

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.



Alfonas Brazas
Direktorius

UAB “Atliekų tvarkymo konsultantai”
P. Lukšio g. 7, LT-08221, Vilnius
Tel./faksas (8-5) 2102 178
Mob. tel. : +370 687 76633
atk@zebra.lt, a.brazas@zebra.lt

**Bioskaidžių atliekų biologinis apdorojimas:
1 dalis – kompostavimo procesas**

3rd Baltic Biowaste Conference
3-ioji Baltijos bioatliekų konferencija
2011 m. lapkričio 23-24 d., Vilnius, Lietuva



UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.



Alfonas Brazas
Direktorius

UAB “Atliekų tvarkymo konsultantai”
P. Lukšio g. 7, LT-08221, Vilnius
Tel./faksas (8-5) 2102 178
Mob. tel. : +370 687 76633
atk@zebra.lt, a.brazas@zebra.lt

**Bioskaidžių atliekų biologinis apdorojimas:
2 dalis – anaerobinis pūdymas/rauginimas
ir anaerobinis fermentavimas**

3rd Baltic Biowaste Conference
3-ioji Baltijos bioatliekų konferencija
2011 m. lapkričio 23-24 d., Vilnius, Lietuva



UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.



Alfonas Brazas
Direktorius

UAB “Atliekų tvarkymo konsultantai”
P. Lukšio g. 7, LT-08221, Vilnius
Tel./faksas (8-5) 2102 178
Mob. tel. : +370 687 76633
atk@zebra.lt, a.brazas@zebra.lt

**Bioskaidžių atliekų biologinis apdorojimas:
3 dalis – kompostavimo technologijos**

3rd Baltic Biowaste Conference
3-ioji Baltijos bioatliekų konferencija
2011 m. lapkričio 23-24 d., Vilnius, Lietuva



UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.



Alfonas Brazas
Direktorius

UAB “Atliekų tvarkymo konsultantai”
P. Lukšio g. 7, LT-08221, Vilnius
Tel./faksas (8-5) 2102 178
Mob. tel. : +370 687 76633
atk@zebra.lt, a.brazas@zebra.lt

**Bioskaidžių atliekų biologinis apdorojimas:
4 dalis – procesas ir reikalavimai
kompostavimui bei kompostui**

3rd Baltic Biowaste Conference
3-ioji Baltijos bioatliekų konferencija
2011 m. lapkričio 23-24 d., Vilnius, Lietuva



Reikalavimai kompostavimui ir kompostui
Aplinkos ministerija 2011



Studijoje – apžvalgoje pateikiamas išsamus kompostavimo proceso ir kompostavimo technologijų (būdų, metodų, įrenginių) aprašymas, pateikiami pasiūlymai dėl reikalavimų įvairių bioskaidžių atliekų kompostavimui, pateikiami pasiūlymai dėl komposto klasių ir kokybės parametrų bei kokybės užtikrinimo proceso ir procedūrų, įskaitant komposto sertifikavimą ir pasiūlymai dėl sertifikavimo galinčios atlikti institucijos, pasiūlymai galimai stabilio ir komposto biostabilumo nustatymo kriterijai, įvertinami įvairių kompostuotųjų bioskaidžių atliekų kiekiai (susidarymo prognozė), pateikiami prognozuojami pagaminamo skirtingų klasių komposto ir stabilio (biostabiluotųjų bioskaidžių atliekų) kiekiai, vertinami įvairių klasių komposto ir stabilio poreikiai ir panaudojimo galimybės bei panaudojimo būdai, pateikiami (sėdimi) aplinkosauginiai reikalavimai kompostavimo aikštelėms ir uždaroms kompostavimo įrenginiams (reaktoriams), pateikiami pasiūlymai galiojančioms teisės aktams tobulinti ir naujoms parengti.

© Alfonsas Brazas ir kiti, 2011
UAB “Ekoprojektas” ir UAB “Atliekų tvarkymo konsultantai”

5

„Reikalavimai kompostavimui ir kompostui“
studija – apžvalga

| TURINYS | |
|---------|---|
| 1. | Įvadas |
| 2. | Kompostavimo procesas |
| 3. | Kompostavimo technologijos (metodai, būdai, įrenginiai) |
| 4. | Reikalavimai įvairių bioskaidžių atliekų kompostavimui |
| 5. | Komposto klasės ir kokybės parametrai. Kokybės užtikrinimo procesas ir procedūros, įskaitant komposto sertifikavimą. Biostabilumas – produkto kriterijai |
| 6. | Stabilio (biostabiluotųjų bioskaidžių atliekų) ir komposto biostabilumo nustatymo kriterijai |
| 7. | Kompostuotųjų bioskaidžių atliekų kiekiai (susidarymo prognozė) |
| 8. | Prognozuojami pagaminamo skirtingų klasių komposto ir stabilio (biostabiluotųjų bioskaidžių atliekų) kiekiai |
| 9. | Įvairių klasių komposto ir stabilio poreikiai ir panaudojimo galimybės bei panaudojimo būdai. Naudojimo reglamentavimas. |
| 10. | Aplinkosauginiai reikalavimai kompostavimo aikštelėms ir uždaroms kompostavimo įrenginiams (reaktoriams) |
| 11. | Naudotos literatūros sąrašas |
| 12. | Priedai |
| 12.1. | Priedai |
| 12.2. | Sėdimos teisės akto metmenys (tezes) ir pasiūlymų LR Vyriausybei bei ministrų kabinetai ir taryboms dėl būtinų teisės aktų pakeitimų ar naujų išleido metmenys (tezes). |

6



[http://www.am.lt/atliekos/kita informacija arba](http://www.am.lt/atliekos/kita_informacija_arba)
[http://www.am.lt/atliekos/komunalines atliekos](http://www.am.lt/atliekos/komunalines_atliekos)

7



Bioskaidžių atliekų biologinis apdorojimas

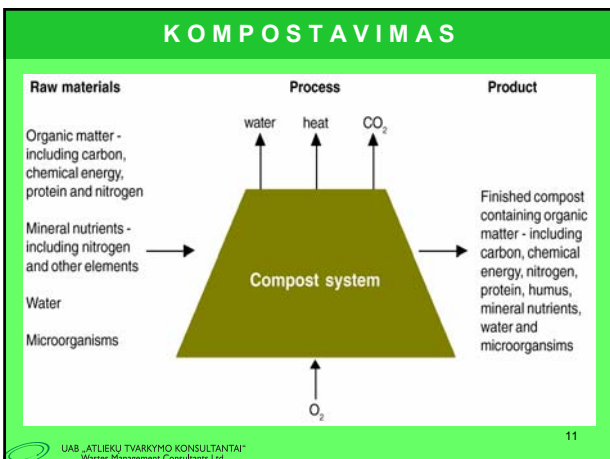
| | |
|---|--|
| <p>(Aerobinis) kompostavimas</p> <ul style="list-style-type: none"> Namudinis (dėžėse) Atviruose neaeruojamuose kaupuose Aeruojamuose kaupuose Uždaruose (uždengtuose) kaupuose Kontaineriuose Uždaruose įvairaus tipo tuneliuose Vertikaliose kompostavimo kamerose (silo) Vermikompostavimas | <p>Anaerobinis pūdymas/rauginimas (biodujų išgavimas)</p> <p>Technologija: •“šlapią” arba “sausą” •mezofilinė arba termofilinė</p> <p>Anaerobinis fermentavimas – bioetanolio gamyba</p> <p>Iš bioskaidžių atliekų - kol kas, deja, tik demonstracinės technologijos</p> |
|---|--|

9

KOMPOSTAVIMAS

- Kompostavimas** - tai biologinis *organinių medžiagų suirimas* (skaidymasis) kontroliuojamose aerobinėse sąlygose, sukeltas sparčiai besidauginančių mikroorganizmų (mikrobų bei dirvožemio pirmuonių ir bestuburių), *kurio metu* išsiskiria šiluma ir susidaro vanduo, anglies dvideginis bei mineraliniai azoto junginiai - organinės medžiagos yra stabilizuojamos (mineralizuojamos ir iš dalies humifikuojamos), *pagaminamas* humusu praturintas organinis produktas *kompostas*.
- Kompostas** – organinė trąša/dirvožemio pagerintojas – higienizuotas *stabilus* homogeniškas rupus (rupios, purios struktūros) juodos spalvos *organinis produktas*, susidedantis iš organinių medžiagų irimo likučių, praturintas humusu, gaunamas organinių medžiagų kompostavimo metu.

10

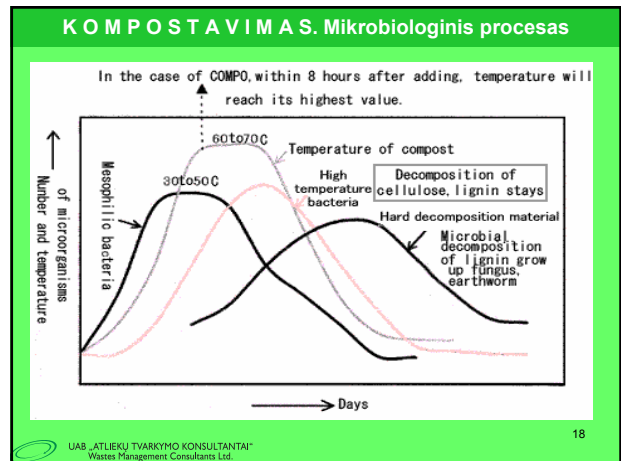
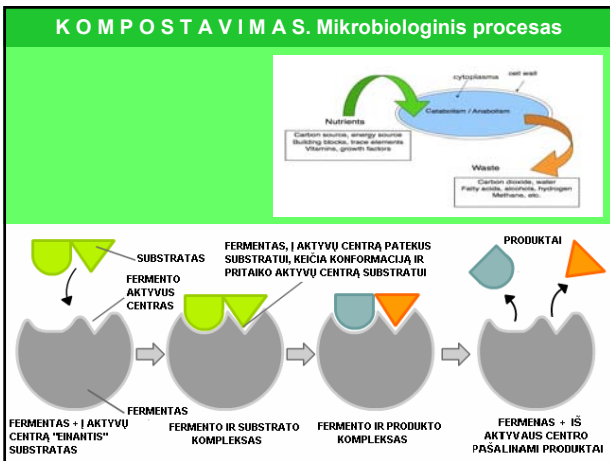
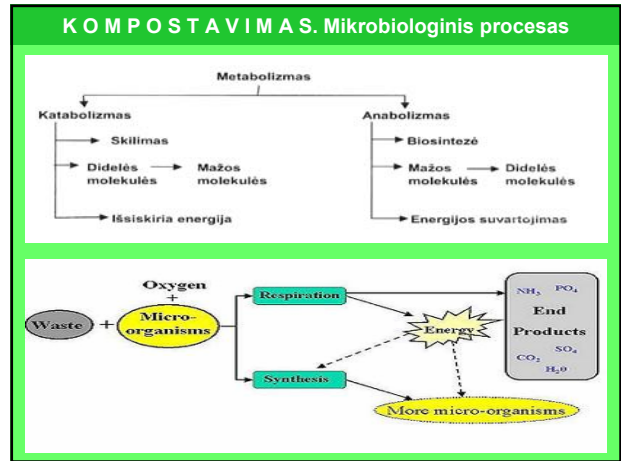
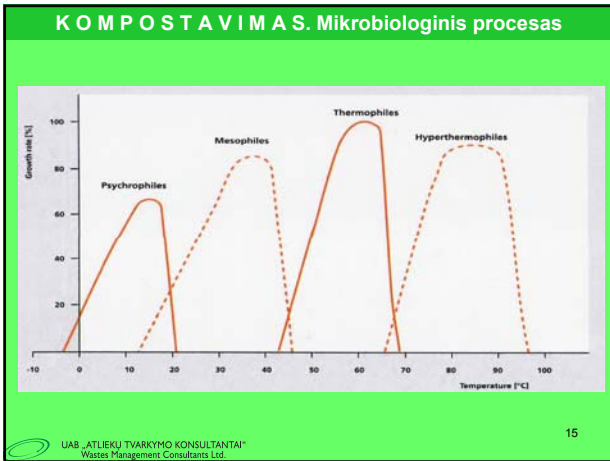
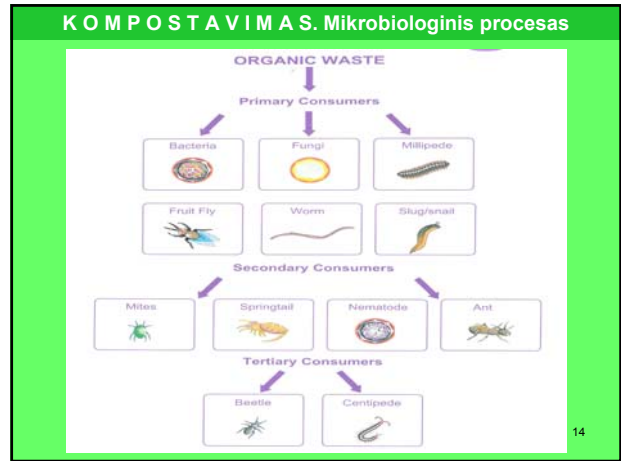
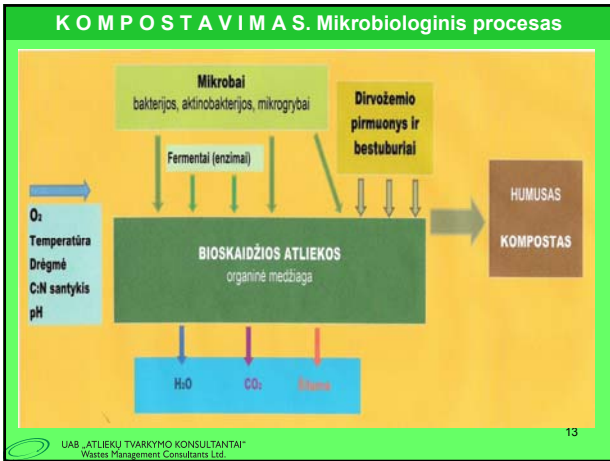


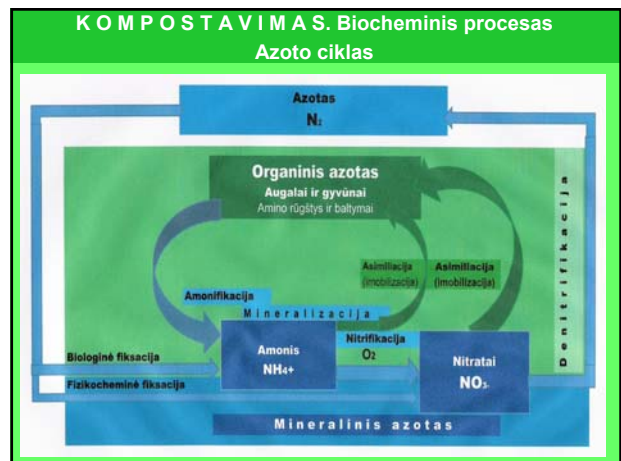
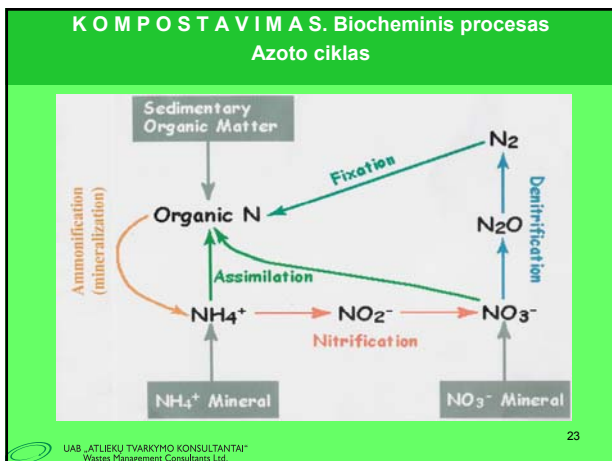
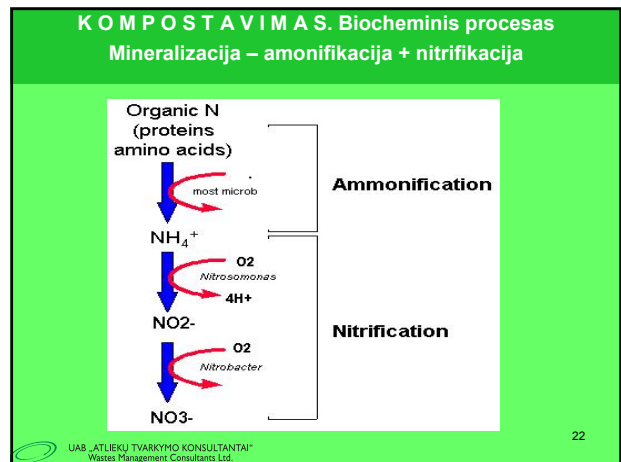
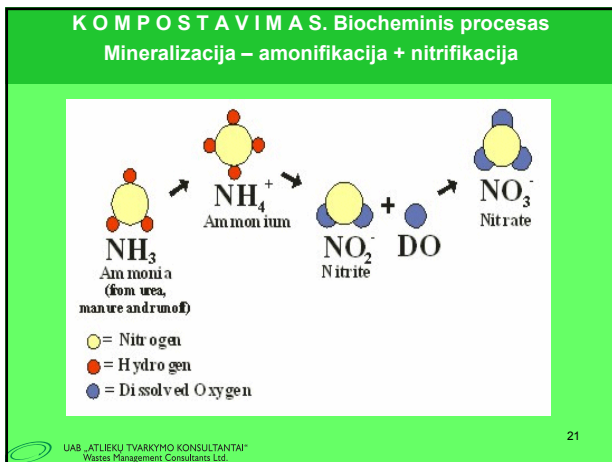
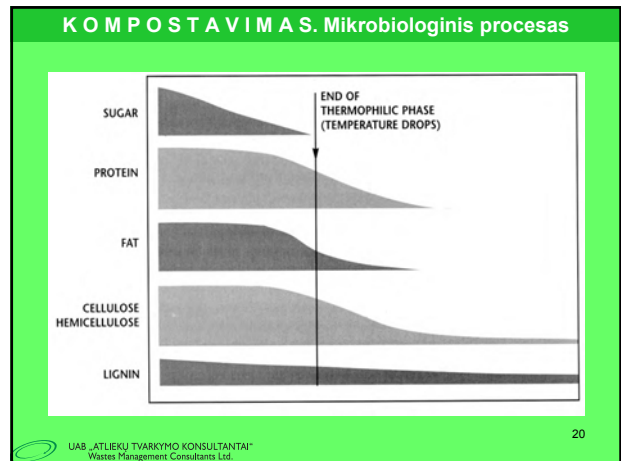
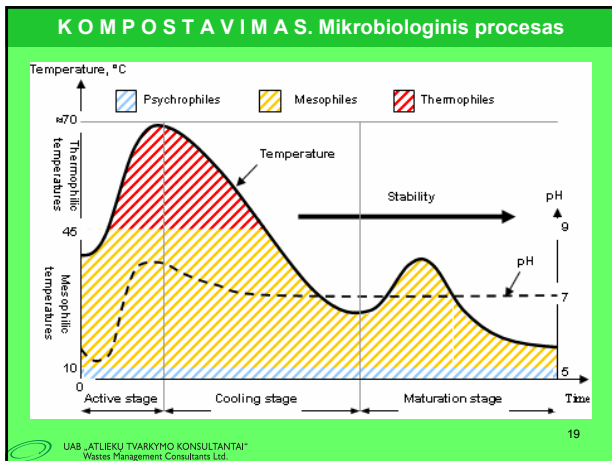
KOMPOSTAVIMAS

Kompostavimas – tai sudėtingas kompleksinis kontroliuojamas **mikrobiologinis – biocheminis – fizikinis** procesas, kurį (kurio rezultata) galima nusakyti tokia bendra formule:

$$\text{bioskaidžios atliekos} + \text{O}_2 \rightarrow \text{kompostas} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{šiluma}$$

12



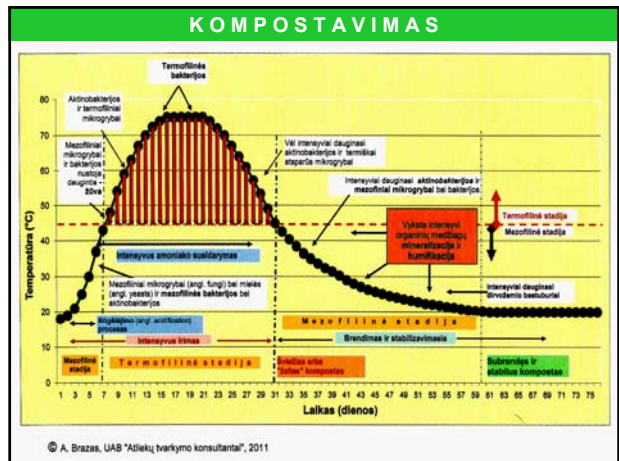


KOMPOSTAVIMAS

- Taigi, kompostavimo metu didžioji dalis lengvai ir vidutiniškai yrančių organinių junginių yra **visiškai suskaidomi**, padedant mikrobams (bakterijoms, aktinobakterijoms ir mikrogybams) bei dirvožemio pirmuonims ir bestuburiams.
- Su yra ir didelė dalis sunkiai yrančių kompleksinių organinių junginių, tokių kaip sudėtingi baltymai ir riebalai bei įvairūs kompleksiniai polimeriniai hemiceliuliozės, celiuliozės, lignoceliuliozės ir lignino junginiai.
- Tuo pačiu kompostavimo metu vyksta ir įvairūs sudėtingi **biosintezės procesai**.
- Rezultate sudėtingų katalizinių reakcijų susidaro sudėtingos kompleksinės humusinės medžiagos – gaminamas humusas.
- Tokiu būdu kompostavimo metu organinė anglis ir organinis azotas yra mineralizuojami ir stabilizuojami. Taip pat susidaro mineraliniai sieros ir fosforo junginiai.

25

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

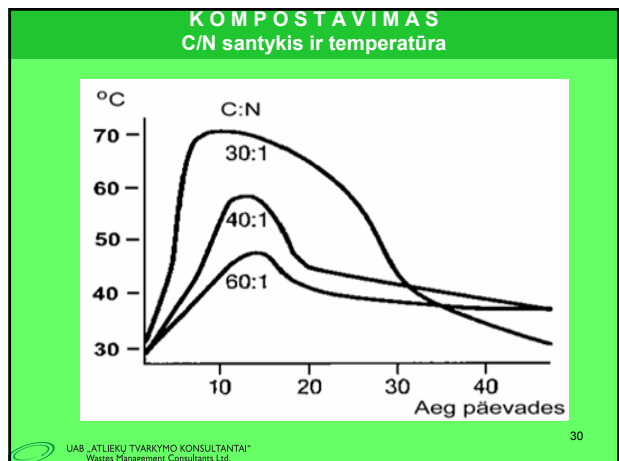
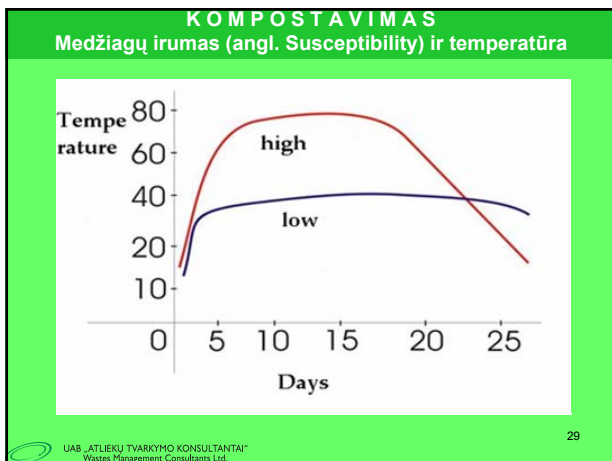
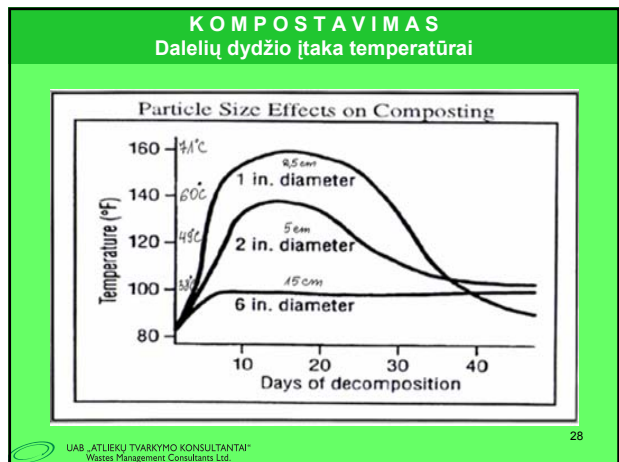


KOMPOSTAVIMAS

- Termofilinė kompostavimo fazė yra labai svarbi** – ji yra būtina norint išvengti **patogeninės, fitotoksinės ir fitosanitarinės** taršos; nes gyvūnų ir žmogaus patogenai (salmonelės, žarnyno lazdelės (*E. Coli*), helmintai, klostridijos, virusai ir kiti), fitotoksinai (pesticidai ir kiti) bei fitosanitarinė tarša (piktžolių sėklos, genetiškai modifikuoti organizmai ir kitas) sunaikinami (suardomi) tik palaikant termofilinę temperatūrą (mažiausiai > 55°C) pakankamai ilgą laiką (trukmė priklauso nuo kompostuojamų bioskaidžių atliekų (nes skirtinga patogeninės ir fitotoksinės ar fitosanitarinės taršos rizika) ir kompostavimo būdo (technologijos)).
- Termofilinė kompostavimo fazė paprastai trunka nuo 1-2 savaičių iki mėnesio, priklausomai kokios bioskaidžios atliekos yra kompostuojamos ir kokios technologijos naudojamos.

27

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.



KOMPOSTAVIMAS C/N santykis

- **C:N santykis**
- ✓ Kompostuojamo mišinio C:N santykis yra vienas iš svarbiausių parametru, lemiantis kompostavimo proceso sėkmę.
- ✓ Azotas gaunamas proteinams virstant peptidais ir amino rūgštimis, kurios gali būti vėl asimiliuojamos arba gali būti suskaidomos pagaminant amoniaką.
- ✓ Anglį dauguma mikroorganizmų naudoja kaip energijos šaltinį; maždaug 1/3 sunaudoja mikroorganizmai, o apie 2/3 – virsta CO₂.
- ✓ Azotas jiems reikalingas sintezuojant amino rūgštis ir proteinus; *taigi ir sintezuojant fermentus.*
- ✓ Kai C:N santykis yra žemas, mikroorganizmai sunaudoja visą anglį kaip energijos šaltinį sintezuojant amino rūgštis ir baltymus bei naudojant azotą, o azoto perteklių transformuoja į amoniaką – susidaro stiprus nemalonūs kvapai; organinio azoto virtimas į amoniaką yra ypač intensyvus kai aukšta temperatūra ir pH > 8.
- ✓ Kai C:N santykis aukštas, atliekų irimas sustoja, nes mikroorganizmai sunaudoja visą azotą ir miršta; kiti mikroorganizmai formuoja naujas ląsteles, naudodami savo sukauptą azotą.
- ✓ **Esant aukštam C:N santykiui pasiekti termofilinės temperatūros nepavyksta.**
- ✓ **Todėl patogenai lieka nenukenksminti.**

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

KOMPOSTAVIMAS Reikalingo C/N santykio užtikrinimas

| | |
|--|---|
| „Žaliosios“ – azoto turingos – medžiagos: | „Rudiosios“ – anglies turingos – medžiagos: |
| <ul style="list-style-type: none"> • maisto/virtuvės atliekos • žolė (šviežiai nupjauta) • mėšlas | <ul style="list-style-type: none"> • medienos atliekos • šiaudai • pageltę lapai |



UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

KOMPOSTAVIMAS Reikalingo C/N santykio užtikrinimas



Mėšlas C:N – 5-20:1
 Maisto atliekos C:N – 10-20:1
 Žaliosios atliekos C:N – 40-80:1
 Medienos skiedros C:N – 500-750:1

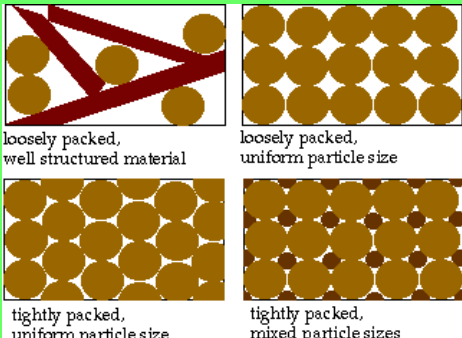
UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

KOMPOSTAVIMAS Reikalingo C/N santykio užtikrinimas

| Atliekos (medžiagos) | C:N santykis | | |
|---|--------------|-----------------------|-------------------------|
| Žaliasis skystas mėšlas | 3-5:1 | „Žaliosios“ medžiagos | |
| Nuotekų dumblas | 5-10:1 | | |
| Naminių paukščių mėšlas | 5-15:1 | | |
| Kiaulių mėšlas | 5-15:1 | | |
| Nuotekų dublas po anaerobinio pūdymo | 10-15:1 | | |
| Maisto/virtuvės atliekos | 10-15:1 | | |
| Daržovių/vaisių atliekos | 10-20:1 | | |
| Organinė mišrių komunalinių atliekų dalis | 10-20:1 | | |
| Karvių mėšlas | 10-20:1 | | |
| Šviežiai nupjauta žolė | 15-20:1 | | |
| Arklių mėšlas | 25:1 | „Rudiosios“ medžiagos | |
| Durpės | 20-30:1 | | |
| | 30:1 | | Optimalus kompostavimui |
| Lapai (švieži) | 30-40:1 | | |
| Siėnas (išdžiovinęs) | 40-60:1 | | |
| Pageltę (seni) lapai | 60-80:1 | | |
| Komunalinių atliekų mišinys | 50-60:1 | | |
| Šiaudai (išdžiovinę) | 50-150:1 | | |
| Medžio šlieve | 150-450:1 | | |
| Popieriaus atliekos | 150-600:1 | | |
| Katono atliekos | 300-600:1 | | |
| Pluognos | 300-600:1 | | |
| Medienos atliekos | 500-750:1 | | |

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

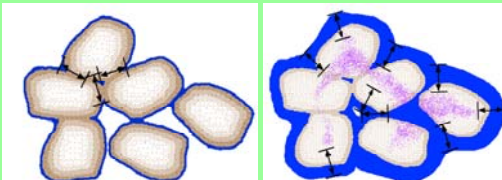
KOMPOSTAVIMAS Purėtumas



loosely packed, well structured material
 loosely packed, uniform particle size
 tightly packed, uniform particle size
 tightly packed, mixed particle sizes

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

KOMPOSTAVIMAS Drėgnumas



Drėgnumas 40+60%
 Kompostuojamos dalelės yra apsuptos vandens pėlele – bet yra tarpai (mikroporos) orui praeiti.

Drėgnumas > 60%
 Vanduo užpildė visus tarpus (mikroporas), nebegali patekti oras – susidarė anaerobinės mikrozonos.

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

KOMPOSTAVIMAS
Temperatūra

| Temperature | Result |
|-------------|----------------------------|
| Above 70°C | Microbes die |
| 55 - 70°C | Pathogens are inactivated |
| 50 - 60°C | Weed seeds are inactivated |
| Below 40°C | Slow composting rate |

The effect of temperature on the composting process.

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

37

KOMPOSTAVIMAS
Temperatūra kaube (rietuvėje)

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

38

KOMPOSTAVIMAS
Temperatūra kaube (rietuvėje)

TEMPERATURE

AIR AIR

70c 65 60 50 30c

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

39

KOMPOSTAVIMAS
Temperatūra kaube (rietuvėje)

28. kompostimispaėval

80°
70°
60°
50°
40°
30°
20°

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

40

KOMPOSTAVIMAS
Temperatūra kaube (rietuvėje)

Temperature (°C)

Time (weeks)

centre

outer surface (10 cm deep)

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

41

KOMPOSTAVIMAS
Temperatūra uždaramame reaktoriuje

Temperature (°C)

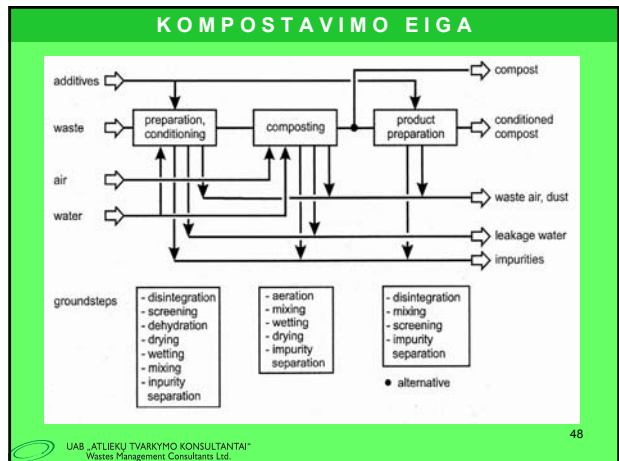
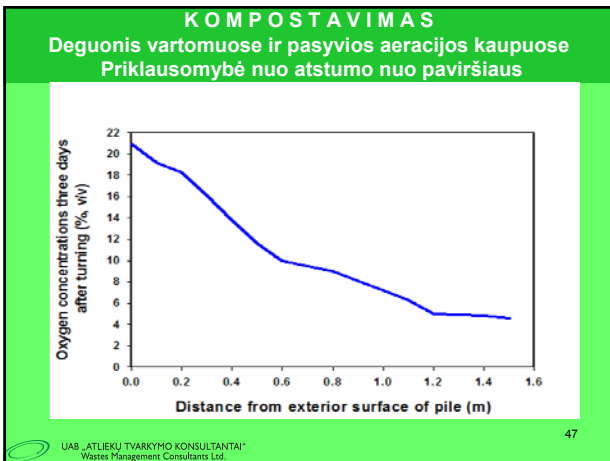
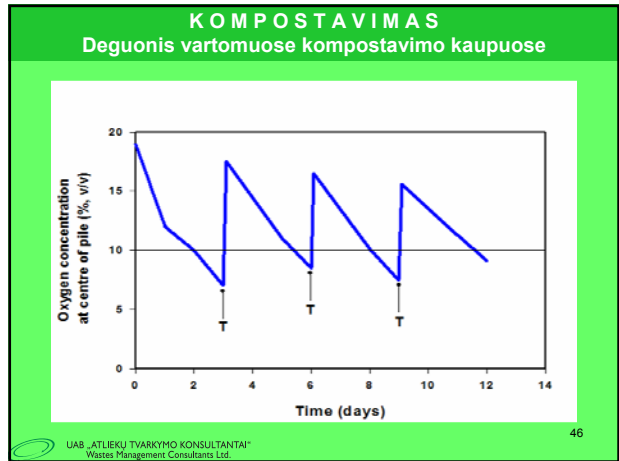
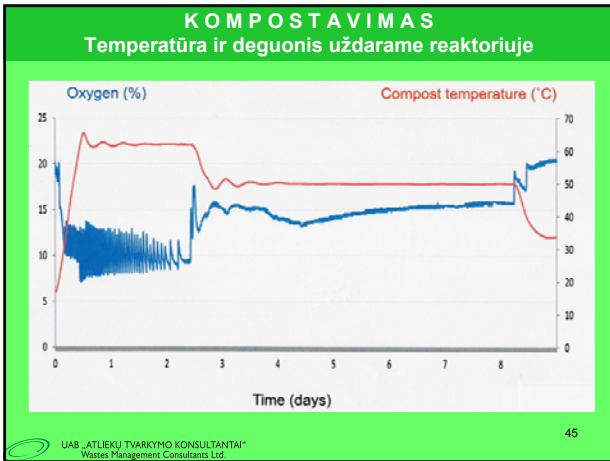
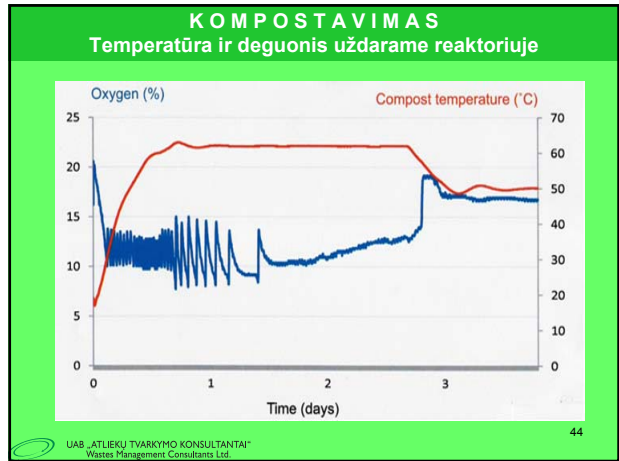
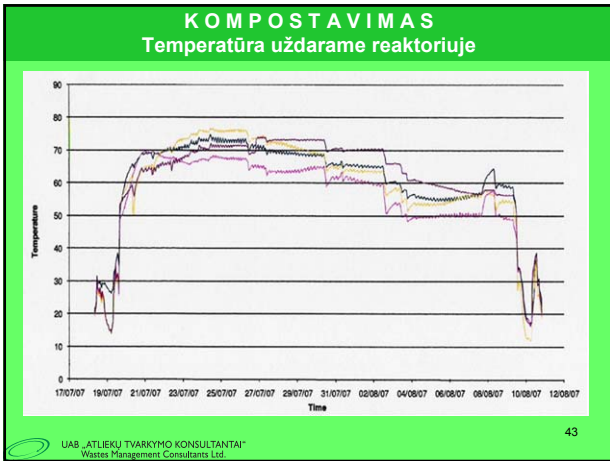
Time (weeks)

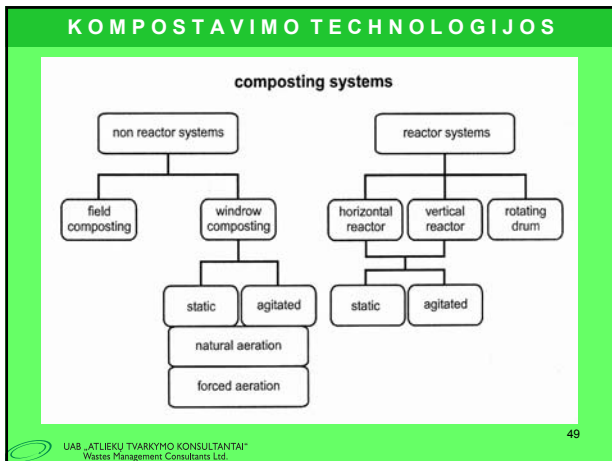
centre

outer surface (10 cm deep)

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

42





Reikalavimai bioskaidžių atliekų kompostavimui Temperatūrinio režimo reikalavimai

Heat treatment

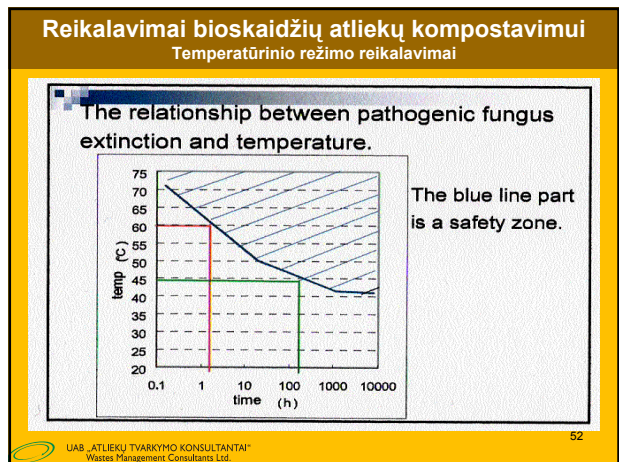
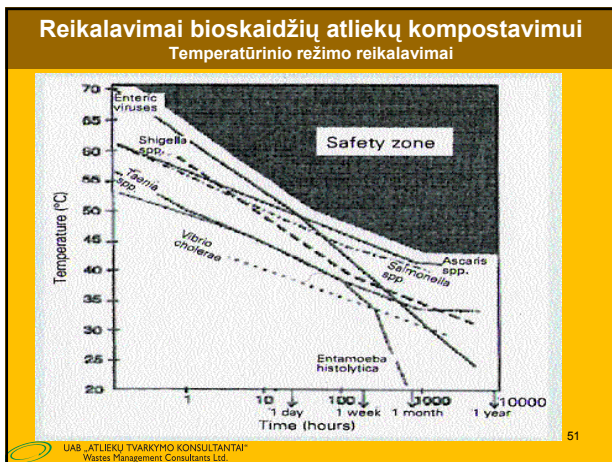
Heat is one of the most effective ways of killing pathogens and the parameter used to achieve inactivation in some of the most widely applied processes, such as sewage sludge treatment. In Figure 10, inactivation of pathogens is plotted as a function of temperature and time. This creates a defined "safety zone" margin. If the corresponding temperature-time relationship is achieved throughout the exposed material, it can be considered microbiologically safe for handling and use. For example, efficient microbial inactivation occurs if a temperature of > 55 °C is maintained for one to a few days. The time and temperature relationship for various pathogens have been widely accepted, though "new" pathogens have been identified and slight variations in the results have been observed.

To treat excreta, thermophilic digestion (50 °C for 14 days) or composting in aerated piles for one month at 55 – 60 °C (+ 2 – 4 months further maturation) are recommended and a generally accepted procedure. Recommendations for treatment of e.g. sewage sludge and organic household waste (food waste) also rely on such temperatures (Danish EPA, 1996; EC, 2000; Swedish EPA, 2002).

Haug (1993) states that composting at 55 – 60 °C for a day or two should be sufficient to kill essentially all pathogens. The cited regulations above rely on longer periods in order to provide a handling margin. It is common that cold zones are formed within the digested or compost material, resulting in local areas with less inactivation and possible regrowth of pathogenic bacteria. Digestion and composting also aim at degrading and stabilising organic material. For faeces, inactivation of pathogens is of key importance. A composting process will also decompose toilet paper, making the material more aesthetical and suitable for agricultural use.

Figure 10: The "safety zone diagram".
(Feachem et al., 1983)

(Schönning et al., 2004, p.21 – 22)



Reikalavimai bioskaidžių atliekų kompostavimui Temperatūrinio režimo reikalavimai (SEPA study on Pasteurisation)

Table 2.2 Compost test results

| Criteria sampled | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Dry Solids | 45.9% | 47.4% | 65.5% |
| E.coli - weight of sample | 10.0g | 10.0g | 10.0g |
| E.coli - total No. | 5170 No | 31 No | 8300 No |
| E.coli - wet weight No/g | 517 No/g | 3.1 No/g | 830 No/g |
| E.coli in dry weight No/g | 1130 No/g | 6.53 No/g | 1260 No/g |
| Salmonella - weight of sample | 20.0g | 20.0g | 10.0g |
| Salmonella - wet weight pres/abs | 0.00 p/a | 0.00 p/a | 0.00 p/a |
| Salmonella - dry weight pres/abs | 0.00 p/a | 0.00 p/a | 0.00 p/a |
| Sulphite reducing clostridia | 4000 No/g | 4000 No/g | 6775 No/g |

The data assessment is presented in Section 6 under the relevant composting technique.

53

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

Reikalavimai bioskaidžių atliekų kompostavimui Temperatūrinio režimo reikalavimai (SEPA study on Pasteurisation)

Table 4.2 Minimum conditions for sanitization

| System Type | Minimum Duration | Minimum Temp. | Minimum Turning/Mixing |
|---|------------------|---------------|---------------------------|
| Windrow | 14 days | ≥ 55°C | Five times during 14 days |
| | 7 days | ≥ 65°C | Twice during 7 days |
| In Vessel | 2 days | ≥ 60°C | Optional |
| | 1 hour | ≥ 70°C | N/A |
| Aerated Static Pile with Insulating Layer | 7 days | ≥ 60°C | N/A |

54

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

Reikalavimai bioskaidžių atliekų kompostavimui Temperatūrinio režimo reikalavimai

- **Temperatūrinio režimo reikalavimai:**
 - Temperatūrinis režimas turi būti toks, kad užtikrintų bioskaidžių atliekų pasterizacija/higienizacija – dezinfekcija (angl. Sanitation).
 - Galima rizika dėl žmogaus ir gyvūnų patogenų bei fitopatogenų išplitimo turi būti sumažinta iki minimumo ir turi būti užtikrinta fitosanitarinė sauga.
 - T. y. kompostavimo proceso metu turi būti nukenksminti bioskaidžiose atliekose esantys (galintys būti):
 - ✓ Žmogaus ir gyvūnų patogenai (salmonešės, žarnos lazdelės (*E. Coli* ir *Enterococcae*), klostridijos, helmintai, virusai)
 - ✓ Fitopatogenai (pesticidai ir herbicidai)
 - ✓ Fitotarša (piktžolių sėklos ir genetiškai modifikuotų produktų liekanos).
- Turėdami tai omenyje ir pasiūlėme žemiau išdėstytus reikalavimus.

Reikalavimai bioskaidžių atliekų kompostavimui Temperatūrinio režimo reikalavimai

- **Reikalavimai namudiniams kompostavimui (angl. Home Composting)**
 - Kompostuojant vietoje (savo individualioje namų valdoje) maisto/virtuvės atliekas (angl. Catering Waste) ir žaliąsias atliekas (angl. Green Waste) jokie reikalavimai netaikomi.
 - Bet jeigu šios atliekos iš individualių namų valdų yra surenkamos ir kompostuojamos centralizuotai (net ir kelios namų valdos kartu) – taikomi žemiau išvardinti reikalavimai žaliuosioms atliekoms ir, savaime suprantama, maisto/virtuvės atliekoms (angl. Catering Waste) pilnoje apimtyje.
 - Pastaba – tai turėtų turėti omenyje įvairių pagreitinto (per 1 parą ar dar greičiau?) kompostavimo aparatų pardavėjai; nes, pavyzdžiui, maisto/virtuvės atliekų kompostavimas vaikų darželiuose, mokyklose ar visuomeninio maitinimo įmonėse tikrai nėra joks namudinis kompostavimas. Todėl turi ir turės būti laikomasi reikalavimų maisto/virtuvės atliekų kompostavimui.
- Taigi, namudiniams kompostavimui nenumatoma nustatyti jokių privalomų vykdyti reikalavimų.
 - Numatoma tik pateikti rekomendacijas (*bendrų rekomendacijų kompostavimui atskirą sudėtinę dalį*) – kaip kompostuojant individualioje namų valdoje būtų galima pasiekti termofilinę temperatūrą (nes manome, kad namų valdų savininkai irgi bus suinteresuoti, jog jų kompostavimo dėžėse esantis kompostas nekeiktų patogeninės, fitopatogeninės ir fitosanitarinės rizikos).

Reikalavimai bioskaidžių atliekų kompostavimui Temperatūrinio režimo reikalavimai

- **Reikalavimai žaliųjų atliekų kompostavimui**
 - Dabar nėra nustatyta jokių temperatūrinio režimo reikalavimų.
 - Tačiau kompostuojant žaliąsias atliekas yra reali rizika kartu su kompostu išplatinti ir įvairių piktžolių sėkla.
 - Turėdami omenyje tai, kad žaliųjų atliekų kompostavimas Lietuvoje yra labiausiai paplitęs ir plečiasi toliau – o bet kokie reikalavimai bus sutikti neigiamai (nors šioms reikalavimams yra objektyvus pagrindas), siūlome juos nustatyti mažiausius įmanomus (bet efektyvius).
 - Mažiausi galimi ir pakankami fitopatogenams (pesticidams ir herbicidams) bei fitoriziką keliančios piktžolių sėkloms nukenksinti temperatūriniai reikalavimai yra tokie:
 - ✓ Užtikrinti > 55°C temperatūrą ne mažiau kaip 2 savaites, atvirų kaupų atveju atliekant bent 3 vartymus.

Reikalavimai bioskaidžių atliekų kompostavimui Temperatūrinio režimo reikalavimai

- **Reikalavimai NVĮ dumblo kompostavimui**
 - Dabar yra nustatyti tokie reikalavimai:
 - ✓ Aplinkos ministro 2007-01-25 įsakyme Nr. D1-57: „Dumblo kompostavimo proceso metu dumblo temperatūra turi būti išlaikoma ne žemesnė kaip 70°C, išlaikant šią temperatūrą ne trumpiau kaip 1 savaitę“ (16 punktas) (?)
 - ✓ LAND20-2005, patvirtintame Aplinkos ministro 2005-11-28 įsakymu Nr. D1-575, rašoma, kad „18. Mikrobiologinių-parazitologinių rodiklių nustatymas nebūtinai, kai dumblas:
 - 18.1. apdorojamas temperatūrą pakeliant aukščiau 70°C ir palaikant ją ilgiau negu 1 val.;
 - 18.6. kompostuojamas, komposto temperatūrą palaikant aukščiau 55°C ne trumpiau kaip 2 savaites“ ?!
 - Akivaizdus įvairių normų nesuderinimas tarpusavyje. Tai koks reikalavimas iš aukščiau išvardintų yra privalomas?
 - Siūlome nustatyti kokius reikalavimus:
 - ✓ Kompostuojant kaupuose užtikrinti >60°C temperatūrą ≥ 14 dienų, atliekant ≥ 3 vartymus
 - ✓ Kompostuojant uždaruose reaktoriuose užtikrinti >60°C ≥ 7 dienas arba > 65°C ≥ 48 val.
 - Pastaba: JAV nuotekų valymo dumbliui (angl. Sewage sludge arba Biosolids) yra nustatytas toks visuotinai priimtas reikalavimas: > 55°C >14 dienų, atliekant ≥ 3 apų vartymus.

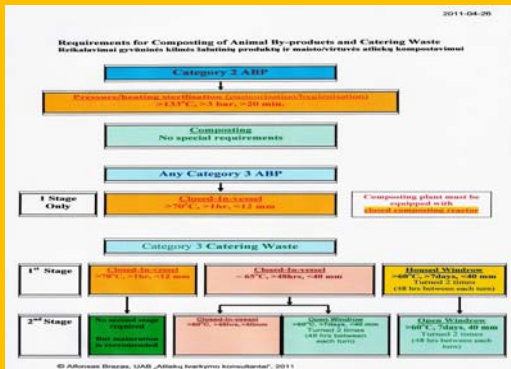
Reikalavimai bioskaidžių atliekų kompostavimui Temperatūrinio režimo reikalavimai

- **Reikalavimai maisto/virtuvės atliekų (angl. Catering Waste) ir maisto produktų, kuriems pasibaigė galiojimo terminas (angl. Foodstuff) kompostavimui:**
 - Dabar jokių kitokių reikalavimų negu kad 3 kategorijos šalutiniams gyvūniniams produktams (ŠGP) kompostuoti - nustatyta nėra; todėl turi būti taikomas bendras ES Reglamentų 1069/2009 ir 142/2011 reikalavimas:
 - ✓ kompostuojant susmulkintas < 12 mm, maisto/virtuvės atliekas turi būti užtikrinta kontroliuojama > 70°C temperatūra > 1 val.
 - ✓ arba, pasterizavus maisto/virtuvės atliekas > 133°C temperatūroje > 20 min., esant > 3 bar slėgiui – jas galima kompostuoti bet kokių būdu prieš bet kokios temperatūros.
 - Šituos reikalavimus užtikrinti yra brangu, o garantuoti > 70°C temperatūra > 1 val. Technologiskai yra gana sudėtinga.
 - Siūlome nustatyti kokius reikalavimus:
 - ✓ Kompostuojant kaupuose užtikrinti > 65°C ≥ 14 dienų, atliekant ≥ 3 vartymus
 - ✓ Kompostuojant uždaruose reaktoriuose užtikrinti > 60°C ≥ 14 dienų arba > 65°C ≥ 48 val. + > 65°C ≥ 48 val (arba > 60°C > 7 dienas).

Reikalavimai bioskaidžių atliekų kompostavimui Temperatūrinio režimo reikalavimai

- **Reikalavimai 3 kategorijos ŠGP (angl. Animal By-products) kompostavimui:**
 - turi būti taikomas bendras ES Reglamentų 1069/2009 ir 142/2011 reikalavimas:
 - ✓ kompostuojant susmulkintus < 12 mm, 3 kat. ŠGP turi būti užtikrinta kontroliuojama > 70°C temperatūra > 1 val.
 - ✓ arba, pasterizavus 3 kat. ŠGP (ir net dalį 2 kat. ŠGP) > 133°C temperatūroje > 20 min., esant > 3 bar slėgiui – jas po to galima kompostuoti bet kokių būdu prieš bet kokios temperatūros.
- **Kompostas turi būti tiriamas tam, kasd įsitikinti jog nėra patogenų:**
 - *Escherichia Coli* arba *Enterococcae*: n=5, c=1, m=1000, M=5000 1 grame
 - *Salmonella* n=4ra 25 gramuose : n=5, c=0, m=0, M=0
- Kur*
n - tiriamų mėginių skaičius
m - ribinis bakterijų skaičiaus dydis; rezultatas laikomas patenkinamu, jeigu bakterijų skaičius visuose mėginiuose neviršija m
M- didžiausias bakterijų skaičiaus dydis; rezultatas laikomas nepatenkinamu, jeigu bakterijų skaičius viename ar daugiau mėginių siekia M ar daugiau
c – mėginių, kuriuose bakterijų skaičius gali būti nuo m iki M, skaičius; tačiau, jeigu bakterijų skaičius kituose mėginiuose yra lygus m arba mažesnis, mėginys vis tiek laikomas priimtinu

Reikalavimai bioskaidžių atliekų kompostavimui
 Temperatūrinio režimo reikalavimai



61

Reikalavimai kompostavimui

Table 5.2 Environmental quality classes for compost and stabilised biowaste, taken from Annex III

| Parameter | Compost/digestate (*) | | Stabilised biowaste (*) |
|--------------------------|-----------------------|---------|-------------------------|
| | Class 1 | Class 2 | |
| Cd (mg/kg dm) | 0.7 | 1.5 | 5 |
| Cr (mg/kg dm) | 100 | 150 | 600 |
| Cu (mg/kg dm) | 100 | 150 | 600 |
| Hg (mg/kg dm) | 0.5 | 1 | 5 |
| Ni (mg/kg dm) | 50 | 75 | 150 |
| Pb (mg/kg dm) | 100 | 150 | 500 |
| Zn (mg/kg dm) | 200 | 400 | 1500 |
| PCBs (mg/kg dm) (**) | - | - | 0.4 |
| PAHs (mg/kg dm) (**) | - | - | 3 |
| Impurities > 2mm | <0.5% | <0.5% | <3% |
| +Gravel and stones > 5mm | <5% | <5% | - |

* Normalised to 30% organic matter, ** Threshold values for organic pollutants list in accordance with sewage sludge Directive

62

Reikalavimai kompostavimui

| Parameter | Value |
|---|----------------------------------|
| Minimum organic matter content | 20 % in weight |
| Minimum stability | To be proposed |
| No content of pathogens | No Salmonella sp. in 50 g sample |
| Limited content on viable weeds | To be proposed |
| Limited content of impurities | 0.5 % of dry matter weight |
| Limited content of heavy metals | mg/kg (dry weight) |
| Zn | 400 |
| Cu | 100 |
| Ni | 50 |
| Cd | 1.5 |
| Pb | 120 |
| Hg | 1 |
| Cr | 100 |
| Currently, no proposal for organic pollutants | |

ECN, 16.03.2011

63

Reikalavimai kompostavimui

European Compost Network
 ECN

Set of limit values

| Content waste (mg/kg dm) | ORGANIC FARMING FROM HOUSEHOLD WASTE* | END OF WASTE CRITERIA | | | PROPOSED LIMITS OF WORKING DOCUMENT FOR A REVISED SLUDGE DIRECTIVE | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|--|--|---|
| | | EU Biowaste (1) | Proposed by JRC (4) | Proposed by ECN | Proposed by ECN Biowaste Content | EC 1 st draft proposed Sludge | EC 1 st draft proposed stabilised MBT Material |
| Cd | 0.7 | 1 | 1.5 | 1.3 | 2.0 | 10 | 3 |
| Cr (total) | 70 (total) 6 (Cr VI) | 100 | 100 | 80 | 70 | 1,000 | 300 |
| Cu | 70 | 100 | 100 | 200 (4) | 200 (4) | 1,000 | 500 |
| Hg | 0.4 | 1 | 1 | 0.45 | 0.7 | 10 | 3 |
| Ni | 25 | 80 | 80 | 40 | 70 | 300 | 100 |
| Pb | 45 | 100 | 100 | 130 | 150 | 500 | 200 |
| Zn | 200 | 300 | 400 | 600 (4) | 600 (4) | 2,500 | 800 |
| PAHs (benzo-a-pyrene)** | - | - | - | - | - | 5 (2) | 6 (2) |
| Impurities (dry dm) | 0.5% | 0.5% | 0.5% | 0.5% | 1% | - | 2% |

At JRC Earth Compost Study, ECN and ECN are also seen as biowaste. Concentrations of Cu, Ni and Zn must be defined on the labeling of accompanying papers. See also Ahringer et al. 2004 "Heavy metals and organic compounds from wastes used as organic fertilizers and ECN et al. 2010 Quality Assurance Scheme - Quality Manual, Table 1"

www.compostnetwork.eu

ECN, 16.03.2011

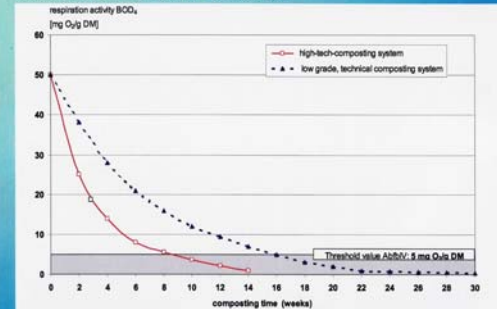
64

Reikalavimai kompostavimui

| INPUT MATERIAL | TYPE OF PRODUCT | LEVEL AND TYPE OF REGULATION | QUALITY CRITERIA | USE | MONITORING | NATIONAL DEVOLUTIONS |
|--|--|--|---|---|--|--|
| Energy-regulated biogasifier waste, commercial and agro-industrial residual streams Sludge from WWTP from agri industries → POSITIVE LIST | QUALITY COMPOST = PRODUCT | EU Regulation on END OF WASTE CRITERIA | Regulation on end of waste criteria for QUALITY COMPOST | No specific restrictions on EU level To be defined by MS | Quality assurance (mandatory) Only in production phase | Stricter criteria only if justified by health and environmental arguments |
| | COMPOST = WASTE | EU Revised Bio-waste Sludge Directive MINIMUM CRITERIA | Minimum criteria COMPOST | No specific restrictions on EU level To be defined by MS | Quality assurance eventually voluntary During production and documentation of compost application | Detailed application rules and also national END OF WASTE regulation possible |
| | QUALITY DIGESTATE = PRODUCT % | EU Regulation on END OF WASTE CRITERIA | Regulation on end of waste criteria for QUALITY DIGESTATE | No specific restrictions on EU level To be defined by MS | Quality assurance (mandatory) Only in production phase | Stricter criteria only if justified by health and environmental arguments |
| STANDARD Sewage sludge | DIGESTATE = WASTE | EU Revised Bio-waste Sludge Directive MINIMUM CRITERIA | Minimum criteria DIGESTATE | No specific restrictions on EU level To be defined by MS | Quality assurance eventually voluntary During production and documentation of digestate application | Detailed application rules and also national END OF WASTE regulation possible |
| | Municipal Sludge = WASTE Sludge or Bio-Solids Compost = WASTE | EU Revised Bio-waste Sludge Directive MINIMUM CRITERIA | Minimum quality criteria for (sewage) sludge and sludge compost | Allowed to be used in agriculture, however not on soils subject to high risk of contamination | Quality assurance obligatory During production and use on soils, also periodic monitoring of soils | Detailed application rules For Sludge COMPOST national END OF WASTE regulation possible |
| Mixed waste (with or without sludge) | Stabilised organic fraction of Mixed waste/ MBT process = WASTE | MS National regulation | To be defined by MS | To be defined by MS | To be defined by MS | - |

Reikalavimai kompostavimui
 Stabilumas

Effect of various composting technologies employed for the processing of residual waste on the level of stabilisation



66



- ### Reikalavimai kompostavimui Kokybės užtikrinimas ir standartizavimas
- #### Declaration and labelling for EoW
- Usefulness concerning soil improving function:**
- Organic matter content
 - Alkaline effective matter (CaO content)
- Usefulness concerning fertilising function:**
- Nutrient content (N, P, K, Mg)
 - Mineralisable nitrogen content (NH4-N, NO3-N)
- Biological properties:**
- Stability/maturity
 - Plant response
 - Contents of germinable seeds and plant promulgates
- General material properties:**
- Water or dry matter content
 - Bulk density/volume weight
 - Grain size
 - pH
 - Electrical conductivity (salinity)
- Hygienic aspects relevant for environmental and health protection:**
- Presence of Salmonellae and/or presence of E.coli
- Pollutants and impurities relevant for environmental and health protection:**
- Contents of macroscopic impurities (such as glass, metals, plastics)
 - Contents of some heavy metals and persistent organic compounds
- ECN, 16.03.2011
- 69



KOMPOSTAVIMAS

- **Optimalūs parametrai:**
- Anglies/azoto santykis (kompostavimo pradžioje) ~ 25:30 (35) : 1 vėliau palaipsniui sumažėjantis iki < 20:1 (galutinai subrendusiame komposte ~ 15:1)
- Dėgnumas ~ 60±5%
- pH ~ 6,5-8
- Dalelių dydis:
 - 3-30 mm, priverstinės aeracijos ir/arba mechaninio maišymo uždaruose įrenginiuose
 - 5-50 mm, natūralios (savaiminės) aeracijos kaupuose (rietuvėse)
- Temperatūra ~ 45-65°C (dėl pasterizacijos/higienizacijos – dezinfekcijos poreikio temperatūra turi būti > 55°C)
- Deguonies koncentracija ~ 10% (pradinės mezofilinės ir, ypač, termofilinės stadijos metu būtina > 5%)
- Oro srautas ~ 0,5 +1,5 m³ / d kg sausųjų organinių medžiagų (SOM) termofilinės stadijos metu; vėliau auštant (mezofilinė brendimo ir stabilizacijos fazė) palaipsniui mažėjantis

73

KOMPOSTAVIMAS

- **Kokybiško komposto parametrai:**
- Fizikiniai: struktūra - rupi, drėgnumas 30-40%, priemaišų: žvyro (>5 mm) < 5%, kitų priemaišų (plastikų, metalų, stiklo, keramikos ir pan. > 2mm) < 0,5% arba nėra
- Sunkiųjų metalų koncentracijos – mažiau negu nustatė (nustatys) Aplinkos ministerija
- Kvapai: neturi jokių blogų kvapų ir kvėpia kaip juodžemis iš miško
- Maistinės medžiagos:
 - ✓ pH - 6,5-8,5
 - ✓ Anglies/azoto santykis C:N < 17:1
 - ✓ Organinės medžiagos - 20-35%
 - ✓ Huminės ir fulvo rūgštys - 5-15%
 - ✓ Bendras azotas - 1-2%
 - ✓ Nitratai - 250-350 ppm (mg/kg)
 - ✓ Amonis – 0% arba tik pėdsakai
 - ✓ Sulfidai – 0 ppm
- Mikrobiologiniai:
 - ✓ Stabilumas: dinaminis kvėpavimo indeksas < 100 mg O₂ / kg SM (sausųjų medžiagų) per 1 val. arba statinis kvėpavimo indeksas < 10 mg O₂ / g SM (sausųjų medžiagų) po 4 parų pagal AT4 testą
 - ✓ Brandumas: brandumo indeksas > 50%
 - ✓ Salmonelių – nėra 5-uose 25 g mėginiuose, helmintų – nėra 5-uose 1,5 g mėginiuose, žarnyno lazdelių: *klostridijų* – nėra 5-uose 1 g mėginiuose, *E. Coli* arba *Enterococaceae* < 5000 bet kuriame iš 5-ų 1 g mėginių arba < 1000 4-5-uose 1 g mėginiuose arba < 3 CFU/g
- Fitosanitariniai: daigų piktžolių sėklų < 2 / litre

74

KOMPOSTAVIMAS

- **Kokybiško (ekologiško) komposto parametrai – Reglamento EB 889/2008 priedas I:**
- Kompostas pagamintas iš atskirai surinktų (atskirtų) buitinių atliekų – iš maisto/virtuvės atliekų (angl. Catering Wastes) ir maisto produktų, kuriems pasibaigęs galiojimo terminas (angl. Foodstuff); t.y. tik iš augalinių (daržovių ir vaisių) ir gyvūninės kilmės buitinių atliekų (kurios surinktos į uždarus ir kontroliuojamas talpas) arba iš *digestato* pagaminto iš šių atliekų
- Sunkiųjų metalų koncentracijos (mg/kg SM):
 - ✓ Kadmio (Cd) < 0,7
 - ✓ Chromo Cr (iš viso) < 70
 - ✓ Chromo Cr (VI) – 0
 - ✓ Vario (Cu) < 70
 - ✓ Gyvsidabrio (Hg) < 0,4
 - ✓ Nikelio (Ni) < 25
 - ✓ Švino (Pb) , 45
 - ✓ Zinko (Zn) < 200
 - ✓ Arseno – 0
- PCB ir PAH - nėra

75

HUMUSO nauda

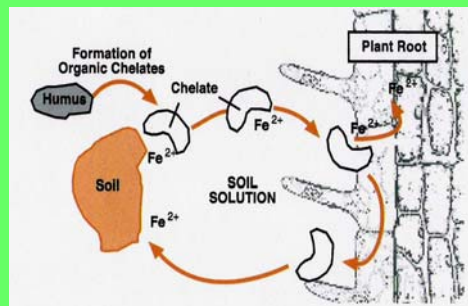


Figure 5. Cycling of chelated iron (Fe²⁺) in soils.

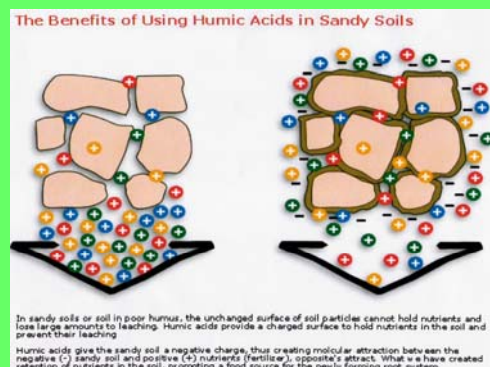
76

HUMUSO nauda



77

HUMUSO nauda



In sandy soils or soil in poor humus, the unchanged surface of soil particles cannot hold nutrients and lose large amounts to leaching. Humic acids provide a charged surface to hold nutrients in the soil and prevent their leaching.

Humic acids give the sandy soil a negative charge, thus creating molecular attraction between the negative (-) sandy soil and positive (+) nutrients (fertilizer), opposite's attract. What it has created retention of nutrients in the soil, or creating a food source for the newly forming root systems.


78

HUMUSO nauda

79

AČIŪ už dėmesį

Alfonas Brazas UAB "Atliekų tvarkymo konsultantai"
Direktorius P. Lukšio g. 7, LT-08221, Vilnius
Tel./faksas (8-5) 2102 178
Mob. tel. : +370 687 76633
atk@zebra.lt, a.brazas@zebra.lt



INFORMACINIS PRANEŠIMAS
Nuo kitų metų įvairią informaciją bioskaidžių atliekų tvarkymo klausimais galėsit rasti tinklalapyje www.bioatliekos.lt

UAB „ATLIEKŲ TVARKYMO KONSULTANTAI“
Wastes Management Consultants Ltd.

80