



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ**

ΜΠ 338

Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ): Διαχείριση και Σχεδιασμός Συστημάτων

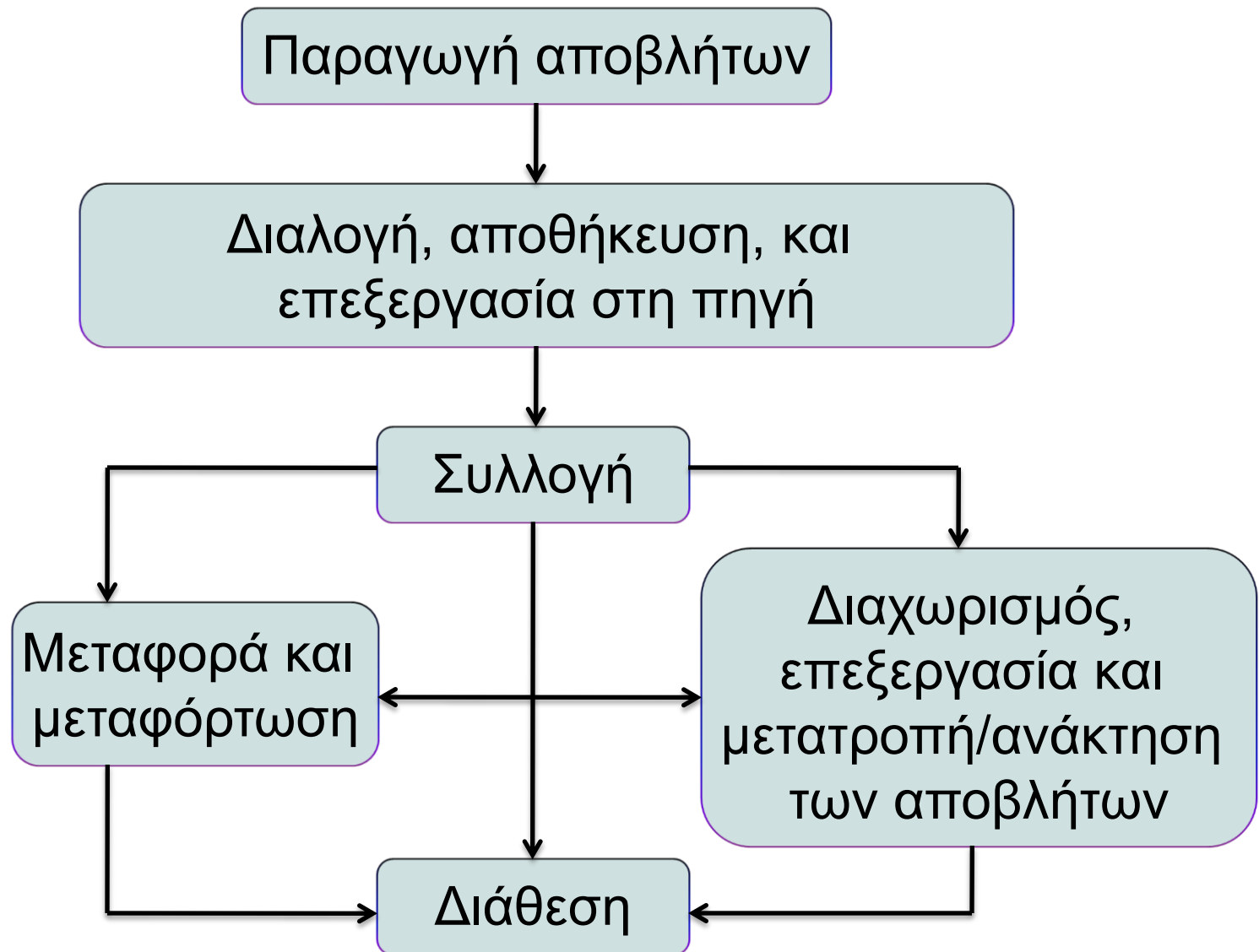
Αναπλ. Καθηγητής Απόστολος Γιαννής

E-mail: agiannis@tuc.gr

Κεφάλαιο 5

Συλλογή, Μεταφορά και Σταθμοί Μεταφόρτωσης

Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Αποβλήτων



Αποθήκευση και Συλλογή

- Η διαλογή των αποβλήτων στη πηγή είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση αυτών των υλικών.
 - **Αποθήκευση** εντός σπιτιού και περιοδική μεταφορά σε μεγαλύτερους κάδους
 - Απευθείας διάθεση σε κάδους για **συλλογή** από απορριμματοφόρα

Αποθήκευση

Παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν για την επι-
τόπου αποθήκευση (**on-site storage**):

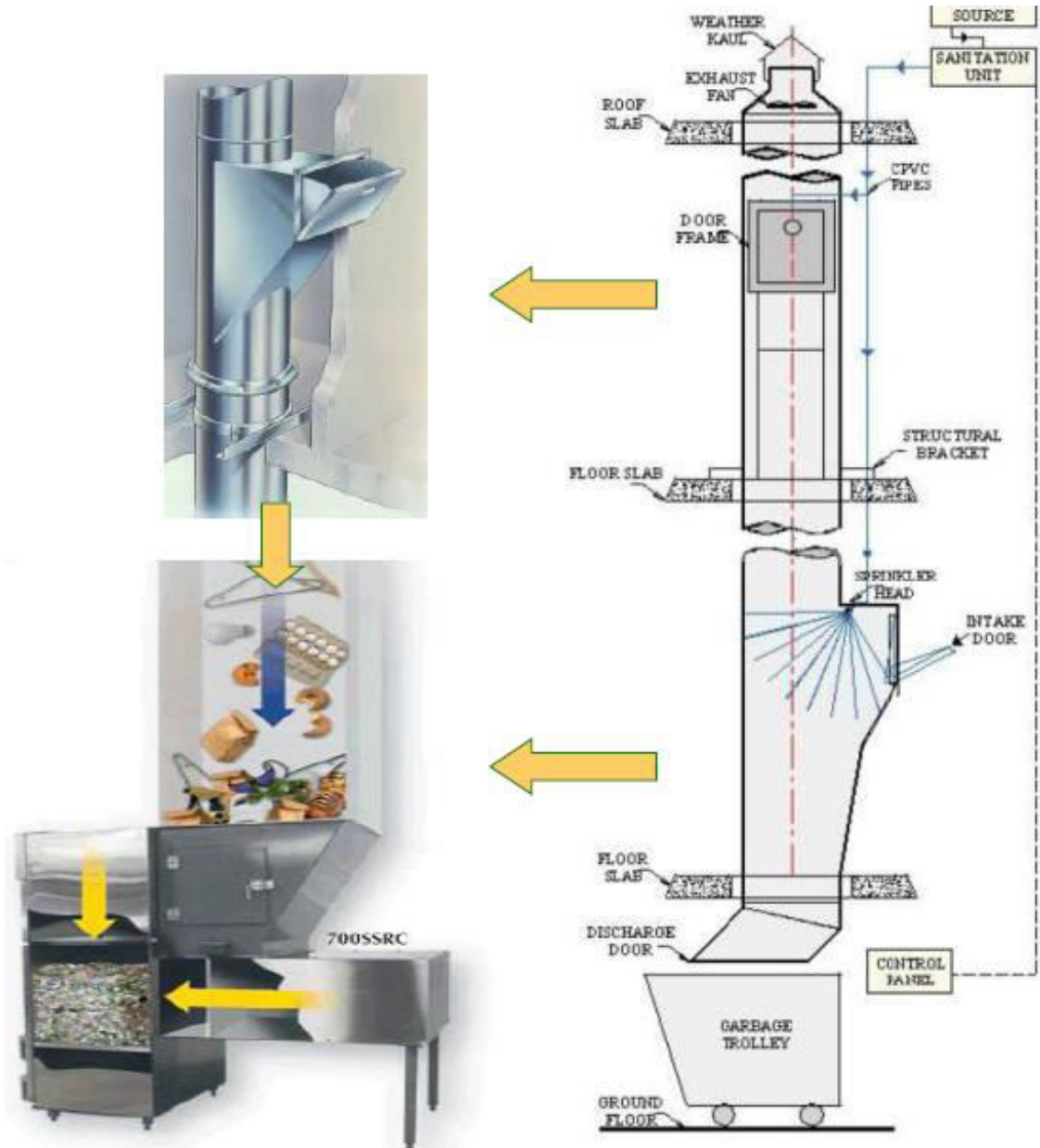
- Τύπος κάδου
- Τοποθεσία κάδου
- Δημόσια υγεία και αισθητική

Επίδραση της αποθήκευσης στα συστατικά των
αποβλήτων:

- Βιολογική αποδόμηση
- Απορρόφηση/παραγωγή διασταλλαγμάτων
- Μόλυνση των αποβλήτων

Απευθείας διάθεση σε κάδους

Εύκολος, απλός
και οικονομικός
τρόπος διάθεσης
αποβλήτων από
ψηλά κτήρια
(πολυκατοικίες,
εμπορικά, κλπ)



Κάδοι συλλογής



Κάδος με
συμπιεστή

Τριπλός κάδος
ανακύκλωσης

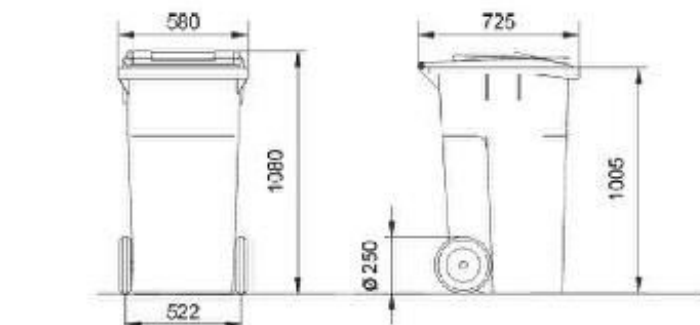


Κάδος με
ρόδες

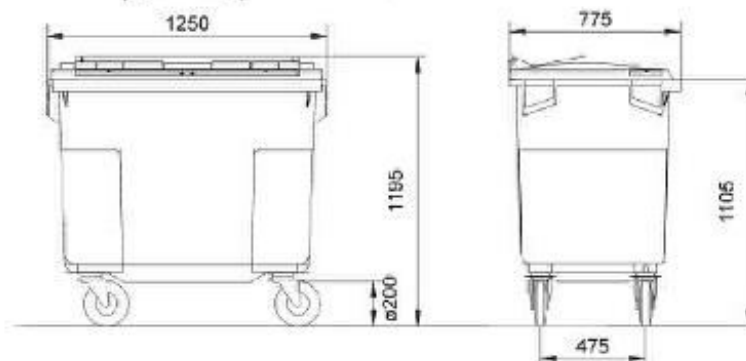
Μεγάλου
μεγέθους κάδος



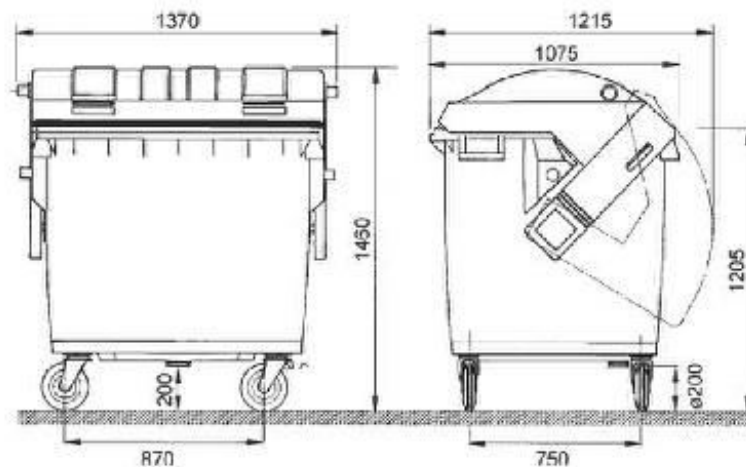
Κάδοι συλλογής



240 L



600 L

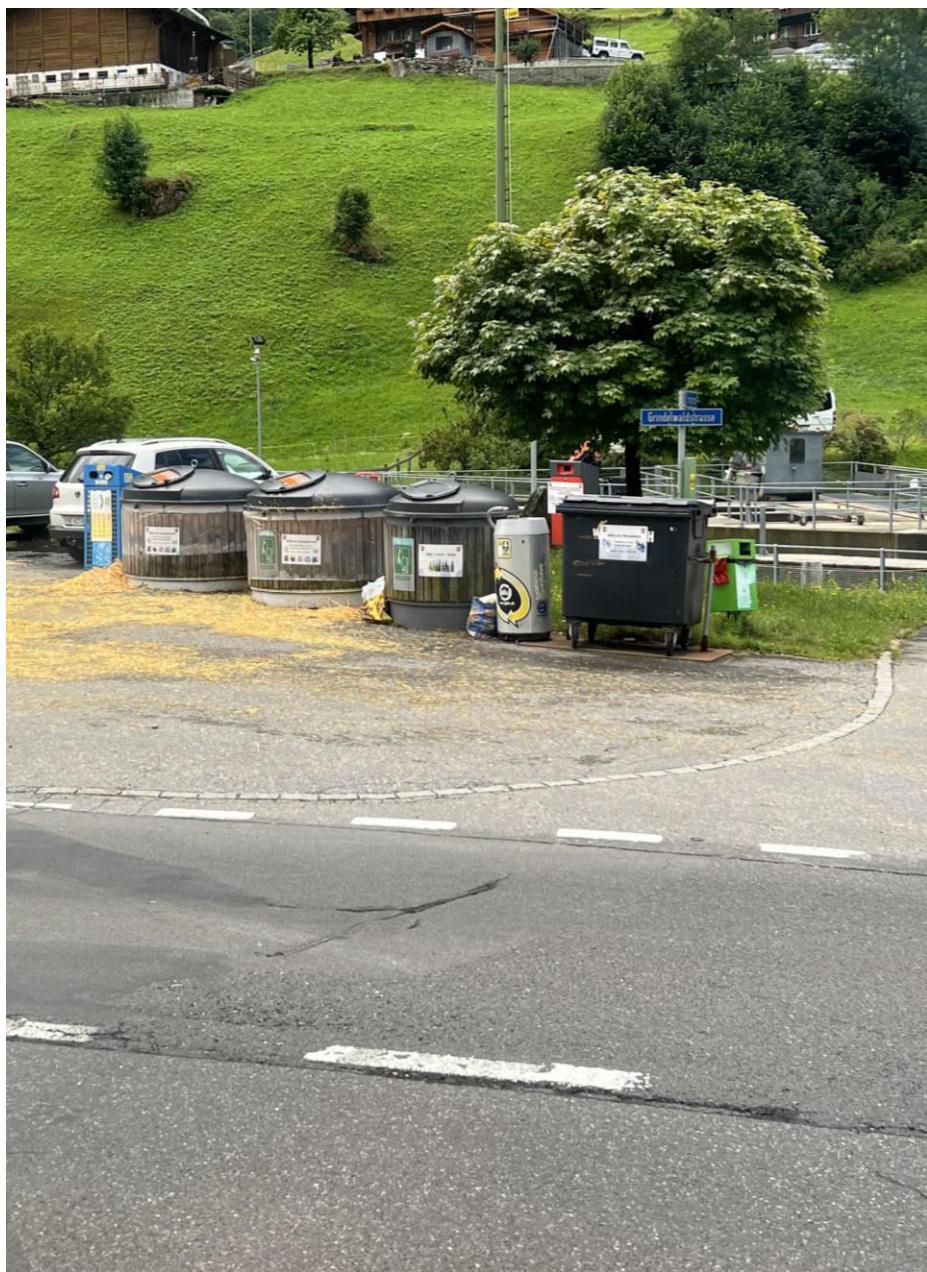


1100 L



Κάδοι συλλογής







ASIA'S FIRST
SOLAR-POWERED SMART COMPACTORS
WWW.BIGBELLY.COM.SG

ASIA'S FIRST
SOLAR-POWERED SMART COMPACTORS
WWW.BIGBELLY.COM.SG

Συλλογή των αποβλήτων

- Η **συλλογή** περιλαμβάνει όχι μόνο την αποκομιδή των αποβλήτων από διάφορες πηγές, αλλά και τη μεταφορά των αποβλήτων στη τοποθεσία όπου τα απορριμματοφόρα αδειάζονται (εκφορτώνονται).
- Η εκφόρτωση των απορριμματοφόρων θεωρείται μέρος της συλλογής των αποβλήτων.
- Οι δραστηριότητες που συνδέονται με τη μεταφορά και την εκφόρτωση των απορριμματοφόρων είναι παρόμοιες στα περισσότερα συστήματα συλλογής.





Συλλογή των ΑΣΑ



Χειρωνακτικά



Μηχανικά μέσα

Συλλογή των ΑΣΑ

- Η συλλογή είναι ένα περίπλοκο σύστημα
- Ακριβό: κόστος καυσίμου και εργατών
- 50 – 70% του συνολικού κόστους διαχείρισης αποβλήτων
- Ζητήματα που σχετίζονται με τη συλλογή:
 - Τύποι των υπηρεσιών συλλογής
 - Τύποι των συστημάτων συλλογής
 - Ανάλυση των συστημάτων συλλογής
 - Σχεδιασμός δρομολογίων συλλογής

Δρομολόγια συλλογής

- Μείωση κόστους
 - Καύσιμο, εργατοώρες και εξοπλισμός
- Αύξηση αποτελεσματικότητας
 - Παραγωγικότητα εργατών

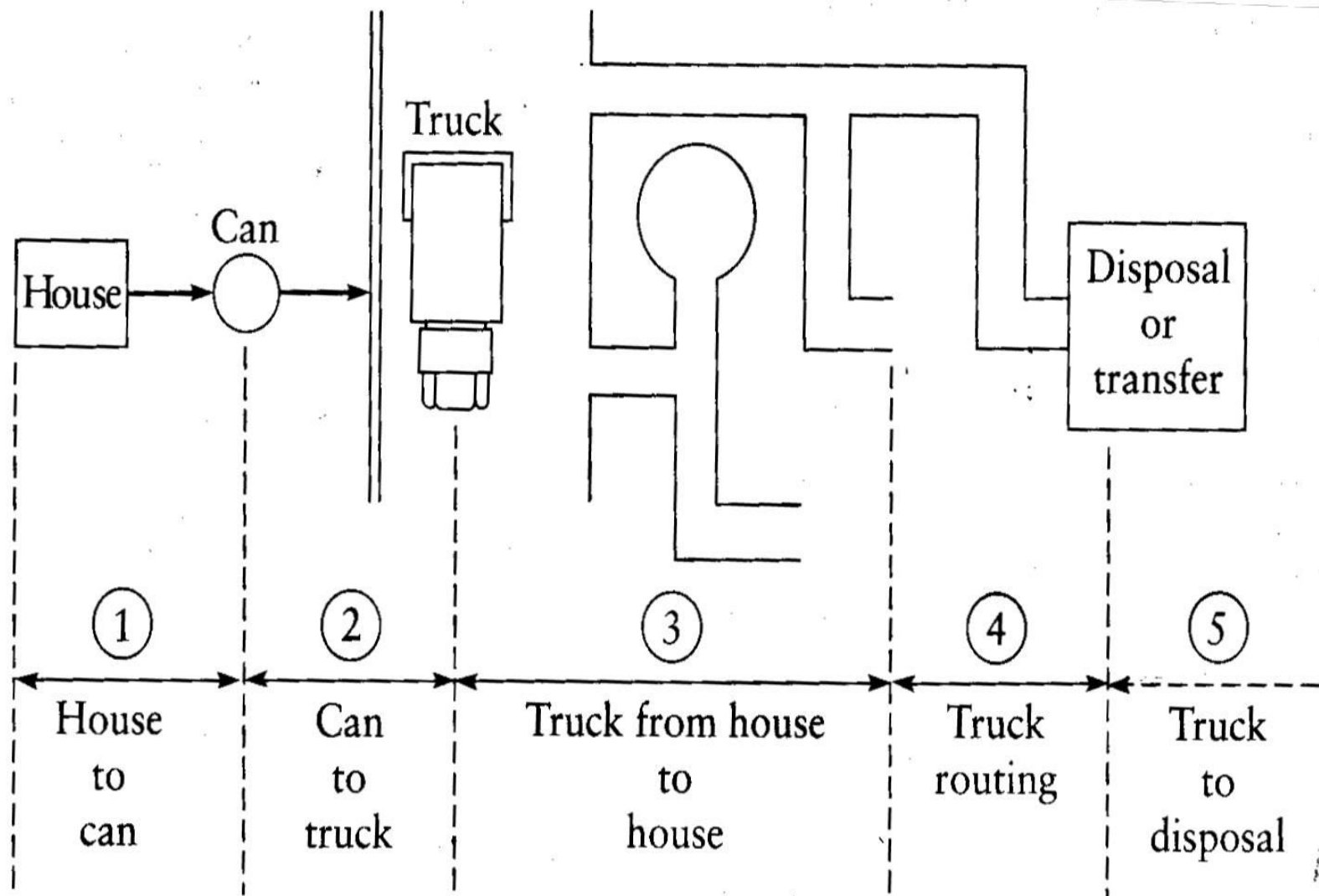


Figure 3-1 Five phases of municipal solid waste collection.

Τύποι των υπηρεσιών συλλογής

- Μονοκατοικίες
- Σύνθετα κτήρια (συγκρότημα κτηρίων)
- Πολυκατοικίες
- Σχολεία, εκπαιδευτικά ιδρύματα, δημόσιες υπηρεσίες
- Εμπορικά κέντρα
- Βιοτεχνίες, βιομηχανίες
- κλπ.







Συλλογή με συστήματα κενού





Υπηρεσίες συλλογής σε παράκτιες περιοχές



Υπηρεσίες συλλογής στη Βενετία



Υπηρεσίες συλλογής στη Βενετία



Τύποι των συστημάτων συλλογής

- Μεταφερόμενοι κάδοι/κοντέινερ
(Hauled container systems (HCS)):
 - Το κοντέινερ μεταφέρεται στο σημείο διάθεσης
 - Χρησιμοποιείται για απόβλητα κατασκευών
 - Υψηλοί ρυθμοί παραγωγής
 - Ένας οδηγός/ συχνά δρομολόγια
- Στάσιμοι κάδοι
(Stationary container systems (SCS)):
 - Οι κάδοι παραμένουν σταθεροί στο σημείο (κατοικίες, εμπορικά κέντρα)
 - Φορτώση με χειρωνακτικά ή μηχανικά μέσα
 - Μέγεθος κάδων και φορτίων είναι σημαντικοί παράγοντες



Σύστημα μεταφερόμενων κάδων/κοντέινερ

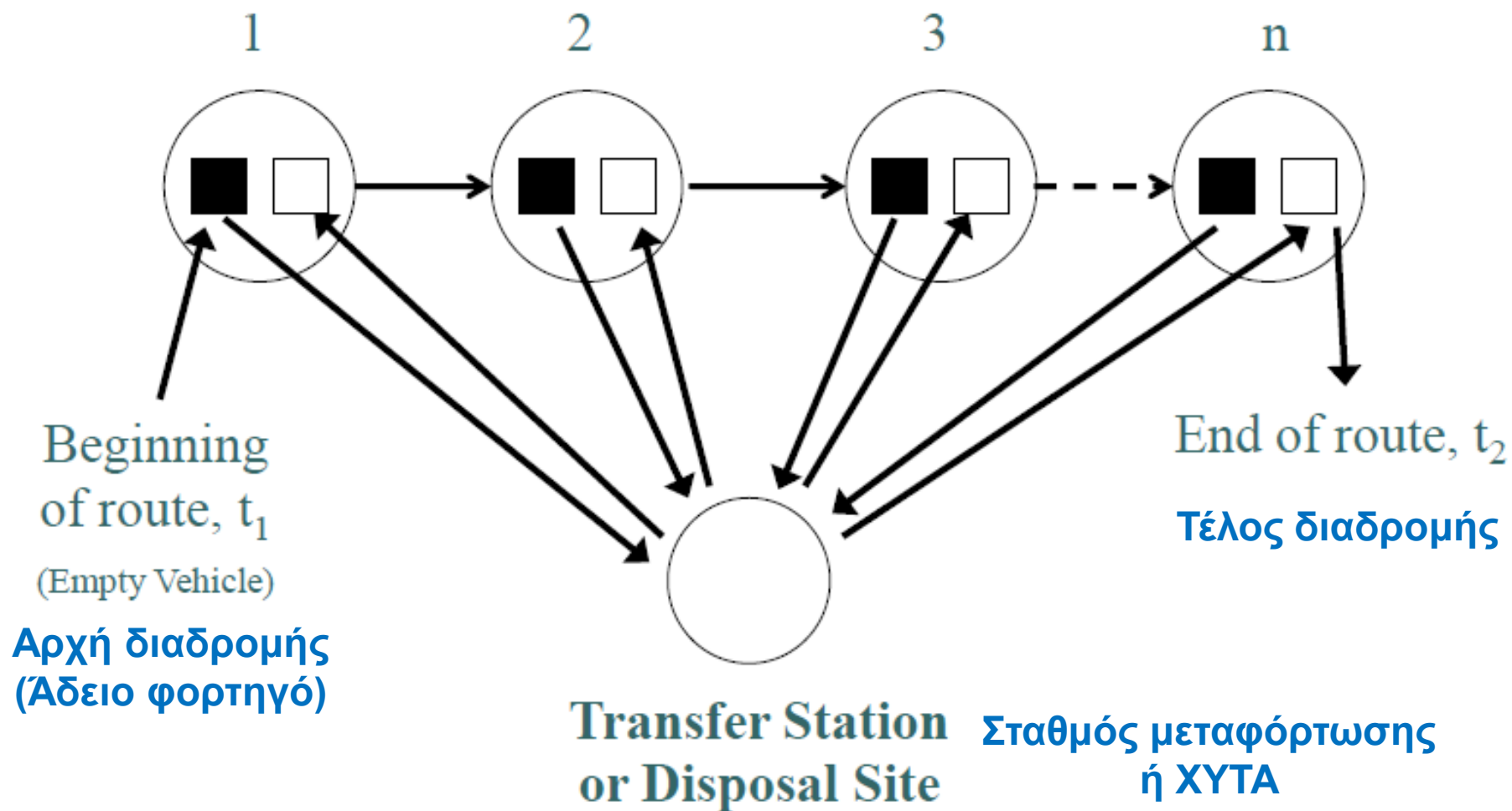
Hauled Container System (HCS)

- ❑ Κατάλληλο σύστημα για απομάκρυνση αποβλήτων από πηγές με υψηλή παραγωγή.
- ❑ Το κοντέινερ φορτώνεται και μεταφέρεται στη περιοχή διάθεσης όπου αδειάζεται και επιστρέφει στην αρχική τοποθεσία (συμβατική μέθοδος).
- ❑ Το κοντέινερ μεταφέρεται από φορτηγό.
- ❑ Σύστημα με ανταλλαγή κοντέινερ (αρχίζει με άδειο κοντέινερ).

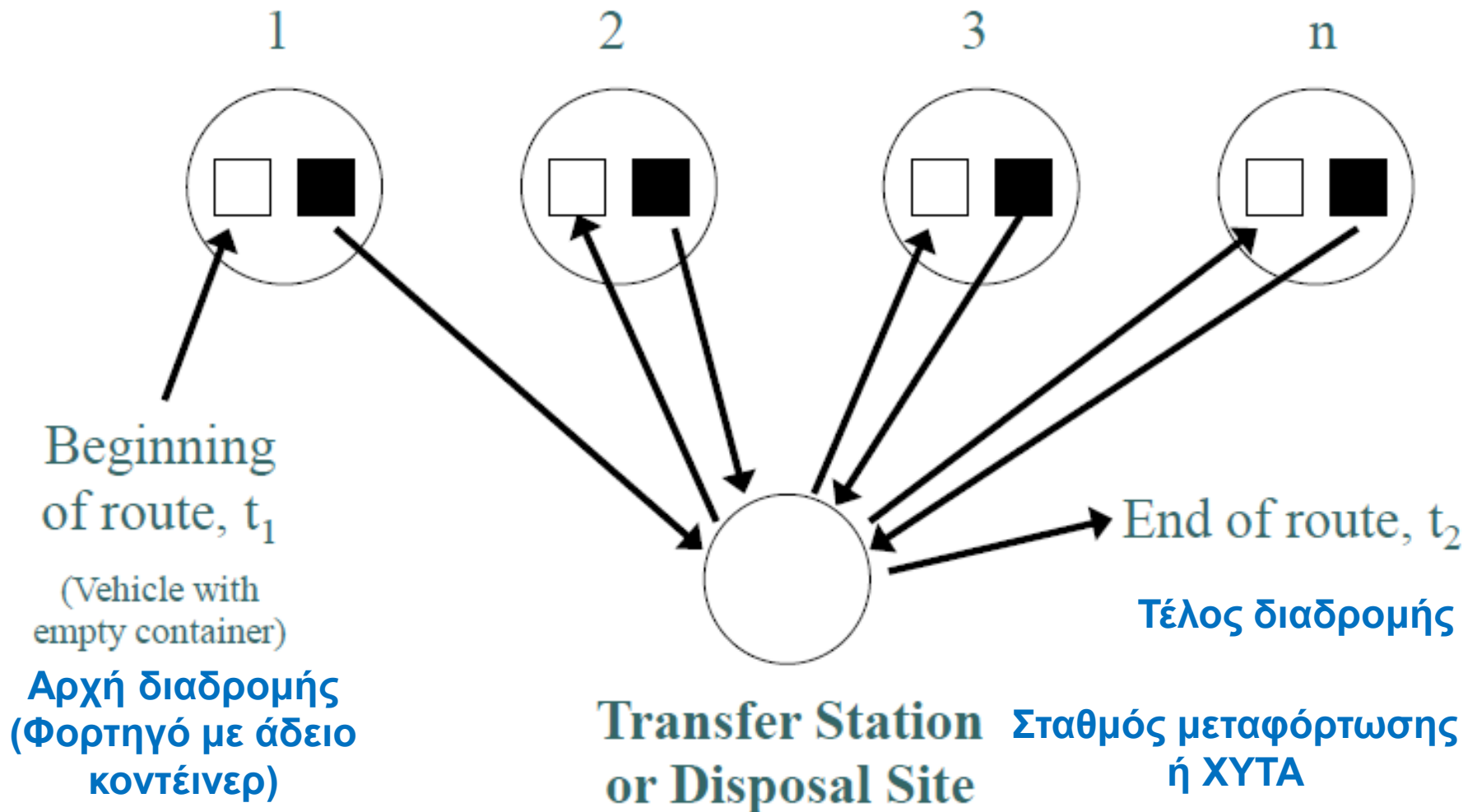




Σύστημα μεταφερόμενων κάδων/κοντέινερ (I): Συμβατική μέθοδος



Σύστημα μεταφερόμενων κάδων/κοντέινερ (II): Μέθοδος ανταλλαγής κοντέινερ



Σύστημα στάσιμων (σταθερών) κάδων

Stationary Container Systems (SCS)

- Το σύστημα στάσιμων κάδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή κάθε τύπου αποβλήτων.
- Οι κάδοι εγκαθίστανται πλησίον της περιοχής, όπου παράγονται τα απόβλητα.
- Τα απόβλητα φορτώνονται στο απορριμματοφόρο.
- Όταν γεμίσει το απορριμμάτοφόρο, πηγαινοέρχεται στο ΧΥΤΑ για τη διάθεση των αποβλήτων.

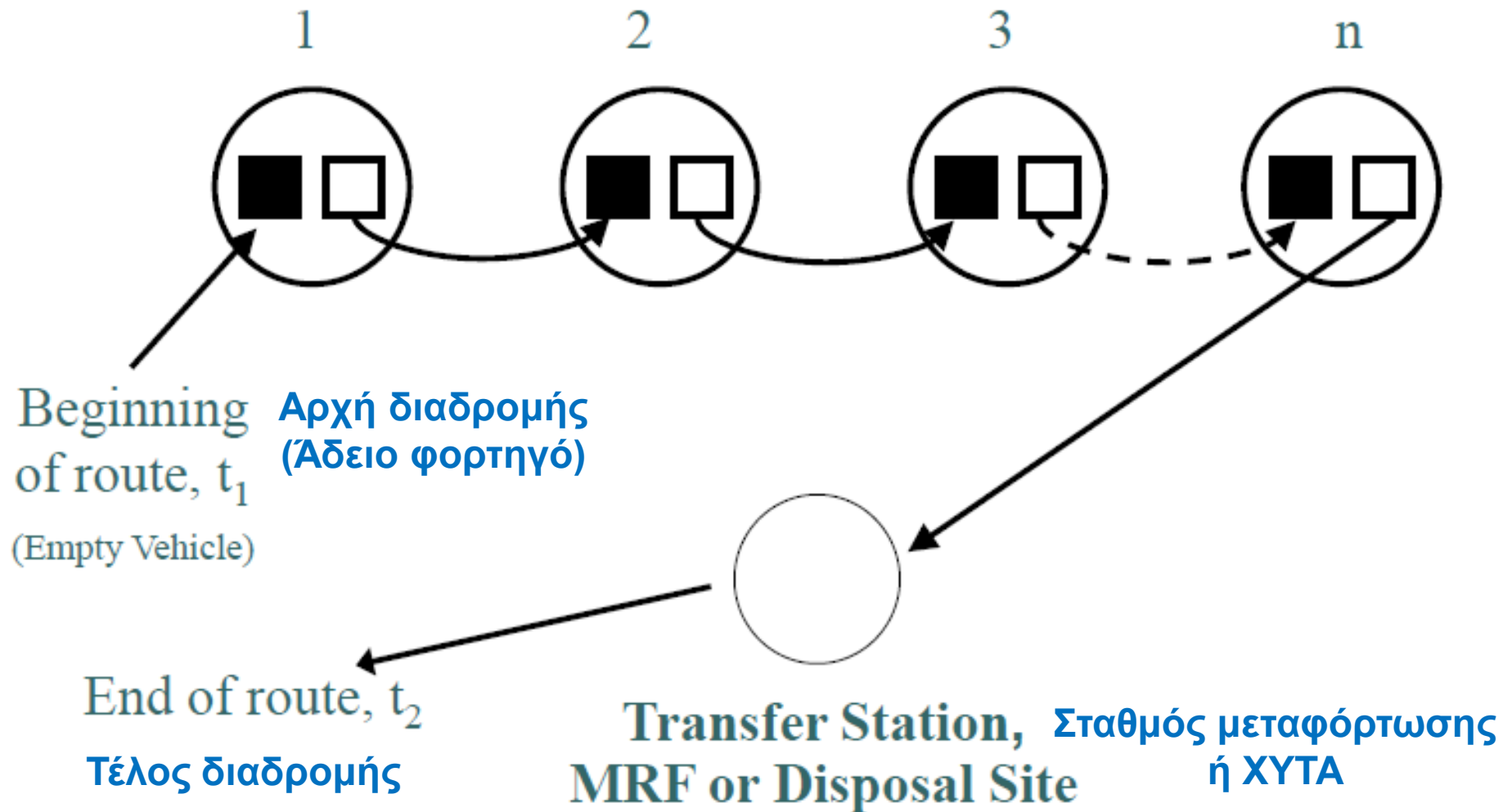
Σύστημα στάσιμων κάδων

Τύποι συλλογής:

- **Χειρωνακτική συλλογή:** Μικροί κάδοι, περιοχές με μονοκατοικίες.
- **Συλλογή με μηχανικά μέσα:** Μεγάλοι κάδοι, πυκνοκατοικημένες περιοχές, εμπορικοί δρόμοι
 - Τα απορριμματοφόρα έχουν ενσωματωμένο εξοπλισμό για συμπίεση



Σύστημα στάσιμων κάδων



Σύστημα στάσιμων κάδων



Διαδρομές συλλογής

Οι διαδρομές εγκαθίστανται:

- Με δοκιμές (trial and error)
- Μοντελοποίηση (computer modeling)
- Κοινή λογική (common sense)

Διαδρομές συλλογής

Γενικοί κανόνες εγκατάστασης διαδρομών:

- Προσδιορίζονται οι θέσεις των κάδων και η συχνότητα συλλογής των αποβλήτων
- Γίνεται συντονισμός κατοίκων και αυτοκινήτων
- Η αρχή και το τέλος συλλογής να είναι κοντά σε κεντρικές αρτηρίες
- Σε περίπτωση που γίνεται συλλογή σε ανηφορικούς δρόμους, η συλλογή να γίνεται πηγαίνοντας προς τα κάτω (ασφάλεια, ταχύτητα συλλογής, μικρότερη φθορά του οχήματος, και εξοικονόμηση καυσίμου)
- Για συλλογή και από τις δύο πλευρές του δρόμου ταυτόχρονα, να σχεδιάζονται μεγάλες ευθείες διαδρομές κατά μήκος του δικτύου, πριν αρχίσουν οι παρακαμπτήριες δεξιές στροφές.

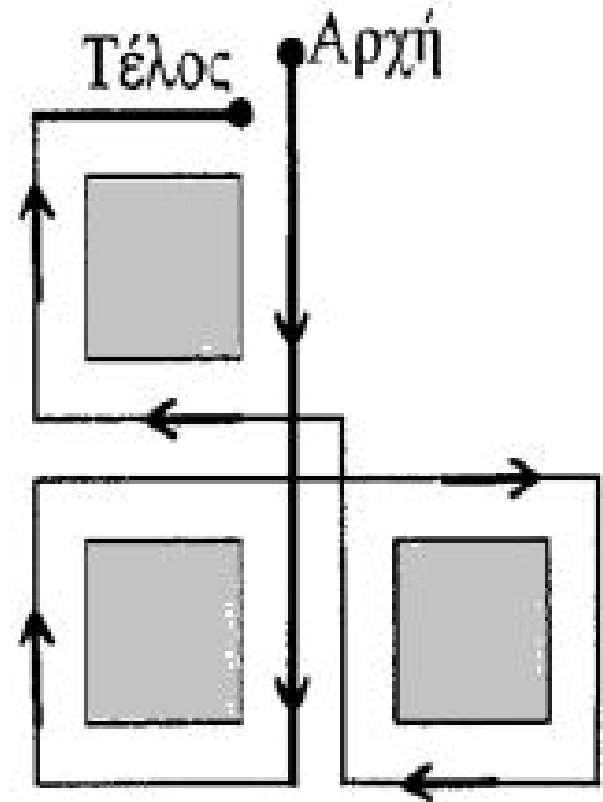
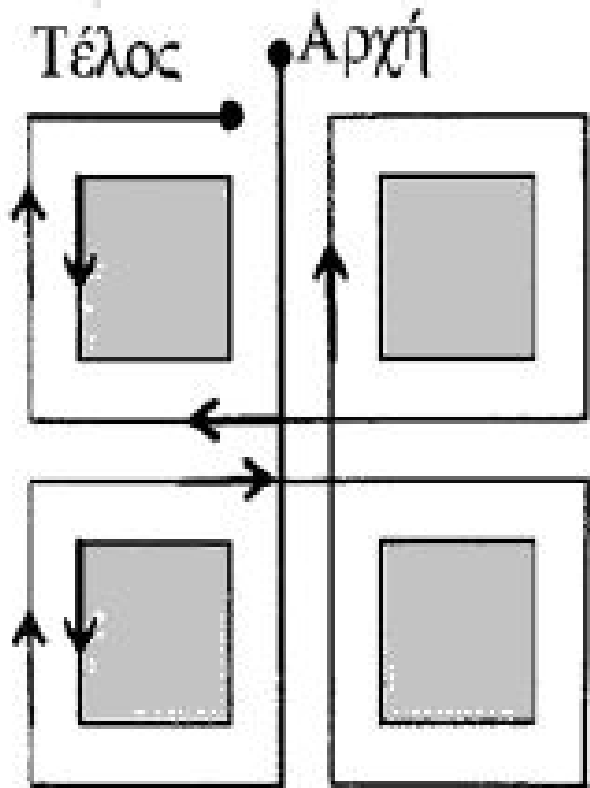
Προδιαγραφές για εγκατάσταση των διαδρομών συλλογής

1. Αριθμός και τοποθεσία κάδων
2. Παραγωγή αποβλήτων
3. Γεωγραφία (απαιτούνται ακριβείς χάρτες)
4. Πυκνότητα πληθυσμού
5. Χρόνος κυκλοφορίας για μεταφορά σε ΧΥΤΑ
6. Κυκλοφορία οχημάτων
 - Δρόμοι με αδιέξοδα
 - Δρόμοι μιας κατεύθυνσης
 - Δρόμοι με αυξημένη κίνηση
 - Συλλογή μόνο από τη μία πλευρά του δρόμου

Προδιαγραφές για εγκατάσταση των διαδρομών συλλογής

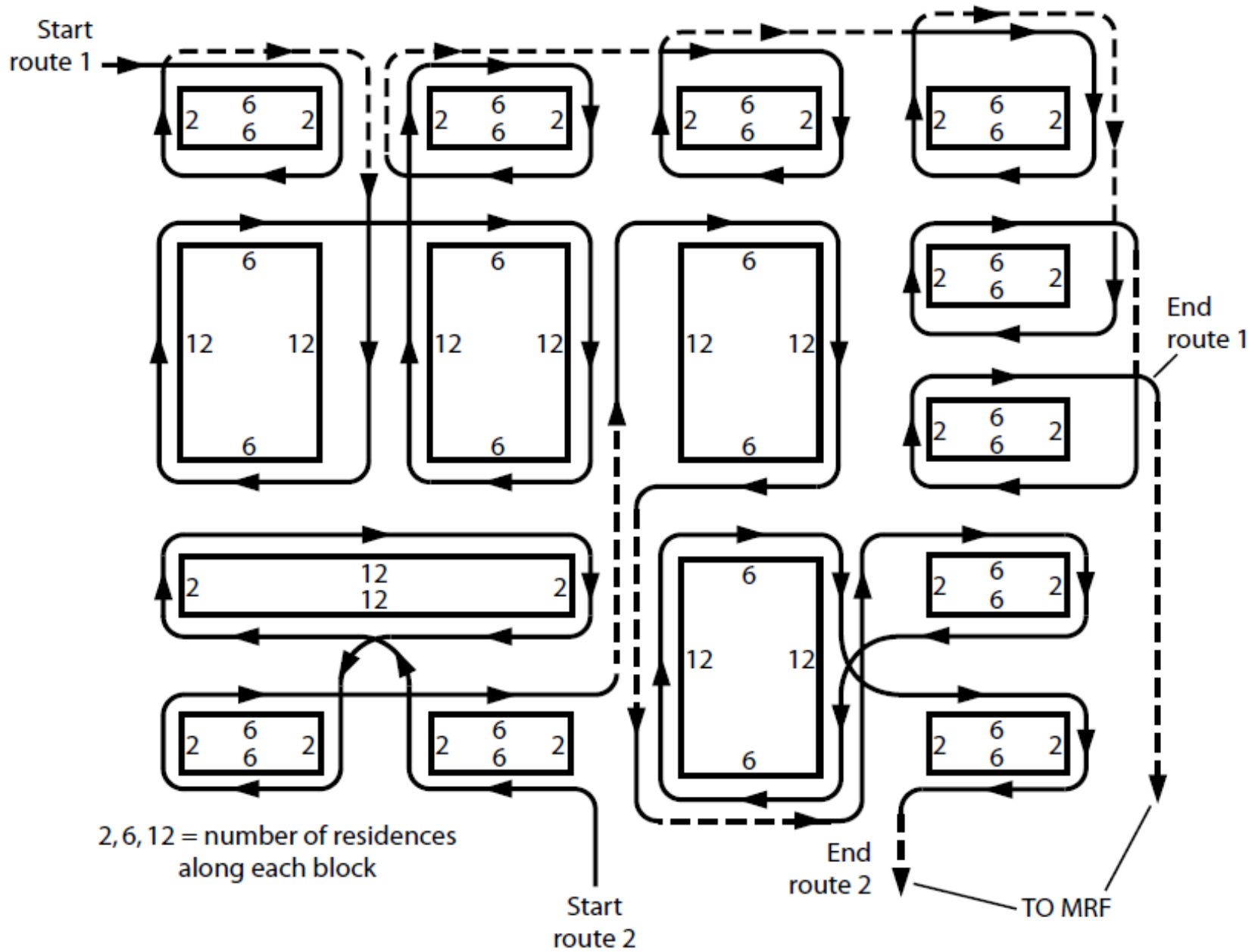
- Πρώτα η συλλογή, σε περιοχές με μεγάλες ποσότητες αποβλήτων
- Αποφυγή αλληλοκάλυψης των διαδρομών
- Δεξιόστροφες διαδρομές, όταν πρέπει να καλυφθούν οδοί γύρω από ένα τετράγωνο.

Διαδρομές συλλογής

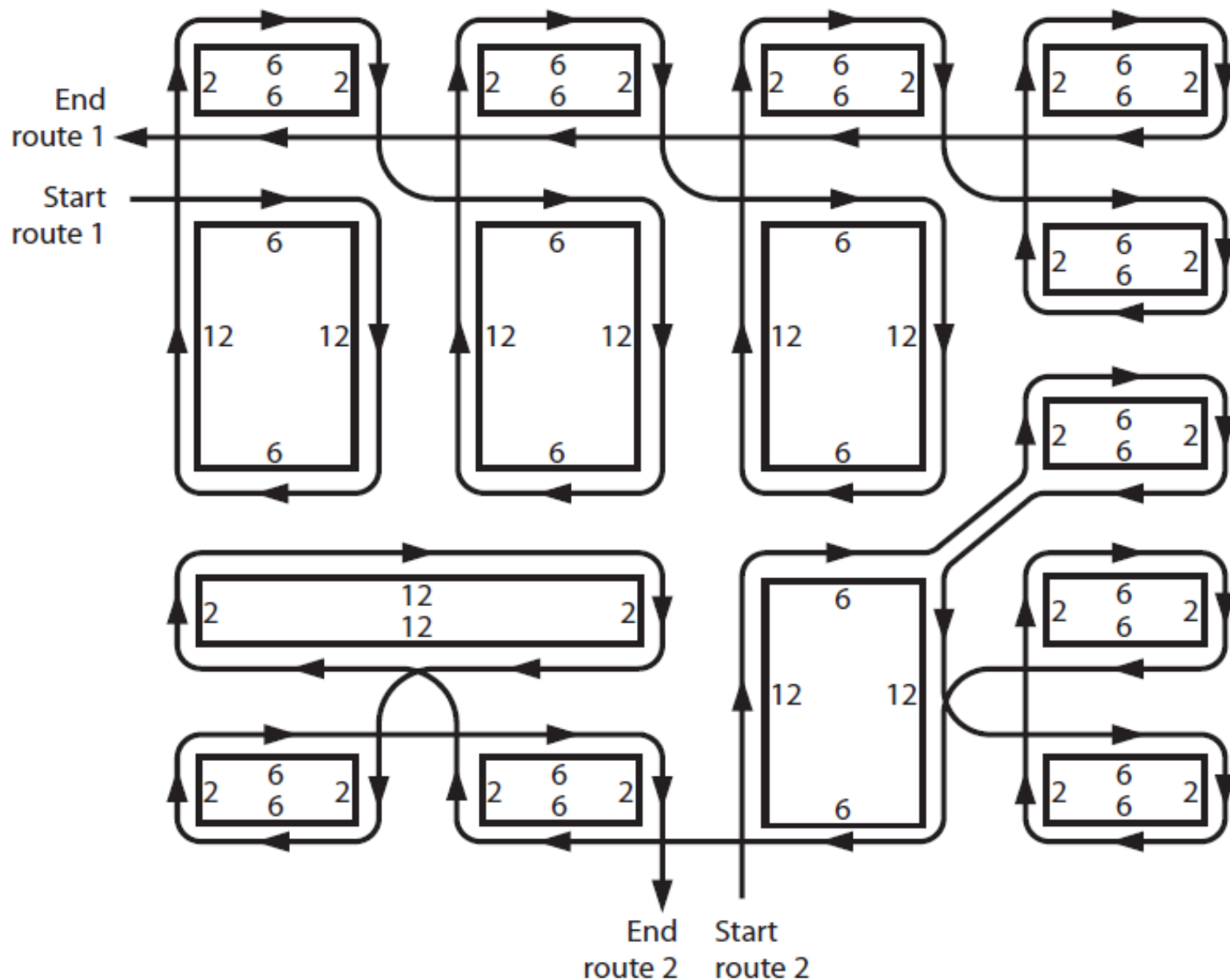


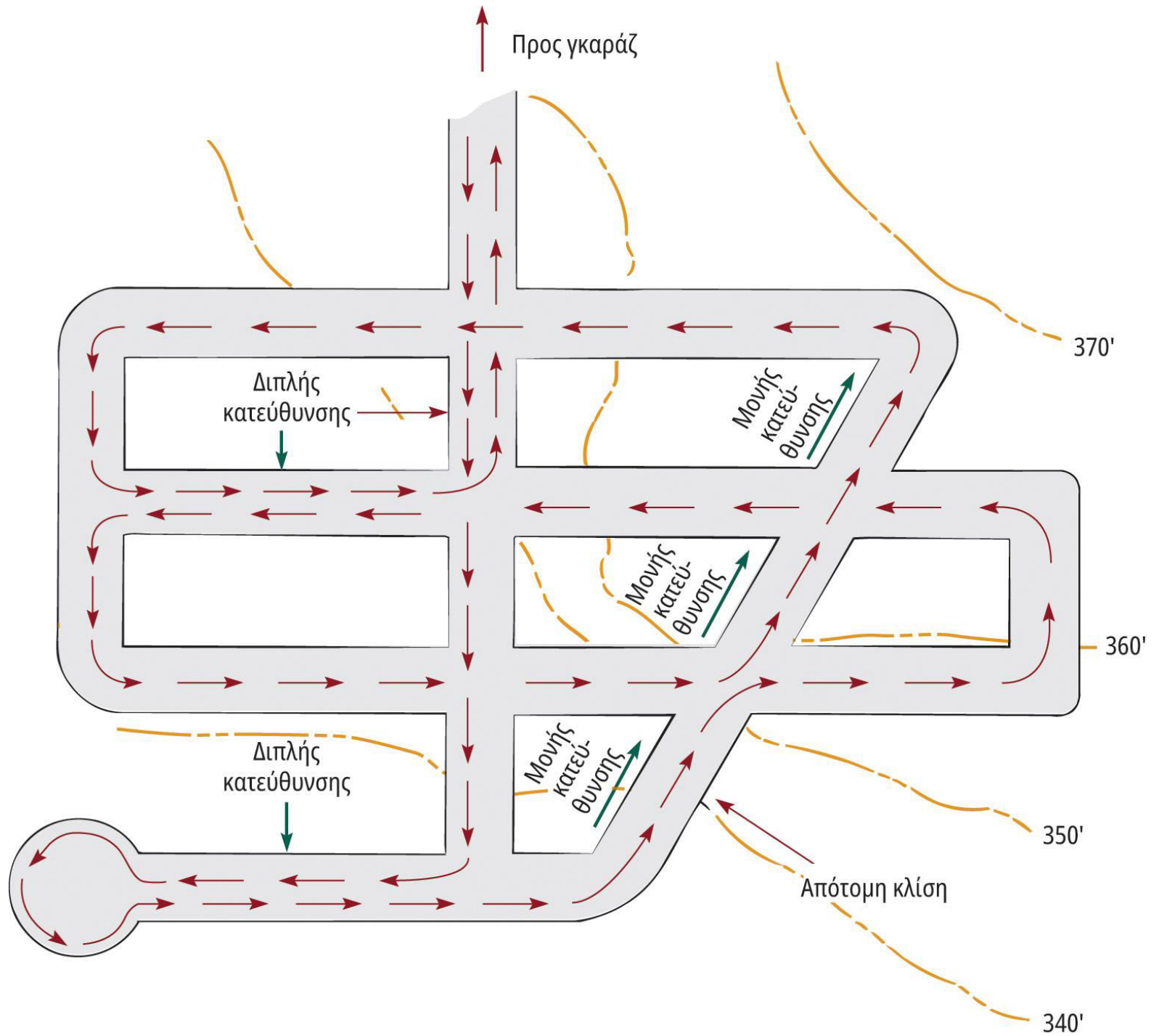
Διαδρομές συλλογής σε σύστημα 4 και 3 τετραγώνων

Διαδρομές συλλογής με αλληλοκάλυψη



Διαδρομές συλλογής χωρίς αλληλοκάλυψη



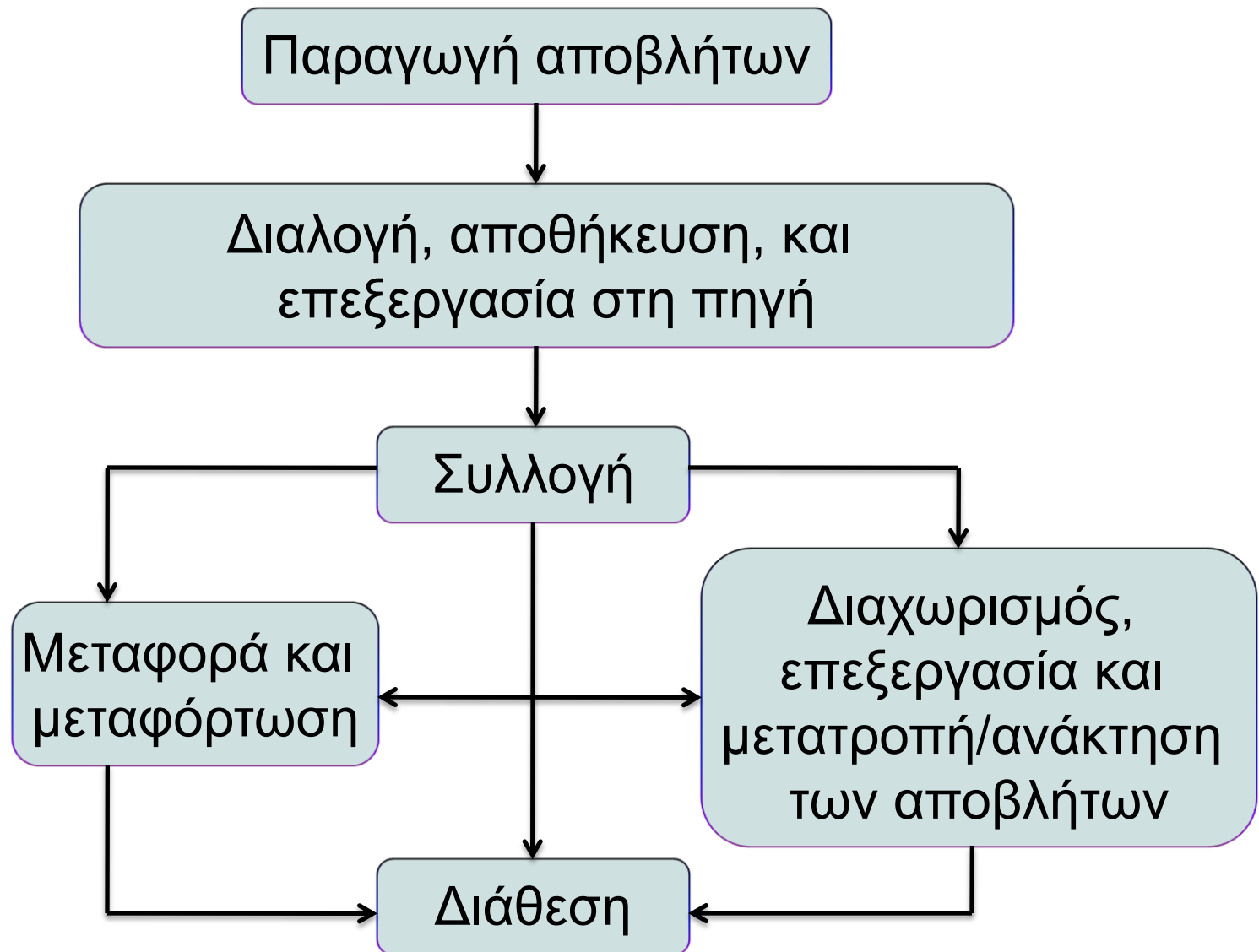


Σχεδιασμός διαδρομών συλλογής

Σκοπός: Μεγιστοποίηση του φορτίου που συλλέγεται και μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου.

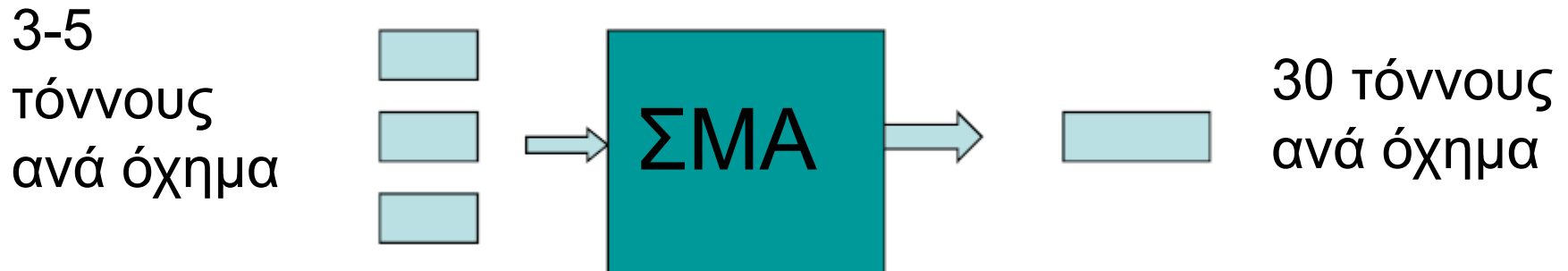
- 1) Προετοιμασία χαρτών (διαδρομών συλλογής) με δεδομένα πηγών
- 2) Ανάλυση δεδομένων
- 3) Αρχικό σχέδιο διαδρομών
- 4) Εκτίμηση του αρχικού σχεδίου και συνεχείς βελτιώσεις

Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Αποβλήτων



Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ)

- Κύριος σκοπός: Ελαχιστοποίηση κόστους μεταφοράς



- Δευτερεύοντα οφέλη:
 - Προ-επεξεργασία
 - Μείωση κυκλοφορίας οχημάτων
 - Διευκόλυνση πολιτών για απευθείας μεταφορά ογκωδών αντικειμένων
 - Ανακύκλωση αποβλήτων

Σκοπιμότητα εγκατάστασης ΣΜΑ

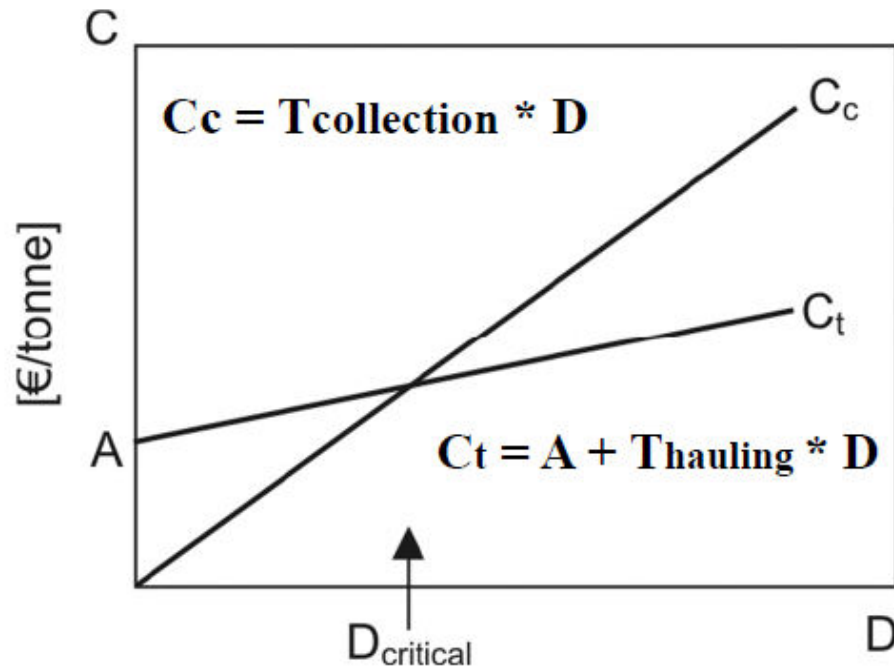
- Μεγάλες αποστάσεις για τη διάθεση των αποβλήτων
(μείωση περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την μεταφορά των αποβλήτων)
- Απομακρυσμένες εγκαταστάσεις μονάδων επεξεργασίας και ΧΥΤΑ
- Ολοκληρωμένα συστήματα με Μηχανική Διαλογή και επεξεργασία (βιολογική, θερμική) αποβλήτων:
 - Διαχωρισμός, κομποστοποίηση, αναερόβια χώνευση, RDF, θερμική επεξεργασία

Τοποθέτηση ΣΜΑ

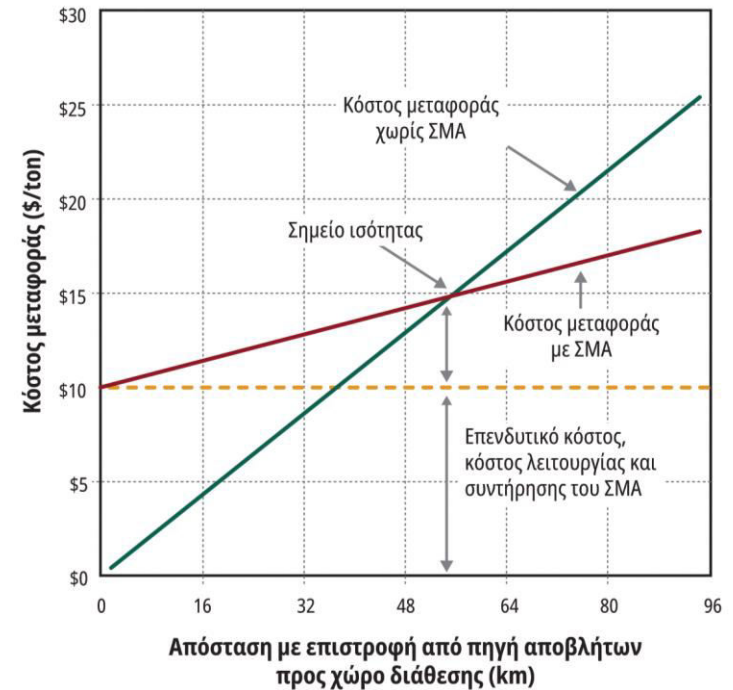
- Μονάδα κόστους μεταφοράς (\$/ton/km) για απορ/φορο: T_c
- Μονάδα κόστους μεταφοράς (\$/ton/km) για νταλίκα: T_h
- Μονάδα κόστους μεταφόρτωσης (\$/ton): A
- Κόστος χωρίς μεταφόρτωση για απόσταση D_1 (km):
$$C_c = T_c \times D_1$$
- Κόστος με μεταφόρτωση για απόσταση D_2 (km):
$$C_h = A + T_h \times D_2$$
- Κριτήριο: Εάν
$$D_{actual} > A / (T_c - T_h)$$
 τότε οικονομικότερο με μεταφόρτωση
 - Για πυκνοκατοικημένες περιοχές, το κόστος δεν είναι ανάλογο της απόστασης, αλλά ο χρόνος

Κρίσιμη απόσταση

(Critical distance for transfer)



$$D_{\text{critical}} = \frac{A}{T_{\text{collection}} - T_{\text{hauling}}}$$

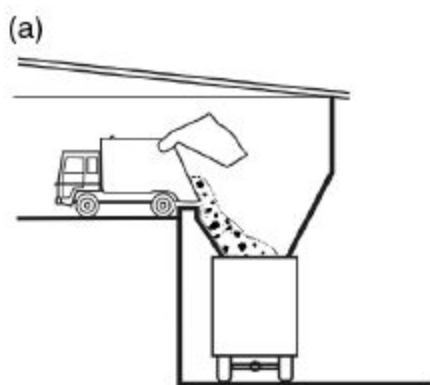


Άλλοι παράγοντες για λειτουργία ΣΜΑ

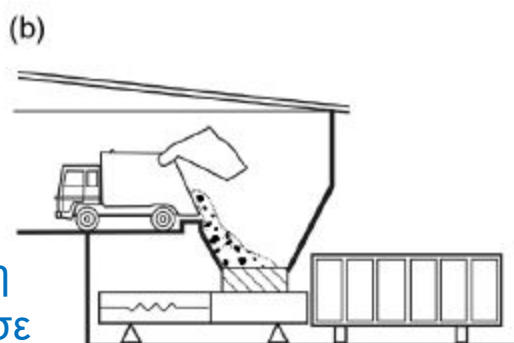
- Η παράνομη διάθεση αποβλήτων λόγω μεταφοράς σε μακρινή διαδρομή (π.χ. C&D)
- Η τοποθεσία διάθεσης είναι μακριά από τις διαδρομές συλλογής
- Η χρήση μικρού μεγέθους απορριμματοφόρων
- Η ύπαρξη αραιοκατοικημένων περιοχών

Τύποι σταθμών μεταφόρτωσης

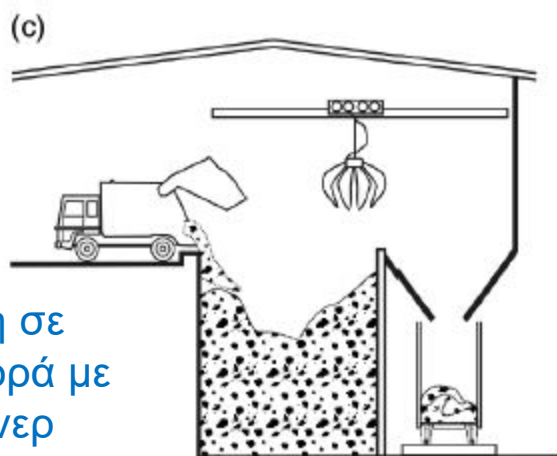
- Απευθείας φόρτωση
- Αποθήκευση και φόρτωση
- Συνδυασμός απευθείας φόρτωσης και εκφόρτωσης



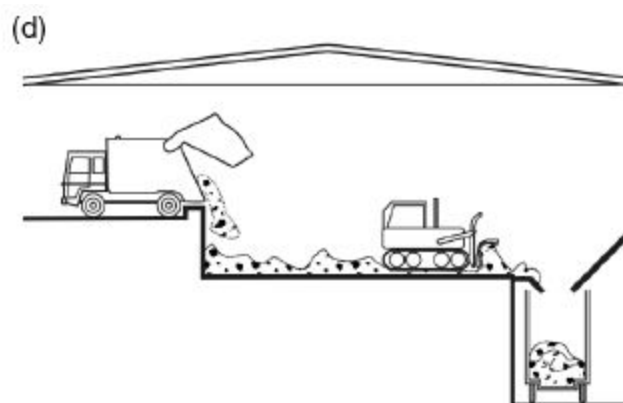
(α) Απευθείας μεταφόρτωση σε ανοιχτή νταλικά



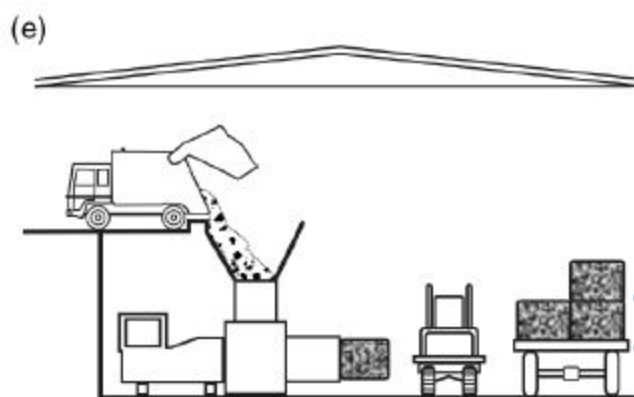
(β) Μεταφόρτωση μετά συμπίεσης σε κοντέινερ



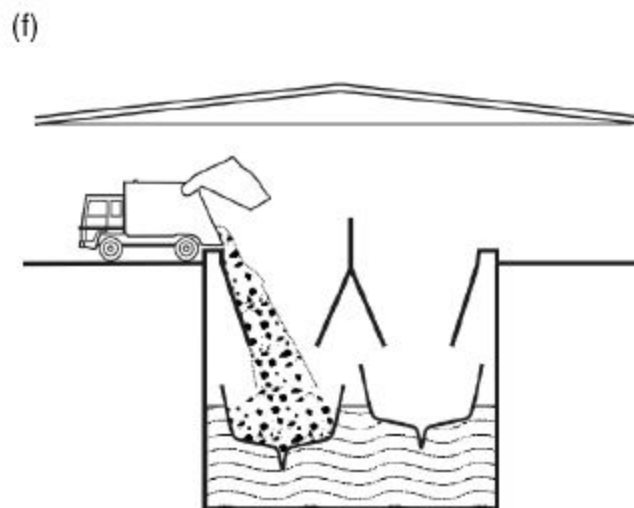
(γ) Μεταφόρτωση σε τάφρο και μεταφορά με γερανό σε κοντέινερ τρένου



(δ) Μεταφόρτωση σε δάπεδο όπου μπουλτόζες φορτώνουν σε ανοιχτό κοντέινερ



(ε) Μεταφόρτωση σε πρέσες και φόρτωση μπάλες σε φορτηγά



(στ) Απευθείας μεταφόρτωση σε βάρκες και ρυμουλκά πλοία





(a)



(b)





Μειονεκτήματα ΣΜΑ

- Επιπλέον κόστος για κατασκευή του ΣΜΑ και αγορά ρυμουλκών και νταλίκων.
- Επιπλέον χρόνος, εργασία και ενέργεια που απαιτείται για μεταφόρτωση των αποβλήτων από τα απορριμματοφόρα στις νταλίκες.
- Πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω θορύβου, οσμών, και εκπομπών (αέρια/υγρά απόβλητα).

Τοποθεσία εγκατάστασης ΣΜΑ

- Εύκολη πρόσβαση για τα απορριμματοφόρα και νταλίκες
- Ο δήμος/γειτονιά εγκρίνει την εγκατάσταση
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις πρέπει να ελαχιστοποιηθούν (θόρυβος, οσμές, κυκλοφοριακό)
- Μακριά από οικιστική ζώνη
- Εύκολη πρόσβαση σε λεωφόρους
- Πιθανός χώρος είναι ένας παλιός ΧΥΤΑ

Waste Transfer Stations: A Manual for Decision-Making

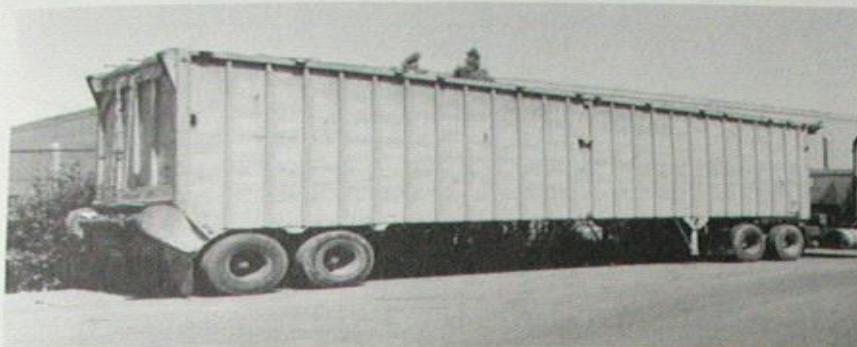


Τύποι μεταφοράς αποβλήτων

- Μεταφορά με νταλίκες
- Μεταφορά με τραίνα
- Μεταφορά σε νερό
- Πνευματικά/υδραυλικά και άλλα συστήματα μεταφοράς

Μεταφορά με οχήματα

- Για τη μεταφορά των στερεών αποβλήτων απο ΣΜΑ σε εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής και ΧΥΤΑ
- Κυρίως χρησιμοποιούνται νταλίκες, ρυμουλκά και συμπίεστρες
- Προϋποθέσεις:
 - ο Ελαχιστοποίηση κόστους;
 - ο Επικάλυψη – περιβαλλοντικές επιπτώσεις;
 - ο Άδεια κυκλοφορίας σε αυτοκινητοδρόμους (επιτρεπόμενο μικτό βάρος);
 - ο Απλή μέθοδος εκφόρτωσης



(a)



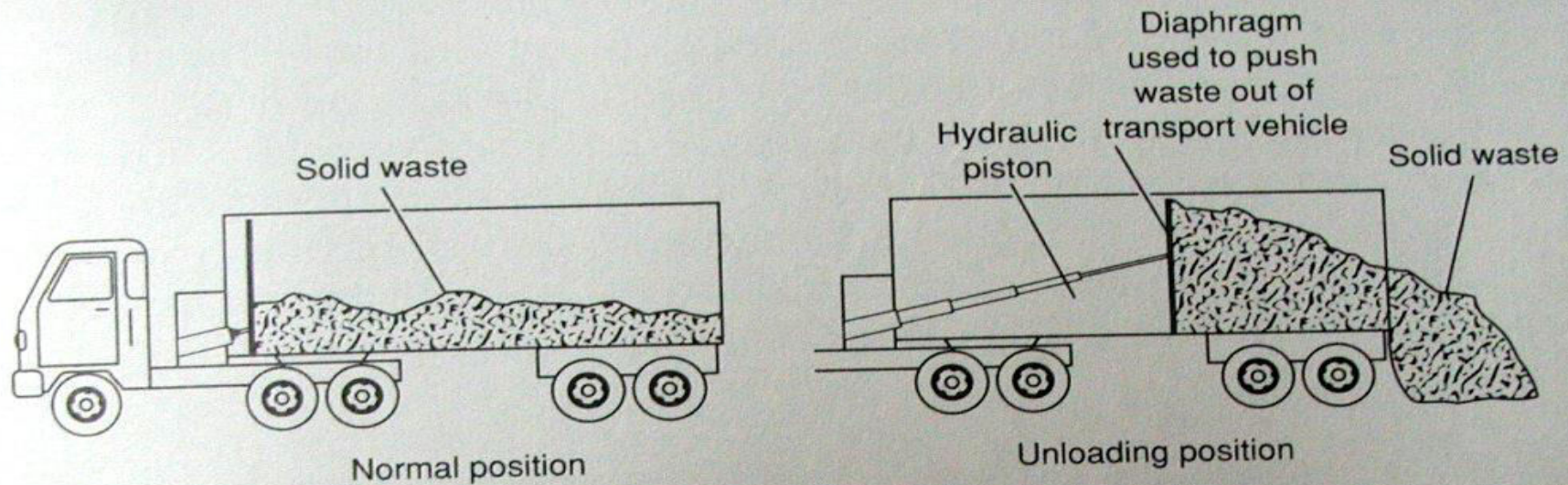
(b)



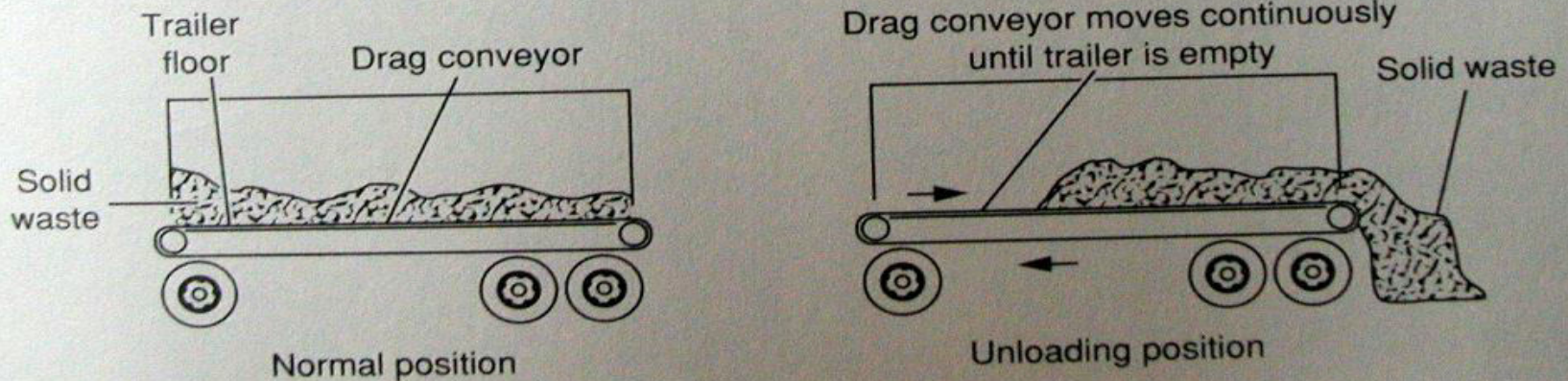
(c)

FIGURE 10-18

Typical transport vehicles used in conjunction with transfer facilities: (a) 105-yd³ open-top semitrailer with moving-floor unloading mechanism (see Figs. 10-19b and 10-20), (b) 85-yd³ enclosed semitrailer used with stationary compactor (see Fig. 10-7c). Semitrailer is unloaded with movable internal diaphragm (see Fig. 10-19a), and (c) 100-yd³ drop-bottom open-top semitrailer unloaded with hydraulic tipping ramp (see Fig. 10-21).



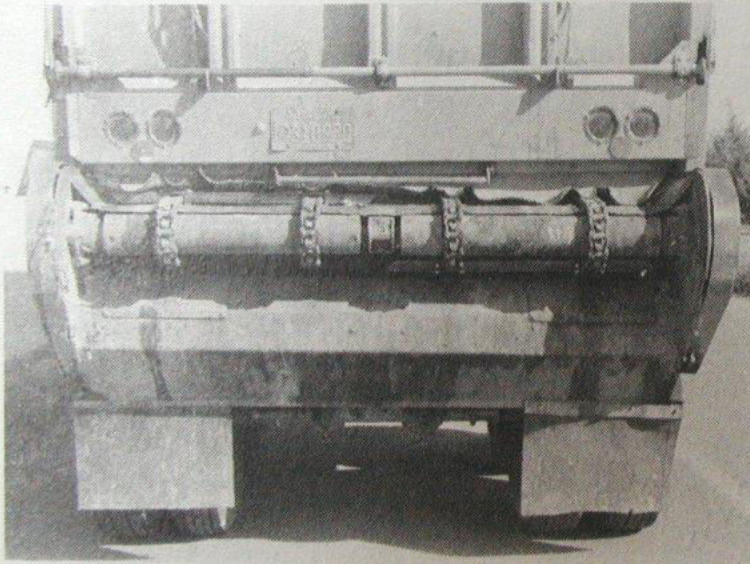
(a)



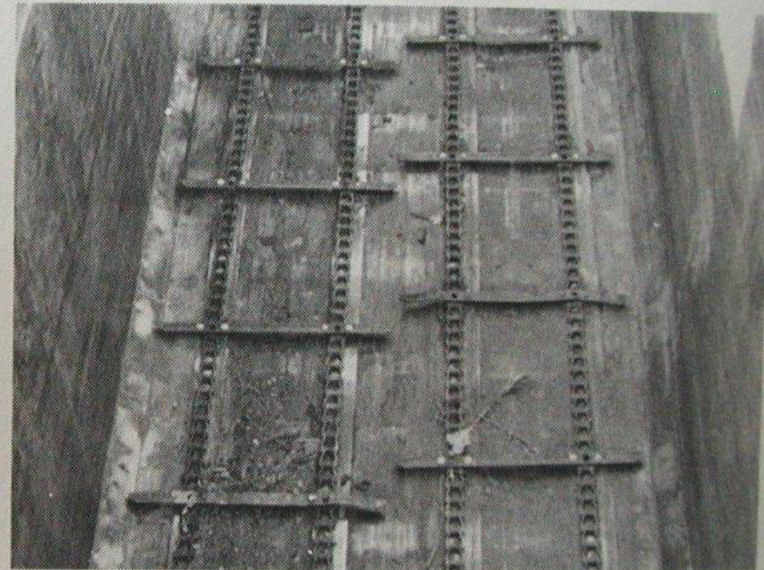
(b)

FIGURE 10-19

Methods used to unload semitrailers: (a) semitrailer equipped with movable internal diaphragm and (b) semitrailer equipped with continuous moving drag conveyor.



(a)



(b)

FIGURE 10-20

Views of continuous moving chain-type drag conveyor used in self-unloading waste transport trailers: (a) drive sprockets for chain conveyors located at rear of trailer and (b) chain-type drag conveyor in bottom of trailer.



(a)



(b)

FIGURE 10-21

Unloading operations using hydraulically operated tipping ramps: (a) drop-bottom semitrailer is backed onto tipping ramp and disconnected from the tractor for unloading and (b) tipping ramp is elevated and solid wastes fall out by gravity.

Μεταφορά σε νερό

- Πλοία, μαούνες και ειδικές βάρκες
- Ειδικός χώρος αποθήκευσης



Closing of Hatch Cover



Composite unit of Tug & Barge



Unloading Excavators

SEMAKAU LANDFILL

On arrival at Semakau Landfill, the barges are berthed within an enclosed transfer building for the unloading operation. Large excavators with interchangeable and specially designed grabs are used to unload refuse from the barges. The excavators can either unload the refuse directly onto large 35-tonne payload off-road dump trucks or onto the tipping floor. Refuse on the tipping floor is scooped up by wheeled-loaders and loaded onto the dump trucks. The refuse then makes its final journey to the tipping site for disposal. A fully loaded barge is emptied within 6 hours.

At the tipping site, refuse is discharged from the trucks. Bulldozers and compactors are used to level and compact the refuse.



Loading Waste from Wheel-loader to Dump Truck



Tipping Waste at Landfill Cell



Πνευματικά/υδραυλικά και άλλα συστήματα μεταφοράς

- Εγκατάσταση σε πυκνοκατοικημένες περιοχές και εμπορικές δραστηριότητες (π.χ. Disney World USA)
- Περίπλοκα συστήματα

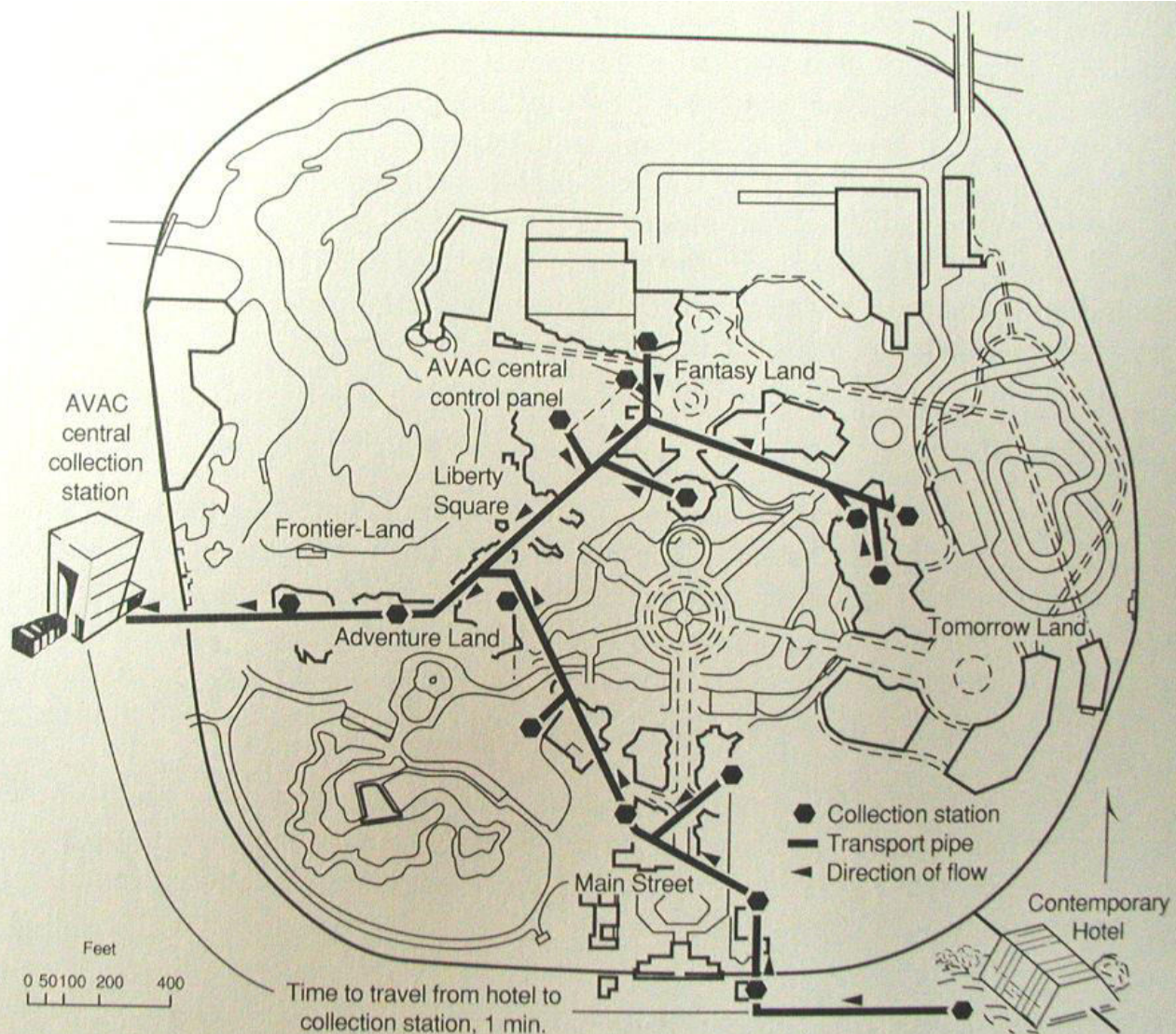


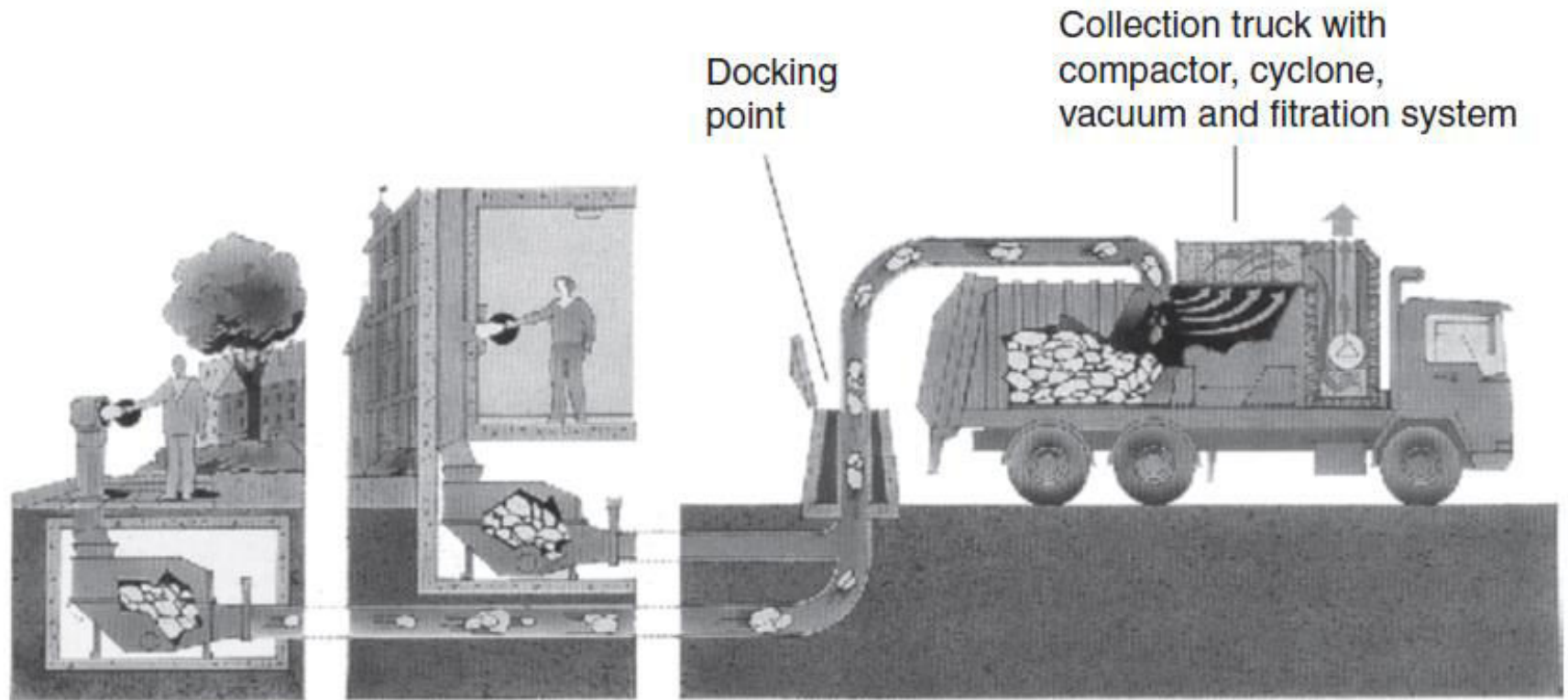
FIGURE 10-23

Pneumatic solid waste collection system for Walt Disney World, Orlando, FL.

Μεταφορά με χρήση κενού (Σταθερό σύστημα)



Μεταφορά με χρήση κενού (Κινητό σύστημα)



Εργασία στα συστήματα μεταφοράς αποβλήτων

Επικινδυνότητα:

- Πτώση από τα απορριμματοφόρα
- Κρυοπαγήματα
- Χτύπημα από αυτοκίνητα
- Ακατάλληλη διάθεση αποβλήτων (μόλυνση)
- Κακώσεις λόγω βαριών αντικειμένων

Σύστημα μεταφοράς?

In use

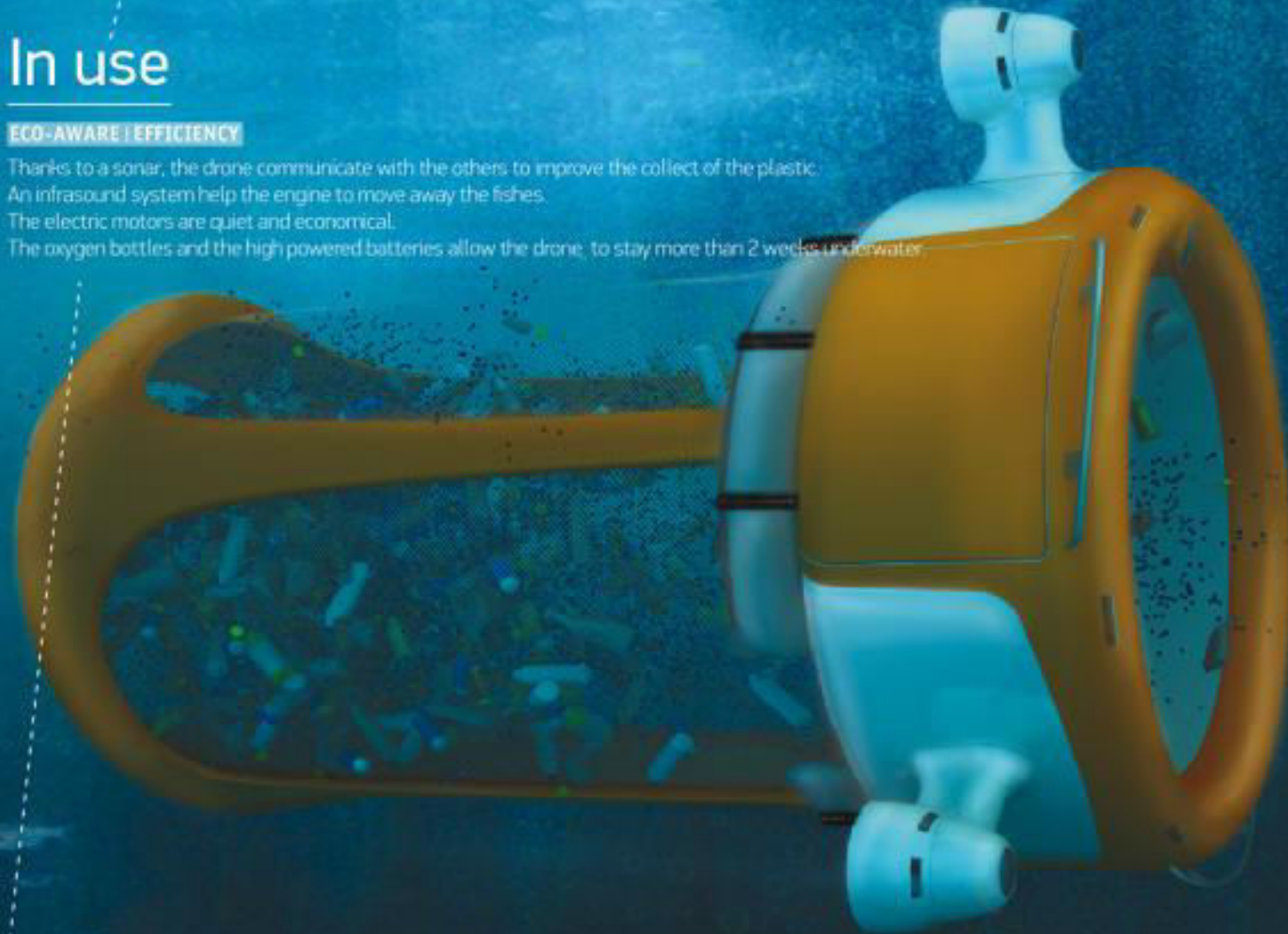
ECO-AWARE | EFFICIENCY

Thanks to a sonar, the drone communicate with the others to improve the collect of the plastic.

An infrasound system help the engine to move away the fishes.

The electric motors are quiet and economical.

The oxygen bottles and the high powered batteries allow the drone to stay more than 2 weeks underwater.



Questions & Answers

