanot i kone~noto odl agawe na otpadot. Osnovni aspekti na edna zdrava strategija za si stematsko re{ avawe na problemot so CKO se sled ni te:

- zgol emuvawe na kvantumot na i nf ormaci i (tehni ~ki i edukati vni) za pl ani rawe i upravuvawe so otpadot, kako i i stra` uvawe i razvoj vo taa obl ast,

- unapreduvawe i koordi naci ja na rabo tata na oni e faktori koi rabotat so zgri` uvawe na otpadot (komunal ni pretpri -

ijatija, i ndustrijata, nau~ni i nsti tucii , mi ni sterstvo za za{ ti ta na ` i votnata sre di na i tn.),

- i ntenzi vi rawe na akti vnosti te za namal uvawe na produkci jata i toksi ~nosta na CKO,

- zgol emuvawe na stepenot na pri marna sel ekci ja na CKO,

- tendenci ja kon sovremeni te postapki na tretman na CKO (i nsi neraci ja, aerobna i anaerobna fermentaci ja, pi rol i za i tn.),

- tendenci ja kon osovremenuvawe na deponi i te za odl agawe na otpadot.

Primarno mesto vo strategijata za zgri` uvawe na CKO zavzemaat i nf ormaci i te za karakterizaci ja na otpadot. Toa podrazbi ra poznavawe na negovi ot sostav (f i zi ~ki, el ementaren, proksi mati ven i/ i li f rakci onen), speci f i ~nata masa, topl i nskata mo} i dr., i li barem procenka na ovi e parametri . Vrz baza na ovi e podatoci mo` e da se razvi vaat si te ostanati segmen ti od strategijata za zgri` uvawe na CKO.

1. FI ZI ^KO-HEMI SKI SVOJSTVA NA CKO

Pod cvrst komunalen otpad se podrazbi ra sekakov vid otpad { to se sozrava vo doma}i nstivata, javni te i ekonomski te ustanovi i pretprijatija i i nsti tucii te na edna urbana sre di na. Otpadot { to se produci ra od i ndustrijata, rudarstvoto, zemjodel i eto, medi ci nata, i sl., ne spa|aat vo kategorijata na CKO.

CKO sodr` i razni komponenti od organsko i neorgansko poteklo. Pod **f i zi ~ki sostav** se podrazbi ra zastapenosta na poedini kategorii materijali vo cvrsti ot otpad (hartija, staklo, pl astika, vegetaci oni ostatoci, metal i i sl.). Kako { to se gl eda od Tab. 1, zastapenosta na ovi e komponenti vo razli ~ni podra~ja vo svetot vari ra vo { i rok i nterval na vrednosti, zavisno od i ndustri sko-tehnol o{ ki ot i soci o-ekonomski razvoj, kako i drugi parametri .

CKO se sostoi od mnogu komponenti so razli ~en hemi ski sostav, koj ~esto pati

mo` e da bi de dosta kompleksen. Za da se nadmi ne prakti ~no nei zvodl i vata postapka za doka` uvawe na si te vi dovi soedi neni ja pri sutni vo CKO, hemi skata anal i za se uprostuva, taka { to se opredel uvaat samo nekol ku naj~esti hemi ski el ementi, na pr. C, H, N, S i O. Osven **el ementarni ot sostav**, mo` e da se opredel i i **proksi mati vni ot sostav** (zastapenosta na vlaga, volati li i pepel). Vo Tab. 2 se dadeni pri meri za el ementarni ot i proksi mati vni ot sostav na CKO vo nekoj zemji . Sl i ~no kako i f i zi ~ki ot sostav, i el ementarni ot i proksi mati vni ot sostav vari raat vo razli ~ni regi oni . Ovi e podatoci se korisni pri izbor i opredel uvawe na parametri te na soodvetna postapka na tret i rawe na otpadot.

Poznavaweto na **sodr` i nata na vlaga** vo CKO e va` no pri izborot, pravi l noto di menzi oni rawe i izbor na materijali / za{ ti ta na kontejneri te i transportni te

Tab. 1 Fizi~ki sostav na CKO [% , kg/kg] vo razli~ni mest a od svet ot

Tab. 1 Municipal solid waste composition [% , kg/kg] in different places of the World

Компонента*	Каохсиунг (Тајван)	Белград (СРЈ)	САД (просек)	Јапонија (просек)	Кувајт (просек)	Русија (просек)	Шпанија (просек)
Дрво	3,65	-	14,9	-	-	2	-
Хартија	37,03	16,5	30,2	37	18,6	22	18
Текстил	6,59	1,5	6,2	4	-	3	6
Пластика	15,66	7,5	23,9	15	13,4	6	11
Гума и кожа	0,98	3,5	7,8	3	-	2	-
Орг. материи (храна,отп. од дворови и сл.)	10,05	37	3,2	16	51,1	38	46
Метали	6,74	5	10,3	5	5	4	4
Стакло	7,58	9	2,2	-	4,5	7	8
Останато	3,72	20	1,4	20	7,4	16	7

*) Компоненти те за кои нема податок (-) се содр`ани во категоријата останато

Tab. 2 Elementaren i proksi mativen sostav na CKO [% , kg/kg] (Liu et al. 1996; Reiman & Hämmeril 1995)

Tab. 2 Elementary and aproximative composition of MSW [% , kg/kg] (Liu et al. 1996; Reiman & Hämmeril 1995)

Компонента	Каохсиунг (Тајван)	Швајцарија	Германија
Елементарен состав			
Јаглерод	17,85	30-40	28-40
Водород	2,74	4-5	4-5
Азот	0,51	0,5-0,72	0,2-1,3
Сулфур	0,20	0,2-0,6	0,3-0,5
Кислород	11,44	24-37	16-22
Проксимативен состав			
Влага	50	12-22	15-35
Волатили	33	52-56	40-60
Пепел	17	22-36	25-35

sredstva za negov odvoz, pri izbor na metod na tretman na otpadot (regulirawe na bi ohemiski te procesi, termi~ki ot tretman) i sl. Vlasta na CKO zavisi od negovot fizi~ki sostav, godi~ni te vremiwa i uslovi te na zemawe proba pri ispituvawata (dali ispituvawata se vr`eni na otvorena ili pokriena depnija, ili pak otpadot se ispituva di rektno od transportnite vozila). Vo Tab. 3 se navedeni podatoci za soдр`inata na vlaga vo poedni komponenti od CKO. Pri

procenka na ovi e podatoci, treba da se zeme predvid mo`nosta komponenti te da apsorbiraat vlaga.

Frakcioni ot sostav e osobi na vana za di menzi oni rawe na sekici te za podgotovka i {ar`i rawe na soodvetni te postroeni ja za tretman na CKO. Podfrakcionen sostav se podrazbira zastapenosta na par~iwa so odredena di menzi ja. Spored dosega~ni te ispituvawa, najgol emi ot del od otpadot i ma di menzi i pod 150 mm (okol u 80 %), 150-350 mm okol u 20 %, a nad 350 mm 0.5-2 % (Jahic 1991).

Tab. 3 Fizi~ki svojstva na neкои komponenti na CKO (Environmental Protection Agency 1995; Jahic 1991; Rodriguez et al. 1995)

Tab. 3 Physical properties of some MSW components (Environmental Protection Agency 1995; Jahic 1991; Rodriguez et al. 1995)

Компонента	Влага [%]	γ [kg/m ³]	H ₀ [kJ/kg]
Хартија	70-80	90	18 000
Ост. од храна	20-30	290	4 200
Пластика	-	65	40 000
Дрво	15-25	110	20 000
Ост. од дворови и паркови	15-25	100	10 000
Метал	3	160	-
Стакло	2	195	-

Podatoci te za **volument** i **specifi~nata masa** na CKO se potrebni specifi~nata masa na poedni komponenti { to go so~i nuvaat CKO, pri { to e zemen

predvid kompakti raweto { to se posti gnuva vo transportnoto vozilo.

Toplinskata mo} na komunalni ot cvrst otpad e va`no svojstvo pri izbor na sistemot za insineracija i presmetka na negovite parametri (optimalna koli~ina na vozduh, koli~ina na potrebno dodatno gorivo i sl.). Taa zavisi od sodr`inata na prisutnite komponenti vo otpadot i mo`nosta za nivno sogoruvawe. Komponenti { to lesno sogoruvaa se hartija, tekstil, drvo, plastika i dr., dodeka metalite, staklo, keramika ne sogoruvaa.

Vo Tab. 3 e navedena srednata toplinska mo} (H_o) na neкои komponenti na CKO. Na koli~inata na dobrogore~kite komponenti vlijaat godi { nite vreme wa, klimatskite uslovi, na~inot na zatopluvawe na naseleni eto, lokacijata na podra~jeto koe se ispituva, na~inot na ishrana na naseleni eto i negovot standard. Toplinskata mo} na CKO e najgol ema vo predelite so centralno greewe, dodeka najmala toplinska mo} se zabele`uva vo predgradijata. Isto taka, taa e najgol ema vo letni ot peri od, a najmala vo zimski ot.

2. OPREDELUVawe NA KOLI ^I NATA I SOSTAVOT NA CKO

Postojat dva osnovni pristapa pri opredel uvawe na sostavot i koli~inata na CKO:

1) **analiza na primeroci CKO** zemeni od deponiite ili vozilata za transport (di rekten metod),

2) **sledewe na protokot na materijalite** vrz baza na ekonomsko-proizvodni i prodani podatoci (indi rekten metod).

1) Di rektnata **analiza** obezbeduva mnogu poto~ni i poverodostojni rezultati za sostavot i koli~inata na CKO vo odnos na drugi ot pristap, no istovremeno bara pove}e vreme i sredstva. Postapkata za ispi tuvawe na tekovната produkci ja na CKO e slednata: kami oni od to~no utvrdeni mesta na razli~ni kraevi od naselenoto podra~je, se istovaraat vo stani cata za ispi tuvawe, kade { to se analizira del ili celiot otpad. Poedinite frakcii (hartija, metal i, plastika i tn.) se izdvojuvaat ra~no ili avtomatski i se opredel uva ni vnata koli~ina (Brunner & Ernst). Najva`ni aspekti pri izveduvawe na ispi tuvawata (**Sampling Program**) se sledni te:

-izbor na metodot za zemawe na

pri meroci,

-broj i gol emi na na pri meroci te,

-parametri na varijabilnost.

Najrasprostraneti **metodi na zemawe primeroci** se metodot na kvartirawe i metodot na re{ etka.

Postapkata na kvartirawe se izveduva na sledni ot na~in: od razli~ni mesta na deponijata ili vozilata, se izvlekuva

odredena koli~ina otpad, dobro se prome{ uva i se deli na 4 dela. Se izbira eden od ni vi povtorna se kvartira. Postapkata se povtoruva se dodeka ne se dobie reprezentativni pri merok (okolu 100 kg).

Postapkata na re{ etka se izveduva na toj na~in, { to izdvoenata koli~ina na otpad preku re{ etka se odl aga na podloga, koja e podel ena na pove}e kvadrati, a potoa se analizira otpadot vo sekoj kvadrat podel no i otpadot { to ostanal na re{ etkata.

CKO e naglaseno heterogen, { to gi uslo`nuva ispi tuvawata na negovot sostav i ja namal uva verodostojnosta na dobi eni te rezultati. Za da se nadmi ne ovoj problem, potrebno e pri meroci te da se zemaat vo dovol no gol em broj i so slu~aen izbor.

Potrebni ot broj na primeroci za dobi vawe na zadovol itel na to~nost na rezultati te zavisi pred se od cel ta na ispi tuvaweto i varijabilnosta na CKO. Toj mo`e da se opredeli vrz baza na literaturni podatoci, ili pak vrz baza na sopstveni probni ispi tuvawa, so pomo{ na izrazot (Martin et al. 1995):

$$n = t^2 s^2 / d^2 \quad (1)$$

kade e:

n - broj na potrebni te pri meroci,

s - standardna devijacija na procentualni ot udel na dadena komponenta na CKO,

t - vrednost na Studentov kriteri um za dadeno s,

$$d = |2 \arcsin X^{1/2} - 2 \arcsin(X + \Delta)^{1/2}| \quad i$$

$$d = |2 \arcsin X^{1/2} - 2 \arcsin(X - \Delta)^{1/2}| \quad ,$$

kade e:

X - procentual en udel na dadena komponenta na CKO,

$\Delta = 0,01$ za greška pri zemawe na pri meroci od 1% i 0,02 za 2%.

Tab. 4 Pot reben broj na pri meroci za poedi ni komponent i na CKO (Martin et al. 1995)

Tab. 4 Necessary number of samples for analysys of separate components of MSW (Martin et al. 1995)

Степен на доверливост [%]	80	80	90	90	95	95
Грешка при земање примероци [%]	2	1	2	1	2	1
Компонента						
Хартија	11	38	17	62	24	87
Текстил	5	16	8	26	12	36
Метали	5	15	8	25	11	35
Стакло	<5	8	5	13	7	19
Пластика	<5	6	<5	9	<5	13

Brojot na pri meroci te se opredel uva za sekoja komponenta na CKO posebno i najgol emata dobi ena vrednost go pretstavuva potrebni ot broj pri meroci za daden stepen na doverl i vost i greška pri zemawe na pri meroci te. Vo Tab. 4 se navedeni potrebni ot broj pri meroci presmetani spored i zrazot (1) za nekol ku vrednosti na stepenot na doverl i vost i greška pri zemawe na pri meroci od 1 i 2% (Martin et al. 1995).

Najpovol na **golemina na pri meroci te** spored ASTM D75 (U.S. Environmental Protection Agency 1990), i znesuva 0,1 m³, a spored U.S.Environmental Protection Agency 90 kg (200 lb). Martin et al. (1995) i spi tuvaj}i go sostavot na CKO vo *Monongalia Counti* (SAD), poka`al deka pri meroci pomali od 90 kg ne davaat zadovol i tel ni rezul tati.

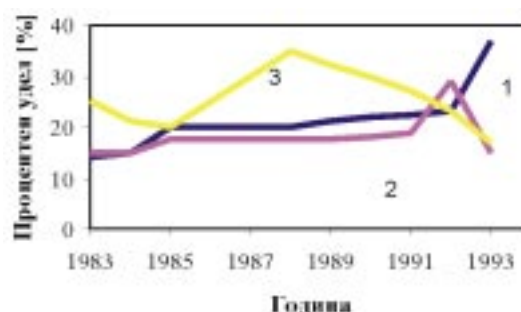
Osnovni **parametri na varijabilnost** na sostavot i kol i~i nata na CKO se **prostoro t i vremeto**. Od prostoren aspekt, kol i~i nata, sostavot i osobi ni te na CKO se razl ikuvaat vo razl i~ni regi oni na dr`avata, a isto taka i vo razl i~ni del ovi na edna op{ ti na. Toa, pred sé zavi si od kl i matskata i geograf skata pol o`ba na dade no podra~je, stopanskata razvi enost, gusti nata i soci jal nata struktura na nasel eni e-

to i tn. Prostornata vari jaci ja mo`e da se vi di od tabel a 5, kade { to zastapenosta na poedi ni f rakci i vari ra vo { i rok opseg zavivno od del ot na gradot od koj poteknuva otpadot.

Tab. 5 Prostorna vari jaci ja na f i zi ~ki ot sostav na CKO vo Kaohsi ung- Tajvan (Liu et al. 1996).

Tab. 5 Spatial variation of physical composition of MSW in Kaohsiung-Taiwan (Liu et al. 1996).

Компонента	Застапеност [%, kg/kg]	Ширина на интервалот на варијација
Дрво	3,65	1-9
Хартија	37,03	17-43
Текстил	6,59	0,6-20
Пластика	15,66	11-30
Гума и кожа	0,98	0-10
Ост. од храна,	10,05	9-25
Метали	6,74	2,5-17
Стакло	7,58	0-17
Останато	3,72	0-8



Sl. 1 Promena na zastapenosta na poedi ni komponenti od CKO vo Kaohsi ung (Liu et al. 1996) 1.Harti ja 2.Pl asti ka 3.Ost atoci od hrana

Fig. 1 The changes of the percentual participation of different components of MSW in kaohsiung (Liu et al. 1996). 1. Paper, 2. Plastics, 3. Food waste

I sto taka i f aktorot vreme bi tno vl i jae vrz sostavot i osobi ni te na CKO. Anal izi te napraveni vo razl i~ni peri odi od godi nata davaat razl i~ni rezul tati. Pokraj toa, so tek na vremeto, kako rezul tat na i ntenzi vni ot tehnol o{ ki razvoj, se zabel e`uva zgol emena produkcija i zgol emeno pri sustvo na ve{ ta~ki i te{ ko

razgradl i vi materi i . Kako i lustraci ja na toa, na Sl. 1 i 2 se pri ka` ani promenata na topl otnata mo } i kol i ~i nata na neko i komponenti od CKO, vo desetgodi { en peri od do 1993 godi na vo Kaohsi ung- Tajvan (Liu et al. 1996). Se zabel e` uva konti nui ran porast na topl otnata mo }, kako posl edi ca na zgol emuvawe na udel ot na sogorl i vi te komponenti (harti ja, pl asti ka, teksti l).



Sl. 2 Promena na topl otnata mo } na CKO vo Kaohsi ung - Tajvan (Liu et al. 1996).

Fig. 2 Changes of calorimetric value of MSW in Kaohsiung, Taiwan (Liu et al. 1996).

Pokraj pogol emata to ~nost i verodos tojnost na dobi eni te rezul tati , prednost na di rektni te metodi e i toa { to pri meroci te mo` e da se upotrebati za natamo { ni i spi tuvawa, kako na pri mer opredel uvawe na sostavot, topl i nskata mo }, speci fi ~nata masa i sl i ~no.

2) Pri stapot na procenka na CKO preku sledewe na protokot na materijali

se bazi ra na podatoci te za proi zvodstvo i proda` ba na materijali te- potenci jal ni komponenti na CKO na edno po { i roko podra ~je. Ovoj metod za prv pat e razvi en od *W.E. Franklin* (Darnay and Franklin 1972). Poznavaj } i ja kol i ~i nata na prodadeni te proi zvod i od *i*-tata ekonomska dejnost- E_{ij} , f aktorot na konverzi ja na kol i ~i nata prodadeni proi zvod i od *i*-tata ekonomska dejnost vo kol i ~i nata na otpad (kg) na komponentata j od CKO- C_{ij} i f aktorot na reci k l i rawe R_{ij} , se opredel uva kol i ~i nata na j-tata komponenta (kg) od CKO, od *i*-tata ekonomska dejnost (Gay 1993).

$$G_{ij} = E_{ij} C_{ij} (1-R_{ij}) \quad (2)$$

Kaj ovoj metod nastanuvaat te { koti i pri opredel uvawe na f aktorot na konverzi ja C_{ij} , bi dej } i dadena komponenta od CKO { to se presmetuva mo` e da se javi kako proi zvod koj di rektno po upotrebata stanuva otpad, kako ambal a` a na drug proi zvod i l i pak sostaven del na drug proi zvod, proi zvod so podol g vek na traewe i tn. Drug nedostatok e toa { to metodot e pri sposoben za sledewe na ograni ~en broj komponenti od CKO (karton, harti ja, pl asti ka, stakl o, metal od konzervnata i ndustri ja), a i sto taka ne mo` e da ja pri ka` e i prostornata varijabi lnost na CKO. Prednost na metodot e mo` nosta za konti nui rano sle dewe na dadeni komponenti i pomal a cena na ~i newe vo odnos na di rektni te metodi .

3. OPREDELUVAVE NA TOPLI NSKATA MOJ NA CKO

Topl i nskata mo } se opredel uva so eksperi mental no sogoruvawe spored standar dot ASTM E 711 [13] i l i so pomo { na regresi ona anal i za, vrz osnova na podatoci te za sostavot na CKO. Taka, vrz osnova na stati sti ~ki presmetki, poedi ni komponenti od dadeni ot sostav (f i zi ~ki, el ementaren i l i proksi mati ven) se vnesuvaat i l i i zostavaat od regresi oni ot modeli se opredel uva ni vni ot udel vo vrednosta na topl i nskata mo }. Vo l i teraturni te podatoci se sretnuvaat nekol ku modeli , ko i mnogu avtori gi zemaat kako uni verzal ni za pres-

metka na topl i nskata mo } na CKO (Liu et al. 1996). Vo Tab. 6 se navedeni nekol ku vakvi modeli .

Sepak, pri pri mena na nesoodveten model , presmetanata vrednost mo` e zna ~i i tel no da otstapuva od real nata topl i nskata mo } na CKO od odredeno podra ~je. Zatoa, po` el no e za sekoe i spi tuvano podra ~je e da se dobi e konkretni regresi onen poli nom za vrednosta na H_o .

Liu et al. (1996) i spi tuvaj } i gi osobi ni te na CKO na podra ~jeto na Kaohsi ung- Tajvan presmetal e ravenki , bazi rani na

fizi~ki ot elementarni ot sostav:

$$H_0 = 9336,21 + 117,9R + 33P + 20,4G - 156W \quad (3)$$

$$H_0 = 6526,7 + 83,6C + 185,5O - 2754,3S - 83,4W \quad (4)$$

Vrednosta na topl i nskata mo} presmetana po ovi e ravenki e mnogu pobl i ska do eksperimental no i zmerenata otkol ku { to e toa so konvencional ni te ravenki . Kako { to mo` e da se vi di koef i ci enti te pred sodr` i nata na oddel ni te komponenti dosta se razli kuvaat. Spored ravenkata (4) sodr` i nata na vodorod voop{ to ne vl i jae vrz topl i nskata mo}, dodeka spored kl asi ~ni te ravenki (Dulong i Steurer) negovoto vl i jani e e dosta gol emo. I sto taka vo ovoj model koef i ci entot pred sodr` i nata na sul fur i ma negati ven znak, dodeka vo kl asi ~ni te modeli vl i jani eto na sul f urot e poziti vno. Ova se objasnuva so f aktot { to sodr` i nata na sul f urot vo ovoj otpad e mnogu mala i toj se nao|a vo vid na so edinenija kaj koi energijata na di so cijacija e pogolema, od onaa { to se osloboduva pri sogoruvawe na sul f urot.

Tab. 6 Model i za presmetuvawe na topl i nskata mo} na CKO (Liu et al. 1996).

Tab. 6 Models for the calculation of heat capacity of MSW (Liu et al. 1996).

1. Модел базиран на физичкиот состав
<p>Конвенционална равенка $H_0 = [88,2R + 40,5(G+P) - 5W] \times 4,187$ каде е: H₀ - топлинска моќ на ЦКО, kJ/kg R - застапеност на пластика, % (kg/kg) G - застапеност на орг.материји (храна, отп. од дворови и сл.), % (kg/kg) P - застапеност на хартија, % (kg/kg) W - процент на влага, % (kg/kg).</p>
2. Модел базиран на елементарниот состав
<p>Dulong-ова равенка $H_0 = [81C + 342,5(H - O/8) + 22,5S - 6(9H + W)] \times 4,187$ каде е: C - застапеност на јаглерод, % (kg/kg) H - застапеност на водород, % (kg/kg) O - застапеност на кислород, % (kg/kg) S - застапеност на сулфур, % (kg/kg).</p> <p>Steurer-ова равенка $H_0 = [81(C - 3xO/8) + 57x3xO/8 + 345(H - -O/16) + 25S - 6(9H + W)] \times 4,187$</p>
3. Модел базиран на проксимативниот состав
<p>Bento-ова равенка $H_0 = [21,2 + 44,7B - 5,85W] \times 4,187$ каде е: B - застапеност на волатили, %</p>

ZAKLU^OK

Od izlo` enoto mo` e da gi izvl e~eme sledni te zakl u~oci :

1. Cvrsti ot komunal en otpad, koj e predmet na rabota i istra` uvawe na Sistemot na UCO, pretstavuva materija so golema heterogenost. Zatoa, za razvi vawe i zdr` ana strategija za re{ avawe na problemot so CKO, pojdovna faza pretstavuva **karakterizacija** na otpadot t.e. utvrduvawe na negovata kol i ~i na, sostav i osobi ni .

2. Faktot { to CKO e heterogena materija kako i deka poka` uva golema

prostorna i vremenska varijabilnost, ja naglasuva potreбата za egzaktno poznavawe na sostavot na lokal ni ot CKO, nasproti upotrebata na podatoci za drugi - pobl i ski i podale~ni sredini . Vrz baza na citi ranite metodologii i podatoci za opredel uvawe na kol i ~i nata, sostavot i osobi ni te, se dava mo` nost za sozdavawe na { to poto~na sl i ka na CKO vo Republ i ka Makedoni ja, so mi ni mum eksperiment i maksim um nau~ni soznani ja i matemati ~ka obrabotka.

LI TERATURA

- Brunner, P.H., Ernst, W.R. Waste Manag. & Research, Vol. 4, 147-160.
- Darnay, A., Franklin, W.E. (1972). Salvage markets for materials in Solid Wastes", EPA Publication SW-29C, USEPA: Washington.
- Europe's Environment - The Dobriš Assessment (1995). Eds. David Stammers and Philippe Bourdeau, EEA, Copenhagen.
- Gay, E.J. (1993). A. of Environ. Engin. Vol. 119, Iss.4, 631-644.
- Hunsicker, M.D. et al (1996). J.Hazar.Mater., Vol.47, 31-42.
- Jahic, M. (1991). Zbrinjavanje komunalnog otpada. Zbornik radova sa savjetovanja gradova Jugoslavije, 105-112, Zagreb.
- Knezic, L.V. (1997). Medjunarodna konferencija "Otpadne vode i cvrsti otpad", Zbornik radova, 215-233, Budva.
- Koushki, P.A. and Al-Khaleefi, A.L. (1998) J. Air & Waste Manag. Assoc. Vol.48, 256-263.
- Liu, J. et al. (1996). J. Air & Waste Manag. Assoc., Vol.46, 650-656
- Martin, J.H. et al. (1995). J. Air & Waste Manag. Assoc., Vol.45, 864-870.
- Porcel, O. et al. (1997). J. Solid Waste Techn. and Manag., Vol. 24, No 2, 57-65.
- Reiman, D.O., Hämmeril, H. (1995). Verbrennungstechnik für Abfälle in Theorie und Praxis, Schriftenreihe: Umweltschutz, Baunberg.
- Rodriguez, J. A. et al. (1995). Bioresource Technology, Vol.52, 269-274.
- U.S. Environmental Protection Agency (1990). Characterization of MSW in the United States. 1990 Update, EPA/530 - SW - 90-04, Washington, DC.
- U.S. Environmental Protection Agency (1995). Decision Maker's Guide to Solid Waste Management. Vol.2, EPA/660, Washington.