



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΜΕErP ΓΙΑ ΤΟΝ
ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΣΕ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ
ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ ΤΑΣΕΩΣ ΚΑΙ ΕΝΤΑΣΕΩΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ»*



Του Μεταπτυχιακού Φοιτητή

Γεώργιου Ταρουσίνωφ Α.Μ. 83

Επιβλέπων

**Κωσταντίνος Ψωμόπουλος, Καθηγητής, Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών
Μηχανικών**

Αθήνα, Φλεβάρης 2020

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Ψωμόπουλος Κωνσταντίνος

2. Ιωαννίδης Γεώργιος

3. Καλκάνης Κωνσταντίνος

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος...Ταρουσίνωφ Γεώργιος..... του...Κωνσταντίνου....., με αριθμό μητρώου ...83..... φοιτητή του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής...Μηχανικών..... του Τμήματος...Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών....., δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

ΤΑΡΟΥΣΙΝΩΦ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Σύνοψη

Η Διπλωματική εργασία: «ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΜΕΕrP ΓΙΑ ΤΟΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΧΟ ΣΕ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ ΤΑΣΕΩΣ ΚΑΙ ΕΝΤΑΣΕΩΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ » αξιολογεί την δυνατότητα εφαρμογής της οδηγίας 2009/32/ΕΕ για τον οικολογικό σχεδιασμό στους Μετασχηματιστές Μετρήσεων στα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Η μελέτη οικολογικού σχεδιασμού των μετασχηματιστών μετρήσεων με την βοήθεια των υπολογιστικών φύλλων (Excel) της μεθοδολογίας αναφοράς (ΜΕΕrP 2011), προσπαθεί να ποσοτικοποιήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που παρουσιάζονται σε ένα δίκτυο μεταφοράς ενέργειας, από την χρήση αυτού του εξοπλισμού σε όλα τα στάδια της ζωής του, έως το τέλος χρήσης του. Η μελέτη αυτή βασίζεται σε στοιχεία των μετασχηματιστών μετρήσεων του εθνικού δικτύου μεταφοράς του Ανεξάρτητου Διαχειριστή Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΔΜΗΕ.

Αυτή η Διπλωματική εργασία είναι μια πρωταρχική προσπάθεια εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των μετασχηματιστών μετρήσεων στη λειτουργία τους σε δίκτυα υψηλών τάσεων. Αυτές οι επιπτώσεις καταγράφονται χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία αναφοράς ΜΕΕrP της ΕΕ , τους κανονισμούς και τις βασικές αρχές της οικολογικής σχεδίασης πάνω στην προοπτική της ανάλυσης κύκλου ζωής (LCA). Η εφαρμογή της ΜΕΕrP προβλέπει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μετασχηματισμών μετρήσεων και καταγραφεί τα αποτελέσματά της. Αυτή η διαδικασία αναδεικνύει την αναγκαιότητα προσέγγισης της οικολογικής σχεδίασης στο εξοπλισμό Υψηλών Τάσεων όπου λειτουργεί σε δίκτυα μεταφοράς ενέργεια υψηλών τάσεων και πάει πιο μπροστά τους ήδη ρυθμισμένους κανονισμούς των μετασχηματιστών ισχύος με τον κανονισμό (EU) Νο 548/2014 ο οποίος τροποποιήθηκε από τον κανονισμό (EU) 2019/1783.

Αυτή η Διπλωματική εργασία περιγράφει τις λειτουργίες, τις τεχνολογίες και τα εξαρτήματα των μετασχηματισμών μετρήσεων που τοποθετούνται σε υποσταθμούς υψηλών τάσεων. Περιγράφονται τα φαινόμενα γήρανσης και την ελαττωματικότητα των μετασχηματιστών μετρήσεων, ακολούθως βελτιώνει το χρόνο ζωής των μετασχηματιστών μετρήσεων ανιχνεύοντας και μετριάζοντας τα φαινόμενα γήρανσης και αλλοίωσης από άλλους παράγοντες. Σε αυτή τη διπλωματική εργασία αναφέρονται αποτέλεσμα ανάλυσης κύκλου ζωής (LCA) μετασχηματιστών μετρήσεων Υ.Τ. ρεύματος και τάσεως, σημαντικών κατασκευαστών. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από τους μετασχηματιστές μετρήσεων που λειτουργούν στο δίκτυο μεταφοράς της Ελλάδας στα 150kV και 400kV. Επιπροσθέτως αναφέρεται μια σύντομη περιγραφή στο σύστημα μεταφοράς ενέργειας και στο δεκαετές αναπτυξιακό σχέδιο του ΑΔΜΗΕ για το δίκτυο μεταφοράς ενέργειας της Ελλάδας.

Λέξεις Κλειδιά : Οικολογικός σχεδιασμός, Μετασχηματιστές Μετρήσεων Τάσεως Εντάσεως Υψηλής Τάσης, Περιβαλλοντικές, Επιπτώσεις.

Summary

This thesis: "Implementing the Eco Design Methodology MEERp in Voltage and Current Measuring Transformers operating in High Voltage networks " evaluates the applicability of the 2009/125/ EU Directive for the Eco Design on the Measuring Transformers Operating in Electricity Transmission Systems. The study of measuring transformers using spreadsheets (Excel) with the EU eco-design reference methodology (MEERp 2011), tries to quantify their environmental impact and consequently the environmental impact of the power transmission system using this equipment, in all stages of its life. This study was conducted using data from measuring transformers operating in the Hellenic Electricity Transmission System operated by the Independent Power Transmission Operator of Greece (IPTO).

This thesis is one of the first ones trying to evaluate the environmental impact of measuring transformers operating in high voltage networks. It reports using the EU reference methodology MEERp and directives and principles of the Eco Design in a life cycle analysis (LCA) perspective. The implementation of MEERp provides the environmental impacts of the measuring transformers and reports the findings. Also this process can show the importance of the Eco Design approach in high voltage equipment operating in High Voltage Energy Transmission systems, and goes beyond the already regulated Power Transformers with the (EU) Regulation No 548/2014 which was amended by Regulation (EU) 2019/1783.

This thesis discusses the function, technology and components of instrument transformers applied in high voltage substations. Ageing phenomena and failure modes of instrument transformers are discussed, followed by techniques to detect and mitigate instrument transformer ageing and stresses to improve the lifetime of instrument transformers. In this thesis, details life cycle analysis (LCA) of current and voltage HV measuring transformers of main manufactures are included. The data collected from the operating measuring transformers in 150kV and 400kV transmission network of Greece. Furthermore, quick description is reported on power transmission system and the Ten-year Network Development Plan of the IPTO National Power Transmission System in Greece.

Keywords ECO-DESIGN, voltage and current instrument transformer, High Voltage, environmental impact.

Copyright © Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Σχολή Μηχανικών, Τμήματος Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Allrightsreserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή της για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, Σχολής Μηχανικών, Τμήματος Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η διπλωματική εργασία είναι το τελευταίο στάδιο για την ολοκλήρωση του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών. Σε αυτή τη συνολική προσπάθεια θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Δρ Κωνσταντίνο Ψωμόπουλο για την υποστήριξη και τη συνολική βοήθειά τόσο κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου, όσο και κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Η στάση του ήταν καθοριστική για την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας, στάθηκε πάντα κοντά μου σε όλα τα στάδια υλοποίησής της, και δεν δίστασε να υποστηρίξει εγγράφως την προσπάθειά μου και την επιστημονική επάρκεια της μελέτης αυτής. Του οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ γιατί με εμπιστεύτηκε για να μου αναθέσει ένα τόσο πρωτοποριακό θέμα για τη διπλωματική μου εργασία.

Στην προσπάθειά μου για την απόκτηση του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών είχα δίπλα μου τον Διευθυντή μου στην εταιρία που εργάζομαι τον κ. Δημήτριο Μουστάκα, ο οποίος με στήριξε από την πρώτη στιγμή. Αρχικά δεν δίστασε να μου δώσει συστατική επιστολή για να την επισυνάψω στην αίτηση συμμετοχής μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα. Με βοήθησε να εξασφαλίσω σχετική άδεια για την συλλογή μετρήσεων στις κτιριακές εγκαταστάσεις της εταιρίας μου, προκειμένου να τις προσκομίσω στη μεταπτυχιακή μου εργασία. Και σε αυτή την εργασία έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη ολοκλήρωσή της, γιατί με καθοδήγησε στα κατάλληλα πρόσωπα όπου με βοήθησαν στη συλλογή στοιχείων που ήταν απαραίτητα για την ολοκλήρωσή της. Για αυτό τον ευχαριστώ ιδιαίτερα.

Από τα στελέχη της Εταιρίας μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Κωνσταντίνο Μαυρόματο ο οποίος συνέβαλε στην παραχώρηση των στοιχείων των μετασχηματιστών μετρήσεων του δικτύου μεταφοράς του ΑΔΜΗΕ. Επίσης τον κ. Νικόλαο Καπετάνιο, την κ. Παναγιώτα Αλεξοπούλου καθώς και σε όλους τους συναδέλφους που δεν γνωρίζω και συμμετείχαν στη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων για την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής. Ακόμα δεν πρέπει να ξεχάσω να ευχαριστήσω τους Διευθυντές μου στην εταιρία μου κ. Δημήτριο Μουστάκα και την κ. Ευγενία Στεφανάκου καθώς επίσης και την κ. Παρασκευή Φασιανού όπου μου παραχώρησαν σχετική άδεια εγγράφως για την χρήση των στοιχείων του ΑΔΜΗΕ στην διπλωματική μου εργασία και σε επιστημονικές δημοσιεύσεις.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συμφοιτητή μου κ. Γεώργιο Καββαδά όπου με βοήθησε στην μορφοποίηση και στην επιμέλεια της διπλωματικής μου.

Τέλος θα ήθελα να στείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην σύζυγο μου κ. Αικατερίνη Αγάπη Καραγιάννη και στην Ζωούλα μου την κόρη μου όπου με στήριξαν ηθικά σε αυτή μου την προσπάθεια.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|---|----|
| ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ..... | i |
| "Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων" | i |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 1 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο | 2 |
| ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ | 2 |
| 1.1. Ενέργεια..... | 2 |
| 1.1.1. Γενικά | 2 |
| 1.1.2. Ενεργειακές πηγές και μορφές ενέργειας | 2 |
| 1.2. Περιβάλλον..... | 5 |
| 1.2.1. Ορισμοί περιβάλλοντος..... | 5 |
| 1.2.2. Ενεργειακές πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος | 6 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο | 9 |
| ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ECO DESIGN | 9 |
| 2.1. Οικολογικός σχεδιασμός συστημάτων..... | 9 |
| 2.2. Ανάλυση Κύκλου Ζωής. (LCA)..... | 10 |
| 2.2.1. Ορισμός του σκοπού και του πεδίου δράσης της Ανάλυσης κύκλου Ζωής (LCA)..... | 11 |
| 2.2.2. Ορισμός του στόχου..... | 12 |
| 2.2.3. Καθορισμός των ορίων του συστήματος | 12 |
| 2.2.4. Καθορισμός των ορίων του συστήματος- Κριτήρια αποκοπής..... | 13 |
| 2.2.5. Οφέλη και λειτουργική μονάδα..... | 14 |
| 2.2.6. Ανάλυση απογραφών..... | 14 |
| 2.2.7. Πηγές δεδομένων | 15 |
| 2.2.8. Μέθοδος συλλογής..... | 15 |
| Η μέθοδος συλλογής δεδομένων πραγματοποιείται ως ακολούθως [4]:..... | 15 |
| 2.2.9. Τρόπος παραγωγής..... | 15 |
| 2.2.10. Εκτίμηση επιπτώσεων | 15 |
| 2.2.11. Ερμηνεία..... | 17 |
| 2.2.12. Ερμηνεία - Μέθοδος 5x5..... | 17 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο | 18 |
| ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ Υ.Τ. και ECO DESIGN..... | 18 |
| 3.1. Γενικά για τον Εξοπλισμός Υ.Τ..... | 18 |
| 3.2. Εξοπλισμός Υ.Τ. για Υποσταθμούς..... | 18 |
| 3.3. Εξοπλισμός Υ.Τ. για γραμμές μεταφοράς..... | 25 |

| | | |
|--|--|----|
| 3.4. | Εξοπλισμός Υ.Τ. και Eco-Design..... | 26 |
| 3.5. | Μετασηματιστές Υ.Τ. –Υποσταθμοί και Eco Design. | 26 |
| 3.6. | Γραμμές Υ.Τ. –Υποσταθμοί και Eco Design..... | 30 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° | | 33 |
| Μ/Σ ΜΕΡΤΗΣΗΣ Υ.Τ. ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ..... | | 33 |
| 4.1. | Γενική Περιγραφή Μετασηματιστών Οργάνων | 33 |
| 4.2. | Μετασηματιστές Οργάνων (Υψηλών Τάσεων):Τεχνολογίες και εξαρτήματα | 34 |
| 4.3. | Μετασηματιστές Ρεύματος (CTs) και Συνδυασμένοι Μετασηματιστές Ρεύματος και Τάσης (CCVTs) | 34 |
| 4.4. | Μετασηματιστές οργάνων τάσης (VTs) και οπτικοί | 35 |
| 4.5. | Εξαρτήματα των Μετασηματιστών Οργάνων | 36 |
| 4.6. | Υλικά Μετασηματιστών Μετρήσεων | 36 |
| 4.7. | Κύκλος Ζωής Μετασηματιστών Οργάνων..... | 37 |
| 4.8. | Ανάλυση κύκλου Ζωής σε Μ/Τ ρεύματος IMB της εταιρίας ABB..... | 38 |
| 4.9. | Στοιχεία των Μ/Τ IMB που περιλαμβάνονται στη μελέτη | 38 |
| 4.10. | Στοιχεία των Μ/Τ IMB που δεν περιλαμβάνονται στη μελέτη..... | 39 |
| 4.11. | Χρόνος Ζωής και χρήσης..... | 39 |
| 4.12. | Τα γεωγραφικά σημεία παράγωγής..... | 39 |
| 4.13. | Τέλος της ζωής των υλικών..... | 39 |
| 4.14. | Οι επιπτώσεις του κύκλου ζωής για τους τύπους IMB 1,3 και 5..... | 39 |
| 4.15. | Οι επιπτώσεις του κύκλου ζωής για τους τύπους IMB 2, 4 και 6..... | 42 |
| 4.16. | Αξιολόγηση LCA των Μ/Τ ρεύματος οργάνων της εταιρίας Alstom | 42 |
| 4.17. | Αξιολόγηση LCA Μετασηματιστή τάσης (Χωρητικού) | 48 |
| 4.18. | Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (LCA) Μετασηματιστή τάσης (Επαγωγικός) | 52 |
| 4.19. | ECO design-M/Τ οργάνων..... | 57 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5° | | 59 |
| 5.1. | Σύντομη περιγραφή του δικτύου μεταφοράς της Ελλάδος. (ΑΔΜΗΕ)..... | 59 |
| 5.2. | Υποσταθμοί 150KV - ΜΤ | 59 |
| 5.3. | Κέντρα Υπερυψηλής Τάσεως (KYT)..... | 60 |
| 5.4. | Γραμμές Μεταφοράς (Γ.Μ.) | 60 |
| 5.5. | Συσκευές Αντιστάθμισης Άεργου Ισχύος | 61 |
| 5.6. | Διεθνείς Διασυνδέσεις | 61 |
| 5.7. | Έργα ανάπτυξης του συστήματος ΑΔΜΗΕ | 62 |
| 5.8. | Απολογισμός ΔΠΑ 2017-2026..... | 63 |
| 5.9. | Έργα ανάπτυξης συστήματος πρώτης τριετίας έως το 2020 | 64 |
| 5.10. | Έργα ανάπτυξης συστήματος με αναμενόμενη έναρξη υλοποίησης μετά το τέλος του 2020. | 65 |
| 5.11. | Έργα για την εξυπηρέτηση του Δικτύου | 66 |

| | | |
|--|--|------------|
| 5.12. | Έργα για την εξυπηρέτηση του Δικτύου | 66 |
| 5.13. | Έργα για την εξυπηρέτηση του Δικτύου | 66 |
| 5.14. | Έργα για την εξυπηρέτηση του Δικτύου | 67 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6° | | 68 |
| ΜΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΕrP στους Μ/Σ μέτρησης Υ/Τ | | 68 |
| ΜΕΕrP 2011 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ..... | | 68 |
| 6.1. | Γενικά για τη μεθοδολογία αναφοράς..... | 68 |
| 6.2. | Χαρακτηριστικά της μεθοδολογίας αναφοράς | 69 |
| 6.3. | Μ/ Σ Μέτρησης Υ.Τ. (150kV-400kV) του Δικτύου Μεταφορά Της Ελλάδας. (ΑΔΜΗΕ). 71 | |
| 6.4. | Ποσοτική ανάλυση των υλικών των Μ/Τ Μετρήσεων του Δικτύου Μεταφοράς του ΑΔΜΗΕ..... | 73 |
| 6.5. | Εφαρμογή της ΜΕΕrP στους Μ/Σ Μέτρησης Εντάσεως (CT) 150KV του ΑΔΜΗΕ | 75 |
| 6.6. | Εφαρμογή της ΜΕΕrP στους Μ/Σ Μέτρησης Εντάσεως (CT) 400KV του ΑΔΜΗΕ | 84 |
| 6.7. | Εφαρμογή της ΜΕΕrP στους Μ/Σ Μέτρησης Τάσεως Επαγωγικούς (VT) 150KV του ΑΔΜΗΕ..... | 91 |
| 6.8. | Εφαρμογή της ΜΕΕrP στους Μ/Σ Μέτρησης Τάσεως Χωρητικούς (VT) 150KV του ΑΔΜΗΕ | 98 |
| 6.9. | Εφαρμογή της ΜΕΕrP στους Μ/Σ Μέτρησης Τάσεως Επαγωγικούς (VT) 400KV του ΑΔΜΗΕ..... | 104 |
| 6.10. | Εφαρμογή της ΜΕΕrP στους Μ/Σ Μέτρησης Τάσεως Χωρητικούς (VT) 400KV του ΑΔΜΗΕ 110 | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7° | | 115 |
| ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ Μ/Σ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ | | 115 |
| 7.1. | Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Μ/Σ Μετρήσεως | 115 |
| 7.2. | Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Μ/Τ Μετρήσεως κατά την λειτουργίας τους | 124 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | | 130 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... | | 133 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διπλωματική εργασία αξιολογεί την δυνατότητα εφαρμογής της οδηγίας 2009/32/ΕΕ για τον οικολογικό σχεδιασμό στους Μετασχηματιστές (Μ/Τ) Μετρήσεων στα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Προσπαθεί να αναδείξει τα οφέλη που προκύπτουν από την οικολογική διαχείριση του εξοπλισμού των Μ/Τ Μετρήσεων υψηλής τάσης σε όλες τις φάσεις της ζωής τους. Επίσης αναφέρει τις βασικές αρχές της οικολογικής σχεδίασης, τη μεθοδολογία αναφοράς (ΜΕΕrP 2011) και τη σχέση της οικολογικής σχεδίασης με τον εξοπλισμό Υψηλής Τάσης.

Συγκεκριμένα στα κεφάλαια της εργασίας αυτής αναφέρονται.

- Κεφάλαιο 1. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια γενική αναφορά στη σχέση που έχουν το περιβάλλον και η ενέργεια. Αναφέρονται οι μορφές της ενέργεια και η επιπτώσεις στο περιβάλλον που μπορεί να παρουσιαστούν.
- Κεφάλαιο 2. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η οικολογική σχεδίαση συστημάτων, η ανάλυση του κύκλου ζωής τους, ο σκοπός και ο τρόπος υλοποίησης της οικολογικής σχεδίασης.
- Κεφάλαιο 3. Στο κεφάλαιο αυτό καταγράφεται η ανάγκη της χρήσης της οικολογικής σχεδίασης στον εξοπλισμό γραμμών μεταφοράς Υψηλής Τάσης. Επίσης αναφέρονται και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του εξοπλισμού αυτού.
- Κεφάλαιο 4. Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται οι Μετασχηματιστές Μετρήσεων, και παρουσιάζονται δυο παραδείγματα ανάλυσης του κύκλου ζωής τους. Επίσης αποτυπώνονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε όλο τον κύκλο ζωής των εν λόγω Μετασχηματιστών Μετρήσεων.
- Κεφάλαιο 5. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια σύντομη περιγραφή του δικτύου μεταφοράς του ΑΔΜΗΕ, καθώς επίσης και μια αναφορά στη ανάπτυξή του τα επόμενα χρόνια.
- Κεφάλαιο 6. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια παρουσίαση της μεθόδου αναφοράς ΜΕΕrP 2011. Επίσης γίνεται μια λεπτομερής εφαρμογή της μελέτης, με τη χρήση των υπολογιστικών φύλλων (Excel Eco Report), πάνω στους Μετασχηματιστές Μέτρησης του δικτύου Μεταφοράς του ΑΔΜΗΕ.
- Κεφάλαιο 7. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η αιτιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που παρουσιάζονται στους Μετασχηματιστές Μετρήσεων Υψηλής Τάσης.
- Κεφάλαιο 8. Στο κεφάλαιο αυτό καταγράφονται τα συμπεράσματα της μελέτης αυτής πάνω στους Μετασχηματιστές Μετρήσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

1.1. Ενέργεια

1.1.1. Γενικά

Η ενέργεια είναι απαραίτητη στην καθημερινότητά μας γιατί χωρίς αυτή δεν δύναται να πραγματοποιηθούν βασικές λειτουργίες στη ζωή. Γεγονός που καθιστά τα ενεργειακά θέματα ιδιαίτερα σημαντικά μιας και διαμορφώνουν και επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητά της. Η ενέργεια είναι μια λέξη όπου στην καθημερινή ζωή χαρακτηρίζει μια πράξη, ή μια δραστηριότητα. Στη φυσική, η ενέργεια που χρειάζεται ένα σύστημα για την μετάβασή του από μια αρχική κατάσταση σε μια άλλη ονομάζεται έργο. Είναι αντιληπτό, ότι κάθε μεταβολή στο φυσικό κόσμο είναι συνυφασμένη με το φυσικό μέγεθος της ενέργειας. Άρα κάθε φυσικό σύστημα περιέχει ή αποθηκεύει μια ποσότητα ενέργειας [1].

1.1.2. Ενεργειακές πηγές και μορφές ενέργειας

Οι βασικές πηγές ενέργειας παρουσιάζονται με τη μορφή θερμότητας, φωτός και ισχύος. Το έργο που παράγεται, από την αλλαγή κατάστασης ενός συστήματος, χρησιμοποιεί τον όρο ενέργεια για να ποσοτικοποιήσει το μέγεθός του. Επίσης, η ενέργεια που εμπεριέχεται σε ένα φυσικό σύστημα κατά διάρκεια παραγωγής έργου μπορεί να μετατραπεί σε θερμότητα ή ακτινοβολία. Η κινητική ενέργεια (το έργο που επιτελείται από την μετακίνηση της ύλης σε συνάρτηση με την ταχύτητα και την μάζα της), και η δυναμική ενέργεια (το αποθηκευμένο έργο που εμπεριέχεται σε ένα υλικό σώμα λόγω της υψομετρική του θέσης ή με την δυναμική παραμόρφωσή του) είναι δυο από τις κυριότερες μορφές ενέργειας. Οι μορφές της ενέργειας που υπάρχουν στα δύο είδη ενέργειας, κινητικής ή δυναμικής, είναι τα ακόλουθα [2]:

1. Χημική ενέργεια. Πηγάζει από την μετατροπή της χημικής δομής των υλικών σωμάτων, όπως παρατηρείται την καύση των ορυκτών καυσίμων και του ξύλου. Οι κυψέλες υδρογόνου, η διεργασίες που παρουσιάζονται κατά την πέψη στο ανθρώπινο στομάχι και οι συσσωρευτές, είναι και αυτές κάποιες μορφές χημικής ενέργειας.
2. Ηλεκτρική ενέργεια. Είναι σε άμεση συνάρτηση με το σημείο που βρίσκεται ένα ηλεκτρικού φορτίου μέσα σε ένα ηλεκτρικό πεδίο. Ακόμα αποθηκεύεται σε μια μπαταρία ή σε κυψέλη καυσίμων.
3. Μηχανική ενέργεια. Εμφανίζεται από την εφαρμογή δύναμης σε κάποιο υλικό μέσο (στέρεο, υγρό ή αέριο), και αποθηκεύεται με διάφορους τρόπους, όπως π.χ. σε ένα σφόνδυλο ή με την συμπίεση ενός ελατηρίου.
4. Θερμική ενέργεια. Προέρχεται από την προδιδομένη ή απορροφούμενη θερμότητα σε κάποιο υλικό σώμα, δημιουργώντας κινητικές ταλαντώσεις στη μοριακή δομή του.

5. Ηλεκτρομαγνητική ενέργεια. Είναι η μεταφερόμενη ενέργεια διαμέσου ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της ενέργειας είναι η ηλιακή.
6. Πυρηνική ενέργεια. Πηγάζει από την πυρηνική σχάση, που παρατηρείται από την διάσπαση του πυρήνα ενός ατόμου σε δύο ή περισσότερα σωματίδια από την πρόσκρουση με νετρόνια, με φυσικό επακόλουθο την απελευθέρωση της ενέργειας που αντιστοιχεί στη δυναμική σύνδεση των πρωτονίων και των νετρονίων του πυρήνα. Επιπροσθέτως η πυρηνική σύντηξη, κατά την οποία δύο ίδια ή διαφορετικά άτομα συνενώνονται μεταξύ τους, είναι μια μορφή πυρηνικής ενέργειας, το φαινόμενο αυτό παρατηρείται στον ήλιο.

Κάθε μορφή ενέργειας κατηγοριοποιείται σε κινητική ή σε δυναμική όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.1. Σε ορισμένες περιπτώσεις κάποιες μορφές ενέργεια μπορούν να υπάρξουν μόνο ως δυναμική ενέργεια, σε αντίθεση με κάποιες άλλες που μπορούν να υπάρξουν με τη μορφή της δυναμικής ή της κινητικής ενέργεια.

| <i>Μορφή ενέργειας</i> | <i>Δυναμική</i> | <i>Κινητική</i> |
|------------------------|---------------------|------------------------|
| Βαρυτική | ΝΑΙ (εξ ορισμού) | - |
| Μηχανική (έργο) | Σώμα εν ηρεμία | Σώμα εν κινήσει |
| Ηλεκτρική | Φορτισμένη μπαταρία | Μπαταρία σε αποφόρτιση |
| Θερμική (θερμότητα) | - | ΝΑΙ (εξ ορισμού) |
| Ηλιακή (ακτινοβολία) | - | ΝΑΙ (εξ ορισμού) |
| Χημική | ΝΑΙ (εξ ορισμού) | - |
| Πυρηνική | ΝΑΙ (εξ ορισμού) | - |

Σχήμα 1.1: Ταξινόμηση των μορφών ενέργειας σε κινητική και δυναμική ενέργεια [2].

Η γη έχει για ανεξάντλητη πηγή ενέργειας τον ήλιο. Ο οποίος εκπέμπει στη γη ενέργεια με τη μορφή της θερμότητα μέσω της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε καθημερινή βάση, και η είναι υπεύθυνη για αλυσιδωτές δράσεις που απορρέουν στην ενέργεια από τη βιομάζα, το νερό, τον άνεμο, τα κύματα και τα θαλάσσια ρεύματα. Η προσπίπτουσα ακτινοβολία στη γη από τον ήλιο για εκατομμύρια χρόνια, δημιουργεί συνθήκες για αποθήκευση ενέργειας, μετατρέποντας φυτικές και ζωικές υλικές ποσότητες σε ορυκτά φυσικά καύσιμα, όπως πετρέλαιο, γαιάνθρακες και φυσικό αέριο. Αυτή η διεργασία παραγωγής φυσικών ενεργειακών πόρων γίνεται και σήμερα, αλλά ο τεράστιος ρυθμός κατανάλωσης που υπάρχει στις σημερινές κοινωνίες δεν μπορεί να συγκριθεί με την φυσική αναγέννησή τους, γεγονός που καθιστά τους ενεργειακούς πόρους εξαντλήσιμους [2].

Οι πόροι ενέργειας που αποθηκεύονται στη γη ορίζονται ως βασική ενέργεια, η οποία χωρίζεται στις ακόλουθες υποδιαίρεσεις [2]:

1. Πρωτογενής ενέργεια. Η ενέργεια που πηγάζει πρωτογενώς από τον ήλιο ή τη γη (π.χ. ορυκτά, πυρηνικά καύσιμα) και δεν απαιτείται να αλλάξει μορφή για να αξιοποιηθεί, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 1.2.

2. Δευτερογενής ενέργεια. Οι μορφές ενέργειας που απαιτούνται για την αλλαγή της μορφής της πρωτογενούς ενέργειας με τη βοήθεια χημικών, φυσικών, μηχανικών, θερμικών ή πυρηνικών διεργασιών προκειμένου να αξιοποιηθούν ως ωφέλιμη ενέργεια, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 1.3.
3. Ανανεώσιμη ενέργεια. Αναφέρεται στις μορφές ενέργειας, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να ανανεώνονται σταθερά και σχετικά με γρήγορο ρυθμό . Σε αντίθεση, με τη μη ανανεώσιμη ενέργεια όπου δεν ανανεώνεται.
4. Ενέργεια που πηγάζει από την καύση υλικών σωμάτων.
5. Ενέργεια που δεν απορρέει από την καύση.

| | | |
|------------------------------------|---|-------------------------------|
| Μη ανανεώσιμη | Ορυκτά: <ul style="list-style-type: none"> - γαιάνθρακας - τύρφη - αργό πετρέλαιο - φυσικό αέριο | Διεργασία καύσης |
| | Πυρηνικά: <ul style="list-style-type: none"> - ουράνιο - θόριο - δευτέριο - λίθιο - βηρύλλιο | |
| Ανανεώσιμη σε ημερήσια βάση | Ηλιακή: <ul style="list-style-type: none"> - ηλιακή θερμική μετατροπή - φωτοβολταϊκή μετατροπή | Χωρίς διεργασία καύσης |
| | <ul style="list-style-type: none"> - φωτοχημική μετατροπή - αποθηκευμένη ηλιακή με αντλίες θερμότητας | |
| | Υδροίσχυς <ul style="list-style-type: none"> - ενεργειακή μετατροπή του νερού από ποταμό ή τεχνητό ταμιευτήρα | |
| | Παλίρροιες: <ul style="list-style-type: none"> - παλίρροϊκή ενεργειακή μετατροπή | |
| | Άνεμος: <ul style="list-style-type: none"> - αιολική ενεργειακή μετατροπή | |
| | Ωκεανοί: <ul style="list-style-type: none"> - θερμική μετατροπή νερού ωκεανών - μετατροπή των θαλάσσιων ρευμάτων - μετατροπή ενέργειας κυμάτων | |
| | Γεωθερμία: <ul style="list-style-type: none"> - γεωθερμικός ατμός, θερμό νερό - αβαθής γεωθερμία - θερμά-ξηρά πετρώματα - μαγματική θερμότητα - γεωπεπιεσμένα συστήματα | |
| | Βιομάζα: <ul style="list-style-type: none"> - ξυλεία και διάφορες καλλιέργειες | |
| | | Διεργασία καύσης |

Σχήμα 1.2 Πρωτογενείς ενεργειακές πηγές [1].

| | | | |
|-------------------|--|---|------------------------------|
| Μη ανανεώσιμη | Ηλεκτρική: | - παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος με διαφόρους τρόπους - στοιχεία καυσίμων | Χωρίς διεργασία καύσης |
| | Πυρηνική: | - τρίτιο - πλουτώνιο | |
| | Ορυκτά καύσιμα: (από γαιάνθρακα) | - κοκ - υπόλειμμα - αέριο παραγωγής - μπρικέτες - πολφοί γαιάνθρακα - αεριοποίηση γαιάνθρακα - μεθανόλη από γαιάνθρακα | Διεργασία καύσης |
| | Ορυκτά καύσιμα: (από πετρέλαιο) | - βενζίνη - κηροζίνη - κοκ πετρελαίου - πετρέλαιο από πισσούχους σχιστόλιθους - πετρέλαιο από ασφαλτούχους άμμους - πετρέλαιο κίνησης - υγροποιημένο φυσικό αέριο - υγροποιημένο αέριο πετρελαίου - προπάνιο - βουτάνιο - ανακυκλωμένα λιπαντικά | |
| Ανανεώσιμη | Βιομάζα: | - παραπροϊόντα ξυλείας και φλοιοί - κατάλοιπα ζαχαροκάλαμου - φλούδες ρυζιού, σιτηρών κτλ. - άλλα παραπροϊόντα τροφίμων - οικιακά απορρίμματα - βιοαέριο - βιοαλκοόλες (μεθανόλη, αιθανόλη) | |

Σχήμα 1.3 Δευτερογενείς ενεργειακές πηγές. [2].

1.2. Περιβάλλον

1.2.1. Ορισμοί περιβάλλοντος

Σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Προτύπων ISO (International Standard Organization), το περιβάλλον ορίζεται ως: « *Ο περίγυρος στον οποίο λειτουργεί ένας οργανισμός, που περιλαμβάνει τον αέρα, το νερό, τη γη, τους φυσικούς πόρους, τον φυτικό και ζωικό κόσμο, τους ανθρώπους και την αλληλεπίδρασή τους*» [1].

Ο νομοθέτης ορίζει το περιβάλλον με τον Ν 360/1976 και σημειώνει ότι: « *Ως φυσικό περιβάλλον νοείται ο περιβάλλον τον άνθρωπο χερσαίος, θαλάσσιος και εναέριος χώρος, με την σ' αυτόν χλωρίδα, πανίδα και φυσικούς πόρους*» [1].

Επίσης σε ένα πιο πρόσφατο νομοθέτημα ο ορισμός του περιβάλλοντος επαναδιατυπώνεται εμπεριέχοντας όλες της ανθρώπινες δραστηριότητες. Σύμφωνα με το Ν1650/1986 ως περιβάλλον ορίζεται: « *Το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων και στοιχείων*

που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις αισθητικές αξίες» [1].

1.2.2. Ενεργειακές πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος

Όλες οι εξωτερικές παρεμβάσεις στο περιβάλλον δημιουργούν επιπτώσεις σε αυτό, σε οργανισμούς ή σε συγκεκριμένα συστήματα . Οι ξένες ουσίες, που επηρεάζουν και δημιουργούν βλάβες στους ανθρώπους στο φυτικό και ζωικό οικοσύστημα αλλοιώνοντας την ατμόσφαιρα και τους φυσικούς πόρους, ονομάζεται ρύπανση [1].

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες ακόμα και οι φυσικές διεργασίες είναι παράγοντες που προξενούν ρύπανση στο περιβάλλον. Σημαντικές δραστηριότητες που προξενούν ρύπανση είναι οι βιομηχανικές παραγωγές, οι αστικές δραστηριότητες όπως οι μετακινήσεις, οι μεταφορές προϊόντων, η θέρμανση, οι γεωργικές παραγωγές καθώς επίσης και τυχαία γεγονότα. [1].

Στη σύγχρονη πραγματικότητα οι ενέργειες που πραγματοποιούνται για να εξυπηρετήσουν την καθημερινή ζωή του ανθρώπου και τις ανάγκες του δημιουργούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις και ρύπανση στο περιβάλλον με χαρακτηριστικό παράδειγμα τα αστικά λύματα. Ο κύκλος εργασίας που παρουσιάζεται είτε στις βιομηχανίες είτε στις βιοτεχνίες δημιουργεί ρύπανση με απόβλητα που μπορεί να είναι είτε υγρά, είτε στερεά, είτε αέρια. Επίσης οι μεταφορές προϊόντων δημιουργούν και αυτές μια σειρά από περιβαλλοντικές επιπτώσεις και ρύπανση. Επιπροσθέτως σημαντικός παράγοντας ρύπανσης σε όλες τις ανωτέρω δραστηριότητες είναι το ατύχημα. Γεγονός που μπορεί να επιφέρει μεγάλα μεγέθη ρύπανσης γιατί η διαφυγή των αποβλήτων κατά τη διάρκεια του ατυχήματος είναι ανεξέλεγκτη και μη προβλέψιμη [1].

Μια από τις διεργασίες παραγωγής που παρουσιάζει μεγάλο εύρος φαινομένων ρύπανσης είναι η παραγωγή ενέργειας σε όλες τις μορφές της. Οι καύσιμες ύλες που χρησιμοποιούνται από τους σταθμούς παραγωγής δημιουργούν ατμοσφαιρική ρύπανση ενώ παράλληλα επηρεάζουν αρνητικά ρυπαίνοντας το υγρό και το στερεό μέρος του πλανήτη . [1]

Κάθε στοιχείο ρύπων, ουσιών, ακτινοβολίας, που υπάρχει στην ατμόσφαιρα και μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην υγεία των ανθρώπων και όλων των ζωντανών οργανισμών δημιουργεί μορφές ρύπανσης. Η ρύπανση αυτή αποκαλείται ατμοσφαιρική και χωρίζεται σε δυο κατηγορίες την αέρια και την σωματιδιακή. [1].

Η ατμοσφαιρική ρύπανση που δημιουργείται από αέρια χημικά απόβλητα όπως το διοξείδιο του άζωτου , της αμμωνία και του θείου προσδίδει όξινα χαρακτηριστικά στο υγρό στοιχείο της ατμόσφαιρας. Επίσης η ρύπανση αυτή εγκλωβίζεται σε αέρια και υγρή μορφή. Στην υγρή μορφή η ρύπανση ενοποιείται με το βρόχινο νερό της ατμόσφαιρας προσδίδοντάς του όξινα χαρακτηριστικά τα οποία επιδρούν αρνητικά την ανάπτυξη των φυτικών οργανισμών και κατά επέκταση στον άνθρωπο και τα ζώα. Στην αέρια μορφή παρουσιάζεται στον αέρια σαν σωματίδιο όπου αιωρείται και επικάθεται σε κάθε επιφάνεια δημιουργώντας προβλήματα υγείας σε όλους τους ζώντες οργανισμούς. [1].

Ένα από τα βασικά προβλήματα που προξενεί η όξινη βροχή είναι η αλλοίωση του ιζώδες των υδάτινων πόρων μειώνοντας το pH τους. Επιπροσθέτως η όξινη βροχή επηρεάζει τη χλωρίδα του φυσικού πλούτο προξενώντας στα δέντρα άλλες φορές μικρή αύξηση και άλλες φορές την ολοκληρωτική καταστροφή τους. Παράλληλα αλλοιώνει υλικά σώματα όπως δομικά στοιχεία και προξενεί φθορές σε μεταλλικά υλικά και σε αρχαιολογικούς χώρους. [1].

Κάθε ουσία που απορρίπτεται στο υδάτινο στοιχείο ως απόβλητο δημιουργεί ρύπανση, η οποία αλλοιώνει και μεταλλάζει τόσο τα φυσικά όσο και τα χημικά χαρακτηριστικά του νερού γεγονός που καταστρέφει τα βιολογικά χαρακτηριστικά του. Η ρύπανση των υδάτων αναταράσσει τις ισορροπίες των ζώντων οργανισμών σε αυτές, προκαλώντας ζωτικής σημασία επιπτώσεις για τον άνθρωπο και για την υγεία του. Η ρύπανση του υγρού στοιχείου στη γη, δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στην επιβίωση των ζώντων οργανισμών και των ανθρώπων γιατί αλλοιώνει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του και ορισμένες φορές γίνεται ακατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση. [1].

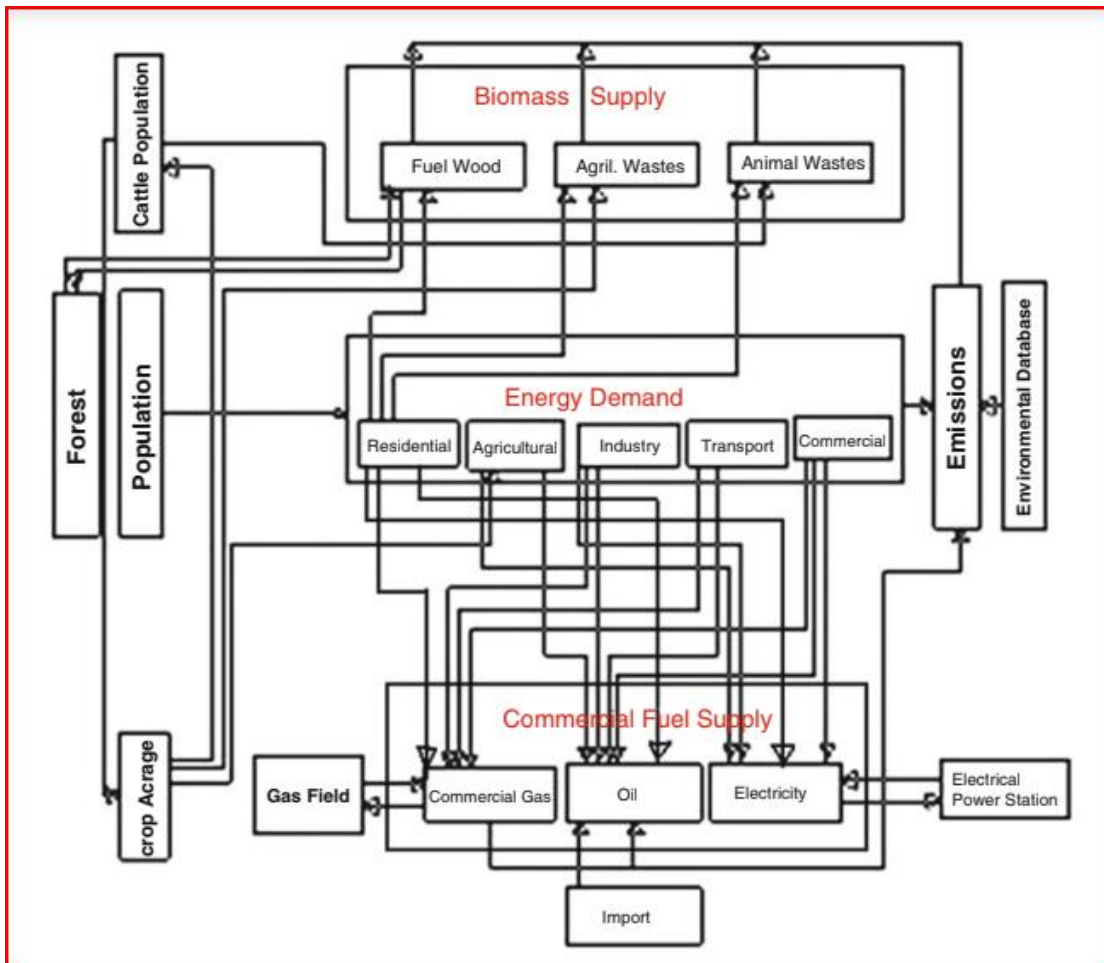
Οι ανάπτυξη των αγροτικών καλλιεργειών η ανάγκη για συνεχόμενη αύξηση της παραγωγής τους, σε συνάρτηση με τη κόπωση του εδάφους έχουν οδηγήσει στην χρήση φυτοφαρμάκων και ενισχυτικών ουσιών για να βελτιώσουν την ποιότητα του εδάφους. Οι ανωτέρω δραστηριότητες δημιουργούν ρύπανση στο έδαφος η οποία μεταφέρεται και στο νερό, η ρύπανση αυτή των αγροτικών εκτάσεων αυξάνεται όταν υπάρχει αλόγιστη χρήση χημικών και φυτοφαρμάκων με σκοπό την αύξηση της παραγωγής.

Ένα μεγάλο μέρος των βιομηχανικών διεργασιών απαιτεί θερμικές λειτουργίες για να μπορέσουν να ολοκληρώσουν την παραγωγική τους διαδικασία. Οι αύξηση της θερμότητας δημιουργεί θερμική ρύπανση στον πλανήτη αλλοιώνοντας το θερμοκρασιακό του αποτύπωμα. Χαρακτηριστικές βιομηχανικές διεργασίες που δημιουργούν θερμική ρύπανση είναι τα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είτε με τη χρήση συμβατικών καυσίμων είτε με τη χρήση πυρηνικής ενέργειας. Όλα τα ανωτέρω συστήματα χρησιμοποιούν συστήματα ψύξης για τον εξοπλισμό τους έτσι χρησιμοποιούν την απεριόριστη θερμοχωρητικότητα του υδατινού στοιχείου στη γη για να τον ψύξουν. Επίσης θερμική ρύπανση προκαλεί η λειτουργία των θερμικών κινητήρων στη ναυσιπλοΐα. Οι κινητήρες των πλοίων ψύχονται με το Θαλασσινό νερό. Η θερμοκρασιακή ρύπανση του υδάτινου στοιχείου δημιουργεί ζωτικά προβλήματα που επηρεάζουν τη χλωρίδα και πανίδα των θαλασσών των ποταμών και των λιμνών και δημιουργούν μείωση στο πληθυσμό των ψαριών τους [1].

Σημαντικό πρόβλημα που παρατηρείται από ορισμένες μορφές ρύπανσης της ατμόσφαιρας είναι η καταστροφή του όζοντος. Ένα από τους λόγους που προκαλεί την καταστροφή του είναι η καυσαέρια των αεριοθούμενων αεροπλάνων. Η καταστροφή του όζοντος δημιουργεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων και στην χλωρίδα και την πανίδα της γης γιατί δεν μπορεί να συγκρατεί την υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου.

Οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον που προκαλούνται από την ρύπανση έχουν διάφορες αίτιες οι οποίες είναι πολυδιάστατες. Η συνεχόμενη πληθυσμιακή ανάπτυξη, η οικονομική ανάπτυξη, η αύξηση της ποιότητας ζωής και του βιοτικού επιπέδου, η εκβιομηχάνιση και η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη, αυξάνουν όλο και περισσότερο την

ενεργειακή ζήτηση, γεγονός που δημιουργεί αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.4 [1].



Σχήμα 1.4. Αλληλεπίδραση ανάμεσα στην ενεργειακή παραγωγή και κατανάλωση και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. [3]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ECO DESIGN

2.1. Οικολογικός σχεδιασμός συστημάτων.

Η ανάγκη ύπαρξης του οικολογικού σχεδιασμού συστημάτων δημιουργήθηκε από την τάση που επικρατεί για παραγωγή αποδοτικότερων προϊόντων με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας και πόρων. Γεγονός που δημιούργησε σχετική νομοθεσία από την ΕΕ για τον οικολογικό σχεδιασμό, με απώτερο σκοπό την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των προϊόντων [4].

Επίσης ο οικολογικός σχεδιασμός, προσπαθεί να περιορίσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την παραγωγή, διάθεση, χρήση και απόσυρση (τέλος ζωής) ενός προϊόντος. Παράλληλα υποστηρίζει τη βιομηχανική ανταγωνιστικότητα και την καινοτομία, με την προώθηση της καλύτερης περιβαλλοντικής απόδοσης των προϊόντων σε ολόκληρη την εσωτερική αγορά [4].

Ο οικολογικός σχεδιασμός προωθεί την ολοκληρωμένη πολιτική προϊόντων. Όλα τα προϊόντα παρουσιάζουν αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, είτε με τη κατασκευή, είτε με τη χρήση, είτε με τη διάθεση τους [4].

Η Ολοκληρωμένη Πολιτική Προϊόντων (Integrate Product Policy (IPP)) έχει σαν στόχο την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αναλύοντας όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής των προϊόντων και λαμβάνοντας δράσεις για την επίτευξη του στόχου αυτού [4].

Ο κύκλος ζωής ενός προϊόντος είναι τις περισσότερες φορές μεγάλος και περίπλοκος και καλύπτει όλους τους τομείς από [4]:

- Την εξόρυξη των φυσικών πόρων.
- Το σχεδιασμό.
- Τη κατασκευή
- Τη συναρμολόγηση
- Την προώθηση
- Τη διανομή
- Τη πώληση
- Τη χρήση τους
- Το τέλος της ζωής τους με τη τελική διάθεσή τους ως απόβλητο.

Ενώ ταυτόχρονα με την ανάλυση του κύκλου ζωής των προϊόντων η ολοκληρωμένη πολιτική των προϊόντων προσπαθεί να διαμορφώσει την οικολογική συνείδηση, σε παράλληλες δράσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια της ζωής ενός προϊόντος όπως [4]:

- Ο σχεδιασμός του
- Οι βιομηχανικές διεργασίες παραγωγής του, ακόμα και ο τρόπος λειτουργίας της ίδιας της βιομηχανίας.

- Η προώθηση και διαφήμισή του στις αγορές.
- Οι λιανοπωλητές του
- Και οι καταναλωτές του.

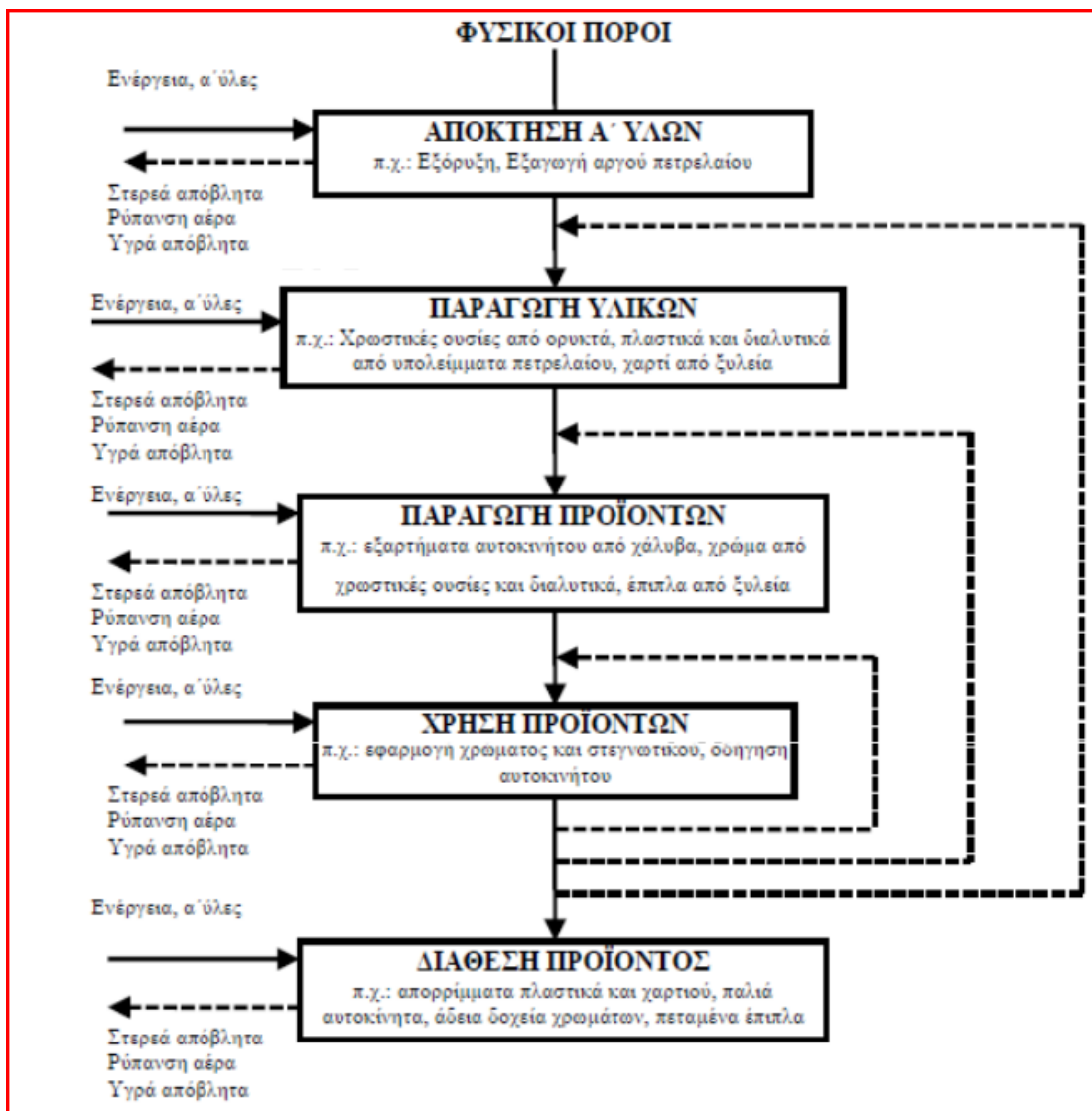
Ο τελικός στόχος όλων των ανωτέρω ενεργειών είναι η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των προϊόντων [4].

2.2. Ανάλυση Κύκλου Ζωής. (LCA)

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής LCA (Life Cycle Assessment) εισάγει μια οργανωμένη μέθοδο που προσπαθεί να καταγράψει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που εμφανίζονται σε ένα προϊόν ή στην υλοποίηση μια παρεχόμενης υπηρεσίας. Η μέθοδος αυτή έχει την δυνατότητα της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της. Επίσης έχει τη δυνατότητα να έχει τυποποιημένα βήματα για την εφαρμογή της. Η δομή της ανάλυσης κύκλου ζωής (LCA) παρουσιάζεται από την οδηγία DIN/ISO 14040. Τα στάδια της ανάλυσης κύκλου ζωής (LCA) είναι τα ακόλουθα [4]:

- Σχεδιασμός
- Επεξεργασία για την εξόρυξη πρώτων υλών.
- Κατασκευή προϊόντων και υλικών
- Τυποποίηση- Συσκευασία
- Μεταφορά και Διανομή
- Χρήση –Επαναχρησιμοποίηση-Συντήρηση
- Ανακύκλωση-Ανάκτηση Αποβλήτων
- Τελική διάθεση -Απόρριψη

Η ανάλυση κύκλου ζωής υπολογίζει το ύψος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που δημιουργούνται από την παραγωγή προϊόντων, την υλοποίηση διαφόρων διεργασιών και την προσφορά παρεχόμενων υπηρεσιών, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 2.1 [4].



Σχήμα 2.1: Αποτίμηση κύκλου ζωής [4].

Η διάρθρωση της ανάλυσης κύκλου ζωής (LCA) ορίζονται από την οδηγία DIN/ISO 14040 –14043. Η οδηγία αυτή καθορίζει ότι η ανάλυση κύκλου ζωής (LCA) αναλύεται σε τέσσερις βασικούς άξονες [4]:

- Προσδιορισμός του σκοπού και του πεδίου δράσης
- Απογραφική ανάλυση
- Αποτίμηση επιπτώσεων
- Ερμηνεία. Τελική διάθεση/ Απόρριψη

2.2.1. Ορισμός του σκοπού και του πεδίου δράσης της Ανάλυσης κύκλου Ζωής (LCA).

Ο προσδιορισμός του πεδίου και του σκοπού εφαρμογής της ανάλυσης κύκλου ζωής (LCA) είναι καθοριστικός γιατί σε αυτό το στάδιο γίνεται ουσιαστικά ο προσδιορισμός της μελέτης αυτής. Επιπροσθέτως, σύμφωνα με τους σκοπούς και τα ενδιαφέροντα της μελέτης καταγράφονται τα όρια του πλαισίου εργασίας για την επισκόπηση, και ορίζονται οι απαιτήσεις

για τις επόμενες φάσεις της μελέτης. Επίσης σε αυτή τη φάση της μελέτης καθορίζεται το βάθος της επισκόπησης, της απαιτούμενης ποσότητας των δεδομένων και της συλλογής των αποτελεσμάτων, σε σχέση με την αποτίμηση των επιπτώσεων στο πλαίσιο της εργασίας αξιολόγησης [4].

Αναλυτικά τα στάδια του ορισμού του σκοπού και του πεδίου δράσης της ανάλυσης κύκλου ζωής (LCA) είναι τα ακόλουθα [4].

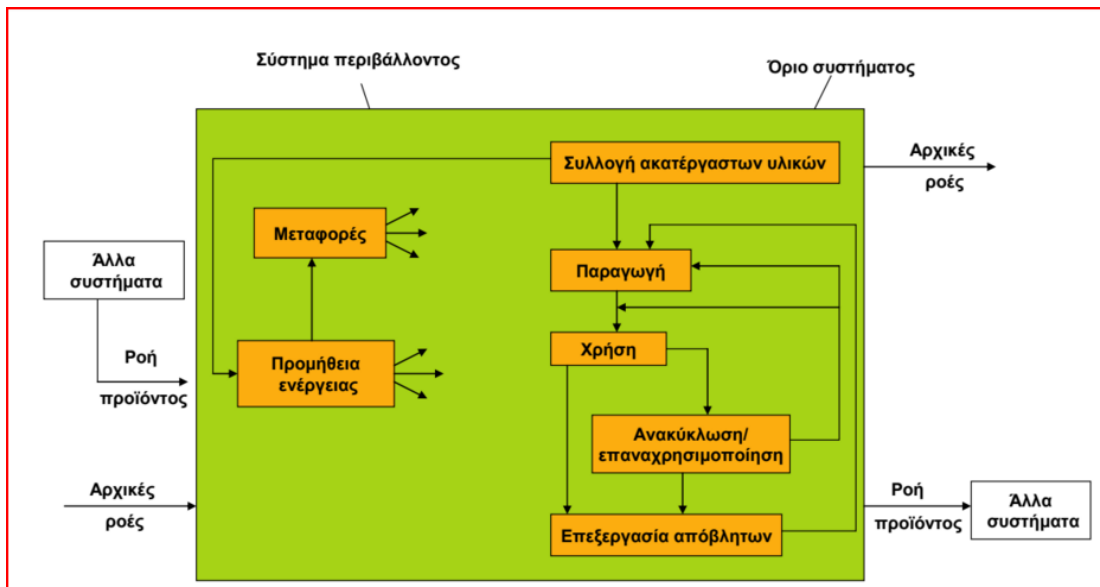
- Περιγραφή του συστήματος
- Καθορισμός της γραμμής/βάσης αναφοράς για συγκεκριμένα προϊόντα και δραστηριότητες.
- Βαθμολόγηση των σχετικών συνεισφορών συγκεκριμένων σταδίων του κύκλου ζωής.
- Κατανόηση των σχετικών περιβαλλοντικών φορτίων, των ανταγωνιστικών προϊόντων ή δραστηριοτήτων.
- Προσδιορισμός του κοινού στο οποίο απευθύνετε.
- Καθορισμός του τύπου, της δομής και της μορφής καταγραφής αποτελεσμάτων.
- Διερεύνηση καταλληλότητας της ανάλυσης κύκλου ζωής (LCA) ως μεθόδου.

2.2.2. Ορισμός του στόχου.

Κατά τη διάρκεια οριστικοποίησης του αντικειμενικού στόχου είναι ανάγκη εδραιωθούν οι στόχοι και το πραγματικό ενδιαφέρον της ανάλυσης κύκλου ζωής (LCA). Εκτός από αυτά είναι ανάγκη να οριστούν οι παραλήπτες (πελάτες) και να ομαδοποιηθούν οι στόχοι. Επίσης είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί ο σκοπός που εξυπηρετεί η ανάλυση κύκλου ζωής (LCA) κατά την ανάλυση αποφάσεων και είναι απαραίτητο να γίνουν με περισσότερες ανασκοπήσεις πάνω σε οικονομικά, τεχνολογικά και κοινωνικά θέματα. Με την εξαγωγή των αποτελεσμάτων, είναι απαραίτητο να αποσαφηνιστεί ποια ερωτήματα είναι απαραίτητα για την ανάλυση κύκλου ζωής (LCA), και ποια όχι [4].

2.2.3. Καθορισμός των ορίων του συστήματος

Οι καθορισμένοι στόχους της ανάλυσης κύκλου ζωής (LCA) πρέπει να προσδιοριστούν από την οριοθέτηση του συστήματος. Πρέπει συμπεριληφθούν τα διαθέσιμα μέσα, το χρονικό πλαίσιο, και η διαθεσιμότητα των απαραίτητων στοιχείων. Επίσης, είναι ανάγκη να οριστούν, το χρονικό πλαίσιο, ο χώρος, η πραγματική και η τεχνική πορεία καταγραφής, δηλαδή η έκταση και η κλίμακα του ισοζυγίου. Το όριο του συστήματος σηματοδοτεί την αλληλεπίδραση του περιβάλλοντος και άλλων συστημάτων. Καθορίζει επίσης ποιες από τις διαδικασίες συμπεριλαμβάνονται ή απορρίπτονται από την ανασκόπηση. Σε συνάρτηση με την απόκτηση των στοιχείων είναι ανάγκη να οριστεί η κλίμακα και ο τύπος (ειδικός, μέσος), και η ποιότητα των απαραίτητων στοιχείων [4].



Σχήμα 2.2 Σύστημα αποτίμησης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής [4]

Δυο σημαντικά προβλήματα που προκύπτουν στη φάση αυτή που διαμορφώνεται η λογική του ισοζυγίου είναι [4]:

1. Αρχικά είναι ανάγκη να οριστούν οι κανόνες αποκοπής και οι διεργασίες κατανομής των συζευγμένων προϊόντων στις εσωτερικές διαδικασίες που εσωκλείει το ισοζύγιο.
2. Στη συνέχεια, είναι ανάγκη να οριστούν οι διαδικασίες των υπό εξέταση συστημάτων, καθώς επίσης και η λειτουργική μονάδα που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση. Είναι ανάγκη να περιγραφούν οι διαφοροποιήσεις και οι περιορισμοί των υπό εξέταση συστημάτων που συγκρίνονται.

2.2.4. Καθορισμός των ορίων του συστήματος- Κριτήρια αποκοπής

Για την ελάττωση της έκτασης και της πολυπλοκότητας του πεδίου εφαρμογής της μελέτης, είναι απαραίτητο να καθοριστεί η έννοια του ισοζυγίου σε μία βαθμονόμηση έρευνας, η οποία είναι ανάγκη να αποσαφηνίζει με κάθε λεπτομέρεια το πρωταρχικό ερώτημα. Με την υποστηρίξει των αναλύσεων ευαισθησίας και των κανόνων απόδοσης, έχει τη δυνατότητα να αποσαφηνιστεί εάν είναι απαραίτητο να συνυπολογιστεί ή όχι μια πορεία ροής υλικών στην μελέτη. Σημαντικά κριτήρια που έχουν την δυνατότητα να συνυπολογιστούν είναι [4]:

- Το κριτήριο μάζας

Η παράληψη της αναφοράς της διαδικασίας παραγωγής ενός υλικού, μπορεί να γίνει μόνο όταν το ισοζύγιο μάζας της ροής του υλικού, κατά την είσοδο και κατά την έξοδο, να είναι χαμηλής σημασίας και να είναι πιο χαμηλά από ένα ορισμένο επίπεδο.

- Το κριτήριο ενέργειας

Ένα υλικό έχει την δυνατότητα να μην συμπεριληφθεί από την μελέτη αν η αναλογία επίδρασης του στο ενεργειακό περιεχόμενο των υλικών της εισόδου βρίσκεται χαμηλότερα από ένα ορισμένο επίπεδο.

- Η διαδικασία κατανομών

Εάν στο σύστημα παραγωγής που μελετάται, γίνονται παράλληλες παραγωγές, τότε είναι ανάγκη να πραγματοποιούνται ταξινομήσεις των προϊόντων σε σχέση με τις ενέργειες που υλοποιούνται στην παραγωγή του συστήματος. Οι παράλληλες παραγωγές είναι εργασίες παραγωγής οι οποίες πραγματοποιούνται, ταυτόχρονα με το κύριο προϊόν εξόδου, κατασκευάζουν προϊόντα που εξυπηρετούν συγκεκριμένες ενέργειες της παραγωγής. Για τον υπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που δημιουργούνται από μία τέτοια παραγωγή είναι απαραίτητο να συνυπολογίζονται σύμφωνα με το ποσοστό συμμετοχής τους στη παραγωγή όλα τα προϊόντα, από μια προκαθορισμένη διαδικασία. Τα υλικά που απορρίπτονται από την διεργασία δεν είναι συζευγμένο προϊόν. Η χρήση των κατανομών γίνεται με βάση τα ακόλουθα κριτήρια [4].

- I. Εάν είναι εφικτό, οι κατανομές είναι απαραίτητο να παραλείπονται.
- II. Αν οι κατανομές δεν μπορούν να παραληφθούν, τότε η ροή εισαγωγής και εξαγωγής σε όλα τα συζευγμένα προϊόντα είναι απαραίτητο να περιγράφεται με συγκεκριμένη μέθοδο ώστε να συσχετίζονται οι κύριες φυσικές σχέσεις. Η κατανομή δεν απαιτείται να στηρίζεται στην αναλογία του κριτηρίου της μάζας. Επίσης μπορούν να εφαρμοστούν και διαφορετικά φυσικά κριτήρια.
- III. Εάν οι φυσικές σχέσεις δεν έχουν καταγραφεί ή είναι ελλιπείς, οι κατανομές έχουν τη δυνατότητα να υπολογιστούν από άλλα μεγέθη όπως για παράδειγμα τα οικονομικά. Η ανάλυση ευαισθησίας είναι απαραίτητο να υλοποιηθεί όταν εφαρμόζονται διάφορες ενέργειες κατανομών. [4]

2.2.5. Οφέλη και λειτουργική μονάδα

Είναι ανάγκη να καθορίζονται με ακρίβεια τα οφέλη και οι διεργασίες των υπό διερεύνηση συστημάτων παραγωγής. Για να μπορέσει να οριστεί η ποσότητα του οφέλους είναι ανάγκη να προσδιοριστεί μια εφαρμόσιμη μονάδα μέτρησης η οποία θα είναι αυτή που θα χρησιμοποιείται σαν μονάδα μέτρησης για όλες τις ροές εισόδου εξόδου και για την ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Στη περίπτωση που εξετάζονται συγκριτικά ανάμοια προϊόντα ή διαδικασίες, είναι απαραίτητο να ορίζουν το κριτήριο της λειτουργικής ισοδυναμίας να έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιηθεί στα υπό μελέτη συστήματα. Τα συστήματα που βρίσκονται σε λειτουργική ισοδυναμία μπορούν να εξεταστούν. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις έχουν τη δυνατότητα να χρεωθούν αμέσως στα προϊόντα ή στις επιμέρους ενέργειες για την παραγωγή τους εάν η λειτουργία των υπό μελέτη συστημάτων ανήκουν στην ίδια κατηγορία παραγωγής [4].

2.2.6. Ανάλυση απογραφών

Στην κατάσταση της αξιολόγησης απογραφών, μετρούνται οι ποσότητες των υλικών και οι ενεργειακές καταναλώσεις και μελετώνται σε όλες τις φάσεις της ζωής τους μέχρι το τέλος της. Σε μια αρχική φάση, η ροή των παραγωγικών εργασιών μοντελοποιείται για να προσδιορίσει ένα σημείο αναφοράς για την τακτοποίηση των δεδομένων. Οι ποσότητες των απαιτούμενων υλικών και τα ποσά της ενεργειακής επάρκειας διεργασιών συγκεκριμενοποιούνται και ποσοτικοποιούνται στις εισόδους και τις εξόδους σε όλες τα στάδια εργασιών που εμπεριέχονται

στον ορισμό του συστήματος. Οι επιμέρους διαδικασίες επαναπροσδιορίζουν τις ενδιάμεσες σχέσεις των επιμέρους μονάδων τους και του περιβάλλοντός τους, η δε αναλογία μεταξύ της μάζας και της ενέργειας είναι η καταγραφή ολόκληρου του συστήματος. [4].

2.2.7. Πηγές δεδομένων

Οι πηγές δεδομένων για την υλοποίηση των οικολογικών μελετών μπορεί να είναι [4]:

- I. Αναφορές από Βιομηχανίες και κρατικούς φορείς
- II. Καταγραφές όπου προέκυψαν από δοκιμές σε εργαστήρια
- III. Διατυπώσεις σε βιβλιογραφικές πηγές
- IV. Επιστημονικές δημοσιεύσεις και καταγραφές σε βάσεις δεδομένων
- V. Λίστες θεσμοθετημένων ορίων.
- VI. Σύμβουλοι και εμπορικοί σύνδεσμοι.
- VII. Παρόμοιες εργασίες ανάλυσης κύκλου ζωής LCA.

2.2.8. Μέθοδος συλλογής

Η μέθοδος συλλογής δεδομένων πραγματοποιείται ως ακολούθως [4]:

- I. Μέσες τιμές (μηνιαίες/ ετήσιες)
- II. Μικτά, σταθερά και κανονικοποιημένα δεδομένα

2.2.9. Τρόπος παραγωγής

Ο τρόπος παραγωγής αναλύεται με τους παρακάτω τρόπους [4]:

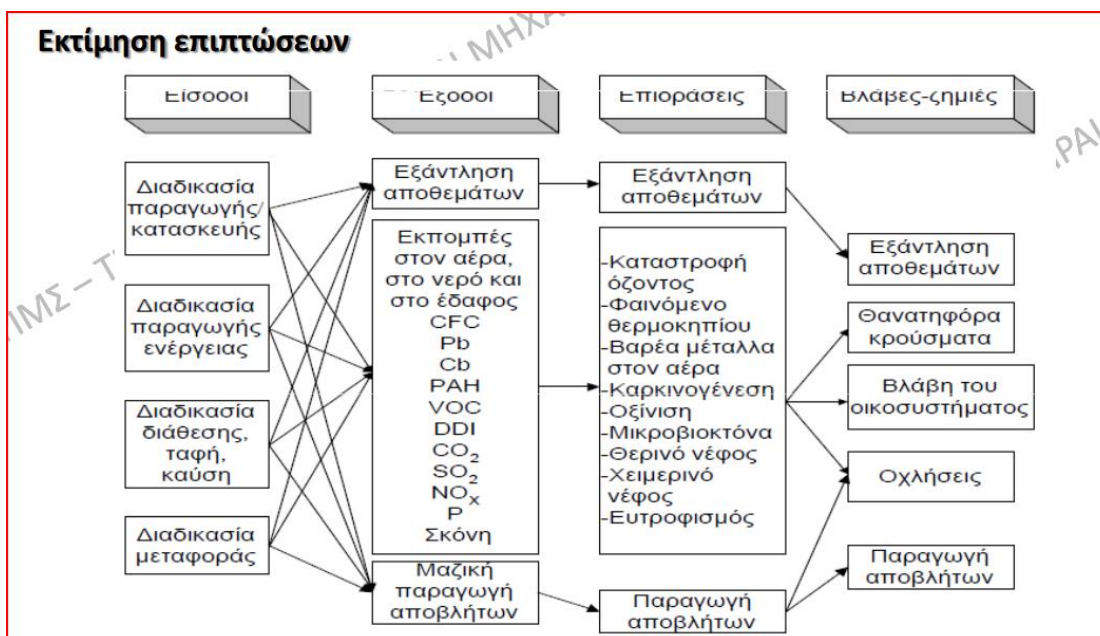
- I. Ακριβείς μετρήσεις
- II. Εκτιμήσεις / δείγματα
- III. Μοντέλα / υπολογισμοί

2.2.10. Εκτίμηση επιπτώσεων

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις καταγράφονται και μελετώνται σε αναλογία με την ροή των υλικών και των ενεργειακών καταναλώσεων όπως αυτά έχουν αποτυπωθεί από την μελέτη απογραφών και αποτελούν την εκτίμηση επιπτώσεων. Η εκτίμηση αυτή συμπεριλαμβάνει την πρόβλεψη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε κάθε σύστημα του εξετάζει. Για να γίνει αυτό εφικτό συγκροτούνται ακόμα επιστημονικές ομάδες όπου διαμορφώνουν μια ειδική μέθοδο. Μια αρχική παγκόσμια αποδεκτή εμφανίζεται στην οδηγία ISO DIN 14042, η οποία είναι σε άμεση συσχέτιση με τις οδηγίες της SETAC. Στη συνέχεια αναφέρονται τα βασικά μέρη της ανάλυσης επιπτώσεων, τα οποία είναι η ταξινόμηση, ο καθορισμός των κατηγοριών, και ο χαρακτηρισμός

των επιπτώσεων. Στην εφαρμογή της «ταξινόμησης», τα ποσά των υλικών και της ενέργειας που καταγράφηκαν στην ανάλυση απογραφών συσχετίζονται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις οι οποίες έχουν προκαθοριστεί σε προηγούμενο στάδιο και αξιολογούνται. Οι κατωτέρω περιβαλλοντικές επιπτώσεις συμπεριλαμβάνονται σε μια ανάλυση κύκλου ζωής [4]:

- I. Παγκόσμια υπερθέρμανση.
- II. Στρατοσφαιρική ή καταστροφή όζοντος
- III. (Τροποσφαιρική) φωτοχημική δημιουργία όζοντος
- IV. Οξίνιση
- V. Ευτροφισμός
- VI. Τοξικότητα και άνθρωπος
- VII. Οικοτοξικότητα
- VIII. Χρήση γης



Σχήμα 2.3 Εκτίμηση επιπτώσεων [4]

Στην κατηγοριοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων καταγράφονται οι αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη ζωή και το περιβαλλοντικό οικοσύστημα. Οι επιπτώσεις αυτές μπορούν να έχουν τοπική, ευρύτερη ή και παγκόσμια αποτύπωση των αρνητικών αποτελεσμάτων τους. Η κάθε περιβαλλοντική επίπτωση έχει τη δυνατότητα να υπολογιστεί στην έρευνα, με την προϋπόθεση ότι τα δεδομένα της έχουν καταγραφεί, μοντελοποιηθεί για την περιγραφή και παραμετροποίηση της επίπτωσης. Κάθε υλικό είναι ικανό να δημιουργεί περισσότερες από μια περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Στη φάση του χαρακτηρισμού, γίνεται ορισμός της ποσότητας των επιπτώσεων που συνδέονται με τη ροή των υλικών και της ενέργειας. Με ισοδύναμους παράγοντες, συσχετίζονται οι διάφορες συμμετοχές των υλικών η κάθε περιβαλλοντική επίπτωση που ορίζεται, από μια ουσία αναφοράς. Στο στάδιο της μελέτης απογραφών έχουν αποτυπωθεί τα ρεύματα ροής τα οποία πολλαπλασιάζονται με τους αντίστοιχους ισοδύναμους παράγοντες και προστίθενται οι επιμέρους συνεισφορές. Το μέγεθος

της επίδρασης που υπολογίζεται μπορεί να είναι μια πιθανή εκτίμηση της βλάβης που θα εμφανιστεί στο περιβάλλον. Τα ποσά των διαφορετικών επιδράσεων που παρουσιάζονται δεν είναι δυνατόν να συσχετιστούν μεταξύ τους. Στο στάδιο της «τυποποίησης», συσχετίζεται το αποτέλεσμα του υπολογισμού μιας επίδρασης με μια χωρική τιμή. Είναι απαραίτητο να καταγραφεί ότι δεν πρέπει να συγκεντρώνονται πολλά είδη επιδράσεων σε έναν ή περισσότερους δείκτες. Η αναγκαία μελέτη χρησιμοποιεί μεθόδους αξιολόγησης με ειδικά κριτήρια, που δεν γίνονται πάντα δεκτά από επιστημονικής άποψης [4].

2.2.11. Ερμηνεία

Στο στάδιο της ερμηνείας αναλύονται και αξιολογούνται τα συμπεράσματα όλων των προηγούμενων σταδίων. Για να έργο της ερμηνείας σημαντικά στοιχεία υπάρχουν στα συμπεράσματα της μελέτης απογραφών και της αποτίμηση επιπτώσεων. Επίσης στο στάδιο αυτό αξιολογείται η ποιότητα και η ορθότητα της διαδικασίας που εφαρμόστηκε για την εξαγωγή των εξεταζόμενων αποτελεσμάτων. Στο στάδιο της ερμηνείας θα πρέπει να συμπεριληφθούν οι παραδοχές που έγιναν στο στάδιο προσδιορισμού του σκοπού και του στόχου. Μετά την ολοκλήρωση του έργου της εκτίμησης χρησιμοποιώντας τα ανωτέρω στοιχεία είναι απαραίτητο να διατυπωθούν συμπεράσματα και να γνωστοποιηθούν οδηγίες βελτίωσης διαμέσου σχετικών συστάσεων [4].

2.2.12. Ερμηνεία - Μέθοδος 5x5.

Για να γίνει η βελτίωση παραγωγής σε κάποιο προϊόν χρησιμοποιούμε μια μέθοδο αριθμητικής εκτίμησης 5x5. Είναι μια προσεγγιστική πρακτική της ανάλυσης κύκλου ζωής όπου τα αποτελέσματά της απεικονίζονται σε ένα πίνακα. Στον οριζόντιο σχεδιασμό του πίνακα αναφέρονται περιβαλλοντικές αιτίες επιπτώσεων και στον κατακόρυφο κάποια στάδια του κύκλου ζωής. Κάθε πεδίο αξιολογείται με έναν δεκαδικό αριθμό με βαθμονόμηση από το 0 έως το 4. Η κλίμακα αξιολογεί τις επιπτώσεις στο περιβάλλον που παρουσιάζονται σε όλα τα στάδια της ζωής του προς εξέταση προϊόντος και τα βαθμολογεί με 4 όταν παρουσιάζουν την χαμηλότερη δυνατή επίπτωση στο περιβάλλον και με 0 όταν παρουσιάζουν την υψηλότερη. [4]. Στο ακόλουθο σχήμα υπάρχει μια αποτύπωση της μεθόδου 5x5.

| Στάδια κύκλου ζωής | Τομείς περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος | | | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|
| | Επιλογή υλικών | Χρήση ενέργειας | Στερεά απορρίμματα | Υγρά απόβλητα | Αέριες εκπομπές |
| Απόκτηση πρώτων υλών/ Προκατασκευή | (1,1) | (1,2) | (1,3) | (1,4) | (1,5) |
| Κατασκευή | (2,1) | (2,2) | (2,3) | (2,4) | (2,5) |
| Μεταφορά/ Συσκευασία | (3,1) | (3,2) | (3,3) | (3,4) | (3,5) |
| Χρήση | (4,1) | (4,2) | (4,3) | (4,4) | (4,5) |
| Ανακύκλωση/ Τελική διάθεση | (5,1) | (5,2) | (5,3) | (5,4) | (5,5) |

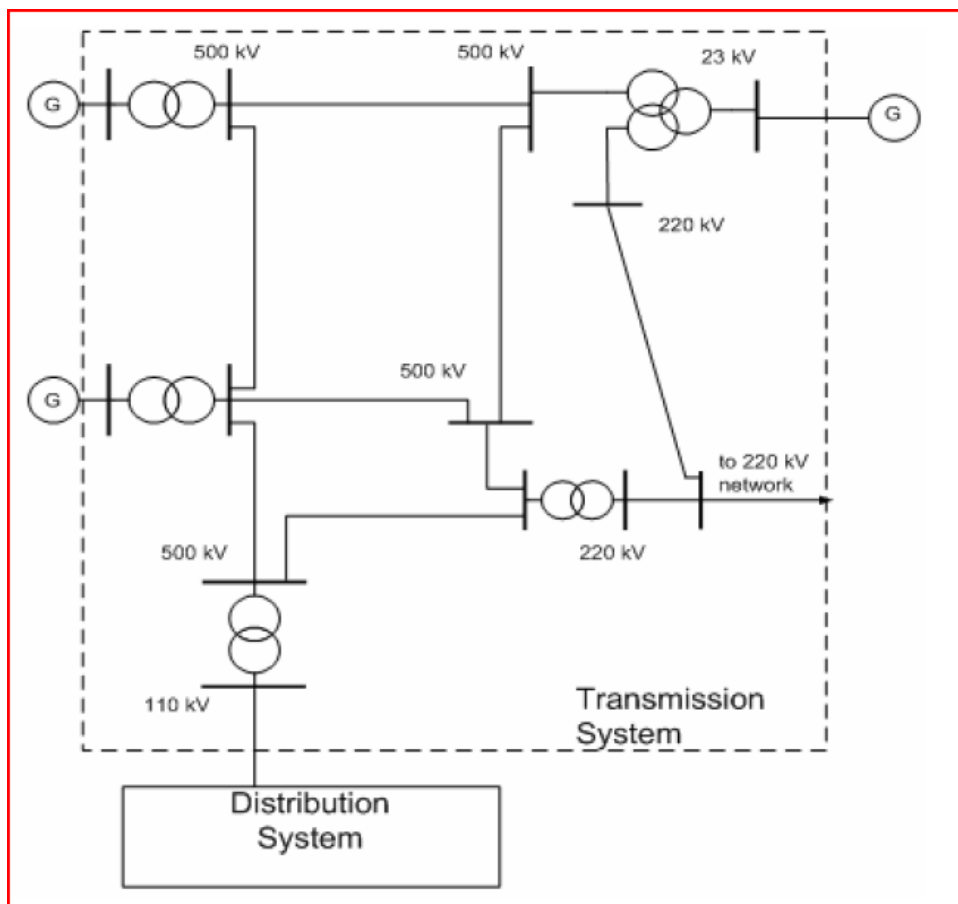
Σχήμα 2.4 Ερμηνεία μεθόδου 5x5[4]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ Υ.Τ. και ECO DESIGN

3.1. Γενικά για τον Εξοπλισμός Υ.Τ.

Ο εξοπλισμός Υψηλής τάσης χρησιμοποιείται στις γραμμές μεταφοράς και στους υποσταθμούς για την μεταφορά, τη διανομή και τη διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας από τους σταθμούς παραγωγής, στα σημεία όπου απαιτείται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Στο ακόλουθο σχήμα 3.1 απεικονίζεται ένα τυπικό σύστημα μεταφοράς ενέργειας Υ.Τ., το οποίο αποτελείται από τα σημεία παραγωγής ενέργειας, από τους υποσταθμούς και από τις γραμμές μεταφοράς.



Σχήμα 3.1 Σύστημα μεταφοράς Υ.Τ. [5]

3.2. Εξοπλισμός Υ.Τ. για Υποσταθμούς

Τα βασικά εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένας υποσταθμός είναι:

- Διακόπτες Ισχύος

Οι Διακόπτες ισχύος ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους χωρίζονται σε:

- Διακόπτες αέρα όπως φαίνονται στο Σχήμα 3.2
- Διακόπτες λαδιού όπως φαίνονται στα Σχήματα 3.3, 3.4

- Διακόπτες SF₆ όπως φαίνονται στα Σχήματα 3.5 ,3.6



Σχήμα 3.2 Διακόπτες Αέρα [6]



Σχήμα 3.3 Διακόπτης λαδιού [6]



Σχήμα 3.4 Διακόπτης λαδιού [6]



Σχήμα 3.5 Διακόπτης SF₆ [6]



Σχήμα 3.6 Διακόπτης SF₆ [6]

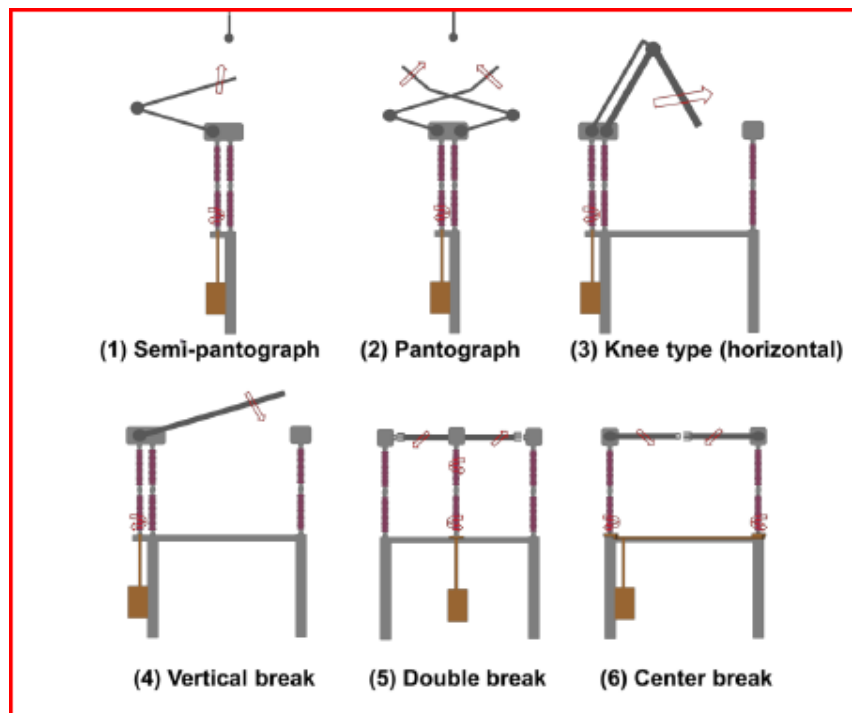
Ενδεικτικά αναφέρονται στο ακόλουθο πίνακα τα υλικά που έχει ένας διακόπτης SF₆ (Σχήμα 3.7)

| Materials | Total weight (kg) | |
|---|-------------------------|-----|
| Aluminium | 1633.9 | |
| Steel | 409.5 | |
| Stainless steel | 114.5 | |
| Cast iron | 1232.6 | |
| Copper-Tungsten alloy (20/80) | 10.2 | |
| Copper-Tungsten alloy (40/60) | 20.8 | |
| Copper | 135.4 | |
| Brass | 5.9 | |
| Bronze | 2.1 | |
| Porcelain | 9031.2 | |
| Epoxy | 34.8 | |
| PE (Polyethylene) | 7.3 | |
| EPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer) | 3.2 | |
| cardboard | 0.4 | |
| PTFE (Polytetrafluoroethylene) | 10.5 | |
| Carbon ceramic | 34.2 | |
| SF ₆ (Sulphur hexafluoride) | circuit breaker volume | 120 |
| | emission in manufacture | 1.2 |
| | emission in maintenance | 1.2 |
| | refill in 40 years | 24 |
| Total | 12833 | |

Σχήμα 3.7 Υλικά διακόπτη SF₆ FX42D της εταιρίας Alstom Grid [5]

- Αποξέυκτες και γειωτές

Στο ακόλουθο σχήμα 3.8 παραθέτονται διάφοροι τύποι γειωτών.



Σχήμα 3.8 Τύποι γειωτών [6]

Ενδεικτικά αναφέρονται στο ακόλουθο πίνακα τα υλικά που έχει ένας αποζεύκτης (Σχήμα 3.9)

| Materials | Weight (kg) | Percentage (%) |
|-------------------|-------------|----------------|
| Porcelain | 1796 | 69.8 |
| Steel | 588 | 22.8 |
| Aluminium | 147 | 5.7 |
| Copper | 17 | 0.7 |
| Polyamide 6 (PA6) | 1.1 | 0.04 |
| Zinc | 12 | 0.5 |
| Others | 12 | 0.5 |
| Total | 2573.1 | 100 |

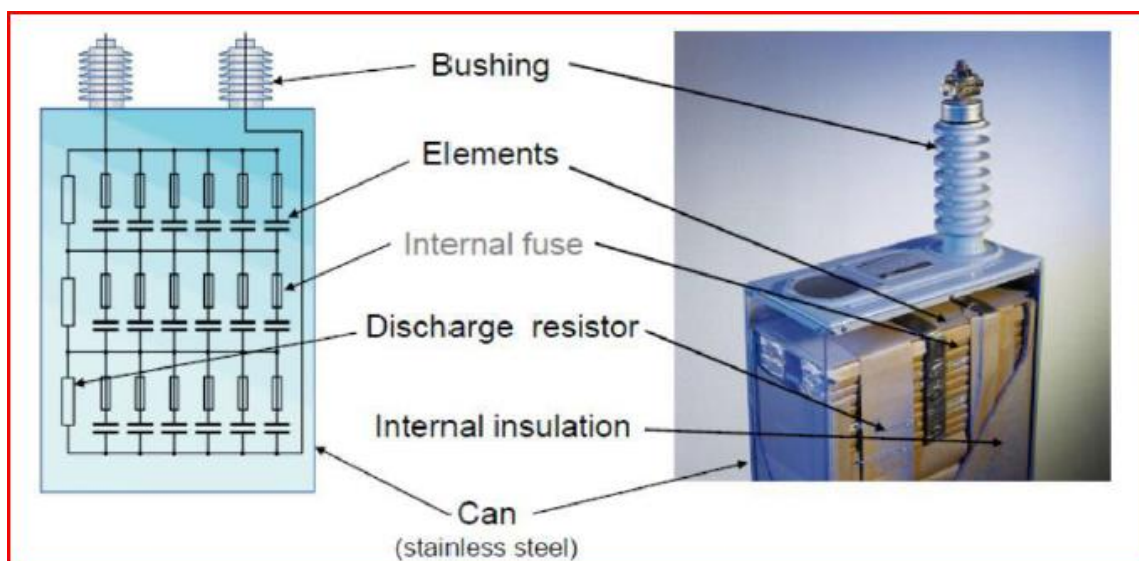
Σχήμα 3.9 Υλικά από τα οποία αποτελείται ένας Αποζεύκτης δικτύου 765KV της εταιρίας Alstom Grid [5]

- Μετασχηματιστές Μετρήσεων.

Οι μετασχηματιστές μετρήσεων Υ.Τ. τάσης χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Τους μετασχηματιστές τάσεως και μετασχηματιστές εντάσεως και περιγράφονται αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο.

- Πυκνωτές γραμμών Υ.Τ.

Στο ακόλουθο σχήμα 3.10 απεικονίζεται ένας πυκνωτής γραμμής Υ.Τ.



Σχήμα 3.10 Πυκνωτής γραμμής Υ.Τ. [6]

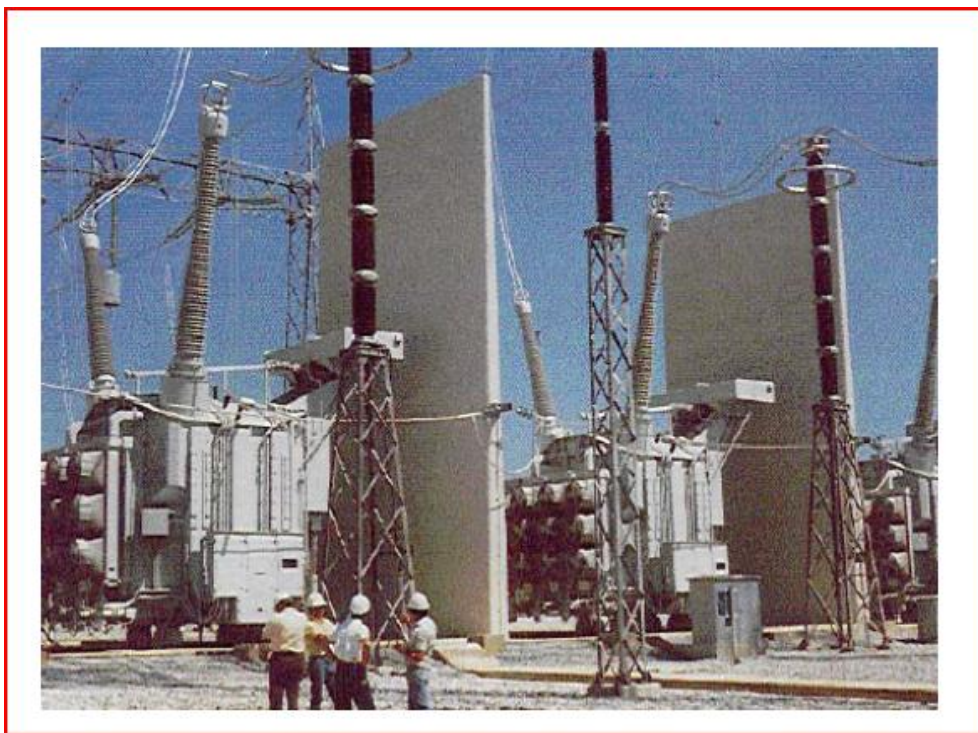
Ενδεικτικά αναφέρονται στο ακόλουθο πίνακα τα υλικά που έχει ένας πυκνωτής γραμμών Υ.Τ. (Σχήμα 3.11)

| Materials | Weight (kg) | Percentage (%) |
|--------------------|-------------|----------------|
| Steel | 49.3 | 5.6 |
| Copper | 0.6 | 0.07 |
| Aluminium | 101.3 | 11.4 |
| Synthetic Oil | 111.8 | 12.6 |
| Pressboard+paper | 24.2 | 2.7 |
| Porcelain | 517.8 | 58.3 |
| Epoxy resin | 2 | 0.2 |
| Polyamide 6 (PA 6) | 0.4 | 0.05 |
| Glass fiber | 33 | 3.7 |
| Polypropylene (PP) | 42.8 | 4.8 |
| Others | 4.4 | 0.5 |
| Total | 887.5 | 100 |

Σχήμα 3.11. Υλικά πυκνωτή δικτύου Υ.Τ. 765KV της εταιρία Alstom Grid [5]

- Μετασχηματιστές ισχύος

Χαρακτηριστικά απεικονίζονται στο παρακάτω Σχήμα 3.12



Σχήμα 3.12. Μετασχηματιστής 765/400/20KV, 500MVA της εταιρία Alstom Grid [5]

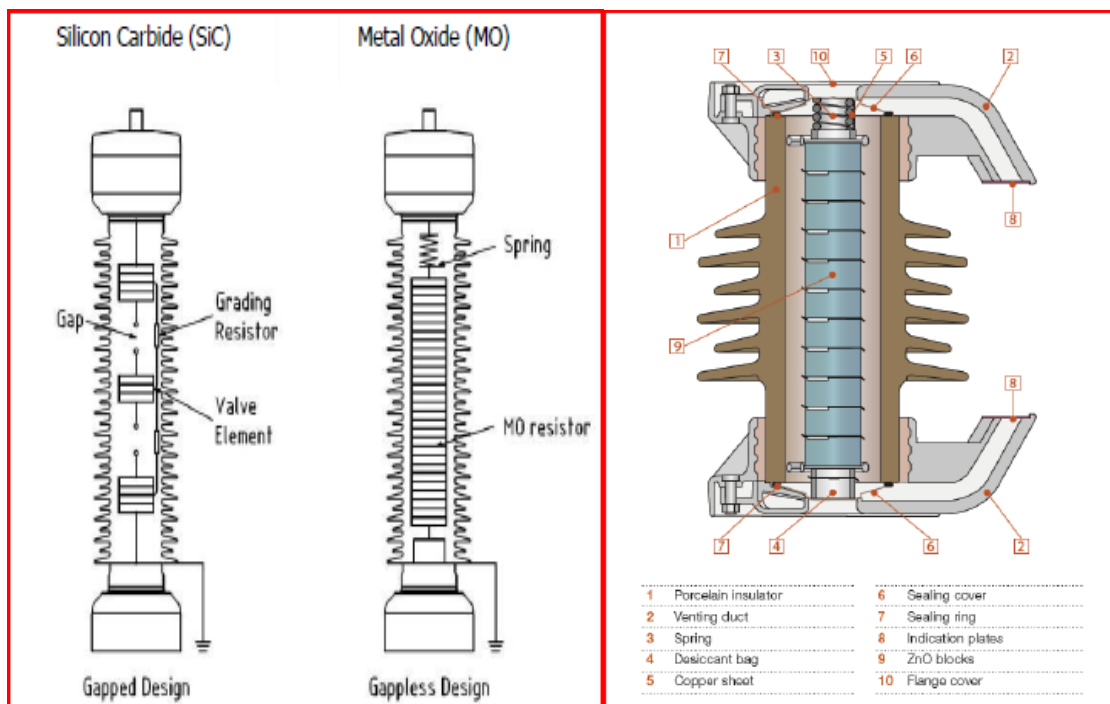
Ενδεικτικά αναφέρονται στο ακόλουθο πίνακα τα υλικά που έχει ένας Μετασχηματιστής Υ.Τ. (Σχήμα 3.13)

| Materials | Weight (ton) | Percentage (%) |
|------------------|--------------|----------------|
| Steel | 131.3 | 58.88 |
| Oil (no PCB) | 50 | 22.42 |
| Copper | 26.6 | 11.93 |
| Pressboard+paper | 11.7 | 5.25 |
| Wood | 1 | 0.45 |
| Porcelain | 1 | 0.45 |
| Others | 1.4 | 0.63 |
| Total | 223 | 100 |

Σχήμα 3.13. Υλικά μετασχηματιστή 765/400/20KV, 500MVA της εταιρία Alstom Grid [5]

- Εξοπλισμός αποκοπής Υπερτάσεων.

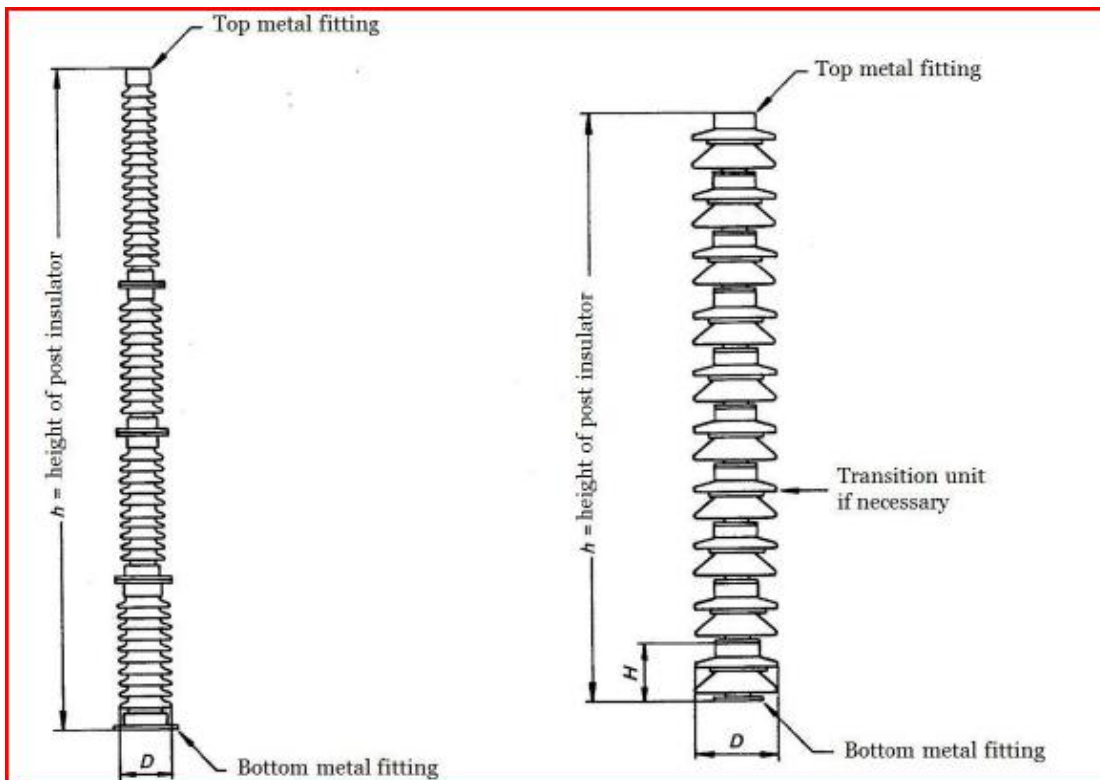
Στο ακόλουθο σχήμα 3.14 απεικονίζεται εξοπλισμός αποκοπής υπερτάσεων.



Σχήμα 3.14 Τα εξαρτήματα ενός τύπου απαγωγού υπερτάσεων δικτύων υψηλής τάσης [6]

- Μονωτήρες

Στο ακόλουθο σχήμα 3.15 απεικονίζονται τύποι μονωτήρων Υ.Τ.



Σχήμα 3.15 Τοπικοί μονωτήρες [6]

3.3. Εξοπλισμός Υ.Τ. για γραμμές μεταφοράς.

Οι γραμμές μεταφοράς Υ.Τ. χωρίζονται σε δύο κατηγορίες στις εναλλασσόμενης τάσης (AC) και στις συνεχούς τάσης (DC). Όλες οι γραμμές μεταφοράς ανάλογα με τον τρόπο όδυσής τους χωρίζονται σε:

- Εναέριες.
- Υπόγειες.
- Υποθαλάσσιες.

| Components | Material | Weight | |
|--------------|-----------------------|------------|------------|
| Conductors | Al | 49714 ton | 49714 ton |
| Ground wires | Al | 227.6 ton | 2243.6 ton |
| | steel | 2016 ton | |
| Towers | steel | 86475 ton | 109159 ton |
| | reinforced concrete | 186466 ton | |
| | Zn coatings | 4218 ton | |
| Insulators | ceramic | 5624 ton | 13984 ton |
| | cast iron (cap + pin) | 8360 ton | |

Σχήμα 3.16 Υλικά που χρειάστηκε εναέρια γραμμή AC 765kV στη διάρκεια εξήντα χρόνων ζωής [5]

Μια γραμμή εναέριας εναλλασσόμενης τάσης 765kV χρειάστηκε κατά την διάρκεια εξήντα χρόνων ζωής τα υλικά του ακόλουθου πίνακα, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 3.16.

3.4. Εξοπλισμός Υ.Τ. και Eco-Design

Η ανάγκη κατασκευής αποδοτικότερων συστημάτων μεταφοράς ενέργειας Υ.Τ., στα οποία θα ελαχιστοποιείται το κόστος παραγωγής και το κόστος συντήρησής τους, οδήγησε τις κατασκευάστριες εταιρίες στη δημιουργία πολιτικών οικολογικής σχεδίασης στα προϊόντα τους. Όλες οι μεγάλες κατασκευάστριες εταιρίες, εδώ και χρόνια, προσπαθούν να εναρμονίσουν την παραγωγή του εξοπλισμού Υ.Τ. με την οικολογική σχεδίαση και διαχείριση των προϊόντων τους, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής, χρήσης και διαχείρισης στο τέλος ζωής των προϊόντων τους. Επίσης προσπαθούν με αυτό τον τρόπο να σχεδιάσουν προϊόντα τα οποία να πληρούν τις προδιαγραφές της οικολογικής σχεδίασης.

Προς το παρόν, στην οικολογική σχεδίαση η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εντάξει τους μετασχηματιστές ισχύος. Όμως σταδιακά υπάρχει η τάση να εισαχθούν και άλλα εξαρτήματα Υ.Τ. στην οικολογική σχεδίαση, για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή ένωση να εξασφαλίσει ποιοτικά και αποδοτικότερα συστήματα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, με χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και υψηλό ποσοστό επαναχρησιμοποίησης των χρήσιμων υλικών που τα αποτελούν, μέσω της ανακύκλωσής τους.

3.5. Μετασχηματιστές Υ.Τ. –Υποσταθμοί και Eco Design.

Οι μετασχηματιστές και τα εξαρτήματα που υπάρχουν σε κάποιον υποσταθμό Υ. Τ. φαίνονται στο πίνακα του ακόλουθου σχήματος (Σχήμα 3.17).

| LCA model components: transformers and substation equipment | |
|---|---------------------------------|
| Distribution transformer 315 kVA | Gas-insulated switchgear 300 kV |
| Large distribution transformer 9.6 MVA | Gas-insulated switchgear 420 kV |
| Large distribution transformer 16 MVA | Plug and switch system |
| Large distribution transformer 20 MVA | Double breaker disconnecter |
| Power transformer 40 MVA | Center breaker disconnecter |
| Power transformer 50 MVA | Power generator circuit breaker |
| Power transformer 63 MVA | Live tank circuit breaker |
| Power transformer 250 MVA | Uniswitch |
| Power transformer 500 MVA | Surge arrester |

Σχήμα 3.17: Τυπικοί μετασχηματιστές ισχύος και εξαρτήματα σε αυτούς [7]

Από τη κατασκευή και χρήση των μετασχηματιστών, καταγράφονται οι κατωτέρω επιπτώσεις όπως αυτές αναφέρονται στο πίνακα του σχήματος 3.18.

| Impact category (unit) | Transformer rating (MVA) | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | 0.315 | 10 | 16 | 20 | 40 | 50 | 63 | 250 | 500 |
| Climate change (kton CO ₂ -eq) | 0.27 | 4.61 | 6.20 | 8.50 | 16.22 | 21.90 | 23.86 | 51.62 | 88.23 |
| Fossil depletion (kton oil-eq) | 0.08 | 1.36 | 1.84 | 2.51 | 4.79 | 6.46 | 7.04 | 15.24 | 26.03 |
| Freshwater ecotoxicity (kton 1,4-DCB-eq) | <0.01 | 0.06 | 0.08 | 0.11 | 0.20 | 0.27 | 0.30 | 0.65 | 1.11 |
| Freshwater eutrophication (ton P-eq) | 0.22 | 3.83 | 5.16 | 7.10 | 13.56 | 18.37 | 20.11 | 43.09 | 74.08 |
| Human toxicity (kton 1,4-DCB-eq) | 0.15 | 2.61 | 3.54 | 4.83 | 9.14 | 12.32 | 13.68 | 29.01 | 50.08 |
| Marine eutrophication (ton N-eq) | 0.27 | 4.66 | 6.26 | 8.59 | 16.39 | 22.16 | 24.20 | 52.12 | 89.34 |
| Metal depletion (ton Fe-eq) | 0.01 | 0.17 | 0.26 | 0.27 | 0.42 | 0.45 | 0.61 | 1.27 | 2.05 |
| Ozone depletion (kg CFC-11-eq) | 0.01 | 0.23 | 0.31 | 0.42 | 0.80 | 1.07 | 1.17 | 2.55 | 4.34 |
| Particulate matter formation (ton PM10-eq) | 0.36 | 6.14 | 8.28 | 11.21 | 21.27 | 28.51 | 32.10 | 67.58 | 117.57 |
| Photochemical oxidant formation (ton NMVOC) | 0.59 | 10.17 | 13.75 | 18.54 | 35.07 | 46.92 | 51.91 | 111.44 | 190.73 |
| Terrestrial acidification (ton SO ₂ -eq) | 1.09 | 18.44 | 24.83 | 33.93 | 64.65 | 87.18 | 99.36 | 205.41 | 362.43 |
| Terrestrial ecotoxicity (ton 1,4-DCB-eq) | 0.03 | 0.52 | 0.70 | 0.95 | 1.79 | 2.40 | 2.67 | 5.70 | 9.81 |

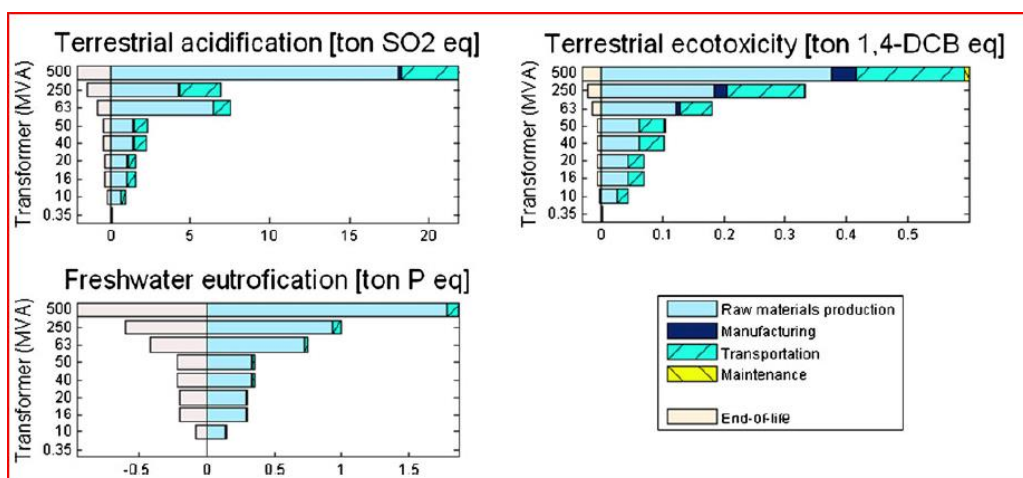
NMVOC non-methane volatile organic compound

Σχήμα 3.18: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κατασκευή και χρήση των μετασχηματιστών [7]

Ενώ στον ακόλουθο πίνακα (Σχήμα 3.19) αναφέρονται τα ποσοστά Ενεργειακών απωλειών που παρουσιάζονται κατά τη λειτουργία των μετασχηματιστών Υ.Τ.

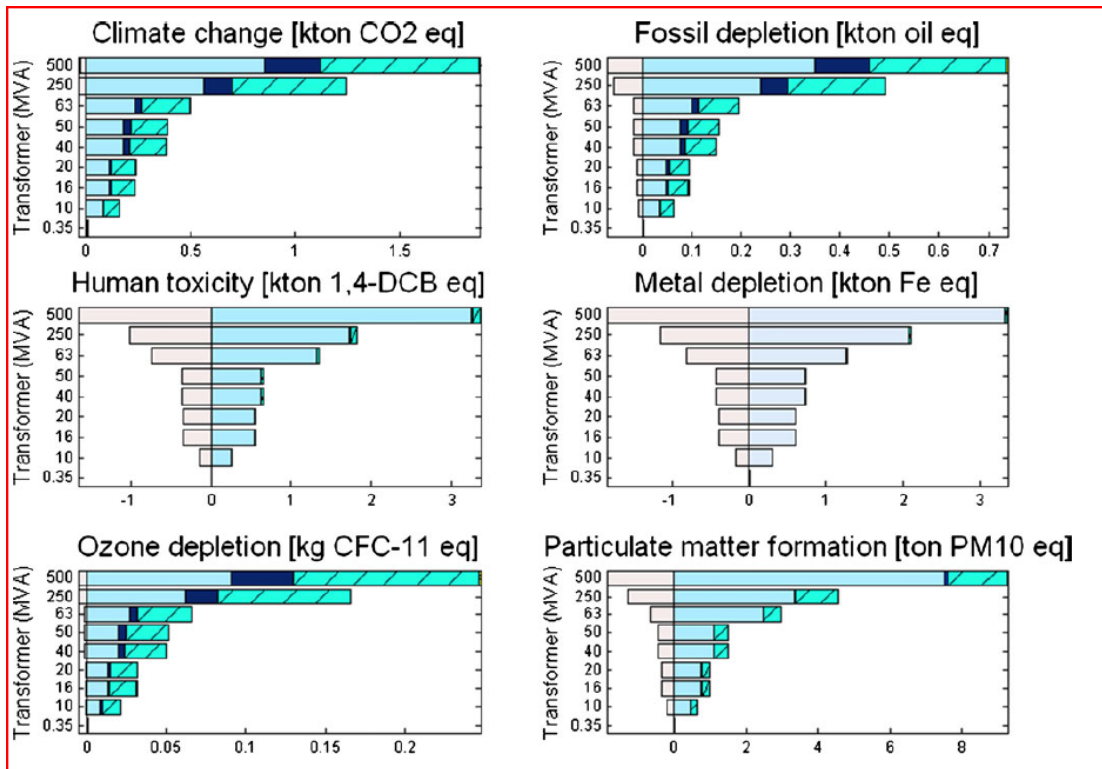
| Transformer rating (MVA) | Energy losses (%) ^a | Contribution to GWP 100 ^b | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| | | Load losses (%) | No-load losses (%) |
| 0.315 | 0.97 | 68 | 29 |
| 9.6 | 0.52 | 71 | 26 |
| 16 | 0.44 | 66 | 30 |
| 20 | 0.48 | 75 | 22 |
| 40 | 0.46 | 79 | 19 |
| 50 | 0.50 | 84 | 14 |
| 63 | 0.43 | 84 | 14 |
| 250 | 0.24 | 74 | 24 |
| 500 | 0.20 | 82 | 16 |

Σχήμα 3.19 Ενεργειακές απώλειες ανά κατηγορία ισχύος μετασχηματιστών [7]



Σχήμα 3.20 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μετασχηματιστών στον κύκλο ζωής τους [7]

Στα σχήματα 3.20 και 3.21 φαίνονται διαγραμματικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μετασχηματιστών σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους και ανά κατηγορία ισχύος.



Σχήμα 3.21 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μετασχηματιστών στον κύκλο ζωής τους [7]

Από την κατασκευή και χρήση των εξαρτημάτων υποσταθμού, καταγράφονται οι κατώτερες επιπτώσεις όπως αυτές αναφέρονται στο πίνακα του σχήματος 3.22.

| Impact category (unit) | G.I.S. 300 kV | G.I.S. 420 kV | Plug and switch | D.B. disc. | C.B. disc. | Power G.C.B. | L.T.C.B. | Uniswitch | Surge arrester |
|--|---------------|---------------|-----------------|------------|------------|--------------|----------|-----------|----------------|
| Climate change (ton CO ₂ -eq) | 286.46 | 930.30 | 204.84 | 35.97 | 25.86 | 114.27 | 69.62 | 0.80 | 0.03 |
| Fossil depletion (ton oil-eq) | 21.78 | 49.65 | 12.14 | 10.73 | 7.94 | 28.72 | 19.06 | 0.19 | 0.01 |
| Freshwater ecotoxicity (ton 1,4-DCB-eq) | 1.00 | 2.54 | 0.63 | 0.66 | 0.43 | 1.64 | 1.05 | 0.03 | <0.01 |
| Freshwater eutrophication (kg P-eq) | 26.48 | 108.38 | 31.94 | 27.52 | 20.24 | 80.61 | 59.62 | 0.22 | 0.02 |
| Human toxicity (ton 1,4-DCB-eq) | 30.25 | 93.09 | 25.68 | 21.05 | 14.82 | 59.85 | 51.02 | 0.49 | 0.02 |
| Marine eutrophication (kg N-eq) | 40.58 | 137.25 | 40.34 | 35.63 | 25.75 | 98.05 | 66.53 | 0.48 | 0.03 |
| Metal depletion (ton Fe-eq) | 18.75 | 27.05 | 4.26 | 5.98 | 3.13 | 9.72 | 5.95 | 0.67 | <0.01 |
| Ozone depletion (g CFC-11-eq) | 6.33 | 10.89 | 2.29 | 2.11 | 1.53 | 5.09 | 3.30 | 0.06 | <0.01 |
| Particulate matter formation (kg PM10-eq) | 105.89 | 289.81 | 63.31 | 66.29 | 43.79 | 151.33 | 99.30 | 2.20 | 0.06 |
| Photochemical oxidant formation (kg NMVOC) | 188.53 | 425.76 | 108.09 | 95.68 | 66.85 | 228.18 | 149.43 | 2.80 | 0.12 |
| Terrestrial acidification (kg SO ₂ -eq) | 234.79 | 823.62 | 177.24 | 153.43 | 108.77 | 438.78 | 275.32 | 3.25 | 0.15 |
| Terrestrial ecotoxicity (kg 1,4-DCB-eq) | 7.89 | 18.81 | 5.18 | 4.76 | 3.29 | 12.14 | 7.56 | 0.15 | 0.01 |

G.I.S. gas-insulated switchgear, D.B. disc double breaker disconnecter, C.B. disc center breaker disconnecter, G.C.B. generator circuit breaker, L.T.C.B. live tank circuit breaker

Σχήμα 3.22 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των εξαρτημάτων των υποσταθμών [7]

Στον πίνακα του σχήματος 3.23 αναφέρονται τα ποσοστά ενεργειακών απωλειών και απωλειών SF₆ που παρουσιάζονται κατά τη λειτουργία των υποσταθμών Υ.Τ. από τα εξαρτήματά τους.

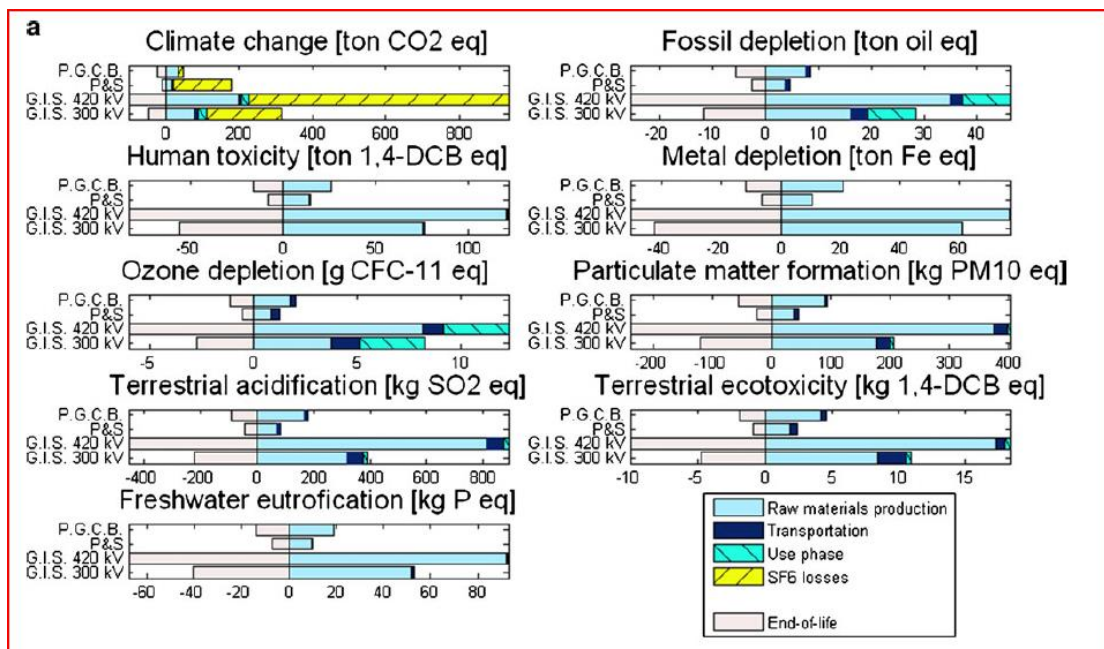
| | Contribution to GWP 100 ^a | |
|------------------------|--------------------------------------|----------------|
| | Power losses (%) | SF6 losses (%) |
| G.I. switchgear 300 kV | 6 | 72 |
| G.I. switchgear 420 kV | 11 | 76 |
| Plug and switch system | 17 | 78 |
| D.B. disconnecter | 83 | – |
| C.B. disconnecter | 87 | – |
| P.G. circuit breaker | 78 | 10 |
| L.T. circuit breaker | 85 | 7 |
| M.V. switchgear | – | 24 |
| Surge arrester | 39 | – |

GWP global warming potential, *G.I.* gas insulated, *D.B.* double breaker, *C.B.* circuit breaker, *P.G.* power generator, *L.T.* live tank, *M.V.* medium voltage

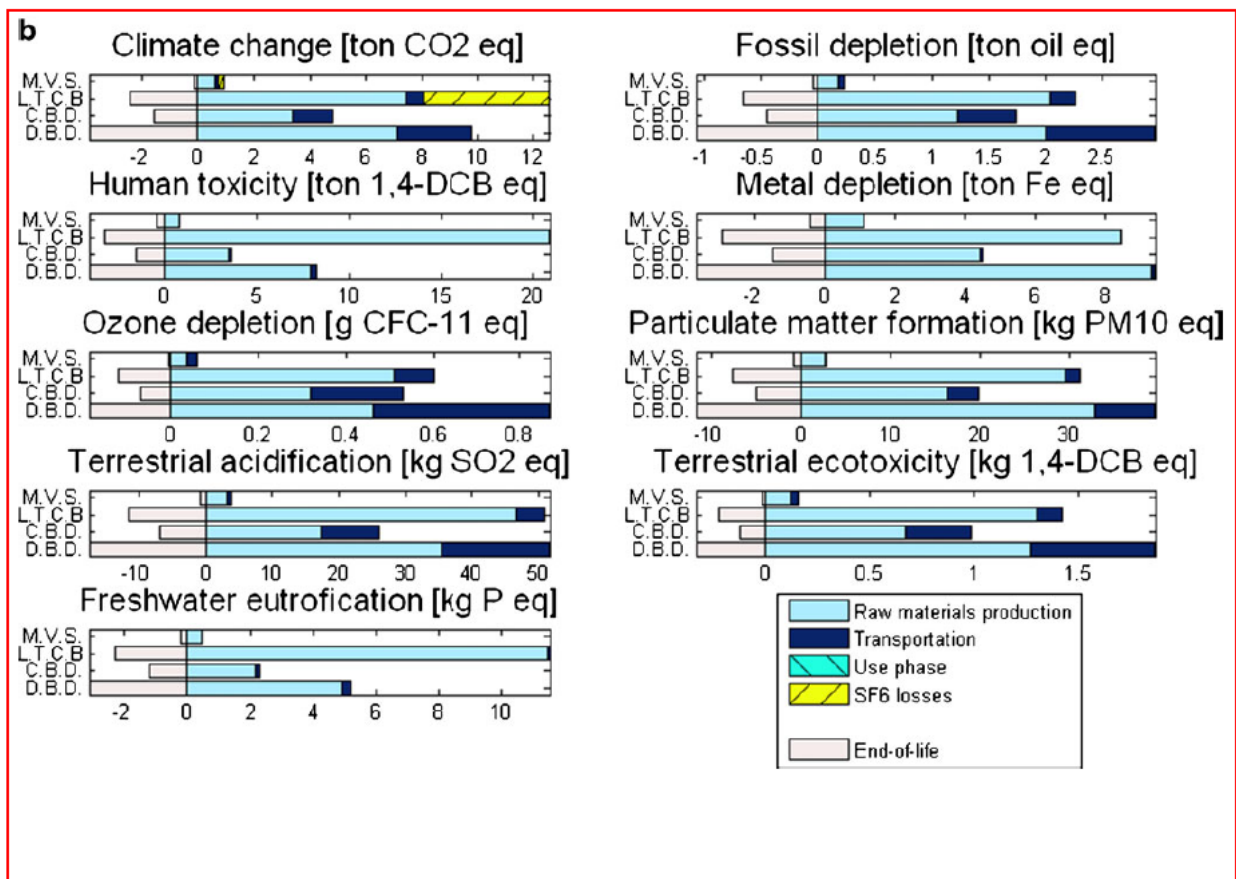
^a As percent of total GWP 100

Σχήμα 3.23 Ενεργειακές απώλειες και απώλειες SF₆ στα διάφορα εξαρτήματα των υποσταθμών[7]

Στα σχήματα 3.24 και 3.25 φαίνονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των βασικών εξαρτημάτων των υποσταθμών σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους.



Σχήμα 3.24 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των βασικών εξαρτημάτων των υποσταθμών [7]



Σχήμα 3.25 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των βασικών εξαρτημάτων των υποσταθμών [7]

3.6. Γραμμές Υ.Τ. –Υποσταθμοί και Eco Design.

Οι γραμμές μεταφοράς συμφωνά με το επίπεδο τάσης λειτουργίας τους μπορούν να χωριστούν ενδεικτικά σύμφωνα με τον πίνακα του σχήματος 3.26.

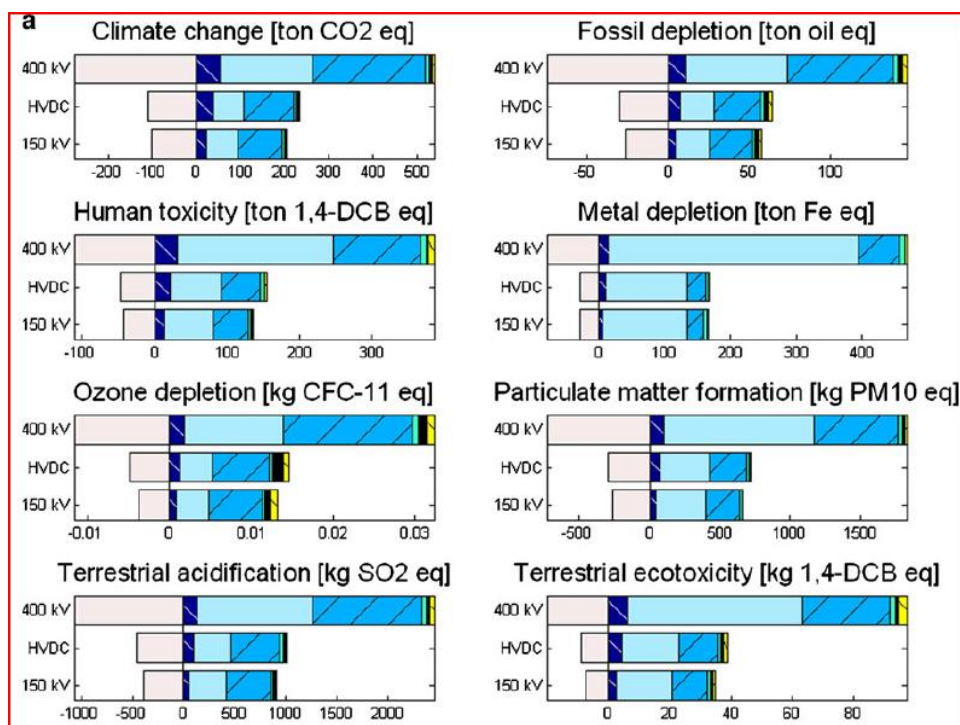
| |
|-------------------------|
| 150 kV overhead line |
| 400 kV overhead line |
| 150 kV land cable (oil) |
| 150 kV sea cable (oil) |
| HVDC overhead line |
| HVDC land cable |
| HVDC sea cable |

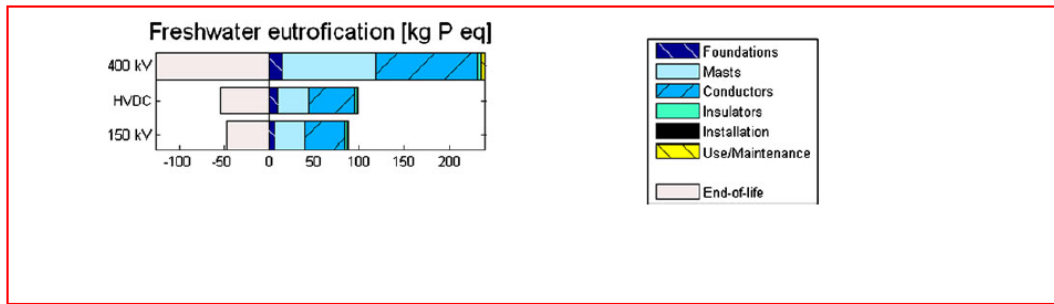
Σχήμα 3.26 Κατηγοριοποίηση των γραμμών μεταφοράς με βάση το επίπεδο τάσης λειτουργίας [8]

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας κατηγορίας καλωδίων Υ.Τ. πάνω στην υπόθεση του μέσου όρου των συστημάτων μεταφοράς της Ευρώπης, καταγράφονται στον πίνακα του σχήματος 3.27.

| Impact category | 150 kV overhead | 150 kV land cable | 150 kV sea cable |
|---------------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Climate change | 99 | 96 | 97 |
| Fossil depletion | 99 | 84 | 96 |
| Freshwater ecotoxicity | 95 | 92 | 83 |
| Freshwater eutrophication | >99 | 94 | 94 |
| Human toxicity | 99 | 84 | 83 |
| Marine eutrophication | 99 | 95 | 96 |
| Metal depletion | 34 | 7 | 5 |
| Ozone depletion | 98 | 71 | 92 |
| Particulate matter form | 98 | 90 | 90 |
| Photochemical oxidant | 99 | 88 | 93 |
| Terrestrial acidification | 98 | 89 | 92 |
| Terrestrial ecotoxicity | 98 | 84 | 88 |

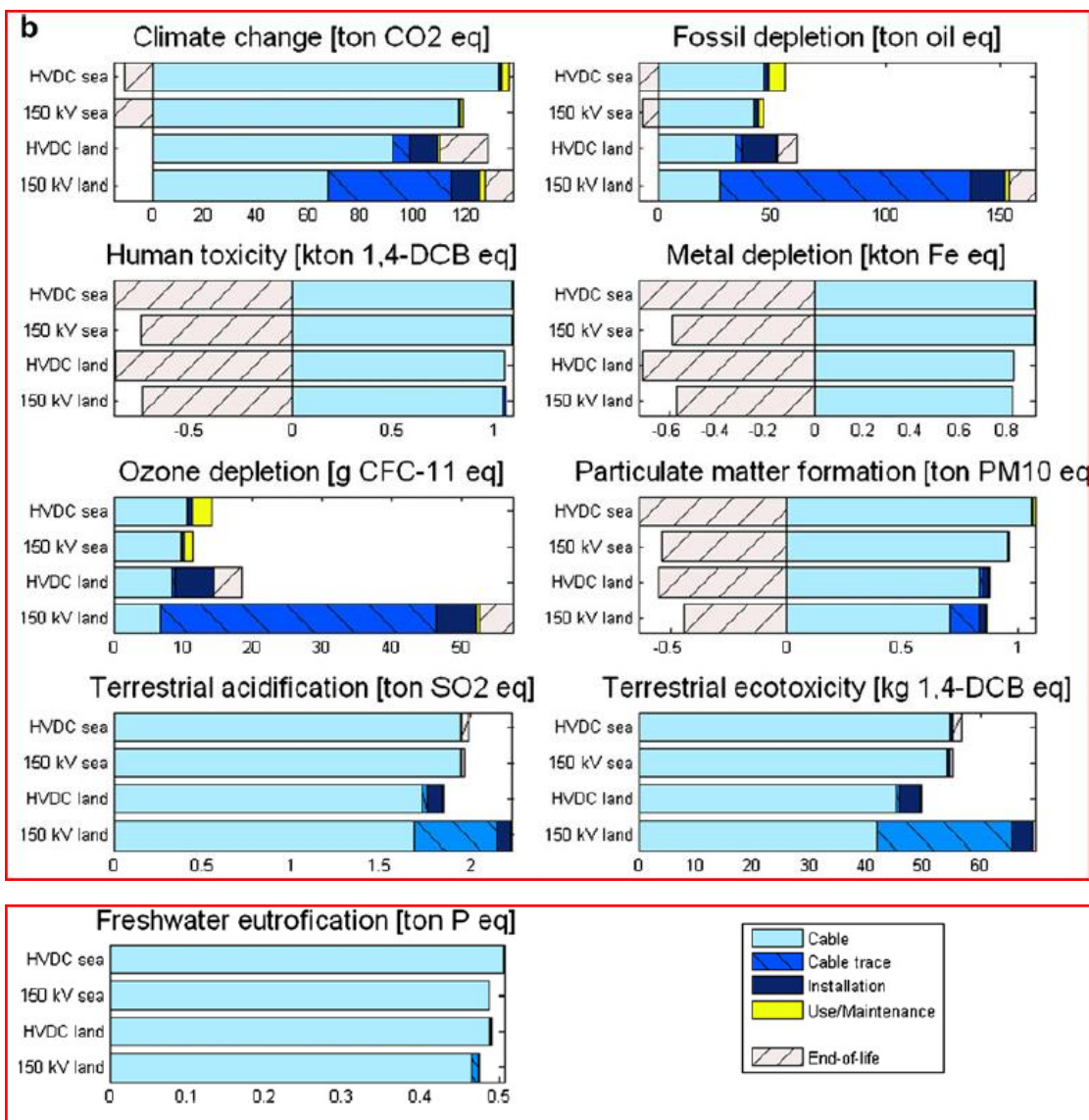
Σχήμα 3.27 περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας κατηγορίας καλωδίων Υ.Τ. πάνω στην υπόθεση του μέσου όρου των συστημάτων μεταφοράς της Ευρώπης [8]





Σχήμα 3.28 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις καλωδίων σε εναέρια γραμμές [8]

Επίσης οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε εναέρια γραμμές, υπόγειες και υποθαλάσσιες, των καλωδίων Υ.Τ. και των εξαρτημάτων τους πάνω στην υπόθεση του μέσου όρου των συστημάτων μεταφοράς της Ευρώπης καταγράφονται στα σχήματα 3.28 και 3.29.



Σχήμα 3.29 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις καλωδίων σε υπόγειες και υποθαλάσσιες γραμμές [8]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

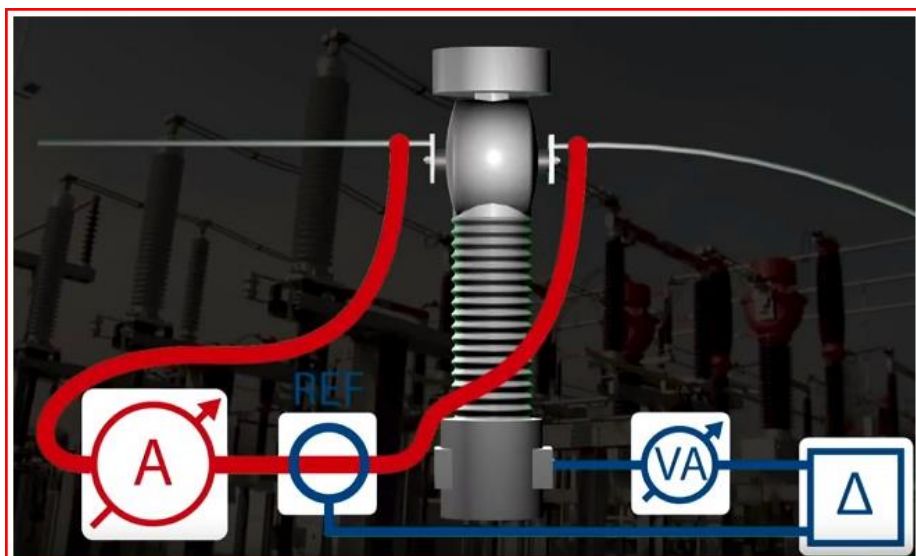
Μ/Σ ΜΕΡΤΗΣΗΣ Υ.Τ. ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

4.1. Γενική Περιγραφή Μετασχηματιστών Οργάνων

Οι Μετασχηματιστές μετρήσεων ηλεκτρικών μεγεθών, είναι Μ/Σ οι οποίοι παρέχουν τιμές τάσης ή έντασης κατάλληλες για να μετρηθούν με απλά όργανα. Οι Μ/Σ μετρήσεων, υποβιβάζουν την τάση ή την ένταση ενός δικτύου ή συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας σε επίπεδα τέτοια, ώστε να μπορούν να μετρηθούν ή να καταγραφούν οι παραπάνω τιμές από απλά όργανα μετρήσεων. Είναι Μ/Σ υποβιβασμού με συγκεκριμένο για κάθε εφαρμογή λόγο μετασχηματισμού [6].

Υπάρχουν 2 είδη Μ/Σ μετρήσεων: οι Μ/Σ μέτρησης τάσης και οι Μ/Σ μέτρησης έντασης. Οι Μ/Σ μέτρησης τάσης, συνδέονται παράλληλα (το πρωτεύον τύλιγμα τους) με το δίκτυο ή σύστημα για να μετρήσουν την Υψηλή Τάση και στο δευτερεύον τους τύλιγμα «βγάζουν» τάση σε επίπεδο που μπορεί να μετρηθεί από απλά όργανα, χαμηλής τιμής η οποία δεν είναι επικίνδυνη για τον χρήστη [6].

Οι Μ/Σ μέτρησης έντασης, συνδέονται σε σειρά (το πρωτεύον τύλιγμα τους) με το δίκτυο Υψηλής Τάσης ή Έντασης για να μετρήσουν και να αποδώσουν στο δευτερεύον τύλιγμα τους, τιμή έντασης σε τέτοιο επίπεδο ώστε να μπορέσει να μετρηθεί από απλό όργανο (ή όργανο μικρής κλίμακας). Στην πράξη, οι Μ/Σ έντασης δεν διακόπτουν το κύκλωμα για να συνδεθούν σε σειρά, αλλά είναι ειδικά κατασκευασμένοι δακτύλιοι οι οποίοι «αγκαλιάζουν» τον αγωγό του οποίου το ρεύμα καλούνται να μετρήσουν. Λόγω του φαινομένου της επαγωγής, στο δευτερεύον τύλιγμα τους δημιουργείται ρεύμα, το οποίο και μετράται ή καταγράφεται από ένα απλό αμπερόμετρο όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1



Σχήμα 4.1 Κύκλωμα μέτρησης έντασης ρεύματος σε δίκτυο υψηλής τάσης

Οι μετασχηματιστές οργάνων μέτρησης χρησιμοποιούνται σε όλα τα επίπεδα τάσεων των ηλεκτρικών δικτύων:

- Στη χαμηλή τάση
- Στη Μέση τάση
- Στην Υψηλή τάση

Η μελέτη που ακολουθεί θα ασχοληθεί με τους Μετασχηματιστές Οργάνων Υψηλής Τάσης.

4.2. Μετασχηματιστές Οργάνων (Υψηλών Τάσεων): Τεχνολογίες και εξαρτήματα

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνολογίες και σχεδιασμοί αναφορικά με τους μετασχηματιστές οργάνων. Μπορεί να υπάρχουν τυπικά συστήματα μετρήσεων βασισμένα στις θεμελιώδεις αρχές των μετασχηματιστών, ή συστήματα οπτικής λογικής ή πηνία Rogowski και συνδυασμένα τυπικά συστήματα με ενισχυτές σημάτων [6].

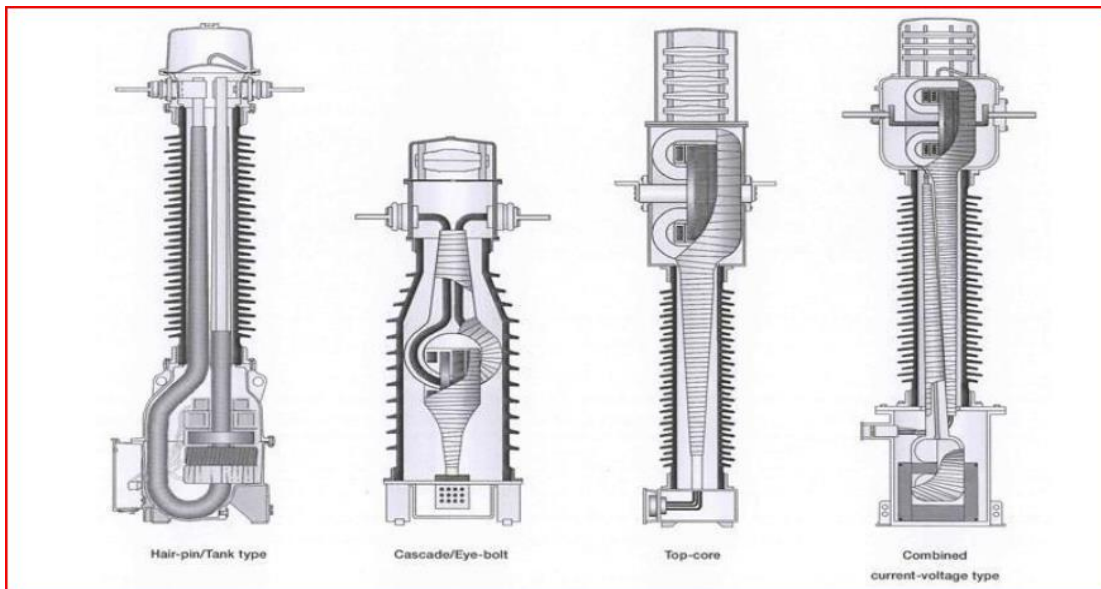
Οι περισσότεροι από αυτούς τους σχεδιασμούς και τις τεχνολογίες μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες Μετασχηματιστών Οργάνων Υψηλών Τάσεων [6].

- Μετασχηματιστές Ρεύματος (CTs)
- Συνδυασμένοι Μετασχηματιστές Ρεύματος και Τάσης (CCVTs)
- Μαγνητικοί (επαγωγής) Μετασχηματιστές Τάσης (MVTs)
- Χωρητικοί Μετασχηματιστές Τάσης (CVTs)
- Μη συμβατικοί μετασχηματιστές Μετρήσεων
 1. Οπτικοί Μετασχηματιστές Ρεύματος (OCTs)
 2. Οπτικοί Μετασχηματιστές Τάσης (OVTs)

4.3. Μετασχηματιστές Ρεύματος (CTs) και Συνδυασμένοι Μετασχηματιστές Ρεύματος και Τάσης (CCVTs)

Τυπικές τεχνολογίες σχεδιασμού Μετασχηματιστών CT και CCVT φαίνονται στο σχήμα 4.2. Το βασικό μέσο εσωτερικής μόνωσης μπορεί να είναι λάδι, SF₆ ή ρητίνες [6]:

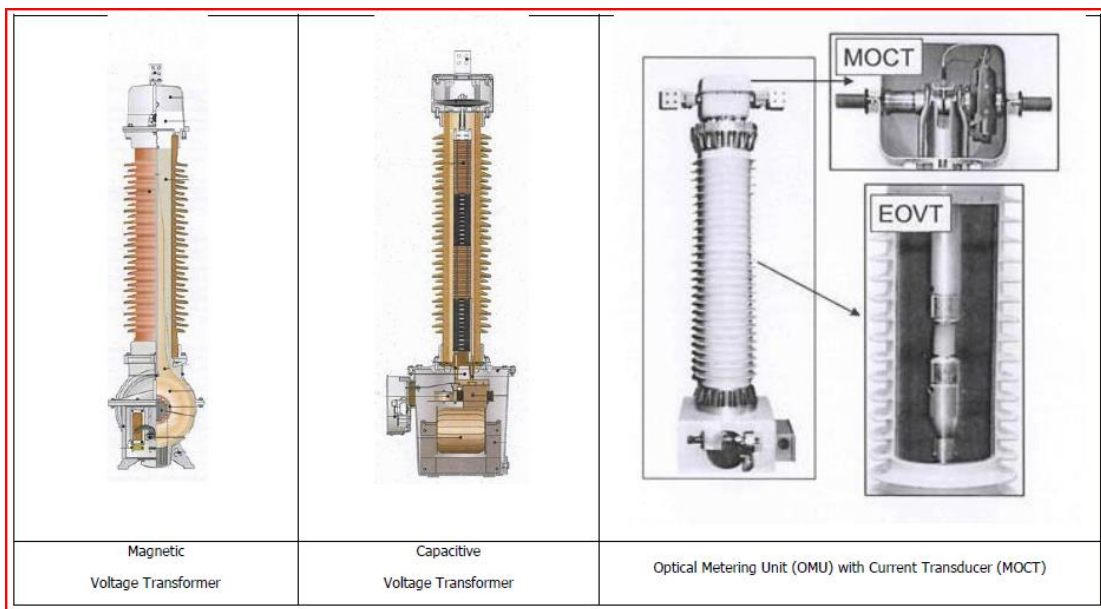
- Ο σχεδιασμός των Μετασχηματιστών Ρεύματος (CTs) χωρίζεται σε διάφορους τύπους (hair-pin, cascade or top-core).
- Ο τυπικός σχεδιασμός των Συνδυασμένων Μετασχηματιστών Ρεύματος και Τάσης (CCVTs) εμπεριέχει ένα Μετασχηματιστή Ρεύματος (CTs) (top-core), και έναν Μετασχηματιστή Τάσης (earthed tank VT)



Σχήμα 4.2 τυπικός σχεδιασμός Μετασχηματιστών CT και CCVT [6]

4.4. Μετασχηματιστές οργάνων τάσης (VTs) και οπτικοί

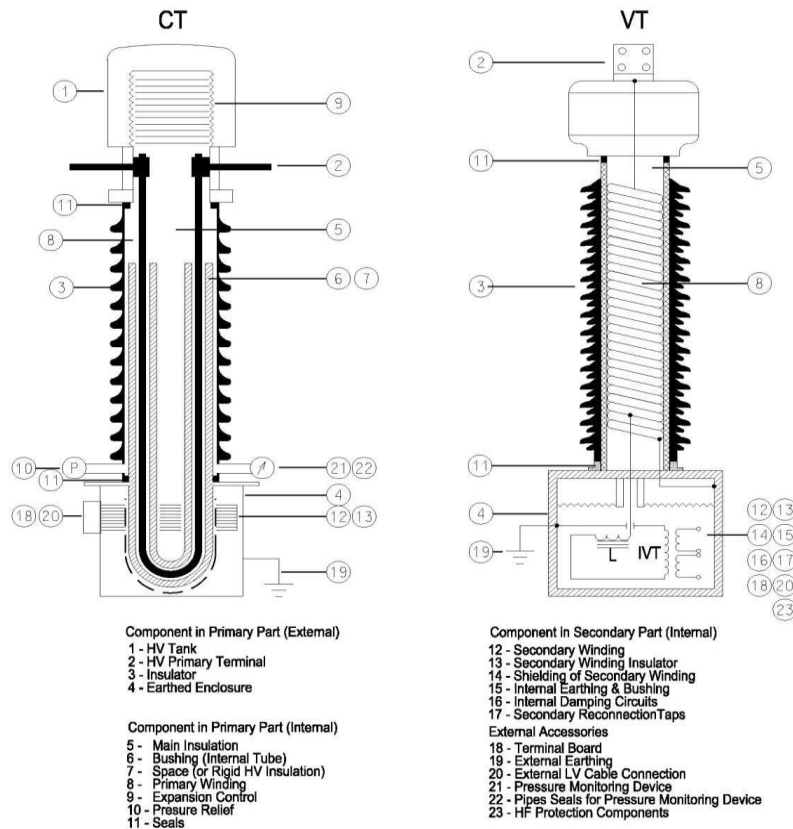
Τυπικές τεχνολογίες σχεδιασμού Μετασχηματιστών τάσης (VTs) και οπτικών, φαίνονται στο σχήμα 4.3. Ο σχεδιασμός των Μετασχηματιστών τάσης (VTs) μπορεί να είναι είτε μαγνητικός (επαγωγής) είτε χωρητικός. Το βασικό μέσο εσωτερικής μόνωσης μπορεί να είναι λάδι, SF₆ ή ρητίνες [6].



Σχήμα 4.3 Τυπικός σχεδιασμός Μετασχηματιστών τάσης (VT) και οπτικών μετασχηματιστών [6]

4.5. Εξαρτήματα των Μετασχηματιστών Οργάνων

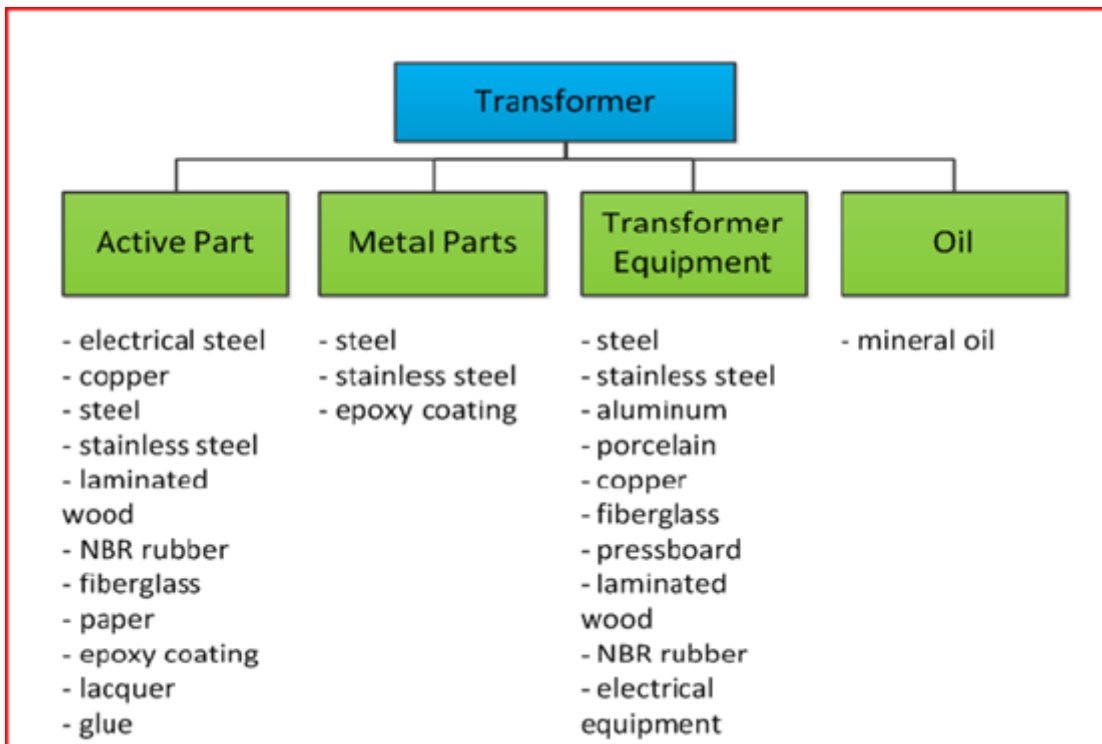
Τα εξαρτήματα συναρμογής των τυπικών Μετασχηματιστών Οργάνων Ρεύματος (CTs) και τάσεως (VTs) φαίνονται στο σχήμα 4.4. Τα εξαρτήματα μπορεί να είναι σε διαφορετικές αναλογίες και τύπους, εξαρτώμενα από τις ηλεκτρικές φορτίσεις και από τις επιπτώσεις που έχουν στο περιβάλλον. Έτσι εμφανίζουν διαφορετικά αποτελέσματα επιπτώσεων γήρανσης [6].



Σχήμα 4.4 Τυπικά εξαρτήματα και υποεξαρτήματα των Μετασχηματιστών οργάνων [6]

4.6. Υλικά Μετασχηματιστών Μετρήσεων

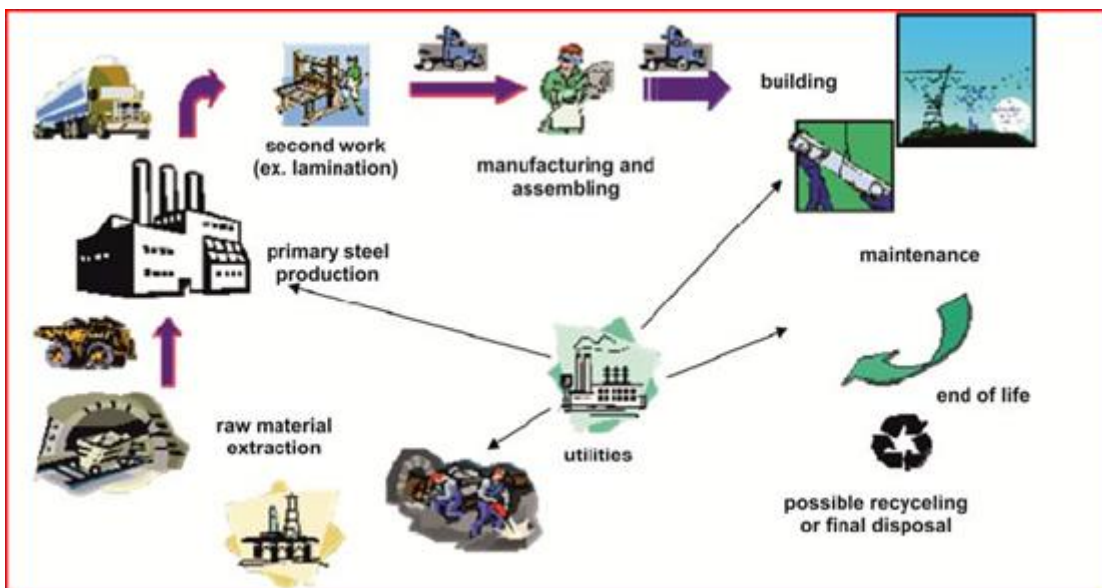
Παρατηρώντας τα δεδομένα από τους μετασχηματιστές οργάνων που αναφέρονται παραπάνω, γίνεται κατανοητό ότι, για την κατασκευή τους χρησιμοποιούμε τα ίδια υλικά με αυτά των μετασχηματιστών ισχύος. Συνοπτικά, στο σχήμα 4.5 αναφέρονται τα υλικά που χρησιμοποιούνται.



Σχήμα 4.5. Υλικά Μετασχηματιστών μέτρησης [9]

4.7. Κύκλος Ζωής Μετασχηματιστών Οργάνων

Ο Κύκλος Ζωής των μετασχηματιστών οργάνων συνοπτικά απεικονίζεται στο σχήμα 4.6.



Σχήμα 4.6 Κύκλος Ζωής μετασχηματιστών οργάνων [9]

4.8. Ανάλυση κύκλου Ζωής σε M/T ρεύματος IMB της εταιρίας ABB

Στη συνέχεια θα εξεταστούν έξι διαφορετικοί τύποι M/T ρεύματος της εταιρίας ABB με τύπο IMB 145. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι τύποι των M/T.

- **IMB type 1** - IMB 145, με μονωτήρα πορσελάνης, με νέο σύστημα ψύξης, με συνεχόμενη αναλογία θερμικού ρεύματος 3150 A.
- **IMB type 2** - IMB 145, με μονωτήρα πορσελάνης, με προστασία απομόνωσης αερίου, με συνεχόμενη αναλογία θερμικού ρεύματος 2400A.
- **IMB type 3** - IMB 145, με μονωτήρα πορσελάνης, με νέο σύστημα ψύξης, με συνεχόμενη αναλογία θερμικού ρεύματος 3150 A.
- **IMB type 4** - IMB 145, με μονωτήρα πορσελάνης, με προστασία απομόνωσης αερίου, με συνεχόμενη αναλογία θερμικού ρεύματος 2400A.
- **IMB type 5** – Παλαιότερο μοντέλο IMB 145, με μονωτήρα πορσελάνης, με νέο σύστημα ψύξης, με συνεχόμενη αναλογία θερμικού ρεύματος 3150 A.
- **IMB type 6** - Παλαιότερο μοντέλο IMB 145, με μονωτήρα πορσελάνης, με προστασία απομόνωσης αερίου, με συνεχόμενη αναλογία θερμικού ρεύματος 2400A.

Στην ακόλουθη ανάλυση το μόνο δυνατόν που μπορεί να γίνει είναι να συγκριθούν οι M/T με ίσο φορτίο ρεύματος. Αυτό σημαίνει ότι θα συγκριθούν οι **IMB type 1,3,5** με τους αντίστοιχους **IMB type 2,4,6**. [10]

4.9. Στοιχεία των M/T IMB που περιλαμβάνονται στη μελέτη

- Τα υλικά κατασκευής και τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της συναρμολόγησης στο εργοστάσιο κατασκευής στην (Ludvika). Ο στόχος ήταν να υπολογιστεί μεγαλύτερο ποσοστό κάλυψης του 95% από τα εξαρτήματα και τα υλικά.
- Η ενέργεια που χρειάζεται για τη συναρμολόγηση ενός IMB είναι 556 kwh ηλεκτρική, 1,2 kg λάδι και 7,3 αέριο.
- Οι μεταφορές των υλικών και των εξαρτημάτων που χρειάζονται για την παραγωγή στο εργοστάσιο κατασκευής στην (Ludvika), περιλαμβάνονται στη μελέτη. Οι περισσότερες μεταφορές πραγματοποιούνται με φορτηγά, εκτός από τα υλικά που έρχονται από την Ινδία και τον Καναδά που γίνονται με πλοίο.
- Οι μεταφορές των προϊόντων από το εργοστάσιο κατασκευής στην (Ludvika) στους πελάτες εκτιμάται ότι είναι 500 km. (Σε ένα λιμάνι για μακρύτερες μεταφορές)
- Η OECD ενεργειακή αναλογία υπολογίζεται στις επιπτώσεις του περιβάλλοντος.
- Η ανακύκλωση των προϊόντων στο τέλος της ζωής τους εκτιμάται στο 80% στο αλουμίνιο, 95% στον χαλκό και 80% στον χάλυβα.
- Εκτιμάτε ότι το λάδι των M/T καίγεται μετά την απόρριψη του προϊόντος.

- Οι μονωτές και η άμμος πηγαίνουν σε ταφή στη γη μετά την απόρριψη του προϊόντος.
- Τα δεδομένα για τους πολυμερισμένους μονωτές ανακτώνται από την εταιρία ABB PLAST. Τα άλλα καταγεγραμμένα δεδομένα για τα υλικά έχουν καταγραφεί από την ανάλυση κύκλου ζωής (LCA) της εταιρίας ABB.

4.10. Στοιχεία των M/T IMB που δεν περιλαμβάνονται στη μελέτη.

- Οι κατασκευές των εξαρτημάτων από τους κατασκευαστές τους (εκτός από τους πολυμερισμένους μονωτές)
- Η ενέργεια που χρησιμοποιείται ή άλλες επιδράσεις κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης του προϊόντος.
- Πιθανά γεγονότα ατυχημάτων και άλλες μη προγραμματισμένες δραστηριότητες.

4.11. Χρόνος Ζωής και χρήσης.

Ο ωφέλιμος χρόνος ζωής υπολογίζεται σε 40 χρόνια με 8760h ανά χρόνο.

4.12. Τα γεωγραφικά σημεία παράγωγής.

Όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται, συναρμολογούνται στο εργοστάσιο κατασκευής στην (Ludvika), εκτός από τους πολυμερισμένους μονωτές όπου συναρμολογούνται από την εταιρία ABB PLAST. Οι μεταφορές των υλικών και των εξαρτημάτων από τον κατασκευαστή συμπεριλαμβάνονται στη μελέτη [10].

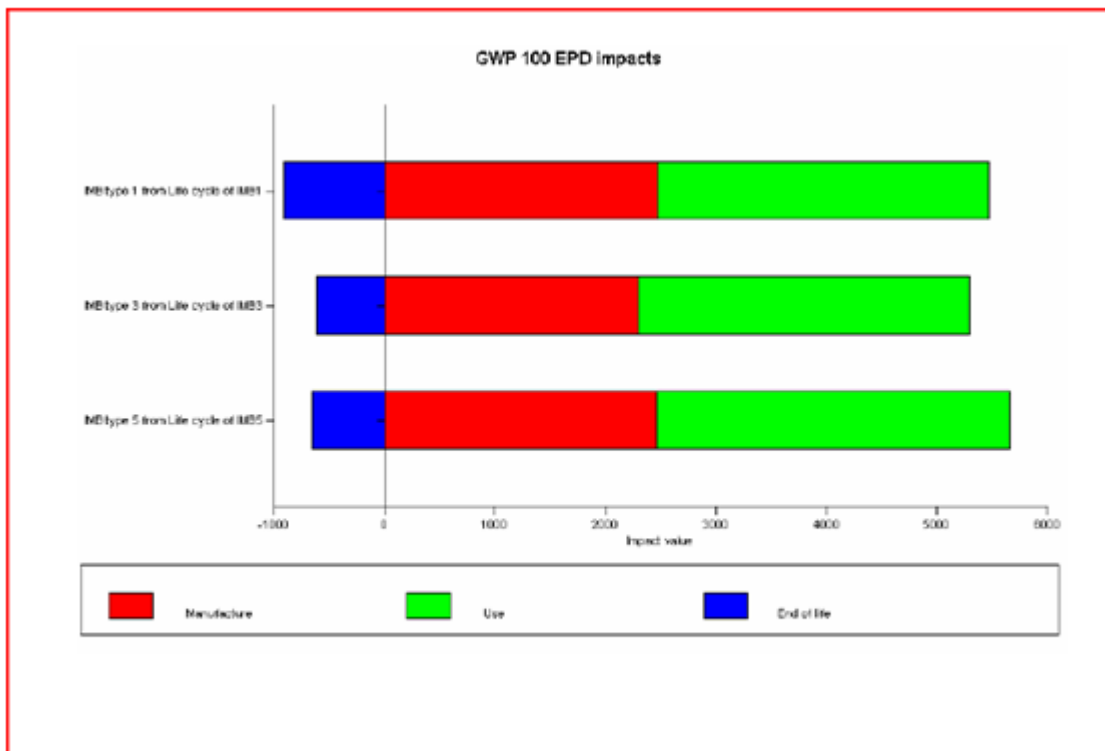
4.13. Τέλος της ζωής των υλικών.

Ο χάλυβας, ο χαλκός και το αλουμίνιο υπολογίζεται ότι ανακυκλώνονται σε ποσοστά 80, 95 και 80% αντίστοιχα. Υπολογίζεται ότι τα υλικά (εκτός από το λάδι που καίγεται) μεταφέρονται σε ασφαλή ταφή σε κοντινή περιοχή. Ωστόσο παρατηρούνται εκπομπές αερίων από την αποδόμηση των οργανικών υλικών [10].

4.14. Οι επιπτώσεις του κύκλου ζωής για τους τύπους IMB 1,3 και 5

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής των IMB 1,3 και 5 απεικονίζονται στο σχήμα 4.7. Ο κύκλος ζωής αποτελείται από τρεις φάσεις, την παραγωγή του προϊόντος, την χρήση και το τέλος ζωής του [10].

- Η φάση παραγωγής περιέχει κατασκευές υλικών που προέρχονται από εξορύξεις, μεταφορές εξαρτημάτων και πρώτων υλών για την κατασκευή των M/T στην Ludvika, και τις ενεργειακές απαιτήσεις στη Ludvika για την συναρμολόγηση του M/T IMB.
- Στη φάση της χρήση περιλαμβάνονται οι ενεργειακές απώλειες και τα 500km μεταφοράς με φορτηγό τον M/T IMB στο λιμάνι για μακρύτερες μεταφορές σε πελάτες.
- Η τελική φάση της ζωής περιλαμβάνει την ανακύκλωση των υλικών, την καύση και τον ενταφιασμό των υπολοίπων υλικών.



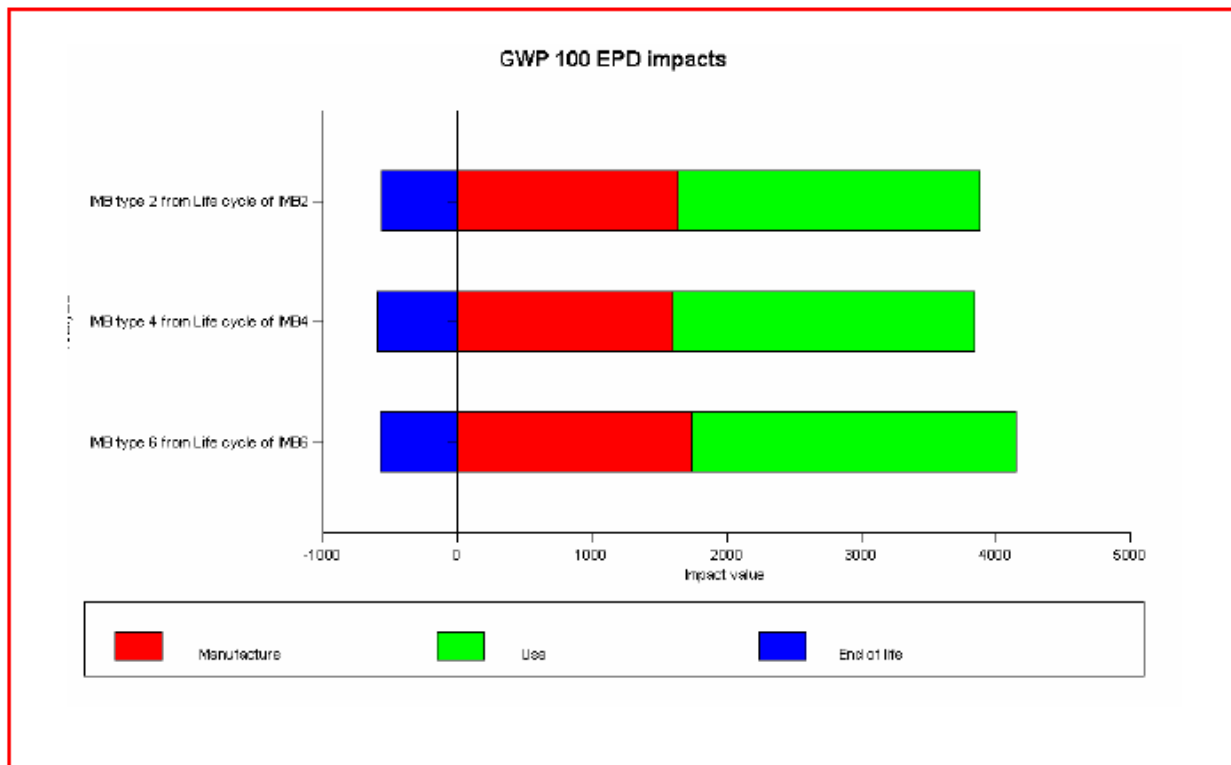
Σχήμα 4.7 Περιβαλλοντικό αποτύπωμα των M/Ta IBM τύπων 1,3 και 5 [10]

Τα πρώτα συμπεράσματα από αυτή την εικόνα είναι πως οι επιπτώσεις από την χρήση του προϊόντος κατά τη διάρκεια των 40 χρόνων ζωής του, και οι επιπτώσεις από τα υλικά, είναι σχετικά ίσες. Είναι δυνατόν, αν ακολουθηθεί η ανακύκλωση όπως προαναφέρθηκε, να επαναχρησιμοποιηθεί το 30% των κύριων υλικών κατασκευής από το ίδιο το προϊόν. Για να γίνουν καλύτερα αντιληπτές οι κλιματικές επιπτώσεις από τη χρήση ενός M/T IMB, θα συγκριθεί με τις εκπομπές ενός κοινού αυτοκινήτου από τη χρήση του. Υπολογίζετε ότι ένα αυτοκίνητο κατά τη χρήση του εκπέμπει 220g/CO₂ ανά km, ενώ ένας M/T IMB τύπου 1 για ένα πλήρη κύκλο ζωής εκπέμπει 4557 kg/CO₂ όπου αντιστοιχεί σε 20700 km οδήγησης ενός αμαξίου.

Οι αναλύσεις με τη μέθοδο Eco indicator 99 για τους ίδιου τύπου M/T IMB 1,3 και 5 απεικονίζονται στο σχήμα 4.8

4.15. Οι επιπτώσεις του κύκλου ζωής για τους τύπους IMB 2, 4 και 6

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια ζωής των M/T IMB τύπου 2, 4 και 6 φαίνονται στο σχήμα 4.10.



Σχήμα 4.10 Επιπτώσεις στο κύκλο ζωής των M/T IBM τύπου 2,4 και 6 [10]

Τα αποτελέσματα είναι τα ίδια με των M/T της εταιρίας ABB με τύπο IMB 1,3 και 5.

4.16. Αξιολόγηση LCA των M/T ρεύματος οργάνων της εταιρίας Alstom

Στη συγκεκριμένη παράγραφο θα παρουσιαστεί η αξιολόγηση που αφορά τους μετασχηματιστές ρεύματος OSKF 765 (σχήμα 4.11), OSKF 420 και OSKF245 της εταιρίας Alstom Grid.



Σχήμα 4.11: Μετασχηματιστής ρεύματος Alstom OSKF 765 [5]

Ο πίνακας που απεικονίζεται στο σχήμα 4.12 παρουσιάζει τα υλικά ενός μετασχηματιστή ρεύματος της εταιρείας Alstom με τύπο OSKF 765 . Παρουσιάζει το συνολικό βάρος της βάσης, του σκελετού στήριξης και των υλικών από τα οποία αποτελείται η βάση του Μ/Σ, με συνολικό βάρος 39.56 τόνων.

| Materials | Weight (kg) | Percentage (%) |
|-------------------|-------------|----------------|
| Porcelain | 1144 | 32.7 |
| Mineral Oil | 784 | 22.4 |
| Steel | 695 | 19.8 |
| Pressboard+paper | 312 | 8.9 |
| Aluminium | 306 | 8.8 |
| Copper | 215 | 6.1 |
| Epoxy resin | 25 | 0.7 |
| Wood | 4 | 0.1 |
| Polyamide 6 (PA6) | 2.1 | 0.1 |
| Zinc | 1 | 0.03 |
| Others | 11.3 | 0.32 |
| Total | 3500 | 100 |

| Materials | Weight (ton) |
|--------------|--------------|
| Steel | 1.28 |
| Zinc coating | 0.017 |

Σχήμα 4.12: Ποσότητες υλικών από τα οποία αποτελείται ο Μ/Σ ρεύματος Alstom OSKF 765 [5].

Ο πίνακας που απεικονίζεται στο σχήμα 4.13 παρουσιάζει τα υλικά ενός μετασχηματιστή ρεύματος της εταιρείας Alstom με τύπο OSKF 420. Επίσης παρουσιάζει το συνολικό βάρος της βάσης, του σκελετού στήριξης και τα υλικά από τα οποία αποτελείται η βάση του Μ/Σ, με συνολικό βάρος 21 τόνων.

| Materials | Weight (kg) | Percentage (%) |
|--------------------|-------------|----------------|
| Porcelain | 550 | 32.7 |
| Mineral Oil | 377 | 22.4 |
| Steel | 334 | 19.8 |
| Pressboard+paper | 150 | 8.9 |
| Aluminium | 147.3 | 8.8 |
| Copper | 103.4 | 6.1 |
| Epoxy resin | 12 | 0.7 |
| Wood | 2 | 0.1 |
| Polyamide 6 (PA 6) | 1 | 0.1 |
| Zinc | 0.5 | 0.03 |
| Others | 5.5 | 0.3 |
| Total | 1682.7 | 100 |

| Materials | Weight (ton) |
|--------------|--------------|
| Steel | 0.92 |
| Zinc coating | 0.009 |

Σχήμα 4.13 Ποσότητες υλικών από τα οποία αποτελείται ο Μ/Σ ρεύματος Alstom OSKF 420 [5]

Ο πίνακας που απεικονίζεται στο σχήμα 4.14 παρουσιάζει τα υλικά ενός μετασχηματιστή ρεύματος της εταιρείας Alstom με τύπο OSKF 245. Επίσης παρουσιάζει το συνολικό βάρος της βάσης, του σκελετού στήριξης και των υλικών από τα οποία αποτελείται η βάση του Μ/Σ, με συνολικό βάρος 9.9 τόνων.

| Materials | Weight (kg) | Percentage (%) |
|------------------|-------------|----------------|
| Porcelain | 253.3 | 32.7 |
| Mineral Oil | 173.6 | 22.4 |
| Steel | 153.9 | 19.9 |
| Pressboard+paper | 69.1 | 8.9 |
| Aluminium | 67.8 | 8.7 |
| Copper | 47.6 | 6.1 |

| | | |
|-------------------|-------|------|
| Epoxy resin | 5.5 | 0.7 |
| Wood | 0.9 | 0.1 |
| Polyamide 6 (PA6) | 0.5 | 0.1 |
| Zinc | 0.2 | 0.03 |
| Others | 2.5 | 0.3 |
| Total | 774.9 | 100 |

| Materials | Weight (ton) |
|--------------|--------------|
| Steel | 0.42 |
| Zinc coating | 0.005 |

Σχήμα 4.14 Ποσότητες υλικών από τα οποία αποτελείται ο Μ/Σ ρεύματος Alstom OSKF 245 [5]

Όλοι οι μετασχηματιστές ρεύματος κατασκευάζονται στη Γαλλία άρα οι μεταφορές έχουν υπολογιστεί πως είναι 1000km με φορτηγό και 7000km με πλοίο [5].

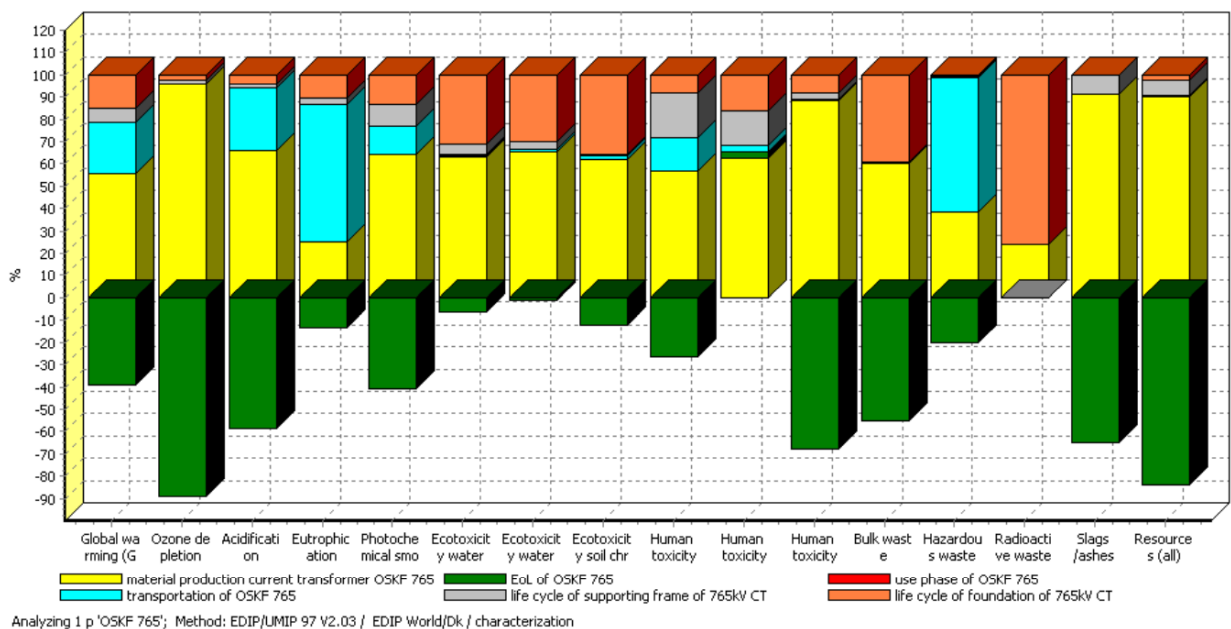
Κατά τη φάση της λειτουργίας σε έναν Μ/Σ ρεύματος 765kV έχει υπολογιστεί ότι το φορτίο στο δευτερεύον κύκλωμα είναι συνεχιζόμενα 8VA. Το φορτίο έχει κατά το μεγαλύτερο ποσοστό ωμική συμπεριφορά έτσι κατά τη διάρκεια της 30 ετών ζωής του, οι ενεργειακές απώλειες είναι 2104kWh.

Κατά τη φάση της λειτουργίας, σε έναν Μ/Σ ρεύματος 400kV έχει υπολογιστεί ότι το φορτίο στο δευτερεύον κύκλωμα είναι συνεχιζόμενα 7VA. Το φορτίο έχει κατά το μεγαλύτερο ποσοστό ωμική συμπεριφορά έτσι κατά τη διάρκεια της 30 ετών ζωής του οι ενεργειακές απώλειες είναι 1840kWh.

Κατά τη φάση της λειτουργίας, σε έναν Μ/Σ ρεύματος 230kV έχει υπολογιστεί ότι το φορτίο στο δευτερεύον κύκλωμα είναι συνεχιζόμενα 6VA. Το φορτίο έχει κατά το μεγαλύτερο ποσοστό ωμική συμπεριφορά έτσι κατά τη διάρκεια της 30 ετών ζωής του οι ενεργειακές απώλειες είναι 1577kWh.

Στο τέλος της ζωής των Μ/Σ ρεύματος, η πορσελάνη ενταφιάζεται, τα ορυκτέλαια ακολουθούν την ίδια διαδικασία με αυτά των λαδιών των μετασχηματιστών ισχύος, ο χάλυβας, ο χαλκός και το αλουμίνιο ανακυκλώνονται, οι μπάρες οπλισμού στο μπετό σκυροδέματος ανακυκλώνονται, τα υπόλοιπα που μένουν ενταφιάζονται. Το χαρτί, τα εποξειδικά και υπόλοιπα υλικά αποτεφρώνονται [5].

Η διαχείριση του κύκλου ζωής των ανωτέρω Μ/Σ μετρήσεων ρεύματος δημιουργούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις οι οποίες και απεικονίζονται γραφικά στο σχήμα 4.15, και καταγράφονται ποσοτικά στους πίνακες των σχημάτων 4.16, 4.17 και 4.18.



Σχήμα 4.15 Ανάλυση κύκλου ζωής του Μ/Τ εντάσεως OFSK 765 [5]

| Impact category | Unit | Total | Material production OSKF 765 | EoL of OSKF 765 | Use phase of OSKF 765 (for 30 years) | Transportation of OSKF 765 | Life cycle of supporting frame (30 years) | Life cycle of foundation (30 years) |
|---------------------------|---------------------|----------|------------------------------|-----------------|--------------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
| Global warming (GWP 100) | g CO ₂ | 8.25E+06 | 7.54E+06 | -5.36E+06 | 8.99E+03 | 3.12E+06 | 9.06E+05 | 2.03E+06 |
| Ozone depletion | g CFC ₁₁ | 3.28E-01 | 2.89E+00 | -2.70E+00 | 1.68E-03 | 4.71E-03 | 4.58E-02 | 7.72E-02 |
| Acidification | g SO ₂ | 1.16E+05 | 1.85E+05 | -1.64E+05 | 4.63E+01 | 7.95E+04 | 4.39E+03 | 1.13E+04 |
| Eutrophication | g NO ₃ | 1.04E+05 | 3.03E+04 | -1.55E+04 | 4.65E+01 | 7.30E+04 | 3.43E+03 | 1.27E+04 |
| Photochemical smog | g ethene | 1.69E+03 | 1.84E+03 | -1.17E+03 | 3.62E+00 | 3.55E+02 | 2.88E+02 | 3.76E+02 |
| Ecotoxicity water chronic | m ³ | 1.68E+06 | 1.14E+06 | -1.13E+05 | 3.31E+03 | 1.87E+04 | 7.89E+04 | 5.57E+05 |
| Ecotoxicity water acute | m ³ | 1.83E+05 | 1.21E+05 | -2.54E+03 | 3.34E+02 | 1.72E+03 | 6.89E+03 | 5.51E+04 |
| Ecotoxicity soil chronic | m ³ | 3.04E+04 | 2.14E+04 | -4.10E+03 | 1.08E+02 | 4.99E+02 | 2.91E+02 | 1.22E+04 |
| Human toxicity air | m ³ | 2.72E+09 | 2.10E+09 | -9.73E+08 | 1.55E+06 | 5.43E+08 | 7.47E+08 | 3.03E+08 |
| Human toxicity water | m ³ | 6.27E+04 | 3.92E+04 | 1.77E+03 | 4.51E+01 | 1.68E+03 | 9.94E+03 | 1.01E+04 |
| Human toxicity soil | m ³ | 3.63E+02 | 9.92E+02 | -7.60E+02 | 3.44E-01 | 8.59E+00 | 3.01E+01 | 9.16E+01 |
| Bulk waste | kg | 2.16E+04 | 2.94E+04 | -2.69E+04 | 4.39E+01 | 9.95E+00 | 7.39E+01 | 1.90E+04 |
| Hazardous waste | kg | 1.52E+01 | 7.29E+00 | -3.89E+00 | 0.00E+00 | 1.16E+01 | 7.93E-02 | 1.49E-01 |
| Radioactive waste | kg | 7.87E-02 | 1.88E-02 | 2.77E-04 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | -2.04E-19 | 5.96E-02 |
| Slags/ashes | kg | 1.23E+02 | 3.23E+02 | -2.30E+02 | 0.00E+00 | 2.13E-01 | 2.99E+01 | 2.14E-01 |
| Resources (all) | kg | 7.79E-01 | 4.33E+00 | -4.04E+00 | 3.62E-04 | 4.07E-02 | 3.36E-01 | 1.13E-01 |

Σχήμα 4.16 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του Μ/Τ εντάσεως OFSK 765 [5]

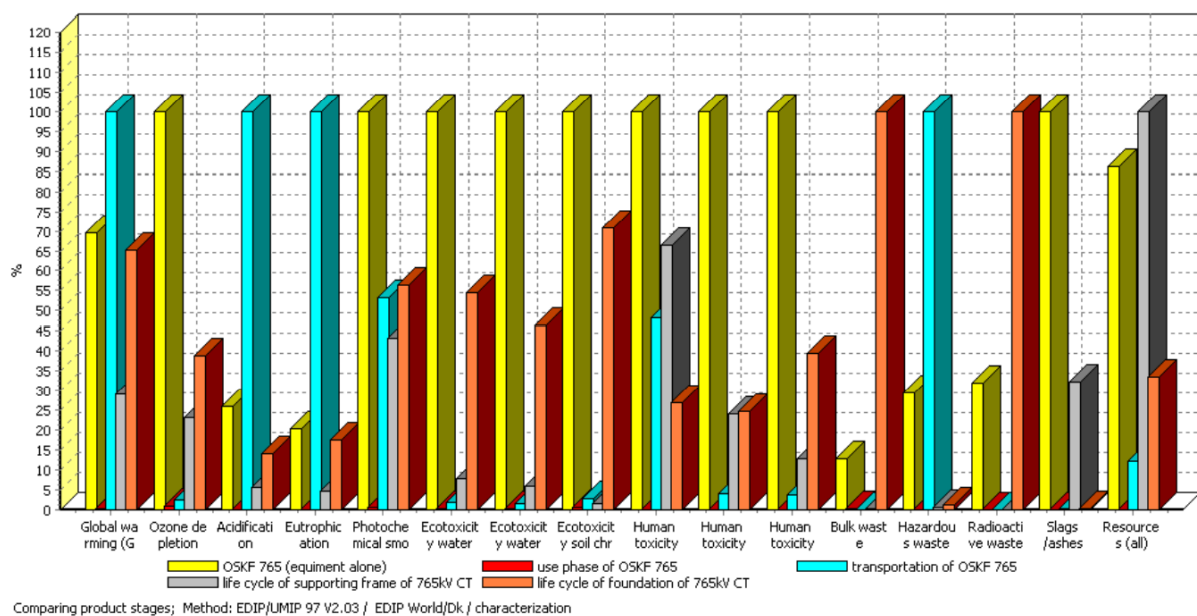
| Impact category | Unit | Total | Material production current transformer OSKF 245 | EoL of OSKF 245 | Use phase of OSKF 245 (30 years) | Transportation of OSKF 245 | Life cycle of supporting frame (30 years) | Life cycle of foundation (30 years) |
|---------------------------|---------------------|----------|--|-----------------|----------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
| Global warming (GWP 100) | g CO ₂ | 1.98E+06 | 1.67E+06 | -1.19E+06 | 6.75E+03 | 6.92E+05 | 2.93E+05 | 5.08E+05 |
| Ozone depletion | g CFC ₁₁ | 8.04E-02 | 6.41E-01 | -5.97E-01 | 1.26E-03 | 1.04E-03 | 1.48E-02 | 1.93E-02 |
| Acidification | g SO ₂ | 2.65E+04 | 4.09E+04 | -3.63E+04 | 3.47E+01 | 1.76E+04 | 1.42E+03 | 2.83E+03 |
| Eutrophication | g NO ₃ | 2.38E+04 | 6.72E+03 | -3.44E+03 | 3.49E+01 | 1.62E+04 | 1.11E+03 | 3.19E+03 |
| Photochemical smog | g ethene | 4.16E+02 | 4.07E+02 | -2.59E+02 | 2.71E+00 | 7.86E+01 | 9.31E+01 | 9.41E+01 |
| Ecotoxicity water chronic | m ³ | 3.98E+05 | 2.52E+05 | -2.50E+04 | 2.48E+03 | 4.13E+03 | 2.55E+04 | 1.39E+05 |
| Ecotoxicity water acute | m ³ | 4.29E+04 | 2.69E+04 | -5.66E+02 | 2.50E+02 | 3.81E+02 | 2.22E+03 | 1.38E+04 |
| Ecotoxicity soil chronic | m ³ | 7.18E+03 | 4.73E+03 | -9.08E+02 | 8.06E+01 | 1.11E+02 | 9.37E+01 | 3.06E+03 |
| Human toxicity air | m ³ | 6.88E+08 | 4.65E+08 | -2.16E+08 | 1.16E+06 | 1.20E+08 | 2.41E+08 | 7.57E+07 |
| Human toxicity water | m ³ | 1.52E+04 | 8.67E+03 | 3.93E+02 | 3.38E+01 | 3.72E+02 | 3.21E+03 | 2.53E+03 |
| Human toxicity soil | m ³ | 8.65E+01 | 2.20E+02 | -1.68E+02 | 2.58E-01 | 1.90E+00 | 9.74E+00 | 2.29E+01 |
| Bulk waste | kg | 5.36E+03 | 6.50E+03 | -5.96E+03 | 3.29E+01 | 2.20E+00 | 2.39E+01 | 4.76E+03 |
| Hazardous waste | kg | 3.37E+00 | 1.61E+00 | -8.61E-01 | 0.00E+00 | 2.56E+00 | 2.56E-02 | 3.72E-02 |
| Radioactive waste | kg | 1.91E-02 | 4.17E-03 | 6.14E-05 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | -1.29E-18 | 1.49E-02 |
| Slags/ashes | kg | 3.04E+01 | 7.15E+01 | -5.09E+01 | 0.00E+00 | 4.71E-02 | 9.66E+00 | 5.35E-02 |
| Resources (all) | kg | 2.09E-01 | 9.59E-01 | -8.96E-01 | 2.72E-04 | 9.01E-03 | 1.08E-01 | 2.82E-02 |

Σχήμα 4.17 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του Μ/Τ εντάσεως OFSK 245 [5]

| Impact category | Unit | Total | Material production OSKF 420 | EoL of OSKF 420 | Use phase of OSKF 420 (30 years) | Transportation of OSKF 420 | Life cycle of supporting frame (30 years) | Life cycle of foundation (30 years) |
|---------------------------|---------------------|----------|------------------------------|-----------------|----------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
| Global warming (GWP 100) | g CO ₂ | 4.27E+06 | 3.63E+06 | -2.58E+06 | 7.87E+03 | 1.50E+06 | 6.34E+05 | 1.08E+06 |
| Ozone depletion | g CFC ₁₁ | 1.72E-01 | 1.39E+00 | -1.30E+00 | 1.47E-03 | 2.26E-03 | 3.21E-02 | 4.10E-02 |
| Acidification | g SO ₂ | 5.72E+04 | 8.88E+04 | -7.89E+04 | 4.05E+01 | 3.82E+04 | 3.01E+03 | 6.00E+03 |
| Eutrophication | g NO ₃ | 5.14E+04 | 1.46E+04 | -7.48E+03 | 4.07E+01 | 3.51E+04 | 2.39E+03 | 6.76E+03 |
| Photochemical smog | g ethene | 8.98E+02 | 8.83E+02 | -5.62E+02 | 3.16E+00 | 1.71E+02 | 2.03E+02 | 2.00E+02 |
| Ecotoxicity water chronic | m ³ | 8.54E+05 | 5.47E+05 | -5.45E+04 | 2.90E+03 | 8.98E+03 | 5.45E+04 | 2.96E+05 |
| Ecotoxicity water acute | m ³ | 9.22E+04 | 5.83E+04 | -1.25E+03 | 2.92E+02 | 8.27E+02 | 4.75E+03 | 2.92E+04 |
| Ecotoxicity soil chronic | m ³ | 1.53E+04 | 1.03E+04 | -1.98E+03 | 9.41E+01 | 2.40E+02 | 1.71E+02 | 6.50E+03 |
| Human toxicity air | m ³ | 1.49E+09 | 1.01E+09 | -4.68E+08 | 1.36E+06 | 2.61E+08 | 5.27E+08 | 1.61E+08 |
| Human toxicity water | m ³ | 3.29E+04 | 1.88E+04 | 8.48E+02 | 3.95E+01 | 8.08E+02 | 7.01E+03 | 5.37E+03 |
| Human toxicity soil | m ³ | 1.86E+02 | 4.77E+02 | -3.65E+02 | 3.01E-01 | 4.13E+00 | 2.10E+01 | 4.86E+01 |
| Bulk waste | kg | 1.14E+04 | 1.41E+04 | -1.29E+04 | 3.84E+01 | 4.78E+00 | 5.08E+01 | 1.01E+04 |
| Hazardous waste | kg | 7.32E+00 | 3.50E+00 | -1.87E+00 | 0.00E+00 | 5.56E+00 | 5.43E-02 | 7.90E-02 |
| Radioactive waste | kg | 4.08E-02 | 9.05E-03 | 1.33E-04 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | -6.74E-18 | 3.16E-02 |
| Slags/ashes | kg | 6.61E+01 | 1.55E+02 | -1.11E+02 | 0.00E+00 | 1.02E-01 | 2.12E+01 | 1.14E-01 |
| Resources (all) | kg | 4.02E-01 | 2.09E+00 | -1.95E+00 | 3.17E-04 | 1.96E-02 | 1.82E-01 | 5.98E-02 |

Σχήμα 4.18 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του M/T εντάσεως OFSK 420 [5]

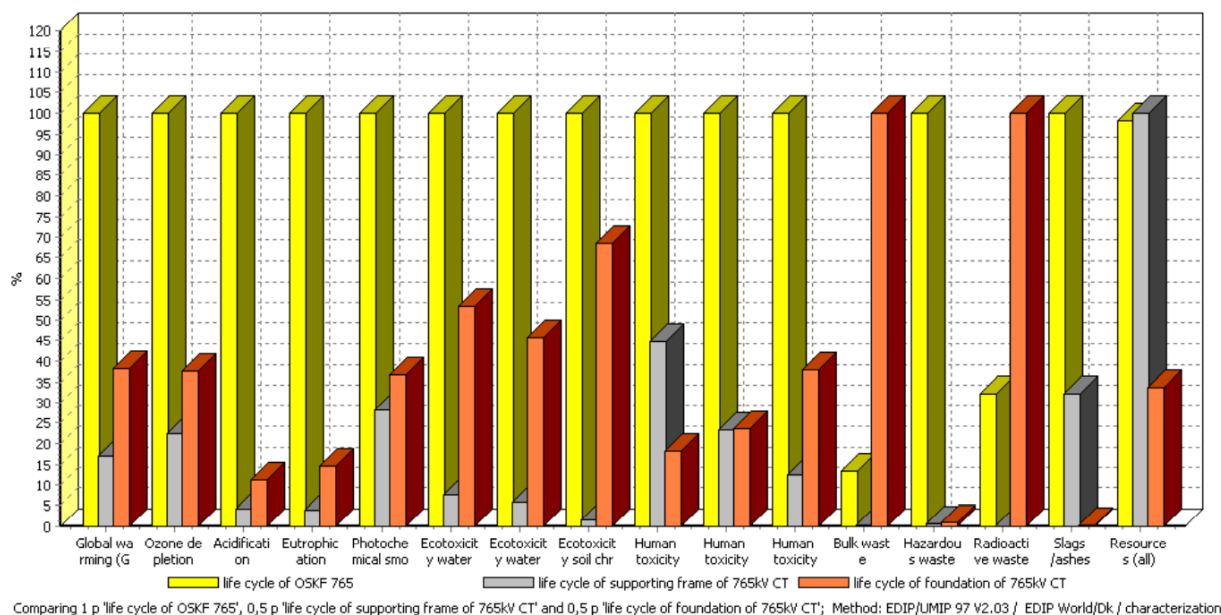
Στο σχήμα 4.19 συγκρίνονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον του M/T ρεύματος (OSKAR 765). Τα υλικά παραγωγής του, το τέλος της ζωής του, οι μεταφορές που χρειάζονται στον κύκλο ζωής του, οι ενεργειακές απώλειες, ο σκελετός υποστήριξης του και η βάση στήριξης του συγκρίνονται για τις επιπτώσεις που παρουσιάζουν στο περιβάλλον. Όπως φαίνεται τα υλικά των M/T έντασης και οι μεταφορές έχουν περισσότερες επιπτώσεις από τις απώλειες ενέργειας όπου είναι σχετικά μηδαμινές.



Σχήμα 4.19 Σύγκριση περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε διαφορετικές φάσεις του κύκλου ζωής για τον M/Σ ρεύματος OSKF 765 [5]

Στο σχήμα 4.20 καταγράφονται ο κύκλος ζωής των M/Σ ρεύματος, του σκελετού υποστήριξης τους, και της βάσης τους. Στη συνέχεια συγκρίνονται τα αποτελέσματα από τα οποία

συμπεραίνεται ότι η ζωή των Μ/Σ ρεύματος, έχει περισσότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον σε σχέση με τον σκελετό στήριξης και τη βάση τους.



Σχήμα 4.20 Σύγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του Μ/Σ ρεύματος OSKF 765 στον κύκλο ζωής του σε σχέση με το σκελετό στήριξης και τη βάση τους [5]

4.17. Αξιολόγηση LCA Μετασηματιστή τάσης (Χωρητικού)

Ο τύπος του χωρητικού Μ/Σ τάσης OTCF 765 των 765 kV απεικονίζεται στο σχήμα 4.21, κατασκευάζεται από την εταιρεία Alstom, και χρησιμοποιείται σε γραμμές μεταφοράς.

Τα δεδομένα του πίνακα που απεικονίζεται στο σχήμα σχήμα 4.22 έχει τη λίστα υλικών από τον OTCF 765 Μ/Σ ρέματος. Επίσης παρουσιάζει το σκελετό στήριξης και τη βάση από ένα Μ/Σ της εταιρείας Alstom, UHC800, με συνολικό βάρος 15,68 τόνους.

Όλοι μετασηματιστές τάσης της εταιρίας Alstom κατασκευάζονται στη Γαλλία άρα οι μεταφορές έχουν υπολογιστεί πως είναι 1000km με φορτηγό και 7000km με πλοίο [5].



Σχήμα 4.21 Μ/Σ ρεύματος της εταιρείας Alstom OTCF [5]

| Materials | Weight (kg) | Percentage (%) |
|--------------------|-------------|----------------|
| Porcelain | 518.5 | 52.2 |
| Aluminium | 146.3 | 14.7 |
| Synthetic oil | 111.8 | 11.3 |
| Steel | 99.3 | 10 |
| Polypropylene (PP) | 42.8 | 4.3 |
| Glass fiber | 34.2 | 3.4 |
| Pressboard+paper | 24.2 | 2.4 |
| Epoxy resin | 2.7 | 0.27 |
| PET | 1.5 | 0.15 |
| Brass | 0.7 | 0.07 |
| Copper | 0.6 | 0.06 |
| Polyamide 6 (PA6) | 0.4 | 0.04 |
| Others | 9.5 | 1.11 |
| Total | 992.5 | 100 |

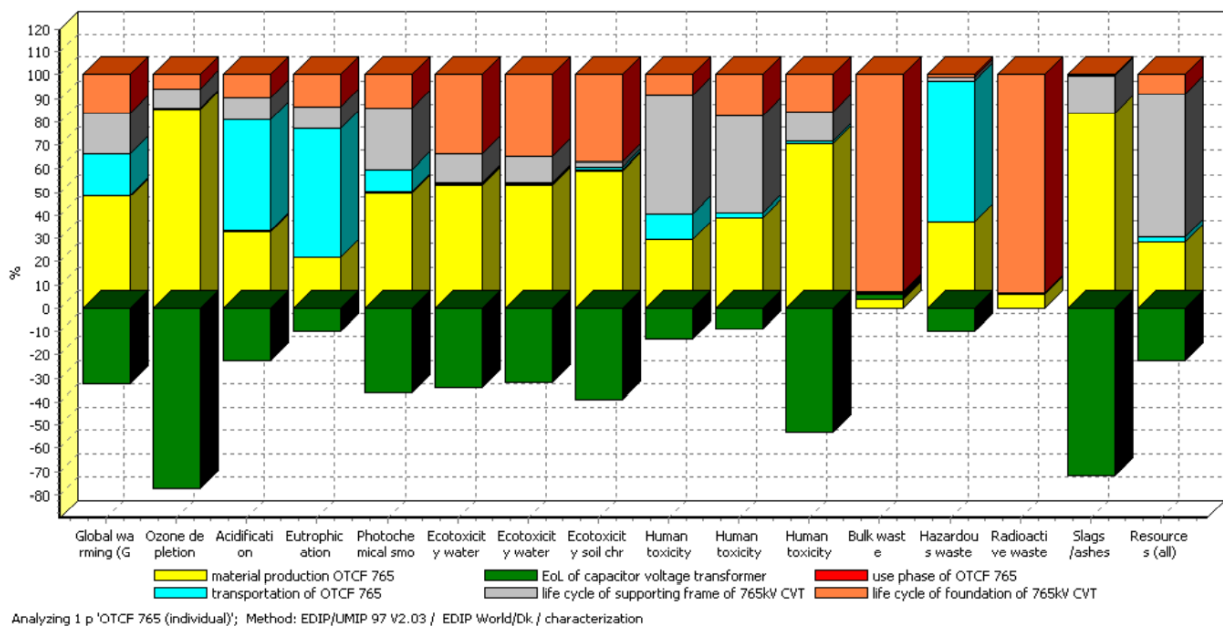
| Materials | Weight (ton) |
|--------------|--------------|
| Steel | 1.27 |
| Zinc coating | 0.017 |

Σχήμα 4.22 Ποσότητες υλικών από τα οποία αποτελείται ο Μ/Σ τάσης OTCF 765 [5]

Κατά τη φάση της λειτουργίας σε έναν χωρητικό Μ/Σ τάσης έχει υπολογιστεί ότι το φορτίο στο δευτερεύον κύκλωμα είναι συνεχιζόμενα 5VA. Το φορτίο, κατά το μεγαλύτερο ποσοστό, έχει ωμική συμπεριφορά έτσι κατά τη διάρκεια της 30 ετών ζωής του οι ενεργειακές απώλειες είναι 1314kWh.

Στο τέλος της ζωής του χωρητικού Μ/Σ τάσης, η πορσελάνη ενταφιάζεται, τα ορυκτέλαια ακολουθούν την ίδια διαδικασία με αυτά των μετασχηματιστών ισχύος, ο χαλκός, το αλουμίνιο και ο χάλυβας ανακυκλώνονται, οι μπάρες οπλισμού στο μετό σκυροδέματος ανακυκλώνονται, και τα υπόλοιπα υλικά ενταφιάζονται. Τα υλικά από χαρτί, τα εποξυδικά υλικά PET, PP και PA6 αποτεφρώνονται [5].

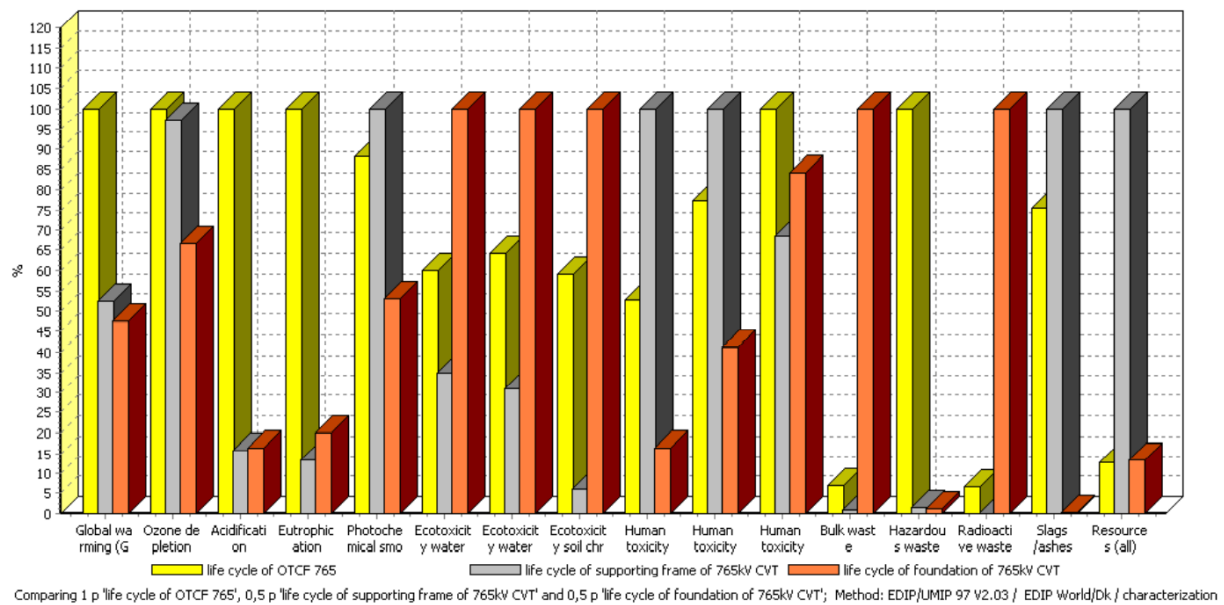
Τα χαρακτηριστικά των αποτελεσμάτων του κύκλου ζωής και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του χωρητικού Μ/Σ τάσης φαίνονται στα σχήματα 4.23, 4.24, 4.25, 4.26.



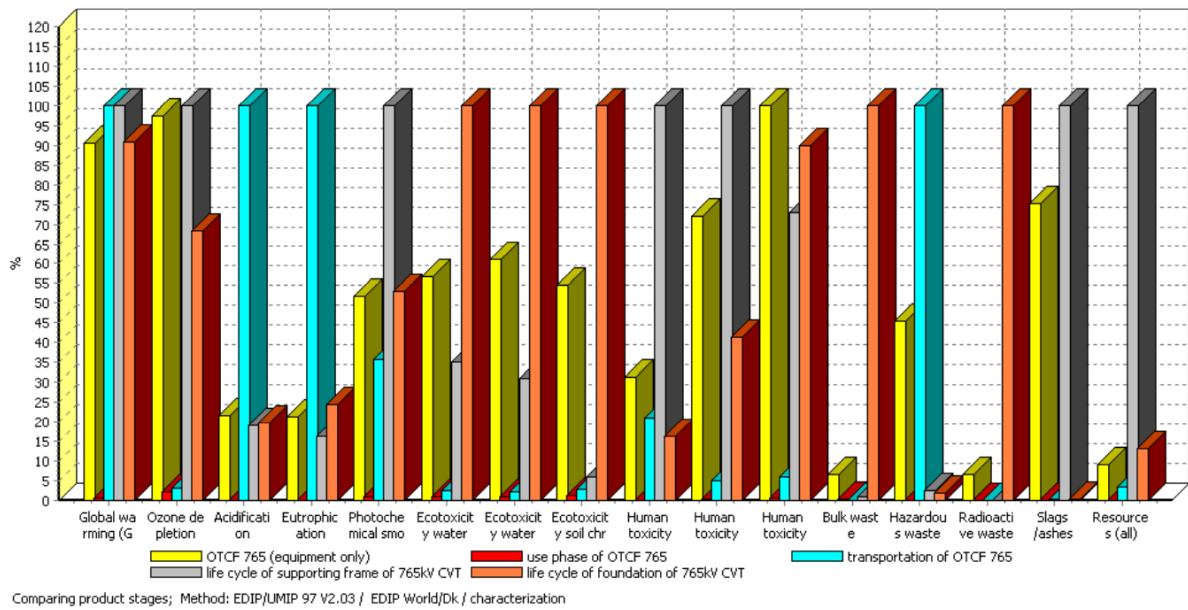
Σχήμα 4.23 Ανάλυση κύκλου ζωής του Μ/Τ τάσης OTCF 765 [5]

| Impact category | Unit | Total | material production OTCF 765 | EoL of capacitor voltage transformer | Use phase of OTCF 765 (for 30 years) | Transportation of OTCF 765 | Life cycle of supporting frame (for 30 years) | Life cycle of foundation of (for 30 years) |
|---------------------------|---------------------|----------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|---|--|
| Global warming (GWP 100) | g CO ₂ | 3.39E+06 | 2.42E+06 | -1.62E+06 | 5.62E+03 | 8.86E+05 | 8.86E+05 | 8.05E+05 |
| Ozone depletion | g CFC ₁₁ | 1.21E-01 | 4.59E-01 | -4.15E-01 | 1.05E-03 | 1.34E-03 | 4.48E-02 | 3.06E-02 |
| Acidification | g SO ₂ | 3.62E+04 | 1.55E+04 | -1.06E+04 | 2.89E+01 | 2.25E+04 | 4.30E+03 | 4.48E+03 |
| Eutrophication | g NO ₃ | 3.36E+04 | 8.16E+03 | -3.75E+03 | 2.91E+01 | 2.07E+04 | 3.36E+03 | 5.05E+03 |
| Photochemical smog | g ethene | 6.80E+02 | 5.34E+02 | -3.88E+02 | 2.26E+00 | 1.01E+02 | 2.82E+02 | 1.49E+02 |
| Ecotoxicity water chronic | m ³ | 4.30E+05 | 3.48E+05 | -2.23E+05 | 2.07E+03 | 5.29E+03 | 7.72E+04 | 2.21E+05 |
| Ecotoxicity water acute | m ³ | 4.26E+04 | 3.34E+04 | -2.01E+04 | 2.09E+02 | 4.88E+02 | 6.74E+03 | 2.18E+04 |
| Ecotoxicity soil chronic | m ³ | 8.00E+03 | 7.76E+03 | -5.10E+03 | 6.72E+01 | 1.42E+02 | 2.89E+02 | 4.85E+03 |
| Human toxicity air | m ³ | 1.23E+09 | 4.17E+08 | -1.88E+08 | 9.70E+05 | 1.54E+08 | 7.30E+08 | 1.20E+08 |
| Human toxicity water | m ³ | 2.12E+04 | 9.02E+03 | -2.02E+03 | 2.82E+01 | 4.77E+02 | 9.71E+03 | 4.01E+03 |
| Human toxicity soil | m ³ | 1.09E+02 | 1.64E+02 | -1.24E+02 | 2.15E-01 | 2.44E+00 | 2.95E+01 | 3.63E+01 |
| Bulk waste | kg | 8.13E+03 | 2.96E+02 | 1.93E+02 | 2.75E+01 | 2.82E+00 | 7.24E+01 | 7.54E+03 |
| Hazardous waste | kg | 4.90E+00 | 2.02E+00 | -5.33E-01 | 0.00E+00 | 3.28E+00 | 7.77E-02 | 5.89E-02 |
| Radioactive waste | kg | 2.52E-02 | 1.52E-03 | 6.28E-05 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 3.70E-19 | 2.36E-02 |
| Slags/ashes | kg | 5.13E+01 | 1.54E+02 | -1.32E+02 | 0.00E+00 | 6.04E-02 | 2.92E+01 | 8.48E-02 |
| Resources (all) | kg | 4.23E-01 | 1.54E-01 | -1.23E-01 | 2.26E-04 | 1.15E-02 | 3.36E-01 | 4.46E-02 |

Σχήμα 4.24 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του Μ/Τ τάσης ΟΤCF 765 [5]



Σχήμα 4.25 Σύγκριση περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε διαφορετικές φάσεις του κύκλου ζωής για τον Μ/Σ τάσης ΟΤCF 765 [5]



Σχήμα 4.26 Σύγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του Μ/Σ τάσης OTCF 765 στον κύκλο ζωής του σε σχέση με το σκελετό στήριξης και τη βάση τους [5]

4.18. Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (LCA) Μετασχηματιστή τάσης (Επαγωγικός)

Εκτός από τους χωρητικούς Μ/Σ τάσης, υπάρχουν επίσης και επαγωγικοί Μ/Σ τάσης. Στους επαγωγικούς Μ/Σ τάσης της εταιρίας Alstom με τύπους OTEF 765 και τάση λειτουργίας 765kV, OTEF 420 με τάση λειτουργίας 420kV και OTEF 245 με τάση λειτουργίας 245 kV, θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση στον κύκλο ζωής τους.

Στα σχήματα 4.28, 4.29 και 4.30 παρουσιάζονται οι λίστες των υλικών των επαγωγικών Μ/Σ τάσης της εταιρίας Alstom με τύπους OTEF 765, OTEF 420 and OTEF 245, αντίστοιχα, καθώς επίσης και τα υλικά των συστημάτων στήριξης του κάθε Μ/Σ.



Σχήμα 4.27 Μ/Σ μετρήσεων τάσεως της εταιρείας Alstom OTEF [5]

| Materials | Weight (kg) | Percentage (%) |
|------------------|-------------|----------------|
| Porcelain | 929 | 32.5 |
| Mineral Oil | 714 | 25 |
| Steel | 682 | 23.9 |
| Aluminium | 200 | 7 |
| Pressboard+paper | 179 | 6.3 |
| Copper | 116 | 4.1 |
| Brass | 17.9 | 0.6 |
| Epoxy resin | 8.9 | 0.3 |
| Others | 10 | 0.4 |
| Total | 2856.8 | 100 |

| Materials | Weight (ton) |
|--------------|--------------|
| Steel | 1.33 |
| Zinc coating | 0.019 |

Σχήμα 4.28 Υλικά Μ/Σ μετρήσεων τάσεως της εταιρείας Alstom OTEF 765 και του συστήματος στήριξης του [5]

| Materials | Weight (kg) | Percentage (%) |
|------------------|-------------|----------------|
| Porcelain | 520 | 32.4 |
| Mineral Oil | 400 | 24.9 |
| Steel | 382 | 23.8 |
| Aluminium | 112 | 7 |
| Pressboard+paper | 100 | 6.2 |
| Copper | 65 | 4.1 |
| Brass | 10 | 0.6 |
| Epoxy resin | 5 | 0.3 |
| Others | 10 | 0.6 |
| Total | 1604 | 100 |

| Materials | Weight (ton) |
|--------------|--------------|
| Steel | 0.84 |
| Zinc coating | 0.012 |

Σχήμα 4.29 Υλικά Μ/Σ μετρήσεων τάσεως της εταιρίας Alstom OTEF 420 και του συστήματος στήριξης του [5]

| Materials | Weight (kg) | Percentage (%) |
|------------------|-------------|----------------|
| Porcelain | 240 | 32.4 |
| Mineral Oil | 184 | 24.9 |
| Steel | 176 | 23.8 |
| Aluminium | 52 | 7 |
| Pressboard+paper | 46 | 6.2 |
| Copper | 30.2 | 4.1 |
| Brass | 4.4 | 0.6 |
| Epoxy resin | 2.2 | 0.3 |
| Others | 5 | 0.7 |
| Total | 740 | 100 |

| Materials | Weight (ton) |
|--------------|--------------|
| Steel | 0.38 |
| Zinc coating | 0.005 |

Σχήμα 4.30 Υλικά Μ/Σ μετρήσεων τάσεως της εταιρίας Alstom OTEF 420 και του συστήματος στήριξης του [5]

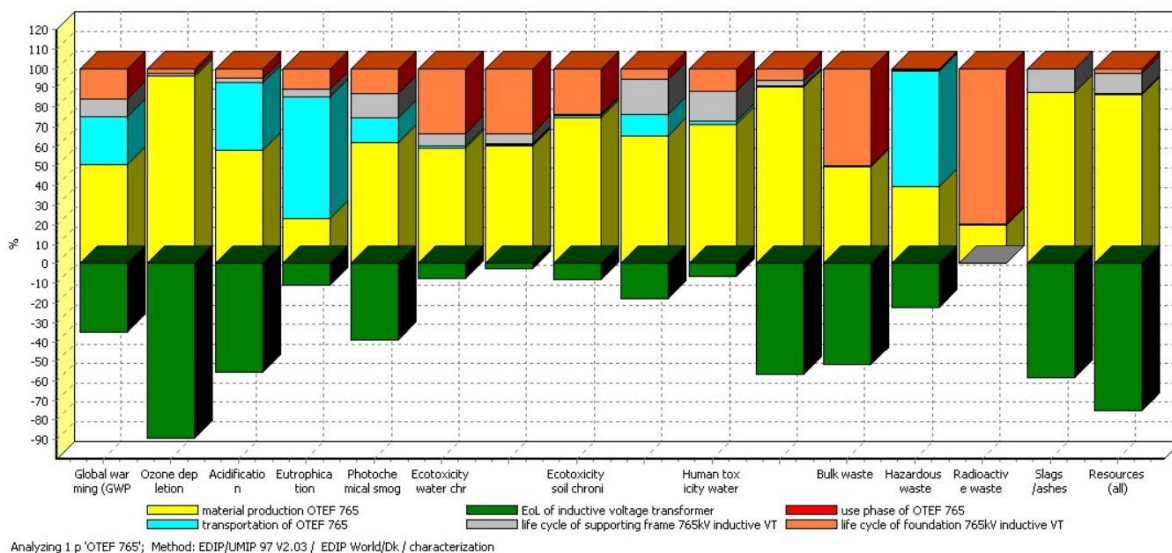
Όλοι οι μετασχηματιστές τάσης κατασκευάζονται στη Γαλλία άρα οι μεταφορές έχουν υπολογιστεί πως είναι 1000km με φορτηγό και 7000km με πλοίο [5].

Κατά την φάση της λειτουργίας, σε έναν Μ/Σ μετρήσεων τάσεως έχει υπολογιστεί ότι το φορτίο στο δευτερεύον κύκλωμα είναι συνεχιζόμενα 4VA στα τρία επίπεδα τάσης 765 kV, 400kV και 230kV. Το φορτίο έχει κατά το μεγαλύτερο ποσοστό ωμική συμπεριφορά, έτσι κατά τη διάρκεια της 30 ετών ζωής του οι ενεργειακές απώλειες είναι 1051kWh.

Στο τέλος της ζωής του Μ/Σ μετρήσεων τάσεως, η πορσελάνη ενταφιάζεται, τα ορυκτέλαια ακολουθούν την ίδια διαδικασία με αυτά των μετασχηματιστών ισχύος, ο μπρούτζος, ο χαλκός, το αλουμίνιο και ο χάλυβας ανακυκλώνονται, οι μπάρες οπλισμού στο μπετό σκυροδέματος ανακυκλώνονται, και τα υπόλοιπα υλικά ενταφιάζονται. Τα υλικά από χαρτί, τα εποξυδικά υλικά PET, PP και PA6 αποτεφρώνονται [5].

Τα χαρακτηριστικά των αποτελεσμάτων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του Μ/Σ ΟΤΕΦ 765 απεικονίζονται γραφικά στο σχήμα 4.31.

Στα σχήματα 4.32, 4.33, 4.34 συγκρίνονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον των Μ/Τ ΟΤΕΦ 765, ΟΤΕΦ 420 ΟΤΕΦ 245 και των συστημάτων στήριξής τους.



Σχήμα 4.31 Ανάλυση κύκλου ζωής του Μ/Σ τάσης ΟΤΕΦ 765 [5]

| Impact category | Unit | Total | Material production OTEF 765 | EoL of OTEF 765 | Use phase of OTEF 765 (30 years) | Transportation of OTEF 765 | Life cycle of supporting frame (30 years) | Life cycle of foundation (30 years) |
|---------------------------|---------------------|----------|------------------------------|-----------------|----------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
| Global warming (GWP 100) | g CO ₂ | 6.90E+06 | 5.38E+06 | -3.66E+06 | 4.50E+03 | 2.55E+06 | 9.30E+05 | 1.70E+06 |
| Ozone depletion | g CFC ₁₁ | 2.83E-01 | 2.59E+00 | -2.43E+00 | 8.40E-04 | 3.85E-03 | 4.70E-02 | 6.46E-02 |
| Acidification | g SO ₂ | 8.35E+04 | 1.08E+05 | -1.04E+05 | 2.31E+01 | 6.49E+04 | 4.54E+03 | 9.46E+03 |
| Eutrophication | g NO ₃ | 8.52E+04 | 2.22E+04 | -1.08E+04 | 2.32E+01 | 5.96E+04 | 3.53E+03 | 1.07E+04 |
| Photochemical smog | g ethene | 1.45E+03 | 1.46E+03 | -9.15E+02 | 1.81E+00 | 2.90E+02 | 2.95E+02 | 3.14E+02 |
| Ecotoxicity water chronic | m ³ | 1.28E+06 | 8.22E+05 | -1.10E+05 | 1.65E+03 | 1.52E+04 | 8.14E+04 | 4.66E+05 |
| Ecotoxicity water acute | m ³ | 1.35E+05 | 8.40E+04 | -4.07E+03 | 1.67E+02 | 1.40E+03 | 7.10E+03 | 4.61E+04 |
| Ecotoxicity soil chronic | m ³ | 3.93E+04 | 3.17E+04 | -3.43E+03 | 5.38E+01 | 4.08E+02 | 3.15E+02 | 1.02E+04 |
| Human toxicity air | m ³ | 3.48E+09 | 2.78E+09 | -7.62E+08 | 7.76E+05 | 4.43E+08 | 7.65E+08 | 2.53E+08 |
| Human toxicity water | m ³ | 6.41E+04 | 4.87E+04 | -4.62E+03 | 2.26E+01 | 1.37E+03 | 1.02E+04 | 8.46E+03 |
| Human toxicity soil | m ³ | 5.12E+02 | 1.07E+03 | -6.77E+02 | 1.72E-01 | 7.01E+00 | 3.10E+01 | 7.66E+01 |
| Bulk waste | kg | 1.54E+04 | 1.60E+04 | -1.66E+04 | 2.20E+01 | 8.12E+00 | 7.64E+01 | 1.59E+04 |
| Hazardous waste | kg | 1.24E+01 | 6.30E+00 | -3.53E+00 | 0.00E+00 | 9.43E+00 | 8.20E-02 | 1.24E-01 |
| Radioactive waste | kg | 6.25E-02 | 1.26E-02 | 1.85E-04 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | -3.56E-18 | 4.98E-02 |
| Slags/ashes | kg | 1.00E+02 | 2.11E+02 | -1.42E+02 | 0.00E+00 | 1.74E-01 | 3.06E+01 | 1.79E-01 |
| Resources (all) | kg | 8.87E-01 | 3.09E+00 | -2.70E+00 | 1.81E-04 | 3.32E-02 | 3.71E-01 | 9.41E-02 |

Σχήμα 4.32 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του Μ/Τ τάσης ΟΤΕΦ 765 [5]

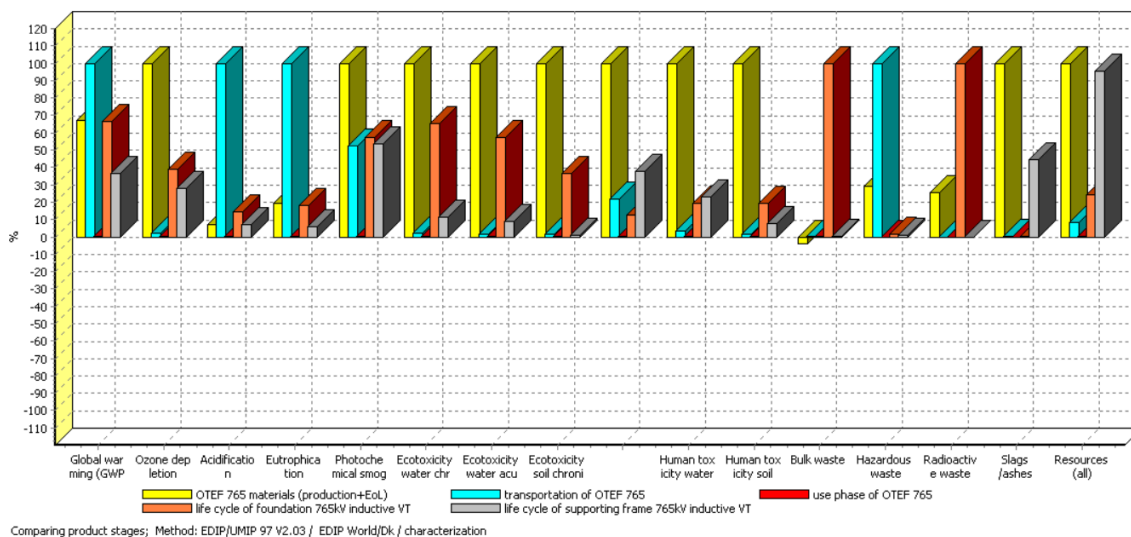
| Impact category | Unit | Total | Material production OTEF 420 | EoL of OTEF 420 | Use phase of OTEF 420 (30 years) | Transportation of OTEF 420 | Life cycle of supporting frame (30 years) | Life cycle of foundation (30 years) |
|---------------------------|---------------------|----------|------------------------------|-----------------|----------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
| Global warming (GWP 100) | g CO ₂ | 3.96E+06 | 3.01E+06 | -2.05E+06 | 4.50E+03 | 1.43E+06 | 5.87E+05 | 9.76E+05 |
| Ozone depletion | g CFC ₁₁ | 1.63E-01 | 1.45E+00 | -1.36E+00 | 8.40E-04 | 2.16E-03 | 2.97E-02 | 3.71E-02 |
| Acidification | g SO ₂ | 4.73E+04 | 6.07E+04 | -5.81E+04 | 2.31E+01 | 3.64E+04 | 2.85E+03 | 5.43E+03 |
| Eutrophication | g NO ₃ | 4.82E+04 | 1.24E+04 | -6.06E+03 | 2.32E+01 | 3.35E+04 | 2.22E+03 | 6.12E+03 |
| Photochemical smog | g ethene | 8.39E+02 | 8.20E+02 | -5.12E+02 | 1.81E+00 | 1.63E+02 | 1.86E+02 | 1.81E+02 |
| Ecotoxicity water chronic | m ³ | 7.27E+05 | 4.60E+05 | -6.21E+04 | 1.65E+03 | 8.56E+03 | 5.12E+04 | 2.67E+05 |
| Ecotoxicity water acute | m ³ | 7.66E+04 | 4.70E+04 | -2.31E+03 | 1.67E+02 | 7.88E+02 | 4.47E+03 | 2.65E+04 |
| Ecotoxicity soil chronic | m ³ | 2.21E+04 | 1.77E+04 | -1.93E+03 | 5.38E+01 | 2.29E+02 | 1.95E+02 | 5.88E+03 |
| Human toxicity air | m ³ | 2.01E+09 | 1.55E+09 | -4.27E+08 | 7.76E+05 | 2.49E+08 | 4.83E+08 | 1.45E+08 |
| Human toxicity water | m ³ | 3.67E+04 | 2.72E+04 | -2.61E+03 | 2.26E+01 | 7.70E+02 | 6.42E+03 | 4.86E+03 |
| Human toxicity soil | m ³ | 2.90E+02 | 6.01E+02 | -3.79E+02 | 1.72E-01 | 3.94E+00 | 1.96E+01 | 4.40E+01 |
| Bulk waste | kg | 8.87E+03 | 8.94E+03 | -9.28E+03 | 2.20E+01 | 4.56E+00 | 4.80E+01 | 9.14E+03 |
| Hazardous waste | kg | 6.97E+00 | 3.53E+00 | -1.98E+00 | 0.00E+00 | 5.30E+00 | 5.16E-02 | 7.14E-02 |
| Radioactive waste | kg | 3.57E-02 | 7.02E-03 | 1.04E-04 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | -1.98E-18 | 2.86E-02 |
| Slags/ashes | kg | 5.83E+01 | 1.18E+02 | -7.94E+01 | 0.00E+00 | 9.76E-02 | 1.93E+01 | 1.03E-01 |
| Resources (all) | kg | 5.18E-01 | 1.73E+00 | -1.51E+00 | 1.81E-04 | 1.87E-02 | 2.28E-01 | 5.41E-02 |

Σχήμα 4.33 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του M/T τάσης OTEF 420 [5]

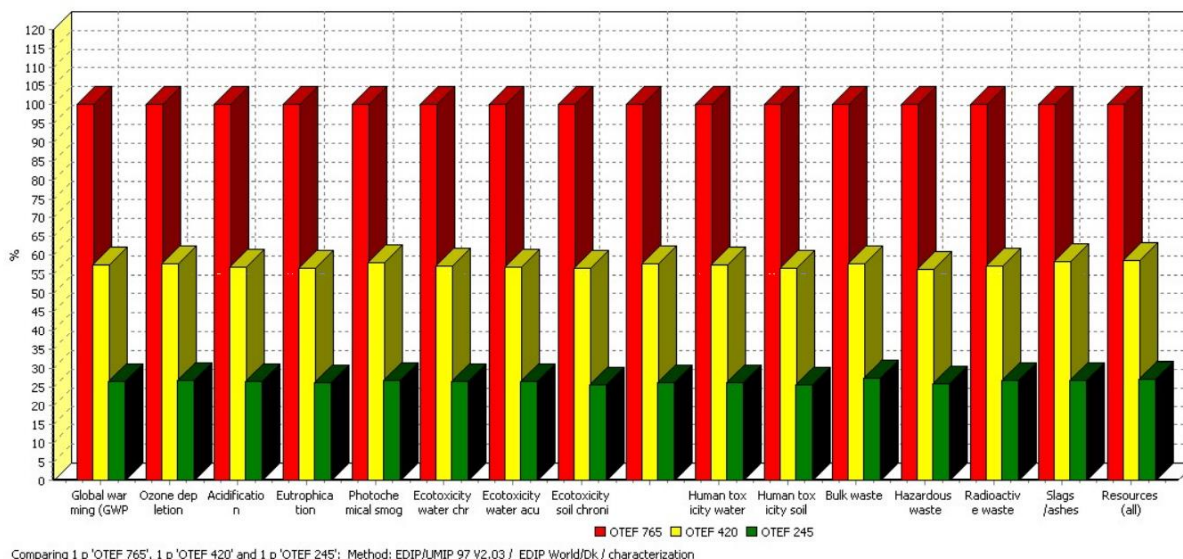
| Impact category | Unit | Total | Material production OTEF 245 | EoL | Use phase of OTEF 245 (30 years) | Transportation of OTEF 245 | Life cycle of supporting frame (30 years) | Life cycle of foundation (30 years) |
|---------------------------|---------------------|----------|------------------------------|-----------|----------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
| Global warming (GWP 100) | g CO ₂ | 1.83E+06 | 1.39E+06 | -9.51E+05 | 4.50E+03 | 6.61E+05 | 2.66E+05 | 4.57E+05 |
| Ozone depletion | g CFC ₁₁ | 7.57E-02 | 6.69E-01 | -6.26E-01 | 8.40E-04 | 9.96E-04 | 1.34E-02 | 1.74E-02 |
| Acidification | g SO ₂ | 2.20E+04 | 2.82E+04 | -2.68E+04 | 2.31E+01 | 1.68E+04 | 1.30E+03 | 2.54E+03 |
| Eutrophication | g NO ₃ | 2.23E+04 | 5.73E+03 | -2.80E+03 | 2.32E+01 | 1.54E+04 | 1.01E+03 | 2.87E+03 |
| Photochemical smog | g ethene | 3.87E+02 | 3.78E+02 | -2.37E+02 | 1.81E+00 | 7.51E+01 | 8.44E+01 | 8.46E+01 |
| Ecotoxicity water chronic | m ³ | 3.36E+05 | 2.12E+05 | -2.94E+04 | 1.65E+03 | 3.95E+03 | 2.33E+04 | 1.25E+05 |
| Ecotoxicity water acute | m ³ | 3.54E+04 | 2.16E+04 | -1.14E+03 | 1.67E+02 | 3.64E+02 | 2.03E+03 | 1.24E+04 |
| Ecotoxicity soil chronic | m ³ | 1.01E+04 | 7.97E+03 | -9.06E+02 | 5.38E+01 | 1.06E+02 | 9.11E+01 | 2.75E+03 |
| Human toxicity air | m ³ | 9.10E+08 | 7.04E+08 | -1.97E+08 | 7.76E+05 | 1.15E+08 | 2.19E+08 | 6.81E+07 |
| Human toxicity water | m ³ | 1.67E+04 | 1.24E+04 | -1.22E+03 | 2.26E+01 | 3.55E+02 | 2.91E+03 | 2.28E+03 |
| Human toxicity soil | m ³ | 1.31E+02 | 2.74E+02 | -1.74E+02 | 1.72E-01 | 1.82E+00 | 8.88E+00 | 2.06E+01 |
| Bulk waste | kg | 4.20E+03 | 4.15E+03 | -4.28E+03 | 2.20E+01 | 2.10E+00 | 2.19E+01 | 4.28E+03 |
| Hazardous waste | kg | 3.21E+00 | 1.62E+00 | -9.11E-01 | 0.00E+00 | 2.44E+00 | 2.35E-02 | 3.35E-02 |
| Radioactive waste | kg | 1.67E-02 | 3.21E-03 | 4.77E-05 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | -4.97E-20 | 1.34E-02 |
| Slags/ashes | kg | 2.67E+01 | 5.48E+01 | -3.70E+01 | 0.00E+00 | 4.50E-02 | 8.74E+00 | 4.81E-02 |
| Resources (all) | kg | 2.39E-01 | 7.96E-01 | -6.98E-01 | 1.81E-04 | 8.61E-03 | 1.08E-01 | 2.53E-02 |

Σχήμα 4.34 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του M/T τάσης OTEF 420 [5]

Στο σχήμα 4.35 παρουσιάζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε όλο τον κύκλο ζωής για τον M/Σ τάσεως OTEF 765, ενώ στο σχήμα 4.36 συγκρίνονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον των M/T OTEF 765, OTEF 420 OTEF 245 και των συστημάτων στήριξης τους [5].



Σχήμα 4.35 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις στα διάφορα στάδια της Ζωής του Μ/Σ OTEF 765 [5]



Σχήμα 4.36 Σύγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για τους Μ/Σ OTEF 765, OTEF 420 και OTEF 24 [5]

4.19. ECO design-M/T οργάνων

Στις προηγούμενες παραγράφους αναλύθηκαν οι κύκλοι ζωής δύο κατασκευαστών μετασχηματιστών οργάνων υποσταθμών υψηλών τάσεων. Διαπιστώθηκε ότι και οι δυο κατασκευαστές, από την ανάλυση του κύκλου ζωής που αναφέρουν για τα προϊόντα τους, ο καθένας ακολουθεί μια δικιά του πολιτική στη διαχείριση των προϊόντων του, σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους. Σε πολλά σημεία υπάρχουν ομοιότητες αλλά σε κάποια άλλα διαφορές.

Και οι δύο διαχειρίζονται υλικά που έχουν τοξικές και επικίνδυνες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επίσης ανακυκλώνουν υλικά πολύτιμα με αποτέλεσμα να εξοικονομούν ενεργειακούς και φυσικούς πόρους.

Για να σημειώνονται λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, θα πρέπει να εντάξουμε τους Μ/Σ οργάνων στην οικολογική σχεδίαση προϊόντων (ECO-design), γιατί με αυτό τον τρόπο θα δημιουργηθούν κοινοί κανόνες σε όλους τους κατασκευαστές, δημιουργώντας ένα κλίμα υγιούς ανταγωνισμού.

Μια καλή αρχή θα ήταν να ξεκινήσει αρχικά η ένταξη των Μ/Σ οργάνων υποσταθμών υψηλών τάσεων που έχουν τις μεγαλύτερες ποσότητες υλικών και τις περισσότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον και την ενέργεια, λόγω των μεγάλων διαστάσεών τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ (ΑΔΜΗΕ)

5.1. Σύντομη περιγραφή του δικτύου μεταφοράς της Ελλάδος. (ΑΔΜΗΕ)

Στο σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδος, είναι διασυνδεδεμένο το ηπειρωτικό κομμάτι της χώρας και από τα νησιά αυτά που έχουν υποθαλάσσια σύνδεση με την κεντρική Ελλάδα στα επίπεδα υψηλής τάσης (150KV και 66KV) και υπερυψηλής τάσης (400KV). Η Πρωτεύουσα καλύπτει τις ανάγκες της από την ανάπτυξη ενός ακτινικού δικτύου υπόγειων καλωδίων υψηλής τάσης το οποίο συντηρείται από τον διαχειριστή του δικτύου. Το δίκτυο υψηλής τάσης της πρωτεύουσας παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και το σχεδιασμό του συστήματος για το λόγο αυτό στην ακόλουθη περιγραφή αναφέρονται οι υποσταθμοί (ΥΤ/ΜΤ), τα Κέντρα Διανομής (Κ/Δ) και οι συνδέσεις με το Σύστημα.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται μια σύντομη περιγραφή των σημαντικότερων παραμέτρων του υπάρχοντος συστήματος μεταφοράς της χώρας αναφέροντας τον εξοπλισμό του καταγράφοντας πληροφορίες για τους Υποσταθμούς ΥΤ/ΜΤ, ΚΥΤ και τις Γραμμές Μεταφοράς [11].

5.2. Υποσταθμοί 150KV - ΜΤ

Σε αυτή την παράγραφο γίνεται αναφορά στους υποσταθμούς 150kV στη Μ.Τ. Έως το τέλος του 2016 στο σύστημα υπήρχαν διασυνδεδεμένοι [11]:

- 203 Υποσταθμοί 150KV /ΜΤ που καλύπτουν τις ενεργειακές απαιτήσεις των καταναλωτών του Δικτύου Διανομής, εκ των οποίων
- 188 βρίσκονται στο πεδίο ευθύνης και διαχείριση του ΑΔΜΗΕ. Στους ανωτέρω συμπεριλαμβάνονται και Μ/Σ ανύψωσης (16 συμβατικών σταθμών παραγωγής και 6 σταθμών ΑΠΕ), καθώς και 14 Υ/Σ οι οποίοι έχουν συνδεθεί στο δίκτυο τάσης 150KV των υποσταθμών (ΚΥΤ).
- 15 καλύπτουν τις ανάγκες του Δικτύου Διανομής στην Αττική βρίσκονται στο πεδίο ευθύνης και διαχείριση του ΔΕΔΔΗΕ.
- 16 Υ/Σ μετασχηματίζουν την τάση από υψηλή 150KV σε ΜΤ για τις ανάγκες της ΔΕΗ Α.Ε. εκ των οποίων
- 4 Υ/Σ χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία των Ορυχείων. Για την ενεργειακή επάρκεια των ορυχείων χρησιμοποιείται και ο Υ/Σ Πτολεμαΐδα Ι, ο οποίος παράλληλα εξυπηρετεί και ενεργειακές ανάγκες της διανομής.
- Το Αντλιοστάσιο του Πολυφύτου καλύπτεται ενεργειακά από ένα Υ/Σ και υποστηρίζει τον ΥΗΣ Πολυφύτου.

Στους πιο πάνω Υ/Σ συμπεριλαμβάνονται οι έντεκα Υ/Σ όπου μετασχηματίζουν την τάση από υψηλή 150KV σε ΜΤ και υποστηρίζουν βοηθητικά φορτία θερμοηλεκτρικών και υδροηλεκτρικών σταθμών παραγωγής της ΔΕΗ Α.Ε. που είναι συνδεδεμένοι σε Υ/Σ και ΚΥΤ πλησίον αντιστοίχων παραγωγής [11].

- 58 Υ/Σ για την απορρόφηση της παραγόμενης ισχύος από ΑΠΕ, ενώ οι Υ/Σ Καρύστου, Λιβαδίου, Αργυρού, Λούρου, Σερρών, Σκάλας και Πύλου που ανήκουν στο ανωτέρω συνολικό αριθμό των Υ/Σ, εξυπηρετούν ταυτόχρονα και φορτία Διανομής (συμπεριλαμβάνονται στους παραπάνω 203 Υ/Σ υποβιβασμού).

Σε Σταθμούς Παραγωγής της ΔΕΗ Α.Ε. με Υ/Σ ανύψωσης Μ.Τ./150KV, συμπεριλαμβάνονται [11]:

- 7 Θερμοηλεκτρικοί Σταθμοί.
- 16 Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (συμπεριλαμβανομένου ο Υ/Σ του ΥΗΣ Ιλαρίωνα, που έχει τεθεί σε δοκιμαστική λειτουργία).
- 3 Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (συμπεριλαμβάνονται στους προαναφερόμενους 58 Υ/Σ ΑΠΕ).
- 3 Υ/Σ ανύψωσης σε θερμικούς Σταθμούς Παραγωγής ανεξαρτήτων Παραγωγών. Οι ανωτέρω σταθμοί παραγωγής μετασχηματίζουν την Μ.Τ. σε υψηλή τάση 150KV με τη χρήση κατάλληλου Μ/Σ.
- 38 Υ/Σ μετατρέπουν την υψηλή τάση 150KV σε Μ.Τ. και υποστηρίζουν τις υποδομές Πελατών Υ.Τ., οι Υ/Σ Αλουμινίου και ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ καλύπτουν παράλληλα και τη σύνδεση σταθμών παραγωγής (ο μεν πρώτος συμπεριλαμβάνεται στους προαναφερόμενους 3 Υ/Σ ανυψώσεως συμβατικών σταθμών παραγωγής, ο δεύτερος συμπεριλαμβάνεται στους 58 Υ/Σ ΑΠΕ).

5.3. Κέντρα Υπερυψηλής Τάσεως (ΚΥΤ)

Στα Κέντρα Υπερυψηλής Τάσεως (ΚΥΤ) συνδέονται τα Συστήματα υψηλών τάσεων 400 kV και 150 kV, και υποστηρίζουν τις ανάγκες απομάστευσης ισχύος προς το Σύστημα 150 kV. Πρόκειται για Κέντρα Υπερυψηλής Τάσεως (ΚΥΤ) που αποτελούνται από αυτομετασχηματιστές (Α/Σ) ένα ή και περισσότερους, οι οποίοι κατασκευαστικά έχουν τρία τυλίγματα 400kV/150kV/30kV. Επιπροσθέτως 11ΚΥΤ επιπλέον από τους προαναφερόμενους 14, είναι τοποθετημένα κοντά των ομώνυμων σταθμών παραγωγής, και ταυτοχρόνως υποστηρίζουν ή και μεμονωμένα τον μετασχηματισμό ανύψωσης τάσης προς το Σύστημα 400kV από τις μονάδες παραγωγής [11].

5.4. Γραμμές Μεταφοράς (Γ.Μ.)

Το εγχώριο Σύστημα Μεταφοράς υποστηρίζεται από Γ.Μ. υψηλής τάσης 66kV και 150 kV και υπερυψηλής τάσης 400 kV. Οι εν λόγω Γ.Μ. έχουν διάφορα είδη και τύπους, και εκτείνονται σε συνολικό μήκος όπως φαίνεται στον πίνακα του σχήματος 5.1 που ακολουθεί.

Για την ασφαλή μεταφορά ενέργειας στο οικιστικό ιστό της πρωτεύουσας χρησιμοποιείται υπόγειο δίκτυο Γ.Μ. σε συνολικό μήκος 200 km και με επίπεδο υψηλής τάσης 150 kV και συμπεριλαμβάνεται στο Δίκτυο υψηλής τάσης 150 kV [11].

| ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ (kV) | ΕΙΔΟΣ Γ.Μ. | ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (km) |
|---------------------------|-------------------|----------------------------|
| 66 | Εναέριες | 39 |
| | Υποβρύχιες | 15 |
| 150 | Εναέριες | 8157 |
| | Υπόγειες | 161 |
| | Υποβρύχιες | 244 |
| 400 | Εναέριες | 2756 |
| | Υπόγειες | 31 |
| | Εναέριες Σ.Ρ. | 107 |
| | Υποβρύχιες Σ.Ρ. | 160 ⁷ |

Σχήμα 5.1 Συνολικό μήκος γραμμών μεταφοράς υψηλής και υπερυψηλής τάσης με στοιχεία του έτους 2016 [11]

5.5. Συσκευές Αντιστάθμισης Άεργου Ισχύος

Ένα από τα σημαντικά θέματα που πρέπει να αντιμετωπιστεί στα συστήματα μεταφοράς είναι η αντιστάθμιση της άεργου ισχύος. Για να πετύχουμε την ελαχιστοποίηση των άεργων φορτίων χρησιμοποιείται κατάλληλος εξοπλισμός χωρητικών και επαγωγικών συσκευών (πυκνωτών-πηνίων). Ειδικότερα , για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα στους υποσταθμούς 150 kV/ΜΤ τοπικά τοποθετούνται πυκνωτές στα σημεία των ζυγών Μ.Τ. όπου η συστοιχία των πυκνωτών προσεγγίζει τα 4150 MVar. Επίσης , τοποθετείται εξοπλισμός πυκνωτών σε υποσταθμούς και κέντρα υψηλής τάση σε σημεία του συστήματος 150 kV, με ισχύ 450 MVar,. Επιπρόσθετα, οι τεχνικές υπηρεσίες του διαχειριστή (ΑΔΜΗΕ) έχουν τοποθετήσει αυτόματο εξοπλισμό σύνδεσης και αποσύνδεσης των πυκνωτών σε βαθμίδες (3x4 MVar) σε Υ/Σ Μ.Τ. και Υ.Τ. με πολύ μεγάλη επιτυχία στη αποτελεσματικότητά του στο σύστημα [11].

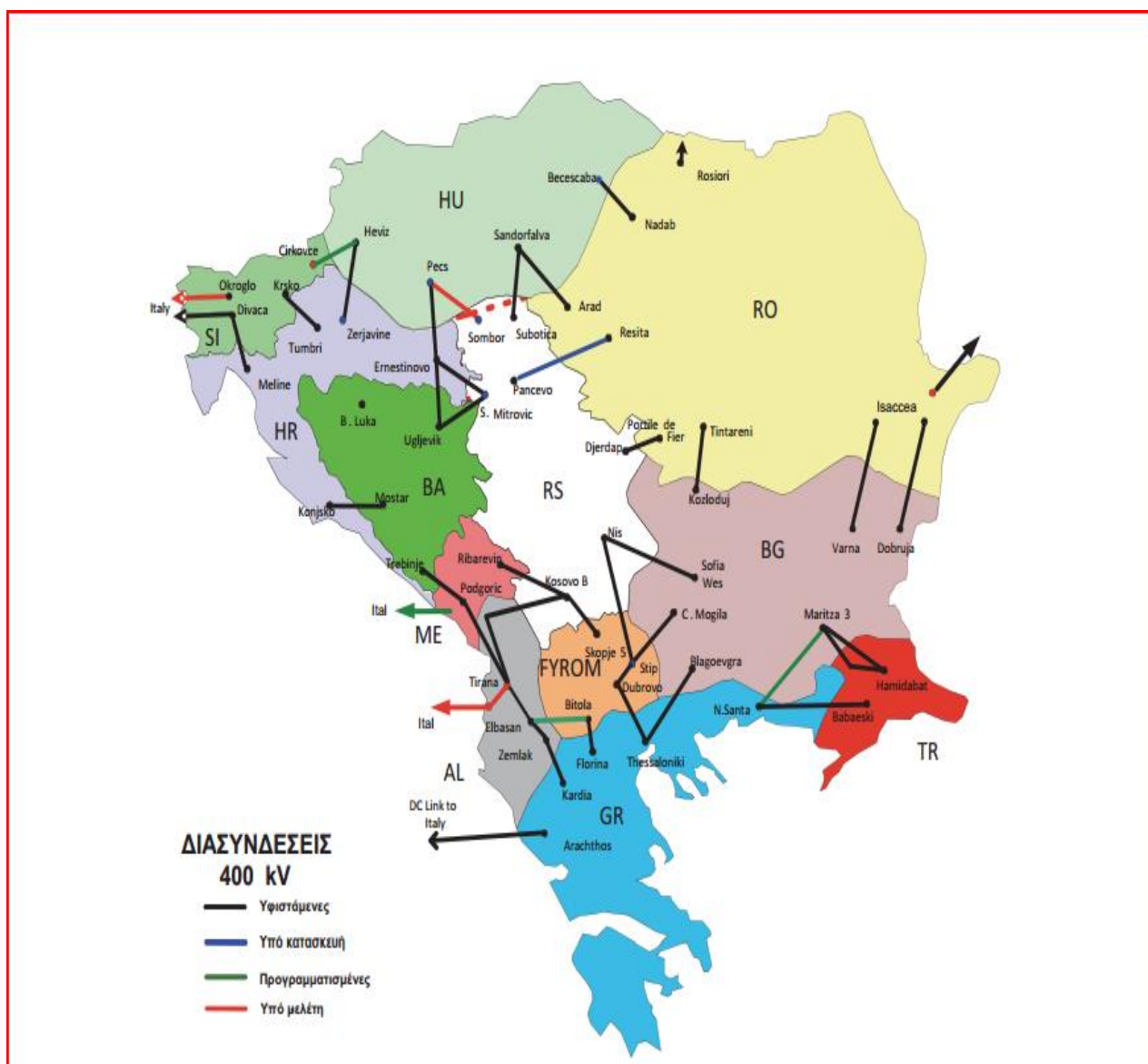
Τέλος για την ισορρόπηση και τη σταθεροποίηση των υψηλών τάσεων τις χρονικές περιόδους της ημέρας με χαμηλή ζήτηση τοποθετούνται πηνία στους υποσταθμούς 150kV/Μ.Τ από την μεριά της υψηλής τάσης 150kV, σε αυτούς όπου ενώνονται με υποβρύχια καλώδια, καθώς και στο τριτεύον τύλιγμα στη πλευρά της τάσης 30 kV στους Α/Σ των ΚΥΤ [11].

5.6. Διεθνείς Διασυνδέσεις

Το Ελληνικό σύστημα λειτουργεί, από τον Οκτώβριο του 2004, συμβατά συνδεδεμένο με το Ευρωπαϊκό Σύστημα με τον έλεγχο του οργανισμού ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity), που είναι σε ζήτηματα λειτουργίας και επέκτασης του συστήματος από τον Ιούνιο του 2009,είναι η διάδοχη κατάσταση της UCTE. Η συμβατή σύνδεση του Ελληνικού συστήματος με το Ευρωπαϊκό, γίνεται με τη χρήση διασυνδεδετικών Γ.Μ υπερυψηλής τάσης 400 kV κυρίως, με τα αντίστοιχα συστήματα των γειτονικών χωρών της Αλβανίας, της Βουλγαρίας, της ΠΓΔΜ (FYROM) και της Τουρκίας.

Επιπροσθέτως, το σύστημα της Ελλάδος μέσω υποβρύχιας ΓΜ συνεχούς ρεύματος συνδέεται ασύγχρονα με την Ιταλία [11].

Στο ακόλουθο σχήμα 5.2 απεικονίζονται οι προαναφερόμενες διασυνδέσεις των κρατών με την Ελλάδα, όπου διαχωρίζονται με διαφορετικούς χρωματισμούς οι υφιστάμενες διασυνδέσεις από τις μελλοντικές κατασκευές διασυνδέσεων. [11].



Σχήμα 5.2 Υπάρχουσες διασυνδέσεις της Ελλάδας με τις γείτονες χώρες [11]

5.7. Έργα ανάπτυξης του συστήματος ΑΔΜΗΕ

Τα έργα ανάπτυξης του Συστήματος έχουν πρωταρχικό μέλημά τους, την εξασφάλιση στους καταναλωτές, της ποιοτικής και απρόσκοπτης τροφοδοσίας με ηλεκτρική ενέργεια. Για το λόγο αυτό, γίνεται ιδιαίτερη έμφαση τόσο στη δημιουργία νέων υποδομών όσο και στην αναβάθμιση των υφισταμένων. Ιδιαίτερη σημασία δίδεται σε νέα έργα επέκτασης του δικτύου των 400kV, ενώ παράλληλα κατασκευάζονται κάποια νέα έργα ιδιαίτερης σημασίας στο σύστημα των 150kV [11].

Ο προγραμματισμός και η οριστικοποίηση της υλοποίησης των διαφόρων έργων ανάπτυξης του συστήματος, εξαρτάται από τις απαιτήσεις μεταφοράς ενέργειας και ισχύος από το Σύστημα Μεταφοράς για την εξυπηρέτηση των φορτίων [11].

Επιπλέον, εκτός από τα απαραίτητα νέα έργα του συστήματος, γίνονται νέα έργα για να αναβαθμίσουν τις υπάρχουσες υποδομές των Υ/Σ, και να βελτιώσουν το υπάρχον δίκτυο Γ.Μ., με απώτερο σκοπό την αξιοπιστία και αναβάθμιση της λειτουργικότητας του συστήματος. Επιπροσθέτως, σε αρκετούς Υ/Σ οργανώνεται και υλοποιείται η εγκατάσταση των αυτόματων διακοπών (που συνδέονται στο σύστημα μέσω αποζευκτών) και αναβαθμίζονται τα ελάχιστα έμβολα τεχνητού σφάλματος, με διακόπτες ισχύος. Συγχρόνως αντικαθίστανται οι Γ.Μ. ελαφρού τύπου (E) σε Γ.Μ. διπλού κυκλώματος βαρέως τύπου (2B), αυξάνοντας την δυνατότητα μεταφοράς ισχύος σε αυτές, ενώ μειώνονται οι ακτινικές ΓΜ τροφοδοτήσεων, γιατί γίνονται συνεχόμενες προσπάθειες στο σχεδιασμό και στη κατασκευή ΓΜ για να δημιουργούνται γραμμές με κλειστούς βρόχους. [11].

Σημαντικό ρόλο στην αναβάθμιση του συστήματος είναι, η υλοποίηση σημαντικών νέων ΚΥΤ, όπως αυτά της Ν. Σάντα, του Λαγκαδάς, του Αλιβερίου και της Μεγαλόπολης τα οποία έχουν σχεδόν ή πλήρως κατασκευαστεί κατά τα τελευταία χρόνια [11].

Για την ασφαλή λειτουργία του συστήματος είναι απαραίτητο να αναπτυχτεί το δίκτυο 400kV, όπου είναι ο κορμός του συστήματος, και η επέκτασή του πρέπει να είναι πρωταρχικού σχεδιασμού για τη διασφάλιση της λειτουργικότητάς του.

Στο Δεκαετές Πρόγραμμα Ανάπτυξης, περιγράφει την υλοποίηση νέων έργων 400kV, τα πιο σημαντικά είναι [11]:

- Η επέκταση του συστήματος 400kV προς τη Θράκη.
- Η επέκταση του συστήματος 400kV προς τη Πελοπόννησο.
- Η ολοκλήρωση της κατασκευής νέων ΚΥΤ που θα επιτρέψουν την ασφαλέστερη και πιο αξιόπιστη τροφοδότηση των καταναλωτών ευρύτερων περιοχών.

5.8. Απολογισμός ΔΠΑ 2017-2026

Κατά τη σύντομη περίοδο που μεσολάβησε από την κατάρτιση του προηγούμενου ΔΠΑ 2017-2026 μέχρι σήμερα, ορισμένα σημαντικά έργα, που περιλαμβάνονται στο εν λόγω ΔΠΑ, ολοκληρώθηκαν (ηλεκτρίστηκαν) ή παρουσίασαν σημαντική πρόοδο κατασκευής και βρίσκονται στο τελικό στάδιο υλοποίησης και είναι τα ακόλουθα [11]:

- Ολοκλήρωσης της νέας Γ.Μ. 400kV από το ΚΥΤ Λαγκαδά στο ΚΥΤ Φιλίππων.
- Ολοκλήρωση της πρώτης Γ.Μ. για τη διασύνδεση του ΚΥΤ Νέας Σάντας με το σύστημα των 150kV.
- Αναβάθμιση στο βρόχο 150kV του Έβρου.
- Έργα ενίσχυσης σε υφιστάμενους Υ/Σ (Μουδανιά, Ορυχείο Καρδιάς, Λήτη, Καρύστου και Λιβαδίου)
- Έργα ενίσχυσης σε υφιστάμενα ΚΥΤ (Θεσσαλονίκης, Καρδιάς και Λάρισας)
- Έργα επέκτασης για σύνδεση νέων χρηστών (ΑΠΕ) (Νήσος Αγ. Γεώργιος, Αγιωργίτικο, Δρυόπη, Κόριτσα, Νεστάνη)

5.9. Έργα ανάπτυξης συστήματος πρώτης τριετίας έως το 2020

Στη συνέχεια, αναφέρονται συνοπτικά τα έργα που ο ΑΔΜΗΕ εκτιμά ότι η κατασκευή θα ολοκληρωθεί, ή θα ξεκινήσει μέχρι το τέλος του 2020 [11]:

- ΚΥΤ Λαγκαδά και έργα σύνδεσης με το σύστημα.
- Ολοκλήρωση του ΚΥΤ Νέα Σάντα και σύνδεσης με το σύστημα.
- Επέκταση συστήματος 400kV προς Πελοπόννησο.
- Ανάπτυξη νέων Γ.Μ. 150kV για την εκμετάλλευση της ενεργειακής παραγωγής των αιολικών πάρκων της Εύβοιας.
- Υπογειοποιήσεις κυκλωμάτων 150kV στην περιοχή Θεσσαλονίκης.
- Αναβαθμίσεις κυκλωμάτων 150kV στη περιοχή Ακτίου.
- Έργα ενίσχυσης του συστήματος 150kV στην περιοχή Πατρών.
- Αναβάθμιση υφιστάμενης σύνδεσης 150kV Μεγαλόπολης-Καλαμάτας.
- Πρώτο στάδιο έργων ενίσχυσης και επέκτασης συστήματος 150kV στην Περιοχή Κατερίνης.
- Αναβάθμιση του βρόχου 150kV στον Έβρο.
- Έργα σε υφιστάμενους Υ/Σ και ΚΥΤ του συστήματος στην πλευρά 150kV
- Ενίσχυση υφιστάμενων ΚΥΤ.
- Εκσυγχρονισμός των Κέντρων Ελέγχου Ενέργειας.
- Εκσυγχρονισμός Συστήματος Ελέγχου Ενέργειας.
- Προβολικά Συστήματα και εκσυγχρονισμός των αιθουσών ελέγχου των Κέντρων Ελέγχου Ενέργειας.
- Αντικατάσταση εξοπλισμού κλιματισμού των κέντρων Ελέγχου Ενέργειας.
- Αναβάθμιση Συστήματος Διαχείρισης Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (MMS) και Σύστημα Αγοράς Εξισορρόπησης Ηλεκτρικής Ενέργειας (Balancing market).
- Εγκατάσταση νέων μονάδων μέτρησης φασιθετών (PMUs)
- Αναδιατάξεις συστήματος που σχετίζονται με την επέκταση των ορυχείων Πτολεμαΐδας.
- Αναβάθμιση του βρόχου Αργολίδας.
- Διασύνδεση Κυκλάδων.
- Αναβάθμιση κυκλωμάτων 150kV στη περιοχή Καβάλας.

- Αποκατάσταση δεύτερης τροφοδοσίας του Υ/Σ Κέρκυρας Ι.
- Αντικατάσταση υπογείων καλωδίων μεταξύ των Υ/Σ Ν. Ελβετίας-Μ. Μπότσαρη-Δόξα.
- Διασύνδεση Κρήτης με το Ηπειρωτικό Σύστημα.
 - Φάση Ι Διασύνδεση Ε.Ρ. 150kV ονομαστικής ικανότητας 2x200 MVA Κρήτη-Πελοπόννησος.
 - Φάση ΙΙ Διασύνδεση Σ.Ρ. ονομαστικής ικανότητας 2x350MW Κρήτη-Αττική
- Ενίσχυση τροφοδοσίας Β. Σποράδων και Ανατολικής Μαγνησίας.
- ΚΥΤ Κορίνθου και δεύτερη σύνδεση του ΚΥΤ Μεγαλόπολης με το Σύστημα 400kV.
- Αναδιάρθρωση Γ.Μ. για την ένταξη του ΚΥΤ Κορίνθου.
- Βρόχος 150kV Μεσοχώρα-Συκιά-ΚΥΤ Αράχθου.
- Έργα ενίσχυσης του συστήματος στη Χαλκιδική.
- Αναβάθμιση της σύνδεσης του αντλιοστασίου Πολυφύτου με το σύστημα 400kV.
- Συνοδά έργα ΚΥΤ Λαγκαδά στην περιοχή Θεσσαλονίκης.
- Αναδιάρθρωση κυκλωμάτων 150kV στην Περιοχή Λάρυμνας.
- Συνοδά έργα διασύνδεσης των Κυκλάδων με το Ηπειρωτικό Σύστημα.
- ΚΥΤ Πτολεμαΐδα και σύνδεσή του με το σύστημα.
- Δεύτερη διασυνδετική γραμμή με τη Βουλγαρία.
- Παραλλαγές Γ.Μ. 150kV στην περιοχή Σερβίων Κοζάνης.

5.10. Έργα ανάπτυξης συστήματος με αναμενόμενη έναρξη υλοποίησης μετά το τέλος του 2020.

Τα έργα ανάπτυξης που αναμένονται να ξεκινήσουν να υλοποιούνται μετά το τέλος του έτους 2020 περιλαμβάνουν [11]:

- ΚΥΤ Ρουφ
- ΚΥΤ Μεσογείων.
- Ενίσχυση της σύνδεσης του ΚΥΤ Μελίτης με το σύστημα 150kV.
- ΚΥΤ Πάτρα.
- Αναδιατάξεις, Υπογειοποιήσεις, Αποξηλώσεις Γ.Μ. 150kV στην περιοχή Πάτρας-Ρίο-Μεσσήνιας.
- Ενίσχυση του βρόχου των Ιονίων Νήσων.
- Ενίσχυση του συστήματος στην περιοχή Ιωαννίνων.
- Νέα σύνδεση 150kV Μεγαλόπολη-Μολάοι.

- ΚΥΤ Αργυρούπολης.
- Μετεγκατάσταση Υ/Σ Μάκρης.
- Αναδιατάξεις συστήματος που σχετίζονται με την επέκταση των ορυχείων Πτολεμαΐδας
- Μετεγκατάσταση του ΚΥΤ Καρδιάς.
- Εγκατάσταση δικτύου οπτικών ινών για τον τηλεέλεγχο και τηλεοπτεία του συστήματος.
- Αναβάθμιση της σύνδεσης του Υ/Σ Σαλαμίνας με το σύστημα 150kV.
- Αναβάθμιση της σύνδεσης Γ.Μ. 150kV Άκτιο-Πρέβεζας.
- Ανάπτυξη Τηλεπικοινωνιακού Δικτύου Κορμού ΑΔΜΗΕ.
- Ενισχύσεις προς βελτίωση της ασφάλειας τροφοδότησης.

5.11. Έργα για την εξυπηρέτηση του Δικτύου

Αναφέρονται επιγραμματικά τα έργα (Υ/Σ, Γ.Μ.) που έχουν προγραμματισθεί για την εξυπηρέτηση του Δικτύου Διανομής σε διάφορα σημεία της Ηπειρωτικής Χώρας [11]:

- Νέοι Υ/Σ και σύνδεσή τους στο σύστημα 150kV.
- Ανάπτυξη νέων Υ/Σ και καλωδιακού δικτύου Υ.Τ. αρμοδιότητας ΔΕΔΔΗΕ στην Αττική.
- Ανακατασκευή και αναβάθμιση υφισταμένης σύνδεσης Υ/Σ Αγ. Δημήτριος.
- Έργα σε υφιστάμενους Υ/Σ του συστήματος (ΔΕΔΔΗΕ Υ/Σ 150kV/20kV)

5.12. Έργα για την εξυπηρέτηση του Δικτύου

Αναφέρεται επιγραμματικά το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης όλων των έργων επέκτασης για σύνδεση με το σύστημα, το οποίο είναι στην αποκλειστική αρμοδιότητα των εξυπηρετούμενων χρηστών [11]:

- Συνδέσεις Σταθμών Παραγωγής με το Σύστημα.
- Σύνδεση Πελατών Υ.Τ. με το Σύστημα.

5.13. Έργα για την εξυπηρέτηση του Δικτύου

Η Χώρα διαθέτει μεγάλο δυναμικό παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Για την ασφαλή λειτουργία του συστήματος, είναι απαραίτητο η ανάπτυξη παραγωγής ΑΠΕ να συνδυαστεί με τη ολοκλήρωση βασικών υποδομών του δικτύου, όπου θα επιτρέψουν την αξιοποίηση των ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων. Για την αξιοποίηση αυτών των δυνατοτήτων, θα πρέπει να γίνουν έργα ανάπτυξης στις ακόλουθες κρίσιμες περιοχές [11]:

- Νότια Εύβοια & Διασυνδεδεμένες Κυκλάδες.
- Βόρεια Εύβοια.
- Πελοπόννησος.
- Βρόχος Τροιζηνίας.
- Νότιο-Ανατολική Πελοπόννησος
- Θράκη
- Νότιο Στερεά Ελλάδα.
- Περιοχές Κιλκίς Σερρών.
- Κυκλάδες.
- Κρήτη.
- Νότια Ιόνια Νησιά
- Νομοί Καστοριάς-Φλώρινας.
- Περιοχή Μεσοχώρας-Συκιάς.

5.14. Έργα για την εξυπηρέτηση του Δικτύου

Το Σύστημα Μεταφοράς της Ελλάδας συνεχώς αναπτύσσεται και μεταλλάσσεται, έχοντας σαν κύριο στόχο την εξασφάλιση της αδιάλειπτης και ποιοτικής παροχής ενέργειας στον τελικό καταναλωτή. Παράλληλα θα πρέπει να δημιουργήσει τις απαραίτητες υποδομές για να εξασφαλίσει τη φθηνότερη δυνατή ενέργεια στους καταναλωτές, με το χαμηλότερα δυνατό περιβαλλοντικό αποτύπωμα παραγωγής.

Για την επίτευξη του ανωτέρω στόχο έχουν δρομολογηθεί, όπως προαναφέρθηκαν, έργα βελτίωσης και εκσυγχρονισμού του υπάρχοντος εξοπλισμού, έργα επέκτασης του δικτύου, έργα νέας διασύνδεσης της Νησιωτικής χώρας με την Ηπειρωτική (Κυκλάδες, Κρήτη), έργα διακρατικών διασυνδέσεων, έργα διασυνδέσεων με νέους παραγωγούς ενέργειας και έργα διασυνδέσεων με νέους παραγωγούς ενέργειας από ΑΠΕ.

Αυτό το συνεχώς αναπτυσσόμενο Σύστημα Μεταφοράς, βρίσκετε στην πρόκληση της οικολογικής διαχείρισης του συνεχώς αυξανόμενου εξοπλισμού του. Μεγάλο μέρος του παλαιού συστήματος αποσύρεται όπου επιβάλλεται, σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές οδηγίες, ώστε να αξιοποιηθούν και να ανακυκλωθούν όλα τα αξιοποιήσιμα υλικά, καθώς επίσης και να διαχειριστούν όλα τα μη ανακυκλώσιμα υλικά με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να εξασφαλίσουν το χαμηλότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Επίσης είναι αναγκαίο, στις νέες παραλαβές υλικών για το σύστημα μεταφοράς, εκτός από τις απαραίτητες τεχνικές προδιαγραφές να λαμβάνονται υπόψιν και η δυνατότητες οικολογικής σχεδίασης που παρέχουν, για το χαμηλότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα κατά τη διάρκεια της χρήσης τους και της διαχείρισής τους στο τέλος του κύκλου ζωής τους.

Στα επόμενα κεφάλαια θα γίνει μια προσπάθεια εκτίμησης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των Μετασχηματιστών μέτρησης Τάσεως και Εντάσεως του Συστήματος Μεταφοράς του ΑΔΜΗΕ στα επίπεδα τάσης 150kV και 400kV.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΜΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕErP στους Μ/Σ μέτρησης Υ/Τ

ΜΕErP 2011 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

6.1. Γενικά για τη μεθοδολογία αναφοράς

Από το 2005 εμφανίζεται προπαρασκευαστικά η μεθοδολογία αναφοράς ΜΕEuP 2005 για τις διεργασίες της οικολογικής σχεδίασης. Η μεθοδολογία της οικολογικής σχεδίασης αναβαθμίζεται και εμφανίζεται το 2011 η αναφορά ΜΕErP 2011 όπου δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στο ‘πως;’ από το ‘γιατί;’ Που αναφερόταν στη παλιά μέθοδο αναφοράς ΜΕEuP 2005. [12]

Το μήνυμα κλειδί για του ενδιαφερόμενους της μεθοδολογίας του 2011 είναι ότι ακολουθούν τη συμπλήρωση ενός ερωτηματολόγιο κατά τη διαδικασία σύνταξης της αναφοράς ΜΕErP 2011. [12]

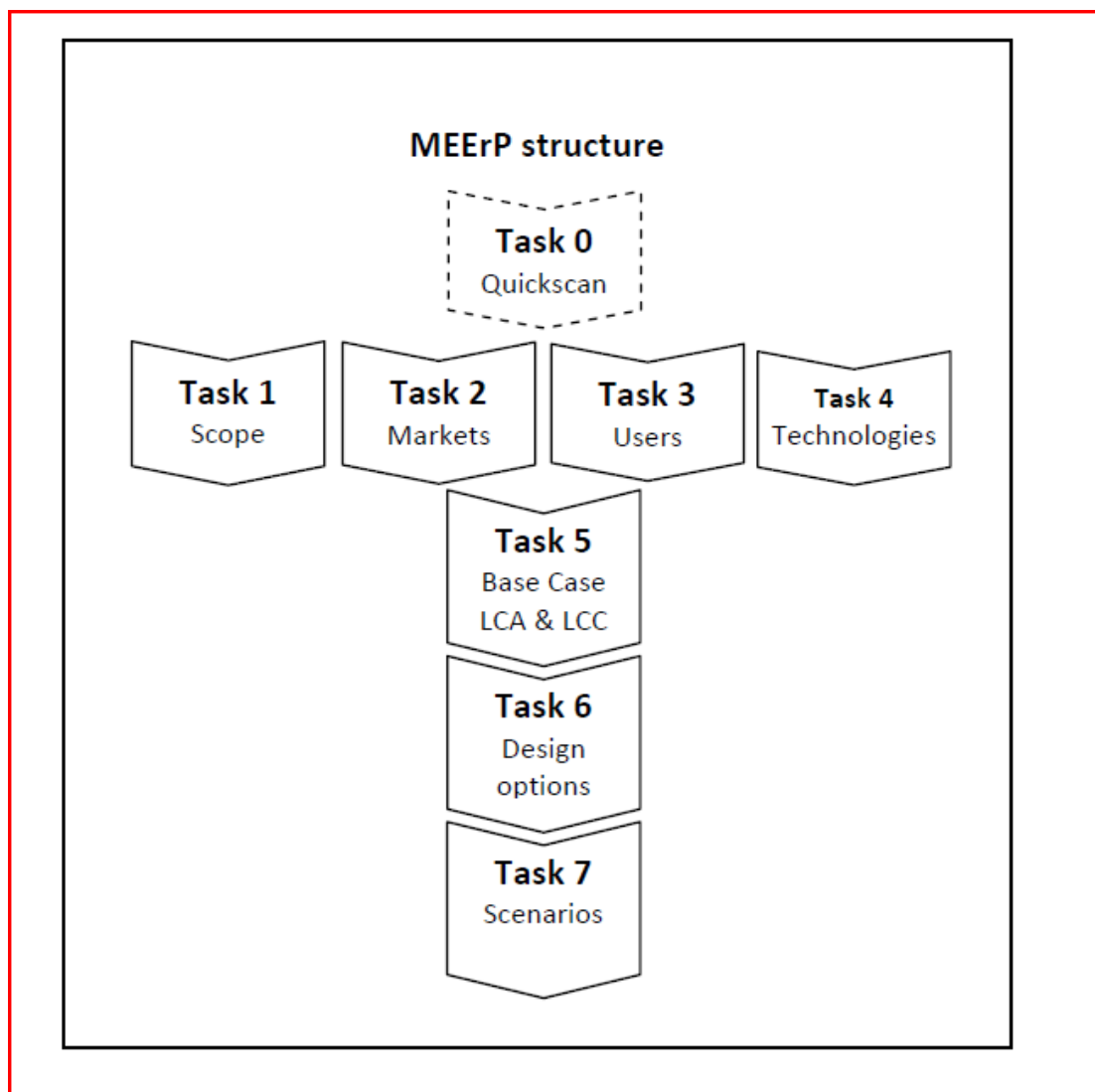
Η μεθοδολογία αναφοράς ΜΕErP 2011 συντηρεί τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της παλιάς μεθόδου αναφορά ΜΕEuP 2005, παράλληλα επεκτείνεται σε σχετικά με την ενέργεια προϊόντα και προτείνει για αυτά οδηγίες και αναλύσεις που αποτελούν το ενδιαφερόμενο κομμάτι της προπαρασκευής μια μελέτης οικολογικής σχεδίασης. [12]

Τελικά η μεθοδολογία αναφοράς ΜΕErP 2011 χωρίζεται σε δύο μέρη.

- Το πρώτο μέρος επικεντρώνεται σε μεθόδους που περιέχουν κοινωνικοοικονομικά κριτήρια, παραγωγές σημαντικών περιβαλλοντολογικών χαρακτηρισμών και εργαλεία περιγραφής της οικολογικής αναφοράς 2011(π.χ. αρχεία excel)
- Το δεύτερο μέρος αφορά το υπόβαθρο της ευρωπαϊκής πολιτικής για το περιβάλλον, τα δεδομένα της ανάλυσης κύκλου ζωής και άλλα δεδομένα από το παρελθόν και τη διάρκεια διενεργείας της προπαρασκευαστικής μελέτης.

6.2. Χαρακτηριστικά της μεθοδολογίας αναφοράς

Τα κύρια χαρακτηριστικά της μεθοδολογία αναφοράς MEErP 2011 φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα 6.1



Σχήμα 6.1 Χαρακτηριστικά Μεθοδολογία MEErP 2011 [12]

Ακολούθως θα αναλύσουμε το κάθε ένα από τα πεδία που απεικονίζονται στο Σχήμα 6.1.

- Εργασία 0 (Task 0): Είναι μια κατά επιλογή εργασία για την περίπτωση μεγάλων ή συγγενικών ομάδων προϊόντων όπου προτείνει την πραγματοποίηση μιας πρώτης εικόνας του προϊόντος, όπου περιγράφει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και ενδεχόμενες βελτιώσεις των προϊόντων όπως αυτές αναφέρονται στις οδηγίες της οικολογικής σχεδίασης. Ο σκοπός είναι να ξαναομαδοποιήσουμε ή να περιορίσουμε την έκταση των προϊόντων, σαν ένα κατάλληλο για την εικόνα του οικολογικού σχεδιασμού για την διαδικασία ανάλυσης των εργασιών 1-7. [12]

- Εργασία 1 (Task 1): Μπορεί να αποσαφηνίσει τις κατηγορίες των προϊόντων και το όριο του πεδίου αναφοράς της οικολογικής σχεδίασης. Είναι σημαντικό για μια ρεαλιστική ανάλυση της σχεδίασης επιλογών και πιθανών βελτιώσεων και είναι ακόμη σχετικές με τις συνθήκες των σημαντικών τεχνικών απόψεων κάθε εφαρμοζόμενης νομοθεσίας ή εθελοντικών μετρήσεων. Επιπροσθέτως το πεδίο αυτό είναι η βάση της αξιολόγησης και της μεθόδου υπολογισμών για να χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό σχετικών παραμέτρων οικολογικής σχεδίασης. Θα πρέπει να σχεδιαστεί ανεξάρτητα με την ακρίβεια, την αξιοπιστία και τις υπάρχουσες μεθόδους αναπαραξιμότητας εάν δεν υπάρχει η μέθοδος του μέρους της ελαττωματικότητας για το πώς αυτό το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί. Τελικά η ενέργεια αυτή είναι σαν να κάνει. [12]
 1. Μια απογραφή από τι μετρήσεις που είδη υπάρχουν στην ευρωπαϊκή ένωση με τα πιθανά ποσοστά αποτυχίας.
 2. Οι νομικές αναλύσεις στην EU των οποίων οι οδηγίες της οικολογικής σχεδίασης προσπαθεί να εναρμονίσει το όφελος μιας μοναδική αγοράς.
 3. Φαίνεται ωστόσο στις παγκόσμιες παρατηρήσεις διαγωνισμών και στους εφαρμόσιμους υπαινιγμούς στα επίπεδα στόχων γιατί οι μετρήσεις που έχουν παρθεί υπολείπονται στις χώρες εκτός Ευρωπαϊκής ένωσης.
- Εργασία 2 (Task 2) Στόχοι [12]
 1. Τοποθετούν τα ομαδοποιημένα προϊόντα εντός του συνόλου των Ευρωπαϊκών βιομηχανιών και της πολιτική του εμπορίου.
 2. Να παρουσιάσουν στις αγορές τα εισερχόμενα κόστη από το εύρος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ομαδοποιημένων προϊόντων.
 3. Να παρουσιάσουν την διαίσθηση των τελικών τάσεων των αγορών σαν να φαίνεται το πεδίο των πιθανών μετρήσεων οικολογικής σχεδίασης στο γενικό πλαίσιο των χαρακτηριστικών των αγορών και των συνεχιζόμενων τάσεων στη σχεδίαση προϊόντων.
 4. Να παρουσιάσουν πρακτικά δεδομένα ρυθμίζοντας τις τιμές και τους ρυθμούς χρησιμοποίησης για τον υπολογισμό του κόστους ζωής των προϊόντων. (LCC).
- Εργασία 3 (Task 3): Η συμπεριφορά των καταναλωτών μπορεί να είναι μέλος της επιρροής σχεδιασμού ενός προϊόντος και είναι τελικά σχετική με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και του κόστους ζωής του προϊόντος. Ο πρώτος στόχος είναι να καθορίσουν τους φραγμούς και τους περιορισμούς των πιθανών μετρήσεων της οικολογικής σχεδίασης εξαιτίας των κοινωνικών , πολιτικών ή κατασκευαστικών παραγόντων. Ένα δεύτερος στόχος είναι ο προσδιορισμός ποσοτήτων των σχετικών παραμέτρων χρήσης που ασκούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την διάρκεια παραγωγής και της ζωής ενός προϊόντος. [12]
- Εργασία 4 (Task 4): Εμπεριέχει γενικές τεχνικές αναλύσεις τις ροής των προϊόντων στις ευρωπαϊκές αγορές και παρέχει εξακριβώσεις των ενδεχόμενων βελτιώσεων. Αναφέρουμε ότι ενσωματώνονται οι τεχνικές περιγραφές των υφιστάμενων προϊόντων BAT (Best Available Available Technology). Και BNAT (Best Not yet Available Technology). [12]
- Εργασία 5 (Task 5): Απαιτείται σε ένα ή περισσότερα συνηθισμένα Ευρωπαϊκά προϊόντα να έχουν ορίσει αντιπροσωπευτικές κατηγορίες προϊόντων σαν την <Βασική κατάσταση> (Base case). Σε αυτή τη μέθοδο <Βασική κατάσταση> οι περισσότερες

περιβαλλοντικές και Life Cycle Cost (LCC) αναλύσεις κατασκευάζονται διαμέσου των τελευταίων σταδίων της μελέτης. Η περιγραφή του Βασική κατάσταση (Base case) συντίθεται από τα αποτελέσματα των εργασιών 1-4, τα αναφορικά σημεία της εργασίας 6 (πιθανές βελτιώσεις) και 7 (πολιτική, σενάριο, επιπτώσεις και ευαισθησίες αναλύσεων). [12]

- Εργασία 6 (Task 6): Αναγνωρίζει τις επιλογές σχεδιασμού, τις χρηματικές συνέπειες των πελατών στη περίοδο κύκλου ζωής με την ανάλυση Life Cycle Cost, το δικό του περιβαλλοντικό κόστος τα πλεονεκτήματα προσδιορίζονται με τις λύση των μελετών Least Life Cycle Costs (LLCC) και Best Available Technology (BAT). [12]
- Εργασία 7 (Task 7): Συνολικά συμπεράσματα από όλες τις παραπάνω εργασίες. Η εργασία αυτή μοιάζει να έχει κατάλληλη πολιτική για να φτάσει σε δυνατότητες όπως να εφαρμόσει το χαμηλότερο κόστος ζωής- χρήσης των προϊόντων (LLCC) και προωθήσει σαν στόχο τη χρήση των καλύτερων τεχνολογιών (BAT). Σε αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να επιτευχθούν χρησιμοποιώντας νομοθετικές ρυθμίσεις ή εθελοντικές συμφωνίες. Αυτή η εργασία σχεδιάζει σενάρια ανάλογα στα έτη 1990-2020/2030/2050 προσδιορίζοντας τις ποσότητες των βελτιώσεων που είναι εφικτό να επιτευχθούν. Συνήθως συντάσσεται ένα επενδυτικό σενάριο που συγκρίνει τα αποτελέσματα με τους ευρωπαϊκούς περιβαλλοντικούς στόχους και τις κοινωνικές επιπτώσεις . Βασικός μας στόχος είναι να πετύχουμε τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε όλες της φάσης ζωής ενός προϊόντος μέχρι το τέλος ζωής του. [12]

6.3. Μ/ Σ Μέτρησης Υ.Τ. (150kV-400kV) του Δικτύου Μεταφορά Της Ελλάδας. (ΑΔΜΗΕ)

Στο δίκτυο μεταφοράς της Ελλάδος στον καταγεγραμμένο εξοπλισμό αναφέρεται ότι το 2018 υπήρχαν οι Μ/Σ Μετρήσεων Υ.Τ. στα 150-400 KV . Στον ακόλουθο πίνακα εμφανίζονται αναλυτικά τα στοιχεία των εγκατεστημένων Μ/Σ Μετρήσεων με την αντίστοιχη ανάλυση στις στήλες:

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ : Αναφέρεται το είδος του Μ/Τ Μέτρησης και η τάση λειτουργίας του
2. ΚΥΡΙΟΙ ΚΑΤ/ΣΤΕΣ: Ο κατασκευαστής όπου έχουν τους περισσότερους Μ/Τ.
3. Τύπος: Ο τύπος του ΚΥΡΙΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ.
4. ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΙΔΟΥΣ: Η ποσότητα του τύπου του Κύριου Κατασκευαστή στον αντίστοιχο χρόνο λειτουργίας.
5. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Το σύνολο των Μ/Τ Μετρήσεων χωρίς εγγραφή

| ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Μ/Σ ΕΝΤΑΣΕΩΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ | | | | |
|--|-----------------|------------------------|---------------|------------------------|
| ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ | ΠΟΣΟΤΗΤΑ | ΚΥΡΙΟΙ ΚΑΤ/ΣΤΕΣ | ΤΥΠΟΣ | ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΙΔΟΥΣ |
| Μ/Σ ΕΝΤΑΣΕΩΣ 150 kV | 585 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ Α | CT A1 | 285 |
| | 127 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ Β | CT B1 | 58 |
| | 692 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ C | CT C1 | 217 |
| | | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ D | CT D1 | 144 |
| | 682 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ Β | CT B2 | 392 |
| ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ | 2.086 | | | 1096 |
| Μ/Σ ΕΝΤΑΣΕΩΣ 400 kV | 173 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ Ε | CT E1 | 121 |
| | 76 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ Ε | CT E1 & CT E2 | 76 |
| | 65 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ C | CT C 2 | 41 |
| | 100 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ C | CT C3 | 92 |
| ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ | 414 | | | |
| ΔΣΣΜ/ΚΚΥ/ΤΜΟ | | | | |

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Μ/Σ ΕΝΤΑΣΕΩΣ

150kV **994**

Μ/Σ ΕΝΤΑΣΕΩΣ

400kV **135**

| ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Μ/Σ ΤΑΣΕΩΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ | | | | |
|--|--------------|--------------------|------------|--------------------|
| ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ | ΠΟΣΟΤΗΤΑ | ΚΥΡΙΟΙ ΚΑΤ/ΣΤΗΣ | ΤΥΠΟΣ | ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΙΔΟΥΣ |
| Μ/Σ ΤΑΣΕΩΣ 150 kV | 484 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ Α | VT A1 | 119 |
| | | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ F | VT F1 | 86 |
| | 87 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ Β | VT B1 | 35 |
| | | 769 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ C | VT C1 |
| | 693 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ D | VT D1 | 111 |
| | | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ Β | VT B2 | 366 |
| ΚΑΤ/ΣΤΗΣ G | VT G2 | 101 | | |
| ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ | 2.033 | | | |
| Μ/Σ ΤΑΣΕΩΣ 400 kV | 110 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ Α | VT A2 | 55 |
| | | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ Η | VT H1 | 55 |
| | 0 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ J | VT J1 | 0 |
| | 175 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ C | VT C2 | 82 |
| | | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ D | VT D2 | 78 |
| | 95 | ΚΑΤ/ΣΤΗΣ C | VT C3 | 59 |
| ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ | 380 | | | |
| <i>ΔΣΣΜ/ΚΚΥ/ΤΜΟ</i> | | | | |

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Μ/Σ ΤΑΣΕΩΣ

150kV **1336**

Μ/Σ ΤΑΣΕΩΣ

400kV **231**

6.4. Ποσοτική ανάλυση των υλικών των Μ/Τ Μετρήσεων του Δικτύου Μεταφοράς του ΑΔΜΗΕ

Σημαντικό για την εφαρμογή της MEER 2011 στους Μ/Τ Μετρήσεως του δικτύου Μεταφοράς του ΑΔΜΗΕ είναι η ποσοτική ανάλυση των πρώτων υλών τους. Για να πραγματοποιηθεί αυτό θα πρέπει να υπάρχει για κάθε είδος Μ/Τ Μετρήσεων η ποσοτική ανάλυση των πρώτων υλών τους (Bill of materials. BOM). Δυστυχώς όμως δεν βρέθηκαν τα στοιχεία αυτά παρά μόνο το συνολικό βάρος τους και σε ορισμένες περιπτώσεις το βάρος του λαδιού που περιέχουν. Για το λόγω αυτό προσεγγίστηκα χρησιμοποιήθηκαν τα ποσοστά ανάλυσης βάρους των αντίστοιχων Μ/Τ Μετρήσεων της εταιρίας Alsthom στα αντίστοιχα επίπεδα τάσης. Στις περιπτώσεις όπου σαν πραγματικό στοιχείο υπήρχε το βάρος λαδιού του εξοπλισμού επανυπολογίστηκαν τα ποσοστά περιεκτικότητα των υπόλοιπων πρώτων υλών με τον ακόλουθο τρόπο. Αρχικά στον αντίστοιχο Μ/Τ της εταιρίας Alsthom από το συνολικό

βάρος αφαιρείται το βάρος του λαδιού και υπολογίζεται το συνολικό βάρος των υπόλοιπων υλικών. Στη συνέχεια υπολογίζεται το ποσοστό περιεκτικότητας των επιμέρους υλικών με βάση το συνολικό τους βάρος χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν το βάρος του λαδιού. Τα νέα ποσοστά χρησιμοποιούνται για τον προσεγγιστικό υπολογισμό των αντίστοιχων M/T Μετρήσεων όπου είναι γνωστό το βάρος λαδιού που περιέχουν.

Με τη Χρήση αυτής της Μεθόδου υπολογίζεται το αντίστοιχο βάρος κάθε υλικού που περιέχεται σε κάθε M/T Μετρήσεων και συμπερασματικά γνωρίζοντας το αριθμητικό πλήθος τους ανά είδος υπολογίζεται και το συνολικό βάρος των υλικών του εγκατεστημένου εξοπλισμού του δικτύου μεταφοράς.

Στην καταγραφή των M/T Μετρήσεων του δικτύου Μεταφορά του ΑΔΜΗΕ υπάρχουν και κάποιοι M/T όπου δεν έχουν εγγραφή συγκεκριμένου τύπου εξοπλισμού καθώς επίσης και σε κάποιες περιπτώσεις όπου υπήρχε τύπος εξοπλισμού και δεν κατέστη δυνατόν να βρεθούν στοιχεία για το βάρος τους. Για αυτές τις περιπτώσεις υπολογίστηκε η ανάλυση του βάρους των υλικών σε κάθε είδος M/T Μετρήσεων δημιουργώντας ένα πρότυπο M/T. Η ανάλυση του βάρους των υλικών του εν λόγω M/T υπολογίστηκε από το αριθμητικό μέσο βάρους των υλικών, των εγκατεστημένων στο δίκτυο M/T Μετρήσεων όπου υπήρχαν στοιχεία στο αντίστοιχο είδος M/T. Στη συνέχεια μετά τη ολοκλήρωση των στοιχείων για τον κάθε πρότυπο M/T Μετρήσεων σε κάθε είδος και γνωρίζοντας το πλήθος του εξοπλισμού που εμπίπτει σε αυτή την περίπτωση υπολογίσουμε το βάρος των υλικών στα οποία δεν υπάρχουν στοιχεία για κάθε είδος M/T Μετρήσεων.

Συμπερασματικά γνωρίζοντας το συνολικό βάρος του κάθε υλικού ανά τύπο και ανά είδος των εγκατεστημένων στο δίκτυο M/T Μετρήσεων, υπολογίζεται το συνολικό βάρος των υλικών των M/T Μετρήσεων ανά είδος M/T. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών αυτών παραθέτοντας στους ακόλουθους πίνακες.

6.5. Εφαρμογή της ΜΕErP στους Μ/Σ Μέτρησης Εντάσεως (CT) 150KV του ΑΔΜΗΕ

| | |
|--|---|
| Version 3.06 VHK for European Commission 2011, modified by IZM for european commission 2014 | Document subject to a legal notice (see below) |
| ECO-DESIGN OF ENERGY RELATED/USING PRODUCTS | EcoReport 2014: <u>JNPUTS</u> Assessment of Environmental Impact |

| | | | |
|----|---|------|--------------------|
| Nr | Product name Curent Transformer ΑΔΜΗΕ 150KV Products | Date | Author vhk, izm |
|----|---|------|--------------------|

| Pos | MATERIALS Extraction & Production | Weight | Category | Material or Process | Recyclable? |
|-----|-----------------------------------|--------|----------------|-------------------------|-------------|
| nr | Description of component | in g | Click & select | select Category first ! | |

| | | | | | |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------|---------------------|-----|
| 1 | COPPER | 111314900,0 | 4-Non-ferro | 29 -Cu winding wire | Yes |
| 2 | ALUMINIUM | 158681020,0 | 4-Non-ferro | 28 -Al diecast | Yes |
| 3 | Steel | 361896000,0 | 3-Ferro | 25 -Ferrite | Yes |
| 4 | Pressboard +paper | 162096200,0 | 7-Misc. | 57 -Cardboard | No |
| 5 | Porcelain | 595041300,0 | 8-Extra | 102-Porcelain | No |
| 6 | Mineral oil | 377230700,0 | 8-Extra | 103-Mineral oil | Yes |
| 7 | | 23233220,5 | 8-Extra | 106-Others Material | No |
| 8 | | | | | |
| TOTAL | | 1789493341 | | | |

| Pos | MANUFACTURING | Weight | Percentage | Category index (fixed) |
|-----|--|------------|----------------------|------------------------|
| nr | Description | in g | Adjust | |
| 201 | OEM Plastics Manufacturing (fixed) | 0 | | 21 |
| 202 | Foundries Fe/Cu/Zn (fixed) | 0 | | 35 |
| 203 | Foundries Al/Mg (fixed) | 158681020 | | 36 |
| 204 | Sheetmetal Manufacturing (fixed) | 361896000 | | 37 |
| 205 | PWB Manufacturing (fixed) | 0 | | 54 |
| 206 | Other materials (Manufacturing already included) | 1268916321 | | |
| 207 | Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only) | 0 | <input type="text"/> | 38 |

| Pos nr | USE PHASE Description | direct ErP impact | unit | Subtotals |
|--------|---|-------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 226 | ErP Product (service) Life in years | 30 | years | |
| | <u>Electricity</u> | | | |
| 227 | On-mode: Consumption per hour, cycle, setting, etc. | 18,48 | kWh | 161884,8 |
| 228 | On-mode: No. of hours, cycles, settings, etc. / year | 8760 | # | |
| 229 | Standby-mode: Consumption per hour | 0 | kWh | 0 |
| 230 | Standby-mode: No. of hours / year | 0 | # | |
| 231 | Off-mode: Consumption per hour | 0 | kWh | 0 |
| 232 | Off-mode: No. of hours / year | 0 | # | |
| | TOTAL over ErP Product Life | 4856,54 | MWh (=000 kWh) | 66 |
| | <u>Heat</u> | | | |
| 233 | Avg. Heat Power Output | 0 | kW | |
| 234 | No. of hours / year | 0 | hrs. | |
| 235 | Type and efficiency (Click & select) | | | 86-not applicable |
| | TOTAL over ErP Product Life | 0,00 | GJ | |
| | <u>Consumables (excl. spare parts)</u> | | | <u>material</u> |
| 236 | Water | 0 | m ³ /year | 84-Water per m3 |
| 237 | Auxilliary material 1 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None |
| 238 | Auxilliary material 2 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None |
| 239 | Auxilliary material 3 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None |
| 240 | Refrigerant refill (Click & select type, even if there is no refill) | 0 | kg/ year | 3-R404a; HFC blend; 3920 |
| | <u>Maintenance, Repairs, Service</u> | | | |
| 241 | No. of km over Product-Life | 0 | km / Product Life | 87 |
| 242 | Spare parts (fixed, 1% of product materials & manuf.) | 17894933 | g | 1% |

| Pos nr | ENERGY TOTAL (=indirect + direct ErP impact in use phase) Description | unit | Subtotals |
|--------|---|-------------------------------|---------------------------|
| | <u>Electricity</u> | | 30 |
| 243 | TOTAL over Product Life of ERP | 4856,54 MWh (=000 kWh) | 66 |
| | <u>Heat</u> | | |
| 244 | extra for extraction and transport, ErP indirect | 0% | |
| 245 | extra for extraction and transport, ErP direct | 0% | |
| 246 | TOTAL over Product Life of ERP indirect | 0,00 GJ | 86 -not applicable |
| 247 | TOTAL over Product Life of ERP direct | 0,00 GJ | 86-not applicable |
| | <u>Consumables (excl. spare parts)</u> | | <u>material</u> |
| 248 | Water, Total over ErP Product Life | 0 m ³ | 84-Water per m3 |
| 249 | Auxilliary material 1 | 0 kg | 86 -None |
| 250 | Auxilliary material 2 | 0 kg | 86 -None |
| 251 | Auxilliary material 3 | 0 kg | 86 -None |
| 252 | Refrigerant refill (Click & select type, even if there is no refill) | 0 kg | Average GWP is 0 |

| Inputs for EU-Totals & LCC | | | |
|----------------------------|--|---------------|---------------------|
| | INPUTS FOR EU-Totals & economic Life Cycle Costs | | unit |
| nr | Description | | |
| A | Product Life | 30 | years |
| B | Annual sales | | mln. Units/year |
| C | EU Stock | 0 | mln. Units |
| D | Product price | € 4.000,00 | Euro/unit |
| E | Installation/acquisition costs (if any) | | Euro/ unit |
| F | Fuel rate (gas, oil, wood) | | Euro/GJ |
| G | Electricity rate | | Euro/kWh |
| H | Water rate | | Euro/m ³ |
| I | Aux. 1: None | | Euro/kg |
| J | Aux. 2 :None | | Euro/kg |
| K | Aux. 3: None | | Euro/kg |
| L | Repair & maintenance costs | | Euro/ unit |
| M | Discount rate (interest minus inflation) | 4% | % |
| N | Escalation rate (project annual growth of running costs) | 4% | % |
| O | Present Worth Factor (PWF) (calculated automatically) | 30,00 | (years) |
| P | Ratio efficiency STOCK: efficiency NEW, in Use Phase | 1,00 | |

| Pos | DISPOSAL & RECYCLING | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---------------|----------------------------------|-----------|-----------------------|---------|-------------|------------------------------------|-------------|--------------------------|------------|-------------|------------------|------|
| nr | Description | | | | | | | | | | | | | |
| 253 | product (stock) life L, in years | 0 | Please edit values with red font | | | | | | | | | | | |
| | | current | L years ago | | period growth PG in % | | | CAGR in %/a | | | | | | |
| 254 | unit sales in million units/year | 0,000 | 0,000 | | 0,0% | | | 0,0% | | | | | | |
| 255 | product & aux. mass over service life, in g/unit | 1789493341 | 1789493341 | | 0,0% | | | 0,0% | | | | | | |
| 256 | total mass sold, in t (1000 kg) | 0 | 0 | | 0,0% | | | 0,0% | | | | | | |
| | <u>Per fraction (post-consumer)</u> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7a | 7b | 7c | 8 | 9 | | |
| | | Bulk Plastics | TecPlastics | Ferro | Non-ferro | Coating | Electronics | Misc. , excluding refrigerant & Hg | refrigerant | Hg (mercury), in mg/unit | Extra | Auxiliaries | TOTAL (CAGR avg) | |
| 257 | current fraction, in % of total mass (or mg/unit Hg) | 0,0% | 0,0% | 20,4% | 15,2% | 0,0% | 0,0% | 9,1% | 0,0% | 0,0 | 56,2% | 0,0% | 101,0% | |
| 258 | fraction x years ago, in % of total mass | 0,0% | 0,0% | 20,4% | 15,2% | 0,0% | 0,0% | 9,1% | 0,0% | 0,0 | 56,2% | 0,0% | 101,0% | |
| 259 | CAGR per fraction r, in % | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | | |
| | current product mass in g | 0 | 0 | 365514960 | 272695879 | 0 | 0 | 163717162 | 0 | 0 | 1005460273 | 0 | 1807388274 | |
| 260 | stock-effect, total mass in g/unit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0% |
| 261 | EoL available, total mass ('arising') in g/unit | 0 | 0 | 365514960 | 272695879 | 0 | 0 | 163717162 | 0 | 0,0 | 1005460273 | 0 | 1807388274 | 100% |
| 262 | EoL available, subtotals in g | | 0 | | 638210839 | | | 163717162 | 0 | 0,0 | 1005460273 | 0 | 1807388274 | |
| | | | | | | | | | | | | | AVG | |
| 263 | EoL mass fraction to re-use, in % | | | | | | 1% | | | | | 5% | 1,0% | |
| 264 | EoL mass fraction to (materials) recycling, in % | 29% | 29% | | 94% | | 50% | 64% | 30% | 39% | 60% | 30% | 72,4% | |
| 265 | EoL mass fraction to (heat) recovery, in % | 15% | 15% | | 0% | | 0% | 1% | 0% | 0% | 0% | 10% | 0,1% | |
| 266 | EoL mass fraction to non-recov. incineration, in % | 22% | 22% | | 0% | | 30% | 5% | 5% | 5% | 10% | 10% | 6,0% | |
| 267 | EoL mass fraction to landfill/missing/fugitive, in % | 33% | 33% | | 5% | | 19% | 29% | 64% | 55% | 29% | 45% | 20,5% | |
| 268 | TOTAL | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100,0% | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 269 | EoL recyclability****, (click& select: 'best', '>avg', 'avg' (basecase); '< avg'; 'worst') | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | |
| | | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| L is product (stock) life = period between product purchased and product discarded | | | | | | | | | | | | | | |
| PG=growth rate over period of L years= (value current - value L years ago)/ (value L years ago) | | | | | | | | | | | | | | |
| CAGR=Compound Annual Growth Rate = $(1 + PG)^{1/L} - 1$ (^= to the power) | | | | | | | | | | | | | | |
| EoL available mass' or 'arisings' = Total mass available for End-of-Life (EoL) management = recycmax * current fraction * product mass, with recycmax= $1/(1+CAGR)^L$, | | | | | | | | | | | | | | |
| 'stock' = the surplus (or deficit) of mass in stock (in use or stored with consumer) due to growth (or decline) of the unit sales or the share of the materials fraction over a period that equals the product life. stock= stock-effect arisings - product mass*current fraction ; ' | | | | | | | | | | | | | | |
| 're-use'= fraction of EoL available mass in components that can be re-used in new products. The generic credit relative to the re-used mass is 75% on all impacts and for all fractions, taking into account the impact of collection, sorting, cleaning, etc. (as opposed to MEEuP 2005, where the collection effort was calculated separately). In case the specific re-use credit found for a specific product deviates from the default it is recommended to adapt the mass fraction accordingly. | | | | | | | | | | | | | | |
| recycling'= fraction of EoL available mass that is recycled for its materials. For metals this is already included in the production impact, based roughly on the fraction mentioned (values cannot be edited). For plastics, electronics, miscellaneous materials, refrigerants, mercury and the extra materials these values need to be edited (overwrite default values). The credit relates to the recycled mass and depends on the main virgin material that will be displaced by the recycled mass, the remaining value at final disposal (e.g. heat recovery) and/or avoidance of operations for disposal of hazardous substances (pyrolysis). E.g. for <u>plastics</u> the most popular displaced material is wood (e.g. 27 MJ/kg is < 50% of bulkplastics value) and remaining value at final disposal is 50% of the feedstock energy and GWP value. | | | | | | | | | | | | | | |
| For <u>electronics</u> (PWBs, ICs, controllers, displays, etc.) main credits come from recovery of metals (Cu, Fe, tin, traces of Au, Pt, Pd), glass (from displays, cullet displaces virgin material mainly in fiberglass insulation) and avoidance of treatment of hazardous substances (e.g. Pb, Cd, etc.). Note that the WEEE recast impact assessment report found official electronics recycling rates to be low (in 2005: 20% for tools, 27% for ITC equipment, 35-40% for TVs/monitors) but suspects actual, unreported (possibly incorrect) recycling activities to be substantially higher. For <u>miscellaneous</u> materials recycling fractions fully depend on the materials involved and a weighted average needs to be determined beforehand. For 'Misc.', including refrigerants and Hg, credit comes from re-use after purification, avoiding treatment as hazardous waste, etc. . For all materials, except metals (where it is assumed to be higher), a credit of 40% on all impacts is assumed related to the recycled mass. See MEErP Methodology Report Part 2 for more guidance. | | | | | | | | | | | | | | |
| '(heat) recovery' = fraction of EoL available mass where the combustion heat is used, e.g. for district heating. In the context of ErP it is assumed to apply only to plastics and all other materials for which a feedstock energy value is given. The credit is 75% of feedstock energy (net combustion value) and GWP. | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>'non-recov. Incineration' = fraction of EoL available mass that is incinerated without heat recovery, either because there is no effective contribution to the combustion (non-combustibles), the incineration plant has no clients for waste heat, etc. Impacts of 'incineration' as given in the Unit Indicator table (see MEErP Methodology Report Part 2, Table 13, row 92) apply.</p> | |
| | <p>'landfill/fugitive/missing' = fraction of EoL available mass that goes to landfill, that escapes during use (for substances that are gaseous or evaporate at atmospheric conditions like most refrigerants and mercury) and that are unaccounted for (illegal dumping etc.). Impacts of 'landfill' as given in the Unit Indicator table (see MEErP Methodology Report Part 2, Table 13, row 89) apply.</p> | |
| | <p>'recyclability' relates to the potential of the new products to change the course of the materials flows, e.g. due to faster pre- disassembly or other ways to bring about less contamination of the mass to be recycled (see MEErP Methodology Report Part 2). Therefore, it is economically likely that the recycled mass at EoL will displace more virgin material in other applications. The recyclability does not influence the mass balance but it does give a reduction or increase up to 10% on all impacts of the recycled mass. It is forward looking, e.g. values different from 'avg' (=base case) should only be filled in for design options.</p> | |

ECO-DESIGN OF ENERGY-RELATED PRODUCTS

Nr: Product: Products CTB1 150kv ADMIE Date: Author: vhk

MATERIALS EXTRACTION & PRODUCTION

| nr | Product component | wght in g | cat. | material | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|--------------|----------------------|--------------|-------------|---------------------|----------|--------|---------|-------------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|------------|-------|--------------|----------|-------------|---------|---------------|--------------|
| | | | | | GER | electr | feedst | water (proces) | water (cool) | haz. Waste | non-haz. Waste | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i- Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 1 | COPPER | 57340 | 4-Non-ferro | 29 -Cu winding wire | 8183,56 | | | | | 45,78 | 2303,62 | 422,41 | 17421,88 | 1,72 | 227,76 | 3240,80 | 317,06 | 173,52 | 344,04 | 9071,18 |
| 2 | ALUMINIUM | 81780 | 4-Non-ferro | 28 -Al diecast | 4508,96 | | | | | | 12267,00 | 290,08 | 1277,79 | 5,99 | 2738,71 | 68,43 | 1445,16 | 331,15 | 528,96 | 99,23 |
| 3 | Steel | 187060 | 3-Ferro | 25 -Ferrite | 9465,11 | 639,33 | 20,82 | 7357,91 | | | 483041,30 | 793,31 | 2094,64 | 38,26 | 7295,34 | 6734,16 | 19,43 | 759,66 | 374,12 | 14777,74 |
| 4 | Pressboard +paper | 83660 | 7-Misc. | 57 -Cardboard | 2342,48 | 167,15 | 1338,56 | | | 29,12 | 4376,80 | 58,75 | 86,96 | 0,06 | 1,10 | 2,87 | 0,33 | 0,92 | 1,08 | 7199,90 |
| 5 | Porcelain | 307380 | 8-Extra | 102-Porcelain | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Mineral oil | 210560 | 8-Extra | 103-Mineral oil | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | 12220 | 8-Extra | 106-Others Material | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 24500,12 | 806,48 | 1359,38 | 7357,91 | | 74,90 | 501988,72 | 1564,53 | 20881,27 | 46,03 | 10262,91 | 10046,27 | 1781,98 | 1265,24 | 1248,20 | 31148,05 |

MANUFACTURING

| nr | Product component | wght in g | cat. | NDX | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|--------------|--|--------------|------|-----|----------|----------|--------|--------------|--------------|-------|-----------|------------------|------------|------|--------------|----------|-------------|--------|---------------|--------------|
| | | | | | GER | electr | feedst | water proces | water (cool) | haz. | non-haz. | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i- Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 201 | OEM Plastics Manufacturing (fixed) | | | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 202 | Foundries Fe/Cu/Zn (fixed) | | | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 203 | Foundries Al/Mg (fixed) | 81780 | | 36 | 532,04 | 320,29 | 18,33 | 4,82 | 151,08 | | 1667,10 | 29,52 | 127,28 | 0,04 | | 0,16 | 19,63 | | 311,00 | |
| 204 | Sheetmetal Manufacturing (fixed) | 187060 | | 37 | 2830,17 | 1703,79 | 97,53 | 25,63 | 803,67 | | 8868,03 | 157,03 | 677,03 | 0,20 | | 0,87 | 104,41 | | 1122,36 | |
| 205 | PWB Manufacturing (fixed) | | | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 206 | Other materials (Manufacturing already included) | 671160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 207 | Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only) | 46765 | 0,25 | 38 | 560,03 | 229,66 | 0,90 | | | 2,83 | 8425,55 | 37,42 | 167,86 | 4,08 | 503,53 | 1169,13 | 0,37 | 24,11 | 37,87 | 2,09 |
| TOTAL | | | | | 3.922,24 | 2.253,74 | 116,76 | 30,45 | 954,75 | 2,83 | 18.960,68 | 223,98 | 972,17 | 4,32 | 503,53 | 1.169,13 | 1,40 | 148,15 | 37,87 | 1.435,45 |

DISPOSAL/RECYCLING

| nr | Product component | weight share | in g | NDX | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|-------------|------------------------|-----------------|--------|-----|---------|---------|--------|--------------|--------------|--------|------------|------------------|------------|--------|----------|----------|-------------|---------|---------------|--------------|
| | | | | | GER | electr | feedst | water proces | water (cool) | haz. | non-haz. | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i-Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 263 | Re-use | 1,0% | 9494 | | -183,75 | -6,05 | -10,20 | -55,18 | | -0,56 | -3764,92 | -11,73 | -156,61 | -0,35 | -76,97 | -75,35 | -13,36 | -9,49 | -9,36 | -233,61 |
| 264 | Recycle | 72,2% | 685030 | | 8930,95 | -283,18 | 350,50 | -2766,57 | | -24,67 | -188222,54 | -581,22 | 7840,92 | -17,30 | -3858,72 | -3777,05 | 669,98 | -475,62 | -469,19 | 10847,68 |
| 265 | Recover | 0,1% | 845 | | -7,03 | -0,50 | -4,02 | | | -0,09 | -13,13 | -0,18 | -0,26 | 0,00 | 0,00 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -21,60 |
| 266 | Incinerate | 6,1% | 57771 | | 7,85 | | | | | | | 0,01 | 0,04 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 117,00 |
| 267- 269 | Landfill + unaccounted | 20,7% | 196260 | | 122,11 | | | | | | 5908,30 | 0,47 | 10,31 | 0,00 | 4,33 | 10,06 | | 5,65 | 0,36 | 1066,37 |
| | TOTAL | | | | 8991,77 | -289,73 | 364,71 | -2821,76 | | -25,32 | -186092,29 | -592,64 | 7987,44 | -17,64 | -3931,37 | -3842,34 | 683,35 | -479,46 | -478,20 | -9919,52 |
| | of which | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 263- 265 | reuse/recycle/recover | 73,2% | 695369 | | 9121,73 | -289,73 | 364,71 | -2821,76 | | -25,32 | -192000,59 | -593,13 | 7997,79 | -17,64 | -3935,70 | -3852,41 | 683,35 | -485,11 | -478,56 | 11102,89 |
| 266- 269 | incinerate/landfill | 26,8% | 254031 | | 129,96 | | | | | | 5908,30 | 0,49 | 10,35 | 0,00 | 4,33 | 10,06 | | 5,65 | 0,36 | 1183,37 |

ECO-DESIGN OF ENERGY-RELATED PRODUCTS

EcoReport 2014: **OUTPUTS**
Assessment of Environmental Impact

Life Cycle Impact (per unit) of Products

| | | | |
|----|--|----------------|----------|
| Nr | Life cycle Impact per product:CTB1 150kV ADMIE | Reference year | Author |
| 0 | Products | 2014 | vhk, izm |

| Life Cycle phases --> | Resources Use and Emissions | PRODUCTION | | | DISTRIBUTION | USE | END-OF-LIFE | | | TOTAL | RBR | |
|------------------------------------|---------------------------------------|------------|---------|----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------|---------------|---------|---|
| | | Material | Manuf. | Total | | | Disposal | Recycl. | Stock | | | |
| Materials | | | | | | | | | | | | |
| | unit | | | | | | | | | | | |
| 1 | Bulk Plastics | g | | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | TecPlastics | g | | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Ferro | g | | 187.060 | | 1.871 | 9.447 | 179.484 | 0 | 0 | 0 | |
| 4 | Non-ferro | g | | 139.120 | | 1.391 | 7.026 | 133.486 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | Coating | g | | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | Electronics | g | | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | Misc. | g | | 83.660 | | 837 | 28.729 | 55.768 | 0 | 0 | 0 | |
| 8 | Extra | g | | 530.160 | | 0 | 208.830 | 326.632 | 0 | -5.302 | | |
| 9 | Auxiliaries | g | | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | Refrigerant | g | | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Total weight | g | | 940.000 | | 4.098 | 254.031 | 695.369 | 0 | -5.302 | | |
| Other Resources & Waste | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | debet | credit | | | | |
| 11 | Total Energy (GER) | MJ | 24.500 | 3.922 | 28.422 | 0 | 245 | 130 | -9.122 | | 19.676 | 0 |
| 12 | of which, electricity (in primary MJ) | MJ | 806 | 2.254 | 3.060 | 0 | 8 | 0 | -290 | | 2.779 | 0 |
| 13 | Water (process) | ltr | 7.358 | 30 | 7.388 | 0 | 74 | 0 | -2.822 | | 4.640 | 0 |
| 14 | Water (cooling) | ltr | 0 | 955 | 955 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 955 | 0 |
| 15 | Waste, non-haz./ landfill | g | 501.989 | 18.961 | 520.949 | 0 | 5.020 | 5.908 | -192.001 | | 339.877 | 0 |
| 16 | Waste, hazardous/ incinerated | g | 75 | 3 | 78 | 0 | 1 | 0 | -25 | | 53 | 0 |
| Emissions (Air) | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Greenhouse Gases in GWP100 | kg CO2 eq. | 1.565 | 224 | 1.789 | 0 | 16 | 0 | -593 | | 1.212 | 0 |
| 18 | Acidification, emissions | g SO2 eq. | 20.881 | 972 | 21.853 | 0 | 209 | 10 | -7.998 | | 14.075 | 0 |
| 19 | Volatile Organic Compounds (VOC) | g | 46 | 4 | 50 | 0 | 0 | 0 | -18 | | 33 | 0 |
| 20 | Persistent Organic Pollutants (POP) | ng i-Teq | 10.263 | 504 | 10.766 | 0 | 103 | 4 | -3.936 | | 6.938 | 0 |
| 21 | Heavy Metals | mg Ni eq. | 10.046 | 1.169 | 11.215 | 0 | 100 | 10 | -3.852 | | 7.474 | 0 |
| 22 | PAHs | mg Ni eq. | 1.782 | 1 | 1.783 | 0 | 18 | 0 | -683 | | 1.118 | 0 |
| 23 | Particulate Matter (PM, dust) | g | 1.265 | 148 | 1.413 | 0 | 13 | 6 | -485 | | 947 | 0 |
| Emissions (Water) | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Heavy Metals | mg Hg/20 | 1.248 | 38 | 1.286 | 0 | 12 | 0 | -479 | | 820 | 0 |
| 25 | Eutrophication | g PO4 | 31 | 1 | 33 | 0 | 0 | 1 | -11 | | 23 | 0 |

6.6. Εφαρμογή της MEErP στους Μ/Σ Μέτρησης Εντάσεως (CT) 400KV του ΑΔΜΗΕ

| Version 3.06 VHK for European Commission 2011, modified by IZM for european commission 2014 | | Document subject to a legal notice (see below) | | | |
|---|--|---|----------------|-------------------------|-------------|
| ECO-DESIGN OF ENERGY RELATED/USING PRODUCTS | | EcoReport 2014: INPUTS Assessment of Environmental Impact | | | |
| Nr | Product name | Date | Author | | |
| | Curent Transformer ΑΔΜΗΕ 400KV | | vhk, izm | | |
| Products | | | | | |
| Pos | MATERIALS Extraction & Production | Weight | Category | Material or Process | Recyclable? |
| nr | Description of component | in g | Click & select | select Category first ! | |
| 1 | COPPER | 35736040,0 | 4-Non-ferro | 29 -Cu winding wire | Yes |
| 2 | ALUMINIUM | 50908300,0 | 4-Non-ferro | 28 -Al diecast | Yes |
| 3 | Steel | 115433600,0 | 3-Ferro | 25 -Ferrite | Yes |
| 4 | Pressboard +paper | 51841450,0 | 7-Misc. | 57 -Cardboard | No |
| 5 | Porcelain | 190085300,0 | 8-Extra | 102 -Porcelain | No |
| 6 | Mineral oil | 128530900,0 | 8-Extra | 103 -Mineral oil | Yes |
| 7 | | 7015876,0 | 8-Extra | 106 -Others Material | No |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| TOTAL | | 579551466 | | | |
| Pos | MANUFACTURING | Weight | Percentage | Category index (fixed) | |
| nr | Description | in g | Adjust | | |
| 201 | OEM Plastics Manufacturing (fixed) | 0 | | 21 | |
| 202 | Foundries Fe/Cu/Zn (fixed) | 0 | | 35 | |
| 203 | Foundries Al/Mg (fixed) | 50908300 | | 36 | |
| 204 | Sheetmetal Manufacturing (fixed) | 115433600 | | 37 | |
| 205 | PWB Manufacturing (fixed) | 0 | | 54 | |
| 206 | Other materials (Manufacturing already included) | 413209566 | | | |
| 207 | Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only) | 0 | | 38 | |

| Pos | USE PHASE | direct ErP impact | unit | Subtotals |
|---|---|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| nr | Description | | | |
| 226 | ErP Product (service) Life, in years | 30 | years | |
| <u>Electricity</u> | | | | |
| 227 | On-mode: Consumption per hour, cycle, setting, etc. | 3,836 | kWh | 33603,36 |
| 228 | On-mode: No. of hours, cycles, settings, etc. / year | 8760 | # | |
| 229 | Standby-mode: Consumption per hour | 0 | kWh | 0 |
| 230 | Standby-mode: No. of hours / year | 0 | # | |
| 231 | Off-mode: Consumption per hour | 0 | kWh | 0 |
| 232 | Off-mode: No. of hours / year | 0 | # | |
| TOTAL over ErP Product Life | | 1008,10 | MWh (=000 kWh) | 66 |
| <u>Heat</u> | | | | |
| 233 | Avg. Heat Power Output | 0 | kW | |
| 234 | No. of hours / year | 0 | hrs. | |
| <u>Type and efficiency (Click & select)</u> | | | | |
| TOTAL over ErP Product Life | | 0,00 | GJ | 86-not applicable |
| <u>Consumables (excl. spare parts)</u> | | | | |
| 236 | Water | 0 | m ³ /year | 84-Water per m3 |
| 237 | Auxilliary material 1 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None |
| 238 | Auxilliary material 2 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None |
| 239 | Auxilliary material 3 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None |
| 240 | Refrigerant refill (Click & select type, even if there is no refill) | 0 | kg/ year | 3-R404a; HFC blend; 3920 |
| <u>Maintenance, Repairs, Service</u> | | | | |
| 241 | No. of km over Product-Life | 0 | km / Product Life | 87 |
| 242 | Spare parts (fixed, 1% of product materials & manuf.) | 5795515 | g | 1% |
| Pos | ENERGY TOTAL (=indirect + direct ErP impact in use phase) | | unit | Subtotals |
| nr | Description | | | |
| <u>Electricity</u> | | | | |
| TOTAL over Product Life of ERP | | 1008,10 | MWh (=000 kWh) | 66 |
| <u>Heat</u> | | | | |
| 244 | extra for extraction and transport, ErP indirect | 0% | | |
| 245 | extra for extraction and transport, ErP direct | 0% | | |
| TOTAL over Product Life of ERP indirect | | 0,00 | GJ | 86-not applicable |
| TOTAL over Product Life of ERP direct | | 0,00 | GJ | 86-not applicable |
| <u>Consumables (excl. spare parts)</u> | | | | |
| <u>material</u> | | | | |
| 248 | Water, Total over ErP Product Life | 0 | m ³ | 84-Water per m3 |
| 249 | Auxilliary material 1 | 0 | kg | 86 -None |
| 250 | Auxilliary material 2 | 0 | kg | 86 -None |
| 251 | Auxilliary material 3 | 0 | kg | 86 -None |
| 252 | Refrigerant refill (Click & select type, even if there is no refill) | 0 | kg | Average GWP is 0 |

| Inputs for EU-Totals & LCC | | | |
|----------------------------|--|----------------|---------------------|
| | INPUTS FOR EU-Totals & economic Life Cycle Costs | | unit |
| nr | Description | | |
| A | Product Life | 30 | years |
| B | Annual sales | | mln. Units/year |
| C | EU Stock | 0 | mln. Units |
| D | Product price | € 11.000,00 | Euro/unit |
| E | Installation/acquisition costs (if any) | | Euro/ unit |
| F | Fuel rate (gas, oil, wood) | | Euro/GJ |
| G | Electricity rate | | Euro/kWh |
| H | Water rate | | Euro/m ³ |
| I | Aux. 1: None | | Euro/kg |
| J | Aux. 2 :None | | Euro/kg |
| K | Aux. 3: None | | Euro/kg |
| L | Repair & maintenance costs | | Euro/ unit |
| M | Discount rate (interest minus inflation) | 4% | % |
| N | Escalation rate (project annual growth of running costs) | 4% | % |
| O | Present Worth Factor (PWF) (calculated automatically) | 30,00 | (years) |
| P | Ratio efficiency STOCK: efficiency NEW, in Use Phase | 1,00 | |

| Pos | DISPOSAL & RECYCLING | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---------------|----------------------------------|-----------|-----------------------|---------|-------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------|-------------------|------|
| nr | Description | | | | | | | | | | | | | |
| 253 | product (stock) life L, in years | 0 | Please edit values with red font | | | | | | | | | | | |
| | | current | L years ago | | period growth PG in % | | | CAGR in %/a | | | | | | |
| 254 | unit sales in million units/year | 0,000 | 0,000 | | 0,0% | | | 0,0% | | | | | | |
| 255 | product & aux. mass over service life, in g/unit | 579551466 | 579551466 | | 0,0% | | | 0,0% | | | | | | |
| 256 | total mass sold, in t (1000 kg) | 0 | 0 | | 0,0% | | | 0,0% | | | | | | |
| | Per fraction (post-consumer) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7a | 7b | 7c | 8 | 9 | | |
| | | Bulk Plastics | TechPlastics | Ferro | Non-ferro | Coating | Electronics | Misc., excluding refrigerant & Hg | refrigerant | Hg (mercury) in mg/unit | EXTRA | Auxiliaries | TOTAL (CAGR avg.) | |
| 257 | current fraction, in % of total mass (or mg/unit Hg) | 0,0% | 0,0% | 20,1% | 15,1% | 0,0% | 0,0% | 9,0% | 0,0% | 0,0 | 56,7% | 0,0% | 101,0% | |
| 258 | fraction x years ago, in % of total mass | 0,0% | 0,0% | 20,1% | 15,1% | 0,0% | 0,0% | 9,0% | 0,0% | 0,0 | 56,7% | 0,0% | 101,0% | |
| 259 | CAGR per fraction r, in % | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | | |
| | current product mass in g | 0 | 0 | 116587936 | 87510783 | 0 | 0 | 52359865 | 0 | 0 | 328888397 | 0 | 585346981 | |
| 260 | stock-effect, total mass in g/unit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0% |
| 261 | EoL available, total mass ('arising') in g/unit | 0 | 0 | 116587936 | 87510783 | 0 | 0 | 52359865 | 0 | 0 | 328888397 | 0 | 585346981 | 100% |
| 262 | EoL available, subtotals in g | | 0 | | 204098719 | | 0 | 52359865 | 0 | 0 | 328888397 | 0 | 585346981 | |
| | | | | | | | | | | | | | AVG | |
| 263 | EoL mass fraction to re-use, in % | | | | | | 1% | | | | | 5% | 1,0% | |
| 264 | EoL mass fraction to (materials) recycling, in % | 29% | 29% | | 94% | | 50% | 64% | 30% | 39% | 60% | 30% | 72,2% | |
| 265 | EoL mass fraction to (heat) recovery, in % | 15% | 15% | | 0% | | 0% | 1% | 0% | 0% | 0% | 10% | 0,1% | |
| 266 | EoL mass fraction to non-recov. incineration, in % | 22% | 22% | | 0% | | 30% | 5% | 5% | 5% | 10% | 10% | 6,1% | |
| 267 | EoL mass fraction to landfill/missing/fugitive, in % | 33% | 33% | | 5% | | 19% | 29% | 64% | 55% | 29% | 45% | 20,6% | |
| 268 | TOTAL | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100,0% | |
| 269 | EoL recyclability****, (click& select: 'best', '>avg', 'avg' (basecase); '< avg'; 'worst') | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | |
| | | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | | |
| | L is product (stock) life = period between product purchased and product discarded | | | | | | | | | | | | | |
| | PG=growth rate over period of L years=(value current - value L years ago)/(value L years ago) | | | | | | | | | | | | | |
| | CAGR=Compound Annual Growth Rate = (1+ PG)^(1/L) - 1 (^(= to the power) | | | | | | | | | | | | | |
| | EoL available mass' or 'arising' = Total mass available for End-of-Life (EoL) management = recycmax * current fraction * product mass, with recycmax=1/(1+CAGR)^L | | | | | | | | | | | | | |
| | 'stock' = the surplus (or deficit) of mass in stock (in use or stored with consumer) due to growth (or decline) of the unit sales or the share of the materials fraction over a period that equals the product life. stock= stock-effect arising - product mass*current fraction ;' | | | | | | | | | | | | | |
| | 're-use'= fraction of EoL available mass in components that can be re-used in new products. The generic credit relative to the re-used mass is 75% on all impacts and for all fractions, taking into account the impact of collection, sorting, cleaning, etc. (as opposed to MEEuP 2005, where the collection effort was calculated separately). In case the specific re-use credit found for a specific product deviates from the default it is recommended to adapt the mass fraction accordingly. | | | | | | | | | | | | | |
| | recycling'= fraction of EoL available mass that is recycled for its materials. For metals this is already included in the production impact, based roughly on the fraction mentioned (values cannot be edited). For plastics, electronics, miscellaneous materials, refrigerants, mercury and the extra materials these values need to be edited (overwrite default values). The credit relates to the recycled mass and depends on the main virgin material that will be displaced by the recycled mass, the remaining value at final disposal (e.g. heat recovery) and/or avoidance of operations for disposal of hazardous substances (pyrolysis). E.g. for plastics the most popular displaced material is wood (e.g. 27 MJ/kg is < 50% of bulkplastics value) and remaining value at final disposal is 50% of the feedstock energy and GWP value. | | | | | | | | | | | | | |
| | For electronics (PWBs, ICs, controllers, displays, etc.) main credits come from recovery of metals (Cu, Fe, tin, traces of Au, Pt, Pd), glass (from displays, cullet displaces virgin material mainly in fiberglass insulation) and avoidance of treatment of hazardous substances (e.g. Pb, Cd, etc.). Note that the WEEE recast impact assessment report found official electronics recycling rates to be low (in 2005: 20% for tools, 27% for ITC equipment, 35-40% for TVs/monitors) but suspects actual, unreported (possibly incorrect) recycling activities to be substantially higher. For miscellaneous materials recycling fractions fully depend on the materials involved and a weighted average needs to be determined beforehand. For 'Misc.', including refrigerants and Hg, credit comes from re-use after purification, avoiding treatment as hazardous waste, etc. For all materials, except metals (where it is assumed to be higher), a credit of 40% on all impacts is assumed related to the recycled mass. See MEErP Methodology Report Part 2 for more guidance. | | | | | | | | | | | | | |
| | '(heat) recovery' = fraction of EoL available mass where the combustion heat is used, e.g. for district heating. In the context of ErP it is assumed to apply only to plastics and all other materials for which a feedstock energy value is given. The credit is 75% of feedstock energy (net combustion value) and GWP. | | | | | | | | | | | | | |
| | 'non-recov. incineration' = fraction of EoL available mass that is incinerated without heat recovery, either because there is no effective contribution to the combustion (non-combustibles) , the incineration plant has no clients for waste heat, etc.. Impacts of 'incineration' as given in the Unit Indicator table (see MEErP Methodology Report Part 2, Table 13, row 92) apply. | | | | | | | | | | | | | |
| | 'landfill/fugitive/missing' = fraction of EoL available mass that goes to landfill, that escapes during use (for substances that are gaseous or evaporate at atmospheric conditions like most refrigerants and mercury) and that are unaccounted for (illegal dumping etc.). Impacts of 'landfill' as given in the Unit Indicator table (see MEErP Methodology Report Part 2, Table 13, row 89) apply. | | | | | | | | | | | | | |
| | 'recyclability' relates to the potential of the new products to change the course of the materials flows , e.g. due to faster pre- disassembly or other ways to bring about less contamination of the mass to be recycled (see MEErP Methodology Report Part 2) . Therefore it is economically likely that the recycled mass at EoL will displace more virgin material in other applications . The recyclability does not influence the mass balance but it does give a reduction or increase up to 10% on all impacts of the recycled mass. It is forward looking, e.g. values different from 'avg' (=base case) should only be filled in for design options. | | | | | | | | | | | | | |

ECO-DESIGN OF ENERGY-RELATED PRODUCTS

Nr: Product: Products CTC2 400kV ADMIE Date: Author: vkh

MATERIALS EXTRACTION & PRODUCTION

| nr | Product | | | | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|--------------|-------------------|----------|-------------|---------------------|----------|---------|---------|----------------|--------------|------------|----------------|------------------|----------|-------|----------|----------|----------|---------|------------|-----------|
| | component | wght | cat. | material | GER | electr | feedst | water (proces) | water (cool) | haz. Waste | non-haz. Waste | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | in g | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i-Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 1 | COPPER | 72895,02 | 4-Non-ferro | 29 -Cu winding wire | 10403,58 | | | | | 58,20 | 2928,54 | 537,00 | 22148,03 | 2,19 | 289,55 | 4119,96 | 403,08 | 220,59 | 437,37 | 11531,98 |
| 2 | ALUMINIUM | 103843,7 | 4-Non-ferro | 28 -Al diecast | 5725,45 | | | | | | 15576,56 | 368,34 | 1622,53 | 7,60 | 3477,60 | 86,90 | 1835,05 | 420,49 | 671,68 | 126,00 |
| 3 | Steel | 235463,6 | 3-Ferro | 25 -Ferrite | 11914,31 | 804,76 | 26,21 | 9261,84 | | | 608032,95 | 998,58 | 2636,65 | 48,15 | 9183,08 | 8476,69 | 24,45 | 956,22 | 470,93 | 18601,62 |
| 4 | Pressboard +paper | 105745,1 | 7-Misc. | 57 -Cardboard | 2960,86 | 211,28 | 1691,92 | | | 36,80 | 5532,22 | 74,25 | 109,92 | 0,08 | 1,38 | 3,62 | 0,42 | 1,16 | 1,36 | 9100,57 |
| 5 | Porcelain | 387739,5 | 8-Extra | 102-Porcelain | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Mineral oil | 380000 | 8-Extra | 103-Mineral oil | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | 14311,1 | 8-Extra | 106-Others Material | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 31004,19 | 1016,04 | 1718,13 | 9261,84 | | 95,00 | 632070,26 | 1978,17 | 26517,13 | 58,03 | 12951,61 | 12687,17 | 2263,00 | 1598,46 | 1581,34 | 39360,18 |

MANUFACTURING

| nr | Product | | | | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|--------------|--|----------|------|-----|----------|----------|--------|--------------|--------------|-------|-----------|------------------|----------|------|----------|----------|----------|--------|------------|-----------|
| | component | wght | cat. | NDX | GER | electr | feedst | water proces | water (cool) | haz. | non-haz. | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | in g | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i-Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 201 | OEM Plastics Manufacturing (fixed) | | | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 202 | Foundries Fe/Cu/Zn (fixed) | | | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 203 | Foundries Al/Mg (fixed) | 103843,7 | | 36 | 675,58 | 406,71 | 23,28 | 6,12 | 191,84 | | 2116,87 | 37,49 | 161,61 | 0,05 | | 0,21 | 24,92 | | 394,91 | |
| 204 | Sheetmetal Manufacturing (fixed) | 235463,6 | | 37 | 3562,50 | 2144,66 | 122,76 | 32,27 | 1011,62 | | 11162,72 | 197,67 | 852,22 | 0,25 | | 1,09 | 131,42 | | 1412,78 | |
| 205 | PWB Manufacturing (fixed) | | | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 206 | Other materials (Manufacturing already included) | 960690,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 207 | Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only) | 58865,9 | 0,25 | 38 | 704,95 | 289,08 | 1,13 | | | 3,56 | 10605,74 | 47,10 | 211,30 | 5,13 | 633,82 | 1471,65 | 0,47 | 30,35 | 47,67 | 2,62 |
| TOTAL | | | | | 4.943,03 | 2.840,45 | 147,18 | 38,39 | 1.203,46 | 3,56 | 23.885,33 | 282,26 | 1.225,14 | 5,43 | 633,82 | 1.471,65 | 1,76 | 186,70 | 47,67 | 1.810,31 |

ECO-DESIGN OF ENERGY-RELATED PRODUCTS

Nr: Product: Products CTC2 400kV ADMIE Date: Author: vhk

MATERIALS EXTRACTION & PRODUCTION

| nr | Product component | wght in g | cat. | material | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|--------------|----------------------|--------------|-------------|----------------------|----------|---------|---------|----------------|--------------|------------|----------------|------------------|----------|-------|----------|----------|----------|---------|------------|-----------|
| | | | | | GER | electr | feedst | water (proces) | water (cool) | haz. Waste | non-haz. Waste | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i-Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 1 | COPPER | 72895,02 | 4-Non-ferro | 29 -Cu winding wire | 10403,58 | | | | | 58,20 | 2928,54 | 537,00 | 22148,03 | 2,19 | 289,55 | 4119,96 | 403,08 | 220,59 | 437,37 | 11531,98 |
| 2 | ALUMINIUM | 103843,7 | 4-Non-ferro | 28 -Al diecast | 5725,45 | | | | | | 15576,56 | 368,34 | 1622,53 | 7,60 | 3477,60 | 86,90 | 1835,05 | 420,49 | 671,68 | 126,00 |
| 3 | Steel | 235463,6 | 3-Ferro | 25 -Ferrite | 11914,31 | 804,76 | 26,21 | 9261,84 | | | 608032,95 | 998,58 | 2636,65 | 48,15 | 9183,08 | 8476,69 | 24,45 | 956,22 | 470,93 | 18601,62 |
| 4 | Pressboard +paper | 105745,1 | 7-Misc. | 57 -Cardboard | 2960,86 | 211,28 | 1691,92 | | | 36,80 | 5532,22 | 74,25 | 109,92 | 0,08 | 1,38 | 3,62 | 0,42 | 1,16 | 1,36 | 9100,57 |
| 5 | Porcelain | 387739,5 | 8-Extra | 102 -Porcelain | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Mineral oil | 380000 | 8-Extra | 103 -Mineral oil | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | 14311,1 | 8-Extra | 106 -Others Material | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 31004,19 | 1016,04 | 1718,13 | 9261,84 | | 95,00 | 632070,26 | 1978,17 | 26517,13 | 58,03 | 12951,61 | 12687,17 | 2263,00 | 1598,46 | 1581,34 | 39360,18 |

MANUFACTURING

| nr | Product component | wght in g | cat. | NDX | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|--------------|--|--------------|------|-----|----------|----------|--------|--------------|--------------|-------|-----------|------------------|----------|------|----------|----------|----------|--------|------------|-----------|
| | | | | | GER | electr | feedst | water proces | water (cool) | haz. | non-haz. | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i-Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 201 | OEM Plastics Manufacturing (fixed) | | | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 202 | Foundries Fe/Cu/Zn (fixed) | | | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 203 | Foundries Al/Mg (fixed) | 103843,7 | | 36 | 675,58 | 406,71 | 23,28 | 6,12 | 191,84 | | 2116,87 | 37,49 | 161,61 | 0,05 | | | 0,21 | 24,92 | | 394,91 |
| 204 | Sheetmetal Manufacturing (fixed) | 235463,6 | | 37 | 3562,50 | 2144,66 | 122,76 | 32,27 | 1011,62 | | 11162,72 | 197,67 | 852,22 | 0,25 | | | 1,09 | 131,42 | | 1412,78 |
| 205 | PWB Manufacturing (fixed) | | | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 206 | Other materials (Manufacturing already included) | 960690,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 207 | Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only) | 58865,9 | 0,25 | 38 | 704,95 | 289,08 | 1,13 | | | 3,56 | 10605,74 | 47,10 | 211,30 | 5,13 | 633,82 | 1471,65 | 0,47 | 30,35 | 47,67 | 2,62 |
| TOTAL | | | | | 4.943,03 | 2.840,45 | 147,18 | 38,39 | 1.203,46 | 3,56 | 23.885,33 | 282,26 | 1.225,14 | 5,43 | 633,82 | 1.471,65 | 1,76 | 186,70 | 47,67 | 1.810,31 |

DISPOSAL/RECYCLING

| nr | Product | | | | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | | to Water | |
|---------|------------------------|--------------|--------|-----|----------|---------|--------|--------------|--------------|--------|------------|------------------|----------|--------|----------|----------|----------|---------|------------|-----------|--|
| | component | weight share | | NDX | GER | electr | feedst | water proces | water (cool) | haz. | non-haz. | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP | |
| | | in % | in g | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng I-Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq | |
| 263 | Re-use | 1,0% | 13130 | | -232,53 | -7,62 | -12,89 | -69,46 | | -0,71 | -4740,53 | -14,84 | -198,88 | -0,44 | -97,14 | -95,15 | -16,97 | -11,99 | -11,86 | -295,20 | |
| 264 | Recycle | 71,1% | 933621 | | 11302,27 | -356,68 | 442,99 | -3482,45 | | -31,31 | -236994,55 | -734,88 | -9957,25 | -21,81 | -4869,64 | -4769,94 | 850,84 | -600,88 | -594,42 | 13707,36 | |
| 265 | Recover | 0,1% | 1068 | | -8,88 | -0,63 | -5,08 | | | -0,11 | -16,60 | -0,22 | -0,33 | 0,00 | 0,00 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -27,30 | |
| 266 | Incinerate | 6,4% | 84327 | | 9,92 | | | | | | | 0,02 | 0,05 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 147,88 | |
| 267-269 | Landfill + unaccounted | 21,4% | 280852 | | 154,47 | | | | | | 7440,49 | 0,60 | 13,09 | 0,00 | 5,46 | 12,70 | | 7,13 | 0,45 | 1347,70 | |
| | TOTAL | | | | 11379,30 | -364,93 | 460,95 | -3551,92 | | -32,13 | -234311,19 | -749,33 | 10143,31 | -22,24 | -4961,32 | -4852,40 | 867,81 | -605,73 | -605,83 | 12534,27 | |
| | of which | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 263-265 | reuse/recycle/recover | 72,2% | 947819 | | 11543,69 | -364,93 | 460,95 | -3551,92 | | -32,13 | -241751,67 | -749,94 | 10156,46 | -22,24 | -4966,78 | -4865,11 | 867,81 | -612,87 | -606,28 | 14029,86 | |
| 266-269 | incinerate/landfill | 27,8% | 365179 | | 164,39 | | | | | | 7440,49 | 0,61 | 13,15 | 0,00 | 5,46 | 12,71 | | 7,14 | 0,45 | 1495,59 | |

ECO-DESIGN OF ENERGY-RELATED PRODUCTS

Life Cycle Impact (per unit) of Products

| | | | |
|----|--|----------------|----------|
| Nr | Life cycle Impact per product:CTC2 400kV ADMIE | Reference year | Author |
| 0 | Products | 2014 | vhk, izm |

| Life Cycle phases --> | Resources Use and Emissions | PRODUCTION | | | DISTRIBUTION | USE | END-OF-LIFE | | | TOTAL | RBR | |
|------------------------------------|---------------------------------------|------------|---------|------------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------|---------------|----------|---|
| | | Material | Manuf. | Total | | | Disposal | Recycl. | Stock | | | |
| Materials | | | | | | | | | | | | |
| | unit | | | | | | | | | | | |
| 1 | Bulk Plastics | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | TecPlastics | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Ferro | g | | 235.464 | | 2.355 | 11.891 | 225.927 | 0 | 0 | 0 | |
| 4 | Non-ferro | g | | 176.739 | | 1.767 | 8.925 | 169.581 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | Coating | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | Electronics | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | Misc. | g | | 105.745 | | 1.057 | 36.313 | 70.490 | 0 | 0 | 0 | |
| 8 | Extra | g | | 782.051 | | 0 | 308.050 | 481.821 | 0 | -7.821 | 0 | |
| 9 | Auxillaries | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | Refrigerant | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Total weight | g | | 1.299.998 | | 5.179 | 365.179 | 947.819 | 0 | -7.821 | 0 | |
| Other Resources & Waste | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | debet | credit | | | | |
| 11 | Total Energy (GER) | MJ | 31.004 | 4.943 | 35.947 | 0 | 310 | 164 | -11.544 | | 24.878 | 0 |
| 12 | of which, electricity (in primary MJ) | MJ | 1.016 | 2.840 | 3.856 | 0 | 10 | 0 | -365 | | 3.502 | 0 |
| 13 | Water (process) | ltr | 9.262 | 38 | 9.300 | 0 | 93 | 0 | -3.552 | | 5.841 | 0 |
| 14 | Water (cooling) | ltr | 0 | 1.203 | 1.203 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1.203 | 0 |
| 15 | Waste, non-haz./ landfill | g | 632.070 | 23.885 | 655.956 | 0 | 6.321 | 7.440 | -241.752 | | 427.965 | 0 |
| 16 | Waste, hazardous/ incinerated | g | 95 | 4 | 99 | 0 | 1 | 0 | -32 | | 67 | 0 |
| Emissions (Air) | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Greenhouse Gases in GWP100 | kg CO2 eq. | 1.978 | 282 | 2.260 | 0 | 20 | 1 | -750 | | 1.531 | 0 |
| 18 | Acidification, emissions | g SO2 eq. | 26.517 | 1.225 | 27.742 | 0 | 265 | 13 | -10.156 | | 17.864 | 0 |
| 19 | Volatile Organic Compounds (VOC) | g | 58 | 5 | 63 | 0 | 1 | 0 | -22 | | 42 | 0 |
| 20 | Persistent Organic Pollutants (POP) | ng i-Teq | 12.952 | 634 | 13.585 | 0 | 130 | 5 | -4.967 | | 8.754 | 0 |
| 21 | Heavy Metals | mg Ni eq. | 12.687 | 1.472 | 14.159 | 0 | 127 | 13 | -4.865 | | 9.433 | 0 |
| 22 | PAHs | mg Ni eq. | 2.263 | 2 | 2.265 | 0 | 23 | 0 | -868 | | 1.420 | 0 |
| 23 | Particulate Matter (PM, dust) | g | 1.598 | 187 | 1.785 | 0 | 16 | 7 | -613 | | 1.195 | 0 |
| Emissions (Water) | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Heavy Metals | mg Hg/20 | 1.581 | 48 | 1.629 | 0 | 16 | 0 | -606 | | 1.039 | 0 |
| 25 | Eutrophication | g PO4 | 39 | 2 | 41 | 0 | 0 | 1 | -14 | | 29 | 0 |

6.7. Εφαρμογή της ΜΕErP στους Μ/Σ Μέτρησης Τάσεως Επαγωγικούς (VT) 150KV του ΑΔΜΗΕ

| Version 3.05 VHK for European Commission 2011, modified by IZM for european commission 2014 | | Document subject to a legal notice (see below) | | | |
|---|--|--|-----------------------|--------------------------|-------------|
| ECO-DESIGN OF ENERGY RELATED/USING PRODUCTS | | EcoReport 2014: INPUTS Environmental Impact | | Assessment of | |
| Nr | Product name Inductive Voltage ΑΔΜΗΕ 150KV | Date | Author | | |
| Products | | vhk, izm | | | |
| Pos | MATERIALS Extraction & Production | Weight | Category | Material or Process | Recyclable? |
| nr | Description of component | in g | Click & select | select Category first! | |
| 1 | COPPER | 71213750,0 | 4-Non-ferro | 29 -Cu winding wire | Yes |
| 2 | ALUMINIUM | 122586900,0 | 4-Non-ferro | 28 -Al diecast | Yes |
| 3 | Steel | 414968800,0 | 3-Ferro | 25 -Ferrite | Yes |
| 4 | Pressboard +paper | 108446500,0 | 7-Misc. | 57 -Cardboard | No |
| 5 | Porcelain | 565836500,0 | 8-Extra | 102-Porcelain | No |
| 6 | Mineral oil | 303340900,0 | 8-Extra | 103-Mineral oil | Yes |
| 7 | | 27824146,9 | 8-Extra | 106-Others Material | No |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| TOTAL | | 1614217497 | | | |
| Pos | MANUFACTURING | Weight | Percentage | Category index (fixed) | |
| nr | Description | in g | Adjust | | |
| 201 | OEM Plastics Manufacturing (fixed) | 0 | | 21 | |
| 202 | Foundries Fe/Cu/Zn (fixed) | 0 | | 35 | |
| 203 | Foundries Al/Mg (fixed) | 122586900 | | 36 | |
| 204 | Sheetmetal Manufacturing (fixed) | 414968800 | | 37 | |
| 205 | PWB Manufacturing (fixed) | 0 | | 54 | |
| 206 | Other materials (Manufacturing already included) | 1076661797 | | | |
| 207 | Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only) | 0 | | 38 | |
| USE PHASE direct ErP impact | | | | | |
| 226 | ErP Product (service) Life, in years | 30 | years | | |
| Electricity | | | | | |
| 227 | On-mode: Consumption per hour, cycle, setting, etc. | 11,988 | kWh | 105014,88 | |
| 228 | On-mode: No. of hours, cycles, settings, etc. / year | 8760 | # | | |
| 229 | Standby-mode: Consumption per hour | 0 | kWh | 0 | |
| 230 | Standby-mode: No. of hours / year | 0 | # | | |
| 231 | Off-mode: Consumption per hour | 0 | kWh | 0 | |
| 232 | Off-mode: No. of hours / year | 0 | # | | |
| TOTAL over ErP Product Life | | 3150,45 | MWh (=000 kWh) | 66 | |
| Heat | | | | | |
| 233 | Avg. Heat Power Output | 0 | kW | | |
| 234 | No. of hours / year | 0 | hrs. | | |
| 235 | Type and efficiency (Click & select) | | | 86-not applicable | |
| TOTAL over ErP Product Life | | 0,00 | GJ | | |
| Consumables (excl. spare parts) | | | | | |
| 236 | Water | 0 | m ³ /year | 84-Water per m3 | |
| 237 | Auxiliary material 1 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None | |
| 238 | Auxiliary material 2 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None | |
| 239 | Auxiliary material 3 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None | |
| 240 | Refrigerant refill (Click & select type, even if there is no refill) | 0 | kg/ year | 3-R404a; HFC blend; 3920 | |
| Maintenance, Repairs, Service | | | | | |
| 241 | No. of km over Product-Life | 0 | km / Product Life | 87 | |
| 242 | Spare parts (fixed, 1% of product materials & manuf.) | 16142175 | g | 1% | |

| Inputs for EU-Totals & LCC | | | |
|----------------------------|--|---------------|-----------------|
| | INPUTS FOR EU-Totals & economic Life Cycle Costs | | unit |
| nr | Description | | |
| A | Product Life | 30 | years |
| B | Annual sales | | mIn. Units/year |
| C | EU Stock | 0 | mIn. Units |
| D | Product price | € 4.000,00 | Euro/unit |
| E | Installation/acquisition costs (if any) | | Euro/ unit |
| F | Fuel rate (gas, oil, wood) | | Euro/GJ |
| G | Electricity rate | | Euro/kWh |
| H | Water rate | | Euro/m3 |
| I | Aux. 1: None | | Euro/kg |
| J | Aux. 2 :None | | Euro/kg |
| K | Aux. 3: None | | Euro/kg |
| L | Repair & maintenance costs | | Euro/ unit |
| M | Discount rate (interest minus inflation) | 4% | % |
| N | Escalation rate (project annual growth of running costs) | 4% | % |
| O | Present Worth Factor (PWF) (calculated automatically) | 30,00 | (years) |
| P | Ratio efficiency STOCK: efficiency NEW, in Use Phase | 1,00 | |

ECO-DESIGN OF ENERGY-RELATED PRODUCTS

Nr: Product: Products VT B1 150kV ADMIE Inductive Date: Author: vhk

MATERIALS EXTRACTION & PRODUCTION

| nr | Product component | wght in g | cat. | material | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|--------------|----------------------|--------------|-------------|----------------------|----------|--------|--------|-------------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|------------|-------|--------------|----------|-------------|---------|---------------|--------------|
| | | | | | GER | electr | feedst | water (proces) | water (cool) | haz. Waste | non-haz. Waste | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i- Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 1 | COPPER | 29930 | 4-Non-ferro | 29 -Cu winding wire | 4271,61 | | | | | 23,90 | 1202,43 | 220,49 | 9093,77 | 0,90 | 118,89 | 1691,62 | 165,50 | 90,57 | 179,58 | 4734,92 |
| 2 | ALUMINIUM | 51100 | 4-Non-ferro | 28 -Al diecast | 2817,41 | | | | | | 7665,00 | 181,25 | 798,42 | 3,74 | 1711,28 | 42,76 | 903,00 | 206,92 | 330,52 | 62,00 |
| 3 | Steel | 173740 | 3-Ferro | 25 -Ferrite | 8791,13 | 593,80 | 19,34 | 6833,98 | | | 448645,33 | 736,82 | 1945,49 | 35,53 | 6775,86 | 6254,64 | 18,04 | 705,56 | 347,48 | 13725,46 |
| 4 | Pressboard +paper | 45260 | 7-Misc. | 57 -Cardboard | 1267,28 | 90,43 | 724,16 | | | 15,75 | 2367,85 | 31,78 | 47,05 | 0,03 | 0,59 | 1,55 | 0,18 | 0,50 | 0,58 | 3895,14 |
| 5 | Porcelain | 236520 | 8-Extra | 102 -Porcelain | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Mineral oil | 181770 | 8-Extra | 103 -Mineral oil | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | 11680 | 8-Extra | 106 -Others Material | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 17147,43 | 684,23 | 743,50 | 6833,98 | | 39,65 | 459880,60 | 1170,34 | 11884,73 | 40,21 | 8606,62 | 7990,57 | 1086,72 | 1003,55 | 858,17 | 22417,52 |

MANUFACTURING

| PIF | Product | | | | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|-----|--|---------------|------|-----|-----------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|-------------|------------------|------------------|---------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|---------------|--------------|-----------------|
| | component | wght | cat. | NDX | GER | electr | feedst | water proces | water (cool) | haz. | non-haz. | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | in g | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i-Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 201 | OEM Plastics Manufacturing (fixed) | | | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 202 | Foundries Fe/Cu/Zn (fixed) | | | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 203 | Foundries Al/Mg (fixed) | 51100 | | 36 | 332,45 | 200,14 | 11,46 | 3,01 | 94,40 | | 1041,68 | 18,45 | 79,53 | 0,02 | | | 0,10 | 12,26 | | 194,33 |
| 204 | Sheetmetal Manufacturing (fixed) | 173740 | | 37 | 2628,64 | 1582,46 | 90,58 | 23,81 | 746,44 | | 8236,56 | 145,85 | 628,82 | 0,19 | | | 0,80 | 96,97 | | 1042,44 |
| 205 | PWB Manufacturing (fixed) | | | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 206 | Other materials (Manufacturing already included) | 505160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 207 | Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only) | 43435 | 0,25 | 38 | 520,15 | 213,30 | 0,84 | | | 2,63 | 7825,59 | 34,76 | 155,91 | 3,79 | 467,67 | 1085,88 | 0,34 | 22,40 | 35,17 | 1,94 |
| | TOTAL | 773435 | | | 3.481,24 | 1.995,90 | 102,87 | 26,82 | 840,84 | 2,63 | 17.103,83 | 199,05 | 864,26 | 4,00 | 467,67 | 1.085,88 | 1,25 | 131,63 | 35,17 | 1.238,71 |

DISPOSAL/RECYCLING

| nr | Product component | weight share | in g | NDX | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|-------------|------------------------|-----------------|--------|-----|---------|---------|--------|--------------|--------------|--------|------------|------------------|------------|--------|----------|----------|----------|---------|---------------|--------------|
| | | | | | GER | electr | feedst | water proces | water (cool) | haz. | non-haz. | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i-Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 263 | Re-use | 1,0% | 7373 | | -128,61 | -5,13 | -5,58 | -51,25 | | -0,30 | -3449,10 | -8,78 | -89,14 | -0,30 | -64,55 | -59,93 | -8,15 | -7,53 | -6,44 | -168,13 |
| 264 | Recycle | 72,1% | 531697 | | 6295,36 | -246,42 | 192,66 | -2569,57 | | -13,02 | -172630,97 | -436,23 | 4463,01 | -15,11 | -3236,02 | -3004,27 | 408,59 | -377,27 | -322,60 | -7961,57 |
| 265 | Recover | 0,1% | 457 | | -3,80 | -0,27 | -2,17 | | | -0,05 | -7,10 | -0,10 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -11,69 |
| 266 | Incinerate | 6,2% | 45713 | | 4,25 | | | | | | | 0,01 | 0,02 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 63,30 |
| 267- 269 | Landfill + unaccounted | 20,6% | 152061 | | 79,36 | | | | | | 5323,67 | 0,34 | 5,86 | 0,00 | 3,63 | 8,00 | | 4,47 | 0,24 | 667,24 |
| | TOTAL | | | | 6344,16 | -251,82 | 200,40 | -2620,83 | | -13,36 | -170763,50 | -444,76 | 4546,40 | -15,41 | -3296,94 | -3056,20 | 416,74 | -380,33 | -328,79 | -7410,85 |
| | of which | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 263- 265 | reuse/recycle/recover | 73,2% | 539527 | | 6427,77 | -251,82 | 200,40 | -2620,83 | | -13,36 | -176087,17 | -445,11 | 4552,29 | -15,41 | -3300,57 | -3064,20 | 416,74 | -384,80 | -329,04 | -8141,39 |
| 266- 269 | incinerate/landfill | 26,8% | 197773 | | 83,60 | | | | | | 5323,67 | 0,35 | 5,89 | 0,00 | 3,63 | 8,00 | | 4,48 | 0,24 | 730,54 |

ECO-DESIGN OF ENERGY-RELATED PRODUCTS

EcoReport 2014: **OUTPUTS**
Assessment of Environmental Impact

Life Cycle Impact (per unit) of Products

| | | | |
|----|--|----------------|----------|
| Nr | Life cycle Impact per product: VT B1 150kV ADMIE Inductive | Reference year | Author |
| 0 | Products | 2014 | vhk, izm |

| Life Cycle phases --> | Resources Use and Emissions | PRODUCTION | | | DISTRIBU- | USE | END-OF-LIFE | | | TOTAL | RBR | |
|--|---------------------------------------|------------|---------|----------------|-----------|--------------|----------------|----------------|----------|---------------|----------|-------|
| | | Material | Manuf. | Total | | | BUTION | Disposal | Recycl. | | | Stock |
| Materials unit | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Bulk Plastics | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | TecPlastics | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Ferro | g | | 173.740 | | 1.737 | 8.774 | 166.704 | 0 | 0 | 0 | |
| 4 | Non-ferro | g | | 81.030 | | 810 | 4.092 | 77.748 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | Coating | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | Electronics | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | Misc. | g | | 45.260 | | 453 | 15.542 | 30.170 | 0 | 0 | 0 | |
| 8 | Extra | g | | 429.970 | | 0 | 169.365 | 264.905 | 0 | -4.300 | 0 | |
| 9 | Auxiliaries | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | Refrigerant | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Total weight | g | | 730.000 | | 3.000 | 197.773 | 539.527 | 0 | -4.300 | 0 | |
| Other Resources & Waste debet see notel credit | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Total Energy (GER) | MJ | 17.147 | 3.481 | 20.629 | 0 | 171 | 84 | -6.428 | | 14.456 | 0 |
| 12 | of which, electricity (in primary MJ) | MJ | 684 | 1.996 | 2.680 | 0 | 7 | 0 | -252 | | 2.435 | 0 |
| 13 | Water (process) | litr | 6.834 | 27 | 6.861 | 0 | 68 | 0 | -2.621 | | 4.308 | 0 |
| 14 | Water (cooling) | litr | 0 | 841 | 841 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 841 | 0 |
| 15 | Waste, non-haz./ landfill | g | 459.881 | 17.104 | 476.984 | 0 | 4.599 | 5.324 | -176.087 | | 310.820 | 0 |
| 16 | Waste, hazardous/ incinerated | g | 40 | 3 | 42 | 0 | 0 | 0 | -13 | | 29 | 0 |
| Emissions (Air) | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Greenhouse Gases in GWP100 | kg CO2 eq. | 1.170 | 199 | 1.369 | 0 | 12 | 0 | -445 | | 936 | 0 |
| 18 | Acidification, emissions | g SO2 eq. | 11.885 | 864 | 12.749 | 0 | 119 | 6 | -4.552 | | 8.321 | 0 |
| 19 | Volatile Organic Compounds (VOC) | g | 40 | 4 | 44 | 0 | 0 | 0 | -15 | | 29 | 0 |
| 20 | Persistent Organic Pollutants (POP) | ng i-Teq | 8.607 | 468 | 9.074 | 0 | 86 | 4 | -3.301 | | 5.863 | 0 |
| 21 | Heavy Metals | mg Ni eq. | 7.991 | 1.086 | 9.076 | 0 | 80 | 8 | -3.064 | | 6.100 | 0 |
| 22 | PAHs | mg Ni eq. | 1.087 | 1 | 1.088 | 0 | 11 | 0 | -417 | | 682 | 0 |
| 23 | Particulate Matter (PM, dust) | g | 1.004 | 132 | 1.135 | 0 | 10 | 4 | -385 | | 765 | 0 |
| Emissions (Water) | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Heavy Metals | mg Hg/20 | 858 | 35 | 893 | 0 | 9 | 0 | -329 | | 573 | 0 |
| 25 | Eutrophication | g PO4 | 22 | 1 | 24 | 0 | 0 | 1 | -8 | | 16 | 0 |

6.8. Εφαρμογή της MEErP στους Μ/Σ Μέτρησης Τάσεως Χωρητικούς (VT) 150KV του ΑΔΜΗΕ

| Version 3.06 VHK for European Commission 2011, modified by IZM for european commission 2014 | | Document subject to a legal notice (see below) | | | |
|--|--|---|----------------|-------------------------|-------------|
| ECO-DESIGN OF ENERGY RELATED/USING PRODUCTS | | EcoReport 2014: <u>INPUTS</u> Assessment of Environmental Impact | | | |
| Nr | Product name | Date | Author | | |
| | Capasitor Voltage Transformer ΑΔΜΗΕ150KV | | vhk, izm | | |
| Pos | MATERIALS Extraction & Production | Weight | Category | Material or Process | Recyclable? |
| nr | Description of component | in g | Click & select | select Category first ! | |
| 1 | COPPER | 75847,3 | 4-Non-ferro | 29 -Cu winding wire | Yes |
| 2 | ALUMINIUM | 18522857,0 | 4-Non-ferro | 28 -Al diecast | Yes |
| 3 | Steel | 12581490,0 | 3-Ferro | 25 -Ferrite | Yes |
| 4 | Pressboard +paper | 3050956,0 | 7-Misc. | 57 -Cardboard | No |
| 5 | Porcelain | 65811770,0 | 8-Extra | 102-Porcelain | No |
| 6 | Synthetic oil | 17736340,0 | 8-Extra | 103-Synthetic oil | No |
| 7 | | 11547108,8 | 8-Extra | 106-Others Material | No |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| | TOTAL | 129326369 | | | |
| Pos | MANUFACTURING | Weight | Percentage | Category index (fixed) | |
| nr | Description | in g | Adjust | | |
| 201 | OEM Plastics Manufacturing (fixed) | 0 | | 21 | |
| 202 | Foundries Fe/Cu/Zn (fixed) | 0 | | 35 | |
| 203 | Foundries Al/Mg (fixed) | 18522857 | | 36 | |
| 204 | Sheetmetal Manufacturing (fixed) | 12581490 | | 37 | |
| 205 | PWB Manufacturing (fixed) | 0 | | 54 | |
| 206 | Other materials (Manufacturing already included) | 98222022 | | | |
| 207 | Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only) | 0 | | 38 | |

| Pos | USE PHASE | direct ErP impact | unit | Subtotals | |
|-----|---|-------------------|----------------------|-----------------------------|-----------|
| nr | Description | | | | |
| 226 | ErP Product (service) Life in years | 30 | years | | |
| | <u>Electricity</u> | | | | |
| 227 | On-mode: Consumption per hour, cycle, setting, etc. | 1,86 | kWh | 16293,6 | |
| 228 | On-mode: No. of hours, cycles, settings, etc. / year | 8760 | # | | |
| 229 | Standby-mode: Consumption per hour | 0 | kWh | 0 | |
| 230 | Standby-mode: No. of hours / year | 0 | # | | |
| 231 | Off-mode: Consumption per hour | 0 | kWh | 0 | |
| 232 | Off-mode: No. of hours / year | 0 | # | | |
| | TOTAL over ErP Product Life | | 488,81 | MWh (=000 kWh) | 66 |
| | <u>Heat</u> | | | | |
| 233 | Avg. Heat Power Output | 0 | kW | | |
| 234 | No. of hours / year | 0 | hrs. | | |
| 235 | Type and efficiency (Click & select) | | | 86-not applicable | |
| | TOTAL over ErP Product Life | | 0,00 | GJ | |
| | <u>Consumables (excl. spare parts)</u> | | | | |
| 236 | Water | 0 | m ³ /year | 84-Water per m3 | |
| 237 | Auxilliary material 1 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None | |
| 238 | Auxilliary material 2 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None | |
| 239 | Auxilliary material 3 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None | |
| 240 | Refrigerant refill (Click & select type, even if there is no refill) | 0 | kg/ year | 3-R404a; HFC blend; 3920 | |
| | <u>Maintenance, Repairs, Service</u> | | | | |
| 241 | No. of km over Product-Life | 0 | km / Product Life | 87 | |
| 242 | Spare parts (fixed, 1% of product materials & manuf.) | 1293264 | g | 1% | |

| Pos | ENERGY TOTAL (=indirect + direct ErP impact in use phase) | | unit | Subtotals | |
|-----|---|--------|----------------|--------------------|--|
| nr | Description | | | | |
| | <i>Electricity</i> | | | 30 | |
| 243 | TOTAL over Product Life of ERP | 488,81 | MWh (=000 kWh) | 66 | |
| | <i>Heat</i> | | | | |
| 244 | extra for extraction and transport, ErP indirect | 0% | | | |
| 245 | extra for extraction and transport, ErP direct | 0% | | | |
| 246 | TOTAL over Product Life of ERP indirect | 0,00 | GJ | 86 -not applicable | |
| 247 | TOTAL over Product Life of ERP direct | 0,00 | GJ | 86-not applicable | |
| | <i>Consumables (excl. spare parts)</i> | | | <i>material</i> | |
| | | 0 | | | |
| 248 | Water, Total over ErP Product Life | | m ³ | 84-Water per m3 | |
| 249 | Auxiliary material 1 | 0 | kg | 86 -None | |
| 250 | Auxiliary material 2 | 0 | kg | 86 -None | |
| 251 | Auxiliary material 3 | 0 | kg | 86 -None | |
| 252 | Refrigerant refill (Click & select type, even if there is no refill) | 0 | kg | Average GWP is 0 | |

| Inputs for EU-Totals & LCC | | | |
|----------------------------|--|----------|-----------------|
| | INPUTS FOR EU-Totals & economic Life Cycle Costs | | unit |
| nr | Description | | |
| A | Product Life | 30 | years |
| B | Annual sales | | min. Units/year |
| C | EU Stock | 0 | min. Units |
| D | Product price | 4.000,00 | € Euro/unit |
| E | Installation/acquisition costs (if any) | | Euro/ unit |
| F | Fuel rate (gas, oil, wood) | | Euro/GJ |
| G | Electricity rate | | Euro/kWh |
| H | Water rate | | Euro/m3 |
| I | Aux. 1: None | | Euro/kg |
| J | Aux. 2 :None | | Euro/kg |
| K | Aux. 3: None | | Euro/kg |
| L | Repair & maintenance costs | | Euro/ unit |
| M | Discount rate (interest minus inflation) | 4% | % |
| N | Escalation rate (project annual growth of running costs) | 4% | % |
| O | Present Worth Factor (PWF) (calculated automatically) | 30,00 | (years) |
| P | Ratio efficiency STOCK: efficiency NEW, in Use Phase | 1,00 | |

| Pos | DISPOSAL & RECYCLING | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---------------|----------------------------------|----------|-----------------------|---------|-------------|-----------------------------------|-------------|--------------------------|----------|-------------|------------------|
| nr | Description | | | | | | | | | | | | |
| 253 | product (stock) life L, in years | 0 | Please edit values with red font | | | | | | | | | | |
| | | current | L years ago | | period growth PG in % | | | CAGR in %/a | | | | | |
| 254 | unit sales in million units/year | 0,000 | 0,000 | | 0,0% | | | 0,0% | | | | | |
| 255 | product & aux. mass over service life, in g/unit | 129326369 | 129326369 | | 0,0% | | | 0,0% | | | | | |
| 256 | total mass sold, in t (1000 kg) | 0 | 0 | | 0,0% | | | 0,0% | | | | | |
| | Per fraction (post-consumer) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7a | 7b | 7c | 8 | 9 | |
| | | Bulk Plastics | TecPlastics | Ferro | Non-ferro | Coating | Electronics | Misc., excluding refrigerant & Hg | refrigerant | Hg (mercury). In mg/unit | Extra | Auxiliaries | TOTAL (CAGR avg) |
| 257 | current fraction, in % of total mass (or mg/unit Hg) | 0,0% | 0,0% | 9,8% | 14,5% | 0,0% | 0,0% | 2,4% | 0,0% | 0,0 | 74,3% | 0,0% | 101,0% |
| 258 | fraction x years ago, in % of total mass | 0,0% | 0,0% | 9,8% | 14,5% | 0,0% | 0,0% | 2,4% | 0,0% | 0,0 | 74,3% | 0,0% | 101,0% |
| 259 | CAGR per fraction r, in % | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | |
| | current product mass in g | 0 | 0 | 12707305 | 18784691 | 0 | 0 | 3081466 | 0 | 0 | 96046171 | 0 | 130619633 |
| 260 | stock-effect, total mass in g/unit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | 0 | 0 0% |
| 261 | EoL available, total mass ('arisings') in g/unit | 0 | 0 | 12707305 | 18784691 | 0 | 0 | 3081466 | 0 | 0,0 | 96046171 | 0 | 130619633 100% |
| 262 | EoL available, subtotals in g | | 0 | | 31491996 | | 0 | 3081466 | 0 | 0,0 | 96046171 | 0 | 130619633 |
| 263 | EoL mass fraction to re-use, in % | | | | | | | 1% | | | | 5% | 1,0% |
| 264 | EoL mass fraction to (materials) recycling, in % | 29% | 29% | | 94% | | 50% | 64% | 30% | 39% | 60% | 30% | 68,3% |
| 265 | EoL mass fraction to (heat) recovery, in % | 15% | 15% | | 0% | | 0% | 1% | 0% | 0% | 0% | 10% | 0,0% |
| 266 | EoL mass fraction to non-recov. incineration, in % | 22% | 22% | | 0% | | 30% | 5% | 5% | 5% | 10% | 10% | 7,5% |
| 267 | EoL mass fraction to landfill/missing/fugitive, in % | 33% | 33% | | 5% | | 19% | 29% | 64% | 55% | 29% | 45% | 23,2% |
| 268 | TOTAL | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100,0% |
| 269 | EoL recyclability****, (click& select: 'best', '>avg', 'avg' (basecase); '< avg'; 'worst') | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg |
| | | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | |

| |
|---|
| L is product (stock) life = period between product purchased and product discarded |
| PG=growth rate over period of L years= (value current - value L years ago)/(value L years ago) |
| CAGR=Compound Annual Growth Rate = $(1+PG)^{1/L} - 1$ (^= to the power) |
| EoL available mass' or 'arisings' = Total mass available for End-of-Life (EoL) management = recycmax * current fraction * product mass, with recycmax=1/(1+CAGR)^L, |
| 'stock' = the surplus (or deficit) of mass in stock (in use or stored with consumer) due to growth (or decline) of the unit sales or the share of the materials fraction over a period that equals the product life. stock= stock-effect arisings - product mass*current fraction ;' |
| 're-use'= fraction of EoL available mass in components that can be re-used in new products. The generic credit relative to the re-used mass is 75% on all impacts and for all fractions, taking into account the impact of collection, sorting, cleaning, etc. (as opposed to MEEUP 2005, where the collection effort was calculated separately). In case the specific re-use credit found for a specific product deviates from the default it is recommended to adapt the mass fraction accordingly. |
| recycling'= fraction of EoL available mass that is recycled for its materials. For metals this is already included in the production impact, based roughly on the fraction mentioned (values cannot be edited). For plastics, electronics, miscellaneous materials, refrigerants, mercury and the extra materials these values need to be edited (overwrite default values). The credit relates to the recycled mass and depends on the main virgin material that will be displaced by the recycled mass, the remaining value at final disposal (e.g. heat recovery) and/or avoidance of operations for disposal of hazardous substances (pyrolysis). E.g. for plastics the most popular displaced material is wood (e.g. 27 MJ/kg is < 50% of bulkplastics value) and remaining value at final disposal is 50% of the feedstock energy and GWP value. |
| For electronics (PWBs, ICs, controllers, displays, etc.) main credits come from recovery of metals (Cu, Fe, tin, traces of Au, Pt, Pd), glass (from displays, cullet displaces virgin material mainly in fiberglass insulation) and avoidance of treatment of hazardous substances (e.g. Pb, Cd, etc.). Note that the WEEE recast impact assessment report found official electronics recycling rates to be low (in 2005: 20% for tools, 27% for ITC equipment, 35-40% for TVs/monitors) but suspects actual, unreported (possibly incorrect) recycling activities to be substantially higher. For miscellaneous materials recycling fractions fully depend on the materials involved and a weighted average needs to be determined beforehand. For 'Misc.', including refrigerants and Hg, credit comes from re-use after purification, avoiding treatment as hazardous waste, etc. For all materials, except metals (where it is assumed to be higher), a credit of 40% on all impacts is assumed related to the recycled mass. See MEER Methodology Report Part 2 for more guidance. |
| '(heat) recovery' = fraction of EoL available mass where the combustion heat is used, e.g. for district heating. In the context of ErP it is assumed to apply only to plastics and all other materials for which a feedstock energy value is given. The credit is 75% of feedstock energy (net combustion value) and GWP. |
| 'non-recov. incineration' = fraction of EoL available mass that is incinerated without heat recovery, either because there is no effective contribution to the combustion (non-combustibles), the incineration plant has no clients for waste heat, etc.. Impacts of 'incineration' as given in the Unit Indicator table (see MEER Methodology Report Part 2, Table 13, row 92) apply. |
| 'landfill/fugitive/missing' = fraction of EoL available mass that goes to landfill, that escapes during use (for substances that are gaseous or evaporate at atmospheric conditions like most refrigerants and mercury) and that are unaccounted for (illegal dumping etc.). Impacts of 'landfill' as given in the Unit Indicator table (see MEER Methodology Report Part 2, Table 13, row 89) apply. |
| 'recyclability' relates to the potential of the new products to change the course of the materials flows, e.g. due to faster pre-disassembly or other ways to bring about less contamination of the mass to be recycled (see MEER Methodology Report Part 2). Therefore it is economically likely that the recycled mass at EoL will displace more virgin material in other applications. The recyclability does not influence the mass balance but it does give a reduction or increase up to 10% on all impacts of the recycled mass. It is forward looking, e.g. values different from 'avg' (=base case) should only be filled in for design options. |

ECO-DESIGN OF ENERGY-RELATED PRODUCTS

Nr: Product: ProductsVT A3 150kV ADMIE Capacitor Date: Author: vhk

MATERIALS EXTRACTION & PRODUCTION

| nr | Product component | wght in g | cat. | material | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|----|----------------------|--------------|-------------|---------------------|---------|--------|--------|-------------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|------------|------|--------------|----------|-------------|--------|---------------|-----------------|
| | | | | | GER | electr | feedst | water (proces) | water (cool) | haz. Waste | non-haz. Waste | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i- Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 1 | COPPER | 154,65 | 4-Non-ferro | 29 -Cu winding wire | 22,07 | | | | | 0,12 | 6,21 | 1,14 | 46,99 | 0,00 | 0,61 | 8,74 | 0,86 | 0,47 | 0,93 | 24,47 |
| 2 | ALUMINIUM | 37708,8 | 4-Non-ferro | 28 -Al diecast | 2079,08 | | | | | | 5656,32 | 133,75 | 589,19 | 2,76 | 1262,82 | 31,55 | 666,36 | 152,69 | 243,91 | 45,76 |
| 3 | Steel | 25594,5 | 3-Ferro | 25 -Ferrite | 1295,07 | 87,48 | 2,85 | 1006,75 | | | 66092,17 | 108,54 | 286,60 | 5,23 | 998,19 | 921,40 | 2,66 | 103,94 | 51,19 | 2021,97 |
| 4 | Pressboard +paper | 6237,5 | 7-Misc. | 57 -Cardboard | 174,65 | 12,46 | 99,80 | | | 2,17 | 326,32 | 4,38 | 6,48 | 0,00 | 0,08 | 0,21 | 0,02 | 0,07 | 0,08 | 536,81 |
| 5 | Porcelain | 133643,1 | 8-Extra | 102-Porcelain | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Mineral oil | 38000 | 8-Extra | 103-Mineral oil | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | 23611,4 | 8-Extra | 106-Others Material | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | TOTAL | | | | 3570,87 | 99,94 | 102,65 | 1006,75 | | 2,29 | 72081,02 | 247,82 | 929,26 | 8,01 | 2261,70 | 961,91 | 669,90 | 257,17 | 296,10 | 2629,00 |

MANUFACTURING

| nr | Product | | | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | | |
|-----|--|-----------------|------|--------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-------------|------------------|--------------|---------------|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-------------|---------------|
| | component | wght | cat. | NDX | GER | electr | feedst | water proces | water (cool) | haz. | non-haz. | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | in g | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i-Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 201 | OEM Plastics Manufacturing (fixed) | | | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 202 | Foundries Fe/Cu/Zn (fixed) | | | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 203 | Foundries Al/Mg (fixed) | 37708,8 | | 36 | 245,33 | 147,69 | 8,45 | 2,22 | 69,66 | | 768,70 | 13,61 | 58,69 | 0,02 | | | | 0,08 | 9,05 | 143,40 |
| 204 | Sheetmetal Manufacturing (fixed) | 25594,5 | | 37 | 387,24 | 233,12 | 13,34 | 3,51 | 109,96 | | 1213,37 | 21,49 | 92,64 | 0,03 | | | | 0,12 | 14,29 | 153,57 |
| 205 | PWB Manufacturing (fixed) | | | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 206 | Other materials (Manufacturing already included) | 201646,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 207 | Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only) | 6398,625 | 0,25 | 38 | 76,63 | 31,42 | 0,12 | | | 0,39 | 1152,83 | 5,12 | 22,97 | 0,56 | 68,90 | 159,97 | 0,05 | 3,30 | 5,18 | 0,29 |
| | TOTAL | 271348,6 | | | 709,19 | 412,23 | 21,92 | 5,73 | 179,63 | 0,39 | 3.134,90 | 40,22 | 174,29 | 0,60 | 68,90 | 159,97 | 0,24 | 26,64 | 5,18 | 297,26 |

DISPOSAL/RECYCLING

| nr | Product | | | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|---------|------------------------|--------------|--------|----------------|---------------|---------------|----------------|--------------|--------------|------------------|------------------|----------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| | component | weight share | NDX | GER | electr | feedst | water proces | water (cool) | haz. | non-haz. | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | in % | | in g | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i-Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq |
| 263 | Re-use | 1,0% | 2676 | -26,78 | -0,75 | -0,77 | -7,55 | | -0,02 | -540,61 | -1,86 | -6,97 | -0,06 | -16,96 | -7,21 | -5,02 | -1,93 | -2,22 | -19,72 |
| 264 | Recycle | 68,2% | 182603 | 1321,69 | -36,08 | -26,62 | -378,54 | | -0,60 | -27063,31 | -92,65 | -348,62 | -3,01 | -850,39 | -361,65 | 251,88 | -96,69 | -111,33 | -924,09 |
| 265 | Recover | 0,0% | 63 | -0,52 | -0,04 | -0,30 | | | -0,01 | -0,98 | -0,01 | -0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -1,61 |
| 266 | Incinerate | 7,5% | 20036 | 0,59 | | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 8,72 |
| 267-269 | Landfill + unaccounted | 23,3% | 62222 | 15,06 | | | | | | 831,99 | 0,07 | 0,46 | 0,00 | 0,95 | 0,96 | | 1,15 | 0,08 | 84,48 |
| | TOTAL | | | 1333,35 | -36,87 | -27,69 | -386,09 | | -0,63 | -26772,90 | -94,46 | -355,14 | -3,07 | -866,40 | -367,90 | 256,90 | -97,47 | -113,46 | -852,21 |
| | of which | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 263-265 | reuse/recycle/recover | 69,3% | 185342 | 1348,99 | -36,87 | -27,69 | -386,09 | | -0,63 | -27604,89 | -94,53 | -355,61 | -3,07 | -867,35 | -368,87 | 256,90 | -98,62 | -113,55 | -945,41 |
| 266-269 | incinerate/landfill | 30,7% | 82257 | 15,65 | | | | | | 831,99 | 0,07 | 0,47 | 0,00 | 0,95 | 0,96 | | 1,15 | 0,08 | 93,21 |

Life Cycle Impact (per unit) of Products

| | | | |
|----|--|----------------|----------|
| Nr | Life cycle impact per product: VT A3 150kV ADMIE Capacitor | Reference year | Author |
| 0 | Products | 2014 | vhk, izm |

| Life Cycle phases --> | Resources Use and Emissions | PRODUCTION | | | DISTRIBU- TION | USE | END-OF-LIFE | | | TOTAL | RBR |
|------------------------------------|---------------------------------------|-------------|--------|-------|-------------------|------------|---------------|----------------|----------|---------------|-----|
| | | Material | Manuf. | Total | | | Disposal | Recycl. | Stock | | |
| Materials | | unit | | | | | | | | | |
| 1 | Bulk Plastics | g | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | TecPlastics | g | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Ferro | g | | | 25.595 | 256 | 1.293 | 24.558 | 0 | 0 | |
| 4 | Non-ferro | g | | | 37.863 | 379 | 1.912 | 36.330 | 0 | 0 | |
| 5 | Coating | g | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | Electronics | g | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | Misc. | g | | | 6.238 | 62 | 2.142 | 4.158 | 0 | 0 | |
| 8 | Extra | g | | | 195.255 | 0 | 76.911 | 120.296 | 0 | -1.953 | |
| 9 | Auxiliaries | g | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | Refrigerant | g | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Total weight | g | | | 264.950 | 697 | 82.257 | 185.342 | 0 | -1.953 | |
| Other Resources & Waste | | see note! | | | | | | | | | |
| 11 | Total Energy (GER) | MJ | 3.571 | 709 | 4.280 | 0 | 36 | 16 | -1.349 | 2.982 | 0 |
| 12 | of which, electricity (in primary MJ) | MJ | 100 | 412 | 512 | 0 | 1 | 0 | -37 | 476 | 0 |
| 13 | Water (process) | litr | 1.007 | 6 | 1.012 | 0 | 10 | 0 | -386 | 636 | 0 |
| 14 | Water (cooling) | litr | 0 | 180 | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 180 | 0 |
| 15 | Waste, non-haz/ landfill | g | 72.081 | 3.135 | 75.216 | 0 | 721 | 832 | -27.605 | 49.164 | 0 |
| 16 | Waste, hazardous/ incinerated | g | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | -1 | 2 | 0 |
| Emissions (Air) | | | | | | | | | | | |
| 17 | Greenhouse Gases in GWP100 | kg CO2 eq. | 248 | 40 | 288 | 0 | 2 | 0 | -95 | 196 | 0 |
| 18 | Acidification, emissions | g SO2 eq. | 929 | 174 | 1.104 | 0 | 9 | 0 | -356 | 758 | 0 |
| 19 | Volatile Organic Compounds (VOC) | g | 8 | 1 | 9 | 0 | 0 | 0 | -3 | 6 | 0 |
| 20 | Persistent Organic Pollutants (POP) | mg i-Teq | 2.262 | 69 | 2.331 | 0 | 23 | 1 | -867 | 1.487 | 0 |
| 21 | Heavy Metals | mg Ni eq. | 962 | 160 | 1.122 | 0 | 10 | 1 | -369 | 764 | 0 |
| 22 | PAHs | mg Ni eq. | 670 | 0 | 670 | 0 | 7 | 0 | -257 | 420 | 0 |
| 23 | Particulate Matter (PM, dust) | g | 257 | 27 | 284 | 0 | 3 | 1 | -99 | 189 | 0 |
| Emissions (Water) | | | | | | | | | | | |
| 24 | Heavy Metals | mg Hg/20 | 296 | 5 | 301 | 0 | 3 | 0 | -114 | 191 | 0 |
| 25 | Eutrophication | g PO4 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | -1 | 2 | 0 |

6.9. Εφαρμογή της ΜΕErP στους Μ/Σ Μέτρησης Τάσεως Επαγωγικούς (VT) 400KV του ΑΔΜΗΕ

| Version 3.06 VHK for European Commission 2011, modified by IZM for european commission 2014 | | Document subject to a legal notice (see below) | | | |
|--|--|--|----------------|-------------------------|-------------|
| ECO-DESIGN OF ENERGY RELATED/USING PRODUCTS | | EcoReport 2014: INPUTS Assessment of Environmental Impact | | | |
| Nr | Product name Inductive Voltage ΑΔΜΗΕ 400KV | Date | Author | | |
| | Products | | vhk, izm | | |
| Pos | MATERIALS Extraction & Production | Weight | Category | Material or Process | Recyclable? |
| nr | Description of component | in g | Click & select | select Category first ! | |
| 1 | COPPER | 23843720,0 | 4-Non-ferro | 29 -Cu winding wire | Yes |
| 2 | ALUMINIUM | 41074333,0 | 4-Non-ferro | 28 -Al diecast | Yes |
| 3 | Steel | 140080900,0 | 3-Ferro | 25 -Ferrite | Yes |
| 4 | Pressboard +paper | 36665590,0 | 7-Misc. | 57 -Cardboard | No |
| 5 | Porcelain | 190686400,0 | 8-Extra | 102-Porcelain | No |
| 6 | Mineral oil | 127081800,0 | 8-Extra | 103-Mineral oil | Yes |
| 7 | | 9174320,0 | 8-Extra | 106-Others Material | No |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| | TOTAL | 568607063 | | | |
| Pos | MANUFACTURING | Weight | Percentage | Category index (fixed) | |
| nr | Description | in g | Adjust | | |
| 201 | OEM Plastics Manufacturing (fixed) | 0 | | 21 | |
| 202 | Foundries Fe/Cu/Zn (fixed) | 0 | | 35 | |
| 203 | Foundries Al/Mg (fixed) | 41074333 | | 36 | |
| 204 | Sheetmetal Manufacturing (fixed) | 140080900 | | 37 | |
| 205 | PWB Manufacturing (fixed) | 0 | | 54 | |
| 206 | Other materials (Manufacturing already included) | 387451830 | | | |
| 207 | Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only) | 0 | | 38 | |

| Pos | USE PHASE | direct ErP impact | | unit | Subtotals | |
|-----|---|-------------------|----------------------|----------------|-----------------------------|--|
| nr | Description | | | | | |
| 226 | ErP Product (service) Life in years | 30 | years | | | |
| | Electricity | | | | | |
| 227 | On-mode: Consumption per hour, cycle, setting, etc. | 1,74 | kWh | | 15242,4 | |
| 228 | On-mode: No. of hours, cycles, settings, etc. / year | 8760 | # | | | |
| 229 | Standby-mode: Consumption per hour | 0 | kWh | | 0 | |
| 230 | Standby-mode: No. of hours / year | 0 | # | | | |
| 231 | Off-mode: Consumption per hour | 0 | kWh | | 0 | |
| 232 | Off-mode: No. of hours / year | 0 | # | | | |
| | TOTAL over ErP Product Life | | 457,27 | MWh (=000 kWh) | 66 | |
| | Heat | | | | | |
| 233 | Avg. Heat Power Output | 0 | kW | | | |
| 234 | No. of hours / year | 0 | hrs. | | | |
| | | | | | | |
| 235 | Type and efficiency (Click & select) | | | | 86-not applicable | |
| | TOTAL over ErP Product Life | | 0,00 | GJ | | |
| | Consumables (excl. spare parts) | | | | material | |
| 236 | Water | 0 | m ³ /year | | 84-Water per m3 | |
| 237 | Auxilliary material 1 (Click & select) | 0 | kg/ year | | 86 -None | |
| 238 | Auxilliary material 2 (Click & select) | 0 | kg/ year | | 86 -None | |
| 239 | Auxilliary material 3 (Click & select) | 0 | kg/ year | | 86 -None | |
| 240 | Refrigerant refill (Click & select type, even if there is no refill) | 0 | kg/ year | | 3-R404a; HFC blend; 3920 | |
| | | | | | | |
| | Maintenance, Repairs, Service | | | | | |
| 241 | No. of km over Product-Life | 0 | km / Product Life | | 87 | |
| 242 | Spare parts (fixed, 1% of product materials & manuf.) | 5686071 | g | | 1% | |

| Pos | ENERGY TOTAL (=indirect + direct ErP impact in use phase) | | unit | Subtotals | |
|-----|---|----|--------|----------------|--------------------|
| nr | Description | | | | |
| | Electricity | | | 30 | |
| 243 | TOTAL over Product Life of ERP | | 457,27 | MWh (=000 kWh) | 66 |
| | Heat | | | | |
| 244 | extra for extraction and transport, ErP indirect | 0% | | | |
| 245 | extra for extraction and transport, ErP direct | 0% | | | |
| 246 | TOTAL over Product Life of ERP indirect | | 0,00 | GJ | 86 -not applicable |
| 247 | TOTAL over Product Life of ERP direct | | 0,00 | GJ | 86 -not applicable |
| | Consumables (excl. spare parts) | | | | material |
| 248 | Water, Total over ErP Product Life | | 0 | m ³ | 84-Water per m3 |
| | | | | | |
| 249 | Auxilliary material 1 | 0 | kg | | 86 -None |
| 250 | Auxilliary material 2 | 0 | kg | | 86 -None |
| 251 | Auxilliary material 3 | 0 | kg | | 86 -None |
| 252 | Refrigerant refill (Click & select type, even if there is no refill) | 0 | kg | | Average GWP is 0 |

| Inputs for EU-Totals & LCC | | | |
|--|--|---|---------------------|
| INPUTS FOR EU-Totals & economic Life Cycle Costs | | | unit |
| nr | Description | | |
| A | Product Life | | 30 years |
| B | Annual sales | | mln. Units/year |
| C | EU Stock | | 0 mln. Units |
| D | Product price | € | 11.000,00 Euro/unit |
| E | Installation/acquisition costs (if any) | | Euro/ unit |
| F | Fuel rate (gas, oil, wood) | | Euro/GJ |
| G | Electricity rate | | Euro/kWh |
| H | Water rate | | Euro/m3 |
| I | Aux. 1: None | | Euro/kg |
| J | Aux. 2 :None | | Euro/kg |
| K | Aux. 3: None | | Euro/kg |
| L | Repair & maintenance costs | | Euro/ unit |
| M | Discount rate (interest minus inflation) | | 4% % |
| N | Escalation rate (project annual growth of running costs) | | 4% % |
| O | Present Worth Factor (PWF) (calculated automatically) | | 30,00 (years) |
| | | | |
| P | Ratio efficiency STOCK: efficiency NEW, in Use Phase | | 1,00 |

| Pos | DISPOSAL & RECYCLING | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---------------|----------------------------------|-----------|-----------------------|---------|-------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------|-------------------|
| nr | Description | | | | | | | | | | | | |
| 253 | product (stock) life L, in years | 0 | Please edit values with red font | | | | | | | | | | |
| | | current | L years ago | | period growth PG in % | | | CAGR in %/a | | | | | |
| 254 | unit sales in million units/year | 0,000 | 0,000 | | 0,0% | | | 0,0% | | | | | |
| 255 | product & aux. mass over service life, in g/unit | 568607063 | 568607063 | | 0,0% | | | 0,0% | | | | | |
| 256 | total mass sold, in t (1000 kg) | 0 | 0 | | 0,0% | | | 0,0% | | | | | |
| | Per fraction (post-consumer) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7a | 7b | 7c | 8 | 9 | TOTAL (CARG avg.) |
| | | Bulk Plastics | TecPlastics | Ferro | Non-ferro | Coating | Electronics | Misc., excluding refrigerant & Hg | refrigerant | Hg (mercury) in mg/unit | Extra | Auxiliaries | |
| 257 | current fraction, in % of total mass (or mg/unit Hg) | 0,0% | 0,0% | 24,9% | 11,5% | 0,0% | 0,0% | 6,5% | 0,0% | 0,0 | 58,1% | 0,0% | 101,0% |
| 258 | fraction x years ago, in % of total mass | 0,0% | 0,0% | 24,9% | 11,5% | 0,0% | 0,0% | 6,5% | 0,0% | 0,0 | 58,1% | 0,0% | 101,0% |
| 259 | CAGR per fraction r, in % | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | |
| | current product mass in g | 0 | 0 | 141481709 | 65567234 | 0 | 0 | 37032246 | 0 | 0 | 330211945 | 0 | 574293134 |
| 260 | stock-effect, total mass in g/unit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | 0 | 0 0% |
| 261 | EoL available, total mass ('arisings') in g/unit | 0 | 0 | 141481709 | 65567234 | 0 | 0 | 37032246 | 0 | 0,0 | 330211945 | 0 | 574293134 100% |
| 262 | EoL available, subtotals in g | | 0 | | 207048943 | | 0 | 37032246 | 0 | 0,0 | 330211945 | 0 | 574293134 |
| | | | | | | | | | | | | | AVG |
| 263 | EoL mass fraction to re-use, in % | | | | | | 1% | | | | | 5% | 1,0% |
| 264 | EoL mass fraction to (materials) recycling, in % | 29% | 29% | | 94% | | 50% | 64% | 30% | 39% | 60% | 30% | 72,5% |
| 265 | EoL mass fraction to (heat) recovery, in % | 15% | 15% | | 0% | | 0% | 1% | 0% | 0% | 0% | 10% | 0,1% |
| 266 | EoL mass fraction to non-recov. incineration, in % | 22% | 22% | | 0% | | 30% | 5% | 5% | 5% | 10% | 10% | 6,1% |
| 267 | EoL mass fraction to landfill/missing/fugitive, in % | 33% | 33% | | 5% | | 19% | 29% | 64% | 55% | 29% | 45% | 20,3% |
| 268 | TOTAL | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100,0% |
| 269 | EoL recyclability****, (click& select: 'best', '>avg', 'avg' (basecase); '< avg'; 'worst') | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg | avg |
| | | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| | L is product (stock) life = period between product purchased and product discarded | | | | | | | | | | | | |
| | PG=growth rate over period of L years= (value current - value L years ago)/(value L years ago) | | | | | | | | | | | | |
| | CAGR=Compound Annual Growth Rate = (1+ PG)^(1/L) - 1 (^(= to the power) | | | | | | | | | | | | |
| | EoL available mass' or 'arisings' = Total mass available for End-of-Life (EoL) management = recycmax * current fraction * product mass, with recycmax=1/(1+CAGR)^L, | | | | | | | | | | | | |
| | 'stock' = the surplus (or deficit) of mass in stock (in use or stored with consumer) due to growth (or decline) of the unit sales or the share of the materials fraction over a period that equals the product life. stock= stock-effect arisings - product mass*current fraction ; ' | | | | | | | | | | | | |
| | 're-use'= fraction of EoL available mass in components that can be re-used in new products. The generic credit relative to the re-used mass is 75% on all impacts and for all fractions, taking into account the impact of collection, sorting, cleaning, etc. (as opposed to MEEuP 2005, where the collection effort was calculated separately). In case the specific re-use credit found for a specific product deviates from the default it is recommended to adapt the mass fraction accordingly. | | | | | | | | | | | | |
| | recycling'= fraction of EoL available mass that is recycled for its materials. For metals this is already included in the production impact, based roughly on the fraction mentioned (values cannot be edited). For plastics, electronics, miscellaneous materials, refrigerants, mercury and the extra materials these values need to be edited (overwrite default values). The credit relates to the recycled mass and depends on the main virgin material that will be displaced by the recycled mass, the remaining value at final disposal (e.g. heat recovery) and/or avoidance of operations for disposal of hazardous substances (pyrolysis). E.g. for <u>plastics</u> the most popular displaced material is wood (e.g. 27 MJ/kg is < 50% of bulkplastics value) and remaining value at final disposal is 50% of the feedstock energy and GWP value. | | | | | | | | | | | | |

ECO-DESIGN OF ENERGY-RELATED PRODUCTS

Nr: Product: Products: VT C5 400kV ADMIE Intactive Date: Author: vhk

MATERIALS EXTRACTION & PRODUCTION

| nr | Product | wght in g | cat. | material | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|--------------|-------------------|--------------|-------------|---------------------|----------|---------|---------|-------------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|------------|-------|--------------|----------|-------------|---------|---------------|--------------|
| | | | | | GER | electr | feedst | water (proces) | water (cool) | haz. Waste | non-haz. Waste | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i- Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 1 | COPPER | 54526,6 | 4-Non-ferro | 29 -Cu winding wire | 7782,04 | | | | | 43,54 | 2190,59 | 401,68 | 16567,07 | 1,64 | 216,59 | 3081,79 | 301,51 | 165,00 | 327,16 | 8626,10 |
| 2 | ALUMINIUM | 93953,5 | 4-Non-ferro | 28 -Al diecast | 5180,15 | | | | | | 14093,03 | 333,26 | 1468,00 | 6,88 | 3146,39 | 78,62 | 1660,28 | 380,44 | 607,70 | 114,00 |
| 3 | Steel | 320448,5 | 3-Ferro | 25 -Ferrite | 16214,49 | 1095,22 | 35,66 | 12604,68 | | | 827487,75 | 1358,99 | 3588,28 | 65,53 | 12497,49 | 11536,15 | 33,28 | 1301,35 | 640,90 | 25315,43 |
| 4 | Pressboard +paper | 83887 | 7-Misc. | 57 -Cardboard | 2348,84 | 167,61 | 1342,19 | | | 29,19 | 4388,68 | 58,90 | 87,20 | 0,06 | 1,10 | 2,88 | 0,33 | 0,92 | 1,08 | 7219,44 |
| 5 | Porcelain | 436212,6 | 8-Extra | 102-Porcelain | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Mineral oil | 290000 | 8-Extra | 103-Mineral oil | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | 20971,8 | 8-Extra | 106-Others Material | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | 31525,51 | 1262,82 | 1377,86 | 12604,68 | | 72,73 | 848160,05 | 2152,84 | 21710,55 | 74,11 | 15861,57 | 14699,44 | 1995,40 | 1847,72 | 1576,84 | 41274,97 |

MANUFACTURING

| nr | Product | | | | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|-----|--|----------------|------|-----|-----------------|-----------------|---------------|--------------|-----------------|-------------|------------------|------------------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|---------------|--------------|-----------------|
| | component | wght | cat. | NDX | GER | electr | feedst | water proces | water (cool) | haz. | non-haz. | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | in g | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i-Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 201 | OEM Plastics Manufacturing (fixed) | | | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 202 | Foundries Fe/Cu/Zn (fixed) | | | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 203 | Foundries Al/Mg (fixed) | 93953,5 | | 36 | 611,24 | 367,97 | 21,06 | 5,54 | 173,57 | | 1915,26 | 33,92 | 146,22 | 0,04 | | | | 0,19 | 22,55 | 357,30 |
| 204 | Sheetmetal Manufacturing (fixed) | 320448,5 | | 37 | 4848,30 | 2918,72 | 167,07 | 43,91 | 1376,74 | | 15191,63 | 269,01 | 1159,81 | 0,34 | | | | 1,48 | 178,86 | 1922,69 |
| 205 | PWB Manufacturing (fixed) | | | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 206 | Other materials (Manufacturing already included) | 885598 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 207 | Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only) | 80112,13 | 0,25 | 38 | 959,38 | 393,42 | 1,54 | | | 4,85 | 14433,62 | 64,10 | 287,56 | 6,99 | 862,58 | 2002,80 | 0,63 | 41,31 | 64,87 | 3,57 |
| | TOTAL | 1380112 | | | 6.418,92 | 3.680,11 | 189,68 | 49,45 | 1.550,31 | 4,85 | 31.540,52 | 367,03 | 1.593,60 | 7,37 | 862,58 | 2.002,80 | 2,30 | 242,72 | 64,87 | 2.283,56 |

DISPOSAL/RECYCLING

| nr | Product | | | | Energy | | | Water | | Waste | | Emissions to Air | | | | | | | to Water | |
|---------|------------------------|--------------|--------|-----|-----------------|----------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|-------------------|------------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|
| | component | weight share | in g | NDX | GER | electr | feedst | water proces | water (cool) | haz. | non-haz. | GWP | AD | VOC | POP | HM | PAH | PM | Metal | EUP |
| | | in % | | | MJ | MJ | MJ | ltr. | ltr. | g | g | kg CO2eq | g SO2eq | mg | ng i-Teq | mg Ni eq | mg Ni eq | g | mg Hg/20eq | mg PO4 eq |
| 263 | Re-use | 1,0% | 13130 | | -236,44 | -9,47 | -10,33 | -94,54 | | -0,55 | -6361,20 | -16,15 | -162,83 | -0,56 | -118,96 | -110,25 | -14,97 | -13,86 | -11,83 | -309,56 |
| 264 | Recycle | 72,5% | 952219 | | 11571,73 | -454,71 | 357,01 | -4739,36 | | -23,84 | -318381,54 | -802,40 | 8152,70 | -27,86 | -5963,82 | -5526,64 | 750,23 | -694,63 | -592,76 | 14653,05 |
| 265 | Recover | 0,1% | 847 | | -7,05 | -0,50 | -4,03 | | | -0,09 | -13,17 | -0,18 | -0,26 | 0,00 | 0,00 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -21,66 |
| 266 | Incinerate | 6,1% | 79702 | | 7,87 | | | | | | | 0,01 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 117,32 |
| 267-269 | Landfill + unaccounted | 20,3% | 267102 | | 146,21 | | | | | | 9819,64 | 0,62 | 10,71 | 0,00 | 6,69 | 14,71 | | 8,24 | 0,45 | 1232,24 |
| | TOTAL | | | | 11661,14 | -464,68 | 371,37 | -4833,90 | | -24,48 | -314936,26 | -818,09 | 8305,04 | -28,41 | -6076,09 | -5622,18 | 765,20 | -700,25 | -604,14 | 13634,72 |
| | of which | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 263-265 | reuse/recycle/recover | 73,6% | 966196 | | 11815,22 | -464,68 | 371,37 | -4833,90 | | -24,48 | -324755,90 | -818,72 | 8315,79 | -28,42 | -6082,78 | -5636,90 | 765,20 | -708,49 | -604,59 | 14984,28 |
| 266-269 | incinerate/landfill | 26,4% | 346804 | | 154,08 | | | | | | 9819,64 | 0,64 | 10,76 | 0,00 | 6,69 | 14,72 | | 8,24 | 0,45 | 1349,56 |

ECO-DESIGN OF ENERGY-RELATED PRODUCTS

EcoReport 2014: **OUTPUTS**
Assessment of Environmental Impact

Life Cycle Impact (per unit) of Products

| | | | |
|----|---|----------------|----------|
| Nr | Life cycle Impact per product:VT C5 400kV ADMIE Intactive | Reference year | Author |
| 0 | Products | 2014 | vhk, izm |

| Life Cycle phases --> | | PRODUCTION | | | DISTRIBUTION | USE | END-OF-LIFE | | | TOTAL | RBR |
|------------------------------------|---------------------------------------|-------------|---------|--------|------------------|--------------|----------------|---------------------|----------|---------------|-----|
| | | Material | Manuf. | Total | | | Disposal | Recycl. | Stock | | |
| Resources Use and Emissions | | | | | | | | | | | |
| Materials | | | | | | | | | | | |
| | | unit | | | | | | | | | |
| 1 | Bulk Plastics | g | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | TecPlastics | g | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Ferro | g | | | 320.449 | 3.204 | 16.183 | 307.470 | 0 | 0 | |
| 4 | Non-ferro | g | | | 148.480 | 1.485 | 7.498 | 142.467 | 0 | 0 | |
| 5 | Coating | g | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | Electronics | g | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | Misc. | g | | | 83.887 | 839 | 28.807 | 55.919 | 0 | 0 | |
| 8 | Extra | g | | | 747.184 | 0 | 294.316 | 460.340 | 0 | -7.472 | |
| 9 | Auxiliaries | g | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | Refrigerant | g | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Total weight | g | | | 1.300.000 | 5.528 | 346.804 | 966.196 | 0 | -7.472 | |
| Other Resources & Waste | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | debet | see note! credit | | | |
| 11 | Total Energy (GER) | MJ | 31.526 | 6.419 | 37.944 | 0 | 315 | 154 | -11.815 | 26.599 | 0 |
| 12 | of which, electricity (in primary MJ) | MJ | 1.263 | 3.680 | 4.943 | 0 | 13 | 0 | -465 | 4.491 | 0 |
| 13 | Water (process) | ltr | 12.605 | 49 | 12.654 | 0 | 126 | 0 | -4.834 | 7.946 | 0 |
| 14 | Water (cooling) | ltr | 0 | 1.550 | 1.550 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.550 | 0 |
| 15 | Waste, non-haz./ landfill | g | 848.160 | 31.541 | 879.701 | 0 | 8.482 | 9.820 | -324.756 | 573.246 | 0 |
| 16 | Waste, hazardous/ incinerated | g | 73 | 5 | 78 | 0 | 1 | 0 | -24 | 54 | 0 |
| Emissions (Air) | | | | | | | | | | | |
| 17 | Greenhouse Gases in GWP100 | kg CO2 eq. | 2.153 | 367 | 2.520 | 0 | 22 | 1 | -819 | 1.723 | 0 |
| 18 | Acidification, emissions | g SO2 eq. | 21.711 | 1.594 | 23.304 | 0 | 217 | 11 | -8.316 | 15.216 | 0 |
| 19 | Volatile Organic Compounds (VOC) | g | 74 | 7 | 81 | 0 | 1 | 0 | -28 | 54 | 0 |
| 20 | Persistent Organic Pollutants (POP) | ng I-Teq | 15.862 | 863 | 16.724 | 0 | 159 | 7 | -6.083 | 10.807 | 0 |
| 21 | Heavy Metals | mg Ni eq. | 14.699 | 2.003 | 16.702 | 0 | 147 | 15 | -5.637 | 11.227 | 0 |
| 22 | PAHs | mg Ni eq. | 1.995 | 2 | 1.998 | 0 | 20 | 0 | -765 | 1.252 | 0 |
| 23 | Particulate Matter (PM, dust) | g | 1.848 | 243 | 2.090 | 0 | 18 | 8 | -708 | 1.409 | 0 |
| Emissions (Water) | | | | | | | | | | | |
| 24 | Heavy Metals | mg Hg/20 | 1.577 | 65 | 1.642 | 0 | 16 | 0 | -605 | 1.053 | 0 |
| 25 | Eutrophication | g PO4 | 41 | 2 | 44 | 0 | 0 | 1 | -15 | 30 | 0 |

6.10.

Εφαρμογή της MEErP στους Μ/Σ Μέτρησης Τάσεως Χωρητικούς (VT) 400KV του ΑΔΜΗΕ

| Version 3.06 VHK for European Commission 2011, modified by IZM for european commission 2014 | | Document subject to a legal notice (see below) | | | |
|--|--|---|----------------|-------------------------|-------------|
| ECO-DESIGN OF ENERGY RELATED/USING PRODUCTS | | EcoReport 2014: INPUTS Assessment of Environmental Impact | | | |
| Nr | Product name Capacitor Voltage Transformer ΑΔΜΗΕ 400KV | Date | Author | | |
| | Products | | vhk, izm | | |
| Pos | MATERIALS Extraction & Production | Weight | Category | Material or Process | Recyclable? |
| nr | Description of component | in g | Click & select | select Category first ! | |
| 1 | COPPER | 22570,8 | 4-Non-ferro | 29 -Cu winding wire | Yes |
| 2 | ALUMINIUM | 5503510,0 | 4-Non-ferro | 28 -Al diecast | Yes |
| 3 | Steel | 3735465,0 | 3-Ferro | 25 -Ferrite | Yes |
| 4 | Pressboard +paper | 910355,1 | 7-Misc. | 57 -Cardboard | No |
| 5 | Porcelain | 19504920,0 | 8-Extra | 102-Porcelain | No |
| 6 | Synthetic oil | 4782154,0 | 8-Extra | 107-Synthetic oil | No |
| 7 | | 3453330,0 | 8-Extra | 106-Others Material | No |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| | TOTAL | 37912305 | | | |
| Pos | MANUFACTURING | Weight | Percentage | Category index (fixed) | |
| nr | Description | in g | Adjust | | |
| 201 | OEM Plastics Manufacturing (fixed) | 0 | | 21 | |
| 202 | Foundries Fe/Cu/Zn (fixed) | 0 | | 35 | |
| 203 | Foundries Al/Mg (fixed) | 5503510 | | 36 | |
| 204 | Sheetmetal Manufacturing (fixed) | 3735465 | | 37 | |
| 205 | PWB Manufacturing (fixed) | 0 | | 54 | |
| 206 | Other materials (Manufacturing already included) | 28673330 | | | |
| 207 | Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only) | 933866 | 25% | 38 | |

| Pos | USE PHASE direct ErP impact | | unit | Subtotals | |
|-----|---|--------------|-----------------------|---------------------------------|--|
| nr | Description | | | | |
| 226 | ErP Product (service) Life, in years | 30 | years | | |
| | Electricity | | | | |
| 227 | On-mode: Consumption per hour, cycle, setting, etc. | 0,38 | kWh | 3328,8 | |
| 228 | On-mode: No. of hours, cycles, settings, etc. / year | 8760 | # | | |
| 229 | Standby-mode: Consumption per hour | 0 | kWh | 0 | |
| 230 | Standby-mode: No. of hours / year | 0 | # | | |
| 231 | Off-mode: Consumption per hour | 0 | kWh | 0 | |
| 232 | Off-mode: No. of hours / year | 0 | # | | |
| | TOTAL over ErP Product Life | 99,86 | MWh (=000 kWh) | 66 | |
| | Heat | | | | |
| 233 | Avg. Heat Power Output | 0 | kW | | |
| 234 | No. of hours / year | 0 | hrs. | | |
| 235 | Type and efficiency (Click & select) | | | 86-not applicable | |
| | TOTAL over ErP Product Life | 0,00 | GJ | | |
| | Consumables (excl. spare parts) | | | material | |
| 236 | Water | 0 | m ³ /year | 84-Water per m3 | |
| 237 | Auxilliary material 1 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None | |
| 238 | Auxilliary material 2 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None | |
| 239 | Auxilliary material 3 (Click & select) | 0 | kg/ year | 86 -None | |
| 240 | Refrigerant refill (Click & select type, even if there is no refill) | 0 | kg/ year | 3-R404a; HFC blend; 3920 | |
| | Maintenance, Repairs, Service | | | | |
| 241 | No. of km over Product-Life | 0 | km / Product Life | 87 | |
| 242 | Spare parts (fixed, 1% of product materials & manuf.) | 379123 | g | 1% | |

| Pos | ENERGY TOTAL (=indirect + direct ErP impact in use phase) | | unit | Subtotals | |
|-----|--|-------|----------------|--------------------|--|
| nr | Description | | | | |
| | <u>Electricity</u> | | | 30 | |
| 243 | <i>TOTAL over Product Life of ERP</i> | 99,86 | MWh (=000 kWh) | 66 | |
| | <u>Heat</u> | | | | |
| 244 | extra for extraction and transport, ErP indirect | 0% | | | |
| 245 | extra for extraction and transport, ErP direct | 0% | | | |
| 246 | <i>TOTAL over Product Life of ERP indirect</i> | 0,00 | GJ | 86 -not applicable | |
| 247 | <i>TOTAL over Product Life of ERP direct</i> | 0,00 | GJ | 86-not applicable | |
| | <u>Consumables (excl. spare parts)</u> | | | <u>material</u> | |
| 248 | <i>Water, Total over ErP Product Life</i> | 0 | m ³ | 84-Water per m3 | |
| 249 | <i>Auxilliary material 1</i> | 0 | kg | 86 -None | |
| 250 | <i>Auxilliary material 2</i> | 0 | kg | 86 -None | |
| 251 | <i>Auxilliary material 3</i> | 0 | kg | 86 -None | |
| 252 | <i>Refrigerant refill (Click & select type, even if there is no refill)</i> | 0 | kg | Average GWP is 0 | |

| Inputs for EU-Totals & LCC | | | |
|----------------------------|--|-------------|-----------------|
| | INPUTS FOR EU-Totals & economic Life Cycle Costs | | unit |
| nr | Description | | |
| A | Product Life | 30 | years |
| B | Annual sales | 0 | mln. Units/year |
| C | EU Stock | 0 | mln. Units |
| D | Product price | € 11.000,00 | Euro/unit |
| E | Installation/acquisition costs (if any) | | Euro/ unit |
| F | Fuel rate (gas, oil, wood) | | Euro/GJ |
| G | Electricity rate | | Euro/kWh |
| H | Water rate | | Euro/m3 |
| I | Aux. 1: None | | Euro/kg |
| J | Aux. 2 :None | | Euro/kg |
| K | Aux. 3: None | | Euro/kg |
| L | Repair & maintenance costs | | Euro/ unit |
| M | Discount rate (interest minus inflation) | 4% | % |
| N | Escalation rate (project annual growth of running costs) | 4% | % |
| O | Present Worth Factor (PWF) (calculated automatically) | 30,00 | (years) |
| P | Ratio efficiency STOCK: efficiency NEW, in Use Phase | 1,00 | |

Life Cycle Impact (per unit) of Products

| | | | |
|----|---|----------------|----------|
| Nr | Life cycle Impact per product:VT C6 400kV ADMIE Capacitor | Reference year | Author |
| 0 | Products | 2014 | vhk, lzm |

| Life Cycle phases --> | | PRODUCTION | | | DISTRI- | USE | END-OF-LIFE | | | TOTAL | RBR | |
|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|---------|----------------|---------|--------------|----------------|----------------|----------|----------|---------------|---|
| Resources Use and Emissions | | Material | Manuf. | Total | BUTION | | Disposal | Recycl. | Stock | | | |
| Materials | | unit | | | | | | | | | | |
| 1 | Bulk Plastics | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | TecPlastics | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Ferro | g | | 60.886 | | 609 | 3.075 | 58.420 | 0 | 0 | 0 | |
| 4 | Non-ferro | g | | 90.072 | | 901 | 4.549 | 86.424 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | Coating | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | Electronics | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | Misc. | g | | 14.838 | | 148 | 5.095 | 9.891 | 0 | 0 | 0 | |
| 8 | Extra | g | | 464.205 | | 0 | 182.850 | 285.996 | 0 | 0 | -4.642 | |
| 9 | Auxiliaries | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | Refrigerant | g | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Total weight | g | | 630.000 | | 1.658 | 195.569 | 440.731 | 0 | 0 | -4.642 | |
| Other Resources & Waste | | debet credit | | | | | | | | | | |
| 11 | Total Energy (GER) | MJ | 8.495 | 1.687 | 10.182 | 0 | 85 | 37 | -3.209 | | 7.095 | 0 |
| 12 | of which, electricity (in primary MJ) | MJ | 238 | 981 | 1.218 | 0 | 2 | 0 | -88 | | 1.133 | 0 |
| 13 | Water (process) | ltr | 2.395 | 14 | 2.409 | 0 | 24 | 0 | -918 | | 1.514 | 0 |
| 14 | Water (cooling) | ltr | 0 | 427 | 427 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 427 | 0 |
| 15 | Waste, non-haz./ landfill | g | 171.471 | 7.457 | 178.928 | 0 | 1.715 | 1.979 | -65.668 | | 116.954 | 0 |
| 16 | Waste, hazardous/ incinerated | g | 5 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | -1 | | 5 | 0 |
| Emissions (Air) | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Greenhouse Gases in GWP100 | kg CO2 eq. | 590 | 96 | 685 | 0 | 6 | 0 | -225 | | 466 | 0 |
| 18 | Acidification, emissions | g SO2 eq. | 2.211 | 415 | 2.625 | 0 | 22 | 1 | -846 | | 1.802 | 0 |
| 19 | Volatile Organic Compounds (VOC) | g | 19 | 1 | 20 | 0 | 0 | 0 | -7 | | 13 | 0 |
| 20 | Persistent Organic Pollutants (POP) | ng i-Teq | 5.380 | 164 | 5.544 | 0 | 54 | 2 | -2.063 | | 3.537 | 0 |
| 21 | Heavy Metals | mg Ni eq. | 2.288 | 381 | 2.669 | 0 | 23 | 2 | -877 | | 1.816 | 0 |
| 22 | PAHs | mg Ni eq. | 1.594 | 1 | 1.594 | 0 | 16 | 0 | -611 | | 999 | 0 |
| 23 | Particulate Matter (PM, dust) | g | 612 | 63 | 675 | 0 | 6 | 3 | -235 | | 449 | 0 |
| Emissions (Water) | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Heavy Metals | mg Hg/20 | 704 | 12 | 717 | 0 | 7 | 0 | -270 | | 454 | 0 |
| 25 | Eutrophication | g PO4 | 6 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | -2 | | 5 | 0 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ Μ/Σ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

7.1. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Μ/Σ Μετρήσεως

Οι Μ/Τ Μετρήσεων σε κάθε στάδιο του κύκλο ζωής τους παρουσιάζουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι πρώτες ύλες που απαιτούνται για την κατασκευή τους έχουν συγκεκριμένες και μετρήσιμες περιβαλλοντικές επιπτώσεις τόσο για την εξόρυξη τους, την κατασκευή και την μεταποίηση τους σε επεξεργάσιμη μορφή για τη διαδικασία παραγωγής τους.

Επίσης περιβαλλοντικές επιπτώσεις υπάρχουν κατά τη διάρκεια παραγωγής και κατασκευής των Μ/Τ Μετρήσεων στις μονάδες παραγωγής.

Ακολουθως περιβαλλοντικές επιπτώσεις παρουσιάζονται και σε όλες τις μεταφορές που απαιτούνται για την παραγωγή και την διάθεση των Μ/Τ μετρήσεων.

Επιπροσθέτως περιβαλλοντικές επιπτώσεις έχουν οι Μ/Τα μετρήσεων και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους και του τέλους ζωής τους.

Οι επιπτώσεις αυτές υφίστανται γιατί κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των ανωτέρω διεργασιών απαιτούνται:

- Κατανάλωση ενέργειας.
- Χρήση νερού.
- Χρήση Φυσικών πόρων (Πρώτες Ύλες)

Από αυτές τις ενέργειες δημιουργούνται οι ακόλουθες επιπτώσεις:

- Δημιουργία αποβλήτων-Σκουπιδιών
- Δημιουργία επιπτώσεων στον αέρα.
- Δημιουργία επιπτώσεων στο νερό.
- Επιβάρυνσης στην υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Οι ανωτέρω περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι μετρήσιμες και ποσοτικοποιούνται από τα υπολογιστικά φύλλα της εφαρμογής της ΜΕΕtP. Στο προηγούμενο κεφάλαιο είναι καταγεγραμμένες οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των Μ/Τ μετρήσεων Υ.Τ. του δικτύου μεταφοράς του ΑΔΜΗΕ στους αντίστοιχους πίνακες. Οι μετρήσεις αυτές υπολογίζονται με σημείο αναφορά τα στοιχεία του ακόλουθου πίνακα της εφαρμογής ΜΕΕtP ,όπου έχει ποσοτικοποίηση τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας μεγάλης ομάδας διεργασιών. [12]

| Materials & Energy UNIT INDICATORS | | | Primary Energy (MJ) | Electr energy (MJ) | fd(MJ) | water proces | Water cool | waste haz | waste non | GWP | AD | VOC | POP | Hma | PAH | PM | HMw | EP | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------|--------------|------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|------|------|------|--------|------|--------|--------|
| Plastics in KG | 1 | LDPE | 0% | 77,80 | 13,31 | 51,54 | 3,00 | 45,00 | 4,45 | 44,19 | 1,90 | 7,44 | 0,49 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,92 | 0,00 | 26,62 |
| | 2 | HDPE | 0% | 76,56 | 9,83 | 54,10 | 3,40 | 31,00 | 5,44 | 38,34 | 1,81 | 6,09 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,34 | 0,86 | 0,00 | 29,82 |
| | 2,5 | HDPE (recycled) | 0% | 9,44 | 1,76 | | 3,91 | | 0,00 | 0,08 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,06 |
| | 3 | LLDPE | 0% | 73,98 | 10,17 | 47,45 | 2,40 | 116,00 | 3,37 | 30,73 | 1,86 | 5,91 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 1,40 | 0,00 | 39,18 |
| | 4 | PP | 0% | 72,69 | 7,26 | 52,72 | 4,80 | 40,00 | 4,43 | 28,14 | 1,97 | 5,61 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,38 | 0,75 | 0,00 | 164,56 |
| | 5 | PS | 0% | 86,73 | 3,62 | 47,53 | 4,90 | 177,00 | 0,69 | 21,84 | 2,79 | 17,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 120,84 | 1,50 | 0,00 | 55,49 |
| | 6 | EPS | 0% | 83,66 | 3,38 | 47,81 | 5,70 | 176,00 | 0,93 | 37,85 | 2,70 | 18,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 60,84 | 1,80 | 0,00 | 124,63 |
| | 7 | HI-PS | 0% | 92,23 | 4,67 | 49,13 | 5,50 | 186,00 | 0,64 | 30,05 | 2,90 | 19,43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 60,80 | 1,80 | 0,00 | 59,54 |
| | 8 | PVC | 0% | 56,61 | 11,11 | 22,93 | 11,00 | 62,00 | 5,00 | 67,09 | 2,16 | 14,99 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 2,90 | 2,81 | 313,99 |
| | 8,5 | PVC (recycled) | 0% | 26,00 | | | 69,20 | | | | 2,06 | 1,67 | | | | | | | 1,84 |
| | 9 | SAN | 0% | 89,40 | 3,82 | 47,17 | 6,10 | 163,00 | 4,10 | 31,56 | 3,00 | 13,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,39 | 1,70 | 0,00 | 281,00 |
| 10 | PET | 0% | 78,80 | 13,37 | 38,83 | 7,30 | 36,00 | 1,60 | 92,15 | 3,11 | 34,37 | 1,30 | 0,00 | 2,27 | 1,45 | 5,00 | 0,00 | 380,26 | |
| 10,5 | PET (recycled) | 0% | 11,92 | 1,66 | | 4,80 | | 0,00 | 0,22 | 0,80 | 0,00 | 0,04 | | 0,03 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 2,06 | |
| 11 | ABS | 0% | 95,02 | 6,95 | 45,77 | 9,30 | 165,00 | 10,00 | 91,93 | 3,32 | 17,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,81 | 2,90 | 1,94 | 629,84 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----|---------------------|-----|--------|------|------|--------|-------|------|---------|-------|--------|------|--------|--------|--------|-------|-------|---------|
| | 26 | Stainless 18/8 coil | 63% | 62,04 | 9,69 | 4,05 | 75,74 | 8,44 | 0,00 | 1000,00 | 6,21 | 56,02 | 0,14 | 7,70 | 148,31 | 0,03 | 7,91 | 86,37 | 2327,93 |
| | 27 | Al sheet/extrusion | 11% | 192,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 360,00 | 10,35 | 67,30 | 0,07 | 4,99 | 3,63 | 96,54 | 16,92 | 35,02 | 4,95 |
| | 28 | Al diecast | 85% | 55,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 150,00 | 3,55 | 15,62 | 0,07 | 33,49 | 0,84 | 17,67 | 4,05 | 6,47 | 1,21 |
| | 29 | Cu winding wire | 0% | 142,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 40,17 | 7,37 | 303,83 | 0,03 | 3,97 | 56,52 | 5,53 | 3,03 | 6,00 | 158,20 |
| | 30 | Cu wire | 0% | 116,55 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,24 | 12,17 | 6,20 | 292,10 | 0,01 | 3,74 | 55,06 | 5,38 | 2,84 | 94,09 | 154,52 |
| | 31 | Cu tube/sheet | 60% | 50,92 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 13,97 | 2,73 | 62,60 | 0,00 | 10,29 | 33,09 | 5,36 | 1,46 | 37,65 | 61,88 |
| | 32 | CuZn38 cast | 85% | 38,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,45 | 43,12 | 1,81 | 35,04 | 0,01 | 25,50 | 57,10 | 3,44 | 1,23 | 8,89 | 15,12 |
| | 33 | ZnAl4 cast | 85% | 28,23 | 0,00 | 0,00 | 2,24 | 0,00 | 0,54 | 33,11 | 1,10 | 6,25 | 0,01 | 60,00 | 2,19 | 0,90 | 1,23 | 0,33 | 0,67 |
| | 34 | MgZn5 cast | 0,5 | 161,81 | 0,00 | 0,00 | 118,50 | 13,06 | 5,62 | 286,32 | 18,38 | 45,03 | 0,07 | 27,350 | 2,600 | 48,752 | 9,14 | 17,89 | 3,62 |
| OEM Manufacturing | 35 | foundries Fe/Cu/Zn | | 2,20 | 1,32 | 0,08 | 0,02 | 0,62 | 0,00 | 6,88 | 0,12 | 0,53 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,08 | 0,00 | 1,28 |
| | 36 | foundries Al | | 6,51 | 3,92 | 0,22 | 0,06 | 1,85 | 0,00 | 20,39 | 0,36 | 1,56 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,002 | 0,24 | 0,00 | 3,80 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|-------------------|-----|--------|-------|-------|--------|---------|-------|---------|-------|--------|------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| | 12 | PA 6 | 0% | 119,51 | 15,13 | 38,91 | 16,00 | 219,00 | 19,00 | 176,27 | 8,56 | 39,04 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,40 | 5,40 | 49,02 | 1872,28 |
| | 13 | PC | 0% | 116,81 | 14,86 | 37,99 | 14,00 | 114,00 | 10,00 | 176,55 | 5,39 | 25,43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 6,70 | 0,16 | 504,02 |
| | 14 | PMMA | 0% | 110,19 | 13,08 | 41,82 | 9,80 | 26,00 | 1,40 | 104,77 | 6,00 | 43,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 5,10 | 2,80 | 2068,02 |
| | 15 | Epoxy | 0% | 140,71 | 24,56 | 42,64 | 19,00 | 384,00 | 19,00 | 406,56 | 6,59 | 43,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 15,00 | 0,04 | 9649,81 |
| | 16 | Rigid PUR | 0% | 104,26 | 17,46 | 38,67 | 60,00 | 301,00 | 19,59 | 427,17 | 4,17 | 30,99 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 20,20 | 7,36 | 43,20 | 3185,80 |
| | 17 | Flex PUR | 0% | 104,46 | 18,72 | 39,79 | 70,00 | 298,00 | 32,39 | 548,77 | 4,48 | 32,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 20,17 | 8,24 | 3,33 | 5685,59 |
| Plastics fillers, reinforcements, additives | 18 | Talcum filler | | 10,14 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,11 | 5,72 | 0,61 | 3,07 | 0,00 | 0,03 | 0,08 | 0,63 | 0,06 | 0,03 | 0,15 |
| | 19 | E-glass fibre | | 65,83 | 21,09 | 10,79 | 54,30 | 271,30 | 7,05 | 311,22 | 3,36 | 29,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 8,14 | 47,34 | 3151,38 |
| | 20 | Aramid fibre | | 256,73 | 82,24 | 42,10 | 211,77 | 1058,09 | 27,51 | 1213,75 | 13,09 | 113,80 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 31,77 | 184,63 | 12290,37 |
| OEM Manufacturing | 21 | all plastic parts | | 40,85 | 24,59 | 1,41 | 0,37 | 11,60 | 0,00 | 128,00 | 2,27 | 9,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 1,51 | 0,00 | 23,88 |
| Metals in KG | 22 | St sheet galv. | 5% | 33,73 | 2,28 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1721,52 | 2,83 | 7,47 | 0,14 | 26,00 | 3,54 | 0,07 | 2,71 | 3,55 | 65,17 |
| | 23 | St tube/profile | 50% | 16,57 | 4,57 | -0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 800,69 | 1,38 | 3,59 | 0,12 | 12,00 | 2,59 | 0,03 | 1,00 | 1,57 | 38,33 |
| | 24 | Cast iron | 85% | 9,82 | 0,13 | -0,06 | 1,30 | 3,66 | 0,00 | 315,36 | 1,06 | 3,23 | 0,12 | 6,00 | 1,98 | 0,01 | 14,00 | 0,91 | 26,23 |
| | 25 | Ferrite | | 50,60 | 3,42 | 0,11 | 39,33 | 0,00 | 0,00 | 2582,28 | 4,24 | 11,20 | 0,20 | 39,00 | 36,00 | 0,10 | 4,06 | 2,00 | 79,00 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----|-----------------------|------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|-----------|--------|---------|-------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|
| | 37 | sheetmetal plant | | 15,13 | 9,11 | 0,52 | 0,14 | 4,30 | 0,00 | 47,41 | 0,84 | 3,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,56 | 0,00 | 6,00 | |
| | 38 | sheetmetal scrap | | 11,98 | 4,91 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 180,17 | 0,80 | 3,59 | 0,09 | 10,77 | 25,00 | 0,01 | 0,52 | 0,81 | 0,04 |
| Coating/plating KG | 39 | pre-coating coil | 0% | 313,91 | 83,36 | 42,64 | 19,00 | 384,00 | 19,00 | 406,56 | 15,56 | 59,15 | 0,80 | 0,39 | 1,01 | 0,23 | 15,32 | 0,42 | 9651,62 |
| | 40 | powder coating | 0% | 357,21 | 61,31 | 42,64 | 19,00 | 384,00 | 20,69 | 491,77 | 17,81 | 62,95 | 0,03 | 0,48 | 1,26 | 0,26 | 15,40 | 0,51 | 9652,07 |
| | 41 | Cu/Ni/Cr plating | 0% | 2759,00 | 2583,90 | 0,00 | 187,00 | 1742,00 | 58,07 | 20000,00 | 124,68 | 1675,92 | 3,15 | 396,52 | 1935,00 | 5,04 | 52,86 | 153,00 | 95004,40 |
| | 42 | Au/Pt/Pd per g | 0,25 | 225,32 | 202,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 26,06 | 187500,00 | 17,74 | 344,23 | 0,00 | 0,02 | 127,54 | 0,01 | 12,76 | 0,02 | 0,08 |
| Electronics KG | 43 | LCD per m2 scrn | | 3563,69 | 2269,95 | 0,00 | 44,85 | 670,00 | 1,04 | 52,27 | 184,32 | 58,52 | 0,42 | 0,30 | 0,77 | 0,09 | 0,25 | 0,28 | 1,54 |
| | 44 | CRT per m2 scrn | | 3168,58 | 2130,63 | 0,00 | 290,22 | 0,00 | 49,26 | 2468,35 | 171,34 | 1076,61 | 0,80 | 13,95 | 933,13 | 0,00 | 2828,03 | 13,91 | 723,48 |
| | 45 | big caps & coils | | 383,28 | 0,00 | 0,00 | 34,66 | 55,00 | 19,60 | 600,54 | 21,67 | 141,82 | 0,12 | 2,16 | 7,66 | 204,65 | 35,61 | 74,23 | 7,14 |
| | 46 | slots / ext. ports | | 187,07 | 59,31 | 0,00 | 74,66 | 255,36 | 17,10 | 307,66 | 10,03 | 184,36 | 0,01 | 1,40 | 38,00 | 1,93 | 12,96 | 31,80 | 6469,73 |
| | 47 | large IC | | 8021,88 | 7950,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 236,69 | 8788,78 | 505,41 | 2787,34 | 69,01 | 48,84 | 446,58 | 14,69 | 72,85 | 3740,00 | 21481,08 |
| | 48 | small IC | | 1786,73 | 1744,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 66,93 | 1807,38 | 115,11 | 816,19 | 13,80 | 9,79 | 185,01 | 2,95 | 24,16 | 9,63 | 4296,34 |
| | 49 | SMD/ LED's avg. | | 2968,86 | 2885,56 | 0,00 | 925,44 | 0,00 | 130,68 | 2830,92 | 167,00 | 1620,47 | 7,48 | 14,99 | 421,73 | 4,52 | 50,83 | 14,74 | 2195,50 |
| | 50 | PWB 1/2 lay 3.75kg/m2 | | 281,06 | 150,52 | 8,53 | 170,04 | 76,80 | 1733,25 | 2625,35 | 11,22 | 213,76 | 2,33 | 2,71 | 36,15 | 3,57 | 5,08 | 84,50 | 3686,44 |
| | 51 | PWB 6 lay 4.5 kg/m2 | | 367,18 | 146,16 | 8,53 | 485,05 | 76,80 | 1891,79 | 4073,31 | 15,69 | 395,99 | 1,03 | 5,09 | 70,06 | 6,89 | 37,04 | 125,44 | 2442,75 |
| | 52 | PWB 6 lay 2 kg/m2 | | 487,89 | 332,93 | 11,51 | 403,32 | 103,68 | 4255,85 | 2334,66 | 20,21 | 219,39 | 0,07 | 3,02 | 32,80 | 3,28 | 6,42 | 326,39 | 2845,08 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----|--------------------------|-----|---------|---------|-------|-------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|---------|
| | 53 | Solder SnAg4Cu0.5 | | 233,95 | 193,71 | 0,00 | 70,20 | 0,00 | 4,53 | 227,90 | 11,60 | 64,51 | 0,07 | 1,29 | 3,34 | 1,87 | 1,37 | 0,00 | 6,04 |
| | 54 | PWB assembly | | 128,00 | 3,00 | 5,00 | 12,00 | 36,00 | 4,00 | 107,00 | 9,00 | 49,00 | 2,00 | 0,00 | 1,00 | 3,00 | 15,00 | 0,00 | 709,00 |
| Miscellaneous | 55 | Glass for lamps | 0% | 16,22 | 12,93 | 0,00 | 8,24 | 0,00 | 0,27 | 13,53 | 0,83 | 3,00 | 0,00 | 0,08 | 0,18 | 0,00 | 0,06 | 0,04 | 0,36 |
| | 56 | Bitumen | 0% | 48,00 | 0,00 | 0,00 | 6,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,51 | 3,43 | 7,98 | 0,02 | 8,74 | 0,11 | 259,00 | 4,32 | 292,01 |
| | 57 | Cardboard | 90% | 28,00 | 2,00 | 16,00 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 52,32 | 0,70 | 1,04 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 86,06 |
| | 58 | Office paper | 0% | 40,00 | 6,42 | 27,00 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 68,05 | 0,58 | 5,02 | 0,20 | 0,04 | 0,11 | 0,01 | 1,66 | 0,04 | 5288,39 |
| | 59 | Concrete | na | 1,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,33 | 0,19 | 1,15 | 0,00 | 0,11 | 0,36 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| Final Assembly | 60 | per m3 CE&ICT | | 2962,25 | 2,84 | 28,38 | 0,00 | 0,00 | 26,20 | 1318,10 | 231,39 | 811,03 | 39,30 | 7,45 | 67,06 | 42,85 | 903,63 | 2,07 | 34,95 |
| | 61 | per m3 appliances | | 700,10 | 2,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,51 | 277,21 | 46,67 | 150,15 | 15,73 | 1,57 | 14,01 | 35,74 | 3204,06 | 0,45 | 7,35 |
| | 62 | per product | | 51,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,02 | 51,36 | 4,52 | 12,16 | 0,05 | 0,29 | 2,62 | 2,62 | 0,26 | 0,08 | 1,36 |
| Distribution & Retail | 63 | per m3 retail product | | 499,59 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,40 | 322,25 | 29,31 | 83,54 | 5,03 | 1,82 | 16,43 | 8,50 | 214,73 | 0,50 | 8,55 |
| | 64 | per m3 installed product | | 312,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,51 | 176,53 | 18,60 | 49,65 | 4,91 | 1,00 | 9,00 | 8,25 | 214,02 | 0,28 | 4,68 |
| | 65 | per retail product | | 58,97 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,09 | 54,78 | 4,03 | 12,74 | 0,04 | 0,31 | 2,79 | 0,09 | 0,27 | 0,09 | 1,45 |
| Use: Energy per MWh Electric | 66 | Electricity per MWh | | 9000,00 | 9000,00 | 0,00 | 0,00 | 400,00 | 142,00 | 4638,00 | 384,18 | 1700,00 | 201,00 | 21,00 | 91,00 | 21,00 | 36,00 | 38,74 | 1700,00 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|----|---|--|---------|---------|-------|--------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 67 | Electric, η 96%, per GJ | | 2604,17 | 2604,17 | 0,00 | 0,00 | 116,00 | 41,09 | 1342,01 | 111,16 | 491,90 | 58,16 | 6,08 | 26,33 | 6,08 | 10,42 | 11,21 | 491,90 |
| | 68 | Elec. GSHP, η 288%, GJ | | 868,06 | 868,06 | 0,00 | 0,00 | 39,00 | 13,70 | 447,34 | 37,05 | 163,97 | 19,39 | 2,03 | 8,78 | 2,03 | 3,47 | 3,74 | 163,97 |
| | 69 | Gas, η 86%, atmospheric | | 1162,79 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 64,29 | 18,72 | 0,85 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,33 | 0,00 | 0,00 |
| | 70 | Gas, η 90%, atmosph. | | 1111,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 61,43 | 17,89 | 0,81 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,31 | 0,00 | 0,00 |
| | 71 | Gas, η 101%, condens. | | 990,10 | 0,00 | 0,00 | -14,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 54,74 | 15,94 | 0,72 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,28 | 0,00 | 0,00 |
| | 72 | Gas, η 103%, condens. | | 970,87 | 0,00 | 0,00 | -20,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,68 | 15,63 | 0,71 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,27 | 0,00 | 0,00 |
| | 73 | Oil, η 85%, atmosph. | | 1176,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 87,76 | 109,93 | 1,52 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 1,86 | 0,00 | 0,00 |
| | 74 | Oil, η 95%, condens. | | 1052,63 | 0,00 | 0,00 | -14,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 78,52 | 98,36 | 1,36 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 1,66 | 0,00 | 0,00 |
| | 75 | Wood pellets, η 85%. | | 1176,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 383,35 | 0,66 | 105,24 | 19,41 | 1,39 | 0,00 | 27,93 | 19,90 | 0,00 | 0,00 |
| | 76 | Wood pellets, η 88%. | | 1136,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 370,28 | 0,34 | 85,90 | 9,37 | 1,34 | 0,00 | 26,93 | 19,22 | 0,00 | 0,00 |
| | 77 | Wood logs, η 67%. | | 1492,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 433,98 | 3,27 | 105,14 | 93,22 | 1,57 | 0,00 | 33,74 | 22,84 | 0,00 | 0,00 |
| | 78 | Wood logs, η 74%. | | 1333,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 434,66 | 9,66 | 106,15 | 313,04 | 1,76 | 0,00 | 43,04 | 76,70 | 0,00 | 0,00 |
| | 79 | Extra for fossil fuel extraction & transport: Gas +7% (row 68-73), Oil +10% (row 72-73), for Wood pellets and logs add 5% of row 72 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Use | 80 | Toner | | 50,00 | 2,00 | 25,00 | 4,00 | 81,00 | 2,00 | 158,00 | 2,00 | 8,00 | 0,05 | 3,00 | 13,00 | 0,00 | 7,00 | 1,00 | 100,00 |

| Consumables per KG | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--|-------|------|------|---------|------|------|--------|------|-------|-------|------|---------|------|-------|------|----------|--|
| 81 | Detergent dishw. | | 32,00 | 0,00 | 0,00 | 0,76 | 0,00 | 0,74 | 37,10 | 1,40 | 8,24 | 0,01 | 0,21 | 0,00 | 0,06 | 0,18 | 0,21 | 53600,98 | |
| 82 | Rinsing agent dish | | 20,00 | 0,00 | 0,00 | 0,48 | 0,00 | 0,46 | 23,19 | 0,87 | 5,15 | 0,01 | 0,13 | 0,00 | 0,04 | 0,11 | 0,13 | 0,61 | |
| 83 | Regeneration Salt dishw | | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,03 | 1,74 | 0,07 | 0,39 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | |
| 84 | Water per m3 | | 6,30 | 6,30 | 0,00 | 1388,00 | 0,28 | 0,10 | 3,25 | 0,27 | 1,19 | 0,14 | 0,01 | 0,06 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 1,19 | |
| 85 | Vacuum cl. bags | 50% | 16,60 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 38,66 | 0,98 | 3,43 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 324,25 | |
| 86 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Use: Maintenance | 87 | Mini-van diesel | 2,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,19 | 38,90 | 0,00 | 0,52 | 0,52 | 8,82 | 0,00 | 0,00 | |
| | 88 | repair parts | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Disposal: Env. Costs per kg final product | 89 | Landfill | 68,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 225,94 | 5,10 | 9,68 | 0,28 | 8,43 | 20,00 | 0,00 | 88,95 | 5,68 | 324,58 | |
| | 90 | Dumped Hg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5000,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | 91 | Refrigerant | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | |
| | 92 | Incinerated | 67,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,02 | 10,00 | 0,14 | 0,00 | 18,00 | 0,00 | 85,00 | 5,70 | 325,00 | |
| | 93 | Plastics, re-use, recyc. | 6,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,24 | 0,44 | 1,52 | 0,13 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 30,32 | 0,00 | 0,00 | |
| Disposal: Env Benefits of Re-use | 94 | Mass fraction available for EoL management (per materials category) = recycmax* (total mass product + auxiliaries incl. refrigerants), with recycmax= 1/(1+r) ^L where r=growth rate; L=product stock life. The remainder is the | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|----|--|
| | surplus(deficit) "in stock", i.e. in use or stored with users. |
| 95 | Re-use: 75% credit of all impacts, related to re-used mass per materials category |
| 96 | Recycling: 40% credit of all impacts, related to recycled mass per materials category. Exception for ferro and non-ferro metals, where credit is overall 65-80% per metal (fixed), further differentiated per halfproduct and already included in production impact. |
| 97 | Recovery (heat): 30% credit of all impacts, related to heat recovery mass (plastics and others with feedstock energy) |
| 99 | Recyclability: best/>avg/avg (basecase)/<avg/worst (per materials category) with credit on recycled mass +10%/+5%/0/-5%/-10% (also for metals) |

7.2. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των M/T Μετρήσεως κατά την λειτουργία τους

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που παρουσιάζουν οι M/T Μετρήσεων Υ.Τ. κατά τη διάρκεια της ζωής τους και συγκεκριμένα κατά την χρήση τους ποικίλουν. Σύμφωνα με τη φυσιολογική λειτουργία τους οι M/T μετρήσεων έχουν μια σειρά από μετρήσιμες και προβλέψιμες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από διάφορες διεργασίες όπως η κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για την λειτουργία τους, οι εργασίες και οι κατασκευές που χρειάζονται για την εγκατάστασή τους και οι εργασίες και τα υλικά – ανταλλακτικά που απαιτούνται για την συντήρησή τους. [6]

Κατά την διάρκεια της ζωής τους οι M/T μετρήσεων επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες όπου δημιουργούν ελαττώματα στα εξαρτήματα τους καθώς επίσης είναι δυνατόν να σταματήσουν βίαια το χρόνο ζωής τους, δημιουργώντας επιπρόσθετες περιβαντολλογικές επιπτώσεις. Χαρακτηριστικά αναφέρονται οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη ζωή ενός M/T Μετρήσεων. [6]

- Φυσιολογική ελαττωματικότητα λόγω γήρανσης.
- Ηλεκτρικό στρες. Συμβαίνει όταν ο εξοπλισμός λειτουργεί σε υπέρταση και υπερένταση. Επιπροσθέτως όταν παρατηρείτε σπινθηρισμός στον εξοπλισμό από υπέρταση και υπερένταση, προερχόμενο από θερμικό, μηχανικό ή διηλεκτρικό στρες. Τέτοια αποτελέσματα έχουμε όταν παρατηρείται απώλεια εσωτερικής ή εξωτερικής διηλεκτρικής αντοχής, ή ακόμα όταν παρουσιάζεται μηχανική αποδόμηση κάποιου εξαρτήματος του M/T μετρήσεων. Αυτές οι δυσλειτουργίες μπορούν να δημιουργήσουν μικρά προβλήματα όπως απώλεια των λειτουργικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού διαρροή της εσωτερικής μόνωσης ή και σοβαρά προβλήματα όπως να παρουσιαστή εξωτερική έκρηξη στον εξοπλισμό όπου να τον καταστρέψει εσωτερικά ολοκληρωτικά ή να αχρηστεύσει κάποιο εξάρτημά του. [6]
- Περιβαλλοντικό στρες. Στον εξοπλισμό που είναι εγκατεστημένος σε υπαίθριο χώρο κυρίως οι συνθήκες του περιβάλλοντος συμβάλουν στη λειτουργικότητα του. Συγκεκριμένα οι δυνατοί άνεμοι, ο πάγος, το χιόνι, η υγρασία, η μόλυνση της ατμόσφαιράς, οι εξωτερική θερμοκρασία και η ηλιακή ακτινοβολία μπορούν να προκαλέσουν θερμικό, μηχανικό ή και διηλεκτρικό στρες. Επίσης είναι πιθανόν να εμφανιστούν εξωτερική σκουριά των μεταλλικών μερών, ρωγμές στους μονωτήρες, απώλεια στέρεας λίπανσης από γράσο σε κρίσιμα σημεία του εξοπλισμού, πάγωμα του εξοπλισμού, διάβρωση των μερών του ή και απώλεια της στεγανότητάς του. Αυτές οι δυσλειτουργίες μπορούν να δημιουργήσουν μικρά προβλήματα όπως απώλεια των λειτουργικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού διαρροή της εσωτερικής μόνωσης ή και σοβαρά προβλήματα όπως να παρουσιαστή εξωτερική έκρηξη στον εξοπλισμό όπου να τον καταστρέψει εσωτερικά ολοκληρωτικά ή να αχρηστεύσει κάποιο εξάρτημά του. [6]
- Μηχανικό και θερμικό στρες. Παρουσιάζεται σε εξοπλισμό όπου είναι εγκατεστημένος σε εξωτερικό χώρο και είναι αποτέλεσμα ισχυρών ανέμων. Και μπορεί από αυτό τον άνεμο να παρουσιαστεί διακοπτόμενες μικρών διαστημάτων χρόνου υπερεντάσεις, ο οποίες να δημιουργούν ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις στον εξοπλισμό. Αυτές οι δυνάμεις είναι ικανές να δημιουργήσουν μικρά προβλήματα όπως διαρροή στη μόνωση ή μια αύξηση της αντίστασης ένωσης του πρωτεύοντος στην υψηλή τάση, ή να επιφέρουν σοβαρότερα προβλήματα όπως απώλεια λαδιού όπου θα επιφέρει προβλήματα στη

διηλεκτρική αντοχή του εξοπλισμού ή θα δημιουργήσει πρόβλημα στην ένωση του πρωτεύοντος με της υψηλή τάση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ορισμένες περιπτώσεις μηχανικού και θερμικού στρες είναι σαν επακόλουθο εφαρμογής στον εξοπλισμό ηλεκτρικού και περιβαλλοντικού στρες. [6]

Στους ακόλουθους πίνακες που εμφανίζονται στο σχήμα 7.1, παραθέτουμε στατιστικά στοιχεία για τα προβλήματα των M/T μετρήσεων. [6] .

| Primary Cause of Failures | Major Failure (Total = 261) | Minor Failure (Total = 126) | Defects (Total = 637) |
|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Design Fault | 34.5% | 24.6% | 55.9% |
| Inadequate Quality during Manufacture | 17.2% | 16.7% | 22.3% |
| Ageing | 10.3% | 15.1% | 4.7% |
| Lightning | 8.4% | 2.4% | 0.0% |
| Operation outside Specification | 3.1% | 24.6% | 4.5% |
| Inadequate Maintenance | 0.4% | 0.8% | 0.6% |
| Unknown | 26.1% | 15.9% | 11.8% |

| Primary Cause of Failures | Major Failure (Total = 85) | Minor Failure (Total = 38) | Defects (Total = 414) |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Design Fault | 54.1% | 34.2% | 51.9% |
| Inadequate Quality during Manufacture | 7.1% | 7.9% | 17.4% |
| Ageing | 1.2% | 10.5% | 3.9% |
| Lightning | 17.6% | 0.0% | 0.2% |
| Operation outside Specification | 13.0% | 28.9% | 4.6% |
| Inadequate Maintenance | 1.2% | 5.3% | 2.4% |

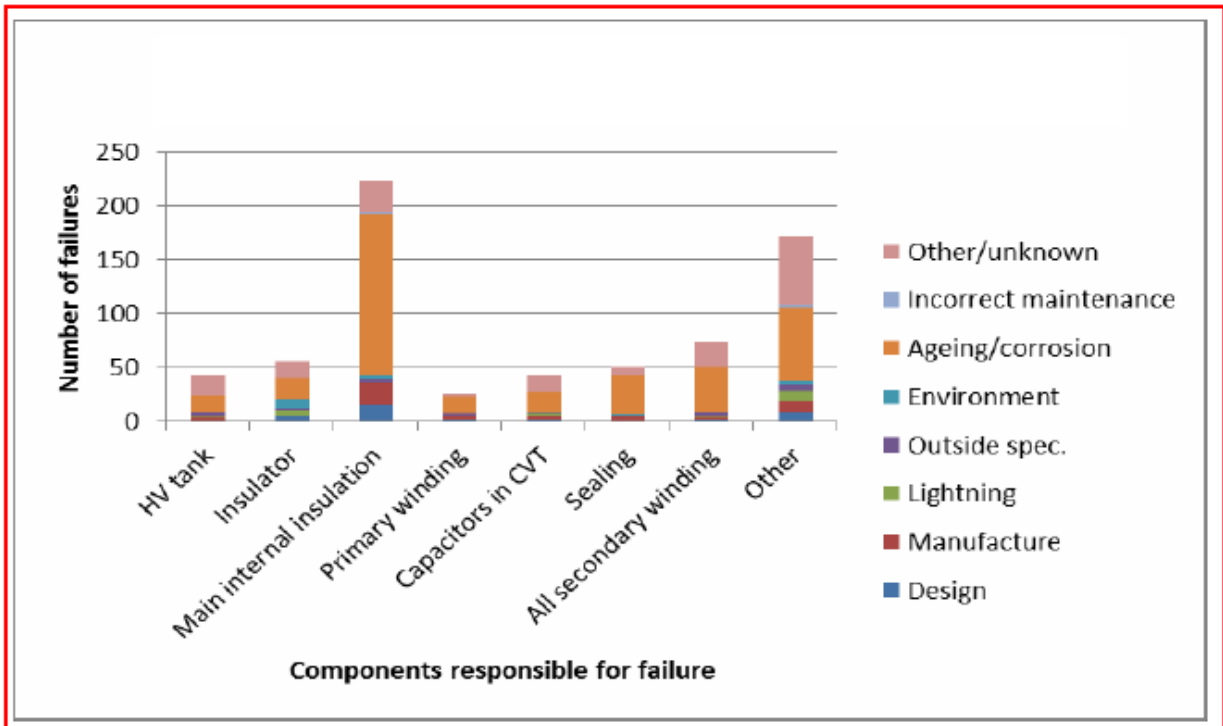
| Primary Cause of Failures | Major Failure (Total = 85) | Minor Failure (Total = 38) | Defects (Total = 414) |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Unknown | 5.9% | 13.2% | 19.6% |

| Primary Cause of Failures □ | Major Failure (Total = 54) | Minor Failure (Total = 101) | Defects (Total = 664) |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Design Fault | 59.3% | 70.3% | 80.9% |
| Inadequate Quality during Manufacture | 0.0% | 1.0% | 5.1% |
| Ageing | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Lightning | 29.6% | 3.9% | 0.8% |
| Operation outside Specification | 9.2% | 12.0% | 3.2% |
| Inadequate Maintenance | 0.0% | 0.0% | 0.2% |
| Unknown | 1.8% | 11.9% | 9.9% |

| Primary Cause of Failures | Major Failure (Total = 60) | Minor Failure (Total = 150) | Defects (Total = 414) |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Design Fault | 43.3% | 44.7% | 69.1% |
| Inadequate Quality during Manufacture | 16.7% | 14.0% | 10.8% |
| Ageing | 26.7% | 18.7% | 3.1% |
| Lightning | 3.3% | 2.0% | 0.0% |
| Operation outside Specification | 3.3% | 4.0% | 3.9% |
| Inadequate Maintenance | 0.0% | 0.0% | 1.7% |
| Unknown | 6.7% | 16.0% | 11.4% |

Σχήμα 7.1 Προβλήματα M/T μετρήσεων [6]

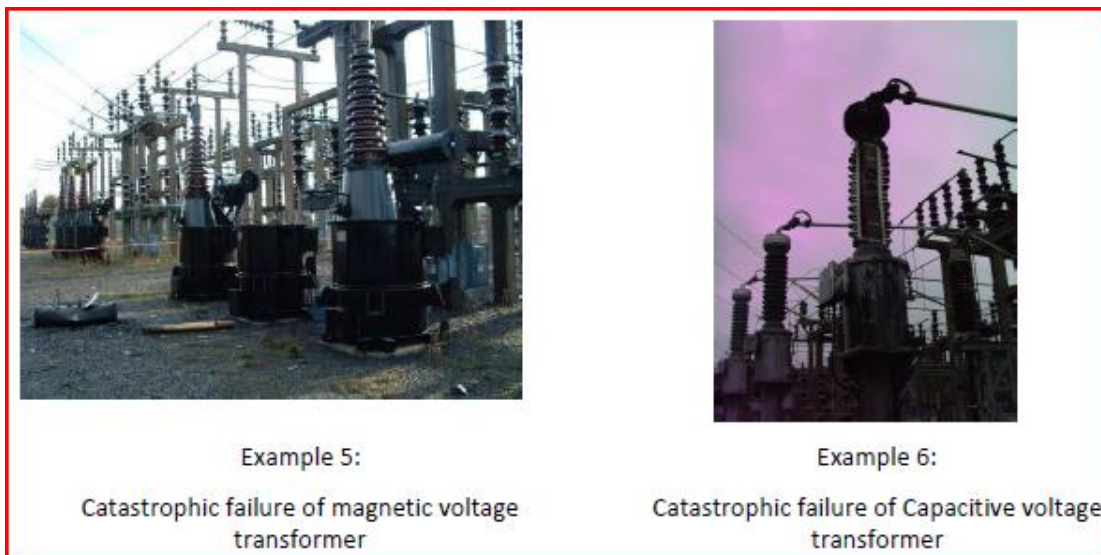
Στη συνέχεια στο επόμενο σχήμα 7.2 απεικονίζεται μια παγκόσμια έρευνα για τα σφάλματα των M/T Μετρήσεων. [6] .



Σχήμα 7.2 Εξαρτήματα υπεύθυνα για τα σφάλματα των Μ/Τ Μετρήσεων [6]

Στις εικόνες του σχήματος 7.3 εμφανίζονται προβλήματα Μ/Τ μετρήσεων.

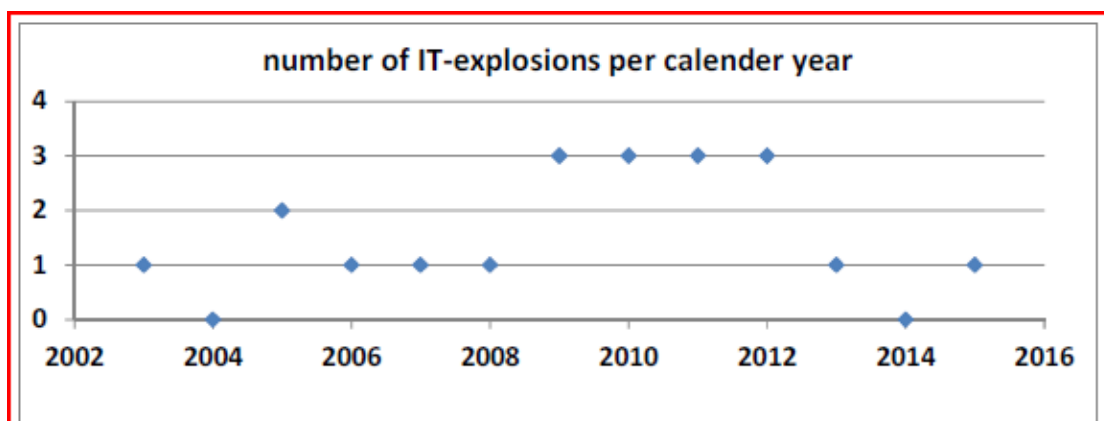




Σχήμα 7.3 Εικόνες με προβλήματα M/T Μετρήσεων [6]

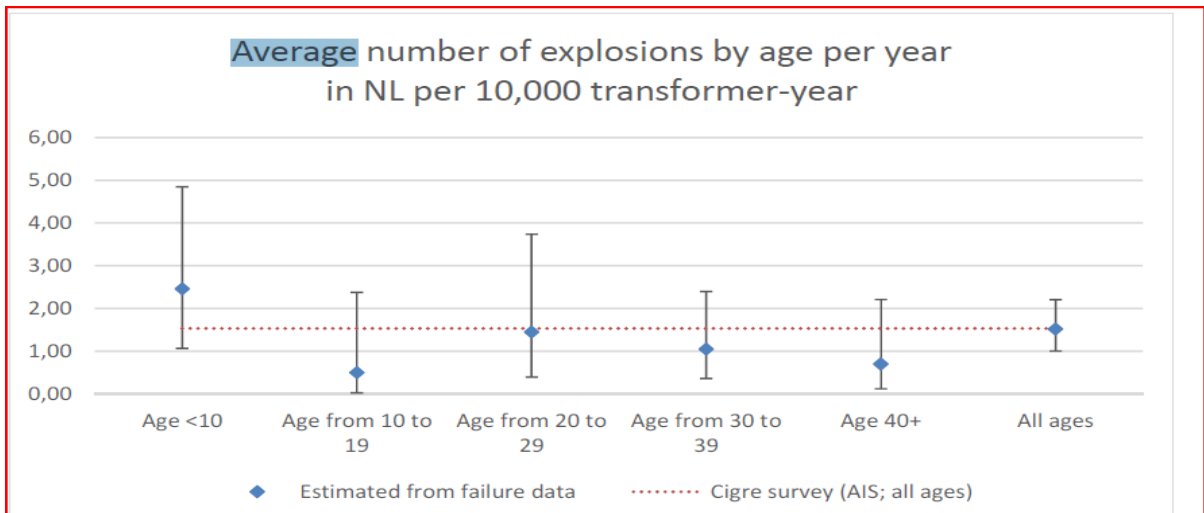
Όλες οι προαναφερόμενες βλάβες των M/T Μετρήσεων δημιουργούν αύξηση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά της ζωής τους στα δίκτυα μεταφοράς. Οι περισσότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις εμφανίζονται στην ολική καταστροφή των M/T μετρήσεων με τη διαδικασία της έκρηξης. Σε αυτή την περίπτωση καταστρέφεται ο M/T παρουσιάζοντας στο περιβάλλον που βρίσκεται αυξημένη τοξικότητα από την καύση των υλικών του και τα υπολείμματα αυτής. Επίσης είναι πολύ πιθανόν να καταστραφούν και γειτονικά σημεία της εγκατάσταση καθώς επίσης μπορεί να παρουσιαστούν και λειτουργικά προβλήματα στο δίκτυο μεταφοράς. Επιπροσθέτως είναι επικίνδυνο για τους ανθρώπους που μπορεί να είναι σε κοντινή απόσταση από το συμβάν.

Στατιστικά στοιχεία για εκρήξεις σε M/T Μετρήσεως από το δίκτυο της Ολλανδίας όπου στην διάρκεια του χρόνου εμφανίζονται για τους κατεστραμμένους M/T στο διάγραμμα του σχήματος 7.4



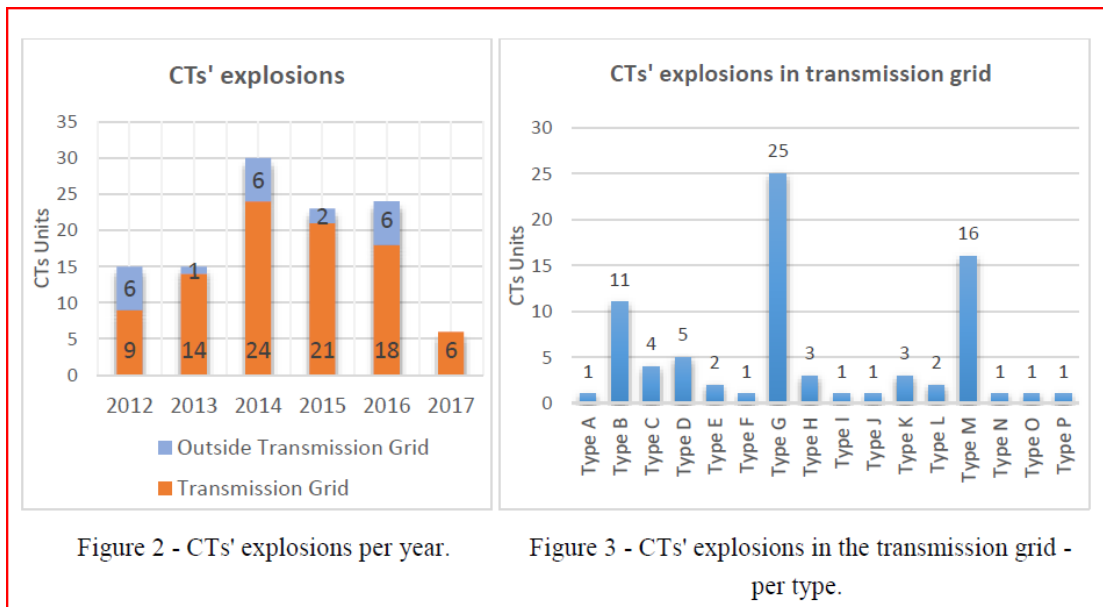
Σχήμα 7.4. [13]

Στο ακόλουθο σχήμα 7.5 απεικονίζεται ο μέσος αριθμός των κατεστραμμένων M/T από έκρηξη ανάλογα με την ηλικία τους στην Ολλανδία.



Σχήμα 7.5 [13]

Αντίστοιχα στατιστικά στοιχεία για τους κατεστραμμένους Μ/Τ μέτρησης του δικτύου μεταφορά της Βραζιλίας απεικονίζεται στα ακόλουθο σχήμα 7.6.



Σχήμα 7.6. [14]

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την οικολογική σχεδίαση των Μ/Τ οργάνων μετά και την εφαρμογή της ΜΕΕtP στους Μ/Τ μετρήσεων του δικτύου μεταφοράς του ΑΔΜΗΕ είναι απαραίτητο να ομαδοποιηθούν.

Αρχικά αναφέρονται τα συμπεράσματα από την εφαρμογή της ΜΕΕtP στους Μ/Τ μετρήσεων του δικτύου μεταφοράς του ΑΔΜΗΕ.

Από την καταγραφή του πλήθους του εξοπλισμού στο δίκτυο Μεταφοράς του ΑΔΜΗΕ είναι εμφανές ότι ο εγκατεστημένος εξοπλισμός έχει υπολογίσιμες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

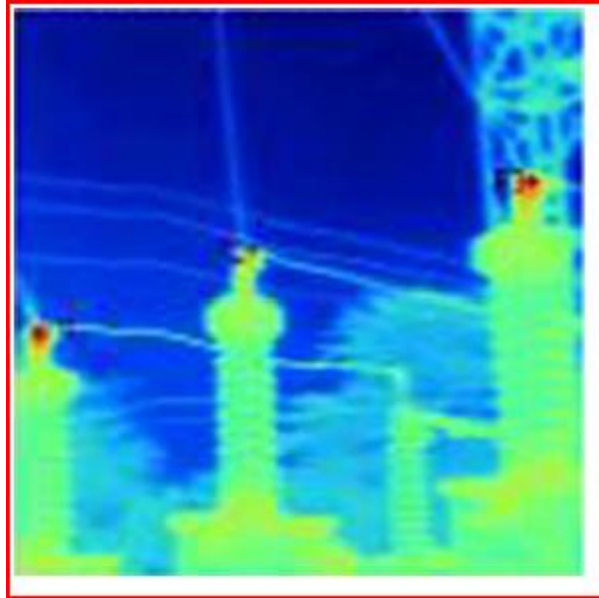
Στη συνέχεια παραθέτουμε τα συμπεράσματα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά την κατασκευή του εξοπλισμού.

- Από την ανάλυση των υλικών των οποίων απαιτούνται για την κατασκευή των Μ/Τ Μετρήσεων διαπιστώνεται ότι είναι αντίστοιχα με τα υλικά που απαιτούνται για την κατασκευή των Μ/Τ ισχύος. Αξίζει να σημειώσουμε ότι το συνολικό βάρος ορισμένων Μ/Τ μετρήσεων Υ.Τ. είναι σχετικά ανάλογο με το συνολικό βάρος ενός Μ/Τ ισχύος Μέσης Τάσης. Γεγονός όπου οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις όλων των μετασηματιστών είναι παρόμοιες. Άρα είναι απαραίτητο να ενταχθούν και οι Μ/Τ Μετρήσεων Υ.Τ στο οικολογικό σχεδιασμό (Eco design).
- Κατά την διάρκεια της κατασκευής οι εταιρείες θα πρέπει να χρησιμοποιούν ένα ποσοστό από ανακυκλώσιμα υλικά για να μπορέσουν να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις παραγωγής του εξοπλισμού.
- Μετά από τις καταγραφές που παρατηρήθηκαν στα σφάλματα σχεδίασης των Μ/Τ μετρήσεων καλό θα είναι οι κατασκευάστριες εταιρίες να βελτιώσουν το σχεδιασμό του εξοπλισμού τους. Για να αποφεύγονται τα σφάλματα των Μ/Τ μετρήσεων στη λειτουργία τους όπου αυξάνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- Οι κατασκευάστριες εταιρίες στο σχεδιασμό του εξοπλισμού τους να προσπαθούν να επιλέγουν υλικά ποιο φιλικά στο περιβάλλον όπου αυτό είναι εφικτό.
- Στόχος των κατασκευαστριών εταιριών πρέπει να είναι η παραγωγή ποιοτικών Μ/Τ μετρήσεων με τη χαμηλότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας.
- Έχει παρατηρηθεί από τα φυλλάδια των κατασκευαστριών εταιριών ότι ο αντίστοιχος εξοπλισμός τους έχει σημαντικές διαφορές στις διαστάσεις του και στη γεωμετρία του. Το φαινόμενο αυτό δημιουργεί σοβαρά προβλήματα κατά την αντικατάσταση ενός Μ/Τ μετρήσεως μια εταιρίας από έναν αντίστοιχο μιας άλλης εταιρίας. Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί κάτι τέτοιο απαιτούνται πρόσθετες εργασίες (π.χ. κοπές, συγκολλήσεις) όπου δημιουργού πρόσθετες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Επιπροσθέτως αναφέρουμε τα συμπεράσματα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για τη διάρκεια λειτουργίας των Μ/Τ Μετρήσεων.

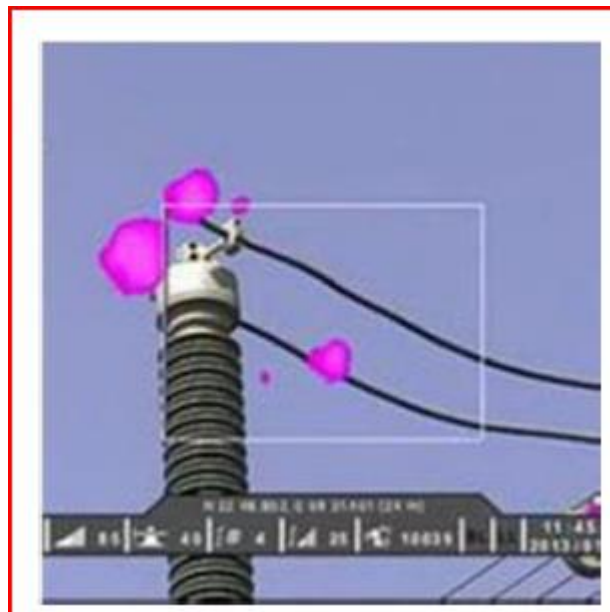
- Για να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των Μ/Τ μετρήσεων κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους θα πρέπει να συντηρούνται. Βασικές ενέργειες που πρέπει να γίνονται είναι.
 1. Οπτικοί έλεγχοι (για σκουριές μεταλλικών μερών, συνδέσεων Υ.Τ. και γειώσεων, για διαρροής λαδιού, στάθμης λαδιού, βαλβίδων προστασίας πίεσης, οξειδώσεων, ρωγμών, της κατάστασης της αντισκουριακής προστασίας κ.α.)

2. Θερμογραφικοί έλεγχοι με χρήση Θερμοκάμερας.



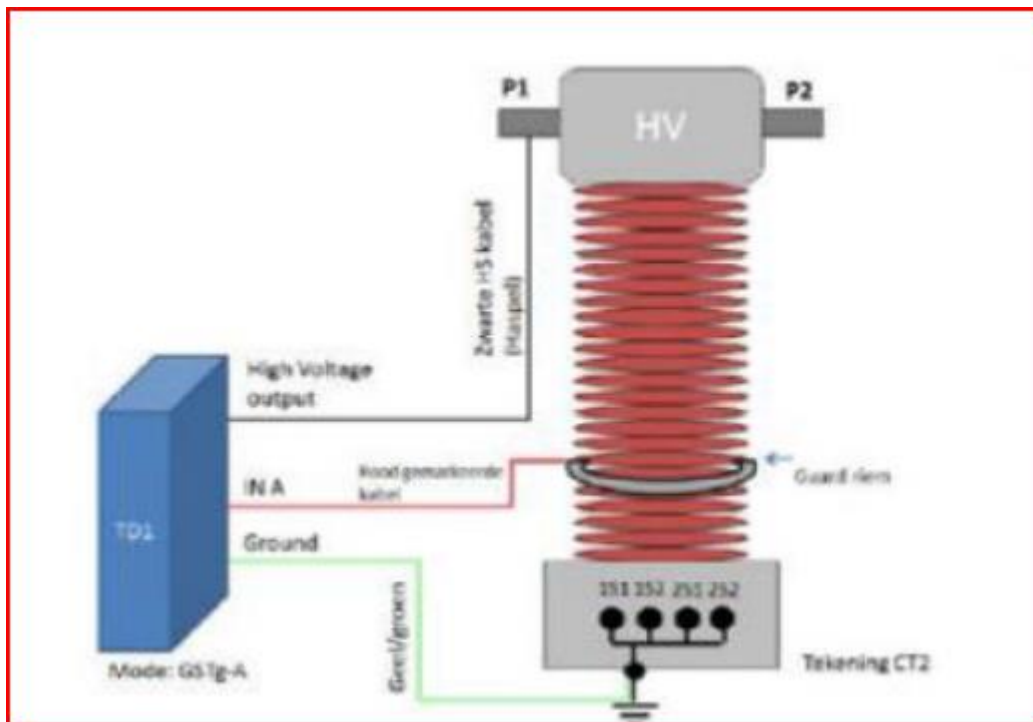
Σχήμα 8.1 Θερμογραφεία εξοπλισμού(6)

3. UV έλεγχοι με χρήση ειδικής κάμερας.



Σχήμα 8.2 UV απεικόνιση εξοπλισμού(6)

4. Έλεγχος συνέχειας αγωγών και συνδέσεων.
5. Έλεγχος χωρητικότητας (Εφαπτομένη δ) Για το έλεγχο της κατάστασης μόνωσης.



Σχήμα 8.3 Διάταξη μέτρησης εφδ [13]

6. Ανάλυση λαδιού: χρώμα, διηλεκτρική αντοχή, εφδ, υγρασία, ανάλυση αερίων κ.α.

- Βασικός σκοπός των ενεργειών συντήρησης των M/T μετρήσεων που ενδεικτικά προαναφέρθηκαν είναι να προλαμβάνονται τα σοβαρά προβλήματα που παρουσιάζουν. Και να επιδιορθώνονται τα ελαττώματα τους πριν οδηγήσουν σε ανεπανόρθωτες καταστροφές τόσο σε εξαρτήματα τους όσο και σε ολόκληρο το M/T.
- Σημαντική επιδίωξη είναι η προσπάθεια της στατιστικής μείωσης της αιφνίδιας ολικής καταστροφής του εξοπλισμού. Και ιδιαίτερα της καταστροφής του με έκρηξη. Γιαυτό και ο στόχος της προληπτικής συντήρησης είναι η πρόβλεψη του τέλους ζωής του εξοπλισμού και η προγραμματισμένη αντικατάστασή του. Πολλές φορές μάλιστα ανάλογα με την ηλικία του εξοπλισμού μπορεί να είναι καλύτερο να αντικαταστείτε παρά να γίνεται σε αυτόν μια δαπανηρή αντικατάσταση ενός εξαρτήματός του.

Τέλος αναφέρουμε τα συμπεράσματα για τη διαχείριση στο τέλος ζωής του εξοπλισμού.

- Στην ανάλυση του κύκλου ζωής των M/T μετρήσεων των εταιριών Alstom και ABB παρατηρείται ότι τα ποσοστά ανακύκλωσης των κρίσιμων μετάλλων είναι πάνω από 80% ενώ οι ελάχιστες απαιτήσεις τις MEErP είναι 68%. Γίνεται αντιληπτό ότι στην πραγματικότητα είναι εφικτό να ανακυκλωθούν περισσότερες ποσότητες μειώνοντας το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των M/T μετρήσεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 1.Ι. Γιαννιτιάδης (2017)*Ενέργεια και περιβάλλον στην Ευρωπαϊκή Ένωση* . Master, Thesis, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- 2.Ν. Ανδρίτσος (2008)*ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ*. Βόλος, Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
3. Mohammad Aslam Uqaili I Khanji Harijan (2012) *Energy, Environment and Sustainable Development*.
- 4.Κ. Ψωμόπουλος (2015) *Σημειώσεις Μαθήματος Eco Design*. Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
5. Wenlu Wang (2011) *Eco-design of power transmissions systems*. English
6. A. Maheshwari (AU), B. Rusek (DE), B. Sweeney (UK), C. Fischer (CH), D. Makareinis (DE), L. Gauthier (FR), L. O'sullivan (IE), N. Amyot (CA), P. Crego Del Amo (ES), T. Minagawa (JP), T. Lindquist (SE). (2018) Ageing high voltage substation equipment and possible mitigation techniques. CIGRE WG A3.29. No 298 ELECTRA p.p 5
7. Raquel Santos Jorge & Troy R. Hawkins & Edgar G. Hertwich (2011). Life cycle assessment of electricity transmission and distribution—part 2: transformers and substation equipment.
8. Raquel Santos Jorge & Troy R. Hawkins & Edgar G. Hertwich (2011). Life cycle assessment of electricity transmission and distribution—part 1: power lines and cables.
9. Miro Hegedic, Tihomir Opetuk, Goran Dukic, Hrvoje Draskovic LIFE CYCLE ASSESSMENT OF POWER TRANSFORMER-CASE STUDY.
10. LCA study of current transformers ABB 2004.
11. Δεκαετές πρόγραμμα ανάπτυξης συστήματος Μεταφοράς ΑΔΜΗΕ 2018-2027.
12. Anton Janssen, Jos Slangen, Ian Ring, Edwin Groot, Andy Goyvaerts, Bas Braam, Erik Schenkel.(2017) MEErP 2011 EU 2017 Life-time Management of AIS oil-paper-insulated Instrument Transformers. CIGRE A3-043.
13. A. MONTEIRO, J. COSTA, M. BACELAR, T. NERI. (2017) Current Transformer Failures in Brazilian Grid and Lifetime Management. CIGRE A3-043.
14. Impacts of REACH Authorisation 2017 EU.
15. Gareth P. Harrison n, Edward (Ned). J. Maclean, Serafeim Karamanlis, Luis F. Ochoa. Energy Policy. (2010). Life cycle assessment of the transmission network in Great Britain.
16. PREPARATORY STUDY FOR THE REVIEW OF COMMISSION REGULATION 548/2014 ON ECOCODESIGN REQUIREMENTS FOR SMALL, MEDIUM AND LARGE POWER TRANSFORMERS FINAL REPORT. 2017.

17. Raquel S. Jorge ↑, Edgar G. Hertwich. (2012).Applied Energy. Environmental evaluation of power transmission in Norway.
18. De Benedetti. G.L. Baldo. L. Maffia Materrials Science and Chemical Engineering Dept.- Politecnico di Torino (2002) Life cycle assessment of Power transformers: an introduction 2002.
19. Martin CARLEN, Ulrika ÖVERSTAM, VR. V RAMANAN, Jens TEPPER, Lennart SWANSTRÖM, Pawel KLYS. ABB (2011) LIFE CYCLE ASSESSMENT OF DRY-TYPE AND OIL-IMMERSED DISTRIBUTION TRANSFORMERS WITH AMORPHOUS METAL CORE.
20. Product Category Rules ABB.
21. Instrument Transformers Trench 2016.
22. Study for preparing the first Working Plan of the EcoDesign Directive. 2007.