

## Οδηγός λειτουργίας ανοιχτών εγκαταστάσεων κομποστοποίησης (αερόβια επεξεργασία) προδιαλεγμένων βιοαποβλήτων.



**ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2014**



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ  
ΤΑΜΕΙΟ ΣΥΝΟΧΗΣ



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ &  
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ  
ΑΛΛΑΓΗΣ



**ΕΣΠΑ**  
**2007-2013**  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Σύμφωνα με τον νέο Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) η εθνική πολιτική για τα απόβλητα αποσκοπεί, στην ιεράρχηση της διαχείρισης των αποβλήτων και στη μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία, φιλική προς το περιβάλλον, όπου τα απόβλητα θα αντιμετωπίζονται ως χρήσιμος πόρος.

Στο πλαίσιο αυτής της πολιτικής, η ενθάρρυνση της ενεργού συμμετοχής των πολιτών στην χωριστή συλλογή των οργανικών αποβλήτων και η σταδιακή ανάπτυξη - σε εθνικό επίπεδο - ενός δικτύου ανοιχτών εγκαταστάσεων κομποστοποίησης (αερόβια επεξεργασία) προδιαλεγμένων βιοαποβλήτων αποτελεί προτεραιότητα για το ΥΠΕΚΑ. Γι αυτό και στην επόμενη χρηματοδοτική περίοδο 2014–2020 προβλέπονται σημαντικά κονδύλια για τη διαχείριση των βιοαποβλήτων και ειδικότερα στην ανάπτυξη της οικιακής κομποστοποίησης και των συστημάτων συλλογής βιοαποβλήτων, στη δημιουργία «Πράσινων Σημείων», καθώς και την κατασκευή δημοτικών μονάδων επεξεργασίας προδιαλεγμένου οργανικού κλάσματος.

Προκειμένου να ενισχυθεί ακόμη περισσότερο η τεχνική και διοικητική ικανότητα των αρμόδιων ΦοΔΣΑ σε θέματα διαχείρισης των βιοαποβλήτων, το ΥΠΕΚΑ, μετά τον «Οδηγό εφαρμογής προγραμμάτων Διαλογής στη Πηγή & συστημάτων διαχείρισης των βιοαποβλήτων» που έχει αποσταλεί πριν έναν χρόνο στους Δήμους και στους περιφερειακούς ΦοΔΣΑ, προχώρησε, με χρηματοδότηση του ΕΠΠΕΡΑΑ, στην έκδοση ενός «Οδηγού λειτουργίας ανοιχτών εγκαταστάσεων κομποστοποίησης (αερόβια επεξεργασία) προδιαλεγμένων βιοαποβλήτων». Ο Οδηγός αυτός απευθύνεται στους φορείς λειτουργίας εγκαταστάσεων κομποστοποίησης (ΦοΔΣΑ, Δήμοι), στις αρχές αδειοδότησης, σε υπηρεσίες περιβαλλοντικού ελέγχου και σε φορείς χρηματοδότησης σχετικών έργων.

Ευελπιστούμε ότι ο παρών Οδηγός θα συμβάλει στη διασφάλιση της ορθής λειτουργίας των προβλεπόμενων μονάδων κομποστοποίησης, στην παραγωγή προϊόντων (κόμποστ) υψηλής ποιότητας και κατ' επέκταση στην περεταίρω βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος στη χώρα μας.

Νικόλαος Μαμαλούγκας

Προϊστάμενος Ε. Υ. ΕΠΠΕΡΑΑ





# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ</b>	<b>8</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>12</b>
<b>1 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</b>	<b>14</b>
1.1 Θεσμικό πλαίσιο	14
1.2 Η κομποστοποίηση στην Ελλάδα	18
<b>2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ</b>	<b>21</b>
2.1 Περιγραφή διαδικασίας κομποστοποίησης	21
2.2 Φάσεις κομποστοποίησης	22
2.3 Στοιχεία βιολογίας και βιοχημείας στη κομποστοποίηση	24
2.3.1 Βιοχημεία – Μηχανισμός Κομποστοποίησης	24
2.3.2 Βιολογία	26
2.4 Κρίσιμες παράμετροι κομποστοποίησης	28
<b>3 ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ</b>	<b>31</b>
3.1 Βασικές κατηγορίες αποβλήτων προς κομποστοποίηση	31
3.2 Προτεινόμενα είδη αποβλήτων προς κομποστοποίηση βάσει ΕΚΑ	33
3.3 Πρόσθετα	36
3.4 Παράμετροι ελέγχου εισερχόμενων αποβλήτων	37
<b>4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ</b>	<b>43</b>
4.1 Στάδια μονάδας – Βασικές λειτουργίες	43
4.2 Είδη ανοιχτών συστημάτων κομποστοποίησης	47
4.3 Τεχνικά/Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά-απαιτήσεις	48
4.4 Διαδικασίες μονάδας κομποστοποίησης	50
Δ1 – Υποδοχή - Παραλαβή εισερχόμενων υλικών	51
Δ2 - Τεμαχισμός πρασίνων (ξυλωδών αποβλήτων)	52
Δ3 - Διάνοιξη σάκων	53
Δ4 - Διαχωρισμός και απομάκρυνση προσμίξεων κατά την προεπεξεργασία	54
Δ5 - Ομογενοποίηση– Δημιουργία υλικού προς κομποστοποίηση	55
Δ6 – Διαμόρφωση σωρών	56
Δ7α – Αερισμός / Ανάδευση σε συστήματα χωρίς εξαναγκασμένο αερισμό	58
Δ7β – Αερισμός / Ανάδευση σε συστήματα με εξαναγκασμένο αερισμό	61
Δ8 – Υγειονοποίηση υλικού κομποστοποίησης	62
Δ9 – Διαβροχή σωρού	63
Δ10 – Κάλυψη σωρών με ημιπερατές μεμβράνες	64

Δ11 – Διαχωρισμός και απομάκρυνση προσμίξεων κατά τη ραφιναρία	65
Δ12 – Τυποποίηση κόμποστ	66
Δ13 – Αποθήκευση κόμποστ	67
<b>4.5 Μηχανολογικός εξοπλισμός</b>	<b>68</b>
<b>4.6 Απαιτούμενο προσωπικό</b>	<b>69</b>
<b>5 ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ</b>	<b>71</b>
<b>5.1 Ορισμός κόμποστ ως προϊόν</b>	<b>71</b>
<b>5.2 Χρήσεις &amp; Εφαρμογές κόμποστ</b>	<b>71</b>
<b>5.3 Προτεινόμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά κόμποστ</b>	<b>74</b>
5.3.1 Ελάχιστες απαιτήσεις - οριακές τιμές	74
5.3.2 Πληροφορίες για το προϊόν	77
<b>5.4 Δειγματοληψία – Αναλύσεις</b>	<b>78</b>
5.4.1 Συχνότητα δειγματοληψιών - αναλύσεων	78
5.4.2 Δειγματοληψία	78
<b>6 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ</b>	<b>80</b>
<b>6.1 Οσμές</b>	<b>81</b>
6.1.1 Γενικά – Μέτρηση οσμών	81
6.1.2 Οσμές κατά την κομποστοποίηση	82
6.1.3 Τρόποι πρόληψης και αντιμετώπισης οσμών	83
6.1.4 Εκτίμηση και παρακολούθηση των επιπτώσεων	84
<b>6.2 Βιοαερολύματα &amp; Παθογόνοι οργανισμοί</b>	<b>86</b>
Μέτρα μείωσης των εκπομπών βιοαερολυμάτων	87
<b>6.3 Σκόνη</b>	<b>88</b>
<b>6.4 Υγρά απόβλητα</b>	<b>89</b>
<b>6.5 Θόρυβος</b>	<b>93</b>
<b>6.6 Άλλες αέριες εκπομπές</b>	<b>95</b>
<b>7 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ, ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ</b>	<b>98</b>
<b>7.1 Οργάνωση αρχείου εγκατάστασης</b>	<b>99</b>
<b>7.2 Έλεγχος παραμέτρων (αναγνωριστική περίοδος)</b>	<b>100</b>
<b>7.3 Παρακολούθηση &amp; Ρύθμιση λειτουργικών παραμέτρων της μονάδας</b>	<b>101</b>
M1 – Μέτρηση θερμοκρασίας	103
M2 – Μέτρηση οξυγόνου & άλλων αερίων	104
M3 – Μέτρηση υγρασίας	104
M4 – Μέτρηση pH	106
M5 – Μέτρηση σταθερότητας – ωριμότητας κόμποστ	107
<b>7.4 Παρακολούθηση και καταγραφή περιβαλλοντικών παραμέτρων (σύνοψη)</b>	<b>108</b>
<b>7.5 Ενημέρωση / ευαισθητοποίηση κοινού σε θέματα κομποστοποίησης</b>	<b>109</b>
<b>8 ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ</b>	<b>112</b>

<b>9</b>	<b>ΥΓΙΕΙΝΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ</b>	<b>118</b>
<b>10</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ</b>	<b>121</b>
<b>11</b>	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	<b>127</b>

P1	ΟΡΙΣΜΟΙ	127
P2	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΟΡΘΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	130
P3Α	ΔΕΛΤΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ – ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	134
P3Β	ΔΕΛΤΙΟ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΣΩΡΟΥ	135
P3Γ	ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΣΥΜΒΑΝΤΩΝ ΟΣΜΩΝ	137
P3Δ	ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΠΣΜΟΥ ΛΟΓΟΥ C/N	138
P3Ε	ΤΥΠΟΙ ΥΠΟΛΟΠΣΜΟΥ ΟΓΚΟΥ ΣΩΡΩΝ	139
P4	ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΤΗ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗ	141
P5	ΖΩΙΚΑ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ	142
P6	ΕΙΔΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	144
P7	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ ΣΕ ΒΙΟΦΙΛΤΡΑ	145
P8	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΟΜΠΟΣΤ	147
P9	ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤ	150
P10	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ	153
P11	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	155

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

159

## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1:	Φάσεις Κομποστοποίησης	23
Πίνακας 2:	Οργανικές ενώσεις στα βιοαπόβλητα (ενδεικτικές τιμές)	25
Πίνακας 3:	Κρίσιμοι Παράμετροι Κομποστοποίησης	28
Πίνακας 4:	Κωδικοί ΕΚΑ αποβλήτων προς κομποστοποίηση	33
Πίνακας 5:	Βασικότερες κατηγορίες και είδη πρόσθετων	36
Πίνακας 6:	Παράμετροι ελέγχου εισερχόμενων υλικών	37
Πίνακας 7:	Τιμές λόγου C/N (Amlinger F., 2009)	39
Πίνακας 8:	Ενδεικτικές Τιμές Υγρασίας (Cornell, 1996)	39
Πίνακας 9:	Τυπικά χαρακτηριστικά υλικών προς κομποστοποίηση	41
Πίνακας 10:	Βασικές Λειτουργίες Μονάδας Κομποστοποίησης (ανά στάδιο)	46
Πίνακας 11:	Ενδεικτικός Μηχανολογικός Εξοπλισμός Μονάδας Κομποστοποίησης	68
Πίνακας 12:	Εφαρμογές του κόμποστ (%) στις κύριες χώρες παραγωγής	73
Πίνακας 13:	Ενδεικτικές Ελάχιστες Απαιτήσεις Ποιότητας Κόμποστ (IPTS, 2014)	74
Πίνακας 14:	Ενδεικτικές απαραίτητες πληροφορίες στο προϊόν (IPTS, 2014)	77
Πίνακας 15:	Ενδεικτική ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών – αναλύσεων κόμποστ (IPTS, 2014)	78
Πίνακας 16:	Ενδεικτική σύσταση υγρών αποβλήτων σε μονάδες κομποστοποίησης	90
Πίνακας 17:	Περιβαλλοντικές Παράμετροι που θα πρέπει να παρακολουθούνται	108
Πίνακας 18:	Σύγκριση Ελάχιστων Απαιτήσεων Ποιότητας Κόμποστ (πρότυπα ή διατάξεις σε ευρωπαϊκό ή εθνικό επίπεδο)	148

## ΣΧΗΜΑΤΑ

---

<b>Σχήμα 1:</b> Περιεχόμενα / Κεφάλαια Οδηγού	<b>13</b>
<b>Σχήμα 2:</b> Θεσμικό πλαίσιο κομποστοποίησης στην Ελλάδα	<b>15</b>
<b>Σχήμα 3:</b> Η διαδικασία της κομποστοποίησης (πηγή: Rynk, et al., 1992)	<b>21</b>
<b>Σχήμα 4:</b> Φάσεις Κομποστοποίησης (πηγή: Cornell, 1996)	<b>22</b>
<b>Σχήμα 5:</b> Σταδιακή ανοργανοποίηση του αρχικών υλικών και των υλικών μεταβολισμού (πηγή: Binner, 2002)	<b>24</b>
<b>Σχήμα 6:</b> Αποσύνθεση διαφόρων χημικών ενώσεων (πηγή: Cornell, 1996)	<b>25</b>
<b>Σχήμα 7:</b> Εύρος θερμοκρασιών για τους μικροοργανισμούς (πηγή: Cornell 1996)	<b>27</b>
<b>Σχήμα 8:</b> Μεταβολή παραμέτρων κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης	<b>30</b>
<b>Σχήμα 9:</b> Τυπικό διάγραμμα ροής – ισοζύγιο μάζας μονάδας κομποστοποίησης (πηγή: OttowJ., 1997)	<b>44</b>
<b>Σχήμα 10:</b> Ενδεικτική Γενική Διάταξη ανοιχτής μονάδας κομποστοποίησης	<b>45</b>
<b>Σχήμα 11:</b> Διαδικασίες μονάδας κομποστοποίησης ανά στάδιο	<b>50</b>
<b>Σχήμα 12:</b> Ο ρολος της ανάδευσης στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σωρού	<b>59</b>
<b>Σχήμα 13:</b> Επιπτώσεις ανά στάδιο κομποστοποίησης	<b>80</b>
<b>Σχήμα 14:</b> Συγκεντρώσεις οσμών πριν και μετά την ανάδευση (πηγή: L.F.Diaz, 2007)	<b>83</b>
<b>Σχήμα 15:</b> Είδη παραγόμενων υγρών αποβλήτων σε κάθε στάδιο της μονάδας	<b>89</b>
<b>Σχήμα 16:</b> Συλλογή και διαχείριση υγρών αποβλήτων (με δύο δεξαμενές)	<b>90</b>
<b>Σχήμα 17:</b> Συλλογή και διαχείριση υγρών αποβλήτων (με μία δεξαμενή)	<b>91</b>

## ΕΙΚΟΝΕΣ

---

<b>Εικόνα 1:</b> Κομποστοποίηση ζωικών υποπροϊόντων (Μέγαρα)	<b>18</b>
<b>Εικόνα 2:</b> Επεξεργασία προδιαλεγμένων βιοαποβλήτων και παραγόμενο κόμποστ στο ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων	<b>19</b>
<b>Εικόνα 3:</b> Παραγόμενο κόμποστ ΕΜΑΚ Χανίων	<b>20</b>
<b>Εικόνα 4:</b> ΕΜΑΚ Α. Λιοσίων και ΕΜΑΚ Χανίων	<b>20</b>
<b>Εικόνα 5:</b> Απεικόνιση αποτελεσμάτων μοντέλου οσμών (ENVIRON I.C., 2013)	<b>85</b>

### 3. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

% κ.β.	Ποσοστό επί τοις εκατό κατά βάρος
% κ.ο.	Ποσοστό επί τοις εκατό κατ' όγκο
ABPR	Animal By-Products Regulation - Κανονισμός (ΕΚ) 1069/2009 περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο
BOD	Biological Oxygen Demand
C/N	Λόγοςάνθρακα / αζώτου
CEN/TC	European Committee for Standardization /Technical Committee
CFCs	Χλωριοφθορωμένονυδρογονάνθρακες
CFU m <sup>-3</sup>	Αριθμό βιώσιμων αποικιών ανά μονάδα όγκου δείγματος αέρα
dBA	Decibel A-weighting (μονάδαμέτρησηςθορύβου)
DTT	Dilutions to threshold (μονάδαμέτρησηςοσμών)
E. Coli	Escherichia coli, βακτήριο
ECN	European Compost Network
EN	European norm
EoW	End of Waste
IPTS	Institute for Prospective Technological Studies – ΕπιστημονικόίνοστιτούτοτηςΕυρωπαϊκήςΈνωσης
OUm <sup>-3</sup>	Ευρωπαϊκή Μονάδα Οσμής (μονάδα μέτρησης οσμών)
PSE	Personal Protective Equipment – Προστατευτικός εξοπλισμός
QAS	Quality Assurance Scheme – Σύστημα διασφάλισης ποιότητας
tn	Τόνος
VOC	Volatileorganiccompounds – πτητικές οργανικές ενώσεις
ΑΕΠΟ	Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων
ΑΣ <sub>10</sub>	Αιωρούμενα σωματίδια διαμέτρου μικρότερης των 10 μm
ΑΣΑ	Αστικά Στερεά Απόβλητα
Δ.Ε.ΔΙ.Σ.Α.	Διαδημοτική Επιχείρηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
ΔσΠ	Διαλογή στην πηγή
ΕΔΣΝΑ	Ειδικός Διαβαθμιδικός Σύνδεσμος Νομού Αττικής
ΕΕΛ	Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων
ΕΚΑ	Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων
ΕΛΙΝΥΑΕ	Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας
ΕΛΟΤ	Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης
ΕΜΑΚ	Εγκατάσταση Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης
ΕΜΠ	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
ΕΠΠΕΡΑΑ	Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη
ΕΣΔΑ	Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων
ΖΥΠ	Ζωικά υποπροϊόντα
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
μm	Μικρόμετρα
ΜΠΕ	Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ξ.ο.	Ξηρή ουσία
ΟΚΩ	Οργανισμός Κοινής Ωφέλειας
ΠΕΣΔΑ	Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων
ΠΠΔ	Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις
ΠΤΠ	Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές
ΣΕΚ	Σύνδεσμος Επιχειρήσεων Κομποστοποίησης
ΥΑ	Υπουργική Απόφαση
ΥΠΑΑΤ	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων
ΥΠΕΚΑ	Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
ΦοΔΣΑ	Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
Χ.Υ.Τ./Χ.Υ.Τ.Α.	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην Ελλάδα παράγονται ετησίως 5,8 εκ. τόνοι αστικών στερεών αποβλήτων, εκ των οποίων περίπου 2,6 εκ. τόνοι είναι βιοαπόβλητα. Το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών εξακολουθεί να καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής, ενώ μόνο ένα μικρό ποσοστό αξιοποιείται μέσω της οικιακής κομποστοποίησης ή ανακτάται σε εγκαταστάσεις βιολογικής επεξεργασίας.

Η μετάβαση σε πρακτικές που συμμορφώνονται με την αρχή της ιεράρχησης διαχείρισης των αποβλήτων είναι αναγκαία για την υλοποίηση των Ευρωπαϊκών Πολιτικών αλλά και για την αποδοτική χρήση των πόρων, βασικό συστατικό της στρατηγικής 'Ευρώπη 2020'.

Τα παραπάνω αποτυπώνονται ξεκάθαρα, στην αναθεώρηση του Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αποβλήτων, με τον οποίο τίθενται, στόχοι και δράσεις σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο για την προώθηση της χωριστής συλλογής των βιοαποβλήτων και για την ανάπτυξη ενός δικτύου μονάδων ανάκτησης προδιαλεγμένων οργανικών αποβλήτων. Ταυτόχρονα, στη νέα προγραμματική περίοδο 2014-2020, προβλέπεται η ενίσχυση τέτοιων δράσεων σε συμφωνία πάντα με τα οικεία Περιφερειακά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων.

Στο πλαίσιο αυτό, η κατασκευή και λειτουργία μικρών μονάδων κομποστοποίησης αναμένεται να αποτελέσει αντικείμενο διαχείρισης για πολλούς Περιφερειακούς ΦοΔΣΑ αλλά και Δήμους.

*Ο Οδηγός λειτουργίας ανοιχτών εγκαταστάσεων κομποστοποίησης (αερόβια επεξεργασία) προδιαλεγμένων βιοαποβλήτων* μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο αρωγό των φορέων αυτών προκειμένου να σχεδιάσουν και να οργανώσουν την καθημερινή λειτουργία των μονάδων τους με τρόπο που να διασφαλίζει πρωταρχικώς μία ασφαλή και περιβαλλοντικά ορθή λειτουργία. Επιπροσθέτως, ο οδηγός παρέχει όλες τις απαραίτητες κατευθύνσεις για την παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας που θα συμβάλουν στην ποιοτική αναβάθμιση των εδαφών και στην εύλογη χρήση πόρων, αποτελώντας τμήμα μίας κυκλικής οικονομίας.

Ο παρών Οδηγός αποτελεί συνέχεια των δράσεων του ΕΠΠΕΡΑΑ στον τομέα της ενίσχυσης της διοικητικής και τεχνικής ικανότητας των φορέων διαχείρισης βιοαποβλήτων, μετά την εκπόνηση του «*Οδηγού εφαρμογής προγραμμάτων ΔσΠ και συστημάτων διαχείρισης βιοαποβλήτων*» (2012) και την έκδοση «*Πρότυπης Οριστικής Μελέτης για εγκαταστάσεις επεξεργασίας προδιαλεγμένων οργανικών αποβλήτων (κομποστοποίησης) και τεύχη δημοπράτησης*» (2013).

Συνιστά απαραίτητο εγχειρίδιο για την ορθή λειτουργία μικρών μονάδων, ενδεικτικής ετήσιας δυναμικότητας κάτω των 10.000 τόνων, οι οποίες διαχειρίζονται βιοαπόβλητα που συλλέγονται χωριστά μέσω συστημάτων ΔσΠ.

Απευθύνεται κατεξοχήν στους φορείς λειτουργίας μονάδων κομποστοποίησης (ΦοΔΣΑ, Δήμοι), αλλά και στους φορείς που είναι υπεύθυνοι για την περιβαλλοντική αδειοδότηση μονάδων κομποστοποίησης και τους φορείς χρηματοδότησης έργων.

Ο Οδηγός δομείται σε 9 βασικά κεφάλαια και 11 Παραρτήματα, ως εξής:



Σχήμα 1: Περιεχόμενα / Κεφάλαια Οδηγού

# 1. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

## 1.1 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Με το Ν. 4042/2012 και την αναθεώρηση του ΕΣΔΑ, καθιερώνεται πλέον στην Ελλάδα η χωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων και προωθείται η ανάπτυξη δικτύου για την ανάκτησή τους. Στο πλαίσιο αυτό, οι μονάδες κομποστοποίησης αναμένεται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη διαχείριση των βιοαποβλήτων.

Πιο συγκεκριμένα, βάσει της εγκεκριμένης μελέτης του ΕΣΔΑ (2014), προβλέπονται οι εξής δράσεις για τη διαχείριση των βιοαποβλήτων:

- **Σύσταση φορέα συντονισμού διαχείρισης βιοαποβλήτων**, με αντικείμενο την οργάνωση, το συντονισμό και την υποστήριξη των φορέων διαχείρισης αποβλήτων (ΦοΔΣΑ, Δήμοι) και των αρμόδιων υπηρεσιών της κεντρικής διοίκησης, καθώς και τη συνεργασία με τους φορείς εκμετάλλευσης μέσω των κλαδικών τους φορέων.
- **Ανάπτυξη προγραμμάτων οικιακής/επιτόπιας κομποστοποίησης** σε πανελλαδικό επίπεδο, με έμφαση σε περιοχές με αγροτικό και ημιαστικό χαρακτήρα.
- **Ανάπτυξη δικτύου ανάκτησης** προδιαλεγμένων οργανικών αποβλήτων μέσω:
  - ο της κατασκευής των προβλεπόμενων μονάδων επεξεργασίας προδιαλεγμένων οργανικών αποβλήτων των ΠΕΣΔΑ.
  - ο της μετατροπής γραμμών υφιστάμενων ΜΕΑ, προκειμένου να δέχονται προδιαλεγμένα οργανικά απόβλητα.
  - ο της κατασκευής μονάδων δημοτικής κομποστοποίησης.
- **Ανάπτυξη δικτύου χωριστής συλλογής βιοαποβλήτων** για την εξυπηρέτηση των προβλεπόμενων μονάδων ανάκτησης βιοαποβλήτων ή και των μονάδων δημοτικής κομποστοποίησης. Εκτός από τα νοικοκυριά, το δίκτυο περιλαμβάνει τους "μεγάλους" παραγωγούς (χώρους πρασίνου, χώρους μαζικής εστίασης, ξενοδοχεία, υγειονομικές μονάδες, στρατόπεδα, λαχαναγορές, κ.λπ.).
- **Διεύρυνση δικτύου χωριστής συλλογής αποβλήτων βρώσιμων ελαίων και λιπών**, κατά προτεραιότητα για την παραγωγή βιοκαυσίμων.
- **Πρώθηση συμφωνιών** με άλλους παραγωγικούς κλάδους ή διαπεριφερειακές συμφωνίες για τη συνεπεξεργασία οργανικών αποβλήτων.

Στο Σχήμα 2 αναλύεται το υπάρχον θεσμικό πλαίσιο που διέπει τη χωριστή συλλογή και την κομποστοποίηση των βιοαποβλήτων. Όπως αναλύεται στα διάφορα κεφάλαια του οδηγού, για την υλοποίηση των παραπάνω δράσεων και τη διασφάλιση της ορθής λειτουργίας των μονάδων κομποστοποίησης και της υψηλής ποιότητας του τελικού προϊόντος, είναι αναγκαία η επέκταση του θεσμικού πλαισίου.

#### Χωριστή Συλλογή

- Νόμος 4042/12 (εθνικός στόχος)
- Οδηγία 2008/98 (ενθαρρύνεται η χωριστή συλλογή)

#### Κομποστοποίηση (Γενικά)

- Οδηγία 2008/98 (ενθαρρύνει την κομποστοποίηση )
- Κ.Υ.Α. 29407/3508/02 (στόχοι εκτροπής ΒΑΑ)
- Νόμος 4042/12 (τέλος ταφής)

#### Κομποστοποίηση (Προδιαγραφές)

- Υ.Α. 114218/97
- Κανονισμός 142/11 για τα ζωικά υποπροϊόντα
- Κ.Υ.Α. 171914/13 (ΠΠΔ)

#### Τελικό Προϊόν - Κόμποστ

- ΚΥΑ 291180/02 & Ν.4235/14 (Λιπάσματα)
- Κανονισμός 889/08 (Βιολογική Γεωργία)
- Υ.Α. 217217/04 (Εδαφοβελτιωτικά)
- Κοινοτικό Οικολογικό Σήμα (Απόφαση 2006/799/ΕΚ, Απόφαση 2007/64/ΕΚ)
- Κ.Υ.Α. 171914/13 (ΠΠΔ)

### Σχήμα 2: Θεσμικό πλαίσιο κομποστοποίησης στην Ελλάδα

Το παραπάνω πλαίσιο αναλύεται στις επόμενες παραγράφους.

## Χωριστή Συλλογή

### Εθνικός Στόχος

Με το Νόμο 4042/2012 (άρθρο 41) έχει τεθεί ο εξής εθνικός στόχος:

*έως το 2015 το ποσοστό χωριστής συλλογής των βιολογικών αποβλήτων θα πρέπει να ανέλθει, κατ' ελάχιστο, στο 5% του συνολικού τους βάρους και έως το 2020, κατ' ελάχιστο, στο 10% του συνολικού τους βάρους.*

Σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη του ΕΣΔΑ, η χωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων προωθείται μέσω της οικιακής και επιτόπιας κομποστοποίησης και την ανάπτυξη δικτύου ΔσΠ με απώτερο σκοπό τη μεγιστοποίηση των ποσοστών ανάκτησης από προδιαλεγμένα βιοαπόβλητα έως το 2020.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην οργάνωση της ΔσΠ στις αστικές περιοχές, τη νησιωτική χώρα, καθώς και τους μεγάλους παραγωγούς βιοαποβλήτων (χώρους πρασίνου, χώρους μαζικής εστίασης, μονάδες catering, ξενοδοχεία, στρατόπεδα, νοσοκομεία, λαχαναγορές, λαϊκές αγορές, κλπ). Επίσης, προβλέπεται η υποχρεωτική εφαρμογή της ΔσΠ των βιοαποβλήτων σε χώρους εστίασης προσωπικού ή κοινού των ΟΚΩ.

### Κατευθύνσεις

Οδηγός εφαρμογής προγραμμάτων ΔσΠ και συστημάτων διαχείρισης βιοαποβλήτων(ΕΠΠΕΡΑΑ, Ιούλιος 2012).

## Κομποστοποίηση

### Εθνικός στόχος

Η επεξεργασία των βιοαποβλήτων και η εκτροπή τους από την ταφή προωθείται μέσω της ΚΥΑ 29407/3508/2002 (άρθρο 4), όπου τίθενται στόχοι εκτροπής των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων (ΒΑΑ) από την ταφή.

Έμμεσα ενθαρρύνεται μέσω της επιβολής του ειδικού τέλους ταφής με το Νόμο 4042/2012 (άρθρο 43).

Σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη του ΕΣΔΑ, προβλέπεται η πλήρης αξιοποίηση των υπό κατασκευή και σχεδιαζόμενων μονάδων επεξεργασίας προδιαλεγμένων οργανικών αποβλήτων και η προώθηση της δημοτικής κομποστοποίησης συνεργιστικά με τις προβλεπόμενες κεντρικές μονάδες των υφιστάμενων περιφερειακών σχεδιασμών. Επίσης, προβλέπεται η εξέταση της δυνατότητας μετατροπής ή προσθήκης γραμμών για προδιαλεγμένα οργανικά απόβλητα στις υφιστάμενες μονάδες επεξεργασίας υπολειπόμενων σύμμεικτων ΑΣΑ.

### Προδιαγραφές

- Προδιαγραφές του Κεφαλαίου 7 της Υ.Α. 114218/1997 'Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων', αφορούν σε προδιαγραφές εγκαταστάσεων Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης, οι οποίες αναμένεται να αντικατασταθούν με την έκδοση νέας ΚΥΑ.
- Όταν οι μονάδες κομποστοποίησης διαχειρίζονται ζωικά υποπροϊόντα, όπως υπολείμματα τροφίμων, εφαρμόζονται επιπρόσθετες διατάξεις όπως καθορίστηκαν με τον Κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 142/2011.
- ΚΥΑ 171914/2013, όπου τίθενται μέτρα, όροι και προδιαγραφές για την κατασκευή και λειτουργία μονάδων κομποστοποίησης που εμπίπτουν σε ΠΠΔ αλλά και για το τελικό προϊόν.

### Περιβαλλοντική αδειοδότηση Μονάδων

Σύμφωνα με την Υ.Α. 1958/2012, οι μονάδες κομποστοποίησης που εξετάζονται στον εν λόγω οδηγό εμπίπτουν στην 'Ομάδα 4 – Συστήματα Περιβαλλοντικών Υποδομών', με κωδικό 'Α/Α 15: Μεμονωμένες εγκαταστάσεις παρασκευής εδαφοβελτιωτικών – κόμποστ από προδιαλεγμένο ή διαχωρισμένο οργανικό κλάσμα αστικών στερεών αποβλήτων σε βιομηχανικά κτίρια ή άλλες κατάλληλες κατασκευές π.χ. τύπου θερμοκηπίου, μη στεγασμένες, κ.λπ.'.

### Κατάταξη μονάδας κομποστοποίησης

Εφόσον, η ημερήσια ποσότητα εισερχόμενων αποβλήτων κυμαίνεται από 1 – 20 t/ημ, η μονάδα κατατάσσεται στην κατηγορία Β και εμπίπτει σε ΠΠΔ, ενώ εάν είναι άνω των 20 t/ημ κατατάσσεται στην κατηγορία Α2 και απαιτείται εκπόνηση ΜΠΕ και έκδοση ΑΕΠΟ. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι εάν η μονάδα λειτουργεί ετησίως σε 5ήμερη βάση, χωρίς αργίες και σε μία βάρδια, τότε το ανώτερο όριο για την κατηγορία Β είναι 5.200 t/έτος ή για 6ήμερη βάση 6.240 t/έτος.

### Διαδικασία ΠΠΔ

Η διαδικασία υπαγωγής μίας μονάδας σε ΠΠΔ καθώς και η απαιτούμενη τεκμηρίωση που θα πρέπει να συνοδεύει το φάκελο περιγράφεται στο Παράρτημα 11.

Επίσης, στο ίδιο παράρτημα, αναλύονται τα βασικά κριτήρια για τη χωροθέτηση μίας μονάδας κομποστοποίησης.



## Γενικές προδιαγραφές

### Τελικό Προϊόν

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 171914/2013, τα προϊόντα λιπασματοποίησης θα πρέπει να **πληρούν και τις απαιτήσεις της Απόφασης 2006/799/ΕΚ** (Κοινοτικό Οικολογικό Σήμα) ως προς:

- την περιεκτικότητα ορισμένων επικινδύνων ουσιών (Παράρτημα – Εδάφιο 2)
- την περιεκτικότητα σε άζωτο (Παράρτημα – εδάφιο 4)
- τις προσμίξεις (Παράρτημα – εδάφιο 3)
- τις επιδόσεις (Παράρτημα – εδάφιο 5).

Η εν λόγω ΚΥΑ αφορά σε μονάδες, που βάσει της κατάταξής τους, εμπίπτουν σε ΠΠΔ.

Στην εγκεκριμένη μελέτη του ΕΣΔΑ, προβλέπεται ο καθορισμός προδιαγραφών ποιότητας για το κόμποστ, οι οποίες θα είναι ανάλογες με την προέλευση των οργανικών αποβλήτων (π.χ. προδιαλεγμένα οργανικά απόβλητα βιομηχανικής προέλευσης, ζωικά υπολείμματα, φυτικά υπολείμματα βιομηχανικής προέλευσης, γεωργοκτηνοτροφικά απόβλητα, λύες) και την ενδεικνυόμενη χρήση του.

## Κόμποστ για χρήση στη γεωργία

Όταν το κόμποστ έχει εφαρμογή στη γεωργία, τότε ισχύει το θεσμικό πλαίσιο που καθορίζεται από το ΥΠΑΑΤ.

1. **ΚΥΑ 291180/11034/02 Άδειες κυκλοφορίας νέων τύπων λιπασμάτων** όπως έχει τροποποιηθεί με την ΚΥΑ 257921/2004, όπου δίνονται ελάχιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά για τα βαρέα μέταλλα και τα θρεπτικά συστατικά
2. **Κανονισμός 889/2008 για τη Βιολογική Γεωργία**, όπου καθορίζονται τα λιπάσματα και τα βελτιωτικά εδάφους που επιτρέπεται η χρήση τους στη βιολογική γεωργία
3. **Νόμος 4235/2014**, όπου στο Άρθρο 49, παρ. 3, γίνεται αναφορά σε προϊόντα από αστικά ή βιομηχανικά απόβλητα καθώς και πρώτες ύλες ζωικής προέλευσης.
4. **ΥΑ 217217/2004** για τις εδαφοβελτιωτικές ουσίες και τα υποστρώματα καλλιεργειών (εδαφομίγματα), από την οποία εξαιρούνται τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται για ίδια χρήση από τον παραγωγό ή διατίθενται χωρίς επεξεργασία, τοπικά σε τρίτους για άμεση χρήση στην εκμετάλλευσή τους.



## Πιστοποίηση κόμποστ

1. **Απόφαση 2006/799/ΕΚ**, περί καθορισμού αναθεωρημένων οικολογικών κριτηρίων και των σχετικών απαιτήσεων αξιολόγησης και εξακρίβωσης για την απονομή κοινοτικού οικολογικού σήματος σε **βελτιωτικά εδάφους**.
2. **Απόφαση 2007/64/ΕΚ**, περί καθορισμού αναθεωρημένων οικολογικών κριτηρίων και των σχετικών απαιτήσεων αξιολόγησης και εξακρίβωσης για την απονομή κοινοτικού οικολογικού σήματος σε **καλλιεργητικά μέσα (υποστρώματα)**.



## Πιστοποίηση Μονάδας

### Διασφάλιση Συμμόρφωσης - Πιστοποίησης

Μόνο το προϊόν της μονάδας (κόμποστ) μπορεί να πιστοποιηθεί με κάποιο Ευρωπαϊκό πρότυπο, όπως π.χ. το Κοινοτικό Οικολογικό Σήμα.

## 1.2 Η ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

### Οικιακή κομποστοποίηση

Βρίσκονται σε εξέλιξη αρκετά προγράμματα προώθησης της οικιακής κομποστοποίησης από την τοπική αυτοδιοίκηση. Αυτά αναμένεται να συνεχιστούν και τα επόμενα έτη, ως μέρος της ολοκληρωμένης διαχείρισης των βιοαποβλήτων στη χώρα μας και των στόχων που θέτει ο ΕΣΔΑ. Οι ποσότητες των βιοαποβλήτων που εκτιμάται ότι έχουν εκτραπεί από την ταφή, μέσω της επιτόπιας/οικιακής κομποστοποίησης ανέρχονται περίπου σε 10.000tn (βάσειΕΣΔΑ).

### Χωριστή συλλογή

Η χωριστή συλλογή εφαρμόστηκε για πρώτη φορά σε επίπεδο Δήμου και συνεχίζεται να υλοποιείται σε τμήματα του Δήμου Αθηναίων και του Δήμου Κηφισιάς, στο πλαίσιο του έργου Athens Biowaste<sup>1</sup>.

Άλλες περιπτώσεις χωριστής συλλογής, εντοπίζονται σε βιοαπόβλητα εμπορικών δραστηριοτήτων και βιομηχανιών τροφίμων, τα οποία οδηγούνται με ευθύνη του παραγωγού σε ιδιωτικές μονάδες κομποστοποίησης.

### Μονάδες κομποστοποίησης ζωικών υποπροϊόντων

Λειτουργούν οχτώ (8) μονάδες κομποστοποίησης ζωικών υποπροϊόντων, εγγεγραμμένες στο σχετικό μητρώο του ΥΠΑΑΤ<sup>2</sup>.

Οι περισσότερες από αυτές επεξεργάζονται κόπρο από κτηνοτροφικές μονάδες και ανήκουν στις ίδιες τις εγκαταστάσεις (εμπίπτουν στον Κανονισμό 1069/2009, άρθρο 24, παρ. 1 στοιχείο ζ).



Εικόνα 1: Κομποστοποίηση ζωικών υποπροϊόντων (Μέγαρα)

<sup>1</sup>LIFE 10 ENV/GR/605 “Ολοκληρωμένη διαχείριση βιοαποβλήτων στην Ελλάδα – Η περίπτωση της Αττικής” ([www.biowaste.gr](http://www.biowaste.gr)) - Αναλυτικά στοιχεία δίνονται στον ‘Οδηγό για την εφαρμογή, έλεγχο και αξιολόγηση προγραμμάτων διαλογής στην πηγή και κομποστοποίησης βιοαποβλήτων’, ΕΠΤΑ-ΕΜΠ-ΕΔΣΝΑ, 2014  
<sup>2</sup>κατάλογος ΥΠΑΑΤ - ΤΟΜΕΑΣ VII - <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/animal-production/75-zoikayproioionta/406-katalogoidiaxwikwnypoproioionton>

**Μονάδες παρασκευής οργανικών λιπασμάτων και βελτιωτικών εδάφους**

Λειτουργούν τρεις (3) μονάδες παρασκευής οργανικών λιπασμάτων και βελτιωτικών εδάφους με πρώτη ύλη ζωικά υποπροϊόντα, εγγεγραμμένες στο σχετικό μητρώο του ΥΠΑΑΤ. Οι μονάδες αυτές παράγουν οργανικά λιπάσματα ή βελτιωτικά εδάφους από απόβλητα/υλικά τα οποία περιλαμβάνουν είδη ζωικής προέλευσης (εμπίπτουν στον Κανονισμό 1069/2009, άρθρο 24, παρ. 1 στοιχείο στ).

Οι μονάδες αυτές διαθέτουν το τελικό προϊόν τους στην αγορά.

**Άλλες μονάδες παραγωγής οργανικών λιπασμάτων**

Λειτουργούν πάνω από δέκα (10) μονάδες που παράγουν οργανικά λιπάσματα στην Ελλάδα<sup>3</sup>. Παρόλα αυτά, οι πρώτες ύλες για την παρασκευή των λιπασμάτων δεν αναγράφονται (προβλέπεται πλέον με το Ν.4235/2014).

**Μονάδες κομποστοποίησης σύμμεικτων & προδιαλεγμένων αστικών αποβλήτων**

Λειτουργούν δύο μονάδες μηχανικής διαλογής - κομποστοποίησης που επεξεργάζονται το οργανικό κλάσμα των σύμμεικτων αστικών αποβλήτων με σκοπό την παραγωγή εδαφοβελτιωτικού (υλικό τύπου κόμποστ). Οι μονάδες αυτές είναι: α) το Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ) Άνω Λιοσίων του ΕΔΣΝΑ και β) το Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ) Χανίων της ΔΕΔΙΣΑ.

#### **ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων**

Το ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων, δυναμικότητας 1.200 τη/ημ., εξυπηρετεί τους Δήμους-μέλη του ΕΔΣΝΑ και δέχεται σύμμεικτα ΑΣΑ. Από το έτος 2013, το ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων δέχεται μικρές ποσότητες προδιαλεγμένων βιοαποβλήτων από τους Δήμους Αθηναίων και Κηφισιάς και από μεγάλους ιδιώτες παραγωγούς, απευθείας στο τμήμα κομποστοποίησης του εργοστασίου. Τα βιοαπόβλητα υφίστανται ξεχωριστή επεξεργασία από το οργανικό κλάσμα των σύμμεικτων αποβλήτων.



**Εικόνα 2: Επεξεργασία προδιαλεγμένων βιοαποβλήτων και παραγόμενο κόμποστ στο ΕΜΑΚ Άνω Λιοσίων**

<sup>3</sup>κατάλογος του ΥΠΑΑΤ - ΤΟΜΕΑΣ ΧΙΙ-<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/lipasmata/278-mitroa>



### ΕΜΑΚ Χανίων

Το ΕΜΑΚ Χανίων, δυναμικότητας 70.000tn/έτος, εξυπηρετεί την Π.Ε. Χανίων και υποδέχεται για επεξεργασία προδιαλεγμένα ανακυκλώσιμα υλικά, προδιαλεγμένο γυαλί, ογκώδη απόβλητα και σύμμεικτα ΑΣΑ. Επίσης, υποδέχεται προδιαλεγμένα βιοαπόβλητα από μεγάλους παραγωγούς, ενώ τους επόμενους μήνες αναμένεται η εγκατάσταση δικτύου καφέ κάδων για τη ΔσΠ αστικών βιοαποβλήτων και η επεξεργασία τους στο τμήμα κομποστοποίησης.

Το παραγόμενο κόμποστ τοποθετείται σε συσκευασία των 30 lt και πωλείται σε δίκτυο καταστημάτων σε όλη την Κρήτη. Επιπλέον, γίνεται διάθεσή του και σε σάκους (bigbags) όγκου 0,5 και 1,0 m<sup>3</sup>.



Εικόνα 3: Παραγόμενο κόμποστ ΕΜΑΚ Χανίων



Εικόνα 4: ΕΜΑΚ Α. Λιοσίων και ΕΜΑΚ Χανίων

## 2.2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

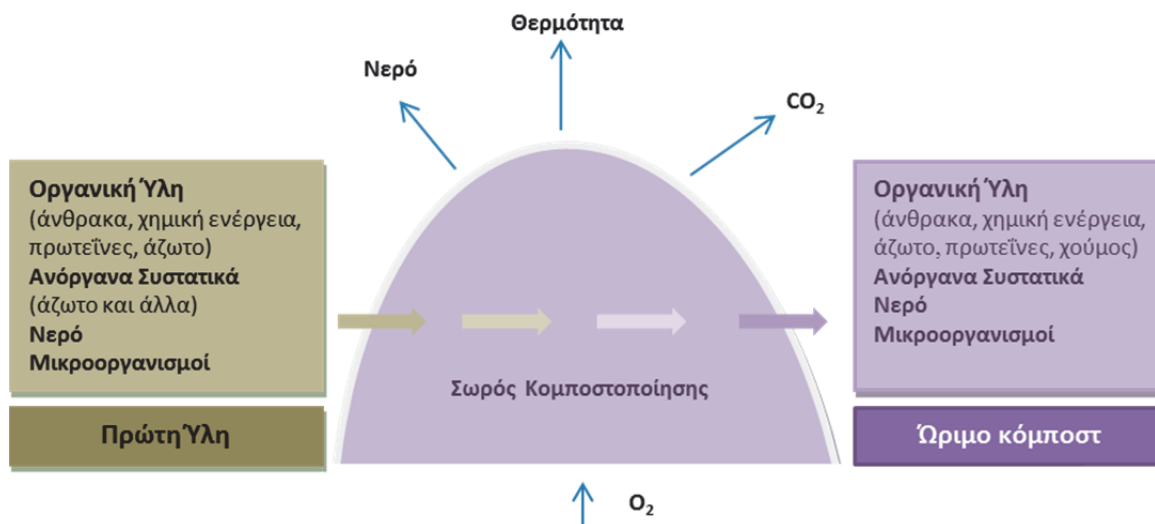
### 2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Με τον όρο κομποστοποίηση νοείται η ελεγχόμενη διαδικασία αποδόμησης οργανικού υλικού, από μικροοργανισμούς σε αερόβιες συνθήκες και η επανασύστασή του σε σταθεροποιημένη οργανική ύλη.

Διάφοροι μικροοργανισμοί (βακτήρια, μύκητες, ακτινοβακτήρια) σε κατάλληλες συνθήκες υγρασίας και αερισμού και μέσω των ενζύμων που παράγουν, αποδομούν σύνθετες χημικές ενώσεις (σάκχαρα, λίπη, κυταρρίνη, λιγνίνη, κα.) που βρίσκονται στην οργανική ύλη. Η μικροβιολογική αυτή δράση προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας στη μάζα του υλικού, η οποία μειώνεται μέχρι τη θερμοκρασία περιβάλλοντος μετά την έντονη αποσύνθεση και σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών.

Κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, νερό, ανόργανα στοιχεία, θερμότητα και σταθεροποιημένο οργανικό υλικό (κόμποστ) που αποτελεί και το τελικό προϊόν, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 3.

Πολυάριθμες χημικές αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα στην κομποστοποίηση, καθώς σύνθετες ενώσεις στην αρχική οργανική ύλη διασπώνται σε πιο απλά συστατικά, τα οποία μετά συντίθενται για τη δημιουργία νέων σύνθετων συστατικών, όπως ο χούμος. Η τελική οργανική ύλη, το κόμποστ, αποτελεί περίπου το 20-40% κ.β. της αρχικής οργανικής ύλης.



Σχήμα 3: Η διαδικασία της κομποστοποίησης (πηγή: Rynk, et al., 1992)

#### Στόχος κομποστοποίησης:

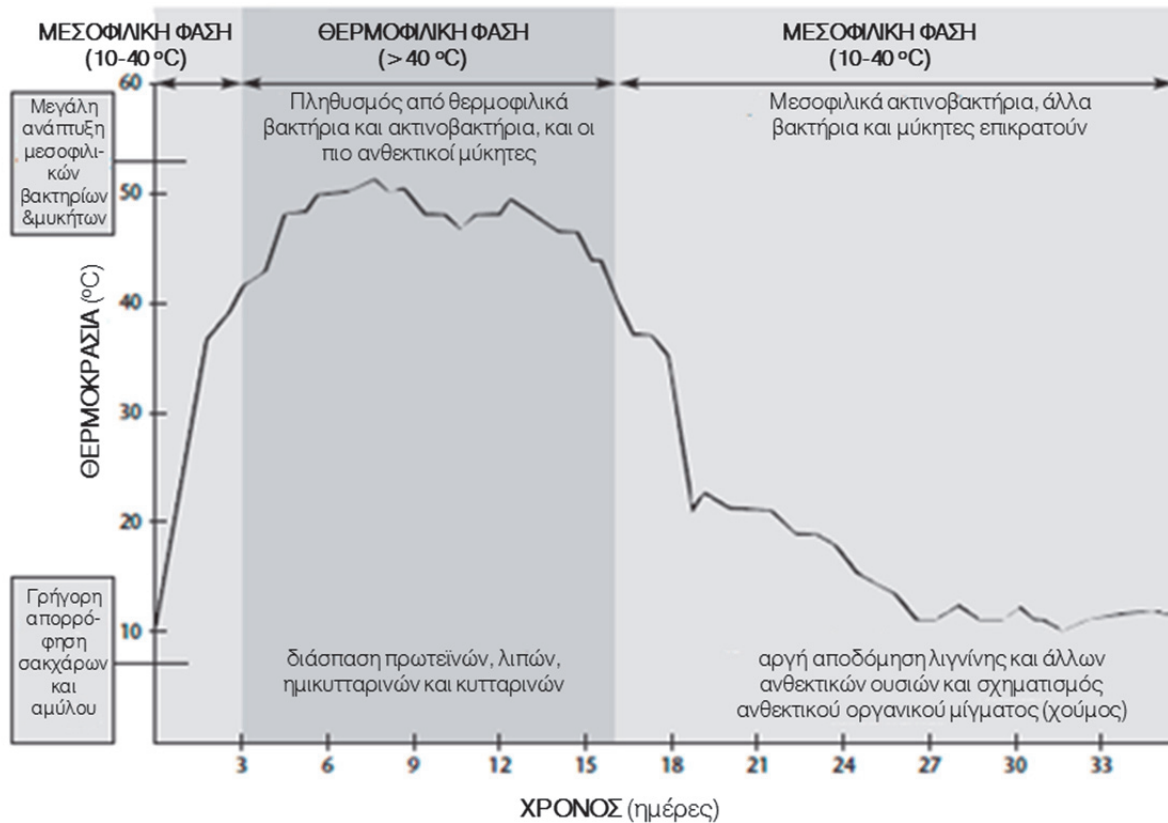
Παραγωγή ενός προϊόντος πλούσιο σε χούμο, που ικανοποιεί τις απαιτήσεις για διάφορες χρήσεις (ως εδαφοβελτιωτικό, υπόστρωμα καλλιεργειών, κ.α.)





## 2.2 ΦΑΣΕΙΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η κομποστοποίηση, λόγω των πολυάριθμων χημικών αντιδράσεων αλλά και των διαφορετικών μικροοργανισμών που αναπτύσσονται και δραστηριοποιούνται, πραγματοποιείται σε τέσσερις φάσεις (Σχήμα 4), οι οποίες διακρίνονται ανάλογα με το ύψος της θερμοκρασίας:



Σχήμα 4: Φάσεις Κομποστοποίησης (πηγή: Cornell, 1996)

Στον Πίνακα 1 περιγράφονται αναλυτικά οι διάφορες φάσεις κομποστοποίησης, οι οποίες συσχετίζονται με τα διάφορα στάδια μίας μονάδας κομποστοποίησης (Κεφάλαιο 4).

### **Πότε ολοκληρώνεται η διαδικασία κομποστοποίησης;**

Όταν έχει σταματήσει η έντονη αποσύνθεση των οργανικών ουσιών και αυτές είναι βιολογικά και χημικά σταθερές.

### **Πότε το κόμποστ θεωρείται έτοιμο;**

Το έτοιμο κόμποστ συχνά αποκαλείται «σταθερό» ή «ώριμο» κόμποστ.

**Σταθερό κόμποστ:** χαρακτηρίζει το βαθμό σταθερότητας του υλικού και την ολοκλήρωση της βιολογικής δραστηριότητας.

**Ώριμο κόμποστ:** χαρακτηρίζει το βαθμό χουμοποίησης (μετατροπή οργανικών ουσιών σε χουμικές ουσίες, οι οποίες είναι ανθεκτικές στην μικροβιολογική αποδόμηση).

**Πίνακας 1: Φάσεις Κομποστοποίησης**

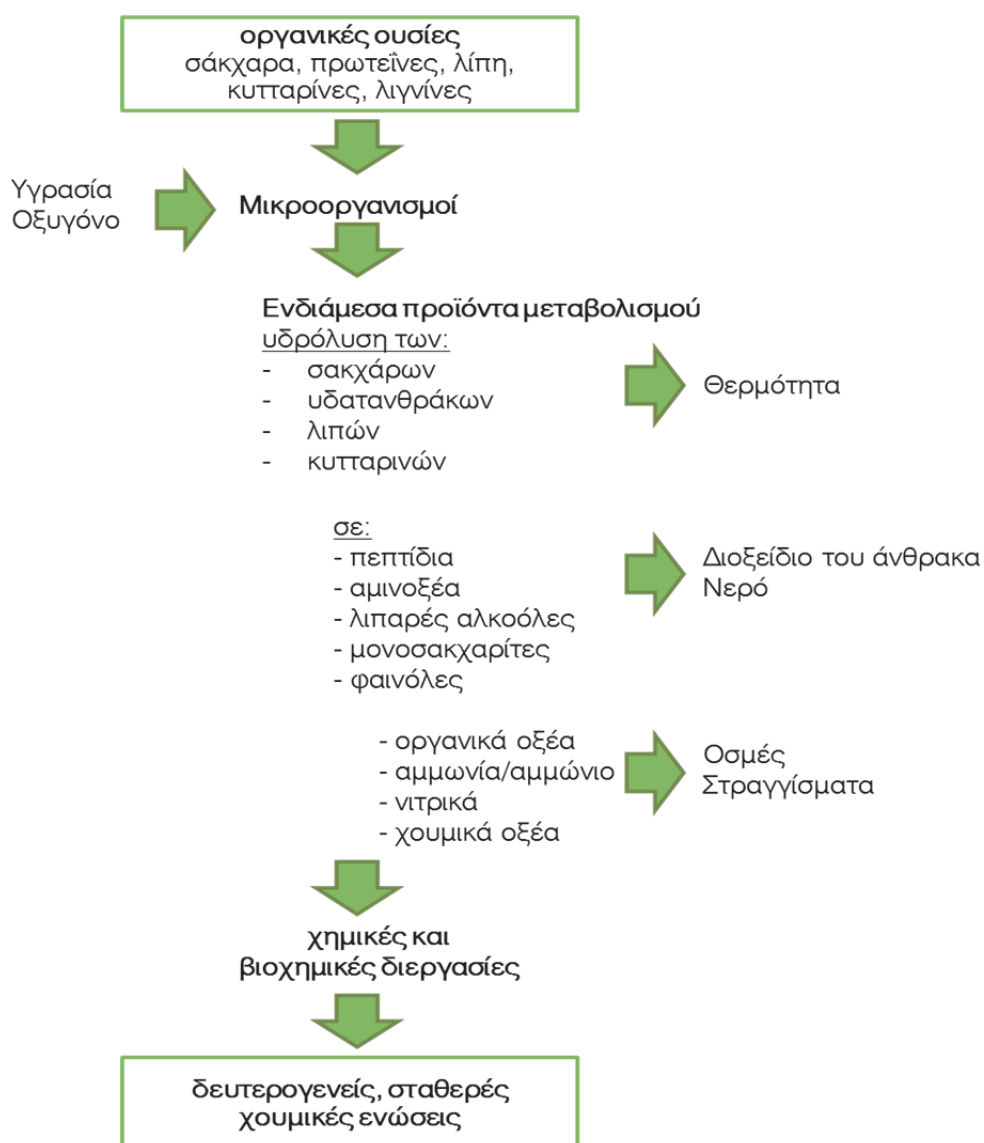
ΦΑΣΕΙΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΤΑΔΙΟ (παραπομπή στο Κεφ. 4)
<p><b>ΨΥΧΡΟΦΙΛΙΚΗ ΦΑΣΗ</b> Θερμοκρασία περιβάλλοντος έως 22°C <i>διάρκεια: 1-2 ημέρες</i></p>	<p>Εγκλιματισμός και αποικισμός του υλικού από βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα και άλλους μικροοργανισμούς απαραίτητους για την κομποστοποίηση.</p>	<p><b>ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΩΡΟΥ)</b></p>
<p><b>ΠΡΩΤΗ ΜΕΣΟΦΙΛΙΚΗ ΦΑΣΗ</b> 22 °C – 40 °C <i>διάρκεια: 3-4 ημέρες</i></p>	<p>Ανάπτυξη και πολλαπλασιασμός μικροοργανισμών με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας. Στη φάση αυτή δραστηριοποιούνται μεσόφιλοι μικροοργανισμοί (μύκητες, βακτήρια, ακτινοβακτήρια) που αποσυνθέτουν με ταχείς ρυθμούς τις εύκολα διασπασίμες ουσίες (πρωτεΐνες, αμινοξέα, λιπίδια, υδατάνθρακες μικρού μοριακού βάρους).</p>	<p><b>ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΕΝΑΡΞΗ ΕΝΕΡΓΟΥΣ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ)</b></p>
<p><b>ΘΕΡΜΟΦΙΛΙΚΗ ΦΑΣΗ</b> 40 °C – 60 °C <i>διάρκεια: ≈15-20 ημέρες</i></p>	<p>Αύξηση της θερμοκρασίας άνω των 40 °C και αντικατάσταση των μεσόφιλων μικροοργανισμών με θερμοφίλους, οι οποίοι επιταχύνουν τη διάσπαση των πρωτεϊνών, λιπών και σύνθετων υδατανθράκων, όπως κυτταρίνες και ημικυτταρίνες.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ επιτυγχάνεται η υγειονομοποίηση του υλικού (&gt;55°C) καταστρέφοντας παθογόνους &amp; σπόρους ζιζανίων</li> <li>■ θερμοκρασίες άνω των 65°C δύναται να καταστρέψουν πολλά είδη μικροοργανισμών και να περιορίσουν σημαντικά το ρυθμό αποδόμησης του υλικού.</li> </ul> <p>Ο χρόνος που απαιτείται για την έναρξη του θερμοφιλικού σταδίου ποικίλει, αλλά συνήθως επιτυγχάνεται σε 2 με 3 μέρες.</p>	<p><b>ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΕΝΕΡΓΟΣ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗ)</b></p>
<p><b>ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΣΟΦΙΛΙΚΗ ΦΑΣΗ</b> 40 °C – θερμοκρασία περιβάλλοντος <i>διάρκεια: &gt; 30 ημέρες</i></p>	<p>Συνεχής μείωση της θερμοκρασίας μέχρι τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, καθώς η βιολογική δραστηριότητα στο υλικό μειώνεται. Μεσοφιλικό μικροοργανισμοί προερχόμενοι είτε από εξωτερικό εμπλουτισμό του υλικού είτε από την αρχική φάση της κομποστοποίησης διατηρημένοι σε ανθεκτικά σπόρια, αποικοδομούν, στη φάση αυτή, ουσίες όπως το άμυλο και η κυτταρίνη.</p> <p>Παρόλο που η θερμοκρασία φτάνει στη θερμοκρασία περιβάλλοντος, χημικές αντιδράσεις συνεχίζουν να λαμβάνουν χώρα κάνοντας την τελική οργανική ύλη πιο σταθερή και κατάλληλη για χρήση.</p> <p>Τελικά, το κόμποστ φτάνει στο στάδιο ωρίμανσης, περιέχοντας ουσίες που δεν επιδέχονται περαιτέρω διάσπαση, όπως χουμικά κολλοειδή που συνδέονται με ανόργανα στοιχεία (σίδηρο, άζωτο, ασβέστιο, κ.α.) και χούμο.</p>	<p><b>ΩΡΙΜΑΝΣΗ</b></p>

## 2.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΣΤΗ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

### 2.3.1. Βιοχημεία – Μηχανισμός Κομποστοποίησης

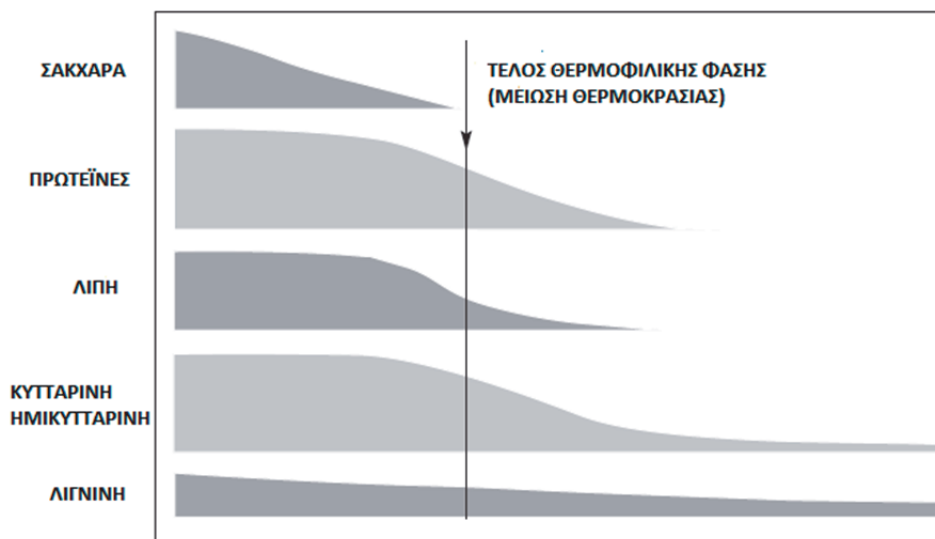
Κατά τη διαδικασία κομποστοποίησης πραγματοποιείται χημική διάσπαση της οργανικής ύλης μέσω των ενζύμων που παράγονται από τους μικροοργανισμούς. Τα ένζυμα λειτουργούν ως καταλύτες των χημικών αντιδράσεων κατά τις οποίες σύνθετες οργανικές ενώσεις, όπως τα σάκχαρα, τα άμυλα, οι πρωτεΐνες και άλλες ουσίες οξειδώνονται παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα, νερό, ενέργεια και άλλα συστατικά ανθεκτικά στην περαιτέρω αποδόμηση.

Στο ακόλουθο σχήμα, απεικονίζεται η διαδικασία σταδιακής ανοργανοποίησης των αρχικών οργανικών υλικών.



Σχήμα 5: Σταδιακή ανοργανοποίηση του αρχικών υλικών και των υλικών μεταβολισμού (πηγή: Binner, 2002)

Εύκολα αποδομήσιμες ουσίες είναι τα σάκχαρα, το άμυλο, τα λίπη, οι ημικυτταρίνες και κάποιες πρωτεΐνες, ενώ η κυτταρίνη και η λιγνίνη χρειάζονται αρκετό διάστημα και κατάλληλες συνθήκες για να αποδομηθούν (βλ. Σχήμα 6). Ο ρυθμός αποδόμησής τους κατά τη φάση της κομποστοποίησης απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Σχήμα 6: Αποσύνθεση διαφόρων χημικών ενώσεων (πηγή: Cornell, 1996)

Είναι προφανές ότι, ανάλογα με τη σύνθεση των βιοαποβλήτων και κατ' επέκταση το είδος των οργανικών ενώσεων στα βιοαπόβλητα (βλ. Πίνακας 2), ο ρυθμός αποδόμησης διαφοροποιείται. Σε κάθε περίπτωση, όμως, το μεγαλύτερο ποσοστό των οργανικών ενώσεων έχει βιοαποδομηθεί κατά το τέλος της θερμοφιλικής φάσης.

Πίνακας 2: Οργανικές ενώσεις στα βιοαπόβλητα (ενδεικτικές τιμές)

Είδος Βιοαποβλήτου	Πρωτεΐνες (%)	Λίπη (%)	Ημι-κυτταρίνες (%)	Κυτταρίνη (%)	Λιγνίνη (%)
Ξύλο πεύκου	μ.δ.	μ.δ.	26	44	27,8
Άχυρο σίτου	μ.δ.	μ.δ.	28,4	30,5	18
Υπολείμματα τροφών	12-18	9-15	μ.δ.	10	μ.δ.
Βιοστερεά	37,0	4,7	μ.δ.	2,6	6,9

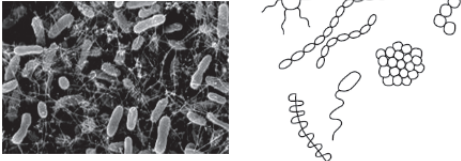
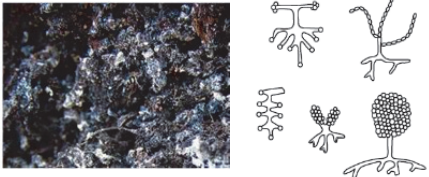
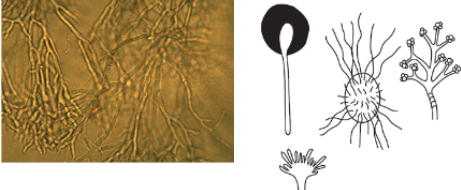

μ.δ. = μη διαθέσιμο, (Πηγή: Epstein, 1996)

### Ποια είδη αποβλήτων αποσυντίθενται πιο γρήγορα;

Τα φρούτα και τα λαχανικά αποσυντίθενται γρήγορα γιατί περιέχουν κυρίως απλούς υδατάνθρακες (σάκχαρα και άμυλο), ενώ αντίθετα τα φύλλα, οι μίσχοι, τα κελύφη και οι φλοιοί δέντρων αποσυντίθενται πιο αργά καθώς περιέχουν κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και λιγνίνη.

## 2.3.2. Βιολογία

Οι βασικότεροι μικροοργανισμοί που λαμβάνουν μέρος στη διαδικασία της κομποστοποίησης είναι τα βακτήρια, τα ακτινοβακτήρια, οι μύκητες και τα πρωτόζωα. Επίσης, η κομποστοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με ή χωρίς την παρουσία ασπόνδυλων (π.χ. γαιοσκώληκες), τα οποία εμφανίζονται συνήθως στην οικιακή κομποστοποίηση ή στην ανοιχτή κομποστοποίηση σε σωρούς.

ΕΙΔΗ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
<p><b>ΒΑΚΤΗΡΙΑ</b></p> <p>Αποτελούν την πλειοψηφία του πληθυσμού των μικροοργανισμών που δρουν κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης (άνω του 80%).</p> 	<p>Αποσυνθέτουν το μεγαλύτερο τμήμα της οργανικής ύλης και συνεπώς ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για την παραγωγή θερμότητας κατά τη διαδικασία κομποστοποίησης.</p> <p>Μεσοφιλικά βακτήρια εμφανίζονται στην αρχή της κομποστοποίησης (&lt;math&gt;&lt;40^{\circ}\text{C}&lt;/math&gt;), τα οποία μπορούν να εντοπιστούν και στο έδαφος-χώμα.</p> <p>Όσο η θερμοκρασία αυξάνεται, θερμοφιλικά βακτήρια αναλαμβάνουν δράση, με κυρίαρχα αυτά του γένους <i>Bacillus</i>. Στις υψηλότερες θερμοκρασίες εμφανίζονται τα βακτήρια του γένους <i>Thermus [Madison]</i>. Όταν η θερμοκρασία μειώνεται, τα μεσοφιλικά αναλαμβάνουν πάλι δράση.</p>
<p><b>ΑΚΤΙΝΟΜΥΚΗΤΕΣ Η΄ ΑΚΤΙΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΗ ΒΑΚΤΗΡΙΑ)</b></p> 	<p>Διασπούν σύνθετες οργανικές ενώσεις όπως κυτταρίνες, λιγνίνες, χυτίνες και πρωτεΐνες. Τα ένζυμά τους βοηθούν στην διάσπαση σκληρών υλικών όπως στελέχη ξύλου, φλοιούς ή εφημερίδες.</p> <p>Μερικά από τα είδη εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της θερμοφιλικής φάσης και άλλα κατά τη διάρκεια της φάσης ωρίμανσης, όπου μόνο οι ιδιαίτερα ανθεκτικές ουσίες παραμένουν στα τελευταία στάδια παραγωγής του χούμου.</p> <p>Τα ακτινοβακτήρια σχηματίζουν μέσα στο κόμποστ μακριές νηματοειδείς διακλαδώσεις που προσομοιάζουν με ιστούς αράχνης. Αυτές εντοπίζονται συνήθως στο τέλος της διαδικασίας, στα εξωτερικά στρώματα του σωρού.</p>
<p><b>ΜΥΚΗΤΕΣ</b></p> 	<p>Περιλαμβάνουν βλαστομύκητες και υφομύκητες. Παίζουν σημαντικό ρόλο στην κομποστοποίηση γιατί αποδομούν σκληρά υλικά, επιτρέποντας στα βακτήρια να συνεχίσουν τη διαδικασία της αποσύνθεσης όταν το μεγαλύτερο τμήμα της κυτταρίνης έχει εξαντληθεί.</p> <p>Εμφανίζονται τόσο στη μεσοφιλική όσο και στη θερμοφιλική φάση και ζουν στο εξωτερικό στρώμα του κόμποστ όταν οι θερμοκρασίες είναι υψηλές. Οι υφομύκητες είναι αποκλειστικά αερόβιοι και μπορεί κάποιες φορές να εμφανίζονται στο κόμποστ υπό τη μορφή γκρι ή άσπρου χνουδιού.</p>
<p><b>ΠΡΩΤΟΖΩΑ</b></p> 	<p>Τα πρωτόζωα είναι μονοκύτταροι μικροσκοπικοί οργανισμοί, οι οποίοι τρέφονται με βακτήρια και μύκητες. Στην κομποστοποίηση έχουν μόνο μικρό ρόλο στη μικροβιακή δράση.</p>



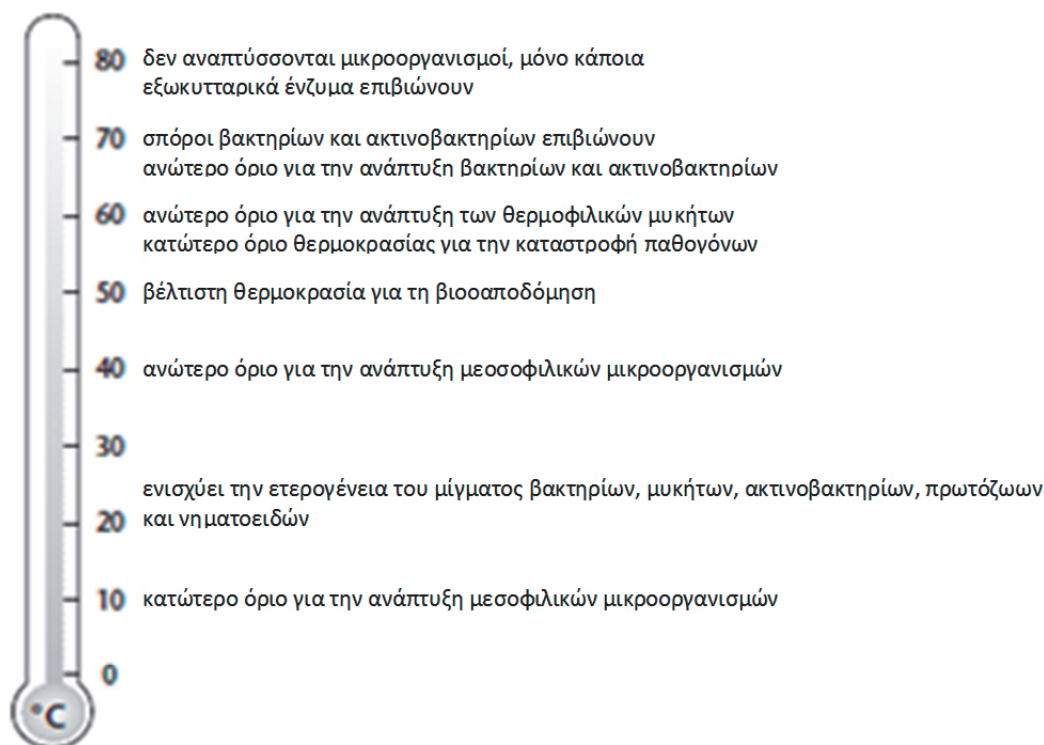
## ΑΣΠΟΝΔΥΛΑ



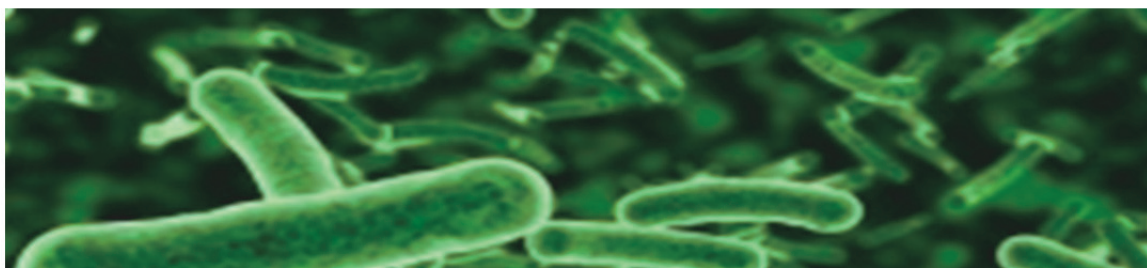
Τα ασπόνδυλα, στα οποία συμπεριλαμβάνονται οι γαιοσκώληκες εμφανίζονται κυρίως στη φάση σταθεροποίησης. Επειδή, όμως, δεν είναι ενεργά σε υψηλές θερμοκρασίες, δεν συναντώνται σε συστήματα κομποστοποίησης που απαιτούν υψηλές θερμοκρασίες για την υγειονομοποίηση του υλικού, π.χ. σε κλειστά συστήματα. Εμφανίζονται και δραστηριοποιούνται στην οικιακή κομποστοποίηση καθώς και σε ανοιχτούς σωρούς.

Παρόλο που η βασική αποδόμηση γίνεται από τους μικροοργανισμούς, τα ασπόνδυλα συμβάλλουν σημαντικά, τεμαχίζοντας την οργανική ύλη και μεταβάλλοντας τη χημική της σύνθεση μέσω της χώνευσης. Επίσης, βελτιώνουν το πορώδες του υλικού καθώς διασχίζουν το υλικό.

Η θερμοκρασία στην οποία δραστηριοποιούνται οι διάφοροι μικροοργανισμοί κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης κυμαίνεται από τους 20 °C έως και τους 70 °C, ενώ η βέλτιστη θερμοκρασία για τη βιοαποδόμηση είναι οι 50°C, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 7: Εύρος θερμοκρασιών για τους μικροοργανισμούς (πηγή: Cornel 1996)



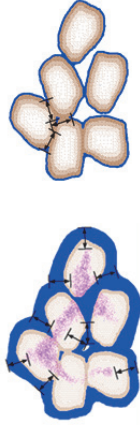
## 2.4. ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Οι βασικές παράμετροι που επηρεάζουν την κομποστοποίηση είναι ο λόγος άνθρακα-αζώτου (C/N), η θερμοκρασία, το οξυγόνο, η υγρασία, το πορώδες και το pH.

**Πίνακας 3: Κρίσιμοι Παράμετροι Κομποστοποίησης**

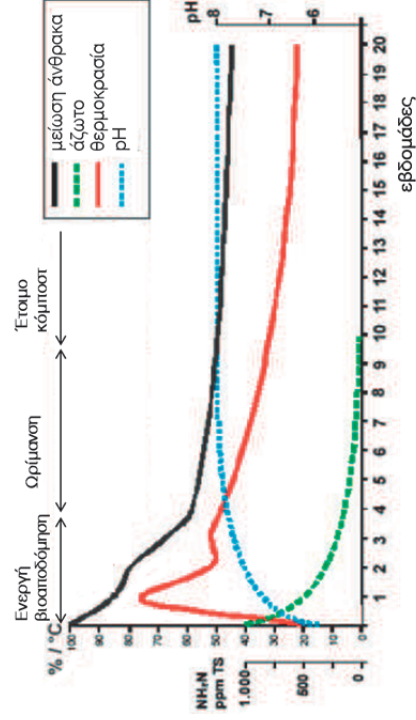
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ	ΡΟΛΟΣ ΣΤΗΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ
<b>ΛΟΓΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑ-ΑΖΩΤΟΥ (C/N)</b>			
Δείκτης της αναλογίας του υλικού σε άνθρακα και άζωτο. Δίνονται αναλυτικές τιμές του λόγου C/N για ένα μεγάλο εύρος υλικών (βλ. Πίνακας 7, σελ.39)	ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΤΙΜΗ 27:1 - 30:1  ΑΠΟΔΕΚΤΗ 22:1 - 40:1	Αποτελεί τη σημαντικότερη παράμετρο που απαιτεί ρύθμιση πριν την έναρξη της κομποστοποίησης.  Σε υψηλές τιμές του λόγου (>50:1) η διαδικασία της κομποστοποίησης επιβραδύνεται (βλ. σχήμα ανωτέρω), ενώ σε χαμηλότερες τιμές παράγεται αμμωνία και άλλες αζωτούχες ενώσεις προκαλώντας οσμές.	 <p>Λόγος C/N &amp; Θερμοκρασία</p> <p>Ο υψηλός δείκτης C/N, ρυθμίζεται με προσθήκη αποβλήτων που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο (π.χ. φρέσκα λαχανικά). Ο χαμηλός δείκτης C/N ρυθμίζεται με προσθήκη αποβλήτων που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα (π.χ. φλοιαί δένδρων). Χρήση Εξισώσεων (βλ. Παράρτημα 3Δ)</p>
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ</b>			
Δείκτης του βαθμού βιοαποδόμησής και της μικροβιακής δραστηριότητας	Θερμ. Περιβ. – max65°C Ανάλογα με τη Φάση Κομποστοποίησης (βλ. Σχήμα 4)  Θα πρέπει να επιτυγχάνεται: >55 °C για την καταστροφή των παθογόνων & ζιζανίων  Θα πρέπει να αποφεύγεται: >65°C για την αποφυγή καταστροφής των μικροοργανισμών	Αποτελεί το βασικότερο δείκτη για τον έλεγχο/παρακολούθηση της διαδικασίας κομποστοποίησης.  Αποσκοπεί σε: - υγειονομοποίηση >55 °C - χυμοποίηση 45-55 °C	<p>Η θερμοκρασία αυξάνεται ή μειώνεται αυτόματα ανάλογα με τη φάση κομποστοποίησης. Απαιτείται, όμως, ρύθμιση καθώς: - η θερμοκρασία δεν κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη τη μάζα του κόμποστ - η θερμοκρασία δεν πρέπει να ξεπεράσει τους 65 °C.</p> <p>Μέτρηση Θερμοκρασίας (βλ. Μ1, σελ. 103)</p>

<p><b>ΟΞΥΓΟΝΟ</b></p> <p>Ο ρυθμός κατανάλωσης του O<sub>2</sub> αποτελεί ένδειξη της έντασης της μικροβιακής δραστηριότητας κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης</p> <p>Δείκτης μη ύπαρξης αναερόβιων συνθηκών</p>	<p>7- 12% κ.ο. O<sub>2</sub> στο σωρό κομποστοποίησης</p> <p>Θα πρέπει να αποφεύγεται:</p> <p>&lt;5 κ.ο. O<sub>2</sub> (αναερόβιες συνθήκες)</p> <p>&lt; 10-12 % κ.ο. CO<sub>2</sub></p> <p>&lt;1 % κ.ο. CH<sub>4</sub></p>	<p>Το οξυγόνο είναι απαραίτητο για τη δράση των αερόβιων μικροοργανισμών και την οξείδωση των οργανικών ουσιών.</p> <p>Χωρίς επαρκές οξυγόνο, η διαδικασία γίνεται αναερόβια και προκαλείται έκλυση σμηρικών ουσιών, όπως το υδρόθειο με τη χαρακτηριστική οσμή των κλούβιων αυγών.</p>	<p>Το O<sub>2</sub> ρυθμίζεται με την ανάδευση/αερισμό του σωρού κομποστοποίησης.</p> <p>Μέτρηση Οξυγόνου (βλ. Μ2, σελ.104)</p> <p>Η ανάγκη σε οξυγόνο εξαρτάται από:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- το είδος των βιοαποβλήτων</li> <li>- τη γεωμετρία των σωρών</li> <li>- το πορώδες</li> <li>- την υγρασία</li> <li>- τη φάση αποδόμησης του υλικού.</li> </ul>
<p><b>ΥΓΡΑΣΙΑ</b></p> <p>Παράμετρος που επηρεάζει τη διάχυση του αέρα στη μάζα του υλικού και την πρόσβαση των μικροοργανισμών στην επιφάνεια των σωματιδίων.</p>	<p>ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΤΙΜΗ 45 % - 60% κ.β</p> <p>ΑΠΟΔΕΚΤΗ 40 % - 65% κ.β.</p> <p>Στην πράξη ισοδυναμεί με την ποσότητα νερού ενός καλά στυμμένου σφουγγαριού</p>	<p>Σε ποσοστά υγρασίας μικρότερα του 40%, η οργανική ύλη δε διασπάται με γρήγορους ρυθμούς, ενώ δύναται να σταματήσει η αποδόμηση και να γίνει ξηρή σταθεροποίηση του υλικού.</p> <p>Εάν το ποσοστό υγρασίας ξεπεράσει το 60%, η διαδικασία τείνει να γίνει αναερόβια. Για το λόγο αυτό απαιτείται αερισμός του υλικού.</p>	<p>Ένα χαμηλό ποσοστό υγρασίας ρυθμίζεται με:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- προσθήκη υλικών με υψηλή υγρασία</li> <li>- διαβροχή του μίγματος κομποστοποίησης.</li> </ul> <p>Ένα υψηλό ποσοστό υγρασίας ρυθμίζεται με:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- προσθήκη υλικών με χαμηλή υγρασία</li> <li>- αερισμό του μίγματος κομποστοποίησης</li> <li>- κάλυψη του σωρού κομποστοποίησης για αποφυγή διαβροχής.</li> </ul> <p>Μέτρηση Υγρασίας (βλ. Μ3, σελ.105)</p>



Υλικό με υψηλή και χαμηλή υγρασία

Πορώδες		Βέλτιστο και μη αποδεκτό πορώδες	
Παράμετρος που επηρεάζει τη διάχυση του αέρα στη μάζα του υλικού και την πρόσβαση των μικροοργανισμών στην επιφάνεια των σωματιδίων.	Παράμετρος που επηρεάζει τη δραση των μικροοργανισμών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως δείκτης της πορείας της κομποστοποίησης.	Βέλτιστη τιμή ειδικού βάρους υλικού προς κομποστοποίηση 500–650kg/m <sup>3</sup> Μέγεθος σωματιδίων 25–40 mm διάμετρο.	Όταν το πορώδες είναι πολύ μικρό, π.χ. σε τεμαχισμένα και συμπιεσμένα υλικά, τότε η κατάλληλη διάχυση αέρα μέσα στη μάζα δεν είναι εφικτή και δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες. Σχετίζεται άμεσα με την υγρασία του υλικού.
<b>pH</b>		Βέλτιστη τιμή αρχικού υλικού προς κομποστοποίηση 6,5 – 8 όταν: - pH<6, η κομποστοποίηση επιβραδύνεται, - pH>8, υπάρχει κίνδυνος εκπομπής ανεπιθύμητης αμμωνίας.	Η κομποστοποίηση δεν επηρεάζεται όταν το pH βρίσκεται στο βέλτιστο εύρος τιμών (σύνηθες για τα προδιαλεγμένα βιοαπόβλητα). Απαιτεί ρύθμιση όταν τα εισερχόμενα απόβλητα έχουν πολύ υψηλή ή χαμηλή τιμή pH (φρούτα, ωμό κρέας ή ψάρι).
			Το πορώδες ρυθμίζεται με την προσθήκη 'υλικών δομής' στο αρχικό μίγμα κομποστοποίησης ή μετέπειτα στο σωρό. Επίσης, το πορώδες αυξάνεται με τη μείωση της υγρασίας στο υλικό.
			Η ρύθμιση του pH επιτυγχάνεται κυρίως με την κατάλληλη αναλογία υλικών στο αρχικό μίγμα κομποστοποίησης, είτε με προσθήκη ασβεστίου ή κάποιου άλλου χημικού μέσου (πρόσθετο υλικό). Μέτρηση pH (βλ. M4, σελ.106)



**Σχήμα 8: Μεταβολή παραμέτρων κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης (πηγή: Binner, 2003)**

## 3. ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

### 3.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΡΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Για καλύτερη κατανόηση όλων των ειδών αποβλήτων που μπορεί να επεξεργαστεί μία μονάδα κομποστοποίησης, ακολουθεί μία αρχική κατηγοριοποίηση, κυρίως βάσει των πηγών προέλευσης.

ΕΙΔΟΣ	ΣΥΛΛΟΓΗ
<b>ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΡΟΦΩΝ/ΤΡΟΦΙΜΩΝ</b>	
Μίγμα μαγειρεμένων και ωμών υπολειμμάτων τροφών από τα νοικοκυριά ή τα καταστήματα υγειονομικού ενδιαφέροντος ή από καταστήματα λιανικής (μανάβικα, supermarkets, λαϊκές αγορές, κλπ.).	Χωριστή συλλογή μέσω συστήματος ΔσΠ από Δήμους.
<b>ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΗΠΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΚΩΝ</b>	
Φυτικά απόβλητα (π.χ. χόρτα, κλαδέματα, είδη ανθοκομίας) από ιδιωτικούς κήπους, δημοτικά πάρκα, χώρους όπως πλατείες, παιδικές χαρές. Απαραίτητη πρώτη ύλη για χρήση ως 'υλικό δομής' στο αρχικό προς κομποστοποίηση μίγμα.	Χωριστή συλλογή μέσω συστήματος ΔσΠ από Δήμους.
<b>ΛΟΙΠΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ</b>	
Απόβλητα από την προετοιμασία και επεξεργασία τροφίμων και γεωργικών προϊόντων.	Συλλογή με ευθύνη του παραγωγού.
<b>ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ, ΚΗΠΕΥΤΙΚΗ, ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ, ΔΑΣΟΚΟΜΙΑ, ΘΗΡΑ ΚΑΙ ΑΛΙΕΙΑ</b>	
Φυτικά και ζωικά υπολείμματα & ζωικά υποπροϊόντα από κτηνοτροφικές μονάδες.	Συλλογή με ευθύνη του παραγωγού.
<b>ΛΟΙΠΑ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ</b>	
Προϊόντα κομποστοποίησης εκτός προδιαγραφών & λυματολάσπη από ΕΕΛ.	Συλλογή με ευθύνη του παραγωγού.





## Πώς επιλέγονται τα είδη αποβλήτων που θα δέχεται η μονάδα κομποστοποίησης;

Οι μονάδες κομποστοποίησης που εξετάζονται στον Οδηγό, αφορούν κατεχοχόν την επεξεργασία αστικών βιοαποβλήτων που συλλέγονται χωριστά μέσω προγραμμάτων ΔσΠ. Παρόλα αυτά, οι μονάδες δύναται να επεξεργαστούν ένα μεγάλο εύρος υλικών, τα οποία είναι διαθέσιμα προς επεξεργασία στην εξυπηρετούμενη περιοχή.

Ακολούθως, περιγράφονται συνοπτικά μερικά κριτήρια επιλογής των εισερχόμενων αποβλήτων.

### Σκοπιμότητα μονάδας κομποστοποίησης

- η διαχείριση προδιαλεγμένων αστικών βιοαποβλήτων αποτελεί το βασικό στόχο των μονάδων κομποστοποίησης που εξετάζονται στον Οδηγό.

### Χρήση και πιστοποίηση τελικού προϊόντος

- ανάλογα με το είδος της πιστοποίησης και την τελική χρήση του προϊόντος θα πρέπει να αποφεύγονται συγκεκριμένοι κωδικοί ΕΚΑ.

### Διαθεσιμότητα αποβλήτων

- το είδος και η ποσότητα μη αστικών βιοαποδομήσιμων αποβλήτων (π.χ. βιομηχανικών, γεωργικών) στην εξυπηρετούμενη περιοχή θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

### Αναγκαιότητα χρήσης των αποβλήτων

- εφόσον κάποια είδη αποβλήτων εκτός των αστικών μπορούν να βελτιώσουν τη διαδικασία κομποστοποίησης ή την ποιότητα του τελικού προϊόντος θα πρέπει να επιλέγονται κατά προτεραιότητα.

### **Κοινοτικό Οικολογικό Σήμα**

Για την πιστοποίηση του κόμποστ με το κοινοτικό οικολογικό σήμα, στα εισερχόμενα βιοαπόβλητα δεν θα πρέπει να περιλαμβάνεται η λυματολάσπη και η τύρφη.

### **Λοιπά πρότυπα πιστοποίησης**

Για την πιστοποίηση του κόμποστ με λοιπά ευρωπαϊκά πρότυπα (ECN-QAS, RAL, κ.α.), στα εισερχόμενα βιοαπόβλητα δεν θα πρέπει να περιλαμβάνεται το οργανικό κλάσμα των σύμμεικτων ΑΣΑ.



## 3.2. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΡΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΒΑΣΕΙ ΕΚΑ

Στην ενότητα αυτή γίνεται κατηγοριοποίηση των αποβλήτων βάσει των κωδικών ΕΚΑ (Απόφαση 2001/118/ΕΚ). Οι κωδικοί ΕΚΑ έχουν επιλεγθεί βάσει της ευρωπαϊκής εμπειρίας και δεν είναι δεσμευτικοί.

**Πίνακας 4:Κωδικοί ΕΚΑ αποβλήτων προς κομποστοποίηση**

ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΚΑ	ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
<b>02. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΓΕΩΡΓΙΑ, ΚΗΠΕΥΤΙΚΗ, ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ, ΔΑΣΟΚΟΜΙΑ, ΘΗΡΑ ΚΑΙ ΑΛΙΕΙΑ, ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ</b>	
<b>02 01 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΓΕΩΡΓΙΑ, ΚΗΠΕΥΤΙΚΗ, ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ, ΔΑΣΟΚΟΜΙΑ, ΘΗΡΑ ΚΑΙ ΑΛΙΕΙΑ</b>	
<b>02 01 01</b> λάσπες από πλύση και καθαρισμό	Λάσπες από τον καθαρισμό και το πλύσιμο φυτικών υπολειμμάτων
<b>02 01 02</b> απόβλητα ιστών ζώων <i>Εμπíπτουν στον Κανονισμό ΖΥΠ</i>	Φτερά, τρίχες, κέρατα, οπλές, κελύφη, νωπό γάλα, οστρακοειδή, αυγά, υποπροϊόντα ιχθυοτροφείων, κα.
<b>02 01 03</b> απόβλητα ιστών φυτών	Υπολείμματα από καλλιέργειες (φρούτα, λαχανικά, σιτηρά, ξερά χόρτα-σανός), φύκια
<b>02 01 06</b> περιττώματα, ούρα και κόπρανα ζώων (συμπεριλαμβάνεται και αλλοιωμένη χορτονομή), υγρά εκροής συλλεγμένα χωριστά και επεξεργαζόμενα εκτός σημείου παραγωγής <i>Εμπíπτουν στον Κανονισμό ΖΥΠ</i>	Κυρίως υπολείμματα από κτηνοτροφικές μονάδες
<b>02 01 07</b> απόβλητα από δασοκομία	Φλοιοί και κορμοί δένδρων, κλαδιά, ρίζες, φύλλα, θάμνοι, κτλ.
<b>02 02 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΡΕΑΤΟΣ, ΨΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ</b>	
<b>02 02 02</b> απόβλητα ιστών ζώων <i>Εμπíπτουν στον Κανονισμό ΖΥΠ</i>	Φτερά, τρίχες, κέρατα, οπλές, κελύφη, νωπό γάλα, οστρακοειδή, αυγά, υποπροϊόντα ιχθυοτροφείων, κα.
<b>02 02 03</b> υλικά ακατάλληλα για κατανάλωση ή επεξεργασία <i>Εμπíπτουν στον Κανονισμό για τα ΖΥΠ</i>	
<b>02 03 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΦΡΟΥΤΩΝ, ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ, ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΩΝ, ΒΡΩΣΙΜΩΝ ΕΛΑΙΩΝ, ΚΑΚΑΟ, ΚΑΦΕ, ΤΣΑΓΙΟΥ ΚΑΙ ΚΑΠΝΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΟΝΣΕΡΒΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΥΜΗΣ ΚΑΙ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ ΖΥΜΗΣ, ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΖΥΜΩΣΗ ΜΕΛΑΣΑΣ</b>	
<b>02 03 01</b> λάσπες από την πλύση, καθαρισμό, αποφλοιώση, φυγοκέντριση και διαχωρισμό	
<b>02 03 04</b> υλικά ακατάλληλα για κατανάλωση ή επεξεργασία	Ληγμένα τρόφιμα που προέρχονται από τις εγκαταστάσεις αυτές
<b>02 05 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ</b>	
<b>02 05 01</b> υλικά ακατάλληλα για κατανάλωση ή επεξεργασία <i>Εμπíπτουν στον Κανονισμό ΖΥΠ</i>	Ληγμένα γαλακτοκομικά προϊόντα
<b>02 06 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΑΡΤΟΠΟΙΙΑΣ ΚΑΙ ΖΑΧΑΡΟΠΛΑΣΤΙΚΗΣ</b>	
<b>02 06 01</b> υλικά ακατάλληλα για κατανάλωση ή επεξεργασία	Ληγμένα προϊόντα αρτοποιίας ζαχαροπλαστικής (ψωμί, ζύμη,

ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΚΑ	ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
	γλυκά, κ.α.)
<b>02 07 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΩΝ ΚΑΙ ΜΗ ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΩΝ ΠΟΤΩΝ (ΕΞΑΙΡΟΥΜΕΝΩΝ ΤΩΝ ΚΑΦΕ, ΚΑΚΑΟ ΚΑΙ ΤΣΑΓΙΟΥ)</b>	
02 07 01 απόβλητα από την πλύση, τον καθαρισμό και τη μηχανική αναγωγή πρώτων υλών	Να μην έχει γίνει προσθήκη χημικών ή πρόσθετων
02 07 02 απόβλητα από την απόσταξη αλκοόλης	Υπολείμματα από φρούτα (π.χ. σταφύλια)
02 07 04 υλικά ακατάλληλα για κατανάλωση ή επεξεργασία	Φυτικά Υπολείμματα
<b>03. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΞΥΛΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΑΜΠΛΑΔΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΠΛΩΝ, ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΠΟΛΤΟΥ, ΧΑΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΝΙΟΥ</b>	
<b>03 01 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΞΥΛΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΑΜΠΛΑΔΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΠΛΩΝ</b>	
03 01 01 απόβλητα φλοιών και φελλών	Φυσική ξυλεία που δεν έχει υποστεί επεξεργασία
03 01 05 ξέσματα, πριονίδι, αποκομμένα τεμάχια, κατάλοιπα ξυλείας, μοριοσανίδες και καπλαμάδες εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στο σημείο 03 01 04 (δηλ. που δεν περιέχει επικίνδυνες ουσίες)	Φυσική ξυλεία που δεν έχει υποστεί επεξεργασία
<b>03 03 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΠΟΛΤΟΥ, ΧΑΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΝΙΩΝ</b>	
03 03 01 απόβλητα φλοιού και ξύλου	Φυσική ξυλεία που δεν έχει υποστεί επεξεργασία
<b>04. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΔΕΡΜΑΤΟΣ, ΓΟΥΝΑΣ ΚΑΙ ΥΦΑΝΤΟΥΡΓΙΑΣ</b>	
<b>04 02 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΥΦΑΝΤΟΥΡΓΙΑΣ</b>	
04 02 21 απόβλητα από μη κατεργασμένες υφαντουργικές ίνες	Υπολείμματα από ίνες κυτταρίνης, φυτικές ίνες ή ίνες μαλλιού
<b>15. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ, ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ, ΥΦΑΣΜΑΤΑ ΣΚΟΥΠΙΣΜΑΤΟΣ, ΥΛΙΚΑ ΦΙΛΤΡΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΣ ΡΟΥΧΙΣΜΟΣ ΜΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΟΜΕΝΑ ΑΛΛΩΣ</b>	
<b>1501 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΙΔΙΑΙΤΕΡΩΣ ΣΥΛΛΕΓΕΝΤΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ)</b>	
150102 πλαστική συσκευασία	Βιοαποδομήσιμες συσκευασίες με πιστοποίηση βάσει του EN 13432
<b>19. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΚΤΟΣ ΣΗΜΕΙΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΥΔΑΤΟΣ ΠΡΟΟΡΙΖΟΜΕΝΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΣ ΓΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ</b>	
<b>19 05 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ</b>	
19 05 03 προϊόντα λιπασματοποίησης εκτός προδιαγραφών	Το υπερμέγεθες κλάσμα από το ραφινάρισμα του κόμποστ
<b>19 06 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ</b>	
19 06 06 προϊόντα ζύμωσης από την αναερόβια επεξεργασία ζωικών και φυτικών αποβλήτων	Το στερεό υπόλειμμα (digestate) από την αναερόβια ζύμωση
<b>19 08 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΟΜΕΝΑ ΑΛΛΩΣ</b>	
19 08 05 λάσπες από την επεξεργασία αστικών λυμάτων	Απαιτείται έλεγχος των συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων
<b>20 ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ (ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΟΜΟΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ, ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΚΑΙ ΙΔΡΥΜΑΤΑ) ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΜΕΡΩΝ ΧΩΡΙΣΤΑ ΣΥΛΛΕΓΕΝΤΩΝ</b>	
<b>20 01 ΧΩΡΙΣΤΑ ΣΥΛΛΕΓΕΝΤΑ ΜΕΡΗ</b>	
20 01 08 Βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα κουζίνας και χώρων ενδιαίτησης <i>Εμπίπτουν στον Κανονισμό ΖΥΠ</i>	Υπολείμματα τροφών από νοικοκυριά, εστιατόρια, μπαρ, καφετέριες, νοσοκομεία,

ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΚΑ	ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
	σχολικές καντίνες που συλλέγονται μέσω συστημάτων διαλογής στην πηγή
<b>20 01 38 Ξύλο εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στο σημείο 20 01 37</b>	Υπολείμματα από φυσικό ξύλο χωρίς κατεργασία. Όχι έπιπλα και ογκώδη οικιακά απόβλητα.
<b>20 02 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΗΠΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΚΩΝ (ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΝΕΚΡΟΤΑΦΕΙΩΝ)</b>	
<b>20 02 01 Βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα</b>	Γρασίδι, γκαζόν, ξερόχορτα, φύλλα, άνθη, φλοιοί δένδρων, κλαδέματα από ιδιωτικούς κήπους και δημόσιους χώρους (πάρκα, πλατείες αθλητικά γήπεδα, κλπ.)
<b>20 03 άλλα δημοτικά απόβλητα</b>	
<b>20 03 02 Απόβλητα από αγορές</b> <i>Εμπίπτουν στον Κανονισμό ΖΥΠ</i>	Μόνο τα βιοαποδομήσιμα υλικά που προσομοιάζουν στους κωδικούς 20 01 08 & 20 02 01

### **Ζωικά Υποπροϊόντα**

*Σε περίπτωση που η μονάδα κομποστοποίησης δέχεται ζωικά υποπροϊόντα, θα πρέπει να λάβει σχετική έγκριση από τη Γ. Διεύθυνση Κτηνιατρικής του ΥΠΑΑΤ και να τηρεί τις προδιαγραφές του Παραρτήματος 5. Εξαιρέση μπορεί να αποτελούν τα αστικά βιοαπόβλητα που εντάσσονται στους κωδικούς ΕΚΑ του Κεφαλαίου 20.*

### **Η λυματολάσπη μπορεί να γίνει αποδεκτή;**

*Η χρήση λυματολάσπης ως πρώτη ύλη στη μονάδα κομποστοποίησης, μπορεί να οδηγήσει σε υπερβάσεις τιμών σε βαρέα μέταλλα στο τελικό προϊόν. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνεται πάντα έλεγχος των συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων πριν την επεξεργασία στη μονάδα (ειδικά κριτήρια ποιότητας – βλ. Παράρτημα 4).*

*Επίσης, σε περίπτωση που ο φορέας λειτουργίας επιθυμεί την πιστοποίηση του τελικού προϊόντος με το κοινοτικό οικολογικό σήμα, η λυματολάσπη δεν εμπίπτει στα αποδεκτά εισερχόμενα απόβλητα.*



### 3.3. ΠΡΟΣΘΕΤΑ

Τα πρόσθετα είναι οργανικά, ανόργανα ή αδρανή υλικά που προστίθενται σε μικρές ποσότητες στο αρχικό προς κομποστοποίηση μίγμα με σκοπό τη βελτίωση της διαδικασίας της κομποστοποίησης και την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Επίσης, τα πρόσθετα μπορεί να είναι υλικά που αναμιγνύονται στο τελικό προϊόν για τη βελτίωση της εμπορικής του αξίας (π.χ. προσθήκη θρεπτικών).

**Πίνακας 5: Βασικότερες κατηγορίες και είδη πρόσθετων**

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΣΤΟΧΟΣ	ΥΛΙΚΑ	ΠΟΤΕ ΣΥΝΙΣΤΑΤΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ
<b>ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ</b>		
Αποτελούνται από μικροοργανισμούς και ένζυμα που προστίθενται στο μίγμα για την ταχεία έναρξη της βιοαποδόμησης.  Επιτυγχάνεται αύξηση του πληθυσμού των αερόβιων μικροοργανισμών με αποτέλεσμα την <b>άμεση εκκίνηση της διαδικασίας κομποστοποίησης</b> και την αποφυγή δημιουργίας αναερόβιων συνθηκών.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ώριμο κόμποστ που είναι πάντα διαθέσιμο στην εγκατάσταση,</li> <li>- χώμα από εύφορο έδαφος</li> <li>- άλλοι ειδικοί ενεργοποιητές (θα πρέπει να ελέγχονται διενεργώντας δοκιμές σε δείγματα σωρών κομποστοποίησης).</li> </ul>	Πάντα κατά τη διαμόρφωση του σωρού.
<b>ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΜΙΓΜΑ</b>		
Υλικά/ουσίες που προστίθενται για τη <b>ρύθμιση των κρίσιμων παραμέτρων της κομποστοποίησης</b> (C/N, pH, πορώδες, υγρασία), την <b>αποφυγή αναερόβιων συνθηκών</b> και τη <b>μείωση των οσμών</b> κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>υλικά δομής</u> όπως : τεμαχισμένα κλαδιά, φλοιοί, άχυρο, πριονίδια, κλπ.  Η προσθήκη υλικών δομής είναι απαραίτητη όταν η βασική πρώτη ύλη είναι προδιαλεγμένα βιοαπόβλητα και θα πρέπει να είναι πάντα διαθέσιμα στη μονάδα.</li> <li>- <u>άλλα υλικά</u> όπως: <ul style="list-style-type: none"> <li>• σκόνη ορυκτών (ζεόλιθος, βασάλτης, περλίτης ελαφρόπετρα),</li> <li>• άργιλος μπετονίτη,</li> <li>• γεωργικός ασβέστης σε μορφή σκόνης ή πέτρας,</li> <li>• τέφρα (κατά μέγιστο 2% κ.β.) και μη επικίνδυνη από την καύση βιομάζας,</li> <li>• χώμα εκσκαφών.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Τα υλικά δομής είναι απαραίτητα σε ποσοστό 40-60% κ.ο. του αρχικού μίγματος κομποστοποίησης.</p> <p>Τα λοιπά υλικά προστίθενται κατά περίπτωση και ανάλογα με τη διαθεσιμότητά τους στην περιοχή.</p>
<b>ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΤΟ ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ</b>		
Υλικά που προστίθενται στο ώριμο κόμποστ, προκειμένου να αποκτήσει εμπορική αξία ή να είναι κατάλληλο για συγκεκριμένες γεωργικές χρήσεις.	ζεόλιθος, περλίτης, τύρφη, άμμος, κλπ.	Ανάλογα με την τελική χρήση του κόμποστ

#### **Πώς επιλέγουμε τα πρόσθετα υλικά;**

Ο φορέας λειτουργίας θα πρέπει να πραγματοποιεί δοκιμές με τα διάφορα είδη πρόσθετων που προτίθεται να χρησιμοποιήσει, ελέγχοντας πώς αυτά επηρεάζουν τις κρίσιμες παραμέτρους κομποστοποίησης (βλ. ενότητα 2.4) και το τελικό προϊόν



### 3.4. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στην ενότητα 2.4, αναλύθηκαν όλες οι παράμετροι που επηρεάζουν τη διαδικασία της κομποστοποίησης, οι περισσότερες από τις οποίες εξαρτώνται από τα εισερχόμενα απόβλητα. Στην παρούσα ενότητα, δίνονται βασικές κατευθύνσεις για το χαρακτηρισμό των εισερχόμενων βιοαποβλήτων στη μονάδα.

**Πίνακας 6: Παράμετροι ελέγχου εισερχόμενων υλικών**

ΕΙΔΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΛΗΨΗ	ΈΛΕΓΧΟΣ - ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ
<b>Ξένες προσμίξεις ( πλαστικό, γυαλί, μέταλλο στα εισερχόμενα απόβλητα)</b>	<p>Σε συστήματα ΔσΠ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Η <u>πλαστική σακούλα</u> αποτελεί το μεγαλύτερο πρόβλημα (διαθέσιμη χωρίς κόστος σε κάθε νοικοκυριό).</li> <li>- Άλλα είδη αποβλήτων (π.χ. συσκευασίες) όταν η συλλογή γίνεται σε κεντρικούς κάδους.</li> </ul> <p><b>Επιθυμητό ποσοστό προσμίξεων:</b> &lt;2% κ.β.  <b>Αναμενόμενο σε νέα συστήματα ΔσΠ:</b> έως και 10% κ.β.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ενίσχυση εκστρατείας ενημέρωσης - ευαισθητοποίηση των πολιτών (βλ. ενότητα 7.5).</li> <li>- Παροχή δωρεάν βιοδιασπώμενων σάκων.</li> <li>- Διασφάλιση τοπικής αγοράς για τους βιοδιασπώμενους σάκους.</li> </ul>	<p>Οπτικός έλεγχος – Απαραίτητη η εκπαίδευση στην εκτίμηση του ποσοστού ξένων προσμίξεων (δειγματοληψία και εργαστηριακή ανάλυση απαιτείται όταν το υλικό ενέχει κινδύνους για την υγιεινή και ασφάλεια).</p> <p>Ανάγκη για ενισχυμένη μηχανική επεξεργασία του υλικού σε διάφορα στάδια της μονάδας.</p>
<b>Βαρέα Μέταλλα – Οργανικοί Ρυπαντές</b>	<p>Βαρέα Μέταλλα: Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn.            Οργανικοί ρυπαντές: PAH<sub>16</sub>, PCBs, PCDD/F.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Συνήθως δεν αποτελούν πρόβλημα σε μονάδες με προδιαλεγμένα αστικά βιοαπόβλητα.</li> <li>- Υψηλές τιμές σε κάποιες παραμέτρους δύναται να παρατηρηθούν σε μεμονωμένες περιπτώσεις όπου τα εισερχόμενα υλικά είχαν ρυπανθεί με κάποιο τρόπο.</li> </ul>	<p>Όταν τα εισερχόμενα απόβλητα προέρχονται από μεγάλο παραγωγό (π.χ. μεταποιητική εγκατάσταση) να ζητούνται (τουλάχιστον την πρώτη φορά) σχετικές αναλύσεις βαρέων μετάλλων και οργανικών ρυπαντών.</p> <p>Όταν η μονάδα δέχεται λυματολάσπη, θα πρέπει να ζητούνται αναλύσεις βαρέων μετάλλων (βλ. Παράρτημα 4).</p>	<p>Δεν απαιτείται δειγματοληψία και εργαστηριακή ανάλυση, καθώς αυτό καλύπτεται από τις αναλύσεις στο τελικό προϊόν.</p> <p>Μόνο σε μεγάλους παραγωγούς την πρώτη φορά και στη λυματολάσπη.</p>

ΕΙΔΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΛΗΨΗ	ΈΛΕΓΧΟΣ - ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ
<b>Φυσικοχημικές ιδιότητες εισερχόμενων υλικών</b>			
<b>Λόγος C/N</b>	<p>Θα πρέπει να είναι γνωστός (βάσει πινάκων) ο λόγος C/N των εισερχόμενων αποβλήτων για να επιτευχθεί το βέλτιστο εύρος τιμών στο τελικό προς κομποστοποίηση μίγμα (βλ. Πίνακας 3)</p>		<p>Εμπειρικός έλεγχος – Εξισώσεις (βλ. Παράρτημα 3Δ). Ρύθμιση του λόγου C/N του αρχικού μίγματος με την κατάλληλη αναλογία υλικών.</p>
<b>Υγρασία</b>	<p>Θα πρέπει να εκτιμάται (εμπειρικά) η υγρασία των εισερχόμενων αποβλήτων για να επιτευχθεί το βέλτιστο εύρος τιμών στο τελικό προς κομποστοποίηση μίγμα. Ενδεικτικό εύρος τιμών (βλ. Πίνακας 8). Συχνά τα υλικά που είναι πλούσια σε άζωτο έχουν υψηλή υγρασία και αυτά που είναι πλούσια σε άνθρακα, χαμηλή υγρασία. Ένα μίγμα με την κατάλληλη αναλογία C/N περιέχει και την κατάλληλη περιεκτικότητα σε υγρασία.</p>	<p>Όταν αφορά μεγάλο παραγωγό (π.χ. μεταποιητική εγκατάσταση) να ζητούνται στοιχεία (τουλάχιστον την πρώτη φορά)</p>	<p>Εμπειρικός έλεγχος (βλ. Μ3, σελ.105) Ρύθμιση υγρασίας αρχικού μίγματος με την κατάλληλη αναλογία υλικών (βλ. Δ5, σελ. 55) ή με διαβροχή.</p>
<b>pH</b>	<p>Θα πρέπει να ελέγχεται μόνο αν τα εισερχόμενα απόβλητα ενδέχεται να έχουν πολύ χαμηλή ή υψηλή τιμή pH (π.χ. μεταποιητική εγκατάσταση). Στην πράξη με τη σωστή αναλογία C/N στο μίγμα, η τιμή του pH της πρώτης ύλης κυμαίνεται στο επιθυμητό εύρος τιμών.</p>		<p>Δεν απαιτείται έλεγχος ή ρύθμιση εκτός κι αν πρόκειται για επεξεργασία ειδικών αποβλήτων. Στην περίπτωση αυτή, η ρύθμιση γίνεται με την κατάλληλη αναλογία υλικών (βλ. Δ5, σελ. 55) ή χρήση πρόσθετων. Μέτρηση (βλ. Μ4, σελ. 106)</p>

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τιμές του λόγου C/N για ένα μεγάλο εύρος υλικών, ενώ οι εξισώσεις υπολογισμού του λόγου C/N του προς κομποστοποίηση μίγματος δίνονται στο Παράρτημα 3Δ.

**Πίνακας 7: Τιμές λόγου C/N (Amlinger F., 2009)**

ΕΙΔΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	C/N	ΕΙΔΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	C/N
υπολείμματα λαχανικών	10 - 20	γρασίδι	12 - 25
απόβλητα τροφίμων (από εστιατόρια)	12 - 20	διάφορα μικρά απόβλητα κήπου	20 - 60
απόβλητα από επεξεργασία φρούτων	15 - 25	φυτά πατάτας	25
μίγμα αποβλήτων κουζίνας	20 - 23	λουλούδια και μίγμα φυτικού ιστού	20 - 60
απόβλητα κουζίνας	23	ογκώδη υπολείμματα θάμνων, τεμαχισμένα	23 - 31
φρούτα	35	διάφορα φύλλα	30 - 60
απόβλητα χαρτιού	120 - 170	φύλλα (κλήθρα, μελία, γαύρος)	25
πριονίδι	100 - 500	φύλλα (φλαμουριά, βελανιδιά, σημύδα, ξύλο βαμβακιού, οξυά)	40 - 60
χαρτί και χαρτόνι	200 - 500	βελόνες κωνοφόρων	30 - 100
υγρή κοπριά	2 - 3	άχυρο (κριθάρι, ψυχανθή)	40 - 50
κοπριά πτηνών χωρίς υλικό επίστρωσης	10	άχυρο (βρώμη)	60
κόμποστ από κοπριά βοοειδών	10	άχυρο (σίκαλη, σιτάρι)	100
κοπριά πτηνών και άχυρο	13 - 18	φλοιοί	100 - 130
κοπριά βοοειδών (με λίγο άχυρο)	20	υπολείμματα κοπής δέντρων από καθαρό ξύλο	100 - 150
κοπριά αλόγων	25	άχυρο (βρώμη)	60
κοπριά βοοειδών & μεγάλη ποσότητα επίστρωσης από άχυρο	30	τύρφη	30 - 50

Παρόλο που η υγρασία στα εισερχόμενα απόβλητα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως οι καιρικές συνθήκες και η συχνότητα συλλογής, στον ακόλουθο πίνακα δίνονται χαρακτηριστικές τιμές για κάποια είδη αποβλήτων.

**Πίνακας 8: Ενδεικτικές τιμές υγρασίας (Cornell, 1996)**

ΕΙΔΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΥΓΡΑΣΙΑΣ (% κ.β.)
φρούτα και λαχανικά	80-90
γρασίδι	80
φύλλα	40
πριονίδι	40
υπολείμματα κοπής δέντρων από καθαρό ξύλο	15

Πηγή: Kompostverordnung, BGBl. II Nr. 292/2001

### **Ποια βασικά υλικά επιδρούν αρνητικά στην ποιότητα του τελικού προϊόντος;**

#### **- Γυαλί**

Το γυαλί θα πρέπει να αφαιρείται πριν την έναρξη της κομποστοποίησης, διότι με την ανάδευση τεμαχίζεται περαιτέρω και δεν μπορεί να απομακρυνθεί κατά το στάδιο της ραφίναρίας με συμβατικές διατάξεις. Η ύπαρξη γυαλιού στο κόμποστ υποβαθμίζει αισθητικά την εικόνα του τελικού προϊόντος και το καθιστά επικίνδυνο κατά τη χρήση του (ενδεχόμενο κοπής) μειώνοντας σημαντικά την εμπορική του αξία.

#### **- Πλαστικό**

Το πλαστικό που εντοπίζεται τεμαχισμένο στο τελικό προϊόν μπορεί να απομακρυνθεί μόνο με ειδικές διατάξεις. Υποβαθμίζει αισθητικά την εικόνα του τελικού προϊόντος μειώνοντας σημαντικά την εμπορική του αξία.

#### **- Μέταλλα**

Τα σιδηρούχα μέταλλα ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για την ύπαρξη βαρέων μετάλλων στο κόμποστ (κυρίως Cr, Ni, Hg). Καλό είναι να αφαιρούνται κατά το στάδιο της προεπεξεργασίας.

### **Χαρακτηριστικά εισερχόμενων βιοαποβλήτων στο ΕΜΑ Α. Λιοσίων**

*Βάσει αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν από το ΕΜΠ και τον ΕΔΣΝΑ, τα προδιαλεγμένα βιοαπόβλητα των Δήμων Αθηναίων και Κηφισιάς είχαν τα εξής χαρακτηριστικά:*

λόγος C/N: 38  
υγρασία: 76%  
pH: 5-5,3



Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται ενδεικτικά χαρακτηριστικά διαφόρων υλικών προς κομποστοποίηση.

**Πίνακας 9: Τυπικά χαρακτηριστικά υλικών προς κομποστοποίηση.**

ΕΙΔΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	Συστατικά	Περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά	Αναλογία C/N	Καταλληλότητα υλικού για την προσθήκη		Υγρασία	Τάση έκλυσης οσμών	Βλαβερές ουσίες	Συστάσεις
				C	N				
Απόβλητα τροφών	Κυτταρίνη, πρωτεΐνες	++	15-20	-	+++	++	+++	+++	Προσθήκη υλικού δομής
Οικιακά βιοαπόβλητα	Κυτταρίνη, λιγνίνη, πρωτεΐνες	++	20-40	++	+++	++	+++	+++	Προσθήκη υλικού δομής
Υπολείμματα φρούτων/λαχανικών	Σάκχαρα, κυτταρίνη, πρωτεΐνες	+++	13-20	++	++/++++	+++	+++	+	Προσθήκη υλικού δομής
Απόβλητα τροφών καταστημάτων υγειονομικού ενδιαφέροντος	Κυτταρίνη, πρωτεΐνες	+++	12-20	+	++/++++	+++	+++	+++	Προσθήκη υλικού δομής
Στρωμνή, κόπρος οικόσπιτων ζώων	Κυτταρίνη, λιγνίνη, πρωτεΐνες, άργιλος	++	++	++	-/++	+	+++		Πολύ καλή ανάμιξη με άλλα υλικά, προσθήκη κόμποστ και γαιωδών υλικών
Χαρτί, χαρτόνι	Κυτταρίνη, λιγνίνη	+	>60	+++	-	-	-	+ /+++ (έντυπο χαρτί)	Προσθήκη υλικού δομής και περιεκτών θρεπτικών συστατικών
Γρασίδι	Κυτταρίνη, πρωτεΐνες	++++	12-25	+	+ /+++	+++	+++	- /+++	Προσθήκη υλικού δομής, φυσική μάρανση
Υπολείμματα κοπής θάμνων και δέντρων (κλαδέματα)	Κυτταρίνη, λιγνίνη	++	100-150	+++	- /+	+	+	- /++	Προσθήκη περιεκτών πρωτεΐνης
Φύλλα	Κυτταρίνη, λιγνίνη, ταννίνη	++	30-60	+++	+ /+++	+	+	- /+++	Προσθήκη υλικού δομής και περιεκτών πρωτεΐνης
Φλοιοί	Κυτταρίνη, λιγνίνη, ταννίνη	+	100-130	+++	- /+++	-	-	+ /+++ (Zn, Cr, παρασιτοκτόνα)	Προσθήκη περιεκτών πρωτεΐνης
Πριονίδι	Λιγνίνη	+	100-500	+++	-	-	-	+ /+++ (παρασιτοκτόνα)	Προσθήκη περιεκτών πρωτεΐνης
Ίλος	P, N	++ /+++	8-12	+	+++	++++	+ /+++	+++	Υγειονομίαση, Προσθήκη υλικού δομής: >50% (κ.ο.)





## 4. ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

### 4.1. ΣΤΑΔΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ – ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται αναλυτικά όλα τα παραγωγικά στάδια μίας μονάδας κομποστοποίησης καθώς και οι βασικές τους λειτουργίες. Αυτά διακρίνονται στα εξής:

- Υποδοχή – Παραλαβή Αποβλήτων.
- Προεπεξεργασία.
- Κομποστοποίηση (5 – 10 εβδομάδες).
- Ωρίμανση (8 εβδομάδες).
- Ραφιναρία.
- Αποθήκευση κόμποστ.

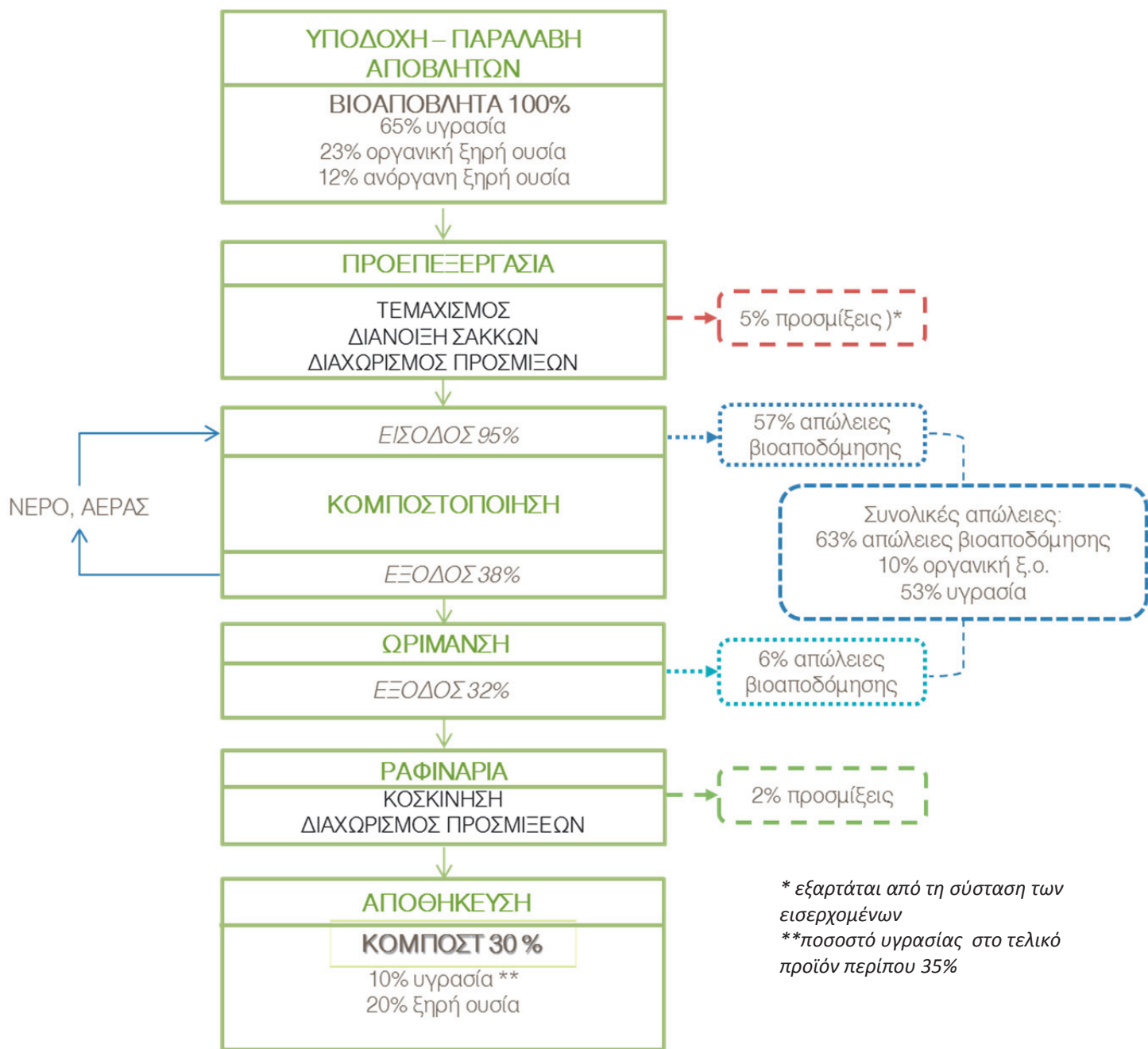
#### Στάδια Μονάδας & Φάσεις Κομποστοποίησης

*Στάδια Μονάδας:* νοούνται όλα τα παραγωγικά στάδια της μονάδας και όχι μόνο η διαδικασία της κομποστοποίησης.

*Φάσεις Κομποστοποίησης:* νοούνται οι φάσεις της διαδικασίας κομποστοποίησης, όπως απεικονίζονται στο Σχήμα 4.



Στη συνέχεια δίνεται ένα τυπικό διάγραμμα ροής και ισοζύγιο μάζας για καλύτερη κατανόηση των λειτουργιών της (Σχήμα 9) καθώς και μία ενδεικτική γενική διάταξη ανοιχτής μονάδας κομποστοποίησης (Σχήμα 10).



Σχήμα 9: Τυπικό διάγραμμα ροής – ισοζύγιο μάζας μονάδας κομποστοποίησης (πηγή: Ottow J., 1997)

Για τη μετατροπή των τιμών μάζας σε όγκο μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα παρακάτω στοιχεία :

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΥΛΙΚΟΥ	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (tn/m <sup>3</sup> )
Απόβλητα τροφών/τροφίμων	0,6
Απόβλητα κήπων και πάρκων (τεμαχισμένα)	0,3
Απόβλητα κήπων και πάρκων (χύδην μορφή)	0,2
Υλικό προς κομποστοποίηση	0,5
Κόμποστ	0,6

1 tn βιοαπόβλητα	→	0,3 tn κόμποστ
2 m <sup>3</sup> βιοαπόβλητα	→	0,5 m <sup>3</sup> κόμποστ



# ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ



Ο Πίνακας 10 περιγράφει συνοπτικά κάθε στάδιο της μονάδας κομποστοποίησης.

**Πίνακας 10: Βασικές Λειτουργίες Μονάδας Κομποστοποίησης (ανά στάδιο).**

ΣΤΑΔΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ
<p><b>1. ΥΠΟΔΟΧΗ – ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ</b> Περιλαμβάνει την εκφόρτωση, τον έλεγχο και την οριστική παραλαβή των αποβλήτων καθώς και την ενδιάμεση αποθήκευσή τους μέχρι την έναρξη της προεπεξεργασίας.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Εκφόρτωση των εισερχόμενων υλικών από τα οχήματα συλλογής-μεταφοράς, σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο ανάλογα με το είδος του υλικού.</li> <li>■ Οπτικός έλεγχος των εισερχόμενων υλικών.</li> <li>■ Οριστική παραλαβή υλικού ή μη αποδοχή του στη μονάδα.</li> <li>■ Προσωρινή αποθήκευση εν αναμονή της προεπεξεργασίας.</li> </ul>
<p><b>2. ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ</b> Περιλαμβάνει κυρίως μηχανικές διεργασίες, οι οποίες έχουν ως στόχο τη βελτιστοποίηση των χαρακτηριστικών των εισερχόμενων αποβλήτων με γνώμονα την ομαλή διεξαγωγή της κομποστοποίησης.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Η αφαίρεση των ξένων προσμίξεων.</li> <li>■ Η διάνοιξη των σάκων σε περίπτωση που η ΔσΠ των βιαποβλήτων γίνεται εντός πλαστικών σάκων.</li> <li>■ Ο τεμαχισμός ξυλωδών υλικών (κλαδιά, δέντρα, κλπ.) για τη δημιουργία υλικού δομής.</li> <li>■ Η ανάμιξη και ομογενοποίηση των υλικών για τη ρύθμιση των παραμέτρων:λόγο C/N, πορώδες, υγρασία.</li> </ul>
<p><b>3. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ (ΕΝΕΡΓΗ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗ)</b> Περιλαμβάνει τις πρώτες φάσεις της κομποστοποίησης:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- τη ψυχοφιλική φάση όπου γίνεται ο αποικισμός του υλικού με μικροοργανισμούς</li> <li>- τη μεσοφιλική φάση (22 °C – 40 °C) όπου αποσυντίθενται οι εύκολα διασπασίμες ουσίες</li> <li>- τη θερμοφιλική φάση (40°C – 60°C) όπου γίνεται και η υγειονομοποίηση του υλικού.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Η συνεχής αποδόμηση των οργανικών ουσιών.</li> <li>■ Η υγειονομοποίηση του υλικού.</li> <li>■ Η δημιουργία ενός σχετικά άοσμου προϊόντος, το οποίο μπορεί να επεξεργαστεί περαιτέρω (ωρίμανση, ραφίναρια) για τη δημιουργία του τελικού προϊόντος.</li> </ul> <p>Η κομποστοποίηση πραγματοποιείται σε σειράδια τριγωνικού ή τραπεζοειδούς σχήματος (βλ. σελ.57).</p>
<p><b>4. ΩΡΙΜΑΝΣΗ</b> Περιλαμβάνει την τελευταία φάση της κομποστοποίησης:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Τη δεύτερη μεσοφιλική φάση (40°C – θερμοκρασία περιβάλλοντος).</li> </ul> <p>Ολοκληρώνεται όταν η θερμοκρασία του υλικού εξισωθεί με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Η διάσπαση δύσκολα αποδομήσιμων οργανικών ουσιών (κυτταρίνη, λιγνίνη) που περιέχονται π.χ. σε ξυλώδη απόβλητα.</li> <li>■ Η δημιουργία ενός σχετικά άοσμου προϊόντος, το οποίο μπορεί να επεξεργαστεί περαιτέρω (ραφίναρια) για τη δημιουργία του τελικού προϊόντος.</li> </ul> <p>Η ωρίμανση πραγματοποιείται σε σωρούς τριγωνικού ή τραπεζοειδούς σχήματος.</p>
<p><b>5. ΡΑΦΙΝΑΡΙΑ</b> Τελική μηχανική επεξεργασία του κόμποστ .</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ο διαχωρισμός των εναπομεινάντων προσμίξεων, όπως πλαστικά, μέταλλα, γυαλί κλπ.</li> <li>■ Η παραγωγή κόμποστ με σταθερά ποιοτικά χαρακτηριστικά.</li> </ul>
<p><b>6. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ</b> Αποθήκευση του έτοιμου κόμποστ σε κατάλληλες συνθήκες και για ένα εύλογο χρονικό διάστημα για την αποφυγή αλλοίωσης της ποιότητάς του.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Η διασφάλιση κατάλληλων συνθηκών αποθήκευσης ώστε το τελικό προϊόν να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον σκοπό που έχει παραχθεί.</li> <li>■ Η προστασία του έτοιμου κόμποστ από έντονα καιρικά φαινόμενα (βροχή, ξηρασία, άνεμο).</li> </ul>



## 4.2. ΕΙΔΗ ΑΝΟΙΧΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Τα συστήματα κομποστοποίησης μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο βασικές κατηγορίες:

- **Ανοιχτά συστήματα**, με κύριο χαρακτηριστικό ότι η κομποστοποίηση γίνεται σε επιμήκεις σωρούς (σειράδια) σε πλήρως ανοιχτούς ή στεγασμένους χώρους.
- **Κλειστά συστήματα**, με κύριο χαρακτηριστικό ότι η κομποστοποίηση λαμβάνει χώρα σε κλειστούς χώρους, κτίρια ή βιοαντιδραστήρες.

Τα δύο βασικά είδη ανοιχτών συστημάτων που συναντώνται στην πράξη, απεικονίζονται στις ακόλουθες εικόνες:

Ανοιχτό σύστημα κομποστοποίησης σε σειράδια με φυσικό αερισμό και μηχανική ανάδευση



Κύριο χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι ότι ο αερισμός του σωρού γίνεται μέσω ανάδευσης με τη χρήση αναστροφέα ή φορτωτή.

Ανοιχτό σύστημα κομποστοποίησης σε σειράδια με εξαναγκασμένο αερισμό με ή χωρίς μηχανική ανάδευση



Κύριο χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι ότι ο αερισμός του σωρού γίνεται με εξαναγκασμένο αερισμό (εμφύσηση ή αναρρόφηση). Συμπληρωματικά, γίνεται χρήση μηχανικών μέσων ανάδευσης (αναστροφέας ή φορτωτής).

Μερικές παραλλαγές των κλειστών συστημάτων παρουσιάζονται στο Παράρτημα 6.

### 4.3. ΤΕΧΝΙΚΑ/ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ-ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

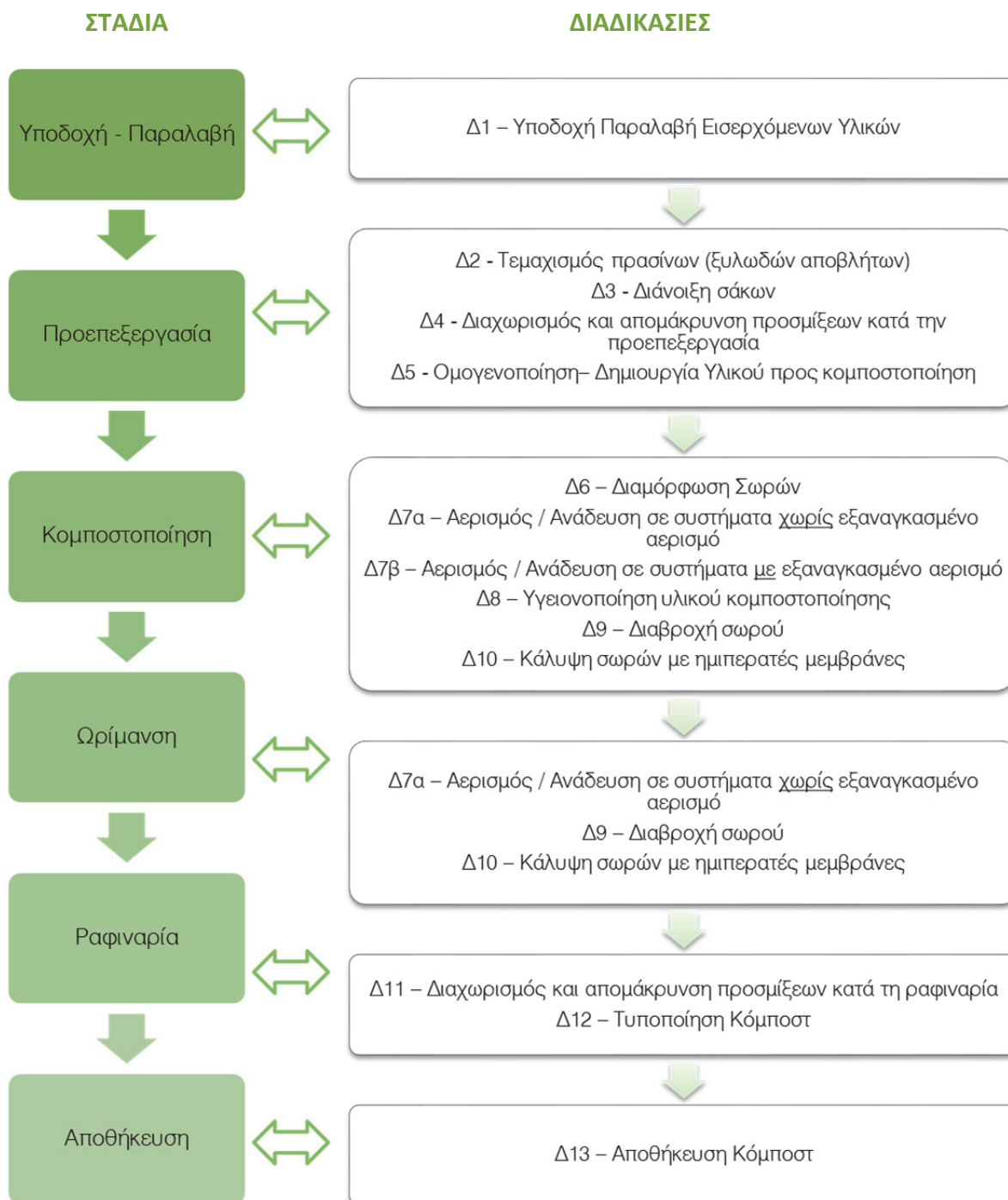
Στην ενότητα αυτή περιγράφονται συνοπτικά οι ελάχιστες τεχνικές και κατασκευαστικές απαιτήσεις για κάθε παραγωγικό στάδιο της μονάδας κομποστοποίησης.

ΣΤΑΔΙΟ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ
<p><b>Γενικά</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ο χώρος της μονάδας είναι πλήρως περιφραγμένος και προστατευμένος από την πρόσβαση μη εξουσιοδοτημένων ατόμων.</li> <li>■ Γίνονται φυτεύσεις - δενδροφυτεύσεις για τη βελτίωση της αισθητικής του χώρου και την αντιανεμική προστασία του.</li> <li>■ Εγκατάσταση του συνόλου των απαιτούμενων μέτρων πυροπροστασίας.</li> <li>■ Οι επιφάνειες όλων των χώρων φέρουν:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ επίστρωση αδιαπέρατου υλικού(π.χ. σκυρόδεμα, άσφαλτο και λοιπά υλικά). Εξαίρεση μπορεί να αποτελεί ο χώρος εκφόρτωσης/προεπεξεργασίας μη ενεργών, πλούσιων σε άνθρακα υλικών όπως ξυλώδη υλικά (τεμάχια δέντρων και θάμνων, άχυρο, κα.)</li> <li>○ μικρές κλίσεις 2-3%, ώστε να είναι δυνατή η διαχείριση του υλικού, μέσω φορτωτή αλλά και για την αποτελεσματική απορροή των στραγγισμάτων, των ομβρίων και των νερών πλύσης.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Είσοδος</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Διαθέτει πύλη, η οποία θα είναι κλειδωμένη κατά τη διάρκεια των περιόδων μη λειτουργίας της μονάδας.</li> <li>■ Στην είσοδο υπάρχει ειδική σήμανση που περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο: τις ώρες υποδοχής εισερχόμενων υλικών, τις ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης, την προειδοποίηση «<i>Παραδόσεις αποβλήτων και υλικών επιτρέπονται μόνο κατά τη διάρκεια λειτουργίας της μονάδας</i>», όνομα και στοιχεία επικοινωνίας φορέα λειτουργίας.</li> <li>■ Για τη ζύγιση των εισερχόμενων φορτίων, συνιστάται η εγκατάσταση γεφυροπλάστιγγας (ειδικά για δυναμικότητα μονάδας&gt;6.000tn/έτος.)</li> </ul>
<p><b>Υποδοχή - Παραλαβή Αποβλήτων</b></p>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Σχεδιάζεται ώστε να δέχεται τη μέγιστη προβλεπόμενη ημερήσια ποσότητα εισερχόμενων υλικών (περίοδο αιχμής).</li> <li>■ Υπάρχει διακριτός χώρος αποθήκευσης για:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ τα βιοαπόβλητα που προέρχονται από ΔσΠ.</li> <li>○ τα βιοαπόβλητα από ιδιώτες.</li> <li>○ τα πράσινα ξυλώδη υλικά (π.χ. φλοιοί δένδρων, άχυρο).</li> <li>○ τα πράσινα μη ξυλώδη υλικά (π.χ. φύλλα, γρασίδι).</li> <li>○ τα πρόσθετα υλικά.</li> </ul> </li> <li>■ Δε βρίσκεται πλησίον του χώρου αποθήκευσης του κόμποστ (για αποφυγή επιμόλυνσης του τελικού προϊόντος).</li> <li>■ Προβλέπεται χώρος για την εγκατάσταση κάδων/containers για την εναπόθεση των προσμίξεων και των ακατάλληλων προς κομποστοποίηση υλικών.</li> <li>■ Διαθέτει πλευρικά τοιχία, πάνελ ή μεταλλικά πλέγματα με αντιανεμικό δίχτυ από την πλευρά των επικρατούντων ανέμων της περιοχής, προκειμένου να μη γίνεται διασπορά ελαφρών αντικειμένων π.χ. πλαστικών σάκων.</li> </ul>

<p><b>Προεπεξεργασία</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Εγκαθίσταται πλησίον του χώρου υποδοχής, ώστε να αποφεύγεται η άσκοπη μεταφορά των υλικών προς επεξεργασία.</li> <li>■ Προβλέπεται χώρος για την κίνηση του φορτωτή ή και άλλων οχημάτων τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τις εργασίες.</li> <li>■ Προβλέπεται χώρος για την εγκατάσταση κάδων/containers για την εναπόθεση των προσμίξεων και των ακατάλληλων προς κομποστοποίηση υλικών.</li> </ul>
<p><b>Κομποστοποίηση</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Στην περίπτωση που στη μονάδα δεν έχει προβλεφθεί η κατασκευή στεγάστρου συνιστάται η χρήση ημιπερατής μεμβράνης τύπου fleecce, για την κάλυψη των σωρών ειδικά όταν το ύψος του σωρού είναι κάτω από 1,5 m και η ετήσια βροχόπτωση υπερβαίνει τα 1.000 mm.</li> <li>■ Η επιφάνεια του χώρου κομποστοποίησης εξαρτάται από το σχήμα του σωρού, τον τύπο του αναστροφέα αλλά και τον τυπικό χρόνο κομποστοποίησης του υλικού.</li> <li>■ Ο χώρος της κομποστοποίησης συνιστάται να χωροθετείται όσο το δυνατό σε μεγαλύτερη απόσταση από γειτονικούς ευαίσθητους αποδέκτες (βλ. Παράρτημα 11).</li> </ul>
<p><b>Ωρίμανση</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ο χώρος ωρίμανσης συνιστάται να είναι πλησίον του χώρου κομποστοποίησης, της ραφιναρίας και της αποθήκευσης του κόμποστ.</li> </ul>
<p><b>Ραφιναρία</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Εγκαθίσταται πλησίον του χώρου ωρίμανσης ώστε να αποφεύγεται η άσκοπη μεταφορά των υλικών προς επεξεργασία.</li> <li>■ Προβλέπεται χώρος για την κίνηση του φορτωτή ή και άλλων οχημάτων τα οποία θα χρησιμοποιηθούν κατά τις εργασίες.</li> <li>■ Προβλέπεται χώρος για την εγκατάσταση κάδων/containers για την εναπόθεση των προσμίξεων.</li> <li>■ Διαθέτει χωριστή περιοχή αποθήκευσης για το ευμεγέθες κλάσμα της κοσκίνησης.</li> </ul>
<p><b>Αποθήκευση</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Διαθέτει χωρητικότητα αποθήκευσης ίση με το 25% της ετήσιας ποσότητας του παραγόμενου κόμποστ.</li> <li>■ Διαθέτει πλευρικά τοιχία, πάνελ ή μεταλλικά πλέγματα με αντιανεμικό δίχτυ από την πλευρά των επικρατούντων ανέμων της περιοχής, προκειμένου να μη γίνεται διασπορά του υλικού.</li> <li>■ Διαθέτει στέγαση ή εφόσον αυτό δεν είναι εφικτό, πλήρη κάλυψη του υλικού με ημιπερατές μεμβράνες.</li> <li>■ Προβλέπεται χώρος για την κίνηση του φορτωτή, τη φόρτωσή του τελικού προϊόντος σε φορτηγά ή την εγκατάσταση και λειτουργία μηχανήματος ενσάκισης.</li> <li>■ Εφόσον για τη διάθεση του τελικού προϊόντος γίνεται ανάμιξη με πρόσθετα, υπάρχει διαθέσιμος χώρος.</li> </ul>

## 4.4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Για καλύτερη κατανόηση των λεπτομερικών απαιτήσεων μίας μονάδας κομποστοποίησης, αναφέρονται **13 διαδικασίες**, οι οποίες θα πρέπει να εφαρμόζονται από τους φορείς λειτουργίας. Στο ακόλουθο διάγραμμα, περιγράφονται συνοπτικά οι εν λόγω διαδικασίες και γίνεται αντιστοίχιση με τα διάφορα παραγωγικά στάδια της μονάδας.



Σχήμα 11: Διαδικασίες μονάδας κομποστοποίησης ανά στάδιο



## Δ1 –Υποδοχή – Παραλαβή εισερχόμενων υλικών

<b>Συνοπτική περιγραφή</b>	Περιλαμβάνει την είσοδο, ενδεχομένως ζύγιση, εκφόρτωση, οπτικό έλεγχο και οριστική παραλαβή των αποβλήτων.
<b>Συχνότητα</b>	Ανάλογα με τις ημέρες και ώρες λειτουργίας της μονάδας.
<b>Καταγραφή</b>	Δελτίο Εισόδου -Παραλαβής Αποβλήτων (βλ. Παράρτημα 3Α).

Βασικές απαιτήσεις λειτουργίας εγκατάστασης	
<b>Ώρες υποδοχής</b>	Καθορίζονται συγκεκριμένες ώρες για την υποδοχή των εισερχόμενων φορτίων (π.χ. 08.00 – 12.00), σε συνεργασία με τους εξυπηρετούμενους Δήμους, ώστε να επιτυγχάνεται βέλτιστη εξυπηρέτηση κατά την εκφόρτωση των οχημάτων. Οι ώρες υποδοχής για λοιπούς φορείς (π.χ. ιδιώτες, βιομηχανίες, κλπ.) μπορούν να ρυθμιστούν ανάλογα με το πρόγραμμα εξυπηρέτησης των Δήμων.
<b>Προσωπικό</b>	Εξουσιοδοτημένο προσωπικό (1 άτομο) θα πρέπει να βρίσκεται στο χώρο εισόδου για την παραλαβή των εισερχόμενων υλικών <u>μόνο</u> κατά τη διάρκεια των ωρών υποδοχής, ώστε να μπορεί στη συνέχεια να αξιοποιηθεί σε λοιπές λειτουργίες της μονάδας.
<b>Καταγραφή</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Εφόσον η μονάδα διαθέτει γεφυροπλάστιγγα, θα πρέπει να γίνεται ζύγιση και καταγραφή των εισερχόμενων φορτίων. Διαφορετικά, να γίνεται εκτίμηση βάσει του βαθμού πληρότητας του απορριμματοφόρου (βλ. ενότητα 7.2).</li> <li>■ Γίνεται καταγραφή του είδους του αποβλήτου (κατά ΕΚΑ), της προέλευσης και άλλων στοιχείων (βλ. Παράρτημα 3Ε).</li> </ul>
<b>Οπτικός έλεγχος</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Πραγματοποιείται οπτικός έλεγχος κατά την εκφόρτωση του υλικού και γίνεται ταυτοποίηση των βιοαποβλήτων.</li> <li>■ Εκτιμάται εμπειρικά το ποσοστό προσμίξεων με στόχο να ενημερώνονται οι Δήμοι για τα προγράμματα ΔσΠ.</li> </ul>
<b>Απόρριψη</b>	Σε περίπτωση που μετά από τον οπτικό έλεγχο, ένα φορτίο δεν μπορεί να γίνει δεκτό λόγω υψηλού ποσοστού προσμίξεων ή διαπίστωσης πιθανής επικινδυνότητας, τότε αυτό απομακρύνεται αμέσως από τη μονάδα.
<b>Προσωρινή αποθήκευση</b>	Τα εισερχόμενα υλικά με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία θα πρέπει να οδηγούνται προς προεπεξεργασία μέσα σε 24 ώρες από την παραλαβή τους. Σε διαφορετική περίπτωση γίνεται ενδιάμεση αποθήκευσή τους το πολύ έως και 3 ημέρες. Η αποθήκευση θα πρέπει να γίνεται πάνω σε στρώση υλικού δομής και το υλικό να καλύπτεται από ώριμο κόμποστ.
<b>Καθαρισμός</b>	Ο χώρος υποδοχής θα πρέπει να καθαρίζεται και να απολυμαίνεται καθημερινά μετά το πέρας λειτουργίας της μονάδας. Σημειώνεται ότι η υγιεινή του χώρου υποδοχής είναι ιδιαίτερα σημαντική για την υγιεινή και ασφάλεια των εργαζόμενων στη μονάδα, καθώς τα ζωικά υποπροϊόντα που βρίσκονται εντός των εισερχόμενων υλικών (π.χ. κρέας, γαλακτοκομικά προϊόντα, κλπ.) αποτελούν πηγή προσέλκυσης τρωκτικών, εντόμων, πτηνών και παρασίτων.



## Δ2 - Τεμαχισμός πρασίνων (ξυλωδών αποβλήτων)

### Συνοπτική περιγραφή

Περιλαμβάνει τον τεμαχισμό ξυλωδών υλικών (δέντρα, κλαδιά, κλπ.).

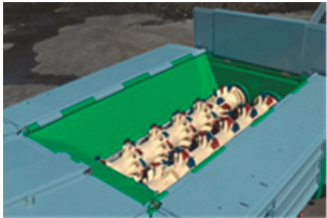

- Τα ογκώδη, ξυλώδη υλικά, όπως κλαδιά με διάμετρο > 4 cm ή ρίζες δένδρων ή φυτών δεν υπόκεινται σε μικροβιακή αποσύνθεση, αν δεν τεμαχιστούν. Με τον τεμαχισμό αυξάνεται η ενεργή τους επιφάνεια για τους μικροοργανισμούς.
- Για την επίτευξη ενός αρχικού μίγματος κομποστοποίησης με κατάλληλο πορώδες είναι απαραίτητη η χρήση τεμαχισμένων ξυλωδών υλικών, ως υλικό δομής σε ποσοστό 40%-60% κ.ο.

### Συχρότητα

Με την παραλαβή των υλικών ή ανάλογα με τη διαθεσιμότητα της μονάδας σε υλικό δομής.

Τα πράσινα απόβλητα με χαμηλή περιεκτικότητα σε άζωτο και υγρασία μπορούν να αποθηκεύονται σε μεγάλα διαστήματα και να τεμαχίζονται λίγο πριν τη χρήση τους στο επιθυμητό μέγεθος.

### Τεχνικές & Εξοπλισμός

Εξοπλισμός	Επισημάνσεις	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Λειοτεμαχιστής (shredder)</b></li> </ul>	<p>Στους χαμηλόστροφους τεμαχιστές θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι το μηχάνημα είναι κατάλληλο για την επεξεργασία των αποβλήτων, καθώς ο τεμαχισμός είναι λιγότερο έντονος σε σχέση με τους υψηλόστροφους τεμαχιστές.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Τεμαχιστής υψηλών στροφών (chipper, grinder)</b></li> </ul>	<p>Στους υψηλόστροφους τεμαχιστές ο χειριστής θα πρέπει να μεριμνά ώστε να μην εισέρχονται ξένα σώματα (π.χ. μεταλλικά αντικείμενα), καθώς τα εν λόγω μηχανήματα είναι λιγότερα ανθεκτικά σε προσμίξεις σε σχέση με τους χαμηλόστροφους τεμαχιστές.</p>	



### Μέγεθος τεμαχισμού

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των εισερχόμενων αποβλήτων το επιθυμητό μέγεθος τεμαχισμού κυμαίνεται, συνήθως, μεταξύ 150-300 mm.

### Δ3 - Διάνοιξη σάκων

**Συνοπτική Περιγραφή** Περιλαμβάνει εναλλακτικές μεθόδους για τη διάνοιξη των σάκων, λαμβάνοντας υπόψη ότι τα προδιαλεγμένα αστικά βιοαπόβλητα παραλαμβάνονται στη μονάδα μέσα σε κλειστούς σάκους (βιοδιασπώμενους ή μη).

**Συχνότητα** Μέσα σε 24 ώρες από την παραλαβή και το αργότερο εντός τριών ημερών από την παραλαβή τους.

#### Τεχνικές & Εξοπλισμός

Εξοπλισμός	Επισημάνσεις	
<b>Χειροδιαλογή</b>	Με τη χρήση δίκρανου (τσουγκράνας). Ενδείκνυται μόνο για πολύ μικρές μονάδες, με δυναμικότητα κάτω από 1.000 tη/έτος.	
<b>Τεμαχιστής</b>	Ο τεμαχιστής πράσινων αποβλήτων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη διάνοιξη των σάκων. Ωστόσο η πρακτική αυτή θα πρέπει να αποφεύγεται καθώς σκληρά αντικείμενα τα οποία δύναται να περιέχονται στους σάκους των βιοαποβλήτων θα μπορούσαν να προκαλέσουν βλάβες στον τεμαχιστή.	
<b>Αναστροφέας</b>	Αποτελεί την πιο συνήθη πρακτική. Μετά τη διάσπρωση των σωρών και κατά την πρώτη ανάδευση με τον αναστροφέα γίνεται σταδιακή διάνοιξη των σάκων (βλ. Δ 6).	
<b>Σχίστης σάκων</b>	Δεν ενδείκνυται για μικρές μονάδες κομποστοποίησης προδιαλεγμένων βιοαποβλήτων, λόγω του υψηλού κόστους.	
<b>Αναμίκτης</b>	Σε περίπτωση που η μονάδα είναι εξοπλισμένη με ειδικό μηχάνημα ανάμιξης, τότε η διάνοιξη των σάκων γίνεται ταυτόχρονα με την ομογενοποίηση των υλικών (βλ. Δ 5).	

## Δ4 - Διαχωρισμός και απομάκρυνση προσμίξεων κατά την προεπεξεργασία

### Συνοπτική Περιγραφή

Περιλαμβάνει την αφαίρεση μόνο ευδιάκριτων υλικών μεγάλου μεγέθους. Το μεγαλύτερο ποσοστό των προσμίξεων μπορεί να αφαιρεθεί πιο αποτελεσματικά (λόγω χαμηλότερου ποσοστού υγρασίας) στο στάδιο της ραφιναρίας.

### Συχνότητα

Εφόσον απαιτείται, μέσα σε 24 ώρες από την παραλαβή των υλικών.

### Καταγραφή

Δελτίο Παρακολούθησης Σωρού (βλ Παράρτημα 3B).

### Τεχνικές & Εξοπλισμός

Εξοπλισμός	Επισημάνσεις	
<b>Χειροδιαλογή Δίκρανο (τσουγκράνα)</b>	Εφαρμόζεται αμέσως μετά την παραλαβή των βιοαποβλήτων για την απομάκρυνση κυρίως ογκωδών υλικών όπως χαρτόνια, μεγάλες σακούλες ή αντικείμενα.	
<b>Κόσκινο</b>	Κόσκινο οπών 60-80 mm, δύναται να χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση των προσμίξεων κατά το στάδιο της προεπεξεργασίας μετά τη διάνοιξη των σάκων. Παρόλα αυτά <u>δε συνιστάται</u> , γιατί: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ένα μεγάλο τμήμα οργανικών υλικών αφαιρείται μαζί με τα υπερμεγέθη υλικά.</li> <li>■ στην πράξη, η κοσκίνιση εφαρμόζεται στο στάδιο της ραφιναρίας, όπου το υλικό έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε υγρασία (εναλλαγή του κοσκίνου μεταξύ της προεπεξεργασίας και της ραφιναρίας καλό θα ήταν να αποφεύγεται για την αποφυγή επιμόλυνσης του τελικού προϊόντος).</li> </ul>	
<b>Μαγνητικός διαχωριστής</b>	Η χρήση μαγνητικού διαχωριστή συνιστάται μόνο για τα προδιαλεγμένα βιοαπόβλητα από νοικοκυριά και εφόσον οι προσμίξεις σε μεταλλικά αντικείμενα εμφανίζονται τακτικά σε μεγάλο ποσοστό στο εισερχόμενο υλικό.	
<b>Αεροδιαχωριστής</b>	Οι αεροδιαχωριστές εφαρμόζονται σπάνια απευθείας στα εισερχόμενα υλικά λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε υγρασία των βιοαποβλήτων που μειώνει την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας διαχωρισμού (προσκόλληση ελαφρών κλασμάτων πλαστικού).	



## Δ5 - Ομογενοποίηση– Δημιουργία υλικού προς κομποστοποίηση

**Συνοπτική Περιγραφή** Περιλαμβάνει την ομογενοποίηση των διαφόρων υλικών με τη χρήση αναμίκτη και τη δημιουργία του κατάλληλου μίγματος κομποστοποίησης.

Σε περίπτωση που η μονάδα δε διαθέτει αναμίκτη, βλ. Διαδικασία Δ6.

**Συχνότητα** Πριν ή κατά τη διάστρωση του σωρού κομποστοποίησης και μέσα σε 24 ώρες από την παραλαβή των υλικών.

**Καταγραφή** Δελτίο Παρακολούθησης Σωρού (βλ Παράρτημα 3B).

### Τεχνικές & Εξοπλισμός

Εξοπλισμός	Επισημάνσεις
Αναμίκτης	<p>Τα εισερχόμενα υλικά αναμινύονται στην κατάλληλη αναλογία για την επίτευξη της βέλτιστης τιμής του λόγου C/N, υγρασίας και πορώδους (βλ. Πίνακας 3).</p> <p>Στον αναμίκτη μπορούν να προστεθούν όλα τα είδη των αποβλήτων, όπως:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- προδιαλεγμένα βιοαπόβλητα ακόμη και μέσα σε κλειστούς σάκους. Με την ανάμιξη γίνεται και διάνοιξη σάκων (βλ. Δ3),</li> <li>- τεμαχισμένα πράσινα απόβλητα,</li> <li>- λάσπες.</li> </ul> <p>Επίσης, μπορεί να γίνει προσθήκη νερού σε περίπτωση που απαιτείται διαβροχή του υλικού ή πρόσθετα όπως λιθόσκονη, χώμα, ώριμο κόμποστ, κα.</p> <p>Με τον αναμίκτη επιτυγχάνεται η δημιουργία ενός ομοιογενούς υλικού που θεωρείται ιδανικό για την έναρξη της διαδικασίας κομποστοποίησης.</p>



### ***Πότε είναι απαραίτητος ένας αναμίκτης;***

*Ο αναμίκτης συνιστάται όταν η μονάδα διαχειρίζεται μεγάλες ποσότητες από διαφορετικά είδη αποβλήτων και πρέπει να διασφαλιστεί μία σταθερή και τυποποιημένη διαδικασία ανάμιξης.*

*Ειδικότερα, σε στατικά συστήματα κομποστοποίησης, όπου δεν υφίσταται άλλο σύστημα ανάδευσης, ο αναμίκτης κρίνεται απαραίτητος.*

## Δ6 – Διαμόρφωση σωρών

### Συνοπτική Περιγραφή

Περιλαμβάνει τη διάστρωση των υλικών στο χώρο κομποστοποίησης και τη διαμόρφωση ενός σωρού τριγωνικού ή τραπεζοειδούς σχήματος.

Εφόσον δεν έχει προηγηθεί ανάμιξη, η διάστρωση των υλικών γίνεται με τη σωστή αναλογία των διαφόρων υλικών, ώστε να επιτευχθούν οι βέλτιστες τιμές του λόγου C/N, υγρασίας, πορώδους (βλ. Πίνακας 3).

### Συχνότητα

Μέσα σε 24 ώρες από την παραλαβή των υλικών ή σε περιόδους αιχμής εντός το πολύ τριών (3) ημερών.

### Καταγραφή

Δελτίο Παρακολούθησης Σωρού (βλ Παράρτημα 3B).

### Τεχνικές - Εξοπλισμός

Εξοπλισμός	Επισημάνσεις
<p><b>Φορτωτής</b></p> <p><b>Αναστροφέας (εναλλακτικά φορτωτής)</b></p>	<p>Η διαμόρφωση του σωρού γίνεται με το φορτωτή, επιλέγοντας κάθε φορά το κατάλληλο υλικό προς κομποστοποίηση στη σωστή αναλογία. Εφόσον, έχει προηγηθεί ανάμιξη αυτό δεν είναι απαραίτητο.</p> <p>Πρώτα γίνεται διάστρωση του υλικού δομής στην επιφάνεια του χώρου κομποστοποίησης και στη συνέχεια προστίθενται τα λοιπά υλικά, όπως φαίνεται στις ακόλουθες εικόνες.</p> <p>Στη συνέχεια, γίνεται ανάμιξη με αναστροφέα ή φορτωτή (σε περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμος ο αναστροφέας).</p> <p>Το σχήμα του σωρού επιλέγεται, όπως φαίνεται στην επόμενη σελίδα.</p>



Αρχική στρώση με υλικό δομής

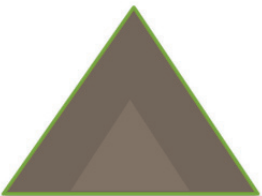
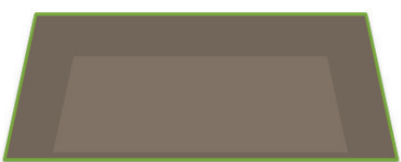




Τμήμα σειραδιού με υλικό δομής και πρόσθετα



Ολοκληρωμένο σειράδι Με υλικό δομής, πρόσθετα και βιο- απόβλητα



ΕΙΔΗ ΣΩΡΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ		
	Τριγωνικός	Τραπεζοειδής
Σχήμα		
Επιλογή σχήματος	<ul style="list-style-type: none"> <li>Εξαρτάται από τις δυνατότητες του μηχανήματος αναστροφής</li> <li>Ρυθμίζεται ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες.</li> </ul>	
	<b>Βέλτιστο για υγρές περιόδους</b>	<b>Βέλτιστο για ξηρές περιόδους</b>
	<p>Σε ξηρές περιόδους με ισχυρούς ανέμους ένας σωρός με επίπεδη κορυφή είναι κατάλληλος λόγω της μικρότερης έκθεσης της επιφάνειας στους ανέμους. Επίσης, η ενεργά θερμή ζώνη, όπου η αποδόμηση είναι εντονότερη, είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τους σωρούς τριγωνικής διατομής.</p> <p>Η επίπεδη κορυφή αποτελεί μειονέκτημα λόγω απορρόφησης μεγάλων ποσοτήτων νερού με συνέπεια την αυξημένη παραγωγή στραγγισμάτων.</p>	
Όγκος σωρού	<p>Πολύ μικρά σειράδια συνήθως διαθέτουν μειωμένες «θερμομονωτικές» ιδιότητες με αποτέλεσμα να παρατηρείται συχνά πτώση της θερμοκρασίας και της μικροβιακής δραστηριότητας σε περιόδους πολύ χαμηλών θερμοκρασιών.</p> <p>Στα σειράδια με μεγάλο όγκο μπορεί να παρατηρηθούν δυσκολίες κατά την ανάδευση με αποτέλεσμα την ελλιπή ομογενοποίηση.</p> <p>Για τον υπολογισμό του όγκου ενός σωρού μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι μαθηματικοί τύποι στο Παράρτημα 3Ε.</p>	
Διαστάσεις σωρού	<p>Συνήθως δεν ξεπερνάει τα <b>2,5 m ύψος και 5 m πλάτος</b>, ενώ στην περίπτωση που ο αερισμός πραγματοποιείται μόνο με ανάδευση, το ύψος δεν υπερβαίνει τα <b>1,8 m</b>.</p>	
Αποστάσεις μεταξύ σωρών	<p>Η απόσταση μεταξύ δύο σωρών κομποστοποίησης εξαρτάται από το είδος του αναστροφέα που χρησιμοποιείται.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	

## Δ7α –Αερισμός/ Ανάδευση σε συστήματα χωρίς εξαναγκασμένο αερισμό.

### Συνοπτική Περιγραφή

Ο αερισμός του σωρού σε συστήματα χωρίς εξαναγκασμένο αερισμό γίνεται με την ανάδευση του σωρού μέσω αναστροφέα ή μέσω φορτωτή (για πολύ μικρές μονάδες). Αποτελεί μία ιδιαίτερα κρίσιμη διαδικασία για την κομποστοποίηση, καθώς ρυθμίζει πολλές παραμέτρους.

#### ΦΑΣΗ ΕΝΕΡΓΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

#### ΦΑΣΗ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ

### Στόχος

- Παροχή οξυγόνου για τη δράση των αερόβιων μικροοργανισμών και την οξείδωση των οργανικών ουσιών.
- Ρύθμιση της θερμοκρασίας στο σωρό.
- Ρύθμιση της υγρασίας στο σωρό.
- Αύξηση της ενεργής επιφάνειας των σωματιδίων για την πρόσβαση των μικροοργανισμών.
- Ανάμιξη και ομογενοποίηση των υλικών του σωρού.

- Παροχή οξυγόνου για τη δράση των αερόβιων μικροοργανισμών και την αποδόμηση ανθεκτικών ουσιών.
- Για τη ρύθμιση της υγρασίας στο σωρό (όταν υπάρχει περίσσεια νερού).

### Συχνότητα

> 2 φορές την εβδομάδα

≈ 1 φορά ανά 2 – 4 εβδομάδες



Την πρώτη εβδομάδα πιθανώς να απαιτείται και συχνότερη ανάδευση (1 φορά την ημέρα).

Η ανάδευση γίνεται επίσης όταν υπάρχουν συγκεκριμένες ενδείξεις (βλ. Πίνακα στην επόμενη σελίδα)

### Καταγραφή

Δελτίο Παρακολούθησης Σωρού (βλ Παράρτημα 3B)

### Τεχνικές - Εξοπλισμός

Εξοπλισμός	Επισημάνσεις	
<b>Αναστροφέας</b>	<p>Η ανάδευση με αναστροφέα αποτελεί μία εύκολη διαδικασία.</p> <p>Οι αναστροφείς είναι αυτοκινούμενοι ή εφαρμόζονται σε άλλο κινητό εξοπλισμό της εγκατάστασης (π.χ. τρακτέρ). Οι αναστροφείς κόμποστ είναι ειδικά σχεδιασμένοι ώστε να δίνουν στα σειράδια τριγωνικό ή τραπεζοειδές σχήμα και συμβάλλουν στη βέλτιστη ανάμιξη, ομογενοποίηση και αερισμό του υλικού.</p> <p>Με πρόσθετο εξοπλισμό στους αναστροφείς είναι δυνατή η διάσπρωση και περιτύλιξη της ημιπερατής μεμβράνης (fleece) καθώς και η διαβροχή των σωρών. Σε μονάδες άνω των 3.000 tη/έτος συνιστάται να διαθέτουν αυτές τις επιλογές.</p>	 

### Φορτωτής

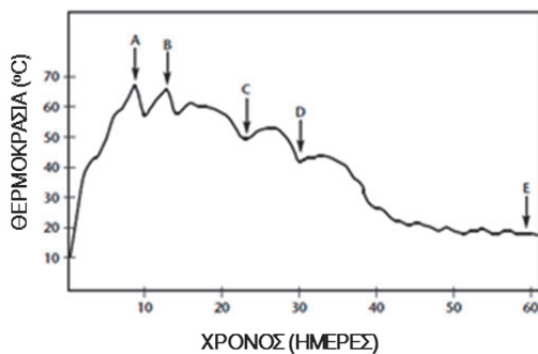
Ο φορτωτής ανασηκώνει το υλικό και το εναποθέτει ξανά κάτω, αναμιγνύοντας και επαναδιαμορφώνοντας ένα χαλαρό σωρό. Ο φορτωτής δεν θα πρέπει να κινείται πάνω από το σωρό για να αποφεύγεται η συμπίεση των υλικών.

Η χρήση φορτωτή για την ανάδευση δε συνιστάται λόγω υπερβολικά υψηλού κόστους λειτουργίας και χαμηλής αποτελεσματικότητας. Παρόλα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολύ μικρές μονάδες κομποστοποίησης ελλείψει εναλλακτικής.



## Πότε απαιτείται ανάδευση;

### ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ



Σχήμα 12: Ο ρολος της ανάδευσης στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σωρού.

Κατά τη **θερμοφιλική φάση** (κομποστοποίηση) απαιτείται ανάδευση όταν:

- η θερμοκρασία του σωρού αυξάνεται πάνω από τις επιθυμητές τιμές (>55-60°C) και εφόσον έχει ολοκληρωθεί η υγειονομοποίηση του υλικού (βλέπε Δ8). (Σημεία **A** και **B** στο σχήμα της επόμενης σελίδας). Σε περίπτωση που δεν ρυθμιστεί με την ανάδευση, απαιτείται μείωση του μεγέθους του σωρού.
- η θερμοκρασία του σωρού πέφτει καθημερινά. Με την ανάδευση επιτυγχάνεται προσωρινή άνοδος της θερμοκρασίας καθώς βιοαποδομούνται ουσίες που είχαν εναπομείνει κυρίως στην εξωτερική επιφάνεια του σωρού. Παράλληλα, η ανάδευση απελευθερώνει περισσότερα σωματίδια, βοηθώντας την καλύτερη διάχυση του αέρα (σημεία **C** και **D** στο σχήμα).

Κατά τη **δεύτερη μεσοφιλική φάση** (ωρίμανση):

Η ανάδευση δεν επηρεάζει πλέον τη θερμοκρασία του σωρού (σημείο **E** στο σχήμα).

### ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

Εφόσον, υπάρχει διαθέσιμο όργανο μέτρησης.

Εάν η συγκέντρωση του  $O_2$  μειώνεται (<7 κ.ο.  $O_2$ ) απαιτείται ανάδευση για την αποφυγή δημιουργίας αναερόβιων συνθηκών.

### ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΆΝΘΡΑΚΑ ( $CO_2$ )

Εφόσον, υπάρχει διαθέσιμο όργανο μέτρησης.

Όταν συγκέντρωση του  $CO_2$  αυξάνεται (>12% κ.ο.  $CO_2$ ) απαιτείται ανάδευση για την αποφυγή δημιουργίας αναερόβιων συνθηκών. Η μέτρηση του  $CO_2$  πραγματοποιείται στο κάτω μέρος του σωρού.

### ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Η μέτρηση γίνεται εμπειρικά (βλ. Μ3, σελ. 105).

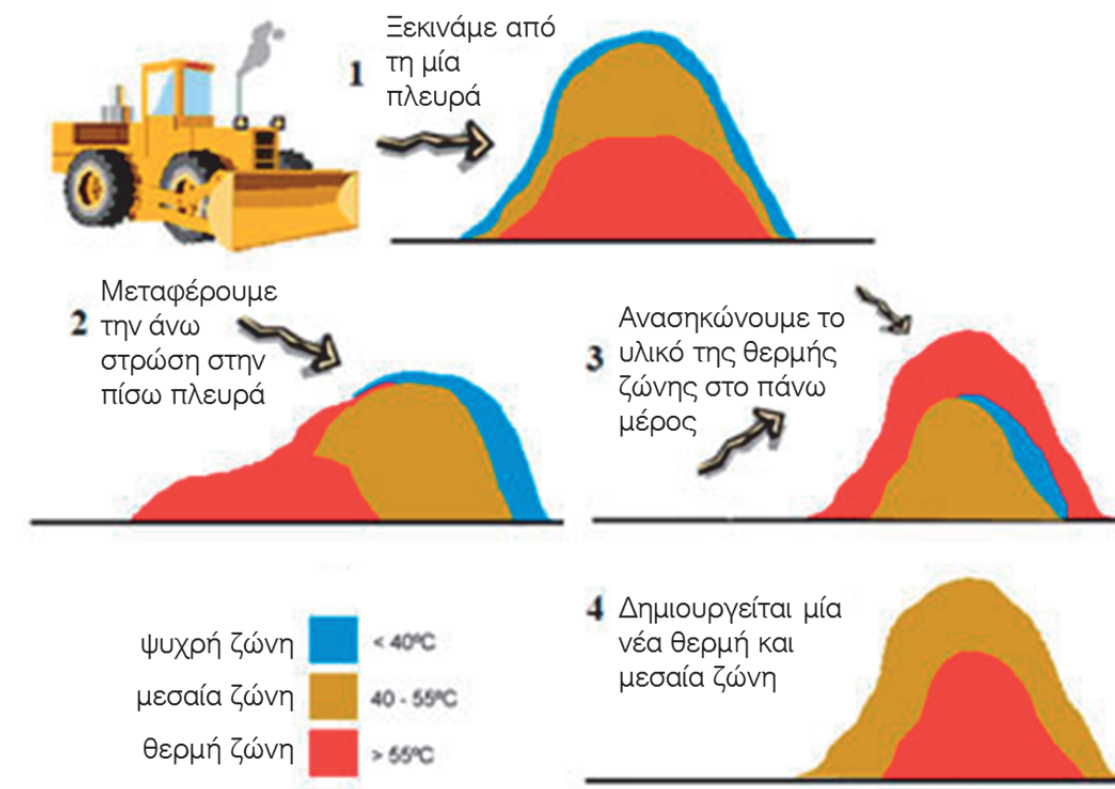
Εάν ο σωρός έχει υψηλά ποσοστά υγρασίας (>60%κ.β.), η ανάδευση συμβάλλει στην εξάτμιση περίσσειας νερού.

### ΜΕ ΤΙΣ ΟΣΜΕΣ

Εμπειρική αντίληψη του είδους και του μεγέθους των οσμών (βλ. ενότητα6.1).

Εάν ο σωρός έχει έντονες οσμές, αυτό σημαίνει ότι έχουν αρχίσει και δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες και απαιτείται ανάδευση.

## Πώς γίνεται η ανάδευση με φορτωτή;



### **Ενοποίηση σωρών.**

Μετά την πρώτη εβδομάδα, ο όγκος του σωρού αρχίζει και μειώνεται αισθητά. Κατά την έναρξη της φάσης ωρίμανσης, θεωρείται σκόπιμη η ενοποίηση δύο ή περισσότερων σωρών για εξοικονόμηση χώρου αλλά και για τη διατήρηση της θερμοκρασίας τους, ειδικά κατά τους χειμερινούς μήνες.

Μετά την ενοποίηση θα πρέπει να δημιουργηθεί δελτίο παρακολούθησης του νέου σωρού.



## Δ7β – Αερισμός / Ανάδευση σε συστήματα με εξαναγκασμένο αερισμό.

### Περιγραφή διαδικασίας

Ο αερισμός του σωρού σε συστήματα με εξαναγκασμένο αερισμό γίνεται με την παροχή αέρα στη μάζα του σωρού μέσω αεραγωγών. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ομοιόμορφη κατανομή αέρα και υγρασίας μέσα στο σωρό.

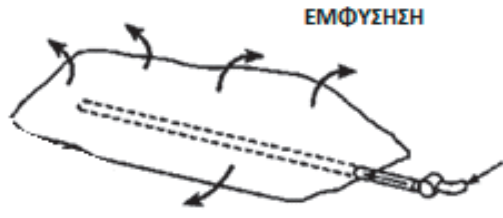
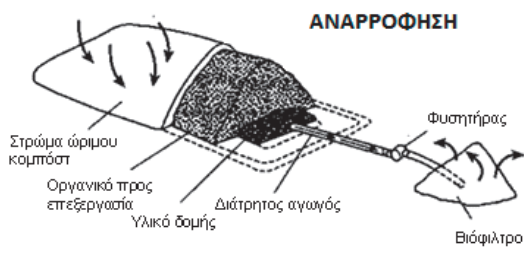
Τα συστήματα αυτά μπορούν να συνδυάζονται με τη μηχανική ανάδευση του σωρού μέσω αναστροφέα.

	Φάση ενεργής κομποστοποίησης	Φάση ωρίμανσης
<b>Συχρότητα</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Το σύστημα εξαναγκασμένου αερισμού λειτουργεί διακοπτόμενα επί 24ωρου βάσεως. Η ρύθμιση του συστήματος γίνεται αυτόματα και βασίζεται στις παραμέτρους παρακολούθησης του σωρού.</li> <li>■ Ανάδευση ≈1 φορά την εβδομάδα ή λιγότερο, κυρίως για την ανάμιξη, ομογενοποίηση του υλικού και όχι για την παροχή αέρα.</li> </ul>	Δεν συνιστάται

### Καταγραφή

Δελτίο Παρακολούθησης Σωρού (βλ. Παράρτημα 3B).

### Τεχνικές - Εξοπλισμός

Εξοπλισμός	Επισημάνσεις	
<b>Συστήματα εξαναγκασμένου αερισμού</b>	Τα συστήματα εξαναγκασμένου αερισμού χωρίζονται σε αυτά με <u>εμφύσηση</u> και αυτά με <u>αναρρόφηση</u> . Τα δύο συστήματα συνήθως συνδυάζονται. Αρχικά, όταν οι οσμές είναι πιο έντονες, γίνεται αναρρόφηση και ο απαγόμενος αέρας διέρχεται από βιόφιλτρο. Στη συνέχεια πραγματοποιείται εμφύσηση.	
<b>Σύστημα αερισμού με εμφύσηση (positive aeration)</b>	Στα συστήματα με εμφύσηση, ο αέρας διέρχεται μέσα στη μάζα του υλικού, μέσω διάτρητων αγωγών που βρίσκονται στη βάση του σωρού.	
<b>Σύστημα αερισμού με αναρρόφηση (negative aeration)</b>	Στα συστήματα με αναρρόφηση, ο αέρας αναρροφάται στη μάζα του σωρού. Στις περιπτώσεις αυτές, απαιτείται επεξεργασία του αέρα σε βιόφιλτρο (βλ. Παράρτημα 7).	



## Δ8 - Υγειονοποίηση υλικού κομποστοποίησης

### Συνοπτική Περιγραφή

Κατά τη φάση της ενεργής κομποστοποίησης, θα πρέπει να διασφαλίζεται η υγειονοποίηση του υλικού, δεδομένου ότι τα βιοαπόβλητα περιλαμβάνουν υλικά ζωικής προέλευσης.

Για την κομποστοποίηση προδιαλεγμένων αστικών βιοαποβλήτων δεν υφίστανται θεσμοθετημένες προδιαγραφές. Για το λόγο αυτό, προτείνονται τα εξής τρία προφίλ χρόνου-θερμοκρασίας<sup>4</sup>:

- 65°Cή περισσότερους για τουλάχιστον 5 ημέρες
- 60°Cή περισσότερους για τουλάχιστον 7 ημέρες
- 55°Cή περισσότερους για τουλάχιστον 14 ημέρες

Εναλλακτικά προφίλ θερμοκρασιών θα μπορούν να εφαρμοστούν, εφόσον τεκμηριώνεται ότι επιτυγχάνουν αντίστοιχα αποτελέσματα και ο φορέας έχει λάβει σχετική έγκριση από το ΥΠΑΑΤ.

Σε περίπτωση που η μονάδα, διαχειρίζεται άλλα ζωικά υποπροϊόντα πλην των παρεκκλίσεων του Κανονισμού 142/2011 (βλ. Παράρτημα5), η ελάχιστη θερμοκρασία του συνόλου του υλικού θα πρέπει να είναι 70 °C για 60 λεπτά.

### Στόχος

Με τις υψηλές θερμοκρασίες καταστρέφονται παθογόνοι οργανισμοί (E.coli, σαλμονέλα, Bacillus, κα.) και σπόροι ζιζανίων, για τα οποία απαιτούνται σχετικές αναλύσεις στο τελικό προϊόν.

### Συχνότητα

Κατά τη φάση της κομποστοποίησης – μία φορά για κάθε σωρό.

### Καταγραφή

Δελτίο Παρακολούθησης Σωρού(βλ. Παράρτημα 3B).  
Θα πρέπει να τεκμηριώνεται με έγγραφα ότι έχει επιτευχθεί ένα συγκεκριμένο προφίλ θερμοκρασίας –χρόνου για την υγειονοποίηση του υλικού.

### **Γιατί είναι απαραίτητη η υγειονοποίηση του υλικού;**

Στα εισερχόμενα απόβλητα υπάρχουν ποικίλοι παθογόνοι οργανισμοί όπως βακτήρια, ιοί, μύκητες και παράσιτα, που προέρχονται από ζωικά ή φυτικά υλικά. Οι πιο σημαντικοί αναφορικά με τη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων είναι η σαλμονέλα, ο εντερόκοκκος, ο σταφυλόκοκκος, οι εντεροϊοί, e.coli, λιστέρια, κα. Αντίστοιχα, οι σπόροι ζιζανίων δεν είναι επιθυμητοί για την ανάπτυξη των φυτών.

Για το λόγο αυτό τίθενται και ελάχιστες απαιτήσεις ποιότητας στο τελικό προϊόν (βλ. ενότητα 5.3) αναφορικά με τους παθογόνους μικροοργανισμούς και τους βιώσιμους σπόρους ζιζανίων.

<sup>4</sup>Βάσει Πρότασης για τη θέσπιση κριτηρίων αποχαρακτηρισμού (IPTS, 2014) - αφορούν μονάδες κομποστοποίησης που επεξεργάζονται τα είδη αποβλήτων της παρέκκλισης του Κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 142/2011 (συμπεριλαμβάνοντας και τα απόβλητα τροφίμων),

## Δ9–Διαβροχή σωρού

### Συνοπτική Περιγραφή

Με τη διαβροχή, η υγρασία στο σωρό παραμένει εντός του βέλτιστου εύρους τιμών (45-60% κ.β.). Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η επιβράδυνση της διαδικασίας κομποστοποίησης ή και η παύση της.

Η διαβροχή ενδείκνυται να εκτελείται, ταυτόχρονα με την ανάδευση.

### Συχνότητα

Ανάλογα με τις ενδείξεις των μετρήσεων (βλ. Μ3, σελ.105).

### Καταγραφή

Δελτίο Παρακολούθησης Σωρού (βλ. Παράρτημα 3B).

### Τεχνικές - Εξοπλισμός

Εξοπλισμός	Επισημάνσεις	
<b>Καρούλι διαβροχής αναρτημένο στον αναστροφέα</b>	Επιτυγχάνεται ομοιογενής διαβροχή του σωρού καθώς γίνεται ταυτόχρονα κατά την ανάδευση του υλικού.	 
<b>Διάταξη εκνέφωσης</b>	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σταθερή ή κινητή διάταξη. Μειονέκτημα της επιλογής αυτής, είναι ότι η διαβροχή δεν μπορεί να γίνεται ταυτόχρονα με την ανάδευση του σωρού.	 

### **Επαναχρησιμοποίηση νερού κατά τη διαβροχή.**

Τα υγρά απόβλητα της μονάδας μπορούν να επαναχρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης αφού έχει προηγηθεί η συλλογή τους σε κατάλληλη δεξαμενή. Σημειώνεται ότι στην περίπτωση που γίνεται ανακυκλοφορία στο στάδιο της ωρίμανσης, απαιτείται μία επιπρόσθετη δεξαμενή στην οποία θα συλλέγονται υγρά απόβλητα που προκύπτουν μετά την υγειονομοποίηση των σωρών κομποστοποίησης (βλ. ενότητα 6.4). Η περίσσεια των υγρών αποβλήτων θα πρέπει να οδηγείται σε εγκατάσταση επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (ΕΕΥΑ).

Με την ανακυκλοφορία επιτυγχάνεται εξοικονόμηση καθαρού νερού κατά τη διαβροχή των σωρών αλλά και μείωση της απαιτούμενης δυναμικότητας της εγκατάστασης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

## Δ10 – Κάλυψη σωρών με ημιπερατές μεμβράνες.

### Συνοπτική περιγραφή

Περιλαμβάνει την κάλυψη των σωρών με ημιπερατή μεμβράνη τύπου fleece για την προστασία τους από τις διάφορες καιρικές συνθήκες (βροχόπτωση, ήλιο, άνεμο).

### Συχνότητα

Όταν δεν γίνεται ανάδευση του σωρού - ιδιαίτερα κατά τους χειμερινούς μήνες.

### Τεχνικές & Εξοπλισμός

Εξοπλισμός	Επισημάνσεις	
<b>Ημιπερατή μεμβράνη τύπου fleece</b>	<p>Η μεμβράνη αποτελείται από ίνες πολυπροπυλενίου και επιτελεί τις εξής λειτουργίες:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ διατηρεί τα επίπεδα υγρασίας σε σχετικά σταθερά επίπεδα.</li> <li>■ εμποδίζει την εισροή όμβριων στους σωρούς.</li> <li>■ εμποδίζει την προσέκλυση πτηνών και τρωκτικών.</li> <li>■ εξασφαλίζει την ομοιόμορφη κατανομή του αέρα στους σωρούς.</li> <li>■ προστατεύει τους σωρούς από τον αέρα.</li> <li>■ συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών οσμών, λόγω της συμπύκνωσης του κορεσμένου σε νερό εξαγόμενου αέρα και τη δημιουργία ενός «μικροβιακού» φιλμ στο πίσω μέρος της μεμβράνης.</li> </ul>	
<b>Εξάρτημα διάστρωσης &amp; αφαίρεσης ημιπερατής μεμβράνης</b>	<p>Η διάστρωση της ημιπερατής μεμβράνης πάνω στους σωρούς γίνεται είτε χειρωνακτικά είτε με ειδικό εξάρτημα που προστίθεται στους αναστροφείς και τα τρακτέρ.</p> <p>Όταν η μεμβράνη είναι βρεγμένη, η διάστρωση και η αφαίρεσή της χειρωνακτικά μπορεί να γίνει με μεγάλη δυσκολία, λόγω της αύξησης του βάρους της.</p>	

### **Οι ημιπερατές μεμβράνες μπορούν να αντιμετωπίσουν συνολικά το πρόβλημα των οσμών;**

Οι ημιπερατές μεμβράνες, συμβάλλουν στη μείωση των οσμών μέσω της διατήρησης των επιθυμητών παραμέτρων στο σωρό κομποστοποίησης. Παρόλα αυτά, οι μεμβράνες αφαιρούνται κατά την ανάδευση όπου δημιουργείται μία σημειακή αύξηση εκπομπής οσμών.

Κατά συνέπεια, οι ημιπερατές μεμβράνες είναι σημαντικές για την προστασία των σωρών και ιδιαίτερες χρήσιμες για ανοιχτές μονάδες κομποστοποίησης, αλλά δε θα πρέπει να χαρακτηρίζονται ως μέσο αντιμετώπισης των οσμών.

## Δ11 – Διαχωρισμός και απομάκρυνση προσμίξεων κατά τη ραφιναρία

### Συνοπτική Περιγραφή

Περιλαμβάνει την απομάκρυνση των προσμίξεων από το κόμποστ (λόγω της μη καθαρότητας των εισερχόμενων υλικών) αλλά και το διαχωρισμό των υλικών που δεν έχουν βιοαποδομηθεί (ξυλώδη υλικά που προστέθηκαν ως υλικό δομής).

Περιλαμβάνει υποχρεωτικά την κοσκίνισμα του υλικού και προαιρετικά τον αεροδιαχωρισμό και το μαγνητικό διαχωρισμό.




### Συχνότητα

Μετά την ολοκλήρωση του σταδίου της ωρίμανσης ή κατά περίπτωση πριν την ωρίμανση.

### Καταγραφή

Δελτίο Παρακολούθησης Σωρού (βλ. Παράρτημα 3B).

### Τεχνικές & Εξοπλισμός

Εξοπλισμός	Επισημάνσεις	
<b>Κόσκινο</b>	<p>Το κοσκίνισμα είναι απαραίτητη διαδικασία για την απομάκρυνση των προσμίξεων και του υλικού δομής (ευμεγέθες κλάσμα) από το τελικό προϊόν και γίνεται συνήθως με περιστρεφόμενα κόσκινα (μέγεθος οπών 10mm έως 25mm). Το ευμεγέθες κλάσμα, εφόσον δεν περιέχει σημαντικές προσμίξεις μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί απευθείας ως υλικό δομής κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης. Διαφορετικά, οδηγείται για περαιτέρω επεξεργασία ανάλογα με το διαθέσιμο εξοπλισμό της μονάδας (βλ. παρακάτω).</p> <p>Για τη βέλτιστη λειτουργία του κόσκινου το προϊόν θα πρέπει να έχει περιεκτικότητα σε υγρασία περίπου 40% κ.β.</p>	
<b>Αεροδιαχωριστής</b>	<p>Στους αεροδιαχωριστές οδηγείται το ευμεγέθες κλάσμα του κόσκινου, όπου απομακρύνονται τα πλαστικά υλικά όπως σακούλες (ελαφρύ κλάσμα). Με τον τρόπο αυτό, το ευμεγέθες κλάσμα 'καθαρίζεται' από ξένες προσμίξεις και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ως υλικό δομής στη διαδικασία της κομποστοποίησης. Συνήθως, χρησιμοποιείται μία ενιαία διάταξη κόσκινου -αεροδιαχωριστή (βλ. εικόνα δεξιά).</p>	
<b>Μαγνητικός Διαχωριστής</b>	<p>Ο μαγνητικός διαχωρισμός εξυπηρετεί την απομάκρυνση σιδηρούχων μετάλλων και χρησιμοποιείται συνήθως σε συνδυασμό με τον αεροδιαχωριστή. Οι εφαρμογές, η διάταξη και η κατασκευή των μαγνητικών διαχωριστών ποικίλουν και μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες κάθε μονάδας κομποστοποίησης.</p>	



## Δ12 – Τυποποίηση κόμποστ

**Συνοπτική περιγραφή** Περιλαμβάνει την περαιτέρω μηχανική επεξεργασία του κόμποστ, προκειμένου να αποκτήσει συγκεκριμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά και εμπορική αξία.

**Συχνότητα** Μετά την ολοκλήρωση ή ταυτόχρονα με τη διαδικασία Δ11.

**Καταγραφή** Δελτίο Παρακολούθησης Σωρού (βλ. Παράρτημα 3B).

### Βασικές Απαιτήσεις Λειτουργίας

Διεργασία	Επισημάνσεις	
<b>Κοσκίνισμα</b>	<p>Ανάλογα με την τελική χρήση του προϊόντος, ενδείκνυται περαιτέρω κοσκίνισμα. Το σύνηθες μέγεθος των οπών του κόσκινου είναι στα 10 mm για την παραγωγή καλλιεργητικών μέσων, 10-25mm για εφαρμογές στη γεωργία και 40mm για κάλυψη εδαφών.</p> <p>Στην περίπτωση που το προϊόν προορίζεται για μακροχρόνια αποθήκευση, το κοσκίνισμα καλό είναι να πραγματοποιείται λίγο πριν την τελική διάθεση, ώστε να αποφευχθεί η αποθήκευση λεπτόκοκκου υλικού.</p> <p>Το κοσκίνισμα εξαρτάται και από τη διαθεσιμότητα της μονάδας σε πλέγματα με διαφορετικό μέγεθος οπών.</p>	
<b>Ανάμιξη με πρόσθετα</b>	<p>Ανάλογα με την τελική χρήση του κόμποστ, γίνεται ανάμιξη με πρόσθετα π.χ. με ορυκτά πρόσθετα ή τύρφη. Τα πρόσθετα μπορούν να προστεθούν στο υλικό και κατά τη φάση της ωρίμανσης, εφόσον έχει προηγηθεί ο διαχωρισμός και η απομάκρυνση των προσμίξεων (Δ12).</p>	
<b>Ενσάκιση</b>	<p>Μπορεί να πραγματοποιηθεί ενσάκιση μέρους ή του συνολικά παραγόμενου προϊόντος ανάλογα με τη ζήτηση.</p> <p>Στην περίπτωση αυτή, το προϊόν θα πρέπει να έχει παραμείνει στο στάδιο της ωρίμανσης για μεγαλύτερο διάστημα και να έχει χαμηλότερη υγρασία σε σχέση με το προϊόν που θα διατεθεί σε χύδην μορφή.</p> <p>Συνήθως χρησιμοποιούνται σάκοι 40 - 80 λίτρων.</p>	



## Δ13 – Αποθήκευση κόμποστ

### Συνοπτική Περιγραφή

Περιλαμβάνει την αποθήκευση του έτοιμου κόμποστ σε κατάλληλες συνθήκες και για ένα εύλογο χρονικό διάστημα για την αποφυγή αλλοίωσης της ποιότητάς του.

Η αποθήκευση θα πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να προστατεύεται το κόμποστ από έντονα καιρικά φαινόμενα (βροχή, ξηρασία, άνεμο).

### Διάρκεια

Η αποθήκευση μπορεί να γίνεται και για μεγάλο χρονικό διάστημα π.χ. και για ένα έτος.

### Καταγραφή

Δελτίο Παρακολούθησης Σωρού (βλ. Παράρτημα 3B).

Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Κόμποστ.

### Βασικές Απαιτήσεις Λειτουργίας

Διεργασία	Επισημάνσεις
Ύψος σωρών αποθήκευσης	Το ύψος των σωρών συνήθως δεν υπερβαίνει το 1,5 m.
Ανάδευση	Όταν γίνεται αποθήκευση σε σωρούς, πρέπει να εξασφαλίζεται περιοδική ανάδευση με ρυθμό 1 φορά ανά 3-4 εβδομάδες. Αν κατά τη μετακίνηση/ανάδευσή του κόμποστ παρατηρηθεί αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από τους 30°C, αυτό αποτελεί ένδειξη ότι δεν έχει ολοκληρωθεί το στάδιο της ωρίμανσης.
Διαβροχή	Όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, το κόμποστ θα πρέπει να διαβρέχεται για να μη χάσει την επιθυμητή υγρασία του.
Αποφυγή επιμόλυνσης κόμποστ	Θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση κοινών μηχανημάτων με τα στάδια υποδοχής και κομποστοποίησης, χωρίς προηγούμενη απολύμανση, για την αποφυγή επιμόλυνσης του κόμποστ.
Προστασία από καιρικές συνθήκες	Οι σωροί αποθήκευσης θα πρέπει να προστατεύονται από τη βροχόπτωση, τον ήλιο και τον άνεμο μέσω στέγασης ή καλυψης των σωρών με ημιπερατές μεμβράνες.



## 4.5. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Στον ακόλουθο πίνακα αναφέρονται ενδεικτικά όλα τα είδη εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται συνήθως σε μία μονάδα κομποστοποίησης.

**Πίνακας 11: Ενδεικτικός Μηχανολογικός Εξοπλισμός Μονάδας Κομποστοποίησης**

ΣΤΑΔΙΟ	ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΡΑΠΟΜΠΗ ΣΕ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ
<b>ΥΠΟΔΟΧΗ - ΠΑΡΑΛΑΒΗ</b>	Ζύγιση εισερχόμενων αποβλήτων	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Γεφυροπλάστιγγα</li> </ul>	Γεφυροπλάστιγγα (μόνο όταν η δυναμικότητα είναι >6.000tn/έτος)	
<b>ΠΡΟΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ</b>	Τεμαχισμός	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Λειοτεμαχιστής (shredder)</li> <li>■ Τεμαχιστής υψηλών στροφών (chipper, grinder)</li> </ul>	Τεμαχιστής πρασίνων	Δ2
	Διάνοιξη σάκων	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Σχίστης σάκων</li> <li>■ Αναμίκτης</li> <li>■ Αναστροφέας</li> </ul>		Δ3
<b>ΠΡΟΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ</b>	Ανάμιξη - Ομογενοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Αναμίκτης</li> <li>■ Αναστροφέας</li> <li>■ Φορτωτής</li> </ul>	Αναστροφέας	Δ5, Δ6
<b>ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΩΡΙΜΑΝΣΗ</b>	Ανάδευση	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Αναστροφέας</li> <li>■ Φορτωτής</li> </ul>		Δ7
	Αερισμός	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Σύστημα αερισμού (φουσητήρες, αγωγοί)</li> <li>■ Αναστροφέας</li> </ul>		Δ7
	Επεξεργασία απαερίων	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Βιόφιλτρο (μόνο σε συστήματα εξαναγκασμένου αερισμού με αναρρόφηση αέρα)</li> </ul>		Δ7β
	Διαβροχή σωρών	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Διάταξη διαβροχής (εκνεφωτής)</li> <li>■ Καρούλι διαβροχής στον αναδευτήρα</li> </ul>	Διάταξη διαβροχής	Δ9
	Προστασία σωρών από καιρικές συνθήκες	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Στέγαση</li> <li>■ Ημιπερατές μεμβράνες (fleece)</li> </ul>	Ημιπερατές μεμβράνες (fleece)	Δ10
	Παρακολούθηση διεργασίας	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Όργανα μέτρησης Θερμοκρασίας, Οξυγόνου, άλλων αερίων, pH</li> </ul>	Όργανα Μέτρησης Θερμοκρασίας	Ενότητα 7.3
<b>ΡΑΦΙΝΑΡΙΑ</b>	Διαχωρισμός προσμίξεων	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Κόσκινο</li> <li>■ Αεροδιαχωριστής</li> <li>■ Μαγνητικός διαχωριστής</li> </ul>	Κόσκινο	Δ4, Δ11
	Τυποποίηση κόμποστ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Μηχάνημα ενσάκισης</li> <li>■ Κόσκινο</li> </ul>	-	Δ12
<b>ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ</b>	Καθαρισμός - Πλύση	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Εξοπλισμός καθαρισμού υψηλής πίεσης</li> <li>■ Φορτωτής</li> <li>■ Σάρωθρο</li> </ul>	Εξοπλισμός καθαρισμού υψηλής πίεσης	
	Μεταφορά υλικών	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Φορτωτής</li> </ul>	Φορτωτής	

## 4.6. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ

Το ελάχιστο απαιτούμενο προσωπικό μίας μονάδας κομποστοποίησης που λειτουργεί σε μία βάρδια και πενταήμερη βάση, φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Περιγραφή Θέσης	Ειδικότητα	Αριθμός ανά μέγεθος Μονάδας		
		Πολύ μικρές <1.000 tn/έτος	Μικρές 1.000 - 5.000 tn/έτος	Μεσαίες 5.001 - 10.000 tn/έτος
Υπεύθυνος εγκατάστασης (και κατά νόμο υπεύθυνος)	Μηχανικός	1	1	1
Υπεύθυνος λειτουργίας	Μηχανικός Τ.Ε.			1
Χειριστής φορτωτή/αναστροφέα	Χειριστής	1 (μερική απασχόληση)	1	1
Εργάτες Γενικών Καθηκόντων		1 (μερική απασχόληση)	1	2
<b>Σύνολο προσωπικού</b>			<b>3</b>	<b>5</b>

### Οργανόγραμμα - Καθήκοντα

<pre> graph TD     A[Υπεύθυνος Μονάδας] --- B[Υπεύθυνος Λειτουργίας]     B --- C[Χειριστής φορτωτή/αναστροφέα]     B --- D[Εργάτες Γενικών Καθηκόντων]         </pre>	
<p><b>Υπεύθυνος εγκατάστασης</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Είναι υπεύθυνος για τη λειτουργία της μονάδας, την οργάνωση, συντήρηση καθώς και την ασφάλεια και υγιεινή των εργαζομένων. Ειδικότερα:</li> <li>Έχει τη συνολική ευθύνη για την εύρυθμη λειτουργία της μονάδας.</li> <li>Μεριμνά για την ορθή λειτουργία της κομποστοποίησης και την ποιότητα του τελικού προϊόντος.</li> <li>Διατηρεί το αρχείο της μονάδας και τις συγκεντρωτικές καταστάσεις για όλα τα έντυπα καταγραφής.</li> <li>Καταρτίζει τα προγράμματα λειτουργίας και περιβαλλοντικής παρακολούθησης της μονάδας και τις εκθέσεις προς τις αρμόδιες αρχές.</li> <li>Καθορίζει επακριβώς τα καθήκοντα των εργαζομένων.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Καταρτίζει τις διαδικασίες ασφάλειας και υγιεινής της μονάδας.</li> <li>8. Παρακολουθεί και καταγράφει την απόδοση της εγκατάστασης.</li> <li>9. Παρακολουθεί και καταγράφει τα κόστη της εγκατάστασης.</li> <li>10. Μεριμνά για την επιμόρφωση και εκπαίδευση των εργαζομένων.</li> </ol>
<b>Υπεύθυνος λειτουργίας</b>	<p>Όταν η μονάδα είναι μικρή ή πολύ μικρή, τα καθήκοντα υπεύθυνου λειτουργίας εκτελούνται από τον υπεύθυνο της εγκατάστασης.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αντικαθιστά τον υπεύθυνο της εγκατάστασης κατά τη διάρκεια απουσίας του.</li> <li>2. Έχει την ευθύνη για τη λειτουργία του μηχανολογικού εξοπλισμού.</li> <li>3. Φροντίζει για την εφαρμογή του προγράμματος συντήρησης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.</li> <li>4. Έχει την ευθύνη ελέγχου της διεργασίας της κομποστοποίησης μέσω των κατάλληλων μετρήσεων (θερμοκρασία, υγρασία, pH).</li> <li>5. Έχει την ευθύνη για την παραλαβή των εισερχόμενων αποβλήτων και άλλων υλικών.</li> <li>6. Έχει την ευθύνη για τη δειγματοληψία του τελικού προϊόντος.</li> <li>7. Έχει την ευθύνη για τη διάθεση του κόμποστ.</li> </ol>
<b>Χειριστής φορτωτή/ αναστροφέα</b>	<p>Είναι χειριστής του φορτωτή και του αναστροφέα της μονάδας σε όλα τα στάδια. Ειδικότερα:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Διαχειρίζεται τα υλικά στην υποδοχή και την προεπεξεργασία.</li> <li>2. Διαμορφώνει τους σωρούς.</li> <li>3. Εκτελεί την ανάδευση των σωρών ή/και διαβροχή.</li> </ol>
<b>Εργάτες Γενικών Καθηκόντων</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Μεριμνούν για την καθαριότητα της μονάδας και την απολύμανση του εξοπλισμού όταν απαιτείται.</li> <li>2. Εκτελούν καθήκοντα φύλακα κατά τις ώρες υποδοχής της μονάδας.</li> <li>3. Εκτελούν εργασίες χειροδιαλογής, όταν απαιτούνται.</li> <li>4. Λειτουργούν τα μηχανήματα (π.χ. κόσκινο, τεμαχιστής) υπό την καθοδήγηση του υπεύθυνου λειτουργίας της μονάδας.</li> </ol>



## 5.ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ

### 5.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤ ΩΣ ΠΡΟΪΟΝ

Το κόμποστ που παράγεται από τις μονάδες κομποστοποίησης χαρακτηρίζεται ως **προϊόν** όταν καλύπτει συγκεκριμένες προδιαγραφές ή κριτήρια, βάσει του ευρωπαϊκού ή εθνικού πλαισίου και συγκεκριμένα όταν<sup>5</sup>:

- το υλικό χρησιμοποιείται συνήθως για συγκεκριμένους σκοπούς,
- υπάρχει αγορά ή ζήτηση για τη συγκεκριμένη ουσία ή αντικείμενο,
- το υλικό πληροί τις τεχνικές απαιτήσεις για τους συγκεκριμένους σκοπούς και συμμορφώνεται προς την κειμένη νομοθεσία και τα πρότυπα που ισχύουν για τα προϊόντα,
- η χρήση του υλικού δεν πρόκειται να έχει δυσμενή αντίκτυπο στο περιβάλλον ή τη δημόσια υγεία.

### 5.2. ΧΡΗΣΕΙΣ & ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΟΜΠΟΣΤ

#### Ιδιότητες και Χρήσεις Κόμποστ

##### Εδαφοβελτιωτικό

Το κόμποστ μπορεί κατεξοχήν να χρησιμοποιηθεί ως **εδαφοβελτιωτικό**, καθώς με την εφαρμογή του βελτιώνονται οι φυσικές, βιολογικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους. Η χρήση του στο έδαφος συμβάλλει σε:

- αύξηση της οργανικής ύλης,
- μείωση της διάβρωσης,
- βελτίωση της υδατοϊκανότητας (ιδιαίτερα σημαντικό για περιοχές με ξηρασία),
- αύξηση του pH (ιδιαίτερα σε όξινα εδάφη),
- βελτίωση της δομής του εδάφους (τόσο για αμμώδη όσο και αργιλώδη εδάφη), και
- βελτίωση της βιολογικής δραστηριότητας του εδάφους.

##### Οργανικό λίπασμα

Το κόμποστ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή **οργανικών λιπασμάτων**, δεδομένου ότι από μόνο του δεν καλύπτει συνήθως τις απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά.

Το πλεονέκτημα χρήσης οργανικών λιπασμάτων έναντι άλλων είναι ότι η ανοργανοποίησή τους (παροχή των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά) και τα τελικά προϊόντα της ανοργανοποίησης προκύπτουν σε αρκετά μεγάλο διάστημα. Η βραδεία αυτή αποδέσμευση συμβάλλει στο συνεχή εφοδιασμό του εδάφους και για μεγάλο διάστημα που σε πολλές περιπτώσεις καλύπτει τις ανάγκες των φυτών κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου<sup>6</sup>.

<sup>5</sup>Σύμφωνα με το Άρθρο 6 της Οδηγίας 2008/98 και το Άρθρο 13 του Ν.4042/2012

<sup>6</sup>Ασημακόπουλος, 2013



## Υπόστρωμα καλλιιεργειών(φυτόχωμα)

Μία άλλη χρήση του κόμποστ είναι ως υπόστρωμα καλλιιεργειών, δηλαδή ως φυτόχωμα για την ανάπτυξη των φυτών.

Σε διεθνές επίπεδο, τα υποστρώματα με βάση την τύρφη, αποτελούν το 85–90 % της αγοράς, ενώ αυτά με βάση το κόμποστ 5 %<sup>7</sup>. Σύμφωνα με τις βρετανικές προδιαγραφές που έχουν εκδοθεί από το WRAP<sup>8</sup>, το κόμποστ είναι κατάλληλο για τη χρήση αυτή με αναλογία το πολύ 33% κατ' όγκο σε συνδυασμό με τύρφη ή άλλα κατάλληλα υποστρώματα, όπως οι φλοιοί δένδρων, προϊόντα δασοκομίας. Υψηλότερα ποσοστά θεωρείται ότι επηρεάζουν αρνητικά την ανάπτυξη των φυτών λόγω της υψηλής αγωγιμότητας του κόμποστ.

Η εφαρμογή του κόμποστ στους διάφορους τομείς της οικονομίας εξαρτάται από την ποιότητά του αλλά και το κατάλληλο θεσμικό πλαίσιο το οποίο να επιτρέπει ανάλογες χρήσεις. Ακολουθούν περιγράφονται οι βασικότερες εφαρμογές του κόμποστ.

## Εφαρμογές Κόμποστ

### Γεωργία, Φυτοκομία



Ως εδαφοβελτιωτικό, οργανικό λίπασμα ή υπόστρωμα στη γεωργία και τη φυτοκομία (κηπευτική, ανθοκομία, δενδροκομία, φυτώρια). Στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει να πληρούνται υψηλές απαιτήσεις ποιότητας (συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων, προσμίξεις, περιεκτικότητα σε οργανική ύλη, παθογόνοι οργανισμοί, κ.α.), ιδιαίτερα εάν αυτό χρησιμοποιείται σε βρώσιμες καλλιέργειες.

Για τις εν λόγω εφαρμογές, το κόμποστ θα πρέπει να ακολουθεί την εθνική νομοθεσία για τα λιπάσματα<sup>9</sup> (διάθεση στην αγορά, σήμανση, κλπ.), όπως αυτή καθορίζεται κάθε φορά από την εθνική και κοινοτική νομοθεσία.

### Αρχιτεκτονική και διατήρηση τοπίου



Ως εδαφοβελτιωτικό μετά από ανάμιξη με εδαφικό υλικό για:

- τη διαμόρφωση - διατήρηση τοπίων, αποκατάσταση εδαφών και
- τη διαμόρφωση εδαφικού στρώματος για επανακαλλιέργεια που δεν προορίζεται για τρόφιμα ή ζωοτροφές, όπως αθλητικά πεδία, χώροι αναψυχής, κ.α.

Στην περίπτωση αυτή, το κόμποστ θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από υψηλή ποιότητα αλλά με διαφορετικές απαιτήσεις σε σχέση με τη γεωργία/φυτοκομία.

### Επίστρωση / Επικάλυψη σε

Ως συστατικό μίγματος για την παραγωγή εδαφικού υλικού για τη στρώση επιφάνειας (φυτόχωμα) σε ΧΥΤΑ προς αποκατάσταση ή ως υλικό

<sup>7</sup> IPTS, 2014

<sup>8</sup> Waste and Resources Action Programme - [www.wrap.org.uk](http://www.wrap.org.uk)

<sup>9</sup> Βλέπε αντίστοιχη ιστοσελίδα Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων ([www.minagric.gr](http://www.minagric.gr))

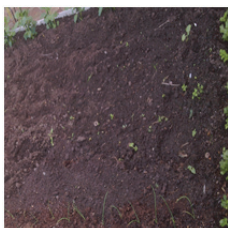
## ΧΥΤΑ



επικάλυψης/αποκατάστασης.

Στην περίπτωση αυτή, το κόμποστ μπορεί να έχει τις χαμηλότερες απαιτήσεις ποιότητας, αλλά παρόλα αυτά θα πρέπει να πληρούνται συγκεκριμένες οριακές τιμές και προδιαγραφές.

## Παραγωγή εδαφικού υλικού



Ως συστατικό μίγματος για την παραγωγή εδαφικού υλικού με πολλαπλές εφαρμογές.

## Βιόφιλτρο



Το κόμποστ από μόνο του ή μετά από ανάμιξη με άλλα υλικά αποτελεί ιδανικό υλικό για χρήση ως βιόφιλτρο σε μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων.

Ο παρακάτω πίνακας παρέχει μια επισκόπηση των εφαρμογών του κόμποστ (από όλα τα είδη εισερχόμενων αποβλήτων) σε διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Είναι προφανές ότι με το κατάλληλο θεσμικό πλαίσιο, πάνω από το 60% του συνολικά παραγόμενου κόμποστ μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία, φυτοκομία/κηπευτική και στη διαμόρφωση τοπίων.

**Πίνακας 12: Εφαρμογές του κόμποστ (%) στις κύριες χώρες παραγωγής.**

	Αυστρία 2003	Βέλγιο 2009	Γερμανία 2005	Γαλλία 2005	Ιταλία 2003	ΗΒ 2005	Μέσος Όρος Ε.Ε.
ΓΕΩΡΓΙΑ	40.0		53.4	71.0	51.0	30.0	50.9
ΦΥΤΟΚΟΜΙΑ / ΚΗΠΕΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	10.0	11	3.9	25.0	-	13.0	10.6
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΠΙΩΝ	15.0	38	15.9	-	6.0	14.0	10.4
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	15.0		13.6	-		2.0	6.3
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (SOIL MIXING)	2.0		-	-	-	-	1.6
ΧΟΝΔΡΕΜΠΟΡΙΟ	-	44	-	-	-	-	0.9
ΕΡΑΣΙΤΕΧΝΙΚΗ ΚΗΠΕΥΤΙΚΗ	15.0		11.9	4.0	27.0	25.0	12.9
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΥΨΗ Χ.Υ.Τ.	2.0		-	-	2.0	16.0	4.9
ΕΞΑΓΩΓΕΣ	1.0	6	-	-	-	-	1.0
ΆΛΛΑ	-	2	1.3	-	-	-	0.5

Πηγή: ORBITe.V./EuropeanCompostNetworkECN, 2008

## 5.3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΟΜΠΟΣΤ

### 5.3.1. Ελάχιστες απαιτήσεις - οριακές τιμές

Σύμφωνα με την πρόταση Κριτηρίων Αποχαρακτηρισμού<sup>7</sup>, οι βασικές παράμετροι που περιλαμβάνονται στις ελάχιστες απαιτήσεις και καθορίζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος της κομποστοποίησης (κόμποστ) είναι οι εξής:

- Η ελάχιστη περιεκτικότητα σε οργανική ύλη.
- Σταθερότητα του υλικού.
- Η περιεκτικότητα σε παθογόνους μικροοργανισμούς.
- Ποσότητα βιώσιμων σπόρων ζιζανίων.
- Μακροσκοπικές προσμίξεις .
- Τιμές βαρέων μετάλλων.
- Οργανικοί ρύποι.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται, οι ελάχιστες τιμές των παραπάνω παραμέτρων. Σημειώνεται ότι οι τιμές αυτές **δεν είναι δεσμευτικές**, καθώς αποτελούν πρόταση και δεν έχουν ακόμη ενσωματωθεί σε ευρωπαϊκό Κανονισμό.

Συγκριτικός πίνακας με πρότυπα ή διατάξεις σε ευρωπαϊκό ή εθνικό επίπεδο επισυνάπτεται στο Παράρτημα 8.

**Πίνακας 13: Ενδεικτικές Ελάχιστες απαιτήσεις Ποιότητας Κόμποστ (IPTS,2014)**

A/A	Παράμετρος	Τιμή	Περιγραφή - Παρατηρήσεις
1.	<b>Ελάχιστη περιεκτικότητα σε οργανική ύλη</b>	15 % επί του βάρους της ξηράς ύλης.	Η ελάχιστη περιεκτικότητα σε οργανική ύλη του τελικού προϊόντος, μετά τη φάση της κομποστοποίησης και πριν την ανάμιξη του με άλλα υλικά.
2.	<b>Ελάχιστη σταθερότητα του υλικού</b>	Ισχύει ένα από τα παρακάτω κριτήρια: <ul style="list-style-type: none"><li>• <u>Αναπνευσιομετρικός δείκτης:</u> max 25 mmoI<sub>O</sub><sub>2</sub>/kg οργανικού υλικού/h ή 16 mgCO<sub>2</sub>/g οργανικού υλικού/ημέρα, με μέθοδο μέτρησης σύμφωνα με το πρότυπο EN 16087-1.</li><li>• Ελάχιστος Βαθμός Rottegrad III, IV ή V (δοκιμή αυτοθέρμανσης σε max 30°C πάνω από την ατμοσφαιρική θερμοκρασία), με μέθοδο μέτρησης σύμφωνα με το πρότυπο EN 16087-2.</li></ul>	Κατώτερο όριο για τη σταθερότητα του υλικού.
3.	<b>Περιεχόμενο σε παθογόνους μικροοργανισμούς</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Μηδενική ποσότητα Salmonellasp. σε 25 g δείγματος</li><li>• 1000 CFU/g νωπής μάζας E.Coli</li></ul>	Η μέτρηση αυτή θα πρέπει να συνδυάζεται με συγκεκριμένο προφίλ θερμοκρασίας-χρόνου κατά τη φάση της κομποστοποίησης (βλ. Δ8).

4.	<b>Περιεχόμενο σε βιώσιμους σπόρους ζιζανίων και βλαστικά αναπαραγωγικά μέρη επιθετικών ζιζανίων</b>	2 βιώσιμοι σπόροι ζιζανίων ανά λίτρο κόμποστ	Η μέτρηση αυτή θα πρέπει να συνδυάζεται με συγκεκριμένο προφίλ θερμοκρασίας-χρόνου κατά τη φάση της κομποστοποίησης (βλ. Δ8)
5.	<b>Περιεχόμενο σε μακροσκοπικές προσμίξεις</b>	0.5% κ.β. της ξηρής μάζας θα μπορεί να περιέχει γυαλί, μέταλλο και πλαστικά άνω των 2 mm. Καθορίζεται με τη μέθοδο ξηρής κοσκίνισης του υλικού	
6.	<b>Οριακές τιμές βαρέων μετάλλων και οργανικών ρυπαντών:</b>	mg/kg (ξηρό βάρος)	Στο τελικό προϊόν, αμέσως μετά την φάση της κομποστοποίησης και πριν την ανάμειξή του με άλλα υλικά.
	<b>Cd</b>	1.5	
	<b>Cr</b>	100	
	<b>Cu</b>	200	
	<b>Hg</b>	1	
	<b>Ni</b>	50	
	<b>Pb</b>	120	
	<b>Zn</b>	600	
	<b>PAH<sub>16</sub></b>	6	Πρόκειται για το σύνολο των εξής : Ναφθαλίνη, ακεναφθυλένιο, ακεναφθένιο, φλουορένιο, φαινανθρένιο, ανθρακένιο, φθορανθένιο, πυρένιο, βενζο [a] ανθρακένιο, χρυσένιο, βενζο[b]φθορανθένιο, βενζο[k]φθορανθένιο, βενζο[a]πυρένιο, ινδενο[1,2,3-cd]πυρένιο, διβενζο[a,h]ανθρακένιο και βενζο[ghi]περιλένιο.

Ανάλογα με το πρότυπο που εφαρμόζεται για την πιστοποίηση του προϊόντος, ενδέχεται να υπάρχουν επιπλέον απαιτήσεις.

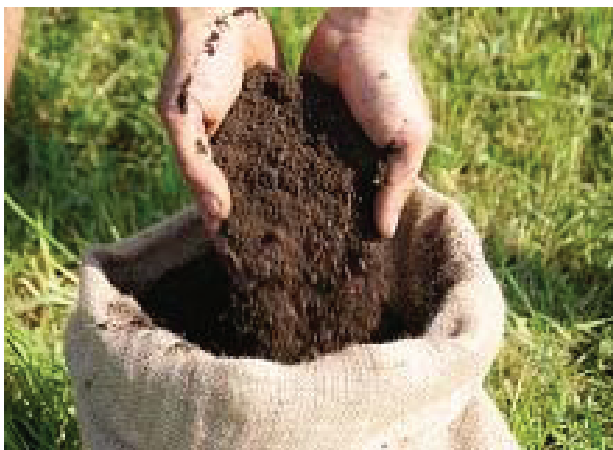




# ZERTIFIKAT

Qualitätsmanagement-Bundeskontrollsystem  
ÖSTERREICH

Kompostanlage  
**KOMPOSTIERUNG MONDSEELAND**  
Matthias Schwaighofer  
Mühldorferstr. 60  
5310 Mondsee





### 5.3.2. Πληροφορίες για το προϊόν

Το προϊόν ανεξαρτήτως εάν πωλείται συσκευασμένο ή όχι, θα πρέπει να συνοδεύεται από συγκεκριμένες πληροφορίες για την ποιότητα και τις ιδιότητές του, οι οποίες θα αναγράφονται είτε πάνω στη συσκευασία, είτε θα παρέχονται σε ξεχωριστό φυλλάδιο. Ενδεικτικά, παράμετροι για τις οποίες θα πρέπει να παρέχονται πληροφορίες συνοδευτικά με το προϊόν είναι οι εξής:

**Πίνακας 14: Ενδεικτικές απαραίτητες πληροφορίες στο προϊόν (IPTS, 2014)**

Είδος πληροφορίας	Αναλυτικά στοιχεία
<b>Χρήση του κόμποστ ως εδαφοβελτιωτικό</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Περιεχόμενο σε οργανική ύλη.</li> <li>- Περιεχόμενο σε CaO.</li> </ul>
<b>Χρήση του κόμποστ ως λίπασμα</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Περιεχόμενο σε θρεπτικές ουσίες (N,P,K,Mg).</li> <li>- Περιεχόμενο σε Cu και Zn στην περίπτωση που συγκέντρωση Cu&gt;100 mg/kg ξηράς ουσίας ή συγκέντρωση Zn&gt;400 mg/kg ξηράς ουσίας.</li> </ul>
<b>Βιολογικές ιδιότητες</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Περιεχόμενο σε σπόρους ζιζανίων και σε βλαστικά αναπαραγωγικά μέρη επιθετικών ζιζανίων.</li> </ul>
<b>Γενικές ιδιότητες υλικού</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Πυκνότητα</li> <li>- Μέγεθος κόκκων</li> <li>- Περιεχόμενο σε ξηρά ουσία</li> <li>- pH</li> <li>- Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (salinity)</li> </ul>
<b>Γενικές πληροφορίες</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Όνομα και διεύθυνση του παραγωγού του κόμποστ.</li> <li>- Όνομα, ηλεκτρονική διεύθυνση και εάν είναι δυνατόν το λογότυπο του εξωτερικού Οργανισμού Διασφάλισης Ποιότητας.</li> <li>- Χαρακτηρισμός του προϊόντος, σε σχέση με τα εισερχόμενα υλικά (επισημαίνοντας την παρουσία κόπρου ή/και ζωικών υποπροϊόντων).</li> <li>- Κωδικός σωρού ή ισοδύναμος κωδικός ταυτοποίησης στα συνεχή συστήματα κομποστοποίησης.</li> <li>- Ποσότητα (σε βάρος και/ή όγκο).</li> <li>- Τιμές παραμέτρων που απαιτείται να δηλωθούν στην ετικέτα του προϊόντος.</li> <li>- Δήλωση συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις των κριτηρίων αποχαρακτηρισμού.</li> <li>- Περιγραφή εφαρμογών/χρήσεων του κόμποστ και επισήμανση τυχών περιορισμών στη χρήση.</li> <li>- Συστάσεις για σωστή χρήση.</li> <li>- Αναφορά σε νομοθετικές απαιτήσεις σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα εφόσον ισχύουν (περιορισμοί στις εξαγωγές).</li> </ul>
<b>Οδηγίες και συστάσεις για ασφαλή χρήση και εφαρμογή</b>	Οι οδηγίες θα πρέπει να αναφέρονται στην ανάγκη για συμμόρφωση του προϊόντος με τους ισχύοντες κανονισμούς, τα πρότυπα και την καλή πρακτική που ισχύουν κατά περίπτωση εφαρμογής.
<b>Ιχνηλασιμότητα</b>	<p>Όλες οι πληροφορίες θα πρέπει να επιτρέπουν την ταυτοποίηση του παραγωγού, της παρτίδας, του χρόνου παραγωγής και των εισερχόμενων υλικών παραγωγής του κόμποστ.</p> <p>Οι απαιτήσεις ιχνηλασιμότητας από τον κανονισμό 1069/2009 για τα ζωικά παραπροϊόντα θα πρέπει να τηρούνται όπου είναι σε ισχύ.</p>

Ανάλογα με το πρότυπο που εφαρμόζεται για την πιστοποίηση του προϊόντος, ενδέχεται να ζητούνται επιπλέον πληροφορίες.

## 5.4. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ – ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Η τυποποίηση των παραμέτρων του προϊόντος, η δειγματοληψία και οι αναλύσεις είναι απαραίτητες διαδικασίες για τη **διασφάλιση της ποιότητας** και αποτελούν προϋπόθεση για τη χρήση του κόμποστ σε διάφορες εφαρμογές.

Ακολούθως περιγράφεται η ελάχιστη απαιτούμενη συχνότητα δειγματοληψιών – αναλύσεων, όπως και οι κατάλληλες μέθοδοι, που θα πρέπει να πραγματοποιούνται από διαπιστευμένο εξωτερικό φορέα<sup>10</sup>. Περισσότερες λεπτομέρειες για τις μεθόδους εργαστηριακής ανάλυσης που χρησιμοποιούνται σε ευρωπαϊκό επίπεδο, δίνονται στο Παράρτημα 9.

### 5.4.1. Συχνότητα δειγματοληψιών-αναλύσεων

Στον ακόλουθο πίνακα δίνεται η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών του κόμποστ (ανάλογα με την ετήσια δυναμικότητα της μονάδας), οι οποίες θα πρέπει να πραγματοποιούνται από διαπιστευμένο εξωτερικό φορέα. Επιπλέον αναλύσεις δύναται να διενεργούνται από το φορέα λειτουργίας της μονάδας, ιδιαίτερα κατά τα πρώτα έτη λειτουργίας της μονάδας.

**Πίνακας 15: Ενδεικτική ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών – αναλύσεων κόμποστ(IPTS, 2014)**

Δυναμικότητα Μονάδας	Συχνότητα δειγματοληψιών - αναλύσεων για το σύνολο των παραμέτρων			Συχνότητα δειγματοληψιών - αναλύσεων για το ΡΑΗ16	
	Πρώτο έτος (αναγνωριστικό έτος)	Επόμενα έτη	Επόμενα έτη (με σημαντικές αλλαγές στα εισερχόμενα υλικά)	Πρώτο έτος (αναγνωριστικό έτος)	Επόμενα έτη
<1.000	1	1	1	1	1 κάθε 5 έτη
1.000-2.000	2	2	2	1	1 κάθε 5 έτη
2.001-3.000	3	2	3	1	1 κάθε 5 έτη
3.001-10.000	4 μια κάθε εποχή	2	4 μια κάθε εποχή	2	1 κάθε 2 έτη

### 5.4.2. Δειγματοληψία

Τα δείγματα για ανάλυση θα πρέπει να λαμβάνονται από το τελικό προϊόν και πριν την ανάμιξη του με πρόσθετα, στη βάση συγκεκριμένου σχεδίου.

Η δειγματοληψία κρίνεται σκόπιμο να διενεργείται από εξωτερικούς φορείς βάσει πρότυπων μεθόδων όπως:

- Της επιτροπής **CENTC 400 Horizontal** (Project Committee – Horizontal standard sinthefieldssofsludge, biowasteandsoil) ή όταν αυτά δεν είναι διαθέσιμα,

<sup>10</sup> σύμφωνα με την τελική πρόταση των κριτηρίων αποχακτηρισμού (IPTS, 2014)

- Της επιτροπής **CENTC 223** (Soil improversandg rowing media).

Στην παρούσα φάση διαθέσιμο πρότυπο δειγματοληψίας είναι το **EN 12579:«Soilimproversandgrowingmedia – Sampling»** της επιτροπής CENTC 223.

Όταν η δειγματοληψία πραγματοποιείται από το φορέα λειτουργίας, πάλι κρίνεται σκόπιμο να γίνεται βάσει προτύπου (όπως EN 12579), το οποίο θα πρέπει να είναι διαθέσιμο στην εγκατάσταση, προκειμένου να διασφαλίζεται όσο το δυνατό πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα.

Σε περίπτωση που δεν χρησιμοποιείται κάποιο πρότυπο, ο φορέας λειτουργίας θα πρέπει να εφαρμόζει και να διατηρεί **πρωτόκολλο δειγματοληψίας** για κάθε δείγμα, το οποίο να περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

- την επωνυμία της μονάδας.
- την επωνυμία του φορέα δειγματοληψίας.
- την ημερομηνία της δειγματοληψίας.
- τους κωδικούς των σωρών από τις οποίες έχει ληφθεί το δείγμα.
- τον κωδικό του δείγματος.
- τη θέση απ' όπου λήφθηκε το δείγμα.
- τον τύπο του κόμποστ.
- το συνολικό χρόνο επεξεργασίας του σωρού.
- το εργαστήριο στο οποίο θα πραγματοποιηθούν οι αναλύσεις.

### **Διασφάλιση Συμμόρφωσης - Πιστοποίησης**

Η διασφάλιση συμμόρφωσης μιας μονάδας κομποστοποίησης με τις ελάχιστες απαιτήσεις ποιότητας τεκμηριώνεται είτε με την **πιστοποίηση του τελικού προϊόντος** είτε με την **πιστοποίηση της συνολικής εγκατάστασης**, βάση ενός αναγνωρισμένου συστήματος διασφάλισης ποιότητας. Στις περισσότερες χώρες της Ε.Ε. που λειτουργούν πολυάριθμες μονάδες κομποστοποίησης, έχουν αναπτυχθεί εξειδικευμένα συστήματα για το κόμποστ (βλ. Παράρτημα 10), τα οποία εστιάζουν ταυτόχρονα:

- στα κατάλληλα εισερχόμενα υλικά προς κομποστοποίηση,
- στις διαδικασίες λειτουργίας της μονάδας και
- στην ποιότητα του τελικού προϊόντος (κόμποστ)

### **Στην Ελλάδα μπορεί να πιστοποιηθεί μία μονάδα κομποστοποίησης;**

Στην παρούσα φάση, μόνο το **τελικό προϊόν (κόμποστ)** μπορεί να πιστοποιηθεί με κάποιο ευρωπαϊκό πρότυπο, όπως το Κοινοτικό Οικολογικό Σήμα.



## 6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Ανεξάρτητα από τη μέθοδο κομποστοποίησης και τη φύση των εισερχόμενων αποβλήτων, η λειτουργία μίας μονάδας κομποστοποίησης δύναται να έχει δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι οποίες μπορούν να προληφθούν ή να αντιμετωπιστούν με τα κατάλληλα μέτρα. Οι επιπτώσεις της κομποστοποίησης εντοπίζονται κατεξοχήν σε τοπική κλίμακα, εντός ή πλησίον της εγκατάστασης.

Οι περιβαλλοντικές παράμετροι που εξετάζονται στο παρόν κεφάλαιο είναι οι **οσμές**, η **σκόνη**, τα **βιοαερολύματα** (bioaerosols), τα **υγρά απόβλητα** (στραγγίσματα και επιφανειακές απορροές), ο **θόρυβος** και άλλες **αέριες εκπομπές**.

Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζονται οι παραπάνω παράμετροι σε κάθε στάδιο της μονάδας και με μία προσεγγιστική απεικόνιση του μεγέθους των επιπτώσεων κάθε φορά.



Σχήμα 13: Επιπτώσεις ανά στάδιο κομποστοποίησης

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις δύναται να δημιουργηθούν κατ' αρχάς σε όλα τα στάδια της μονάδας, λόγω λειτουργικών προβλημάτων, όπως :

- λάθος σχεδιασμό (αερισμός, υγρασία, συντήρηση, κ.α.),
- δυσλειτουργίες στη διαχείριση προβλημάτων,
- έλλειψη προσωπικού ή χρόνου,
- έλλειψη καθαριότητας.

## 6.1. ΟΣΜΕΣ

### 6.1.1. Γενικά – Μέτρηση οσμών

Σε όλες τις μεθόδους κομποστοποίησης εκλύονται οσμές, οι οποίες αποτελούν **το συνηθέστερο και σημαντικότερο** πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι φορείς λειτουργίας μίας μονάδας.

#### Πώς δημιουργούνται οι οσμές

Οι οσμές προέρχονται από την έκλυση ποικίλων πτητικών χημικών ενώσεων και συστατικών και γίνονται αντιληπτές από τον άνθρωπο έστω και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Σε μία μονάδα κομποστοποίησης εντοπίζονται τρεις βασικές κατηγορίες οσμών:

Οσμές των εισερχόμενων υλικών: Τα περισσότερα οργανικά υλικά περιέχουν οσμηρά χημικά συστατικά (το λιμονένιο στα εσπεριδοειδή ή το πινένιο στα ξυλώδη υλικά). Όταν αναμιχθούν δημιουργούν ένα έντονο σε οσμές μίγμα.

Οσμές από τη βιοαποδόμηση: Η διάσπαση σύνθετων χημικών ενώσεων, όπως λίπη, υδατάνθρακες και πρωτεΐνες στις αρχικές φάσεις της κομποστοποίησης προκαλεί την έκλυση οσμηρών ουσιών όπως λιπαρά οξέα, αμίνες, σουλφίδια, αμμωνία, κα.

Οσμές που δημιουργούνται από αναερόβιες συνθήκες: Όταν στο μίγμα δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες (έλλειψη οξυγόνου, μη κατάλληλο πορώδες), τότε εκλύονται χημικές ουσίες, όπως το υδρόθειο (χαρακτηριστική οσμή κλούβιων αυγών), που είναι ιδιαίτερα οσμηρές.

#### Μέτρηση οσμών

Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι οσμές σε μία μονάδα κομποστοποίησης δεν οφείλονται σε ένα μόνο συστατικό, αλλά σε πολύπλοκα μίγματα ουσιών, τα οποία διαρκώς μεταβάλλονται, οι φυσικοχημικές μέθοδοι μέτρησης για την ανίχνευση μεμονωμένων ουσιών δεν ενδείκνυνται.

Η πιο αξιόπιστη μέθοδος για την περίπτωση της κομποστοποίησης, θεωρείται η **ολφακτομετρία**, η οποία καθορίζεται στο ευρωπαϊκό πρότυπο (DIN EN 13725) και το πρότυπο **ΕΛΟΤ EN 13725:1999** «Ποιότητα αέρα-Προσδιορισμός της συγκέντρωσης οσμής με δυναμική ολφακτομετρία». Η συγκέντρωση στην οποία η οσμή είναι ανιχνεύσιμη από πάνελ δοκιμαστών 'sniffers' ορίζεται ως το όριο ανίχνευσης και η τιμή αυτής της συγκέντρωσης λαμβάνει την τιμή **1 Ευρωπαϊκή Μονάδα Οσμής ανά κυβικό μέτρο (1 ΟΥ<sub>ε</sub>/m<sup>3</sup>)**. Η μέθοδος βασίζεται στην διάλυση του αέριου δείγματος έως το όριο ανίχνευσης. Μία άλλη διεθνής μονάδα μέτρησης, η οποία είναι και ισοδύναμη με την Ευρωπαϊκή Μονάδα Οσμής αποτελεί ο αριθμός των αραιώσεων, **DilutionsToThreshold (DTT)**.

#### Ενδεικτικές τιμές οσμών

Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι συνήθεις οσμές στο περιβάλλον (π.χ. από την κυκλοφορία οχημάτων, φυτά, κλπ.) δίνουν συγκεντρώσεις οσμών περίπου από 5 έως 60 ΟΥ<sub>ε</sub>/m<sup>3</sup>.

#### Ρυθμός εκπομπής οσμών

Η συγκέντρωση οσμών αποτυπώνει την ένταση της οσμής μία δεδομένη χρονική στιγμή και σε ένα σημείο δειγματοληψίας.

Για να μπορούν να μετρηθούν οι συνολικά παραγόμενες οσμές στη διάρκεια μίας ημέρας, θα πρέπει να αποτυπωθούν οι συγκεντρώσεις οσμών από όλες τις πιθανές πηγές και να εκτιμηθεί η χρονική διάρκεια κάθε εκπομπής εντός της ημέρας, π.χ. ο χώρος υποδοχής μπορεί να λειτουργεί 6 ώρες την ημέρα, ενώ το βιόφιλτρο 24 ώρες. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η μέτρηση του ρυθμού εκπομπής οσμών, ο οποίος μετράται σε ΟΥ/s.



## 6.1.2. Οσμές κατά την κομποστοποίηση

Στη διεθνή βιβλιογραφία, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα, δίνονται μεγάλα εύρη τιμών στα διάφορα στάδια της μονάδας κομποστοποίησης, τα οποία εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως από την εφαρμοζόμενη τεχνολογία, τις πρακτικές λειτουργίας και τα εισερχόμενα υλικά.

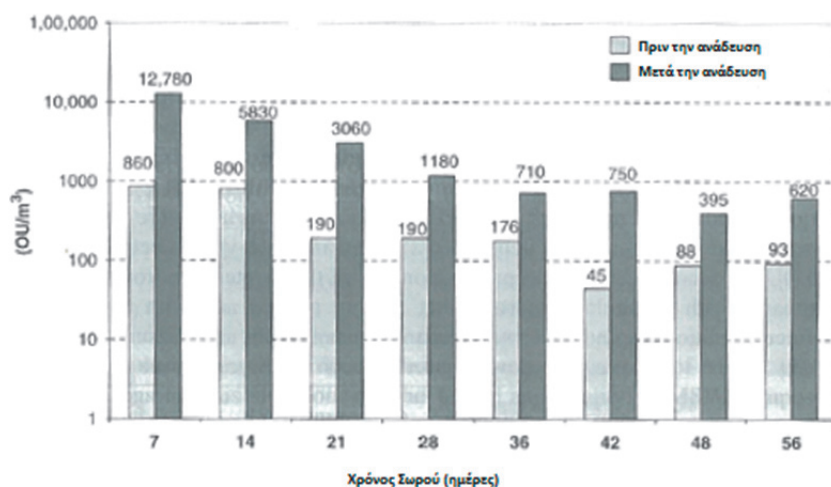
Στάδια μονάδας	Ενδεικτικές τιμές συγκέντρωσης οσμών (OU/m <sup>3</sup> )	Αίτια δημιουργίας οσμών
Υποδοχή Προεπεξεργασία	200-5.000	Το είδος του υλικού (π.χ. έντονες οσμές σε υλικά πλούσια σε άζωτο), η υγρασία και ο χρόνος παραμονής στο χώρο υποδοχής.
Κομποστοποίηση (Ενεργή βιοαποδόμηση)	1.000 – 30.000	<p>Η βιοαποδόμηση του υλικού.</p> <p>Οι μέγιστες τιμές παρατηρούνται κατά την φάση της αυτοθέρμανσης, δηλαδή στο αρχικό στάδιο όπου αυξάνεται η θερμοκρασία του υλικού ή όταν εμφανίζονται αναερόβιες συνθήκες.</p> <p>Σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (&gt;65/70°C) δημιουργούνται συνήθως, ενδιάμεσες ουσίες, προϊόντα του μεταβολισμού, με υψηλή ένταση οσμών.</p>
με φυσικό αερισμό (μόνο ανάδευση)		Στην ανοικτή κομποστοποίηση σε σειράδια, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οσμών εμφανίζονται αμέσως μετά από κάθε αναστροφή του σωρού.
σε συστήματα εξαναγκασμένου αερισμού		Λόγω της υψηλής παροχής αέρα, αυξάνεται ο ρυθμός παραγωγής οσμών. Για το λόγο αυτό απαιτείται η επεξεργασία του αέρα σε βιόφιλτρο (ειδικά στα συστήματα αναρρόφησης αέρα). Με το βιόφιλτρο μπορούν να μειωθούν οι εκπομπές οσμών στην έξοδο κάτω από 500OU/m <sup>3</sup> . Λεπτομέρειες για τη λειτουργία του βιόφιλτρου δίνονται στο Παράρτημα 7.
Ωρίμανση	<3.000	Η βιοαποδόμηση των δύσκολα διασπάσιμων οργανικών ουσιών. Οι οσμές μειώνονται σημαντικά, στη φάση αυτή.
Ραφιναρία	<500	Η επεξεργασία / αποθήκευση μη σταθεροποιημένου κόμποστ, όπου γίνεται εκ νέου αυτοθέρμανση.
Αποθήκευση	<100	

Σε όλα τα στάδια, ο πιο κρίσιμος παράγοντας για την αποφυγή έντονων οσμών είναι **να μην επικρατούν αναερόβιες συνθήκες**, οι οποίες και εμφανίζονται κατά τη μη ορθή λειτουργία της μονάδας.

### Από τι εξαρτάται η ένταση οσμών στη φάση της κομποστοποίησης;

- **την παροχή οξυγόνου:** ανεπαρκής αερισμός οδηγεί πάντα σε αναερόβιες συνθήκες.
- **την υγρασία:** περίσσεια υγρασίας ή επιφανειακή συγκέντρωση υδάτων οδηγεί σε αναερόβιες συνθήκες.
- **το μέγεθος του σωρού:** μεγάλοι σωροί τείνουν να μην αερίζονται ικανοποιητικά.
- **τη θερμοκρασία:** όταν ξεπεράσει τους 60-65°C καταστρέφονται αερόβιοι μικροοργανισμοί και δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες.
- **το πορώδες:** όταν στο υλικό κομποστοποίησης υπάρχουν συμπιεσμένα υλικά (π.χ. φύλλα) δεν επιτρέπεται η διάχυση του αέρα και δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες.

Σε κάθε περίπτωση, μετά από την αναστροφή του σωρού, θα αυξηθεί η ένταση των οσμών, όπως επιβεβαιώνεται στο



Σχήμα 14: Συγκεντρώσεις οσμών πριν και μετά την ανάδευση (πηγή: L.F.Diaz, 2007).

### 6.1.3. Τρόποι πρόληψης και αντιμετώπισης οσμών

Ακολούθως περιγράφονται οι τρόποι πρόληψης και αντιμετώπισης οσμών, ανά στάδιο της μονάδας.

Στάδια Μονάδας	Πρόληψη - Αντιμετώπιση
<b>Υποδοχή - Προεπεξεργασία</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Άμεση επεξεργασία των εισερχόμενων υλικών ώστε να μειώνεται όσο το δυνατό ο χρόνος παραμονής τους στο χώρο υποδοχής.</li> <li>■ Σε περιπτώσεις προσωρινής αποθήκευσης: α) ανάμιξη των αποβλήτων με υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο και υγρασία (π.χ. υπολείμματα τροφίμων) με υλικό δομής και β) κάλυψη των αποβλήτων με υλικό δομής.</li> <li>■ Άμεση απομάκρυνση των διαχωρισθέντων προσμίξεων προς ταφή ώστε να μειώνεται όσο το δυνατό ο χρόνος παραμονής τους στη μονάδα.</li> </ul>
<b>Κομποστοποίηση (Ενεργή βιοαποδόμηση)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Δημιουργία του κατάλληλου μίγματος κομποστοποίησης.</li> <li>■ Συνεχή ρύθμιση της θερμοκρασίας κατά την ενεργή φάση της κομποστοποίησης με συχνές αναστροφές του σωρού, ώστε να μην αυξηθεί πέρα από τις επιθυμητές τιμές.</li> <li>■ Αναστροφή του σωρού με κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες (π.χ. διεύθυνση ανέμου), ιδιαίτερα εάν υπάρχουν σε κοντινή απόσταση ευαίσθητοι αποδέκτες.</li> <li>■ Κάλυψη με ημιπερατές μεμβράνες για να αποφεύγεται η υπερβολική είσοδος νερού.</li> <li>■ Μείωση μεγέθους σωρού για την καλύτερη διάχυση του αέρα στη μάζα του υλικού ειδικά όταν εμφανίζονται υψηλές θερμοκρασίες.</li> <li>■ Προσθήκη υλικού δομής όταν το πορώδες δεν είναι ικανοποιητικό.</li> </ul>
<b>Με συστήματα εξαναγκασμένου αερισμού</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Στα συστήματα εμφύσησης του αέρα, θεωρείται βέλτιστο αυτά να συνδυάζονται με συστήματα επεξεργασίας-απόσμησης του αέρα (βιόφιλτρα).</li> <li>■ Στα συστήματα αρνητικής πίεσης (αναρρόφησης), το βιόφιλτρο κρίνεται απαραίτητο.</li> </ul>
<b>Ωρίμανση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Αναστροφή του σωρού για την αποφυγή αναερόβιων συνθηκών.</li> <li>■ Κάλυψη με ημιπερατές μεμβράνες για να αποφεύγεται η υπερβολική είσοδος νερού.</li> </ul>
<b>Ραφιναρία - Αποθήκευση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Έλεγχος εάν το κόμποστ έχει σταθεροποιηθεί.</li> <li>■ Άμεση απομάκρυνση των διαχωρισθέντων προσμίξεων προς ταφή ώστε να μειώνεται όσο το δυνατό ο χρόνος παραμονής τους στη μονάδα.</li> </ul>

#### 6.1.4. Εκτίμηση και παρακολούθηση των επιπτώσεων

Η παρακολούθηση των οσμών σε μία μονάδα κομποστοποίησης θα πρέπει να αποτελεί μία από τις βασικές δραστηριότητες του φορέα λειτουργίας, καθώς αφορά τόσο στην ίδια τη διεργασία της κομποστοποίησης, όσο και τις επιπτώσεις προς τους γειτονικούς αποδέκτες.

Ακολουθως περιγράφονται οι βασικές απαιτήσεις εκτίμησης και παρακολούθησης των επιπτώσεων σε μία μονάδα κομποστοποίησης:

##### Εκτίμηση έντασης οσμών στους σωρούς

Καθημερινά

Ποιοτική εκτίμηση έντασης οσμών στους σωρούς κομποστοποίησης (από το φορέα λειτουργίας) βάσει της ακόλουθης κλίμακας:

Κλίμακα	Ένταση
0	Καθόλου οσμή
1	Πολύ ελαφριά οσμή
2	Ελαφριά οσμή
3	Διακριτή οσμή
4	Έντονη οσμή
5	Πολύ έντονη οσμή
6	Υπερβολικά έντονη οσμή

Καταγραφή: Δελτίο Παρακολούθησης Σωρού (βλ. Παράρτημα 3B)

##### Εκτίμηση έντασης οσμών στο βιόφιλτρο

Εφόσον υπάρχει, ετησίως

Μέτρηση οσμών στο βιόφιλτρο μέσω της μεθόδου της ολφακτομετρίας από εξωτερικό εργαστήριο σε ετήσια βάση.

Οριακή τιμή: 500 ΟΥ/μ<sup>3</sup>

##### Εκτίμηση έντασης οσμών σε γειτονικούς αποδέκτες

α) Κατά την αναγνωριστική περίοδο

Κατά το πρώτο διάστημα λειτουργίας της μονάδας θα πρέπει να γίνεται ποιοτική εκτίμηση έντασης οσμών σε κοντινούς αποδέκτες (από το φορέα λειτουργίας) βάσει της κλίμακας που αναφέρθηκε ανωτέρω.

Οι επιτόπιοι έλεγχοι θα πρέπει να διενεργούνται σε διάφορες ώρες της ημέρας και με διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες σε πιθανούς κοντινούς αποδέκτες, προκειμένου να εξεταστεί η δυνατότητα ανίχνευσης ή/και η ένταση των οσμών προερχόμενες από τη μονάδα.

Επίσης, μια αρκετά αξιόπιστη μέθοδος που δίνει τη δυνατότητα εκτίμησης των επιπτώσεων των εκπομπών (διασπορά εκπομπών) με δεδομένες κλιματολογικές συνθήκες είναι αυτή που δίνεται στις Γερμανικές Οδηγίες VDI 3940 Sheet 2. Με τη μέθοδο αυτή, δε μετράται η συγκέντρωση των οσμών, αλλά γίνεται χαρακτηρισμός της οσμής με ποιοτική κλίμακα (π.χ. ασθενής, έντονη, πολύ έντονη, κλπ.)

Καταγραφή: Ημερολόγιο συμβάντων οσμών (βλ. Παράρτημα 3Γ)

##### Εκτίμηση έντασης οσμών σε γειτονικούς αποδέκτες

β) Σε περίπτωση επίμονων και συστηματικών οχλήσεων

Πιθανά παράπονα θα πρέπει να καταγράφονται σε συνδυασμό με τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες και τις διεργασίες που υλοποιούνταν στη μονάδα στο Ημερολόγιο συμβάντων οσμών (βλ. Παράρτημα 3Γ)

Εφόσον υπάρχουν συστηματικά παράπονα από γειτονικούς αποδέκτες, θα πρέπει να γίνεται εκτίμηση της έντασης των οσμών με τους εξής δύο τρόπους:

**A. Με επιτόπιες εκτιμήσεις οσμών περιμετρικά της εγκατάστασης.** Όπως και κατά την αναγνωριστική περίοδο.

## **B. Με τη εφαρμογή μοντέλων διασποράς (απαιτείται εξωτερικός φορέας).**

Με τα μοντέλα διασποράς, όπως το Γερμανικό TA-Luft 2002, Programme AUSTAL2000, μπορούν να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις οσμών σε διάφορους αποδέκτες υπό διάφορες συνθήκες λειτουργίας μίας μονάδας (π.χ. Βόρειοι άνεμοι 5 Beafort, μη λειτουργία του βιόφιλτρου, συνεχείς αναδεύσεις). Για τη διενέργεια ενός τέτοιου μοντέλου, απαιτούνται τα εξής δεδομένα:

- Στοιχεία για τη θέση της εγκατάστασης (απόσταση από ευαίσθητους αποδέκτες, κλιματολογικές συνθήκες χώρου π.χ. αέρας, βροχοπτώσεις και τοπογραφία).
- Πηγές και μέγεθος εκπομπών (συγκέντρωση οσμών σε διάφορα στάδια/χώρους της μονάδας).

Στην ακόλουθη εικόνα, απεικονίζονται τα αποτελέσματα από την εφαρμογή μοντέλου διασποράς οσμών για μία μονάδα κομποστοποίησης. Πιο συγκεκριμένα, καταγράφεται το ποσοστό του χρόνου, όπου οι συγκεντρώσεις οσμών ξεπερνούν το όριο των 3 OU/m<sup>3</sup>.



**Εικόνα 5: Απεικόνιση αποτελεσμάτων μοντέλου οσμών (ENVIRON I.C., 2013)**

### **Τυπικές οριακές τιμές σε γειτονικούς αποδέκτες**

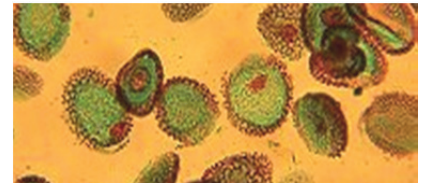
Δεν υφίστανται θεσμοθετημένες συγκεντρώσεις οσμών σε γειτονικούς αποδέκτες. Ενδεικτικές τιμές (μη θεσμοθετημένες) δίνονται από το Environment Agency (UK):

Η έκθεση των ευαίσθητων αποδεκτών δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 1.5, 3 ή 6 OU/m<sup>3</sup> για πάνω από 98% κατά μέσο όρο την ώρα.

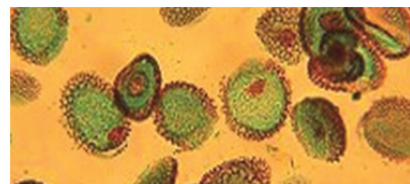
### **Τι μπορεί να κάνει ο φορέας λειτουργίας όταν αντιμετωπίζει σημαντικό πρόβλημα οσμών;**

- Θα πρέπει πρώτα να εντοπίσει την πηγή έκλυσης οσμών και να εκτιμήσει την ένταση των οσμών με τη βοήθεια των μεθόδων που αναλύθηκαν στην ενότητα αυτή.
- Να εξαντλήσει όλες τις δυνατότητες βελτιστοποίησης των λειτουργικών παραμέτρων της μονάδας και υπό διάφορες κλιματολογικές συνθήκες (βλ. ενότητα 6.1.3& κεφάλαιο 8 - Πρακτικές Οδηγίες).
- Εφόσον οι οσμές προέρχονται από το στάδιο της κομποστοποίησης και κυρίως κατά τη φάση της ανάδευσης (βλ.
- 
- Σχήμα 14) θα πρέπει να καταρτιστεί πρόγραμμα αναδεύσεων βάσει των επικρατούντων καιρικών συνθηκών.
- Ως τελική επιλογή, να μεταβάλλει κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας, ώστε να εφαρμόζονται οι εγκεκριμένοι περιβαλλοντικοί όροι.

## 6.2. ΒΙΟΑΕΡΟΛΥΜΑΤΑ & ΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ



<b>Περιγραφή</b>	Τα βιοαερολύματα είναι αιωρούμενα σωματίδια, μη ορατά με το μάτι, που περιέχουν μικροοργανισμούς και άλλα βιολογικά σωματίδια (βακτήρια, μύκητες, ακτινοβακτήρια, ένζυμα, ενδοτοξίνες, μυκοτοξίνες, γλυκάνες). Τα περισσότερα από τα βιοαερολύματα που υπάρχουν σε μία μονάδα κομποστοποίησης συναντώνται στο περιβάλλον και από φυσικές διεργασίες, όπως τα φυτά, τα ζώα, τους ανθρώπους.
<b>Επιπτώσεις από την εκπομπή βιοαερολυμάτων σε μία μονάδα κομποστοποίησης</b>	Το μέγεθος των βιοαερολυμάτων ποικίλει σημαντικά από 1 μm έως και 30μm, αλλά τα περισσότερα έχουν την τάση να δημιουργούν μεγαλύτερες μάζες ή να προσκολλώνται σε σωματίδια σκόνης <sup>11</sup> . Τα σωματίδια μεγέθους κάτω από 10μm μέσω της αναπνοής εισέρχονται στους πνεύμονες προκαλώντας σοβαρές αναπνευστικές παθήσεις <sup>12</sup> .
<b>Πηγές εκπομπής βιοαερολυμάτων σε μία μονάδα κομποστοποίησης</b>	<p>Σε αντίθεση με άλλες εκπομπές που είναι ορατές ή αισθητές στον άνθρωπο (π.χ. οσμές, σκόνη, θόρυβος), τα βιοαερολύματα δεν είναι ορατά με το μάτι αλλά είναι βέβαιο ότι εντοπίζονται όπου υπάρχει εκπομπή σκόνης.</p> <p>Οι κύριες πηγές εκπομπής βιοαερολυμάτων σε μία μονάδα, είναι όλες οι διεργασίες μηχανικής ανάδευσης και επεξεργασίας των υλικών. Η προεπεξεργασία, η ανάμιξη, η ανάδευση των σωρών, η ραφιναρία, η μεταφορά υλικών, η κίνηση των οχημάτων, αποτελούν βασικές πηγές.</p> <p>Οι εκπομπές μάλιστα αυξάνονται όταν επικρατούν ξηρές και θερμές συνθήκες, ενώ η διασπορά τους εξαρτάται από το εάν μία εγκατάσταση είναι ανοικτή ή κλειστή, από τις κλιματολογικές συνθήκες και τη μορφολογία του εδάφους<sup>13</sup>.</p>
<b>Διασπορά</b>	Τα βιοαερολύματα διασπείρονται σε απόσταση 75 έως 150 μέτρων από την πηγή παραγωγής <sup>11</sup> . Επίσης, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις βακτηρίων και μυκήτων και σε μικρότερο βαθμό ενδοτοξινών, εντοπίζονται πολύ κοντά στις δραστηριότητες κομποστοποίησης, σε θέσεις εντός της εγκατάστασης, όπως στην ανάδευση του κόμποστ.
<b>Εκτίμηση επιπτώσεων από την εκπομπή των βιοαερολυμάτων (Μέθοδοι μέτρησης)</b>	Οι συγκεντρώσεις των βιοαερολυμάτων στην ατμόσφαιρα μετρούνται συνήθως με τον αριθμό βιώσιμων αποικιών (CFUs). Για τη μέτρησή τους μπορεί να εφαρμοστεί το πρότυπο <b>CEN/TS 16115-1:2011</b> και οι Γερμανικές Οδηγίες <b>VDI 4257/2013Part 1</b> και <b>Part 2</b> . Με τις εν λόγω οδηγίες είναι δυνατός ο σχεδιασμός και η διενέργεια δειγματοληψιών και μετρήσεων των βιοαερολυμάτων σε διάφορες πηγές, όπως βιόφιλτρα, στατικούς σωρούς κομποστοποίησης, κα.



<sup>11</sup>Environment Agency, 2013

<sup>12</sup>Epstein, 2011

<sup>13</sup>ADEME, 2012



### Ενδεικτικές οριακές τιμές

Δεν υπάρχουν θεσμοθετημένες οριακές τιμές. Πρόσφατες τιμές που αναφέρονται στο Ηνωμένο Βασίλειο<sup>11</sup> και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σύγκριση, είναι οι εξής:

- Βακτήρια (Gram-negative): 300 cfu m<sup>-3</sup>
- Συνολικά βακτήρια: 1000 cfu m<sup>-3</sup>
- Μύκητας *Aspergillus fumigatus*: 500 cfu m<sup>-3</sup>

## Μέτρα μείωσης των εκπομπών βιοαερολυμάτων

- ➔ **Καθαρισμός** Όλοι οι χώροι διαχείρισης των υλικών και οι χώροι κίνησης των οχημάτων να διατηρούνται καθαροί και να διαβρέχονται τακτικά προσέχοντας ιδιαίτερα την αποφυγή λίμνασης των υδάτων και την ορθή αποστράγγισή τους. Ο καθαρισμός γίνεται με ειδικούς καθαριστές ή βιομηχανικές ηλεκτρικές σκούπες και όχι με κοινές σκούπες (πάντα με τη χρήση αναπνευστικής μάσκας με φίλτρο τύπου P3).
- ➔ **Κατάλληλη ανάδευση σωρών** Η αναστροφή των σωρών και ο χειρισμός των υλικών να γίνεται μόνο εφόσον έχουν εξασφαλιστεί οι κατάλληλες συνθήκες υγρασίας, οι οποίες δεν ευνοούν τη διασπορά των βιοαερολυμάτων. Το ίδιο ισχύει και για τα βιόφιλτρα. Επίσης, να λαμβάνονται υπόψη οι ημερήσιες κλιματολογικές συνθήκες (π.χ. κατεύθυνση ανέμου).
- ➔ **Αποφυγή ξήρανσης υλικού** Οι μικροί σωροί να καλύπτονται με ημιπερατές μεμβράνες, ώστε να αποφεύγεται η ξήρανση (ειδικά τους θερμούς μήνες). Οι επιφάνειες πάνω στις οποίες γίνεται η αποθήκευση του ώριμου κόμποστνα διαβρέχονται τακτικά και να καλύπτονται με ημιπερατές μεμβράνες.

Τα μέτρα προστασίας των εργαζομένων από τις εκπομπές των βιοαερολυμάτων αναλύονται στο κεφάλαιο 9.



## 6.3. ΣΚΟΝΗ



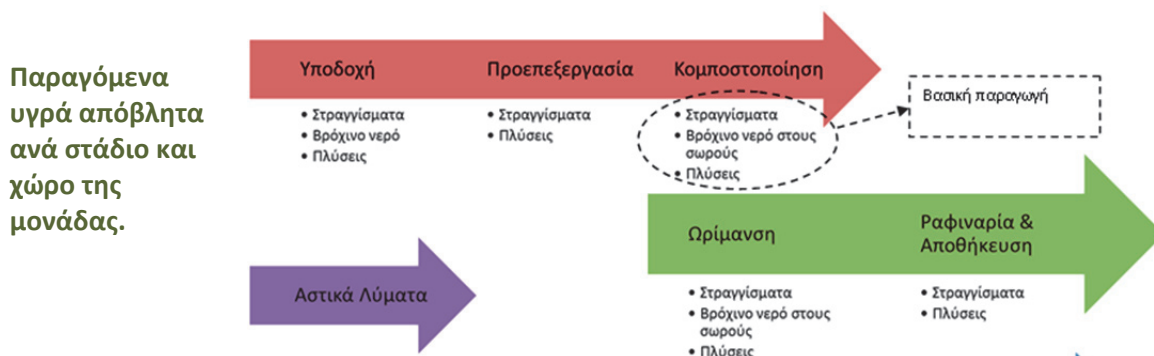
<b>Περιγραφή</b>	Ως σκόνη νοούνται τα αιωρούμενα σωματίδια με μέγεθος από 1-75 μm σε διάμετρο, που εκλύονται στην ατμόσφαιρα από τις διάφορες δραστηριότητες της μονάδας κομποστοποίησης.
<b>Επιπτώσεις από την εκπομπή σκόνης</b>	<p>Δύο είδη επιπτώσεων:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>περιβαλλοντική όχληση</b> που δημιουργείται από τη διασπορά και κατακάλυψη της σκόνης σε κοντινούς αποδέκτες.</li><li>■ <b>επιβάρυνση της ποιότητας της ατμόσφαιρας</b> με επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων και των κοντινών αποδεκτών, λόγω των αιρούμενων σωματιδίων με αεροδυναμική διάμετρο έως και 10μm (A<sub>S10</sub> και A<sub>S2,5</sub>)<sup>14</sup>. Τα σωματίδια αυτά (μη ορατά) εισέρχονται στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου και δύναται να δημιουργήσουν προβλήματα υγείας. Στην περίπτωση της κομποστοποίησης, τα σωματίδια που εξετάζονται και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι τα βιοαερολύματα (αιωρούμενα σωματίδια που περιέχουν μικροοργανισμούς και άλλα βιολογικά σωματίδια), τα οποία αναλύθηκαν ξεχωριστά στην προηγούμενη ενότητα (6.2).</li></ul> <p>Κατά συνέπεια, στην ενότητα αυτή εξετάζεται η σκόνη από την πλευρά της περιβαλλοντικής όχλησης.</p>
<b>Πηγές εκπομπής σκόνης</b>	Παράγεται/εκλύεται σε όλα τα στάδια που εκτελούνται μηχανικές διεργασίες, όπως η προεπεξεργασία των υλικών, η ανάδευση των σωρών, η ραφίναρια, η μεταφορά υλικών, η κίνηση των οχημάτων.
<b>Διασπορά σκόνης</b>	Η διασπορά της σκόνης εξαρτάται από το εάν μία εγκατάσταση είναι ανοικτή ή κλειστή, από τις κλιματολογικές συνθήκες, τη μορφολογία του εδάφους, ενώ ο βαθμός όχλησης εξαρτάται και από την απόσταση στην οποία βρίσκονται οι πλησιέστεροι αποδέκτες.
<b>Εκτίμηση επιπτώσεων από την εκπομπή της σκόνης (Μέθοδοι μέτρησης)</b>	Μέτρηση της <b>κατακάλυψης της σκόνης σε κοντινούς αποδέκτες</b> , σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ 767:2006 'Ποιότητα του αέρα - Προσδιορισμός ατμοσφαιρικής σκόνης που κατακάθεται - Μέθοδος με οριζόντιο δοχείο συλλογής'. Τα σημεία δειγματοληψίας θα πρέπει να καθορίζονται βάσει των ευαίσθητων αποδεκτών, των συνηθέστερων κλιματολογικών συνθηκών και τη μορφολογία του εδάφους.
<b>Ενδεικτική οριακή τιμή</b>	Ένας δείκτης όχλησης που χρησιμοποιείται εμπειρικά στο Ηνωμένο Βασίλειο, είναι η τιμή των <b>200 mg σκόνης που κατακάθεται ανά m<sup>2</sup> ανά ημέρα</b> . Η τιμή αυτή αναφέρεται στη μέση μηνιαία τιμή μεμονωμένων δειγμάτων <sup>15</sup> .
<b>Μέτρα πρόληψης / αντιμετώπισης</b>	Τα μέτρα για την προστασία από την σκόνη είναι τα ίδια που ισχύουν και για τα μέτρα αντιμετώπισης των βιοαερολυμάτων (βλ. κεφάλαιο 9).

<sup>14</sup>Όπως ορίζονται στην Οδηγία 2008/50/EK 'για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη'

<sup>15</sup>Environment Agency, 2013

## 6.4. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα υγρά απόβλητα σε μία μονάδα κομποστοποίησης προκύπτουν από διάφορα στάδια της διεργασίας αλλά και από διαφορετικούς χώρους μέσα στην εγκατάσταση, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα:



**Σχήμα 15: Είδη παραγόμενων υγρών αποβλήτων σε κάθε στάδιο της μονάδας**

**Με κόκκινο:** τα υγρά απόβλητα που προκύπτουν από τους χώρους πριν την υγειονομοποίηση του υλικού.

**Με πράσινο:** τα υγρά απόβλητα που προκύπτουν από τους χώρους μετά την υγειονομοποίηση του υλικού.

### Εκτίμηση Παραγόμενων Υγρών Αποβλήτων.

Η παραγωγή στραγγισμάτων σε ένα σωρό εκτιμάται<sup>16</sup> περίπου 0,028 m<sup>3</sup> ανά m<sup>2</sup> επιφάνειας όπου πραγματοποιείται η κομποστοποίηση.

Για την εκτίμηση, όμως, των συνολικών παραγόμενων υγρών αποβλήτων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και τα εξής:

- όγκος βρόχινου νερού που εισέρχεται στους παραγωγικούς χώρους της μονάδας (λαμβάνοντας τη μέση ετήσια βροχόπτωση στην περιοχή και την κάλυψη ή όχι του χώρου με στέγαστρο).
- όγκος νερού που ανακυκλοφορείται.
- όγκος νερού για τις πλύσεις και τον καθαρισμό της εγκατάστασης.

### Μέτρα Πρόληψης Παραγωγής Υγρών Αποβλήτων.

- Κάλυψη των σωρών που βρίσκονται σε ανοιχτό χώρο με ημιπερατές μεμβράνες ή κατασκευή στεγάστρων. Τα μέτρα αυτά εξυπηρετούν τη μείωση των στραγγισμάτων και τη βελτίωση της διαχείρισης των απορρεόντων υδάτων.
- Ανάμιξη των εισερχομένων υλικών με υλικά δομής ή πρόσθετα που εξασφαλίζουν για το μίγμα ικανοποιητική δομή και ικανότητα συγκράτησης του νερού (όπως τεμαχισμένα ξύλα, φλοιοί, άχυρο, υπερμεγέθη κλάσματα της κοσκίνισης, αργιλώδη χώματα και ώριμο κόμποστ).
- Αναστροφή των σωρών για την αύξηση του ρυθμού εξάτμισης του νερού.

Στον παρακάτω πίνακα, δίνονται παραδείγματα σύστασης υγρών αποβλήτων σε μονάδες κομποστοποίησης σύμφωνα με το Αυστριακό ÖNORM S 2205.

<sup>16</sup>Amlinger, 2009

**Πίνακας 16: Ενδεικτική σύσταση υγρών αποβλήτων σε μονάδες κομποστοποίησης**

Παράμετρος	Μονάδα μέτρησης	Στραγγίσματα υποδοχής	Στραγγίσματα κομποστοποίησης	Υγρά απόβλητα πλύσεων
pH	-	4-6	5,5-8,5	-
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	mS/cm	≤30	0,5-10	-
BoD	mg O <sub>2</sub> /l	≤80.000	10-60.000	10-15.000
CoD	mg O <sub>2</sub> /l	≤100.000	20-80.000	20-25.000
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	130-1.300	650-1900	5-1.100
PO <sub>4</sub> -P	mg/l	≥25	≥0,8	≥5

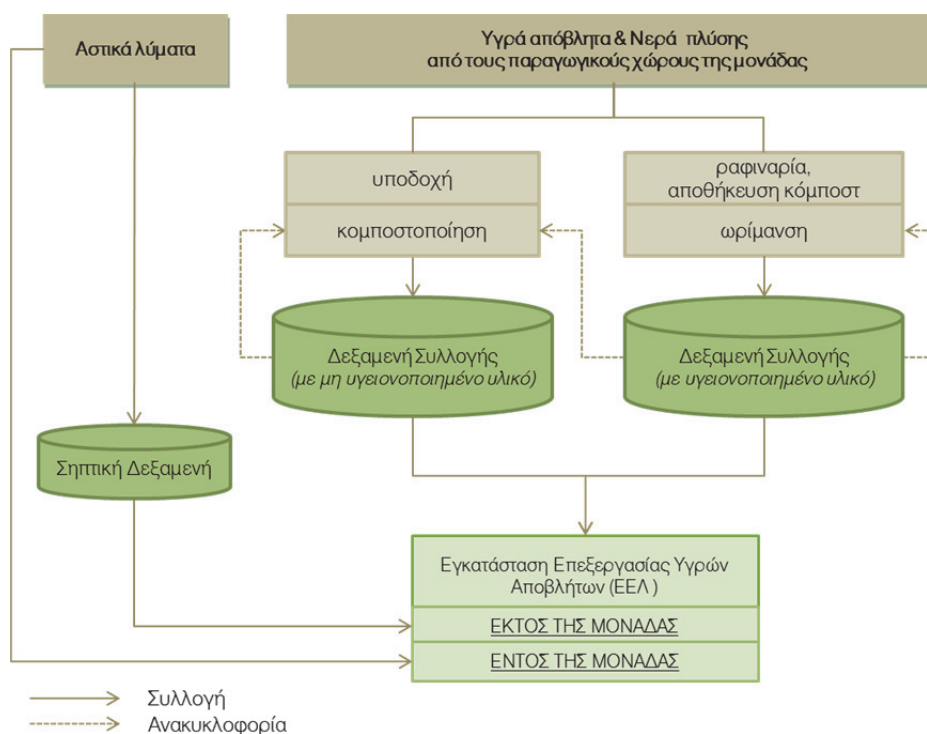
Πηγή: ÖNORM S 2205, Αυστρία

Ποιοτική σύσταση υγρών αποβλήτων (ενδεικτική)

Συλλογή και Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων

Τα υγρά απόβλητα της μονάδας θα πρέπει να συλλέγονται, να επαναχρησιμοποιούνται και στη συνέχεια, η περίσσεια τους, να οδηγείται σε εγκατάσταση επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (ΕΕΥΑ). Στα επόμενα σχήματα απεικονίζονται οι δύο επιλογές συλλογής και διαχείρισης των υγρών αποβλήτων.

⇒ Συλλογή σε δύο δεξαμενές



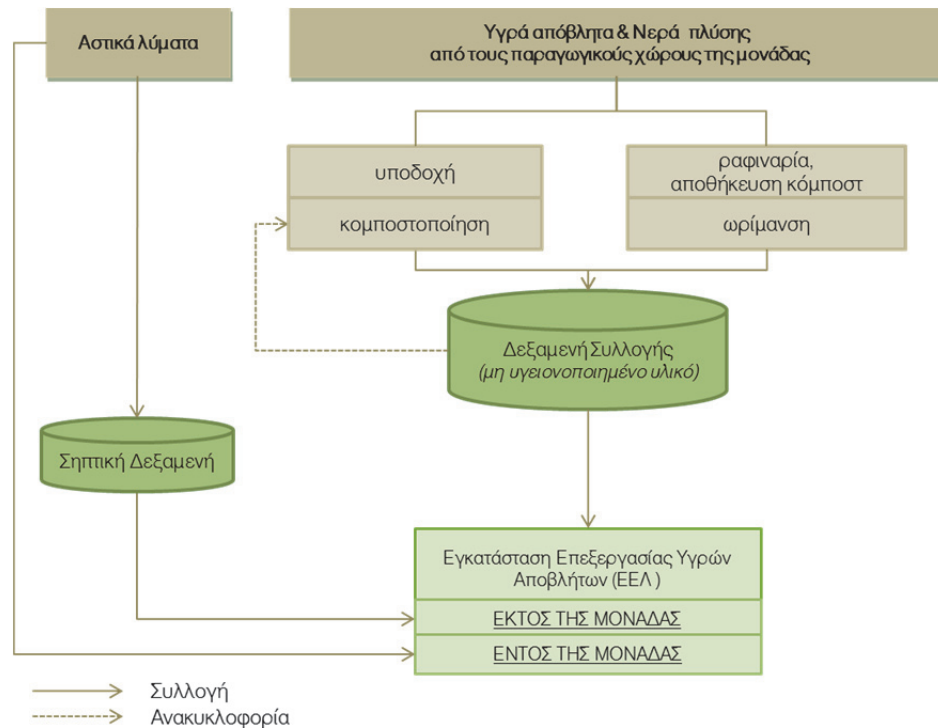
**Σχήμα 16: Συλλογή και διαχείριση υγρών αποβλήτων (με δύο δεξαμενές)**

Η 1η δεξαμενή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανακυκλοφορία των υγρών αποβλήτων μόνο στο στάδιο της κομποστοποίησης και η 2η για επανακυκλοφορία σε όλα τα στάδια.

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται εξοικονόμηση καθαρού νερού κατά τη διαβροχή των σωρών αλλά και μείωση της απαιτούμενης δυναμικότητας της εγκατάστασης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

### ➔ Συλλογή σε μία δεξαμενή

Κοινή συλλογή των υγρών αποβλήτων από όλα τα στάδια της μονάδας. Στην περίπτωση αυτή, μπορεί να γίνει ανακυκλοφορία μόνο κατά το αρχικό στάδιο κομποστοποίησης.



Σχήμα 17: Συλλογή και διαχείριση υγρών αποβλήτων (με μία δεξαμενή)

### ➔ Εξωτερική εγκατάσταση

#### Επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Η περίσσεια ποσότητα των υγρών αποβλήτων αναμένεται να είναι περιορισμένη, οπότε και προτείνεται η εξέταση της δυνατότητας μεταφοράς τους σε άλλη υφιστάμενη εγκατάσταση επεξεργασίας που να βρίσκεται πλησίον του έργου όπως π.χ. εγκατάσταση επεξεργασίας αστικών λυμάτων οικισμού/πόλης, εγκατάσταση επεξεργασίας στραγγισμάτων σε ΧΥΤΑ, εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων ΒΙ.ΠΕ. κλπ. Στην περίπτωση αυτή, η μεταφορά θα γίνεται με βυτιοφόρα.

### ➔ Εγκατάσταση εντός της μονάδας

Εάν εντός της μονάδας εγκατασταθεί σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, η απαιτούμενη ποιότητα εκροής βάσει του αποδέκτη, αποτελεί τα βασικό κριτήριο επιλογής του βαθμού επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων μπορεί να διαχωριστεί σε δύο (2) βασικές κατηγορίες:

- Διάθεση σε επιφανειακό υδάτινο αποδέκτη (θάλασσα, λίμνη, ποτάμι). Σύμφωνα με το ισχύον θεσμικό πλαίσιο, στην περίπτωση αυτή εφαρμόζονται οι διατάξεις της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ, όπως αυτή εντάχθηκε στην Ελληνική Νομοθεσία μέσω της ΚΥΑ 5673/400/1997.
- Διάθεση στο έδαφος ή χρήση για άρδευση: Σύμφωνα με το ισχύον θεσμικό πλαίσιο, στην περίπτωση αυτή εφαρμόζονται οι διατάξεις της ΚΥΑ 145116/2011



Η παραγόμενη ιλύς από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, θα μπορεί να αξιοποιείται στη μονάδα κομποστοποίησης ως αρχικό εισερχόμενο υλικό, με την κατάλληλη ανάμιξη στους σωρούς.

Προτεινόμενες  
παράμετροι  
προς μέτρηση &  
παρακολούθηση

Περιγραφή	Παράμετροι Μέτρησης & Παρακολούθησης
Στις δεξαμενές συλλογής	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Όγκος υγρών αποβλήτων μηνιαίως</li> <li>• Όγκος / Ποσοστό επαναχρησιμοποίησης στις διεργασίες της μονάδας.</li> </ul>
Όταν τα υγρά απόβλητα οδηγούνται σε εξωτερική εγκατάσταση επεξεργασίας υγρών αποβλήτων:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOD<sub>5</sub> και COD</li> <li>• pH</li> <li>• Θρεπτικές ουσίες (N, P)</li> <li>• Τοξικές ουσίες</li> <li>• Όγκος υγρών αποβλήτων που μεταφέρεται</li> <li>• Άλλες παράμετροι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Φορέα Λειτουργίας της υφιστάμενης εγκατάστασης.</li> </ul>
Όταν τα υγρά απόβλητα υφίστανται επεξεργασία σε μονάδα κομποστοποίησης:	Είσοδος εγκατάστασης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων: <ul style="list-style-type: none"> <li>• BOD<sub>5</sub> και COD</li> <li>• pH</li> <li>• Θρεπτικές ουσίες (N, P)</li> <li>• Τοξικές ουσίες</li> <li>• Παροχή</li> <li>• Διαλυμένο οξυγόνο.</li> </ul>
	Έξοδος εγκατάστασης στην περίπτωση διάθεσης σε επιφανειακό υδάτινο αποδέκτη: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι οριζόμενες στην ΚΥΑ 5673/400/1997.</li> </ul>
	Έξοδος εγκατάστασης σε περίπτωση διάθεσης στο έδαφος ή χρήση για άρδευση: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι οριζόμενες στην ΚΥΑ 145116/2011.</li> </ul>



## 6.5. ΘΟΡΥΒΟΣ

### Πηγές Θορύβου

Σε μία μονάδα κομποστοποίησης το σύνολο του μηχανολογικού εξοπλισμού αποτελεί πηγή θορύβου. Ειδικότερα, ως πηγές θορύβου μπορούν να αναφερθούν τα εξής:

- Η κίνηση των φορτωτών και των αναστροφών που απαιτούνται για τη λειτουργία της.
- Η κίνηση των οχημάτων μεταφοράς αποβλήτων, η εκφόρτωση των υλικών και η απομάκρυνση του κόμποστ και υπολειμμάτων.
- Τα συστήματα μηχανικής προεπεξεργασίας και ραφιναρίας (τεμαχιστής, κόσκινο, κα.).
- Τα συστήματα εξαναγκασμένου αερισμού (π.χ. φυσητήρες) και επεξεργασίας του αέρα κομποστοποίησης (εφόσον είναι διαθέσιμα).

### Θεσμοθετημένα Όρια

#### ➔ Θορύβου Μηχανολογικού Εξοπλισμού

Στην περίπτωση όπου ο μηχανολογικός εξοπλισμός βρίσκεται σε εξωτερικούς χώρους ισχύουν οι περιορισμοί της ΚΥΑ 37393/2028/29.3.2003 «Μέτρα και όροι για τις εκπομπές θορύβου στο περιβάλλον από εξοπλισμό προς χρήση σε εξωτερικούς χώρους» (ΦΕΚ 1418B), όπως τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ 9272/471/2.3.2007 (ΦΕΚ 286B).

Η εν λόγω ΚΥΑ περιλαμβάνει εξοπλισμό υποκείμενο σε όρια θορύβου και εξοπλισμό υποκείμενο μόνο σε επισήμανση όσον αφορά το θόρυβο. Στην πρώτη κατηγορία εμπίπτουν οι **φορτωτές** που χρησιμοποιούνται στη μονάδα, ενώ στη δεύτερη οι **θρυμματιστές/τεμαχιστές** οργανικών υλικών.

#### ➔ Ανώτατα Επιτρεπόμενα Όρια

Ισχύουν οι διατάξεις του άρθρου 2 του Π.Δ. 1180/ 81 (Φ.Ε.Κ 293/Α 1981).

Περιοχή	Ανώτατο όριο θορύβου σε dBA
Νομοθετημένες βιομηχανικές περιοχές	70
Περιοχές με επικρατέστερες τις βιομηχανικές χρήσεις.	65
Περιοχές με βιομηχανικές και αστικές χρήσεις.	55
Περιοχές με επικρατέστερες τις αστικές χρήσεις.	50

Στις εγκαταστάσεις που βρίσκονται σε επαφή με κατοικίες, το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο θορύβου καθορίζεται σε 45 dBA, ανεξαρτήτως της περιοχής που βρίσκεται η εγκατάσταση και μετρούμενο εντός των κατοικιών με ανοικτές θύρες και παράθυρα.

- ➔ **Έκθεση εργαζομένων** Επίσης, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά την έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από το θόρυβο και να τηρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις που ορίζονται στο Π.Δ. 149/2006 (ΦΕΚ 159 Α/2006).

### Μετρήσεις Θορύβου

- ➔ **Μετρήσεις περιβαλλοντικού θορύβου** Μέτρηση περιβαλλοντικού θορύβου κατά την αναγνωριστική περίοδο, περιμετρικά της εγκατάστασης και πλησίον του πλησιέστερου αποδέκτη (κατοικίες, δημόσιοι χώροι, κλπ.).
- Σκοπός των μετρήσεων αυτών, είναι η σύγκριση με τις επιτρεπόμενες τιμές θορύβου του Π.Δ 1180/ 81. Για να ληφθεί όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτική εικόνα του υπό αξιολόγηση θορύβου θα πρέπει να ελέγχεται τυχόν επιρροή της μέτρησης από άλλες πηγές όπως π.χ. του θορύβου βάθους (background noise) της περιοχής.
- ➔ **Μετρήσεις ηχοεκθέσεων των εργαζομένων** Μέτρηση ηχοεκθέσεων των εργαζομένων μία φορά κατά την αναγνωριστική περίοδο, δηλαδή μετρήσεις θορύβου στον οποίο ένας εργαζόμενος είναι εκτεθειμένος.
- Με τη χρήση ηχοδοσίμετρων στον κάθε εργαζόμενο ξεχωριστά σε όλη τη διάρκεια της βάρδιάς του, μπορεί να προσδιοριστεί η ακριβής ηχο-έκθεση. Αυτό είναι σημαντικό στις περιπτώσεις χρήσης μηχανημάτων με υψηλές εκπομπές θορύβου, όπως ο τεμαχιστής και το κόσκινο.



## 6.6. ΆΛΛΕΣ ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται οι αέριες εκπομπές σε μία μονάδα κομποστοποίησης, και συγκεκριμένα το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), το υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O), η αμμωνία (NH<sub>3</sub>) και οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC).

Σημειώνεται ότι οι εκπομπές αυτές δεν είναι άμεσα μετρήσιμες και δε μπορούν να προσδιοριστούν με ακρίβεια.

### Αέρια Θερμοκηπίου

#### Είδη αερίων.

Στα αέρια του θερμοκηπίου συγκαταλέγονται το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) και το υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O). Το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) παρόλο που αποτελεί ένα από τα βασικά αέρια του θερμοκηπίου δεν συνυπολογίζεται όταν προέρχεται από τη διαδικασία της κομποστοποίησης, καθώς παράγεται από φυσικά οργανικά υλικά με διαδικασία παρόμοια με εκείνη του φυσικού κύκλου του άνθρακα.

#### Εκπομπές αερίων κατά την κομποστοποίηση.

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και του CO<sub>2</sub> εξαρτώνται κατά πολύ από τη συγκέντρωση του άνθρακα και του αζώτου στο αρχικό μίγμα του υλικού, τη βιοαποδομησιμότητά του και τις συνθήκες της κομποστοποίησης.

#### Συνεισφορά κομποστοποίησης στην συνολική παραγωγή των αερίων του θερμοκηπίου.

Σε χώρες με πολυάριθμες εγκαταστάσεις, το ποσοστό είναι ιδιαίτερα χαμηλό (0,01% - 0,06% όπως έχει υπολογισθεί για την περίπτωση της Αυστρίας και της Γερμανίας)<sup>17</sup>.

#### Μεθάνιο (CH<sub>4</sub>).

Το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) παράγεται όταν δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες κατά την κομποστοποίηση. Συνδέεται με την έλλειψη επαρκούς οξυγόνου στο σωρό λόγω μη καλού αερισμού.

#### ⇒ Μέτρα πρόληψης παραγωγής CH<sub>4</sub>.

Το κατάλληλο πορώδες του αρχικού μίγματος με προσθήκη υλικού δομής, καθώς και ο αερισμός του μίγματος (είτε με συστήματα εξαναγκασμένου αερισμού είτε με τακτική ανάδευση) μειώνουν το σχηματισμό CH<sub>4</sub>.

#### ⇒ Ενδεικτικές τιμές<sup>17</sup> εκπομπών CH<sub>4</sub>

- 100 gCH<sub>4</sub> /t εισερχόμενων αποβλήτων (σε συνθήκες βέλτιστης απόδοσης).
- 250/400 gCH<sub>4</sub> /t εισερχόμενων αποβλήτων (ρεαλιστικές συνθήκες λειτουργίας).
- >800-2000 gCH<sub>4</sub> /t εισερχόμενων αποβλήτων (σε συνθήκες χαμηλής απόδοσης).

Η έκλυση μεθανίου, όταν υπάρχει σύστημα επεξεργασίας του εξερχόμενου αέρα, όπως το βιόφιλτρο, εκτιμάται κατά μέσο όρο σε 5-15% των παραπάνω τιμών.

#### Υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O)

Ο σχηματισμός του N<sub>2</sub>O τείνει να συμβαίνει κατά τη διάρκεια των μεσοφιλικών σταδίων και του σταδίου ωρίμανσης σε θερμοκρασίες

<sup>17</sup>Amlinger F., 2009



κάτω από 40 °C.

Η παραγωγή του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το λόγο C/N του αρχικού μίγματος. Ένας χαμηλός λόγος C/N (μίγμα με περίσσεια αζώτου, π.χ. πολλά υπολείμματα φρούτων και λαχανικών) παράγει κατά τη βιοαποδόμηση περισσότερο N<sub>2</sub>O από ένα μίγμα με υψηλό λόγο C/N.

Επιπλέον, το N<sub>2</sub>O σχηματίζεται κατά τη διάρκεια του μετασχηματισμού της αμμωνίας στο βιόφιλτρο, όπου δεν μπορεί να αποσυντεθεί περαιτέρω.

- ➔ **Μέτρα πρόληψης παραγωγής N<sub>2</sub>O.** Όμοια μέτρα με το CH<sub>4</sub> και μείωση της συχνότητας ανάδευσης ή αερισμού κατά τη φάση της ωρίμανσης.
- ➔ **Ενδεικτικές τιμές<sup>18</sup> εκπομπών N<sub>2</sub>O.** 20 -180 g/t εισερχόμενων υλικών.  
Υπό συνθήκες χαμηλής απόδοσης, οι ποσότητες σχηματισμού μπορεί να είναι υψηλότερες.

## Άλλα Αέρια

**Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)** Δεν προσμετρείται στα αέρια του θερμοκηπίου.

Το CO<sub>2</sub> και οι υδρατμοί αποτελούν τις βασικές εκπομπές αερίων κατά τη διαδικασία της βιοαποδόμησης. Εφόσον επικρατούν αερόβιες συνθήκες, το CO<sub>2</sub> αποτελεί και την κύρια απώλεια άνθρακα από τη μάζα του υλικού κατά την κομποστοποίηση. Μάλιστα, το CO<sub>2</sub> αποτελεί και δείκτη για το βαθμό βιοαποδόμησης.

Ενδεικτική τιμή εκπομπών: 120-250 kg/t εισερχόμενων αποβλήτων.

### Αμμωνία (NH<sub>3</sub>)

Η εκπομπή αμμωνίας (κάτι που γίνεται αντιληπτό μέσω της χαρακτηριστικής της οσμής) είναι πολύ συχνό φαινόμενο στις μονάδες κομποστοποίησης. Σχηματίζεται σε αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες και οφείλεται κυρίως στο χαμηλό λόγο C/N του αρχικού μίγματος (δηλ. περίσσεια αζώτου). Επίσης, το pH επηρεάζει το βαθμό εκπομπής. Σε όξινο περιβάλλον σπάνια εκλύεται αμμωνία, γι' αυτό ανεβάζοντας το pH του μίγματος (π.χ. με προσθήκη ανθρακικού ασβεστίου) αυξάνονται οι εκπομπές.

Ενδεικτική τιμή εκπομπών: 500-600 g/t εισερχόμενων αποβλήτων.

### Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOCs):

Η αποδόμηση της οργανικής ύλης αποτελεί πηγή μεγάλου αριθμού πτητικών οργανικών ουσιών (VOCs), όπως: αλκοόλες, τερπένια, κετόνες, οξέα, αμίνες και ενώσεις του θείου, κάποιες από τις οποίες αποτελούν βιοτικές ουσίες που εκλύονται από τα φυτά και κάποιες προέρχονται από ξένα υλικά στην πρώτη ύλη<sup>19</sup>.

<sup>18</sup>Amlinger F., 2009

<sup>19</sup>ADEME, 2012



Ως δείκτες εκτίμησης σχηματισμού VOCs στην κομποστοποίηση χρησιμοποιούνται ενδεικτικά οι εξής χημικές ουσίες: αιθανόλη, ακεταλδεύδη, 2-βουτανόνη, ακετόνη, τερπίνη, υδρογονάνθρακες μικρής αλυσίδας.

Σε αντίθεση με τις πτητικές οργανικές ενώσεις που εμφανίζονται στο οργανικό κλάσμα σύμμεικτων αποβλήτων, τα προδιαλεγμένα βιοαπόβλητα δεν περιέχουν χλωριοφθοριωμένους υδρογονάνθρακες (CFCs) ή άλλες επικίνδυνες ουσίες.

- ➔ **Παραγωγή εκπομπών VOCs** Η πλειοψηφία των εκπομπών VOCs παράγεται κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης και ιδιαίτερα κατά τις πρώτες ημέρες της βιοαποδόμησης όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του αρχικού μίγματος.
- ➔ **Ενδεικτικές τιμές εκπομπών N<sub>2</sub>O** Η συγκέντρωση των VOCs μπορεί να μετρηθεί κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης ή/και στην έξοδο του βιόφιλτρου, ως mg C ανά m<sup>3</sup> αέρα και οι εκπομπές σε g ή kg C ανά τόνο εισερχόμενου υλικού προς επεξεργασία<sup>19</sup>.  
Καθώς η εκπομπή των VOCs εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, εκ των οποίων ο βασικότερος είναι τα εισερχόμενα υλικά, δεν υπάρχουν πολλές διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με οριακές τιμές που θα πρέπει να τηρούνται σε μία μονάδα κομποστοποίησης.  
Ενδεικτικό εύρος τιμών: 290-1000 g C ανά τόνο εισερχόμενου υλικού.
- ➔ **Μέτρα μείωσης των εκπομπών VOCs** Στα ανοιχτά συστήματα κομποστοποίησης, εάν ο σωρός είναι καλυμμένος καθόλη τη διάρκεια της ενεργής βιοαποδόμησης (κύρια φάση κομποστοποίησης) με ώριμο κόμποστ, μπορεί να μειωθεί η έκλυση εκπομπών VOCs έως και 75%, ενώ αν καλύπτεται μόνο κατά τις πρώτες δύο εβδομάδες (όπου επέρχεται η αύξηση της θερμοκρασίας) κατά περίπου 56%<sup>20</sup>.  
Στις περιπτώσεις όπου λειτουργεί βιόφιλτρο, οι τιμές εκπομπών κυμαίνονται μεταξύ 50-100 g C ανά τόνο εισερχόμενου υλικού, κάτι το οποίο δείχνει ότι τα βιόφιλτρα μπορούν να συγκρατήσουν 80-90% των εκλυόμενων VOCs.

## H<sub>2</sub>S, CO, NO

Άλλα αέρια τα οποία εκλύονται σε πολύ μικρότερες ποσότητες είναι το υδρόθειο (H<sub>2</sub>S) και τα μονοξείδια του άνθρακα και του αζώτου (CO, NO), που δεν χρήζουν όμως περαιτέρω διερεύνησης.



<sup>20</sup> Air Pollution Control Division, 2012