Παρασκευή, 01 Δεκεμβρίου 2006

Ανάλυση Κύκλου Ζωής σε δύο κατασκευαστικές δραστηριότητες (Task 2)

Ερευνητικό Πρόγραμμα SUSCON

Χριστοφής Ι. Κορωναίος

ΜΟΝΑΔΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Δραστηριότητες στο SUSCON

Ανάλυση Κύκλου Ζωής σε δύο κατασκευαστικές δραστηριότητες (Task 2)

- Επιλογή δύο κατασκευαστικών ‘προϊόντων’
- Συλλογή δεδομένων για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων του κύκλου ζωής των δύο κατασκευών
- Εφαρμογή της μεθοδολογίας της ΑΚΖ

Οικολογικός σχεδιασμός (Task 3)

- Μελέτη όλων των θεμάτων σχετικών με τον οικολογικό σχεδιασμό μίας κατασκευής
- Ανάπτυξη κριτηρίων οικολογικού σχεδιασμού

Εφαρμογή των κριτηρίων οικολογικού σχεδιασμού στις κατασκευαστικές δραστηριότητες (Task 4)

Παρούσα Κατάσταση στο Task 2

Ανάλυση Κύκλου Ζωής σε δύο κατασκευαστικές δραστηριότητες (Task 2)

Επιλογή δύο κατασκευαστικών 'προϊόντων'

- *Επιλέχθηκαν για μελέτη ένα κτίριο και ένα χιλιόμετρο δρόμου*

Συλλογή δεδομένων για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων του κύκλου ζωής των δύο κατασκευών

- *Η συλλογή δεδομένων έχει ολοκληρωθεί με τη βοήθεια της εταιρίας Εδραση-Ψαλλίδας, της εταιρίας Cybarco και του Πανεπιστημίου της Κύπρου*

Εφαρμογή της μεθοδολογίας της ΑΚΖ

- *Η εφαρμογή έχει ολοκληρωθεί*

Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Task 2)

- Η ΑΚΖ είναι μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα.
- Η ανάλυση επικεντρώνεται στον προσδιορισμό και την ποσοτικοποίηση της ενέργειας και των υλικών που χρησιμοποιούνται, καθώς και των αποβλήτων που απελευθερώνονται στο περιβάλλον.
- Στη συνέχεια εκτιμώνται οι επιπτώσεις από την χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων. Επίσης διερευνώνται οι δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων.
- Η ανάλυση περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος, της διεργασίας ή της δραστηριότητας: εξόρυξη και επεξεργασία πρώτων υλών, κατασκευή, μεταφορά και διανομή, χρήση, επαναχρησιμοποίηση, συντήρηση, ανακύκλωση και τελική απόρριψη.

Η μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Το πλαίσιο της μεθοδολογίας της ΑΚΖ αποτελείται από τέσσερα βασικά στάδια:

❖ Προσδιορισμός του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης

❖ Απογραφή δεδομένων

❖ Εκτίμηση επιπτώσεων

❖ Εκτίμηση βελτιώσεων

1ο Αντικείμενο Μελέτης της ΑΚΖ

1ο Αντικείμενο της ΑΚΖ είναι:
«ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΜΕ ΙΣΟΓΕΙΟ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟ ΓΚΑΡΑΖ»,
την κατασκευή του οποίου ανέλαβε η ΕΔΡΑΣΗ ΨΑΛΛΙΔΑΣ από την ιδιοκτήτρια εταιρεία ELEVOR A.E.B.E.

- ✓ Πρόκειται για ένα τριώροφο κτίριο με τρία υπόγεια γκαράζ και τρία ισόγεια καταστήματα το οποίο θα χρησιμοποιηθεί ως κτίριο γραφείων και εκθεσιακό κέντρο της ELEVOR A.E.B.E.
- ✓ Το κτίριο βρίσκεται στη συμβολή των οδών Ποσειδώνος και Πίνδου στο Μοσχάτο.
- ✓ Ο τελικός Προϋπολογισμός του εν λόγω έργου είναι 2.885.000€.

Κύκλος Ζωής Οικοδομικού Έργου

Ο κύκλος της οικοδομικής δραστηριότητας στη διάρκεια του οποίου εμφανίζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποτελείται από τα εξής τέσσερα στάδια:

- Παραγωγή οικοδομικών υλικών
  - Λήψη πρώτων υλών από το φυσικό περιβάλλον
  - Μεταφορά πρώτων υλών στη θέση επεξεργασίας
  - Επεξεργασία πρώτων υλών - Βιομηχανική παραγωγή οικοδομικών υλικών
  - Αποθήκευση και εμπορία οικοδομικών υλικών
- Κατασκευή κτιρίου
  - Μεταφορά υλικών
  - Οικοδόμηση
- Χρήση Κτιρίου
  - Κατανάλωση Ενέργειας
  - Κατανάλωση νερού
  - Συντήρηση
- Κατεδάφιση Κτιρίου
  - Κατεδάφιση
  - Μεταφορά υλικών
  - Απόρριψη υλικών στο περιβάλλον

Δεδομένα (1/2)

Δεδομένα σχετικά με το είδος της κατασκευής που θα μελετηθεί:

- Προδιαγραφές των κατασκευών που θα μελετηθούν.
- Επιφάνειες των επιμέρους τμημάτων της κατασκευής.

Δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση υλικών για την κατασκευή:

- Από τι αποτελείται το συγκεκριμένο είδος κατασκευής που θα μελετηθεί. Για παράδειγμα, κολώνες, τοιχοποιία, κουφώματα, ηλεκτρολογικός εξοπλισμός, σωληνώσεις.
- Είδος των υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός κτιρίου. Για παράδειγμα τύπος τσιμέντου, τύπος τούβλου ανά περίπτωση π.χ. εξωτερικός τοίχος ή εσωτερικός, τύπος κουφωμάτων, γυψοσανίδες, ψευδοροφές, τύπος ηλεκτρολογικού υλικού, τύπος σωληνώσεων.
- Ποσότητα των αντίστοιχων υλικών. Συνολική και ανά λειτουργική μονάδα π.χ. κιλά υλικού ανά επιφάνεια ή κιλά υλικού ανά τεμάχιο

Δεδομένα (2/2)

Δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή:

- Πως μεταφέρονται τα υλικά στο εργοτάξιο.
- Με τι είδους οχήματα μεταφέρονται.
- Σε τι ποσότητες μεταφέρονται.
- Αποστάσεις που διανύουν τα οχήματα μεταφοράς υλικών
- Άλλα στοιχεία σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή

Δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας κατά την λειτουργία ενός κτιρίου:

- Χρόνος ζωής του είδους της κατασκευής
- Είδος και ποσότητα εξοπλισμού που τοποθετείται στο κτίριο
- Είδος θέρμανσης – ψύξης

Δεδομένα σχετικά με το τέλος ζωής της κατασκευής:

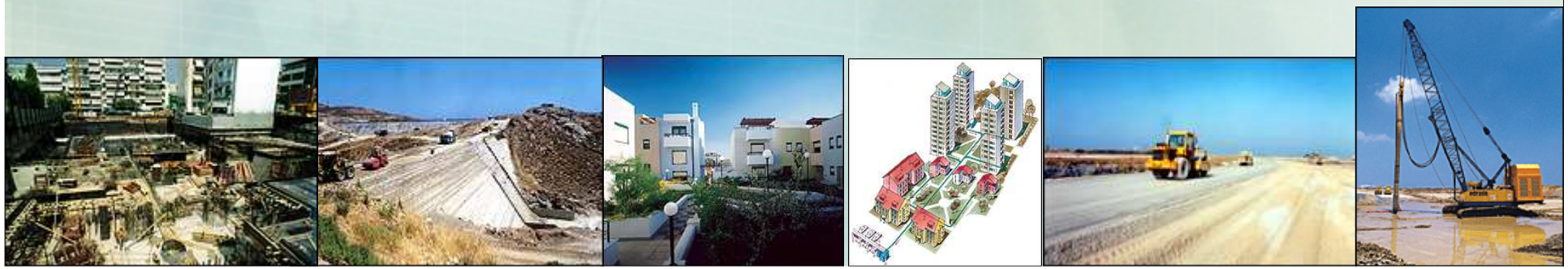
- Με ποιον τρόπο καταστρέφεται. Τι είδους μηχανήματα χρησιμοποιούνται.
- Με ποιον τρόπο γίνεται η συλλογή των υλικών. Κατανάλωση ενέργειας.
- Που καταλήγουν τα υλικά που συλλέγονται. Ποια από αυτά τα υλικά και πόσα επαναχρησιμοποιούνται.

Πηγές Δεδομένων

Τα κατασκευαστικά δεδομένα του κτιριακού συγκροτήματος προέρχονται από την κατασκευάστρια εταιρία «ΕΔΡΑΣΗ-Χ.ΨΑΛΛΙΔΑΣ Α.Τ.Ε.».

Τα στοιχεία σχετικά με την κατασκευή οδικού τμήματος προέρχονται από την κατασκευαστική εταιρία «CYBARCO».

Δεδομένα από τη διεθνή βιβλιογραφία χρησιμοποιήθηκαν όπου κρίθηκε απαραίτητο.



Οικοδομικά Υλικά

Τα οικοδομικά υλικά, με όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους, αποτελούν κρίσιμη παράμετρο για την υλοποίηση των περιβαλλοντικά φιλικών οικοδομικών συνθέσεων.

Για τον προσδιορισμό της περιβαλλοντικής ποιότητας των υλικών είναι απαραίτητο να έχουμε στη διάθεσή μας πληροφορίες για τη διαθεσιμότητα και την επάρκεια των φυσικών πόρων από τους οποίους προέρχονται, την ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή και τα υπόλοιπα στάδια του κύκλου ζωής τους, την τοξικότητα, την αντοχή τους στο χρόνο και τη διάρκεια ζωής τους, τις ανάγκες συντήρησης, την περιεκτικότητά τους σε υλικά που προέρχονται από ανακύκλωση, καθώς και τη δυνατότητά τους για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση.

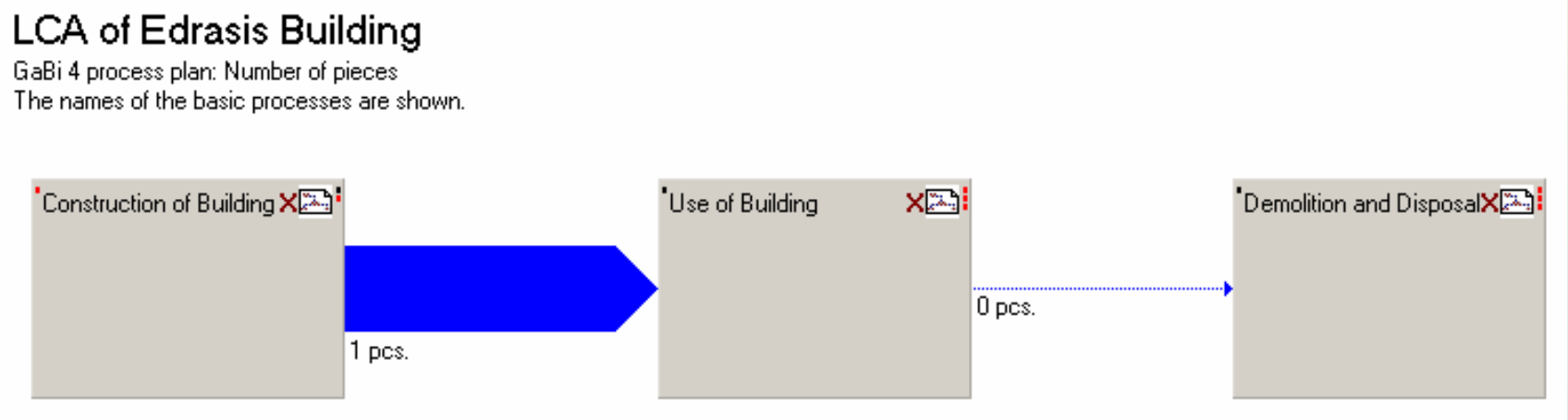
Βάση Δεδομένων Κύκλου Ζωής Υλικών

Τα δεδομένα του κύκλου ζωής των στοιχείων που αποτελούν την κατασκευή προέρχονται από εξειδικευμένη βάση δεδομένων υλικών και κατασκευαστικών διεργασιών που συνοδεύουν το λογισμικό Gabi της PE Europe GmbH.

Η βάση δεδομένων περιλαμβάνει υλικά όπως:

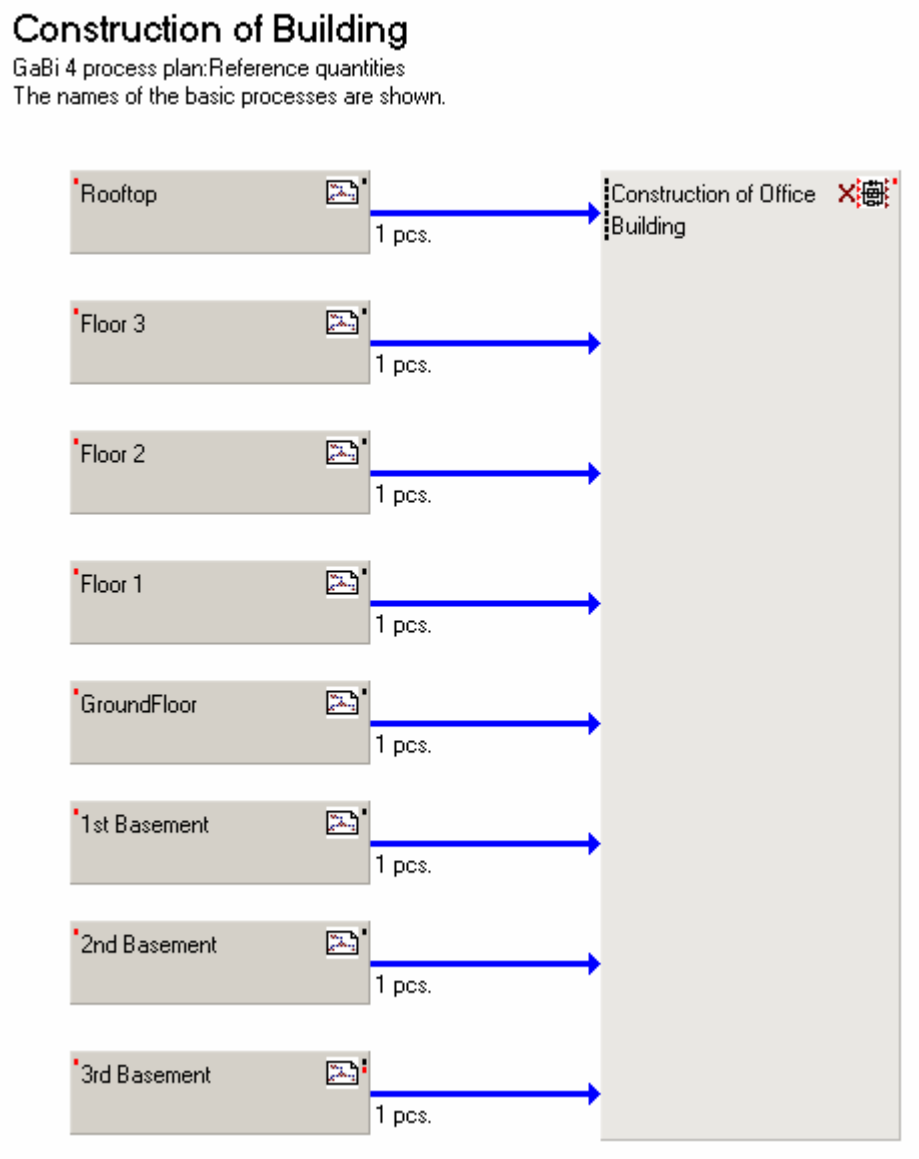
- Τσιμεντοκονιάματα
- Τούβλα
- Υλικά Μονώσεων
- Σοβάδες
- Χρωματισμούς
- Μέταλλα, Πλαστικά, Ξυλεία
- Ανόργανα Υλικά

Μοντελοποίηση της ΑΚΖ του κτιρίου

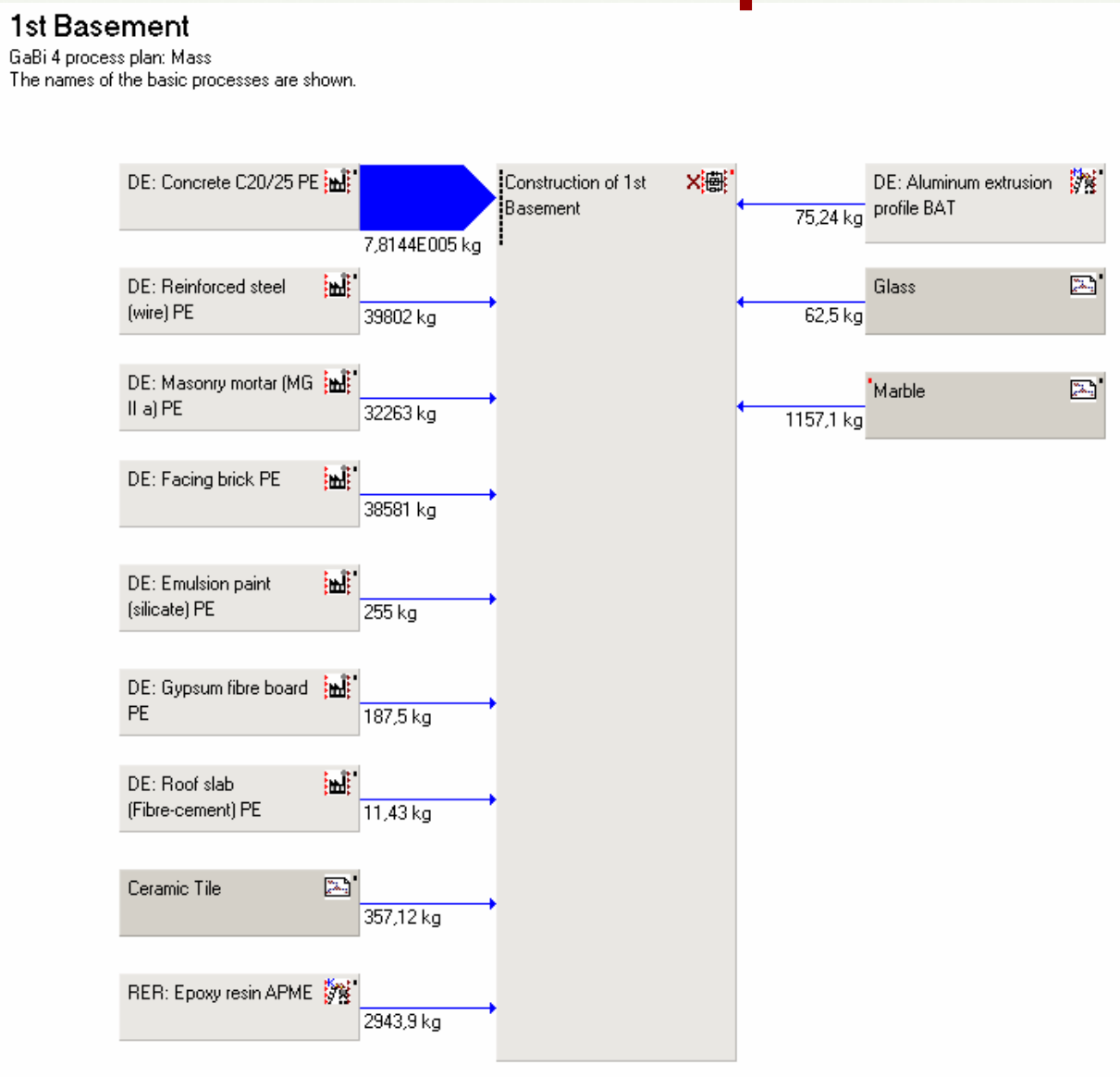


Κατασκευαστικό Στάδιο του Κτιρίου

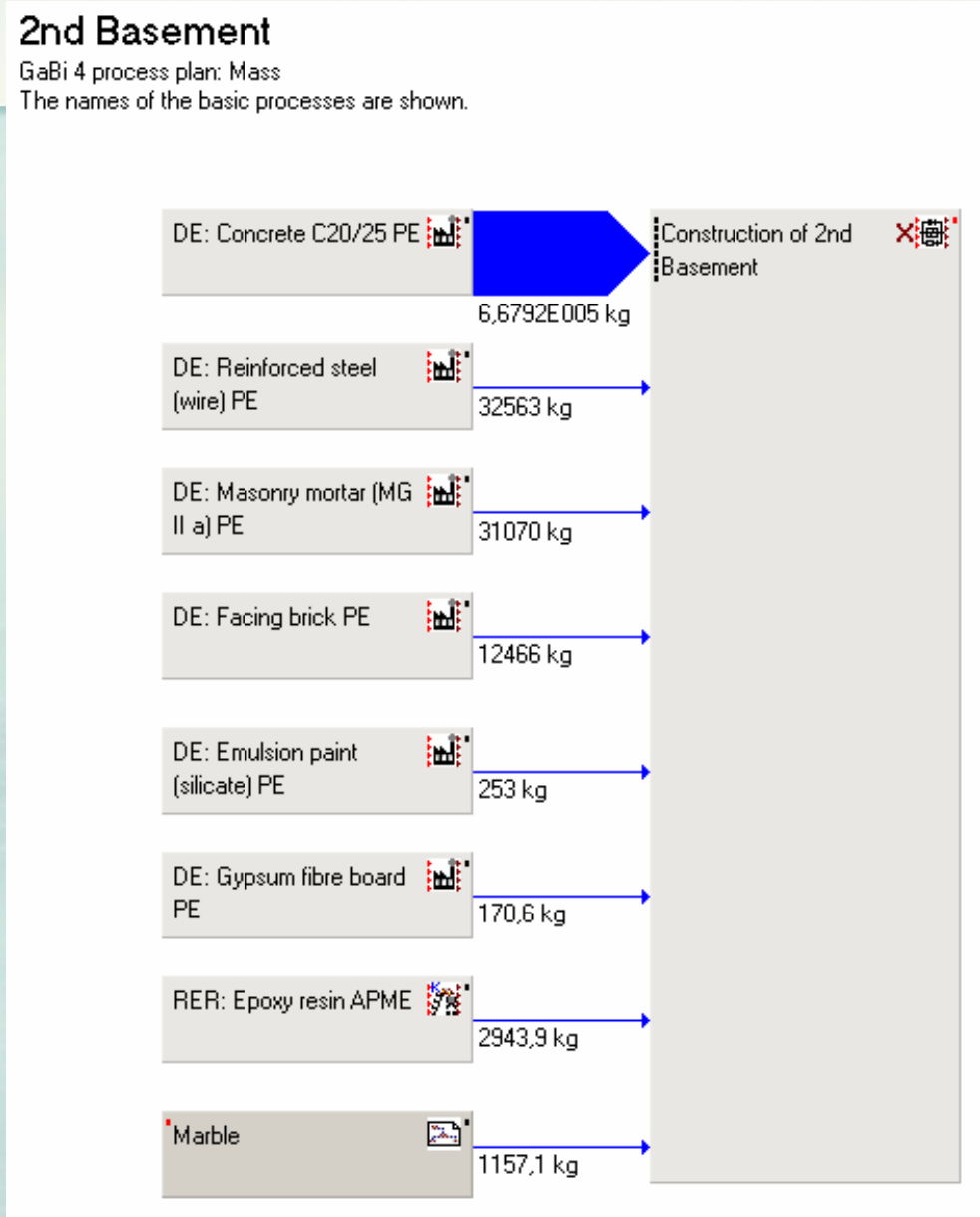
Η μοντελοποίηση της κατασκευής του κτιριακού συγκροτήματος γίνεται χωριστά ανά κατασκευαστικό επίπεδο.



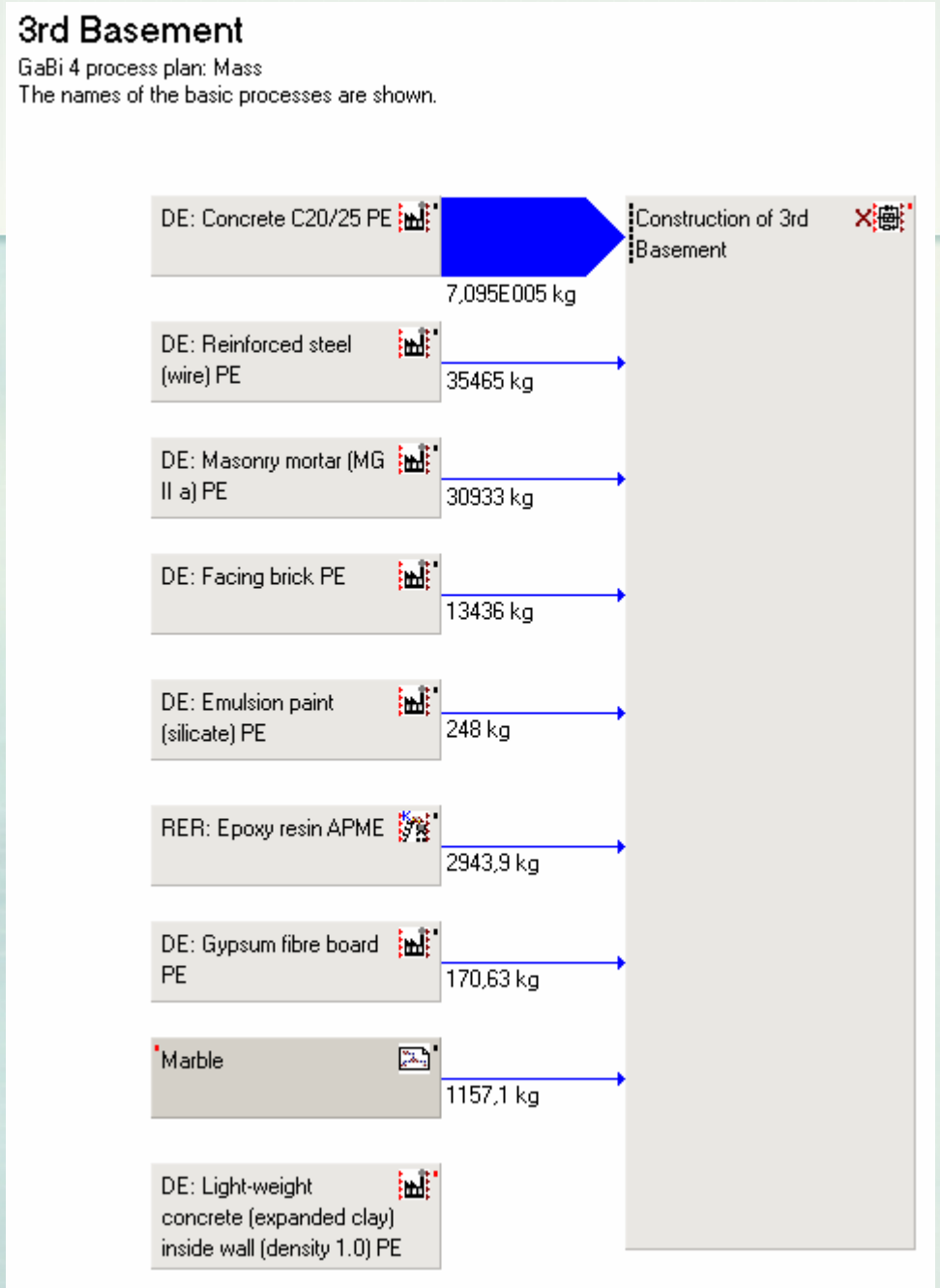
Κατασκευαστικό Στάδιο του 1ου Υπογείου



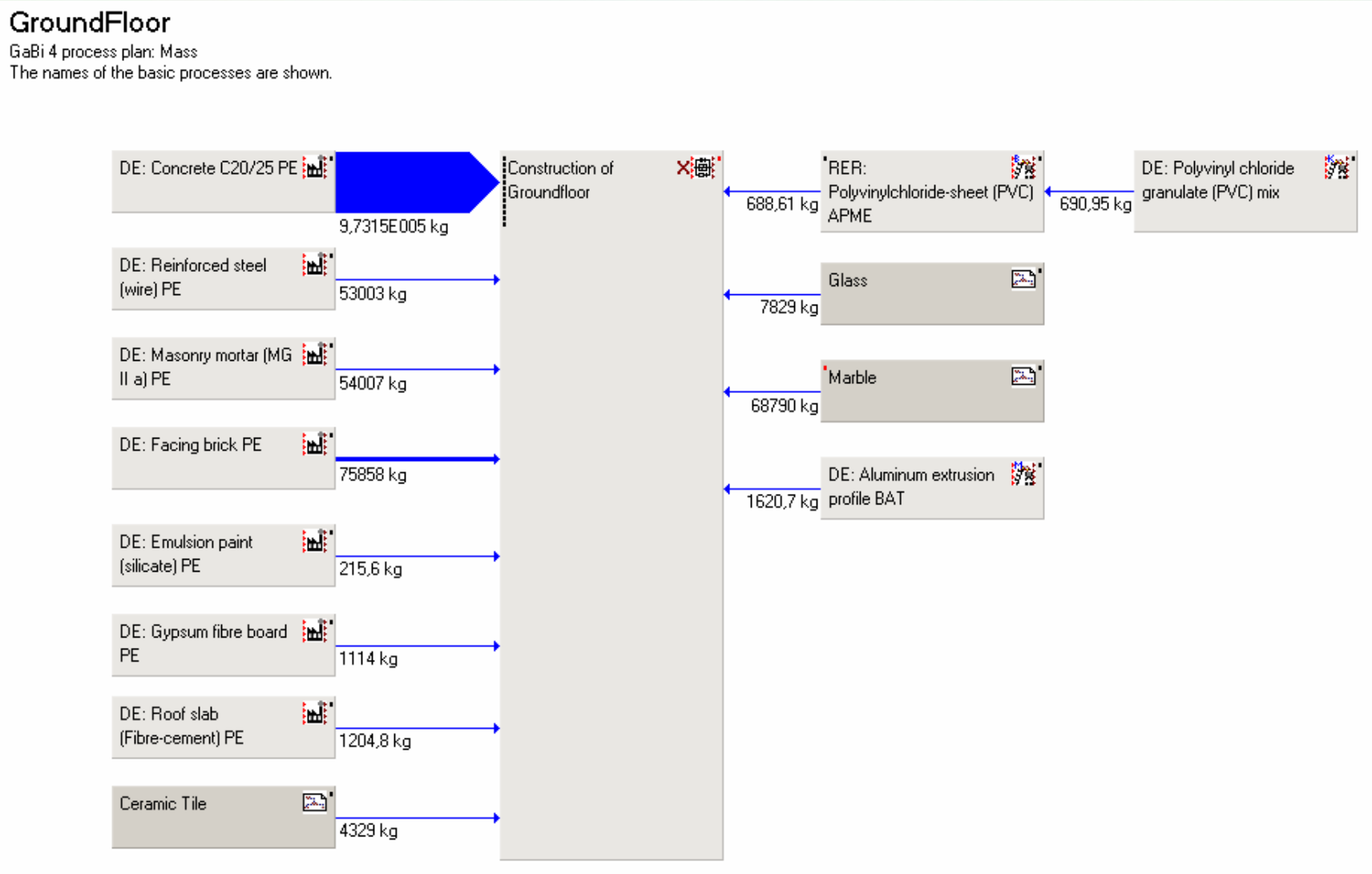
Κατασκευαστικό Στάδιο του 2ου Υπογείου



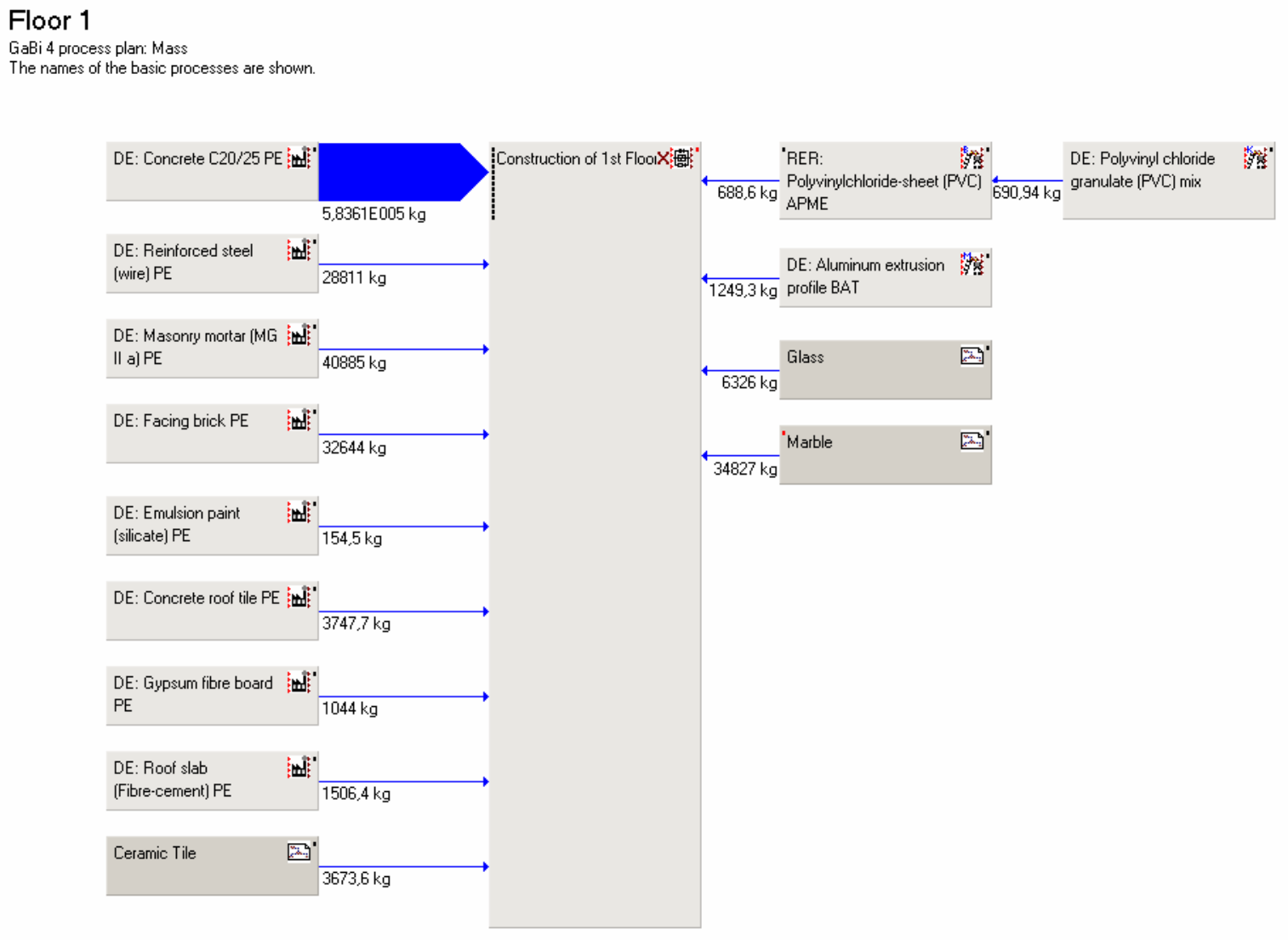
Κατασκευαστικό Στάδιο του 3ου Υπογείου



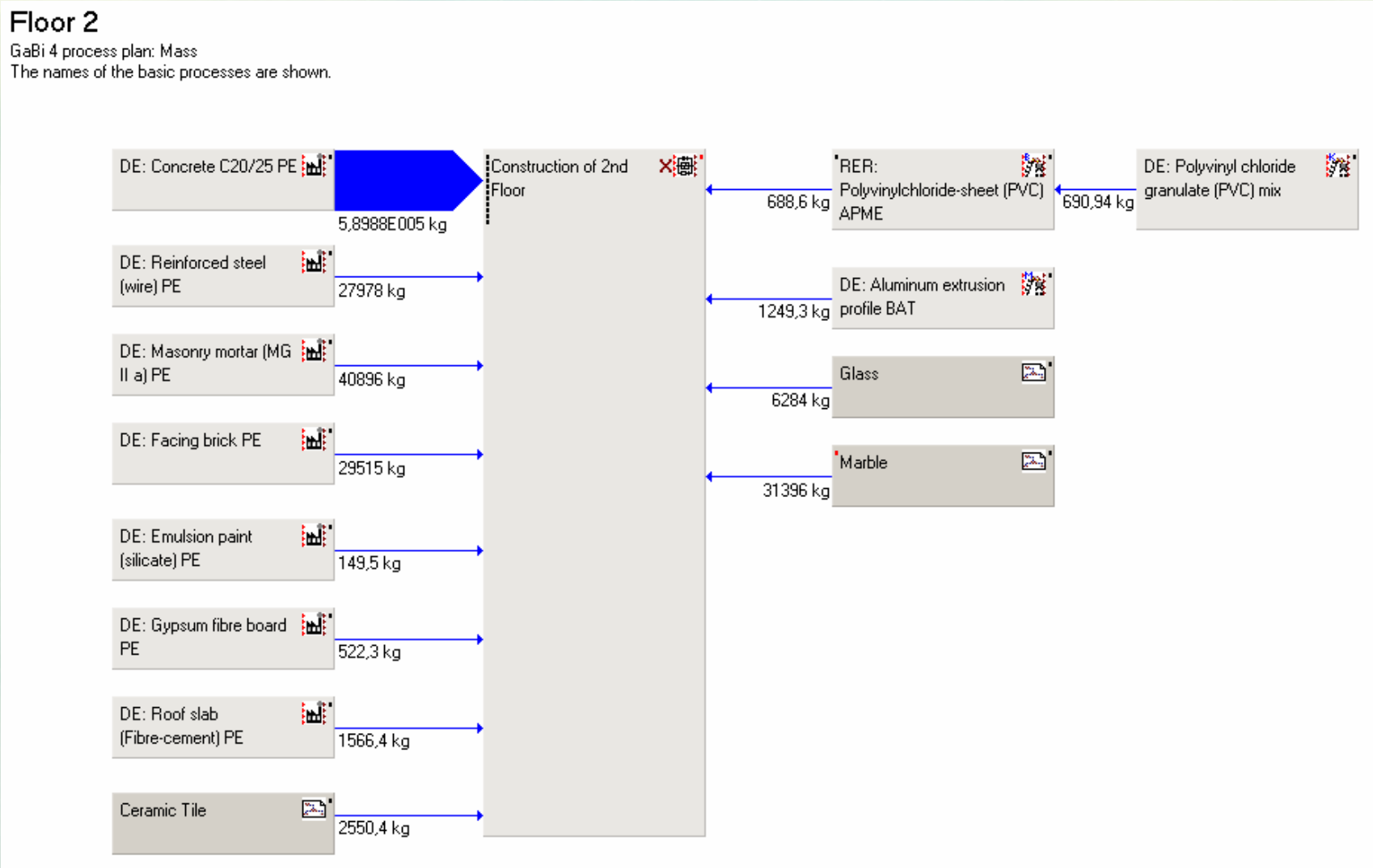
Κατασκευαστικό Στάδιο του Ισογείου



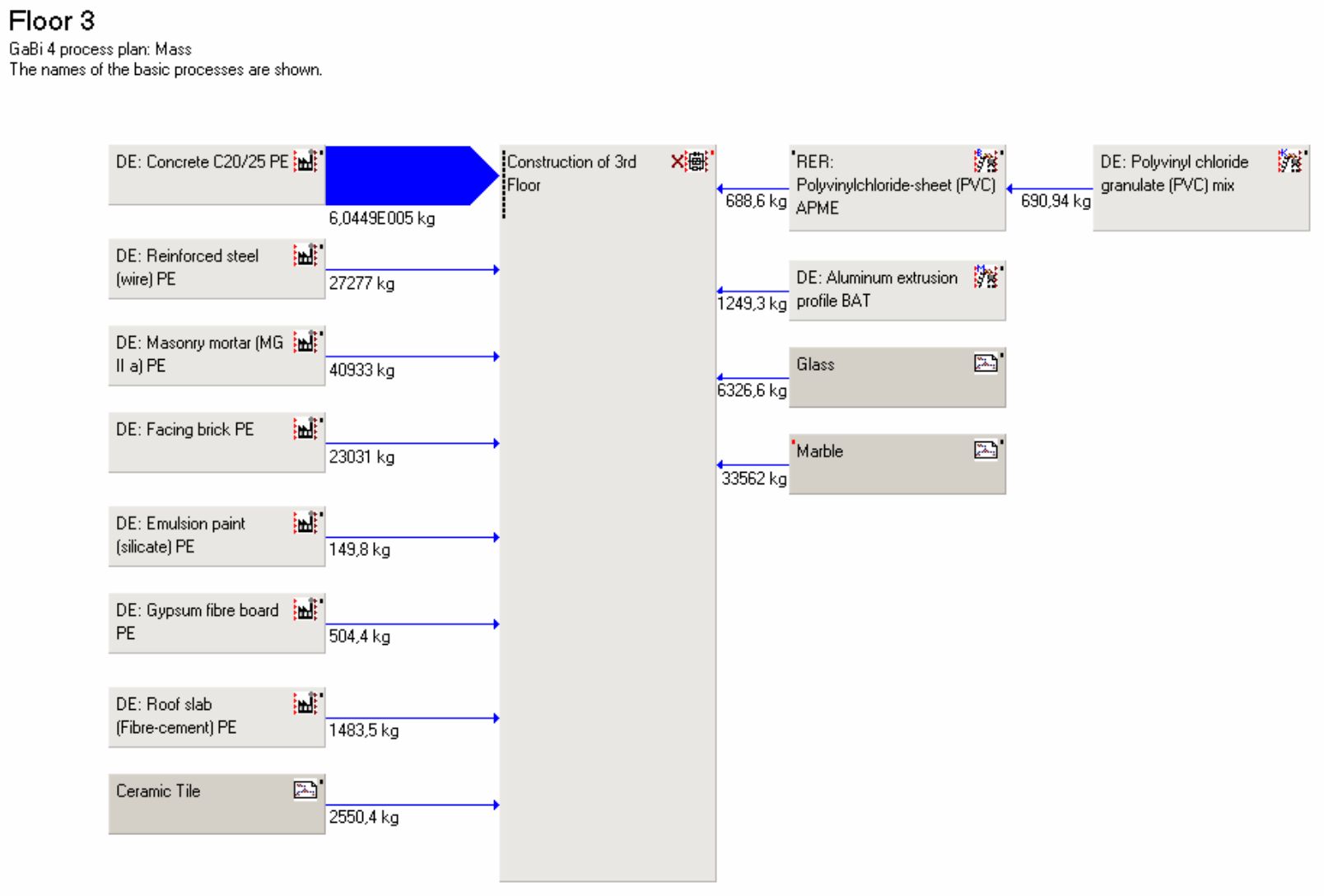
Κατασκευαστικό Στάδιο του 1ου Ορόφου



Κατασκευαστικό Στάδιο του 2ου Ορόφου

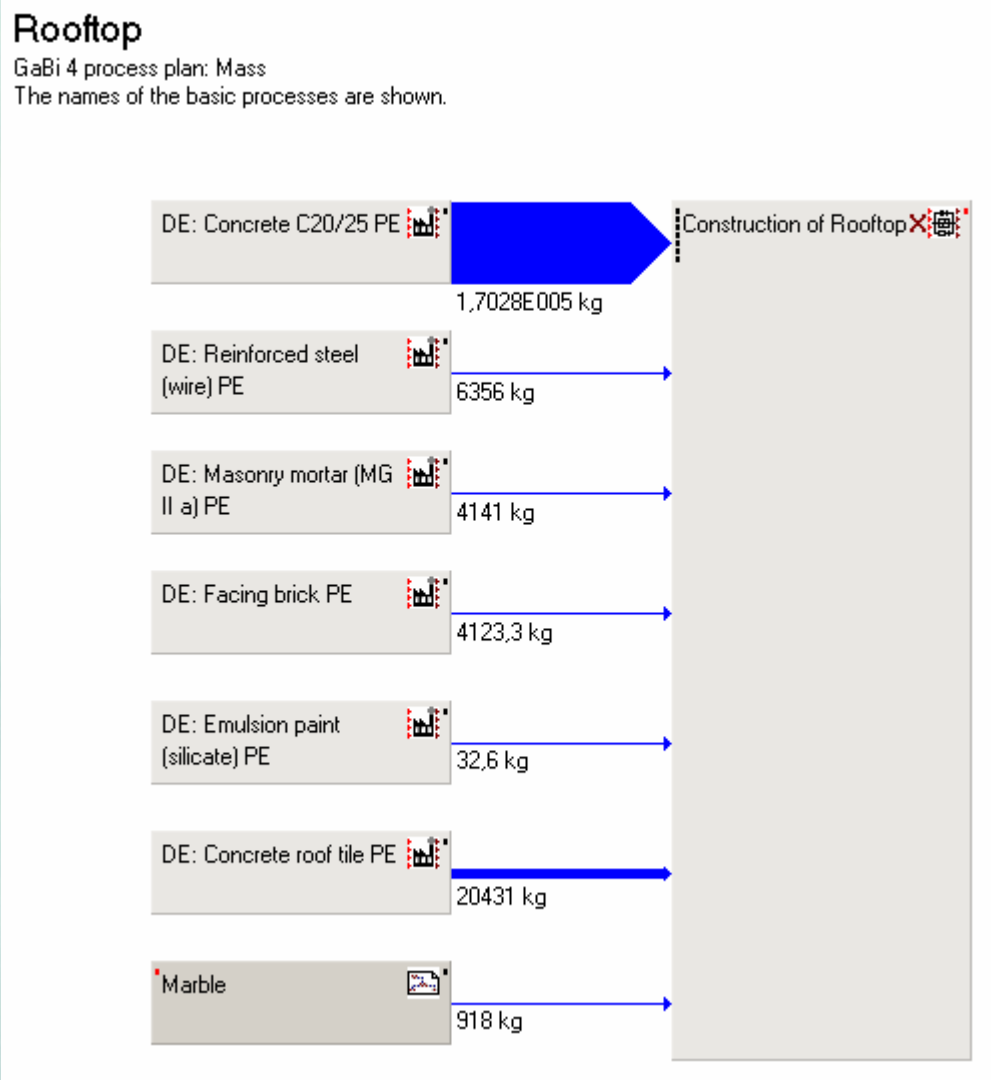


Κατασκευαστικό Στάδιο του 3ου Ορόφου

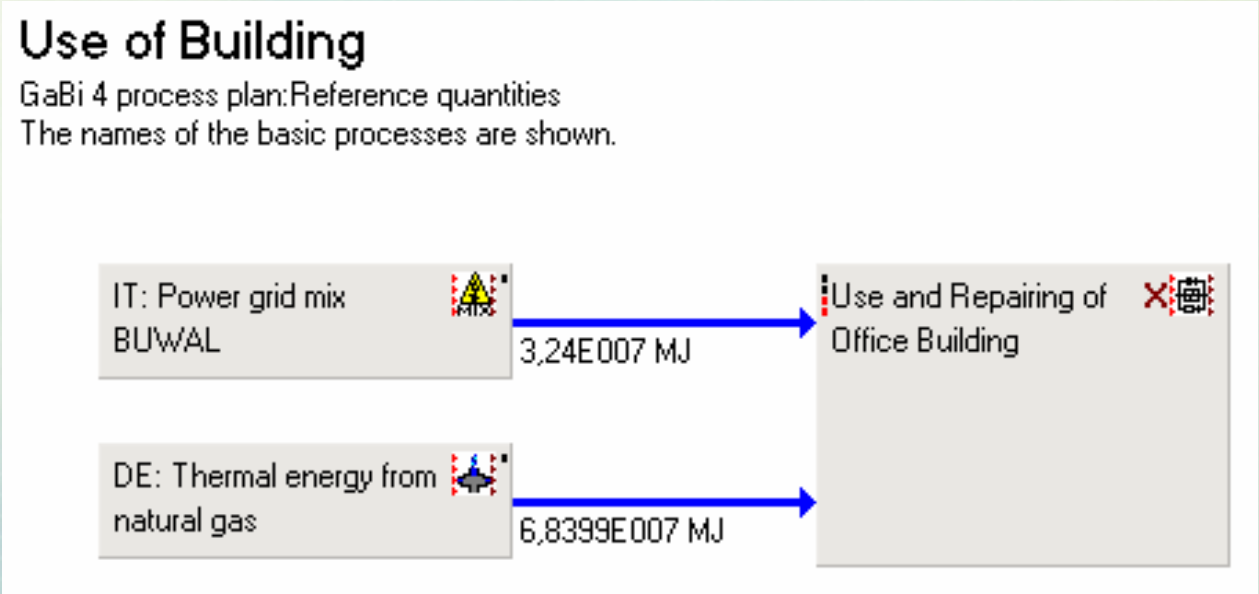


Κατασκευαστικό Στάδιο

Μοντελοποίηση της κατασκευής του δώματος του κτιριακού συγκροτήματος.



Στάδιο Χρήσης και Συντήρησης



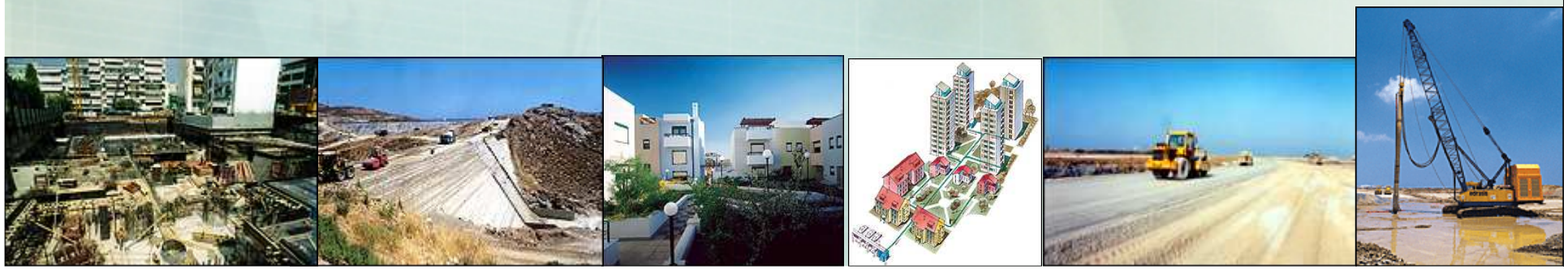
Η μοντελοποίηση του σταδίου της χρήσης του κτιριακού συγκροτήματος περιλαμβάνει την ενεργειακή κατανάλωση για τη θέρμανση, τη ψύξη, και το φωτισμό του κτιρίου κατά τα 80 χρόνια του κύκλου ζωής του.

Στάδιο Χρήσης και Συντήρησης

Ο κύκλος ζωής του κτιρίου λαμβάνεται ίσος με 75 χρόνια.

Οι κύριες επιπτώσεις κατά τη χρήση του κτιρίου αναμένονται από την κατανάλωση ενέργειας και νερού.

Για τη συντήρηση του κτιρίου λαμβάνονται διαφορετικά χρονικά διαστήματα ανάλογα με το είδος του υλικού. Για παράδειγμα τα βαψίματα ανά 10 χρόνια, συντήρηση κουφωμάτων ανά 25 χρόνια.



Στάδιο Χρήσης και Συντήρησης

Μέση ενεργειακή κατανάλωση διαφόρων τύπων κτιρίων ανά είδος χρήσης (kWh/m2/yr)

Τύπος Κτιρίου	Δροσισμός	Θέρμανση	Φωτισμός	Συσκευές	Σύνολο
Γραφεία	24	95	20	48	187
Εμπορικά	18	74	19	41	152
Σχολεία	2	66	16	8	92
Νοσοκομεία	3	299	52	53	407
Ξενοδοχεία	11	198	24	40	273

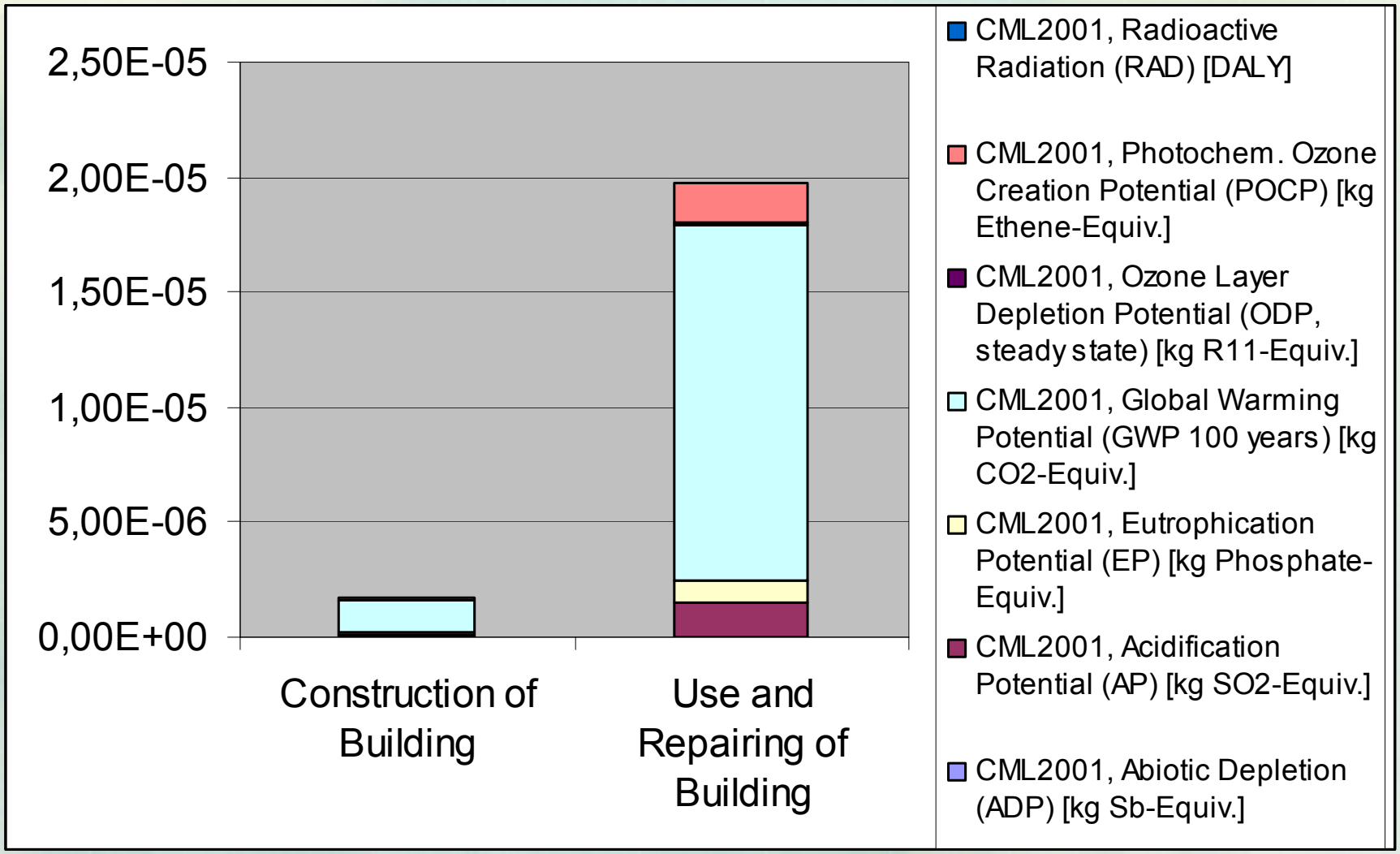
Ανάλυση Επιπτώσεων

Οι υπολογιζόμενες επιπτώσεις θα κατηγοριοποιηθούν σε ομάδες σύμφωνα με την μεθοδολογία CML2001 :

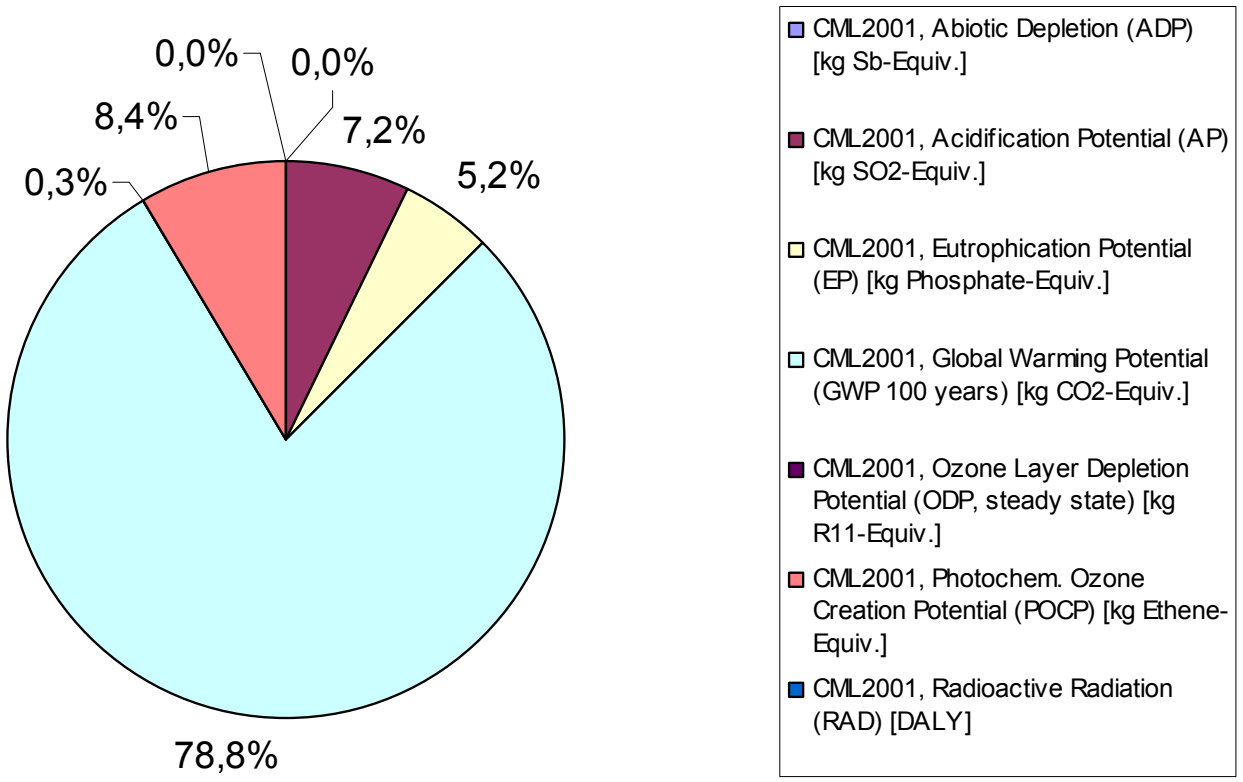
1. Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου
2. Εκπομπές αερίων που καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος
3. Εκπομπές αερίων και υγρών που προκαλούν οξίνιση
4. Εκπομπές αερίων και υγρών που προκαλούν ευτροφισμό
5. Εκπομπές ραδιενέργειας
6. Εκπομπές αερίων φωτοχημικού νέφους
7. Κατανάλωση μη-ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων

Ειδικοί συντελεστές βαρύτητας χρησιμοποιούνται ανά περιβαλλοντική επίπτωση για τον υπολογισμό ενός συνολικού αδιάστατου δείκτη επίπτωσης (EcoIndicator).

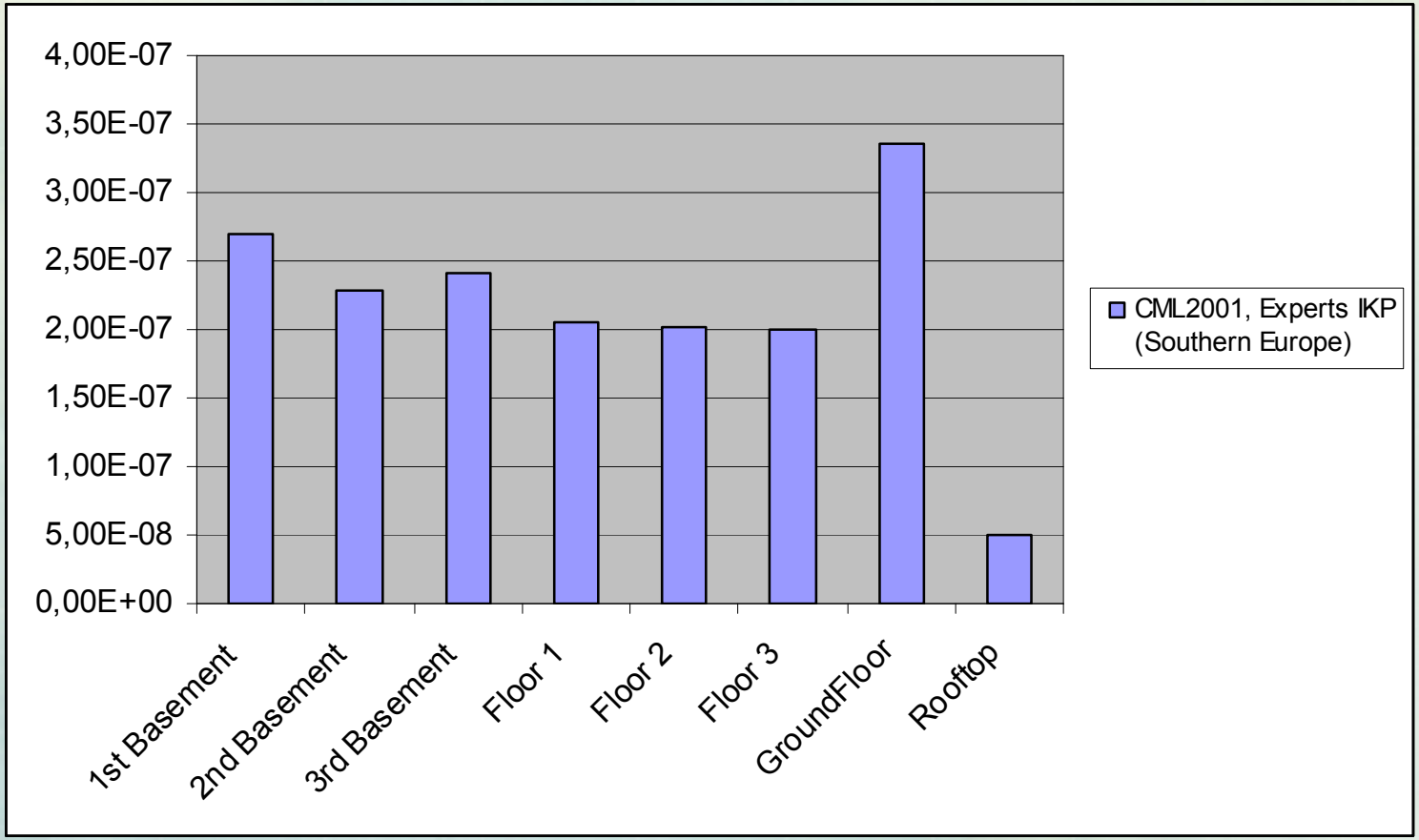
Ανάλυση Επιπτώσεων



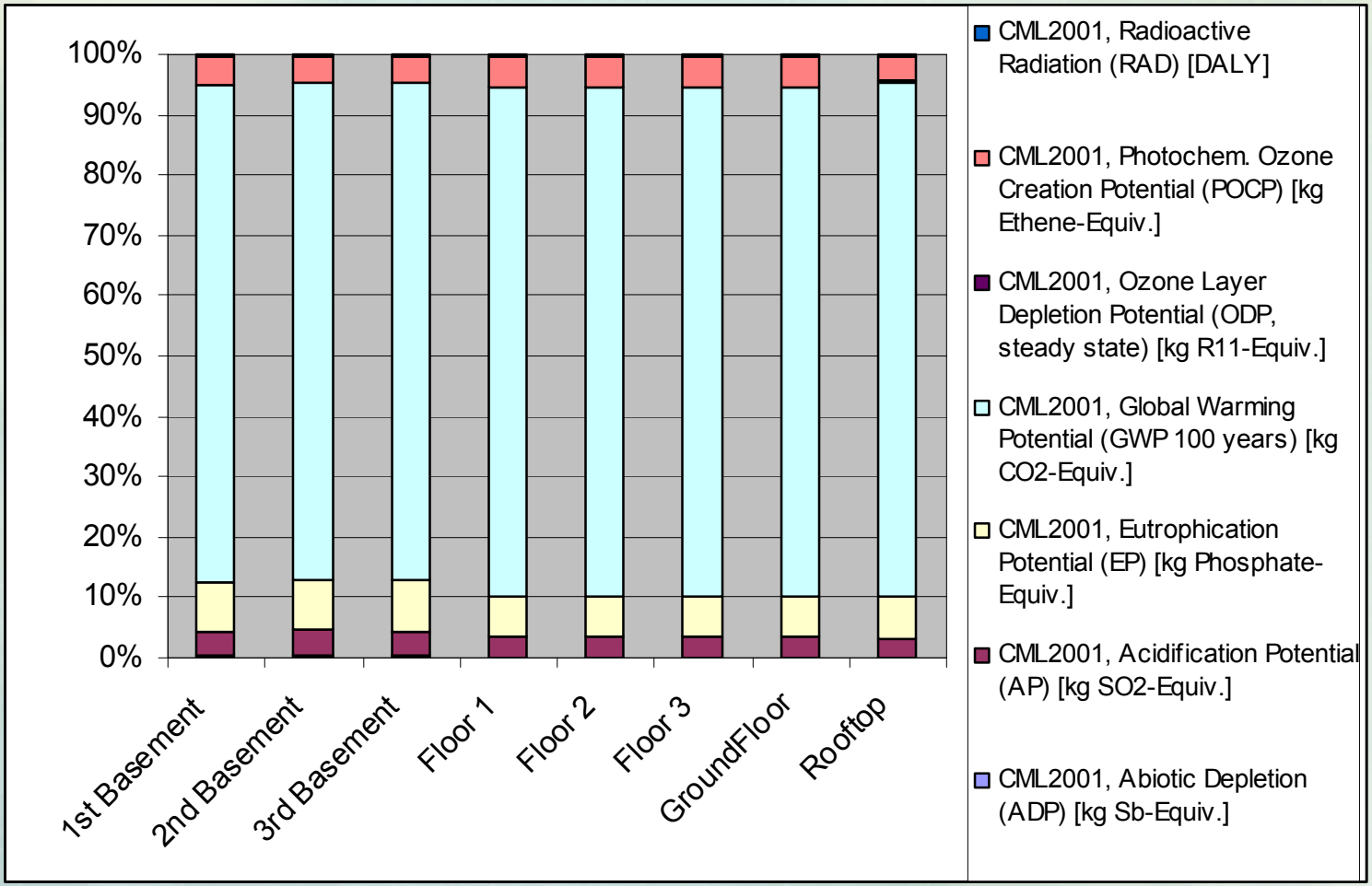
Ανάλυση Επιπτώσεων



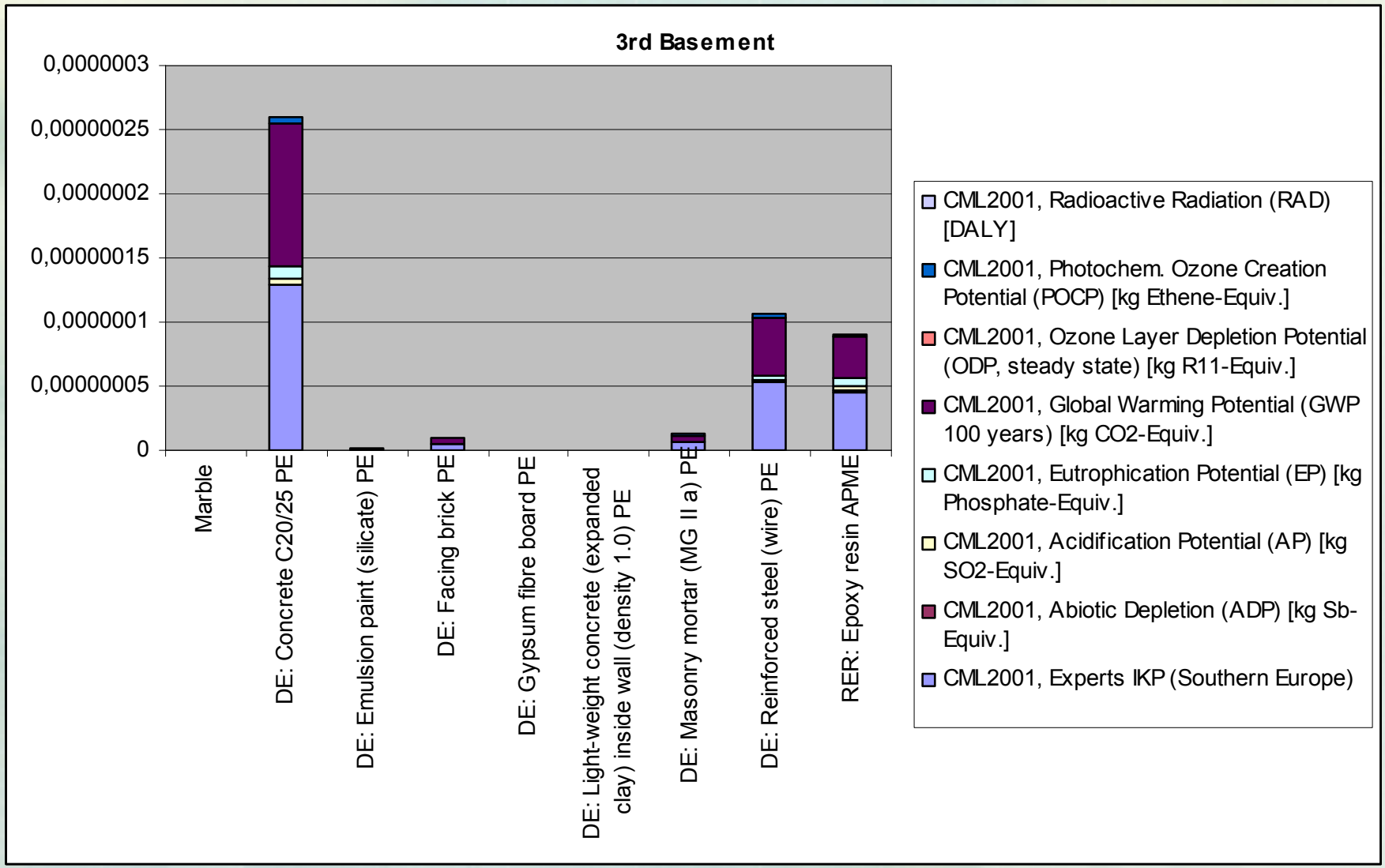
Ανάλυση Επιπτώσεων



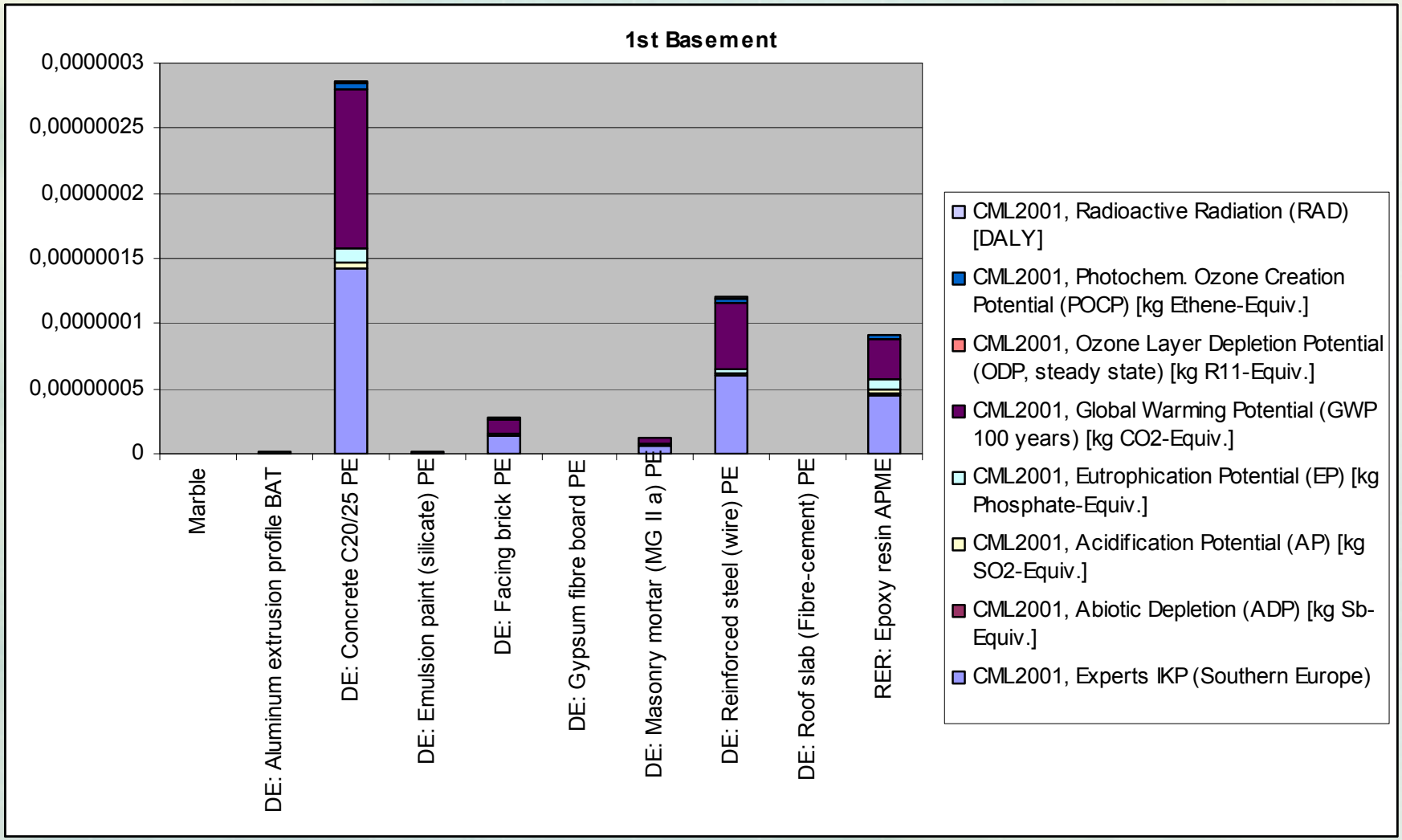
Ανάλυση Επιπτώσεων



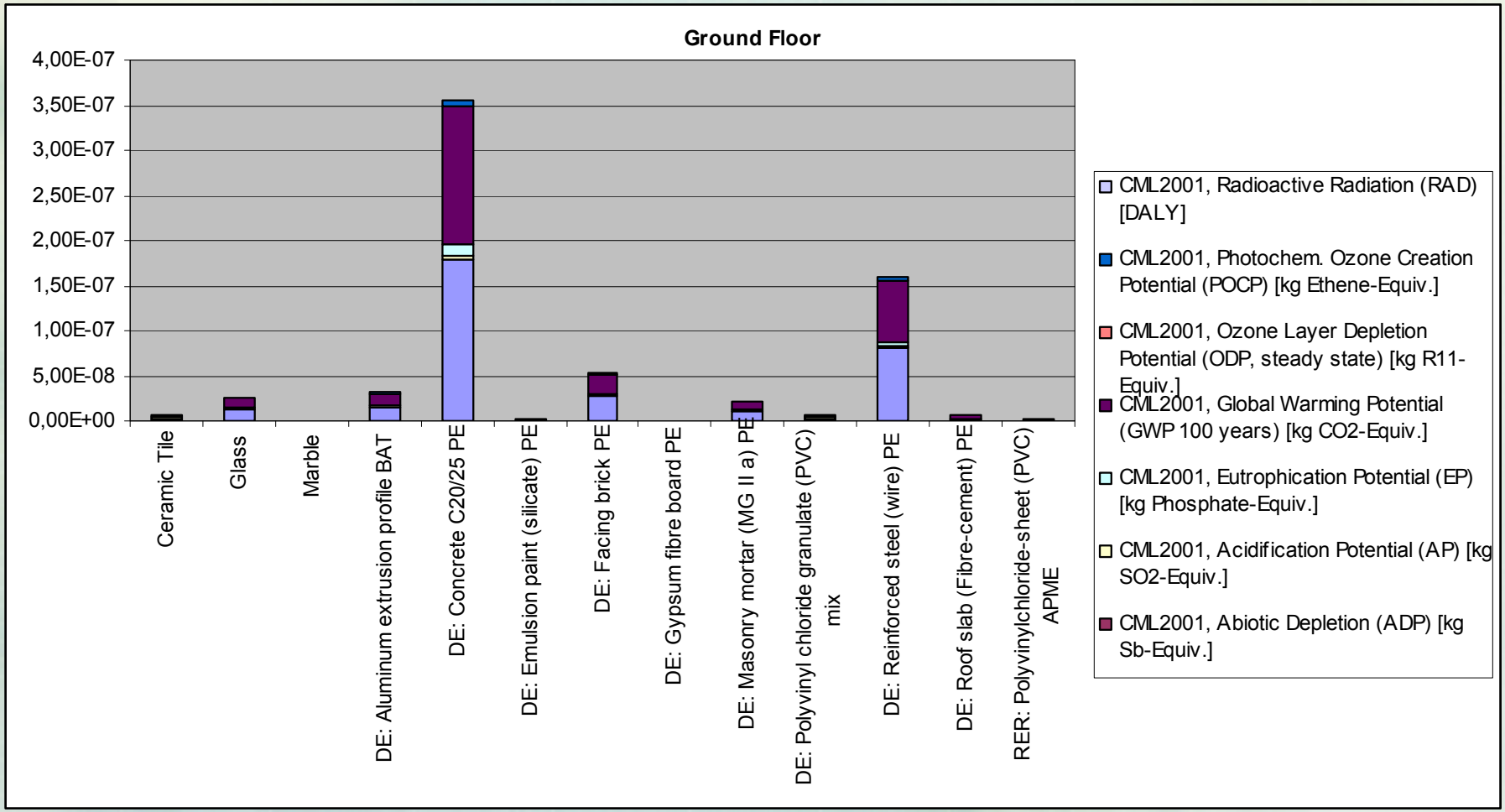
Ανάλυση Επιπτώσεων



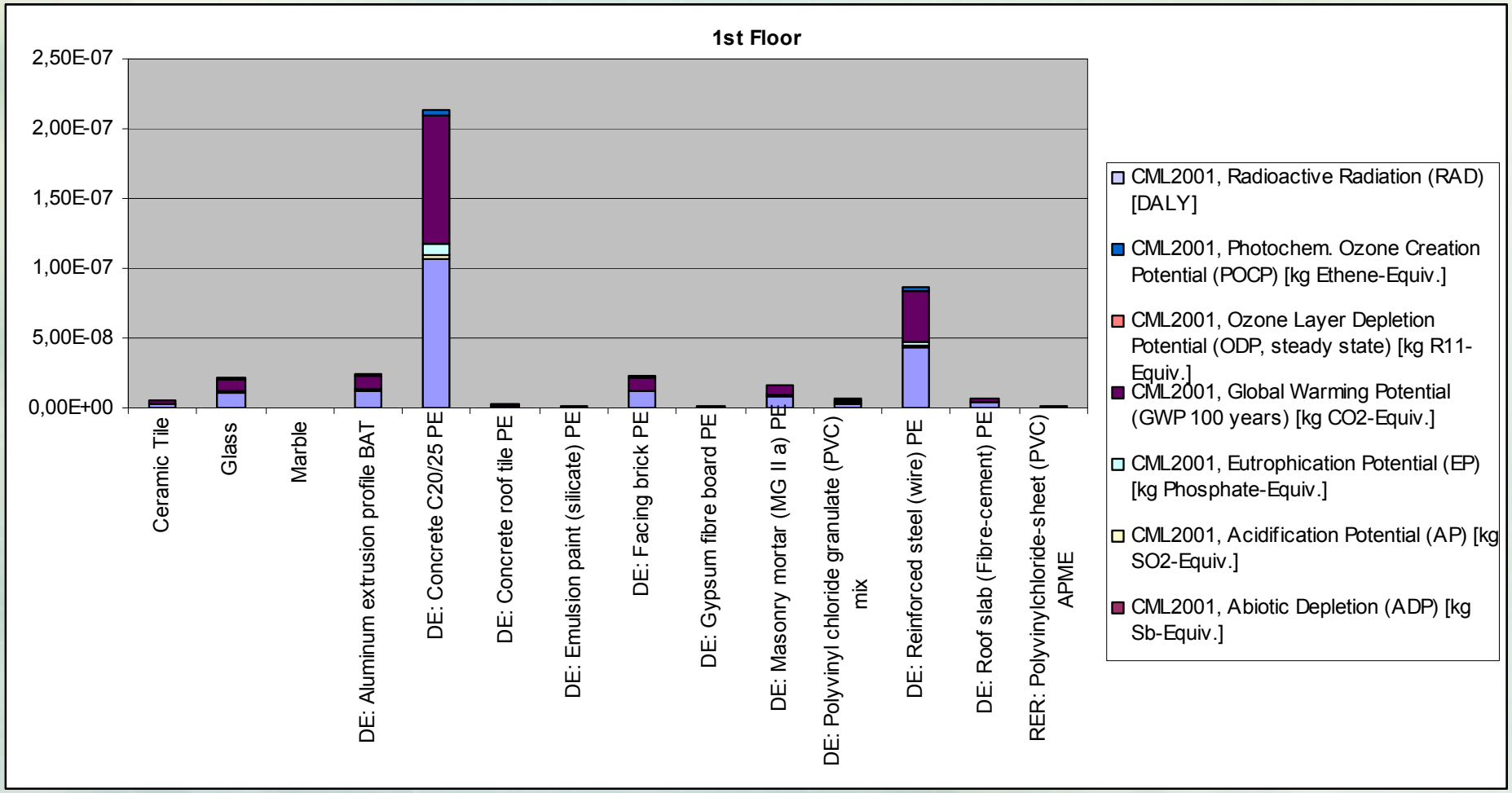
Ανάλυση Επιπτώσεων



Ανάλυση Επιπτώσεων



Ανάλυση Επιπτώσεων



Συμπεράσματα ΑΚΖ κτιρίου

- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κύκλου ζωής του κτιρίου επικεντρώνονται στο στάδιο της χρήσης του κτιρίου.
- Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τη χρήση αποτελούν το 92% των συνολικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχει την μεγαλύτερη συνεισφορά στο σύνολο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθώς συνεισφέρει κατά 78,77% στην συνολική επίπτωση.
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τη χρήση του κτιρίου οφείλονται στην κατανάλωση ορυκτών καυσίμων στις διεργασίες παραγωγής ενέργειας.
- Η ενέργεια χρησιμοποιείται για τη θέρμανση, τη ψύξη και το φωτισμό του κτιρίου.

Συμπεράσματα ΑΚΖ κτιρίου

- Η βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης κατά το στάδιο της χρήσης του κτιρίου θα έπρεπε να είναι ο πρωταρχικός στόχος κατά το σχεδιασμό του για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα βελτίωνε σημαντικά το περιβαλλοντικό προφίλ του κύκλου ζωής κτιρίου.
- Η επιλογή των υλικών αποτελεί κρίσιμο παράγοντα όσο εξαντλείται η διαθεσιμότητα των μη ανανεώσιμων υλικών.
- Παρόλο αυτά με τα σημερινά δεδομένα, η συνεισφορά των υλικών είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με τη συνεισφορά της χρήσης του κτιρίου. Ο αρχικός σχεδιασμός του κτιρίου αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα για την μείωση των συνολικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Συμπεράσματα ΑΚΖ κτιρίου

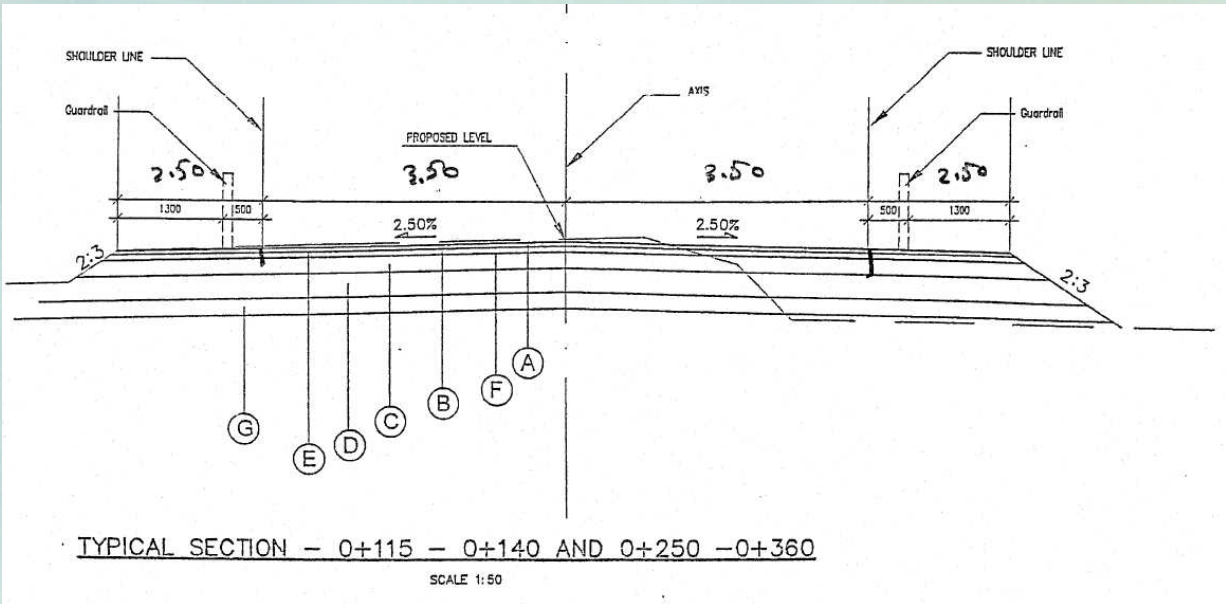
- Μελλοντικές βελτιώσεις στην μελέτη ΑΚΖ θα μπορούσαν να συμπεριλάβουν μια πιο αναλυτική μοντελοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά το στάδιο της χρήσης του κτιρίου.
- Αναλυτικοί υπολογισμοί της ενεργειακής κατανάλωσης θα υποδείκνυαν τα πιθανά σημεία βελτίωσης του ενεργειακού προφίλ του κτιρίου.
- Η μελέτη της συμπεριφοράς των χρηστών του κτιρίου που σχετίζεται με την ενεργειακή κατανάλωση, θα μπορούσε επίσης να προσφέρει λύσεις μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης κατά τα 80 χρόνια του κύκλου ζωής του κτιρίου.

2ο Αντικείμενο Μελέτης της ΑΚΖ

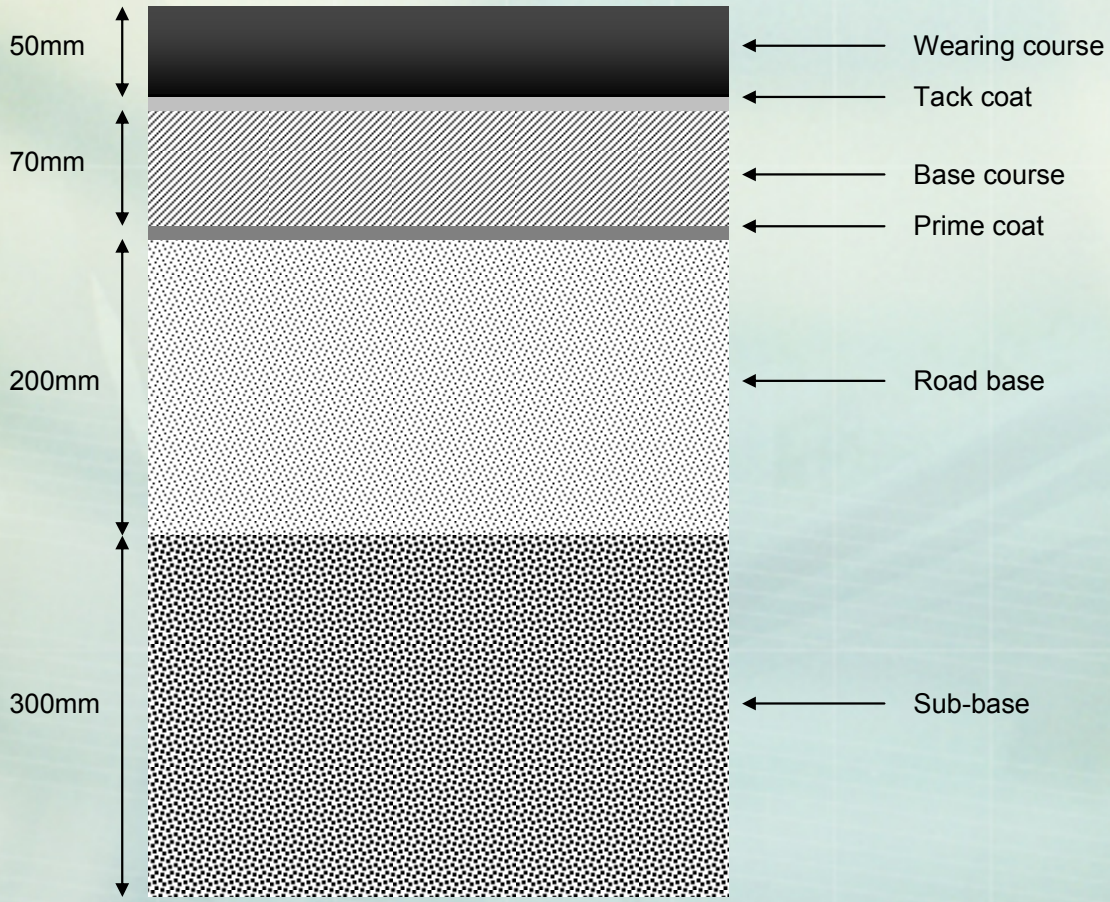
2ο Αντικείμενο της ΑΚΖ αποτελεί **τμήμα οδικού δικτύου:**

✓ Το οδικό τμήμα έχει μήκος ενός χιλιομέτρου

✓ Ο δρόμος αποτελεί τμήμα του οδικού δικτύου της Κύπρου την κατασκευή του οποίου είχε αναλάβει η Κυπριακή κατασκευαστική εταιρία Cybarco. Αποτελείται από δύο ρεύματα κυκλοφορίας με μεταλλική μπάρα εκατέρωθεν της οδού.



Κατασκευαστική δομή του δρόμου



Το **sub-base** και το **road-base** αποτελούν την βάση του δρόμου και αποτελούνται από αδρανή υλικά.

Το **base course** αποτελεί την κυρίως στρώση ασφάλτου του δρόμου.

Το **wearing course** αποτελεί το τμήμα της ασφάλτου που φθείρεται κατά τη χρήση και αντικαθίσταται κατά την συντήρηση του δρόμου.

Τα **tack coat** και **prime coat** αποτελούν πίσσα που συνδέει επιμέρους τμήματα των στρωμάτων που αποτελούν τον δρόμο.

Στάδια Κύκλου Ζωής του Δρόμου

1. Παραγωγή των υλικών

Ο δρόμος αποτελείται κυρίως από αδρανή υλικά και άσφαλτο

2. Μεταφορικές δραστηριότητες των υλικών

Τα υλικά μεταφέρονται από το σημείο παραγωγής, στο σημείο που κατασκευάζεται ο δρόμος. Ειδικά για την άσφαλτο έχουμε μεταφορά των υλικών από τα οποία αποτελείται, στη μονάδα ανάμιξης και παραγωγής ασφάλτου, και στη συνέχεια μεταφορά της στο σημείο τοποθέτησης

3. Κατασκευή του δρόμου

Κατά τη κατασκευή του δρόμου λαμβάνουν χώρα διεργασίες διάνοιξης του δρόμου και επίστρωσης των υλικών

4. Χρήση και Συντήρηση του δρόμου

Κατά τη συντήρηση γίνεται αντικατάσταση του στρώματος που φθείρεται από τη χρήση

Κατανάλωση υλικών κατά τη κατασκευή του δρόμου

Layer	Aggregates (tonnes)	Binder (tonnes)	Tack coat (litres)	Prime coat (litres)
Wearing course	1,326	84		
Tack coat			4,200	
Base course	1,875	99		
Prime coat				12,000
Road base	5,400			
Sub-base	7,200			
TOTAL	**15,801**	**183**	**4,200**	**12,000**

(1) In accordance with the Public Works Department Specifications

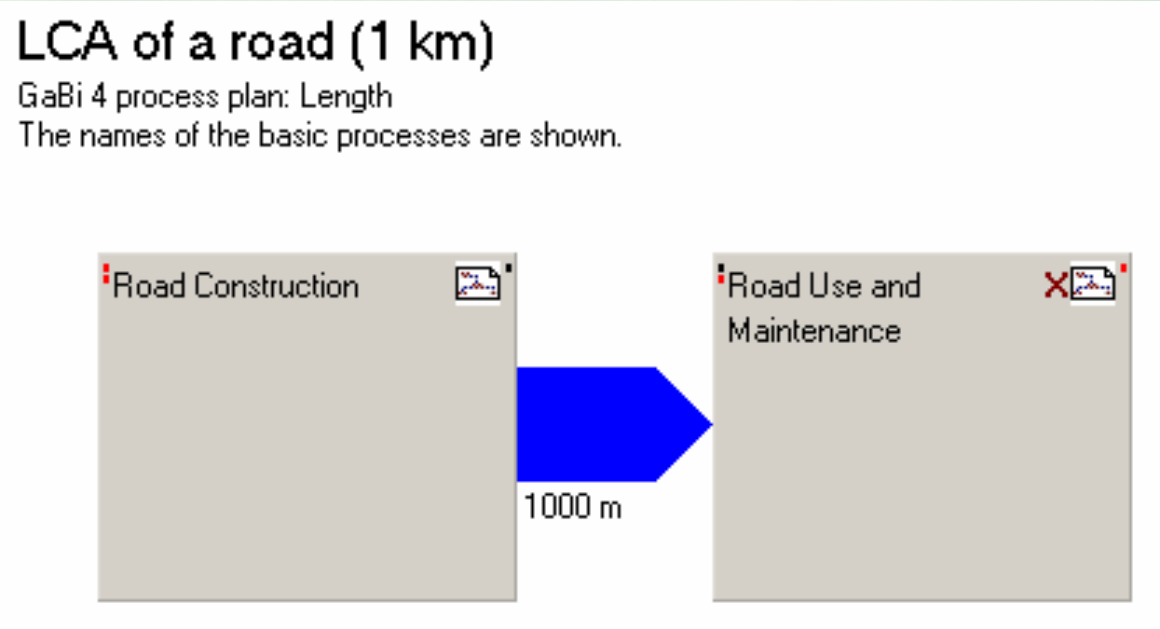
(2) Bitumen in accordance with a penetration of 40/50 at 25C in compliance with Table 5/2A of the Public Works Department Specifications

(3) Tack coat: Bittumen emulsion to BS 434, Anionic Class A1-40 or cationic Class K1-40

(4) Prime coat: 80/100 penetration bitumen or cut back bitumen type S-125, blended with solvent to render it equivalent to MC30 to ASTM D2027-76

Ανάλυση Κύκλου Ζωής 1km οδικού δικτύου

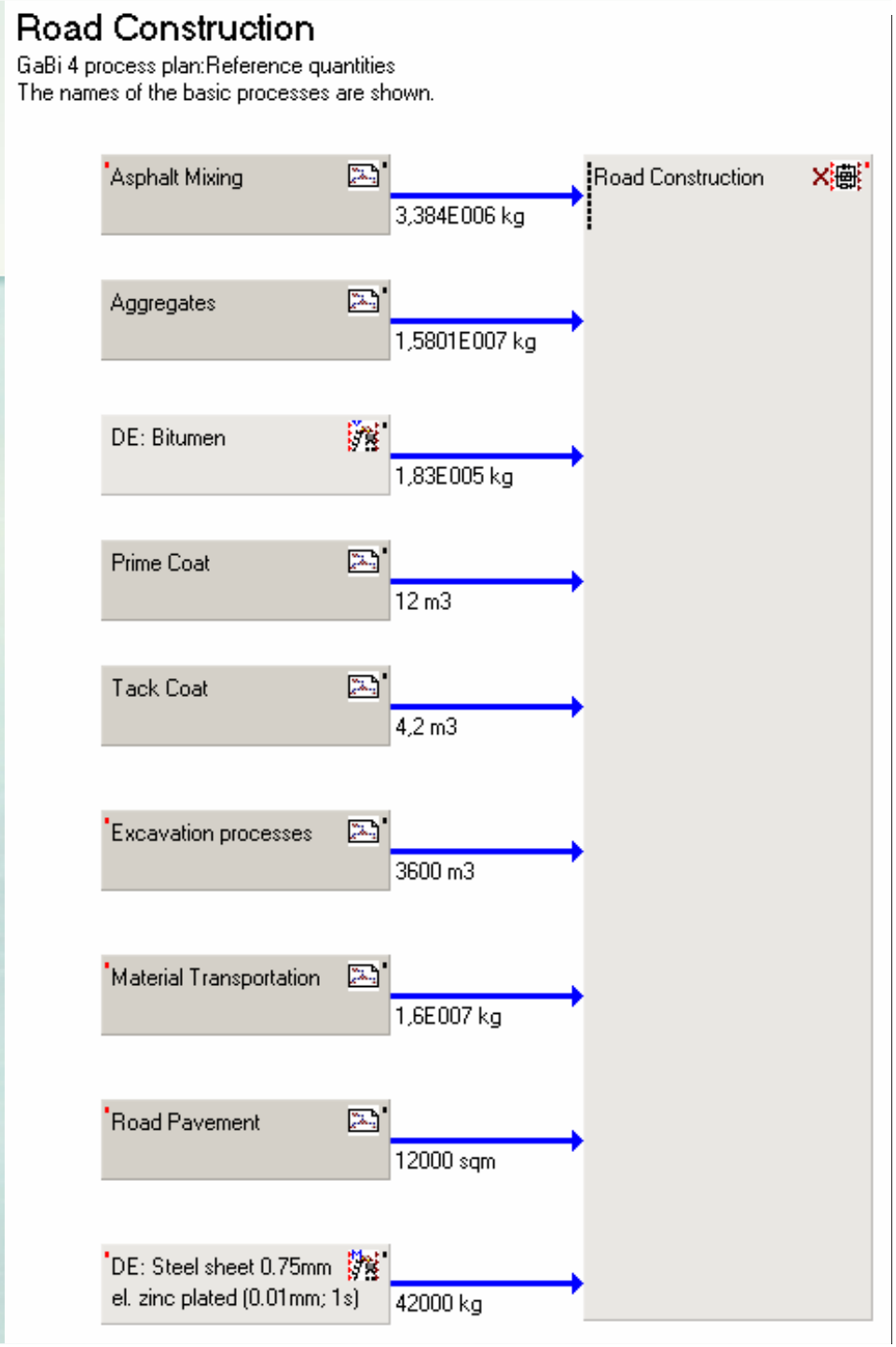
Μοντελοποίηση του κύκλου ζωής ενός χιλιόμετρου δρόμου στο λογισμικό Gabi :



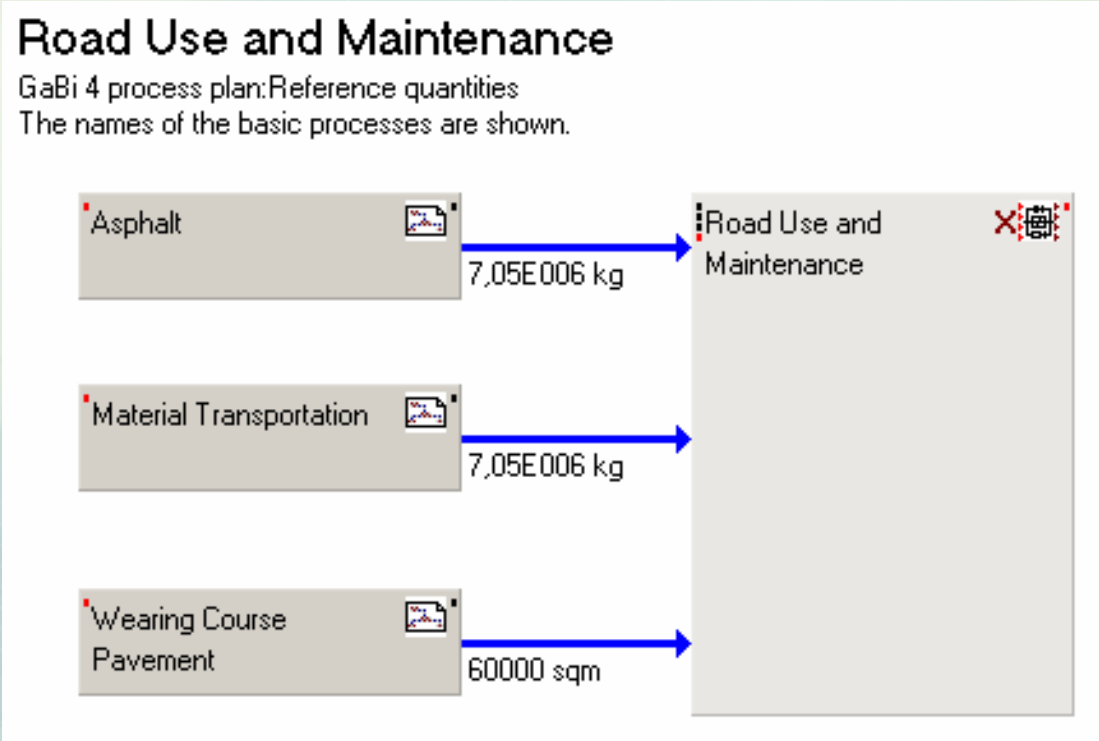
Το στάδιο του τέλους του κύκλου ζωής δεν περιλαμβάνεται στην μελέτη, καθώς συνήθως τα υλικά είτε μένουν στον τόπο κατασκευής, είτε ο δρόμος αλλάζει χρήση και κατασκευάζεται καινούργιος νέου τύπου

Κατασκευαστικό Στάδιο

Κατά το στάδιο κατασκευής γίνεται η εκσκαφή, η παραγωγή των υλικών (άσφαλτος από αδρανή και πίσσα, αδρανή υλικά ως υπόστρωμα του δρόμου), η μεταφορά τους και η τοποθέτηση των υλικών (επίστρωση)



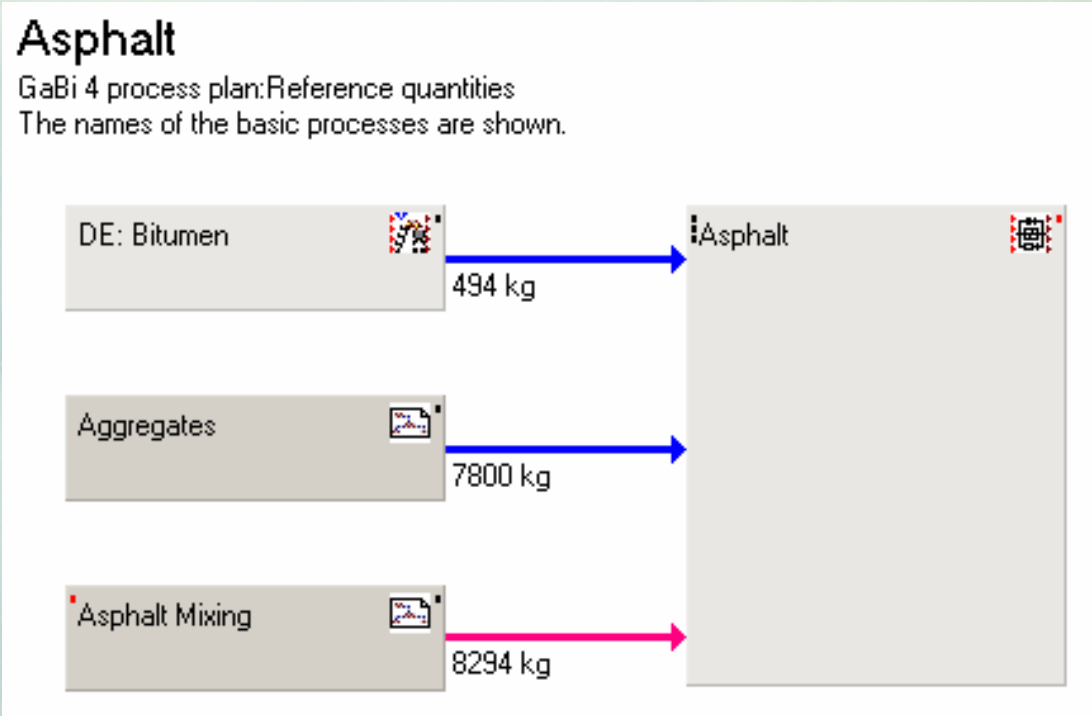
Στάδιο Χρήσης και Συντήρησης



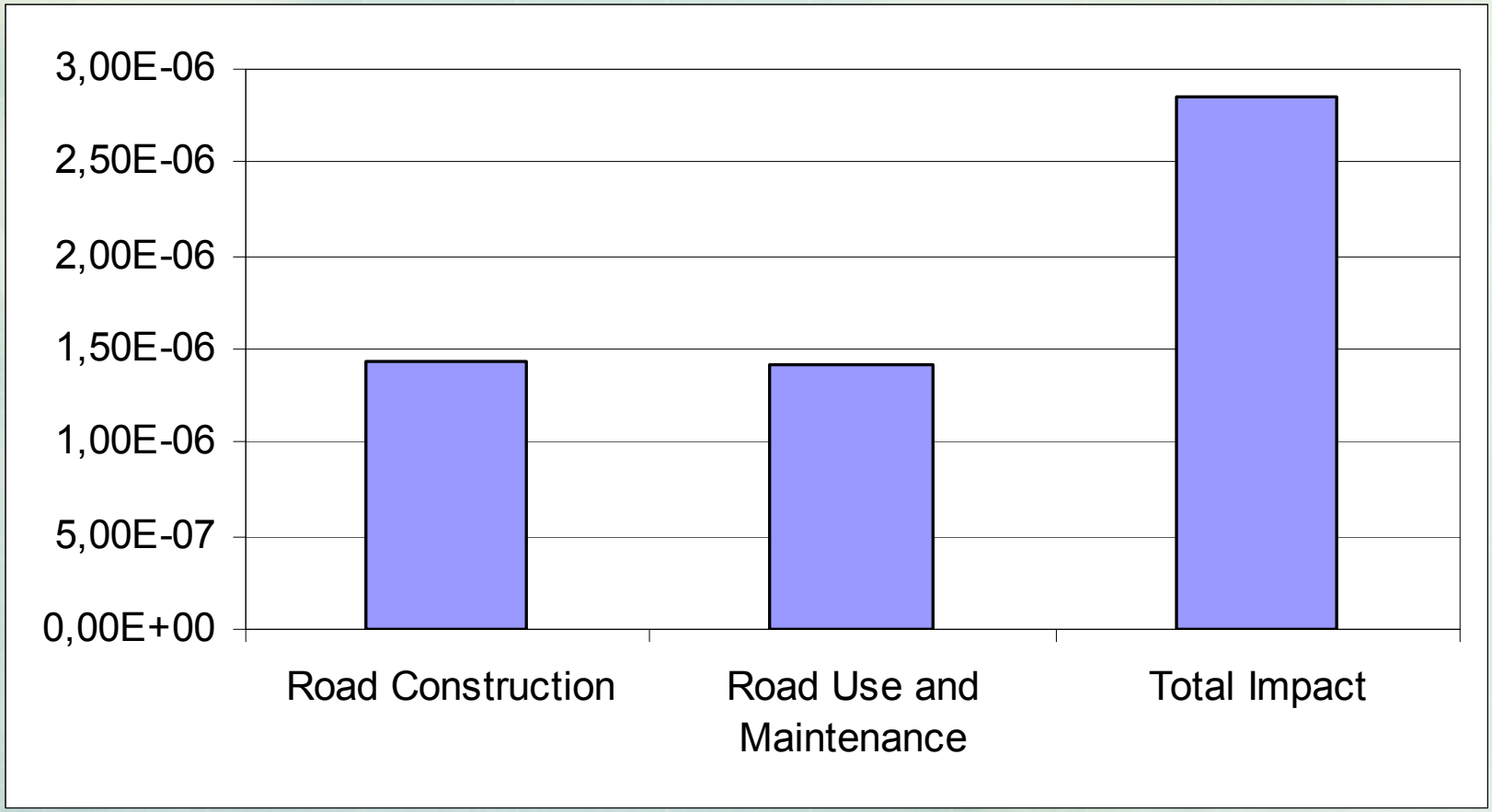
Ο κύκλος ζωής του δρόμου λαμβάνεται ίσος με 50 χρόνια. Κατά τη χρήση και συντήρηση του δρόμου γίνεται επίστρωση ασφάλτου κάθε 8,5 χρόνια (Σύνολο 5 διαδικασίες επίστρωσης ασφάλτου).

Μοντελοποίηση παραγωγής της ασφάλτου

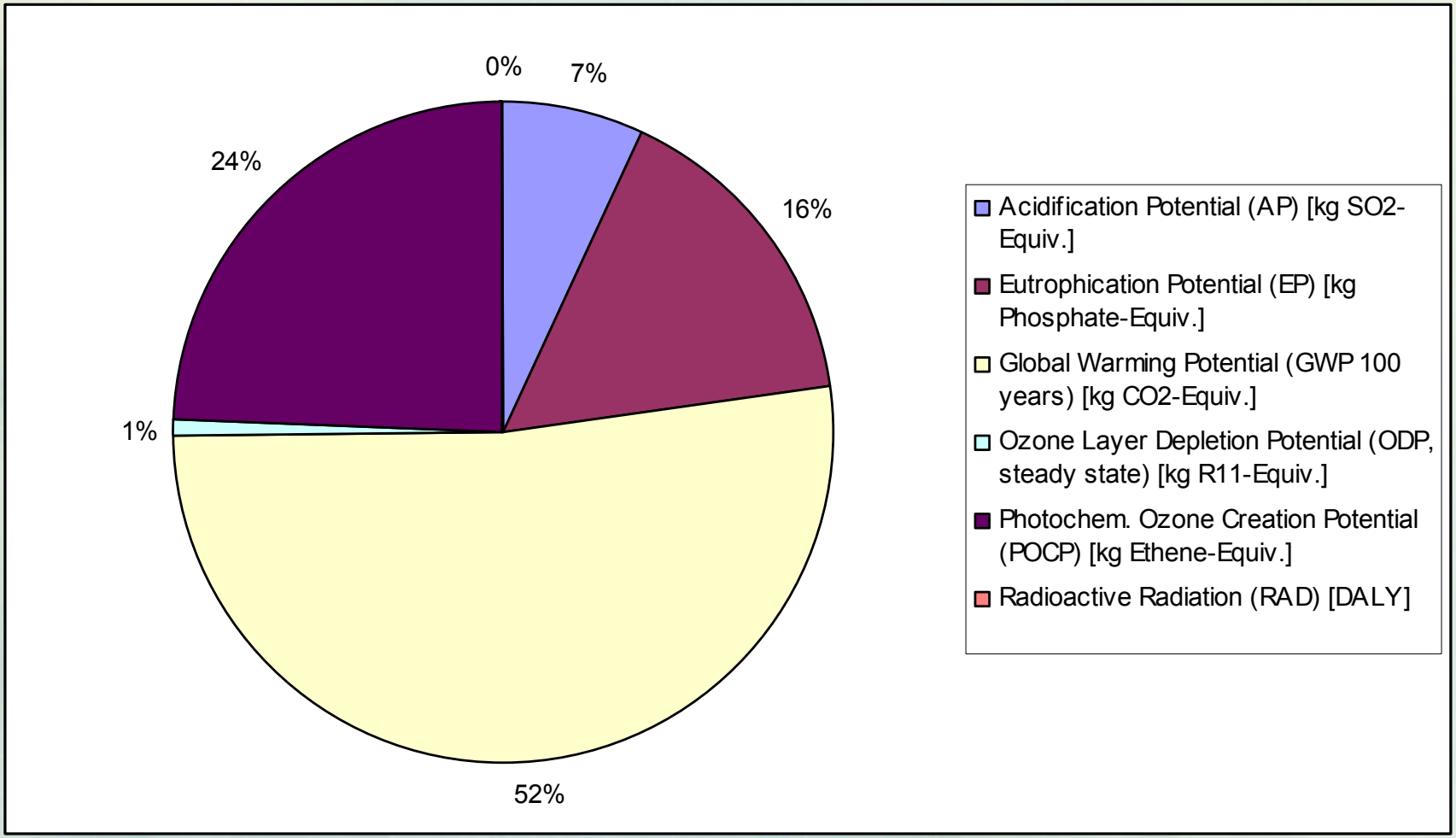
- Η άσφαλτος αποτελείται από αδρανή υλικά και πίσσα.
- Κατά την παραγωγή της καταναλώνονται 8 λίτρα καυσίμου ανά τόνο.



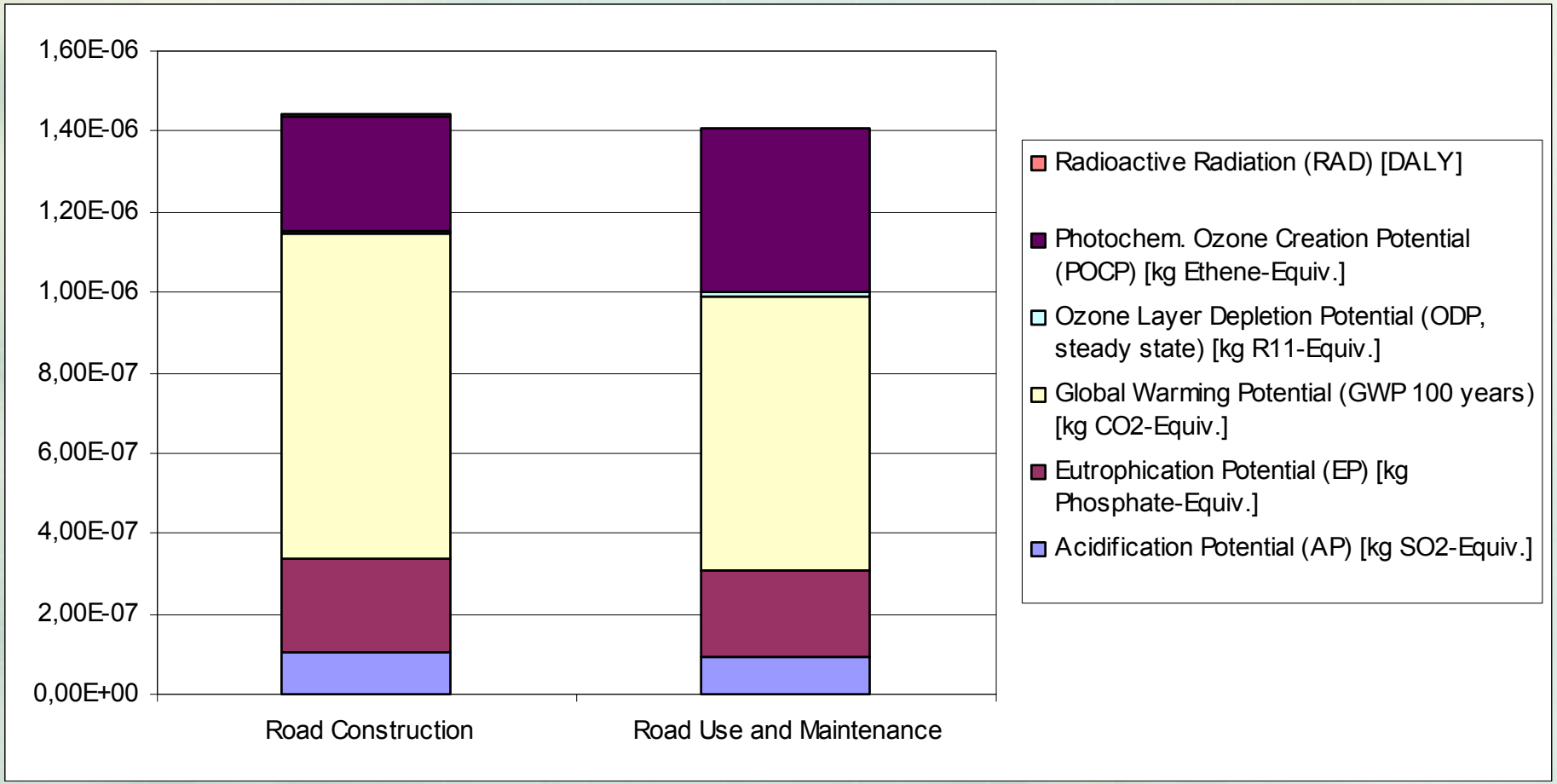
Ανάλυση Επιπτώσεων



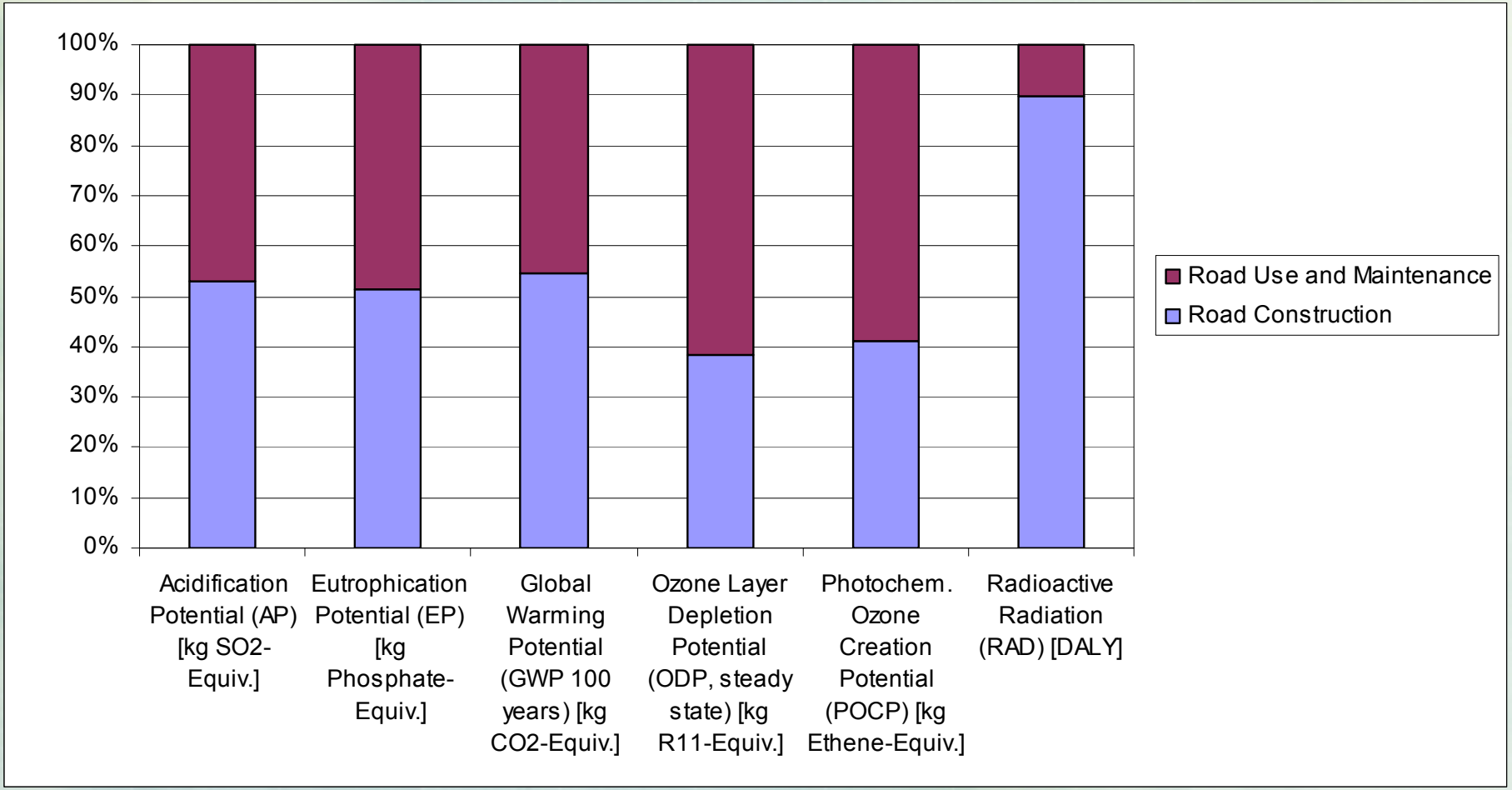
Ανάλυση Επιπτώσεων



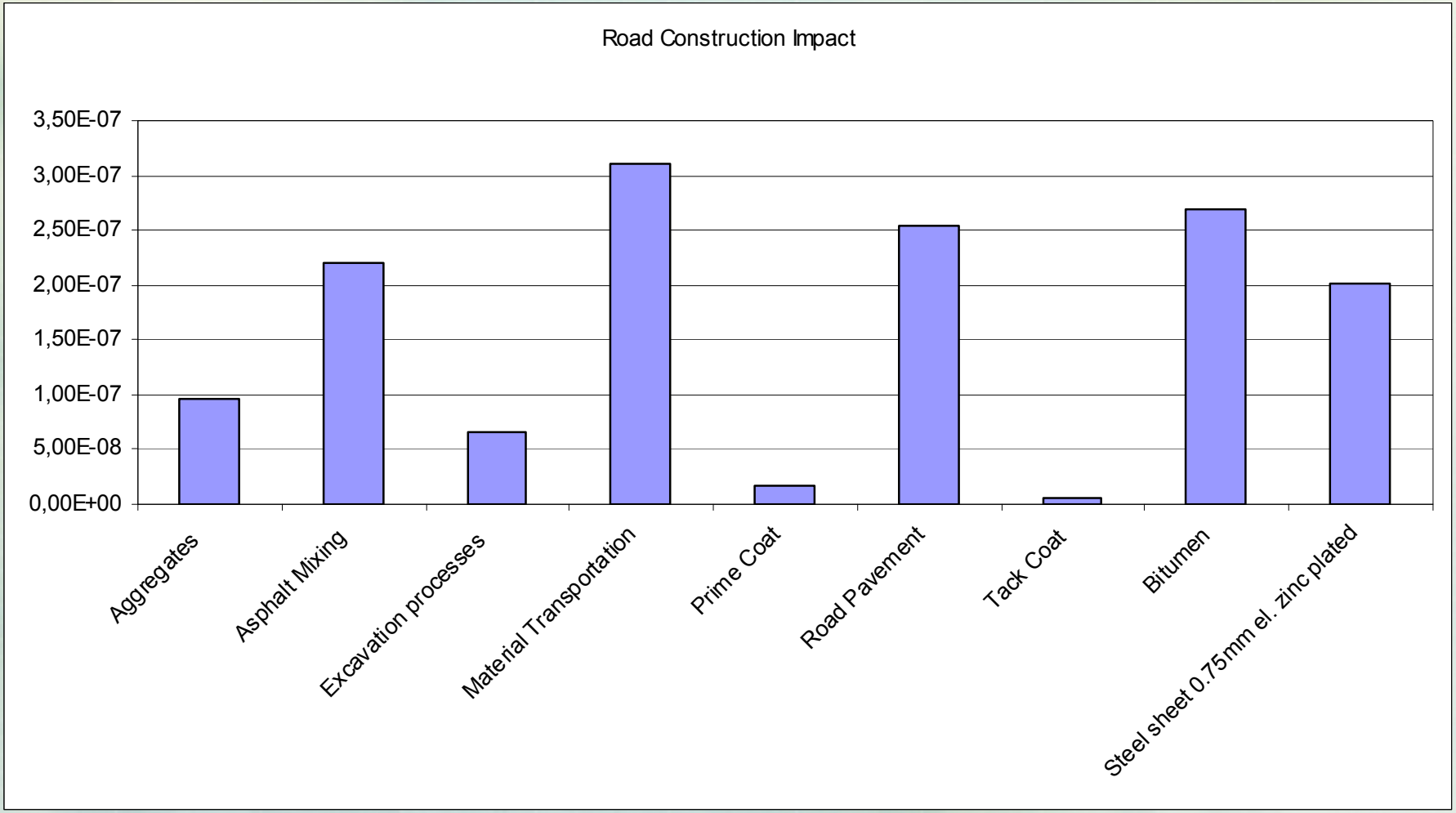
Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τη κατασκευή και χρήση του δρόμου



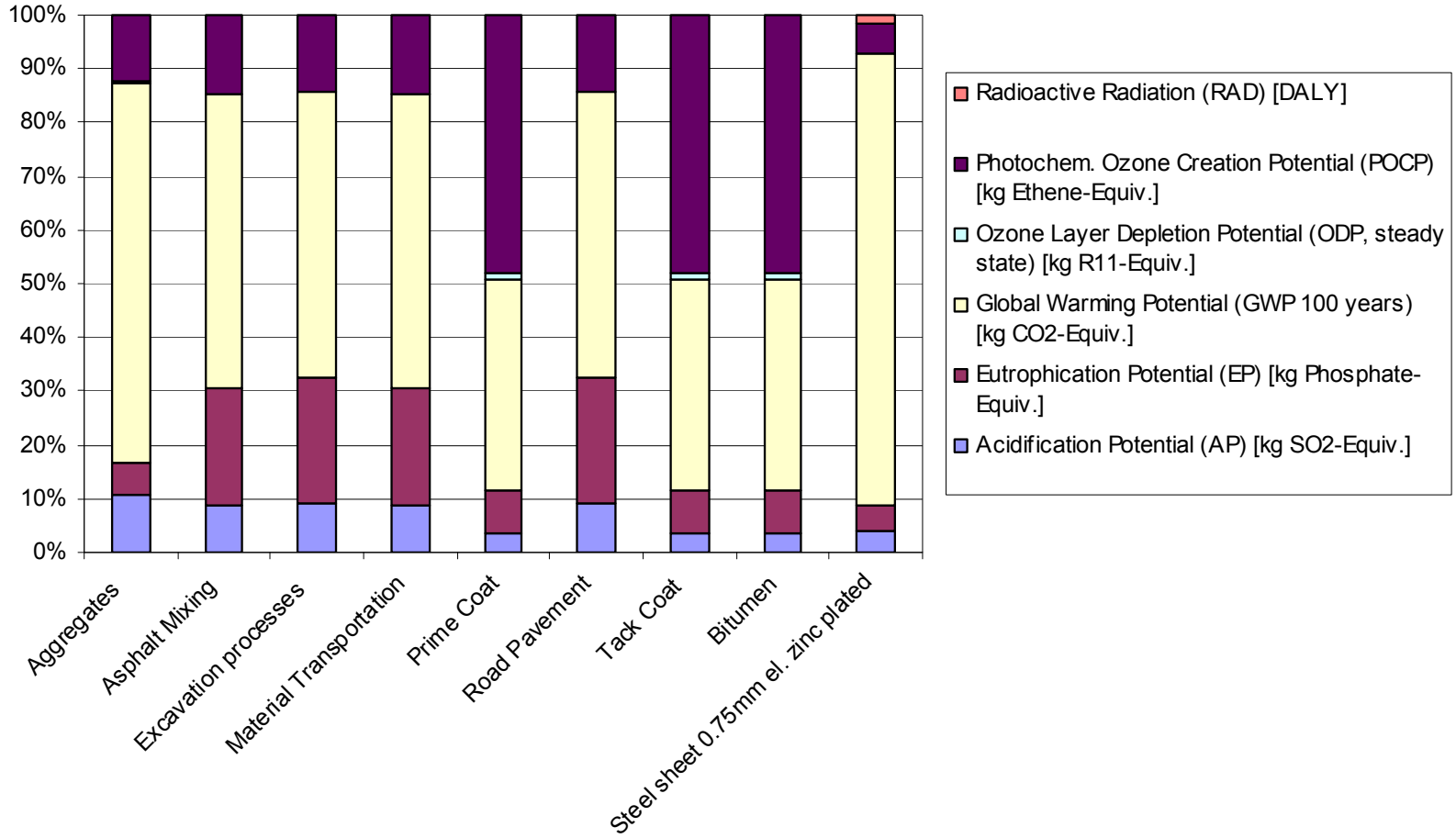
Συνεισφορά κάθε σταδίου του κύκλου ζωής του δρόμου σε κάθε περιβαλλοντική επίπτωση



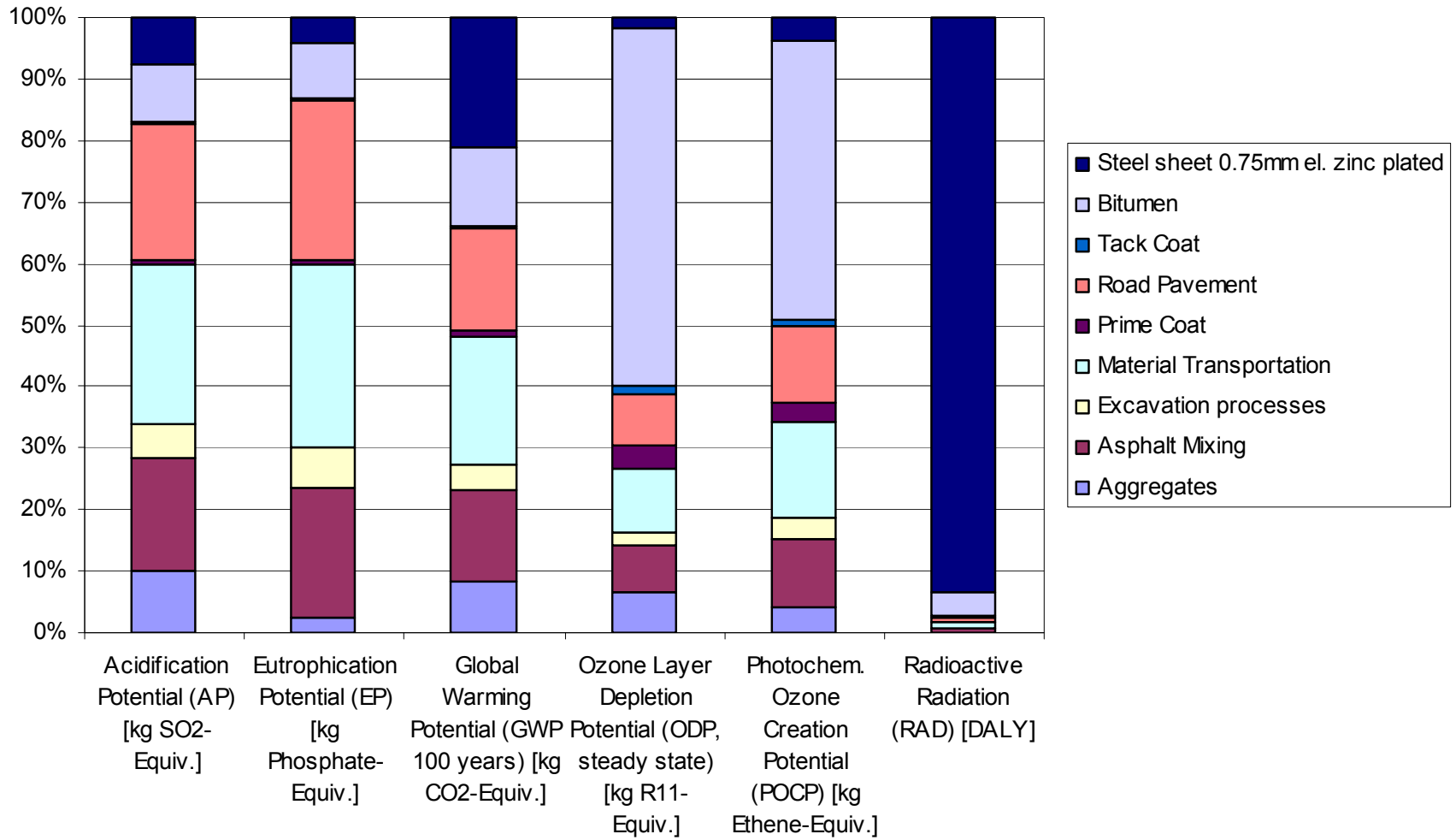
Ανάλυση Επιπτώσεων της Κατασκευής του δρόμου



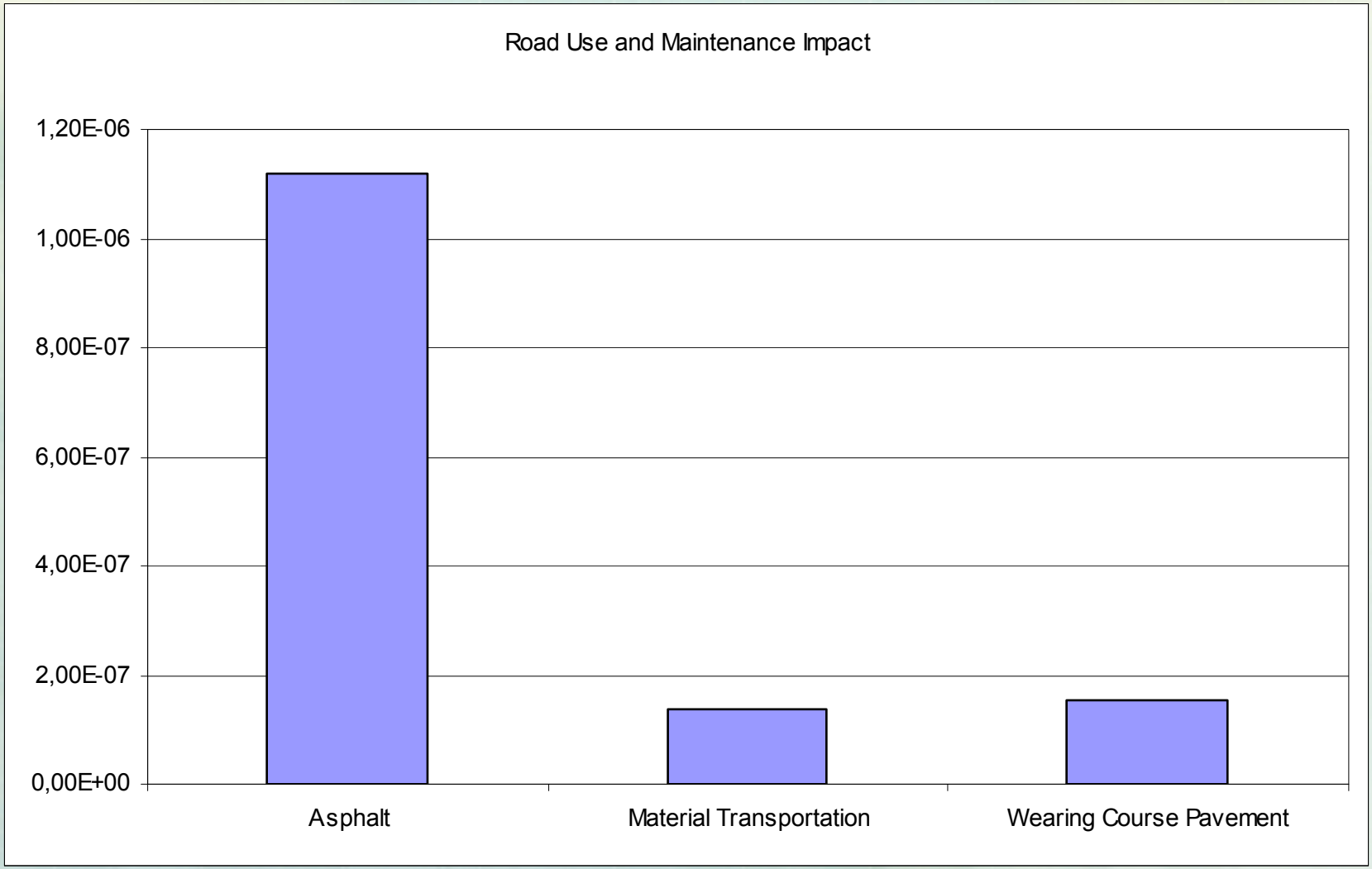
Ανάλυση Επιπτώσεων της Κατασκευής του δρόμου



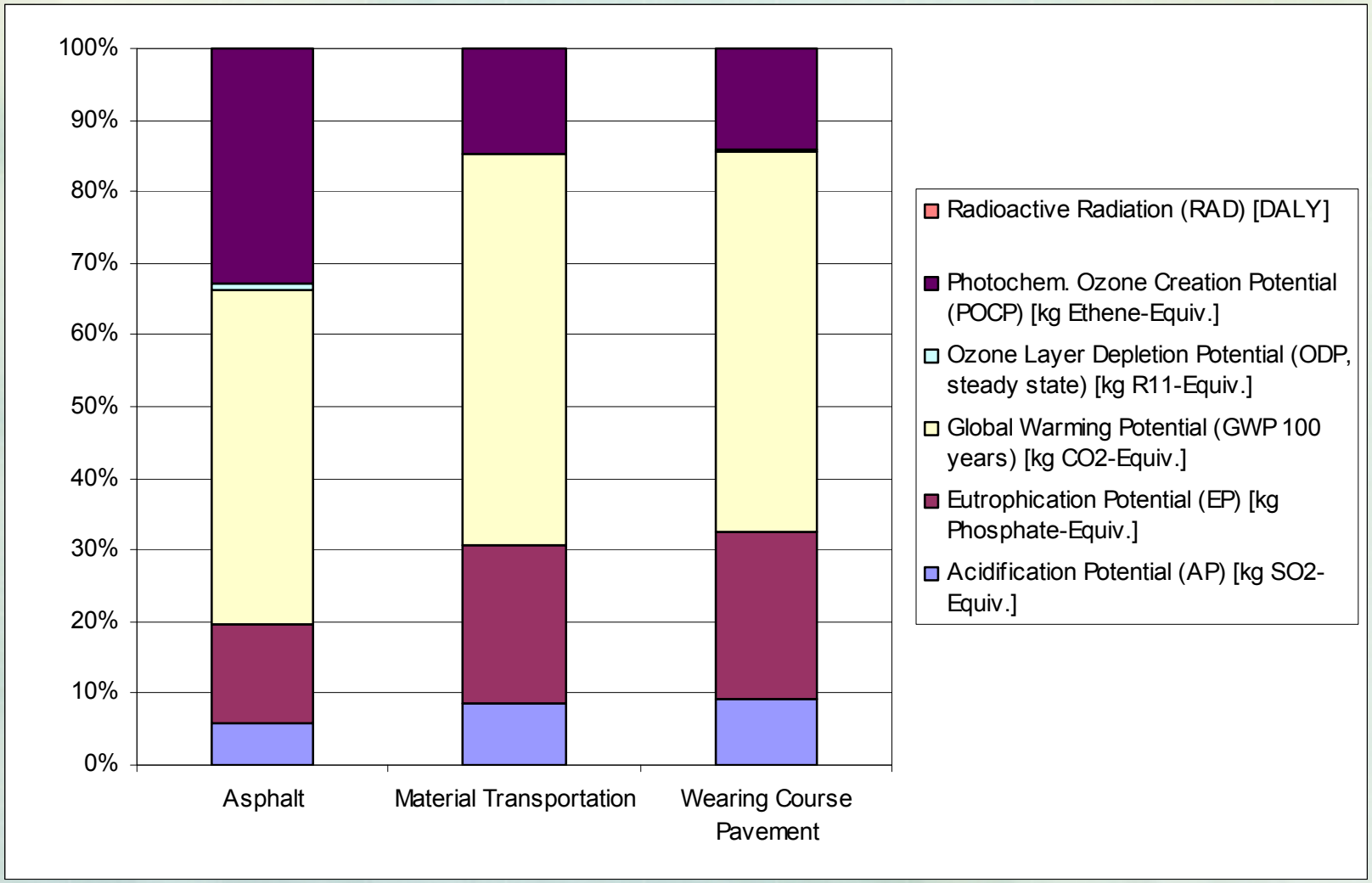
Ανάλυση Επιπτώσεων της Κατασκευής του δρόμου



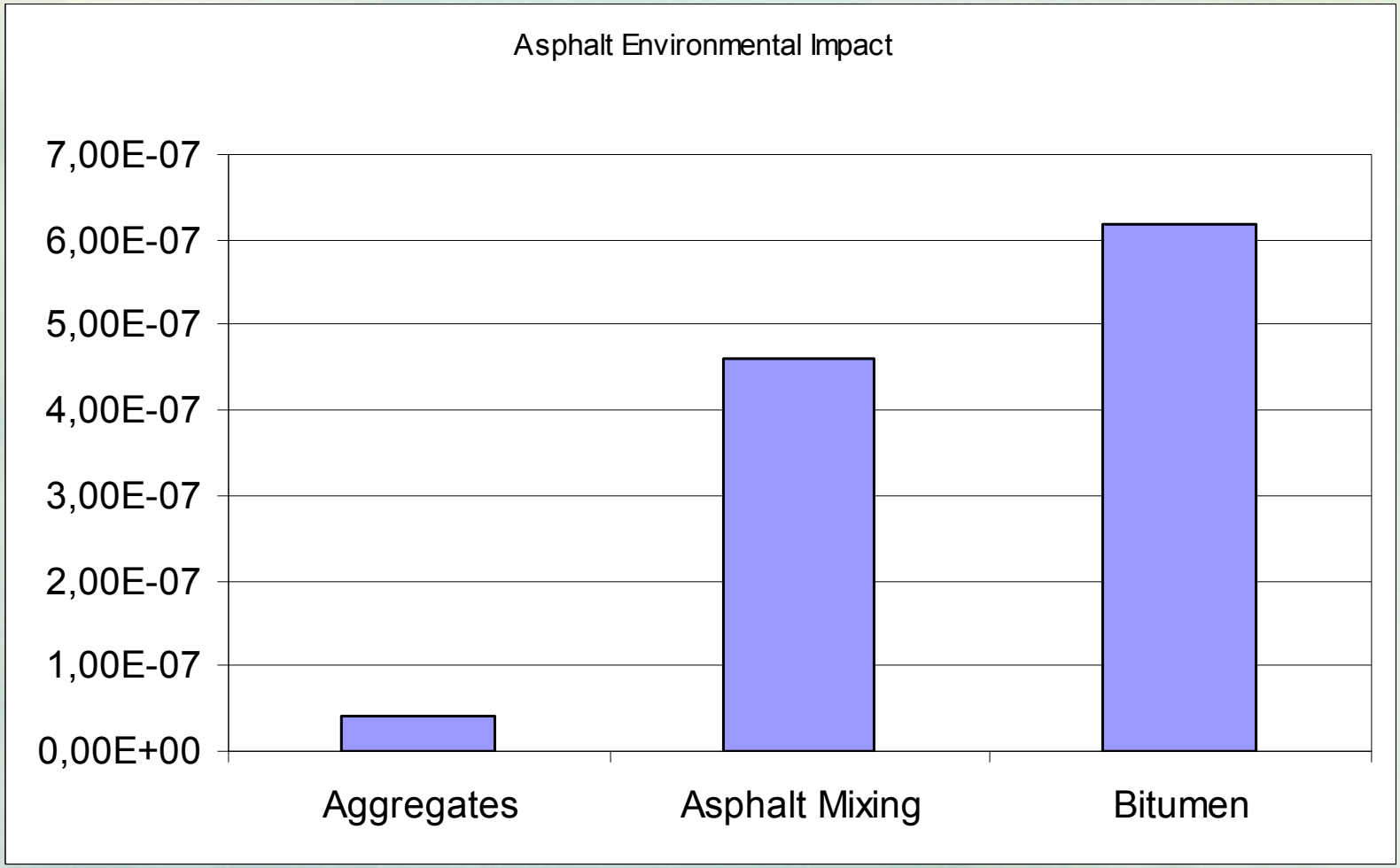
Ανάλυση Επιπτώσεων κατά τη χρήση και συντήρηση του δρόμου



Ανάλυση Επιπτώσεων κατά τη χρήση και συντήρηση του δρόμου



Ανάλυση Επιπτώσεων της παραγωγής της ασφάλτου



Συμπεράσματα ΑΚΖ δρόμου

- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κύκλου ζωής του δρόμου επιμερίζονται σχεδόν εξίσου μεταξύ των σταδίων της κατασκευής (51%) και της χρήσης (49%).
- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχει την μεγαλύτερη συνεισφορά στο σύνολο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθώς συνεισφέρει κατά 52% στην συνολική επίπτωση.
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τη κατασκευή του δρόμου οφείλονται στην κατανάλωση ορυκτών καυσίμων στις μεταφορικές διεργασίες μεγάλου όγκου υλικών (κυρίως αδρανή υλικά), αλλά και στις άλλες διεργασίες κατασκευής (εκσκαφή, επίστρωση υλικών).

Συμπεράσματα ΑΚΖ δρόμου

- Η παραγωγή και χρήση ασφάλτου συνεισφέρει σημαντικά στο στάδιο κατασκευής.
- Η χρήση διπλής μεταλλικής μπάρας (εκατέρωθεν κάθε ρεύματος κυκλοφορίας) αυξάνει ακόμα περισσότερο την επίπτωση του κατασκευαστικού σταδίου σε σύγκριση με την αντίστοιχη κατά τη χρήση.
- Η επιλογή των υλικών αποτελεί κρίσιμο παράγοντα της περιβαλλοντικής επίπτωσης του δρόμου.

Σας ευχαριστώ...