

ATKRITUMU UTILIZĀCIJAS SISTĒMA AR BIOLOĢISKĀS UN TERMISKĀS DESTRUKCIJAS PROCESIEM A SYSTEM OF WASTE UTILIZATION WITH PROCESSES OF BIOLOGIC AND THERMIC DESTRUCTION

**Andris Upītis, Dr.biol., vadošais pētnieks, Ojārs Goiževskis, Mg. sc.ing.,
Miervaldis Kristapsons, Dr.biol., vadošais pētnieks, Andis Kārklīņš, Mg. sc. ing.,
pētnieks**

**Latvijas Lauksaimniecības universitāte,
Darba vides katedra,**

**Akadēmijas iela 11, Jelgava, LV- 3001, tel.3026059, 7296771, fakss 3021619,
E-pasts : < mfdek@llu.lv >**

***Abstract.** There are prognoses that waste mass will increase in the near future. Over half of waste mass makes various nature organic waste. At present waste is buried in landfill, partly recycled traditionally by composting or utilized in biocells with collecting and employing of biogas. In this article considered conditional region (town and ambience willage)waste utilization with environment friendly modern biotechnology and traditional thermal process. Liquid concentrated organic waste is recycled in closed biogas equipment, solid waste is burnt in gasification type furnace. Combining this equipment in complex is possible efficiently use energy obtained from waste.*

Examined influence of integrated processing system to environment, material and energy cyclization, efficiency employ of obtained energy and processing system comparing with waste burying in landfill.

Ievads

Tuvākā nākotnē prognozē atkritumu masas palielināšanos, pieaugot taras un iesaiņojuma materiālu īpatsvaram (Bendere, 1994, Szikrist, 1994). Mūsdienīgu videi draudzīgu atkritumu problēmas risinājuma meklējumi šodien saistās ar centieniem veidot atkritumu utilizācijas – pārstrādes sistēmas pēc dabas sistēmu analogijas ar biotehnoloģisko un tradicionālo termisko procesu integrāciju, tā panākot augstāku enerģijas un materiālu reciklācijas pakāpi (Linke, 1999, Qvistback 2000). Dabiskās ekosistēmās atkritumu kā tādu nav, organiskos atkritumus apbrīnojami ātri "noārda – mineralizē" mikroorganismi – mūsu neredzamie palīgi, cikliskos dabas procesos – biogēno elementu un enerģijas apritē – biosintēze mijas ar biomasas destrukciju– mineralizāciju. Organiskos atkritumus utilizē gan procesos ar gaisa skābekļa izmantošanu – kompostēšanā gan bez skābekļa izmantošanas – anaerobā procesā ar biogāzes iegūšanu. Tradicionālā kompostēšanas procesā pie attiecīga organisko atkritumu mitruma gaisa skābekļa klātbūtnē daļa organisko savienojumu bioloģiski "sadeg", aerobo mikroorganismu darbības rezultātā masas temperatūra pieaug līdz tādai, pie kuras iet bojā kaitīgie/slimību izraisītāji / mikroorganismi, procesā samazinās slāpekļa un fosfora daudzums, pat līdz 20..40% , procesā apkārtējā vidē izdalās zema potenciāla siltums, ko praktiski grūti izmantot. Citas mikroorganismu grupas darbojas bezskābekļa vidē., tad procesā izdalās interesants blakusprodukts – biogāze. Anaerobos apstākļos mikroorganismu darbības rezultātā veidojas biogāze, tās galvenā sastāvdaļa – metāns ir viena no bīstamākām siltumnīcas efektu izraisošām gāzēm. Dabā šie procesi notiek ezeros, purvos zemūdens slāņu nogulās–dūņās un arī kuņģa –zarnu traktā.

Tehniskās destrukcijas sistēmās tiek radīti mikroorganismu intensīvai darbībai optimāli apstākļi – slēgta (hermetiska), bez gaisa piekļūšanas iekārta, optimāla, stabila

procesa temperatūra. Procesā praktiski nav nozīmīgo biogēno elementu – slāpekļa un fosfora zudumu, izdalītā biogāze sastāv no aptuveni 65 % metāna, 34 % ogļskābās gāzes un mazāk par 1 % – blakusgāzes (ūdeņradis, slāpeklis, sērūdeņradis). Destrukcijai, pirmkārt, tiek pakļauti tādas viegli sadalāmas biomasas sastāvdaļas kā tauki, ogļhidrāti, olbaltumvielas, bet celulozes un lignīna savienojumi praktiski paliek neskarti. Procesā iegūtā organiskā mēslojuma vides reakcija (pH) ir sārmaina, tas ir nozīmīgs moments, izvērtējot mūsu pārsvarā skābo augšņu mēslošanas efektivitāti. Izdaloties metānam un ogļskābai gāzei, procesa gala produktā – organiskā mēslojumā optimizējas oglekļa / slāpekļa attiecība, kas blakus tādiem faktoriem kā "papildus" mikroorganismu populācijas ienešana augsnē kopā ar optimālu "barotni" (lignīnu, celulozi un daļēji mineralizēto substrātu) rada labvēlīgus apstākļus visai sarežģītai dzīvo organismu kopai, kuras darbība nosaka augsnes struktūras un auglības faktora – humusa veidošanos un optimālā daudzuma saglabāšanos. Salīdzinot ar tradicionālā ceļā iegūto organisko mēslojumu, anaerobā destruktijas procesā iegūtā mēslojuma efektivitāte ir par 10–20 % lielāka. Interesanta ir procesa enerģētiskā bilance – biogāzes enerģijā pāriet aptuveni 95 % no mineralizētās biomasas enerģijas un tikai 5 % – mikroorganismu augšanai un siltumenerģijā (Upītis, 1994, Šķēle, 1999).

Anaerobā destruktijas procesa izvērtēšanā vides (ekoloģiskais) efekts dominē pār enerģētisko procesu efektivitāti (Edelmann, 1999). Organisko atkritumu utilizācija /pārstrāde anaerobā (biogāzes iegūšanas) procesā no elementu un enerģijas aprites viedokļa ir viens no efektīvākiem biomasas enerģijas izmantošanas veidiem. No kopējās atkritumu masas vairāk kā pusi veido organiskie savienojumi, savukārt no tiem ap 3/4 sadalās /mineralizējas viegli un ātri tradicionālā kompostēšanas procesā. Latvijā saskaņā ar pašreizējo sadzīves atkritumu apsaimniekošanas stratēģiju tos savāc, izved un apglabā atbilstoši sanitārām un vides prasībām izveidotos poligonos (Bremšs, 2000.). Atkritumu poligonu izveidošanai nepieciešami lieli kapitālieguldījumi, to ekspluatācijā parādās biogāzes savākšanas un izmantošanas, infiltrāta neitralizācijas un utilizācijas problēmas, vairumā gadījumu atkritumus transportē 30..40 km un lielākā attālumā.

Šodien viennozīmīgs ir uzskats, ka atkritumu "apglabāšana / aprakšana" poligonā nav labākais un videi draudzīgākais atkritumu problēmas risinājums. Pieaug sabiedrības interese un izpratne par apkārtējās vides problēmām un reāli draudošām globālām klimata izmaiņām, mainās attieksme pret resursiem un to izmantošanu, tai skaitā pret atkritumiem – "atkritumi ir izejviela, kas atrodas ne tur, kur tos var izmantot." Daļu atkritumu var izmantot kā otrreizējās izejvielas, daļu var utilizēt / pārstrādāt.

Mūsu darba mērķis – parādīt atkritumu utilizācijas / pārstrādes iespējas ar mūsdienīgiem biotehnoloģiskiem un tradicionāliem videi draudzīgiem termiskiem procesiem, darbā izvērtēta atkritumu utilizācijas sistēma un tās salīdzinājums ar pašreizējo atkritumu savākšanas un apglabāšanas sistēmu (Goiževskis, 2000.).

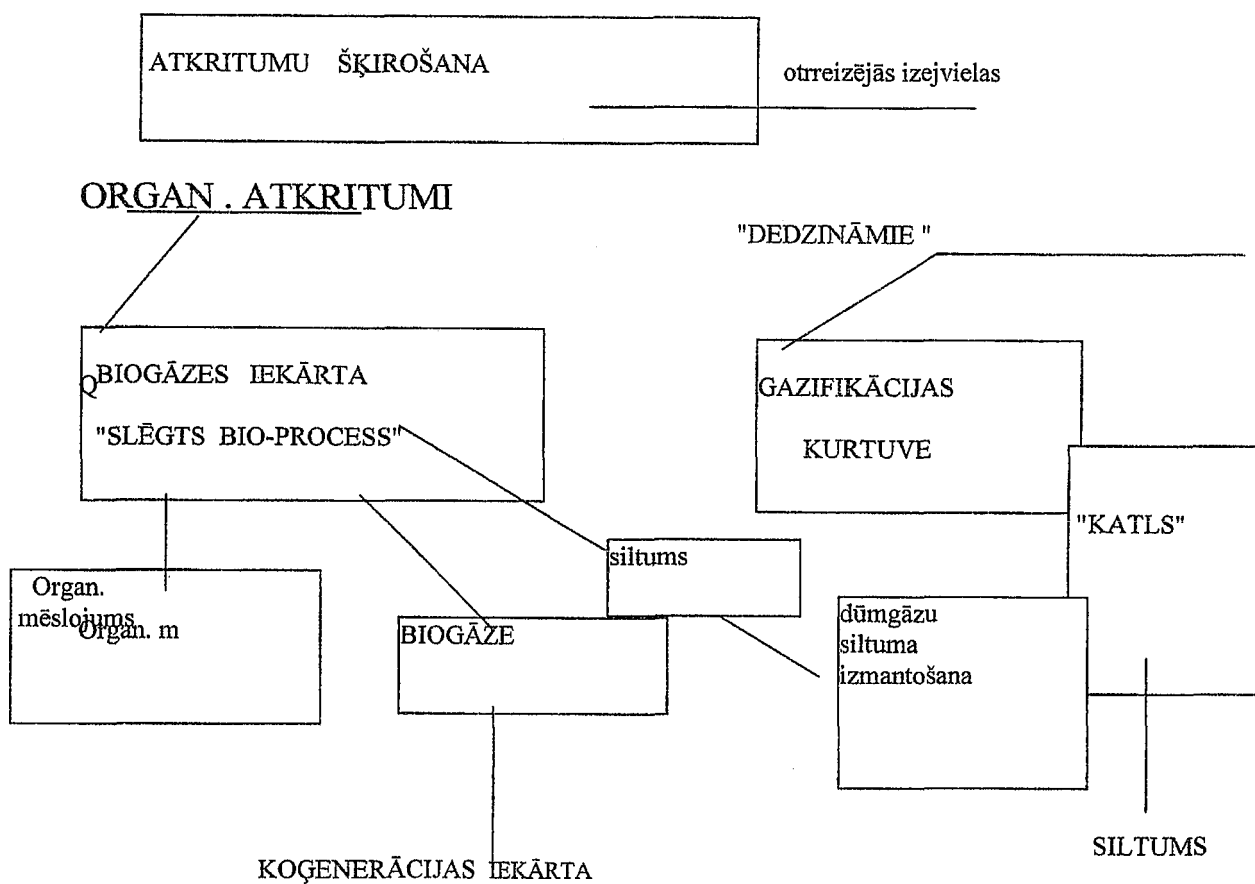
Materiāli un metodes

Integrētas atkritumu utilizācijas /pārstrādes sistēmas bioloģiskās un termiskās gazifikācijas procesi un iekārtas redzamas shēmā 1.

Nosacītais reģions – 30 tūkst iedzīvotāju, kas atbilstu republikas rajona centra pilsētai ar tuvāko apkārtni, pieņemts, ka daudzstāvu dzīvojamās mājās dzīvo puse no reģiona iedzīvotājiem, otra puse – viengimeņu mājās. Pilsētas iedzīvotājs gadā "saražo" 250 kg atkritumu, viengimeņu /ciemata/ iedzīvotājs –120 kg.

1.tab. parādīti viena iedzīvotāja gada laikā "saražotie" sadzīves / komunālie atkritumi Rīgā un salīdzinājumam – Zviedrijā.

1.shēma



Org. mēslojums elektroenerģija siltumenerģija

1.tabula

Atkritumu sastāvs, Rīga, 1994.

300 kg / gadā / iedzīv., (R.Bendere, eksp. dati, 1995)

Pārtikas	...50... %
Papīrs	17 %
Polimeru mater.	5...6 %
Stikls	17 %
Metāls	4 %
Kauli, lupatas, porcelāns un tml.	5...6 %

Zviedrija, 1994.

300 kg / gadā / iedzīv., (G. Szikrist, 1994)

Organ.virtuves, dārza atkritumi, mitr. papīrs	25 – 40 %
Papīrs	35 – 45 %
Polimeru materiāli	5 – 10 %
Gumija, āda, tekstīlijas	3 – 5 %
Stikls	6 – 8 %
Metāls	2 – 4 %
"Sajaukums"	6 – 8 %

1 KG sadzīves / komun. atkritumu organiskās daļas raksturojums

Sausne30 – 45 %
 Anaerobā procesā izmantojamā sausnes daļa.....75 – 85 %
 Biogāze ...150 – 200 ltr (1,0 – 1,5 KWh)
 Biogēnie elementi (N , P , K)15 – 20 g

Rezultāti un izvērtējums

2.tab. parādīti nosacītā reģiona "pilsētas" un "ciemata" iedzīvotāju atkritumu daudzums. 3.tab. raksturoti reciklizējamie materiāli, to gada aprīte pie nosacīta materiālu atdalīšanas (reciklizācijas) %. Īpaši interesanti ir šķidrie koncentrētie organiskie atkritumi – attīrīšanas iekārtu "liekās" dūņas, nosēdumi no lokālām notekūdeņu attīrīšanas iekārtām, pārvietojamās tualetes, pēc mūsu nepublicētiem materiāliem rajona centra lieluma pilsētā izvedamo šķidro atkritumu daudzums 40..60 m³ / diennaktī (Kārkliņš, 1999). 4.tab. redzami reģiona atkritumi, kurus iespējams utilizēt anaerobā (biogāzes iegūšanas) procesā, iegūtā ar biogāzi enerģija un organiskais mēslojums, diennakts un gada aprīte.

2.tabula

Reģiona komunālie/sadzīves atkritumi (aprēķins !)

	"Pilsētas"	"Ciemata"	Kopā
Iedzīvotāji, skaits	15 000	15 000	30 000
Atkritumi, kg / gadā 1 iedzīvot.	250	120	
Atkritumi, tonnas / gadā	3 750	1 800	5 550
Tai skaitā			
pārtika	51	1 910	920
papīrs	17	640	300
polimeri	5 – 6	210	100
stikls	17	640	300
metāli	4	150	80
"sajaukumi"	5 – 6	200	100

3.tabula

Reciklizējamie materiāli ("pilsētas" iedzīvotāji)

	Kopējie	Recikliz. %	Uz recikliz.	"Paliek"
Pārtikas	1 910	90 %	1 720	190
Papīrs	640	60 %	380	260
Polimeri	210	60 %	130	80
Stikls	640	80 %	510	130
Metāls	150	85 %	130	20

Reciklizējamie materiāli ("ciemata" iedzīvotāji)

	Kopējie	Recikliz. %	Uz recikliz.	"Paliek"
Pārtikas	920	90 %	830	kompostā !
Papīrs	300	40 %	120	komp.+ dedzin.
Polimeri	100	60 %	60	40
Stikls	300	80 %	240	60
Metāli	80	85 %	65	15

Organisko atkritumu, tai skaitā šķidro koncentrēto, utilizācija anaerobā (biogāzes) destrukcijas process

	tonnas / m ³	
	gadā	diennaktī / 24 h
"izvedamās " tualetes un tml.	16 500	45,00
Lopkopības fermu šķidrmēsli	3 600	10,00
"liekās" dūņas	800	2,20
Pārtikas	1 720	4,70
papīrs (0,5)	130	0,35
Pārtikas ražoš. uzņēmumu atkrit.	180	0,50
ēdināš. uzņēm. atkritumi	20	0,05
	~ 23 000	~ 65

24 h utilizējamie materiāli ~ 65 m³,

procesa temperatūras režīms – 40 °C, ekspozīcija, diennaktis –13,
bioreaktora tilpums – 1 200 m³,

produkcija : organiskais mēslojums – ~ 65 m³ / 24 h,

biogāze – ~ 2 000 m³ / 24 h, šķidr. degv. ekviv. ~ 1,0 m³ / 24 h,
730 000 m³ / gadā, 365 m³ / gadā.

Iegūtā enerģija : 12,78 MWh / 24 h,

procesa uzturēšanai (vidēji 50 % no iegūtās) – 6,5 MWh.

Reģiona cietie "dedzināmie" atkritumu gada un diennakts aprite 5.tab. Mūsdienīga gazifikācijas iekārta (LV patents) dod iespēju utilizēt videi draudzīgā procesā to atkritumu daļu, kas nav izmantojama anaerobā procesā un tos materiālus, kas nav izmantojami reciklīzācijai – otrreizējai izmantošanai. Iekārtā ar dūmgāzu siltuma utilizāciju iegūtā zema potenciāla siltumenerģija tiek izmantota anaerobā procesa temperatūras režīma uzturēšanai, tādējādi ievērojami paaugstinot iegūtās enerģijas izmantošanas efektivitāti (Goīzevskis, 1992). Nozīmīga patentētās gazifikācijas iekārtas priekšrocība ir tā, ka iespējams utilizēt materiālus ar mitrumu līdz 40 –50 %, piem., medicīnisko iestāžu atkritumus, zaļo šķeldu un tml. (Goīzevskis, 1996.).

"Dedzināmo" atkritumu destrukcija termiskā (gazifikācijas) procesā

	tonnas	
	Gadā	diennaktī / 24 h
pārtikas	190	0,50
papīrs (0,5)	130	0,35
polimeri (0,5)	40	0,10
"medicīniskie"	40	0,10
koksnes atkrit.	1 100	3,00
"sajaukumi"	190	0,50
	~ 1 700	~ 4,5

24 h utilizējamie materiāli ~ 4,5 t,

dedzināmo atkritumu energoietilpība 15 MJ,

iegūtā enerģija , ieskait. utiliz. dūmgāzu siltumu – 17,53 MWh / 24 h,
gazifikācijas kurtuve (LV patents Nr.11497), jauda ~0,8 MW.

Secinājumi

Biogāzes izmantošana:

1 000 m³ biogāze – (energoietilpība 23 MJ / Nm³), 1 000 m³ = 23 000 MJ

23 000 MJ / 3,6 = ~6,3 MWh, ekvivalentais dabas gāzes (35 MJ / Nm³)

daudzums 23 000 MJ / 35 MJ = 657,1 m³ ~ 650 m³

Energoesēju cenas – dabas gāze 66,77 Ls / 1000 m³, koģenerācijas procesā no vietējā

kurināmā – siltumenerģija 10,5 Ls / MWh, elektroenerģija 22 Ls / MWh,

Biogāzes realizācija – nosacīti 1 000 m³ (650 m³ dabas gāze):

a) realizē kā gāzi – Ls 66,77 x 650 m³ = 43,40 Ls,

b) izmanto siltuma iegūšanai, katla k=0,8, izejā 5,04 MWh, Ls 10,5 x 5,04 MWh = 52,92 Ls,

c) izmanto kombinētai elektroenerģijas un siltuma iegūšanai,

elektr. k=0,3, 6,3 MWh x 0,3 = 1,89 MWh, Ls 22 x 1,89 = 41,58 Ls

siltums k=0,5, 6,3 MWh x 0,5 = 3,15 MWh, Ls 10,5 x 3,15 = 33,08 Ls

kopā : 41,58 + 33,08 = 74,66 Ls

a) gāze	Ls 43,40
b) siltums	Ls 52,92
c) elektr. + siltums	Ls 74,66

Atkritumu utilizācijas / pārstrādes procesos iegūtā enerģija, MWh / 24 h

termiskā gazifikācijas procesā 17,53

bioloģiskās gazifikācijas procesā 12,78

kopā 31,31.

Enerģija biogazifikācijas procesa uzturēšanai 6,5.

Procesos iegūtā enerģija realizācijai – 23,81 MWh / 24h.

Apglabājot poligonā darbā aplūkotā nosacītā 30 tūkst iedzīvotāju reģiona atkritumus

- bioloģisko procesu rezultātā veidosies un gada laikā atmosfērā izplūdis biogāze (metāns ~ 50 %, siltumnīcas efekta gāze) ~ 700 000 m³, ekvivalentais šķidrā kurināmā daudzums – 360 m³,
- netiks izmantota atkritumu reciklizējamo materiālu daļa (otrrreizējās izejvielas) makulatūra (papīrs, kartons) ~500 t / gadā, stikls ~ 750 t / gadā, metāli ~ 195 t / gadā, polimēru materiāli ~ 190 t / gadā, neizmantos atkritumu "dedzināmo" daļu (vietējo kurināmo), 17 MWh / 24 h siltumenerģiju,
- neatrisināta 50 ~ 60 m³ / 24 h šķidro atkritumu utilizācijas problēma ("liekās" dūņas, "izvedamās" tualetes un tml.).

Literatūra

1. Bendere R. Atkritumu sadedzināšana, Latvijas atkritumu saimniecības veidošana. 1.seminārs. Sadzīves atkritumu saimniecība, 1995.g. 4.aprīlis. - Rīga, lpp 15.
2. Szikrist G., Biogasification of solid waste, Biogas Conference in Riga, January 19–20, 1994, p.1–8.
3. Linke B, Vollmer G.R., Design and performance for anaerobic treatment of organic wastes, Proceedings. Volume 1, AgEnergy '99, Energy and Agriculture towards the Third Millennium, Athens–Greece, 2–5 June 1999., p.365.
4. Qvistback P., (Upitis A.) Biological waste utilization in Latvia, Production of Biogas for Improved Nitrogen Economy and Retention, VEGOMIL–project, 2000., Skane Energy Agency, Malmohus (Lund), p.38.
5. Upitis A. Existing Biogas Projects in Latvia, Methods and Experiences, Biogas Conference in Riga, January 19–20, 1994, p.2.
6. Šķēle A. un citi. Biogāzes ieguves tehnoloģija no lauksaimnieciskās ražošanas atlikumiem un komunālajiem atkritumiem un tās izmantošanas iespējas // simpozija "Alternatīvā enerģija Latvijā" referātu krājums 1999. gada 12.novembrī. - Jelgava, lpp 15.–21.

7. Edelmann W., Schleiss K., Ecologie, energetic and economic comparison of digestion, composting and incineration of biogenic wastes, BIOGAS FORUM, Geneva, Switzerland, 1999., <http://www.biogas.ch/arbi/ecobalan.htm>, p.13
8. Bremšs M. un citi. Bīstamo atkritumu apsaimniekošana Latvijā. - LR Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 2000., lpp 28.
9. Goiževskis O. Šķirotu atkritumu sadedzināšana // Poligons, Nr.2, 2000, lpp 4–5.
10. Karklins A., Dr. A.Skele, Dr. Dz. Zarina. Anaerobic digestion of dairy sewage in Latvia, AgEnergy'99, Energy and Agriculture towards the Third Millennium, Proceedings. Volume 1, Athens–Greece, 2–5 June, 1999., p.259.
11. Goiževskis O. Iekārta piesārņotu gāzu slapjai attīrīšanai un siltuma utilizācijai. Patents LV 5018, 1992.
12. Goiževskis O. Katla iekārta ar gāzģeneratora tipa priekškurtuvi un paņēmiens visu veidu cietā kurināmā sadedzināšanai tajā. Patents LV 11497, 1996.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ОШИБОК В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ TIPISKO KĻŪDU AVOTU ANALĪZE EKOLÓGISKĀ MODELĒŠANĀ

Олег Ужга–Ребров
Резекненская Высшая школа
Резекне, Латвия

***Abstract.** The ecological systems are very difficult and multiform. There are many errors in the modelling such systems. Sensitivity analysis of errors for model's outputs is integral part of modelling. In this paper short review of error creating in ecological modelling is given.*

1. Введение

Общепринятым подходом к изучению сложных систем внешнего мира является их моделирование. В самом общем виде все многообразие моделей может быть разделено на три больших класса: геометрические модели, аналоговые модели и символьные модели. Символьные модели включают в себя математические, графические или другие отображения элементов моделируемых систем и их взаимосвязей. Изменяя входные параметры модели и распространяя эти изменения по модели, можно определить соответствующие реакции (отклики) выходов модели. Построение моделей связано с целым рядом сложных проблем. Одна из основных проблем – это проблема адекватности отображения моделью реальных состояний внешнего мира. Адекватность модели зависит от объёма знаний исследователей об объекте моделирования. Если речь идёт о моделировании сложных экологических систем или возможных негативных воздействий техногенной деятельности человечества на окружающую среду, следует признать, что наши знания в этих областях в значительной степени неполны. Отсюда следует гомоморфность экологических моделей.

Неполнота или отсутствие информации о параметрах модели вынуждает широко использовать субъективные заключения экспертов. Такого рода заключения именно из-за их субъективного характера являются источником существенных и трудно поддающихся оценке ошибок в моделировании.

Не принимая во внимание, какие цели преследуются при построении и использовании модели, всегда возникает проблема оценивания достоверности