

ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
**"Αντισεισμική και Ενεργειακή Αναβάθμιση Κατασκευών και
Αειφόρος Ανάπτυξη"**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**« ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ »**

Της Μεταπτυχιακής φοιτήτριας

Καλοκύρη Καλλιόπης

(Αρχιτέκτων Μηχανικός Ε.Μ.Π. & Υποψήφια διδάκτωρ Ε.Μ.Π.)

Επιβλέπουσα

Δρ. Παραλίκα Μαρία,

**Καθηγήτρια: α) του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά
Τ.Τ. & β) του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής Τ.Ε.
του Α.Ε.Ι. Αθήνας Τ.Τ.**

Αθήνα, Δεκέμβριος 2016

**« ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ
ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ »**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Περιλαμβάνουσα Κατάλογο Εικόνων και Διαγραμμάτων,
Κατάλογο Πινάκων και Χαρτών,
Βιβλιογραφικές Αναφορές,

Πρόλογος,

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

(1.1 Εισαγωγικές παρατηρήσεις, 1.2 πρόταση για την παρουσίαση της εργασίας,
1.3 Περίληψη στα ελληνικά και στα αγγλικά)

2. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

(2.1 Σκοπός και αντικείμενο της εργασίας, 2.2 Μεθοδολογία,
2.2.1 Ερωτήματα εργασίας, 2.2.2 Υπόθεση εργασίας)

**3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΛΟΥΜΙΝΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΑΠΟ ΒΩΞΙΤΗ**

(3.1 Ορισμός Αλουμινίου, 3.2 Ανακάλυψη του αλουμινίου και ιστορική διαδρομή παραγωγής αλουμίνης
και αλουμινίου από βωξίτη, 3.2.1 Απομόνωση αλουμινίου- Πρώμη βιομηχανία αλουμινίου,
3.2.2 Χρονολογική εξέλιξη της παραγωγής του μετάλλου του αλουμινίου, 3.3 Ιστορική διαδρομή δημιουργίας
βιομηχανίας αλουμινίου στην Ελλάδα)

4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΚΑΙ ΚΡΑΜΑΤΩΝ

(4.1 Γενικές και συνοπτικές πληροφορίες για την προέλευση του αλουμινίου, 4.2 Περιοχή της έρευνας,
4.3 Τι είναι μέταλλο και τι κράμα, 4.4 Τι είναι έλαση, τι διέλαση, τι εξέλαση, τι χύτευση και τι ολκιμότητα,
4.5 Ποιες οι ιδιότητες του αλουμινίου και ποιες οι εφαρμογές του, 4.6 Πρώτες χρήσεις σε βιομηχανικές εφαρμογές,
4.7 Εφαρμογές του αλουμινίου στην Ελλάδα, 4.8 Κράματα αλουμινίου και κατηγορίες τους,
4.9 Ανακύκλωση αλουμινίου, 4.10 Προϊόντα αλουμινίου και αλουμίνης,
4.11 Εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον Ελλαδικό Χώρο)

5. Α. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

(5.1 Το αλουμίνιο στη δόμηση, 5.2 Εφαρμογές αλουμινίου,
5.2.1 Εφαρμογή στην οικοδομή-κατασκευαστικά στοιχεία για αειφόρο σχεδιασμό,
5.2.2 Εξοικονόμηση ενέργειας με λειτουργικά συστήματα αλουμινίου,
5.2.3 Εφαρμογή στον εξοπλισμό κτιρίου,
5.2.4 Διασφάλιση ποιότητας κατασκευών και περιορισμός ενεργοβόρων
Κτιρίων)

5. Β. ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

(5.3 Προβλήματα περιβαλλοντικού χαρακτήρα, 5.3.1 Δομικά στοιχεία αλουμινίου - περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα,
5.3.2 Περιβαλλοντικά μειονεκτήματα παραγωγής και επεξεργασίας αλουμινίου,
5.3.2.α Προβλήματα περιβαλλοντικού χαρακτήρα,
5.3.2.β Προβλήματα υγείας από έκθεση περιβαλλοντική και επαγγελματική στο μέταλλο του αλουμινίου,
5.4 Ερευνητική αξιοποίηση αποβλήτων)

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ –ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

(6.1 Συμπεράσματα, Ερωτηματολόγιο έρευνας καταναλωτών, Διαγράμματα ερωτήσεων 6.2 Προτάσεις,
6.3 Αποσπασματικές φωτογραφίες κατασκευών με υλικό «αλουμίνιο»)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

(Βιβλία- Εκδόσεις-Ανακρινώσεις- Περιοδικά, Πληροφορίες στο διαδίκτυο)

ΚΑΛΟΚΥΡΗ ΚΑΛΛΙΟΠΗ
Μνησικλέους 24, 12243 Αιγάλεω
Τηλ. 210-5905122 & 6977-588033

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

Αθήνα 2016

Το παρόν αποτελεί πνευματική εργασία προστατευόμενη υπό του νόμου. Απαγορεύεται η αναδημοσίευση ή η αναπαραγωγή του έργου ή τμημάτων του έργου με οποιοδήποτε μέσο μηχανικό, ηλεκτρονικό, φωτογραφικό, φωτοαντιγραφικό ή άλλο μη αναφερόμενο χωρίς την έγγραφη άδεια της συγγραφέως. Απαγορεύεται επίσης η χρήση εδωφίων απόψεων ή επιχειρημάτων που αναπτύσσονται στο έργο χωρίς ρητή αναφορά στο έργο και τον συγγραφέα.

Διαμόρφωση Περιεχομένων

Σελ.

Τίτλος εργασίας.....	0
Διαμόρφωση Περιεχομένων.....	1- 2
Κατάλογος Εικόνων	3- 7
Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	8-10
Κατάλογος Πινάκων και Χαρτών	11-12
Θέμα Διπλωματικής Εργασίας.....	13- 14
Πρόλογος.....	15-16

Κεφάλαιο 1°

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Εισαγωγικές παρατηρήσεις.....	17-19
1.2. Πρόταση για την παρουσίαση της εργασίας.....	19-20
1.2.1 Στάδια Κύκλου Ζωής Αλουμινίου. Πίνακας 1.....	20- 21
1.2.2 Στάδια Κύκλου Ζωής Υλικών. Πίνακας 2.....	22
1.2.3 Στάδια Κύκλου Ζωής Κτιρίων Πίνακας 3.....	23
1.3. Περίληψη στα ελληνικά.....	24
1.4. Abstract.....	25

Κεφάλαιο 2°

ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

2.1. Σκοπός και αντικείμενο της εργασίας.....	27
2.2. Μεθοδολογία.....	27
2.2.1 Ερωτήματα εργασίας.....	27-28
2.2.2 Υπόθεση εργασίας.....	28

Κεφάλαιο 3°

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΛΟΥΜΙΝΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΑΠΟ ΒΩΞΙΤΗ

3.1 Ορισμός Αλουμινίου.....	29
3.2 Ανακάλυψη του αλουμινίου και ιστορική διαδρομή παραγωγής αλουμίνας και αλουμινίου από βωξίτη	30- 32
3.2.1 Απομόνωση αλουμινίου- Πρώιμη βιομηχανία αλουμινίου.....	33- 37
3.2.2 Χρονολογική εξέλιξη της παραγωγής του μετάλλου του αλουμινίου	37
3.3 Ιστορική διαδρομή δημιουργίας βιομηχανίας αλουμινίου στην Ελλάδα.	38- 39

Κεφάλαιο 4°

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΚΑΙ ΚΡΑΜΑΤΩΝ

4.1 Γενικές και συνοπτικές πληροφορίες για την προέλευση του αλουμινίου.....	41- 48
4.2 Περιοχή της έρευνας.....	49- 62

4.3 Τι είναι μέταλλο και τι κράμα.....	62- 63
4.4 Τι είναι έλαση, τι διέλαση, τι εξέλαση, τι χύτευση και τι ολκιμότητα.....	63- 65
4.5 Ποιες οι ιδιότητες του αλουμινίου και ποιες οι εφαρμογές του.....	65- 70
4.6 Πρώτες χρήσεις σε βιομηχανικές εφαρμογές.....	70- 72
4.7 Εφαρμογές του αλουμινίου στην Ελλάδα.....	72- 83
4.8 Κράματα αλουμινίου και κατηγορίες τους	83- 91
4.9 Ανακύκλωση αλουμινίου.....	92- 93
4.10 Προϊόντα αλουμινίου και αλουμίνας.....	93- 95
4.11 Εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον Ελλαδικό Χώρο.....	95- 100

Κεφάλαιο 5°

A. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

5.1 Το αλουμίνιο στη δόμηση.....	101- 105
5.2 Εφαρμογές αλουμινίου.....	105-107
5.2.1 Εφαρμογή στην οικοδομή-κατασκευαστικά στοιχεία για αειφόρο σχεδιασμό.....	107-113
5.2.2 Εξοικονόμηση ενέργειας με λειτουργικά συστήματα αλουμινίου ..	113-114
5.2.3 Εφαρμογή στον εξοπλισμό κτιρίου.....	114
5.2.4 Διασφάλιση ποιότητας κατασκευών και περιορισμός ενεργοβόρων κτιρίων.....	115-117

B. ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

5.3 Προβλήματα περιβαλλοντικού χαρακτήρα.....	117
5.3.1 Δομικά στοιχεία αλουμινίου - περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα.....	117-120
5.3.2 Περιβαλλοντικά μειονεκτήματα παραγωγής και επεξεργασίας αλουμινίου.....	120
5.3.2.α Προβλήματα περιβαλλοντικού χαρακτήρα.....	120-123
5.3.2.β Προβλήματα υγείας από έκθεση περιβαλλοντική και επαγγελματική στο μέταλλο του αλουμινίου.....	124
5.4 Ερευνητική αξιοποίηση αποβλήτων.....	124

Κεφάλαιο 6°

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ –ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6.1 Συμπεράσματα.....	125-136
Ερωματολόγιο έρευνας καταναλωτών	137-144
Διαγράμματα ερωματολογίου.....	145-182
6.2 Προτάσεις.....	183-186
6.3 Αποσπασματικές φωτογραφίες κατασκευών με υλικό «αλουμίνιο».....	187-206

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Βιβλία-Εκδόσεις-Ανακοινώσεις- Περιοδικά.....	207-208
Πληροφορίες στο διαδίκτυο.....	208-210

Κατάλογος εικόνων

Α/Α Εικ.	Κεφάλαιο	Σελίδα
001	0 Καλοκύρης Πέτρος	16
002	0 Οικογένεια Προβόπουλου Αλκιβιάδη.....	16
003	1.1 Χαρακτηριστικά κτιριακού κελύφους	18
004	1.1 «Προσαρμοσμένο» κτίριο στις εποχές.....	19
005	3.2 Η πρώτη εγκατάσταση βιομηχανικής παραγωγής αλουμινίου το 1888 ικανότητας 20 Kg ημερησίως, στο Πίτσμπουργκ των Η.Π.Α.....	30
006	3.2 Στυπτηρίες.....	31
007	3.2.1 Ο Δανός φυσικός Hans Christian Oersted (1777-1851) που παρήγαγε το πρώτο καθαρό αλουμίνιο το 1825 ...	32
008	3.2.1 Ο Γερμανός Friedrich Wohler (1800-1882) πετυχαίνει το 1827 την παραγωγή αλουμινίου μέσω της αντίδρασης ποτάσας με άνυδρο χλωρίδιο του αλουμινίου.....	32
009	3.2.1 Ο Γάλλος χημικός Henri Etienne Saint-Claire Deville (1818- 1881 ξεκίνησε την παραγωγή αλουμινίου σε βιομηχανική κλίμακα (1855).....	34
010	3.2.1 Louis Napoleon III (1808-1873) υποστήριξε οικονομικά τις προσπάθειες του Deville για τη βιομηχανική παραγωγή αλουμινίου.....	34
011	3.2.1 Το 1855, στη Διεθνή Έκθεση του Παρισιού (Paris Exposition Universelle) εκτέθηκαν δώδεκα ράβδοι αλουμινίου (συνολική ποσότητα: περίπου 1 kg μαζί με τα κοσμήματα του γαλλικού στέμματος)	34
012	3.2.1 Ηλεκτρολυτική κυψέλη που χρησιμοποιήθηκε στη διαδικασία αναγωγής	35

013	3.2.1	Κιάλια όπερας (1865) από αλουμίνιο	36
014	3.2.1	Διακοσμητικό σκεύος (1878), φρουτιέρα από αλουμίνιο.....	36
015	3.2.1	Μια πυραμίδα από αλουμίνιο βάρους 2,8 kg τοποθετήθηκε τιμητικά στην κορυφή του μνημείο του Washington κατά την ανέγερσή του το 1884.....	36
016	3.3	Ποιμένες παρακολουθούν την τελετή θεμελίωσης.....	38
017	3.3	Εργοστάσιο και περιβάλλον του αλουμινίου (1966).....	38
018	4.1	Διαδικασία παραγωγής πρωτόχυτου αλουμινίου.....	41
019	4.1	Καθετοποιημένο Διάγραμμα Παραγωγής αλουμινίου....	43
020	4.2	Εξόρυξη βωξίτη από επιφανειακά στρώματα του πετρώματος σε δασική περιοχή της Τζαμάικας	51
021	4.2	Δείγματα βωξίτη διαφορετικών προελεύσεων και με τελείως διαφορετική εμφάνιση.....	52
022	4.2	Ορυκτά στα οποία βρίσκεται Αλουμίνα	55
023	4.2	Charles Martin Hall (1863-1914)	56
024	4.2	Paul Heroult (1863-1914).....	56
025	4.2	Karl Josef Bayer, (1847-1904).....	56
026	4.2	Συστοιχία δεξαμενών καταβύθισης $Al(OH)_3$ και περιστροφικός κλίβανος θερμαινόμενος με καύση αερίου όπου το $Al(OH)_3$ μετατρέπεται σε Al_2O_3 (αλουμίνα).....	59
027	4.2	Σε πολλές βιομηχανίες παραγωγής αλουμίνας επιδιώκεται η παραλαβή του πολύτιμου για τη σημερινή τεχνολογία γαλλίου (Ga). Η κύρια χρήση του γαλλίου σήμερα εντοπίζεται στη σύνθεση του νιτρίδιου του (GaN), ενός ημιαγωγού υλικού που	

		χρησιμοποιείται στις λυχνίες LED λευκού φωτός (δεξιά).....	60
028	4.2	Βωξίτης	62
029	4.4	Διαδικασία θερμής έλασης.....	63
030	4.4	Διαδικασία διέλασης	64
031	4.4	Κολώνες από αλουμίνιο.....	65
032	4.5	Κρυσταλλική δομή του α -Al ₂ O ₃ , της σταθερότερης μορφής της αλουμίνας(κόκκινες σφαίρες: Al, κίτρινες: O): Αριστερά: Πλευρική όψη, Δεξιά: Όψη εκ των άνω (κάτοψη).....	66
033	4.5	Κατανομή της παγκόσμιας παραγωγής αλουμίνας κατά το έτος 2010.....	68
034	4.7	Αλουμίνιον της Ελλάδος.....	72
035	4.7	Κατανομή αγοράς κουφωμάτων.....	73
036	4.7	Συνοπτική παράσταση κύριου κυκλώματος παραγωγής αλουμίνας	75
037	4.7	Παράσταση παραγωγής ενός κιλού αλουμινίου.....	76
038	4.7	Σχηματική παράσταση παραγωγής ενός τόνου Αλουμινίου.....	77
039	4.9	Ανακύκλωση.....	93
040	4.9	Ανακύκλωση.....	93
041	4.9	Ινώδης Αλουμίνα.....	93
042	4.11	Εξέλιξη πωλήσεων κλάδου έλασης.....	94
043	4.11	Εξέλιξη πωλήσεων κλάδου διέλασης.....	96

044	4.11	Οι εγκαταστάσεις της "Αλουμίνιο της Ελλάδος" στον όρμο του Αγίου Νικολάου στη Βοιωτία και οι περιοχές εξόρυξης βωξίτη.....	97
045	4.11	Οι εγκαταστάσεις της "Αλουμίνιο της Ελλάδος" στον όρμο του Αγίου Νικολάου στη Βοιωτία και οι περιοχές εξόρυξης βωξίτη.....	97
046	5.0	Εφαρμογές αλουμινίου στη δόμηση.....	101
047	5.1	Είδη αλουμινίου.....	102
048	5.1	Κοινό διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων κοινού χάλυβα κατασκευών St 37.2 και κράματος αλουμινίου 7075 –T6.....	103
049	5.1	Φορείς αλουμινίου.....	104
050	5.1	Χρωματικές εφαρμογές αλουμινίου.....	105
051	5.2.1	Πέργκολα αλουμινίου	107
052	5.2.1	Πέργκολα αλουμινίου	107
053	5.2.1	Πέργκολα αλουμινίου	108
054	5.2.1	Πέργκολα αλουμινίου με μηχανισμό περιστροφής.....	108
055	5.2.1	Σήτα αλουμινίου	109
056	5.2.1	Σήτα αλουμινίου	109
057	5.2.1	Κάγκελα αλουμινίου	110
058	5.2.1	Ανοιγόμενο σύστημα με θερμοδιακοπή.....	110
059	5.2.1	Συρόμενο σύστημα με θερμοδιακοπή.....	110
060	5.2.1	Σχολείο για ενεργειακή αναβάθμιση.....	111
061	5.2.1	Οροφή βιομηχανικού χώρου.....	112
062	5.2.1	Συστήματα σκίασης.....	112

063	5.2.2	Ηλιακός συλλέκτης.....	:113
064	5.2.2	Περιστροφικοί εναλλάκτες θερμότητας.....	:114
065	5.2.3	Καρέκλα από σύνθετα φύλλα αλουμινίου.....	:114
066	5.2.3	Σεργεντάκης Δημ.....	:114
067	5.2.4	Δήλωση επιδόσεων κουφωμάτων.....	:115
068	5.3.1	Ανακύκλωση.....	:118
069	5.3.1	Επενδύσεις κτιρίου με φλοιούς αλουμινίου.....	:119
070	5.3.1	Επενδύσεις κτιρίου με φλοιούς αλουμινίου.....	:120
071	5.3.1	Τυπική τεχνητή λίμνη κατακάθισης της κόκκινης λάσπης.....	:122
072	5.3.1	Αεροφωτογραφίες σημείου κατάρρευσης του φράγματος και φωτογραφίες που δείχνουν την κατάσταση στις γειτονικές κοινότητες, που πλημμύρισαν από την κόκκινη λάσπη του εργοστασίου αλουμίνιας της πόλης Ajka.....	:123
073	6.0	Ο κύκλος ζωής του αλουμινίου.....	:125
074	6.2	Πιστοποιητικό ELOT EN ISO 9001.....	:185
075	6.2	Πιστοποιητικό ELOT EN ISO 14001.....	:186
-	6.3	Σαράντα (40) αποσπασματικές παγκόσμιες φωτογραφίες από αρχιτεκτονικές κατασκευές με αλουμίνιο.....	:187-206



Κατάλογος Διαγραμμάτων

A/A	Κεφάλαιο	Σελίδα
Διαγρ.		
001	4.1	Κοιτάσματα βωξίτη σε παγκόσμιο επίπεδο.....: 47
002	4.1	Χάρτης παγκόσμιας παραγωγής αλουμίνας-2013.....: 48
003	4.1	Χάρτης παγκόσμιας παραγωγής αλουμινίου-2013.....: 48
004	4.1	Συνοπτικό διάγραμμα της διεργασίας Bayer (παραλαβή αλουμίνας από βωξίτες). Σε ορισμένες βιομηχανίες παραγωγής αλουμίνας παραλαμβάνεται και το ιχνοστοιχείο γάλλιο από το ανακυκλούμενο αλκαλικό διάλυμα (Bayer's liquor).....: 58
005	4.7	Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στις διαφορετικές διεργασίες κατεργασίας του αλουμινίου.....: 80
006	4.7	Δυναμικό πρόκλησης οξίνισης στις διαφορετικές διαδικασίες κατεργασίας του αλουμινίου.....: 81
007	4.7	Δυναμικό πρόκλησης ευτροφισμού στις διαφορετικές διαδικασίες κατεργασίας του αλουμινίου.....: 81
008	4.7	Δυναμικό πρόκλησης φαινομένου του θερμοκηπίου στις διαφορετικές διαδικασίες κατεργασίας του αλουμινίου..: 82
009	4.7	Δυναμικό πρόκλησης νέφους στις διαφορετικές διαδικασίες κατεργασίας του αλουμινίου.....: 82
010	4.7	Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα συνδεδεμένες με την ανακύκλωση του αλουμινίου αναπαριστώντας 1000 κιλά από επανακτημένο αλουμίνιο.....: 83
011	6.1	Ποιο είναι το εύρος των χρήσεων του υλικού του αλουμινίου στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό τεχνικών έργων;.....:145
012	6.1	Ποια είναι μέχρι σήμερα η γενική σας γνώμη για τα προϊόντα αλουμινίου που χρησιμοποιούνται στα τεχνικά

- έργα και στα κτίρια;.....:147
- 013 6.1 Πως αξιολογείτε τα παρακάτω χαρακτηριστικά του αλουμινίου στον τομέα της δόμησης σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά προϊόντα όπως ξύλο και PVC;.....:149
- 014 6.1 Ποιος είναι ο λόγος που θα σας οδηγούσε στην αγορά καινούργιων κουφωμάτων μέσα στην επόμενη ζετία;...:151
- 015 6.1 Αξιολογείτε στο σχεδιασμό μιας κατασκευής ποιους από τους παρακάτω παράγοντες θεωρείτε σημαντικούς όταν πρόκειται να προβείτε στην αγορά κάποιου οικοδομικού υλικού από αλουμίνιο;:153
- 016 6.1 Σε τι ποσοστό % οι παρακάτω παράγοντες αποτελούν πηγή πληροφόρησης σας για την ύπαρξη μιας επιχείρησης με επιλεγμένα οικοδομικά προϊόντα αλουμινίου;..... :155
- 017 6.1 Ποια είναι η βασικότερη πηγή πληροφόρησης που εμπιστεύεστε περισσότερο κατά τη διάρκεια μιας έρευνας αγοράς;..... :157
- 018 6.1 Σε ποιο βαθμό πιστεύετε πως σας επηρεάζει η διαφήμιση στη λήψη απόφασης για την αγορά ή όχι ενός προϊόντος στη φάση κατασκευής του κτιρίου;..... :159
- 019 6.1 Ποιό από τα παρακάτω υλικά έχετε συναντήσει περισσότερο στις διαφημίσεις προϊόντων;.....:161
- 020 6.1 Σημειώστε το βασικότερο παράγοντα που θα μπορούσε να σας κάνει να επιλέξετε το αλουμίνιο ως υλικό για το σχεδιασμό μιας κατασκευής;.....:163
- 021 6.1 Επιλέξατε το βασικότερο παράγοντα που θα μπορούσε να σας αποτρέψει να επιλέξετε το αλουμίνιο ως υλικό για το σχεδιασμό μιας κατασκευής;..... :165
- 022 6.1 Γνωρίζετε τις παρακάτω ιδιότητες του αλουμινίου σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά του προϊόντα για την κατασκευή κουφωμάτων;..... :167
- 023 6.1 Πόσο επηρεάζουν την πρόθεση αγοράς σας οι επιπτώσεις

- που προκαλούνται στο περιβάλλον από την παραγωγή των κουφωμάτων αλουμινίου;..... :169
- 024 6.1 Γνωρίζετε ότι τα οικοδομικά προϊόντα αλουμινίου μπορούν να μορφοποιηθούν, να τρυπηθούν και να συγκολληθούν στο εργοστάσιο παρασκευής ή στο εργοτάξιο; :171
- 025 6.1 Σε εργασίες κτιρίων υπό ανακαίνιση θα συνιστούσατε αλλαγή υπαρχόντων κουφωμάτων με κουφώματα αλουμινίου;.....:173
- 026 6.1 Θα προτείνατε το ενδεχόμενο χρησιμοποίησης του χρηματοδοτούμενου προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ'οίκον» για την ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων;.....:175
- 027 6.1 Γνωρίζετε πληροφορίες για τη σήμανση ποιότητας CE που οι περισσότεροι αλουμινοκατασκευαστές εναποθέτουν στις κατασκευές τους;..... :177
- 028 6.1 Γνωρίζετε πληροφορίες για τις Διεθνείς Προδιαγραφές του σήματος ποιότητας QUALICOAT, QUALANOD και QUALIDECO);:179
- 029 6.1 Είναι το αλουμίνιο οικολογικό προϊόν ή συμβάλλει στη δημιουργία απορριμμάτων;.....:181
- 030 6.1 Γνωρίζετε ότι τα προϊόντα αλουμινίου ανακυκλώνονται.183
- 031 6.1 Έχετε προωθήσει για ανακύκλωση/επαναχρησιμοποίηση προϊόντα αλουμινίου κατόπιν κατεδάφισης κτιρίου;.....:185
- 032 6.1 Αν ΝΑΙ με ποιόν τρόπο;..... :187
- 033 6.1 Ποια χρησιμοποιούμενα προϊόντα αλουμινίου ανακυκλώνονται περισσότερο με την αξιοποίηση του σκραπ.....:189
- 034 6.1 Μετά τη συμπλήρωση αυτού του ερωτηματολογίου ποια είναι η γνώμη σας για τα προϊόντα αλουμινίου που προορίζονται στα τεχνικά έργα και ιδιαίτερα στα κτίρια;..... :191

Κατάλογος Πινάκων και Χαρτών

A/A	Κεφάλαιο		Σελίδα
	Πίν.		
001	1.2.1	Στάδια Κύκλου Ζωής Αλουμινίου.....	20
002	1.2.2	Στάδια Κύκλου Ζωής Υλικών.....	22
003	1.2.3	Στάδια Κύκλου Ζωής Κτιρίων	23
004	3.1	Χημικά σύμβολα.....	29
005	4.1	Παγκόσμια αποθέματα βωξίτη.....	44
006	4.1	Παγκόσμια παραγωγή βωξίτη 2003 &2007.....	45
007	4.1	Παγκόσμια παραγωγή βωξίτη 2012 &2013.....	46-47
008	4.2	Παραγωγή ανόργανων χημικών ουσιών κατά το 1970.: 50	
009	4.2	Παγκόσμια παραγωγή και κατανάλωση αλουμινίου κατά το 1976.....	50
010	4.2	Κατηγορίες βωξιτών.....	53
011	4.2	Πρώτη ύλη για παραγωγή Αλουμινίου.....	54
012	4.2	Επίδραση διαφόρων κραμάτων στις ιδιότητες κραμάτων αλουμινίου.....	61
013	4.2	Επίδραση διαφόρων μετάλλων στην αντοχή κραμάτων αλουμινίου.....	61
014	4.5	Χημικές ιδιότητες αλουμινίου.....	65
015	4.5	Φυσικές ιδιότητες αλουμινίου.....	68
016	4.5	Μηχανικές ιδιότητες αλουμινίου.....	68
017	4.5	Επίδραση των συστατικών του αλουμινίου στις ιδιότητές του.....	70

018	4.5	London Metal Exchange (LME): Μέση ετήσια τιμή χαλκού και αλουμινίου (Αγγλική λίρα/ τόνος).....: 71
019	4.7	Εμπεριεχόμενη ενέργεια αλουμινίου.....: 78
020	4.7	Μη Επικίνδυνα στερεά απόβλητα.....: 79
021	4.7	Είδη αποβλήτων που παράγονται στον εργοστασιακό χώρο και ανακυκλώνονται: 79
022	4.7	Είδη αποβλήτων που παράγονται στον εργοστασιακό χώρο και αξιοποιούνται προς πώληση.....: 79
023	4.7	Είδη αερίων εκπομπών που παράγονται κατά την παραγωγική διαδικασία ανά τομέα: 80
024	4.8	Ιδιότητες καθαρού αλουμινίου.....: 84
025	4.8	Η σημασία του πρώτου αριθμού στο τετραψήφιο σύστημα συμβολισμού των κραμάτων του αλουμινίου: 85
026	4.8	Ονοματολογία θερμικών κατεργασιών κραμάτων αλουμινίου.....: 87-88
027	4.8	Κράματα θερμοσκληρυνόμενα και μη θερμοσκληρυνόμενα.....: 91
028	5.2	Εφαρμογές προϊόντων αλουμινίου και κράματα.:105- 107
029	5.3.2.α	Κύρια συστατικά κόκκινης λάσπης και τυπικές περιοχές περιεκτικότητάς τους (% σε ξηρά δείγματα).....: 122
Χαρ.		
01	5.3.2.α	Επέκταση κόκκινης λάσπης.....: 123



**« ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΣΤΟΝ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ »**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΚΑΛΟΚΥΡΗ ΚΑΛΛΙΟΠΗΣ**

Πρόλογος

Η παρούσα εργασία αποτελεί την Διπλωματική Εργασία της συγγραφέως. Η αφορμή για την εκπόνησή της ανάγεται σε μία πρώτη προσπάθεια που έγινε το 2015 από τη συγγραφέα σε συνεργασία με τις συμφοιτήτριές της Βούλτσιου Μαρία, Αναστασίου Άννα και Νικολακάκου Σταματίνα, στα πλαίσια του μαθήματος «*Ανάλυση Κύκλου Ζωής Υλικών*» (LCA) του Β' Εξαμήνου, με διδάσκουσα την Κα Παραλίκα Μαρία, κατά τη διάρκεια σπουδών της στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ., για την ανάλυση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος που παράγεται από τον άνθρωπο για να καλυφθούν οι κοινωνικές και οι προσωπικές του ανάγκες.

Από το σύνολο των υλικών και προϊόντων του περιβάλλοντος είχε γίνει με την πρώτη προσπάθεια, επιλογή για την συγγραφή και υποβολή μιας εργασίας υπό μορφή επαγγελματικής έκθεσης (Final Report) για ένα υλικό που συνεισφέρει σε πολλούς τομείς κατασκευών και παραγωγής προϊόντων σε όλο τον κόσμο, κατέχει μεγάλο μέρος διαδικασίας παραγωγής των, εξελίσσεται ανάλογα με τις ανάγκες των διάφορων τομέων και συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος και της αειφορίας.

Είχε επιλεγεί για την συγγραφή της εργασίας το «πράσινο» μέταλλο του «*Αλουμινίου*», ένα σύγχρονο υλικό που ικανοποιεί τεχνολογικές και οικολογικές απαιτήσεις ταυτόχρονα με πολλές εφαρμογές. Επειδή η έκταση της εργασίας ήταν προσαρμοσμένη σε άλλους στόχους δίνεται η δυνατότητα με αυτή την εργασία να στοχεύσει στη χρήση του ίδιου υλικού σε εφαρμογές του σε έναν από τους σημαντικότερους παραγωγικούς τομείς, τις κατασκευές τεχνικών έργων με έμφαση στο σχεδιασμό κτιρίων του περιβάλλοντος μας.

Κατόπιν όλων των διαδικασιών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών ανετέθη στη συγγραφέα της παρούσης διπλωματικής εργασίας η θεματική έρευνα με τίτλο «*Εφαρμογές Αλουμινίου στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό τεχνικών έργων με έμφαση στα κτίρια*». Σε αυτή την έρευνα εκτός από την παρουσίαση του αλουμινίου ως υλικού, επιλέγεται επίσης η παρουσίασή του σε τομέα εφαρμογής πρώτης επιλογής με χρήση κραμάτων για την οικοδόμηση των κτιρίων και χρήσεις του σε προϊόντα υαλοπετασμάτων, κουφωμάτων (εσωτερικά - εξωτερικά), επενδύσεων όψεων (εσωτερικών - εξωτερικών), εξοπλισμού θέρμανσης και εξαερισμού, συστημάτων σκίασης, ανακλαστήρων, καθώς και πλήρως προκατασκευασμένων κτηρίων. Επίσης, από αλουμίνιο κατασκευάζονται συνήθως και οικίσκοι, κιγκλιδώματα σκαλωσιές και φορητές σκάλες¹.

Η συγγραφέας επιθυμεί να ευχαριστήσει την επιβλέπουσα καθηγήτρια Κα Παραλίκα Μαρία για την θετική βούλησή της στην επιλογή του θέματός της καθώς και για τις γόνιμες παρατηρήσεις της που συνέβαλλαν στην βελτίωση και ολοκλήρωση της Διπλωματικής της Εργασίας.

Καλοκύρη Καλλιόπη
Αθήνα 2016

¹ Πληροφορία στο διαδίκτυο: European aluminium association «*Η Βιωσιμότητα του Αλουμινίου στο κτίριο*», www.aluminium.org.gr/userfiles/file/Al_Sustain.pdf

Ευχαριστίες - Αφιερώσεις

Εδώ είναι το σημείο της Διπλωματικής Εργασίας που η συγγραφέας την αφιερώνει ως δείγμα ευγνωμοσύνης για την πολύτιμη ηθική και υλική υποστήριξη στην οικογένειά της και ιδιαίτερα στο πατέρα της Πέτρο Καλοκύρη.



Εικ. 1 Καλοκύρης Πέτρος



Εικ. 2 Οικογένεια Προβόπουλου Α.

Επίσης ως υποψήφια διδάκτωρ στην Αρχιτεκτονική Σχολή του Ε.Μ.Π. την αφιερώνει στις επιβλέπουσες καθηγήτριες της Γραφάκου Μαργαρίτα και Κρεμέζη Αικατερίνη όπου κατά γενική ομολογία την επηρέασαν στην απόφασή της για την παρακολούθηση του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών σε ένα απλοϊκό ερώτημα που ετέθη στα πλαίσια βελτίωσης της διδακτορικής της διατριβής.



Κεφάλαιο 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγικές παρατηρήσεις

Η παρούσα διπλωματική εργασία δίδεται προκειμένου να αναπτυχθεί μια έρευνα, να γίνει μία καταγραφή και μια παρουσίαση των αποτελεσμάτων για την εφαρμογή των δυνατοτήτων που παρέχει ένα καθαρά ελληνικό προϊόν «το υλικό του Αλουμινίου» όπου με κυρίαρχη παρουσία σε οικοδομικές εφαρμογές, βοηθά στην προστασία του περιβάλλοντος και στην αειφορία.

Στη χώρα μας, ο σημαντικότερος τελικός καταναλωτής προϊόντων αλουμινίου είναι η οικοδομή με τη χρήση του να φτάνει το 75% σε σύγκριση με άλλα ανταγωνιστικά υλικά (PVC, ξύλο κ.λπ.)¹. Είναι το υλικό που ανταποκρίνεται στις προσδοκίες των μηχανικών και των αρχιτεκτόνων από πλευράς μηχανικών αντοχών, λειτουργικότητας, ηχομόνωσης, θερμομόνωσης και αισθητικής. Συνδυάζει ανάπτυξη και οικολογική ευαισθησία αλλά και συμβάλει στην ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο (1977) στόχευε στην παγκόσμια μείωση εκπομπών των έξι (6) αερίων θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, πλήρως φθοριομένοι υδρογονάνθρακες και εξαφθοριούχο θείο)² που θεωρούνται υπεύθυνα για το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και την θέρμανση του πλανήτη. Κύριοι στρατηγικοί στόχοι είναι τα κτίρια και οι μεταφορές που απορροφούν το 75% της συνολικά παραγόμενης ενέργειας και ευθύνονται για το μεγαλύτερο ποσοστό των εκπομπών. Η απαραίτητη νομοθετική ρύθμιση για την Ελλάδα κατατέθηκε για ψήφιση στις 5 Απριλίου 2008 με καθυστέρηση πέντε (5) ετών και τριών (3) μηνών από την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/91/EC που καθορίζει όσα αφορούν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Η Ελλάδα υποχρεούται να περιορίσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έως το 2010 μέχρι το πολύ 25% για το έτος 1990. Ο στόχος αυτός θεωρείται εξαιρετικά δύσκολος αν ληφθούν υπόψη τα συμπεράσματα του υπολογιστικού μοντέλου BAU (Business As Usual) όπου προβλέπεται αύξηση 36%. Η πολιτεία λοιπόν είναι υποχρεωμένη να λάβει στρατηγικά μέτρα που θα έχουν γρήγορα αποτελέσματα, το μικρότερο δυνατόν κόστος ανά τόνο απομείωσης ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα και να ανατάξει τα ενεργειακά μεγάλα παλαιά ενεργοβόρα δημόσια κτίρια ώστε να αποτελέσουν παράδειγμα προς μίμηση³.

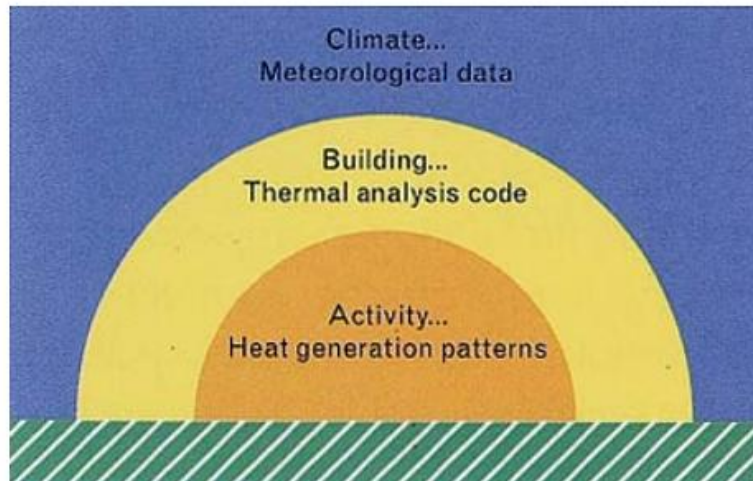
¹ Πληροφορία στο διαδίκτυο :

<http://www.atem-oe.gr/aluminio-pliories/efarmoges-alouminiou/aluminio-ethniko-proion.html>

² Πληροφορία στο διαδίκτυο : WWW.ypeka.gr

³ Τ.Ε.Ε. (2008) : Ανακοίνωση στο 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων με θέμα «*Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση*», Αθήνα, σελ. 1,2

Η ολοκληρωμένη έκφραση της Κοινοτικής Οδηγίας καθιερώνει την ολιστική θεώρηση για την ενεργειακή απαίτηση των κτιρίων και λαμβάνει υπόψη της την θερμική άνεση των χρηστών, τον κλιματισμό, την ανάγκη ανανέωσης του εσωτερικού αέρα, τον φωτισμό και την ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης. Εξετάζοντας τον Κύκλο Ζωής των Κτιρίων, γίνεται εύκολα κατανοητό ότι η φάση λειτουργίας του είναι εκείνη που έχει την μεγαλύτερη περιβαλλοντική επίπτωση⁴.



Εικ. 3 Χαρακτηριστικά κτιριακού κελύφους

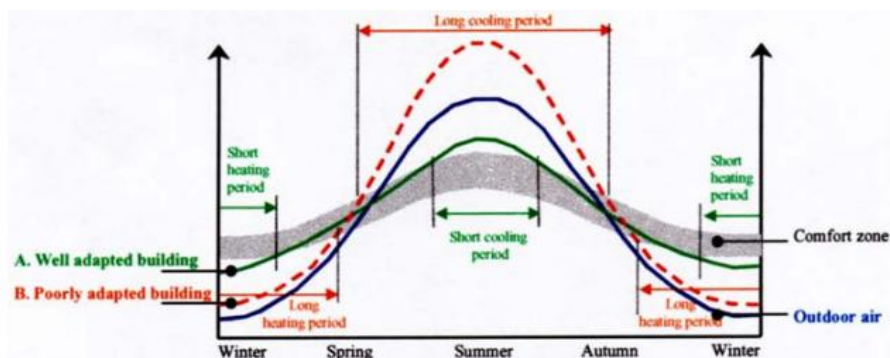
Πηγή : http://library.tee.gr/digital/m2316/m2316_mantis1.pdf

Το κτιριακό κέλυφος (Εικ.3) ενός κτιρίου εξωτερικά αντιμετωπίζει το κλίμα και την ακτινοβολούμενη θερμική ηλιακή ενέργεια, ενώ εσωτερικά επηρεάζεται από την χρήση του κτιρίου, τους χρήστες και τις συνήθειές τους. Τα θερμικά και οπτικά χαρακτηριστικά των δομικών υλικών του κτιριακού κελύφους καθορίζουν τον κώδικα ενεργειακής συμπεριφοράς του. Το όλο ζήτημα λοιπόν ανάγεται στη χρήση των κατάλληλων δομικών υλικών, στοιχείων και υποσυστημάτων καθώς και στην «έξυπνη» ένταξή τους στον δομικό ιστό του κελύφους. Ένας σωστός συνολικά σχεδιασμός καταλήγει σε κτίρια που χαρακτηρίζονται και ως «προσαρμοσμένα» στο περιβάλλον κλίμα⁵ (Εικ. 4).

Η ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων με τη συμβολή του αλουμινίου στη χρήση δομικών στοιχείων και συστημάτων από αλουμίνιο παρουσιάζει ανοδική πορεία και έχει τη δυνατότητα η σχεδιάσή του, την απόσπασή του από το τέλος της ζωής ενός κτιρίου και την επανάχρησή του σε περίπτωση ανακύκλωσης. Δεδομένου ότι το 75% των κτιρίων της Ελλάδος είναι κατοικίες μελετήθηκαν σύγχρονα κουφώματα αλουμινίου για την εξασφάλιση χαμηλότερης περιβαλλοντικής επιβάρυνσης στη φάση λειτουργίας του κύκλου ζωής των.

⁴ Τ.Ε.Ε. (2008) : Ανακοίνωση στο 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων με θέμα «Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση», Αθήνα, σελ.2

⁵ Τ.Ε.Ε. (2008) : Ανακοίνωση στο 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων με θέμα «Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση», Αθήνα, σελ.3



Εικ. 4 «Προσαρμοσμένο» κτίριο στις εποχές

Πηγή : http://library.tee.gr/digital/m2316/m2316_mantis1.pdf

Έχει μεγάλη σημασία να σημειωθεί ότι παρά την έναρξη μιας οικονομικής κρίσης τα τελευταία χρόνια όπου τα αίτια της λίγοι αντιλαμβάνονται, προκειμένου να εξασφαλισθεί ένα βιώσιμο μέλλον, η **Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment- LCA)** αποτελεί ένα σύγχρονο εργαλείο για την σύγκριση της συνολικής περιβαλλοντικής επίπτωσης από την παραγωγή δομικών υλικών και η ένταξη περιβαλλοντικών κριτηρίων στο σχεδιασμό τους θα δημιουργήσει ένα νέο είδος οικονομικής ανάπτυξης. Παράλληλα η σχεδίαση υλικού με **Κλειστό Κύκλο Ζωής** βοηθά στην προσέγγιση στόχων όπως, μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου για τη συγκράτηση της Κλιματικής Αλλαγής, Εξοικονόμηση Ενέργειας, και Χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Τέλος για την παραγωγή του υλικού εξετάζεται η ενεργειακή ανάλωση για να διαπιστωθεί και να βελτιωθεί η ολική μόλυνση σε στερεά, υγρά και αέρια απόβλητα που αυτή επιφέρει (**έλεγχος κόστους απόρριψης**)⁶.

1.2 Πρόταση για την παρουσίαση της εργασίας

Το αλουμίνιο και τα κράματά του χαρακτηρίζονται από χαμηλή πυκνότητα που είναι $2,7\text{g/m}^3$ για το αλουμίνιο όταν για τους χάλυβες είναι $7,9\text{g/m}^3$, υψηλή ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα και αντίσταση στη διάβρωση σε ορισμένα κοινά περιβάλλοντα συμπεριλαμβανομένης και της συνήθους ατμόσφαιρας⁷.

Η σημασία του μετάλλου του αλουμινίου και των κραμάτων του είναι μεγάλη διότι αυτό το μέταλλο και τα κράματά του παρουσιάζουν υψηλό μέτρο ελαστικότητας (E/ρ) και υψηλή ειδική μηχανική αντοχή (σ/ρ) σε σχέση με άλλα μέταλλα και κράματα.

Για την εκπόνηση της διπλωματικής πραγματοποιήθηκε η εκκίνηση μιας διαδικασίας όπου από την ανακάλυψη, την παραγωγή και την διερεύνηση διαφόρων αποτελεσμάτων του «υλικού του Αλουμινίου» έγινε η συγκρότηση και παρουσίαση συμπερασμάτων για την συμβολή του στο σχεδιασμό των κτιρίων μέσα από τον

⁶ Τ.Ε.Ε. (2008) : Ανακοίνωση στο 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων με θέμα «*Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση*», Αθήνα, σελ.14

⁷ Metalw Handbook 9th Edition, Properties and Selection Non ferrous Alloys and Pure Metals, Vol 2, ASM,USA,1979, p.3

Κύκλο της Ζωής του. Ο Κύκλος της Ζωής⁸ του προσεγγίζει φυσικές και χημικές ιδιότητες, φάσματα εφαρμογών, ποιοτήτων και επεξεργασίας, οικονομικές ωφέλειες, συνεισφορά στο περιβάλλον και γίνεται το βασικό ελεγκτικό μέσον για τη βιώσιμη ανάπτυξη, δηλαδή ουσιαστικά για την οικολογική ισορροπία.

Κύκλος Ζωής του αλουμινίου είναι η τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων της κάθε διεργασίας ή δραστηριότητας προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον⁹.

Στο σύνολό του, είναι μια επαναληπτική διαδικασία, η οποία χωρίζεται σε διάφορα **στάδια** που επιγραμματικά αναφέρονται στον επόμενο πίνακα:

1.2.1 Στάδια Κύκλου Ζωής Αλουμινίου. Πίνακας 1

Επιπτώσεις	Εξόρυξη πρώτων υλών	Παραγωγή	Διανομή	Χρήση	Διάθεση
1. Ρύπανση εδάφους 2. Ρύπανση νερού 3. Ρύπανση αέρα					
4. Κατανάλωση ενέργειας					
5. Κατανάλωση φυσικών πόρων					
6. Οικοσυστήματα					
7. Απόβλητα					

⁸ Ομάδα Έργου ΣΕΒΕ –Ινστιτούτο Εξαγωγικών Ερευνών & Σπουδών- (ΙΕΕΣ)- (2015): «*Αναλυτική καταγραφή και αποτύπωση επιχειρησιακών διαδικασιών (Business Process Analysis - BPA) εξαγωγής προφίλ αλουμινίου οικοδομικών κατασκευών στην Αυστραλία με πλοίο*», σελ. 151

⁹ Τσουκαλά Κ.Β. (2009) : Περιβάλλον και ανάπτυξη, Διατμητικό μάθημα 8^ο Εξαμήνου Ε.Μ.Π. «*Ανάλυση Κύκλου Ζωής*», διαφάνεια 2

Η οικολογική ισορροπία επιτυγχάνεται στο περιβάλλον όταν η ανάλυση κύκλου ζωής ενός υλικού χρησιμοποιείται σαν ελεγκτικό μέσο για την βιώσιμη ανάπτυξή του.

Η βιώσιμη ανάπτυξη ενός υλικού είναι η ανάπτυξη που στηρίζεται στη αρμονική συνύπαρξη προϊόντων-διαδικασιών, παραγωγής-κοινωνίας και περιβάλλοντος. Απαραίτητη για την παραγωγή του υλικού θεωρείται η ολιστική οικονομία της ενέργειας.

Η ανάλυση κύκλου ζωής του υλικού είναι το εργαλείο για την συγκριτική ενεργειακή μελέτη των υλικών και των διαδικασιών.

Η εμπειερχόμενη ενέργεια¹⁰ σε δομικό υλικό είναι η ενέργεια που εμπριέχεται και καταναλώνεται στη διαδικασία της δόμησης, συντίθεται από ένα σύνολο διαφόρων μορφών ενέργειας όπως η μηχανική, η ηλεκτρική και η ανθρώπινη ενέργεια. Η εμπριέχόμενη ενέργεια δομικού υλικού καταναλώνεται σε όλο τον κύκλο της ζωής του από τη στιγμή της απόσπασης από το περιβάλλον μέχρι την στιγμή της απόρριψής του.

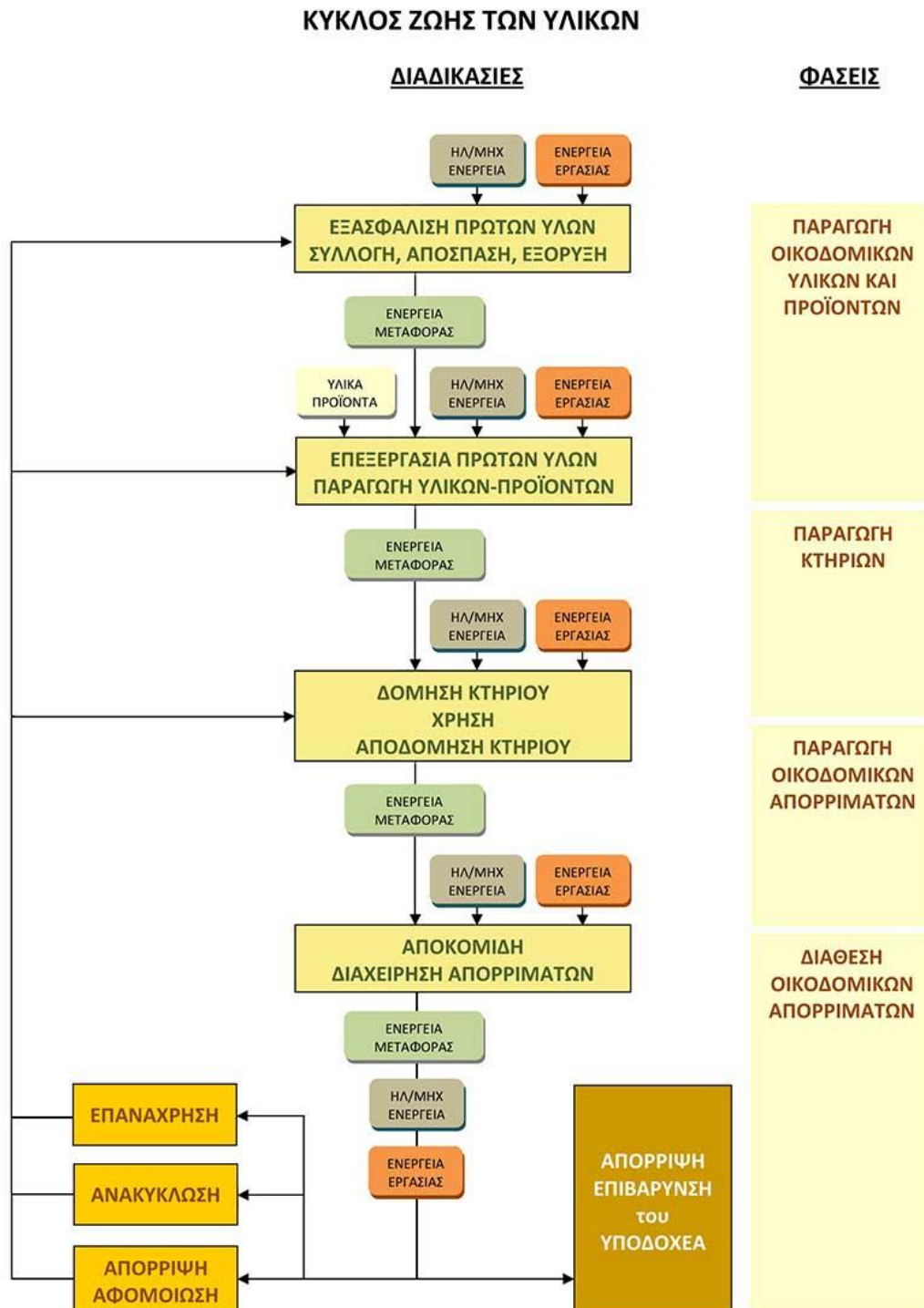
Η εμπριέχόμενη ενέργεια σε κτήριο είναι η ενέργεια που καταναλώνεται από την αρχή της κατασκευής, μέχρι την κατεδάφιση και την απομάκρυνση των οικοδομικών απορριμμάτων.

Η ανάλυση κύκλου ζωής ενός κτηρίου ακολουθεί μια αλληλουχία φάσεων όπου η κάθε μία από αυτές απαιτεί κατανάλωση διαφορετικής ποσότητας και προέλευσης. Οι φάσεις αυτές είναι: α) σχεδιασμός, β) εκσκαφή, γ) μεταφορά των υλικών από το χώρο παραγωγής στο χώρο χρήσης, δ) κατασκευή του έργου, ε) χρήση – συντήρηση, στ) κατεδάφιση ζ) απόρριψη- επανάχρηση –ανακύκλωση-αφομοίωση απορριμμάτων

¹⁰ Πληροφορία στο διαδίκτυο:

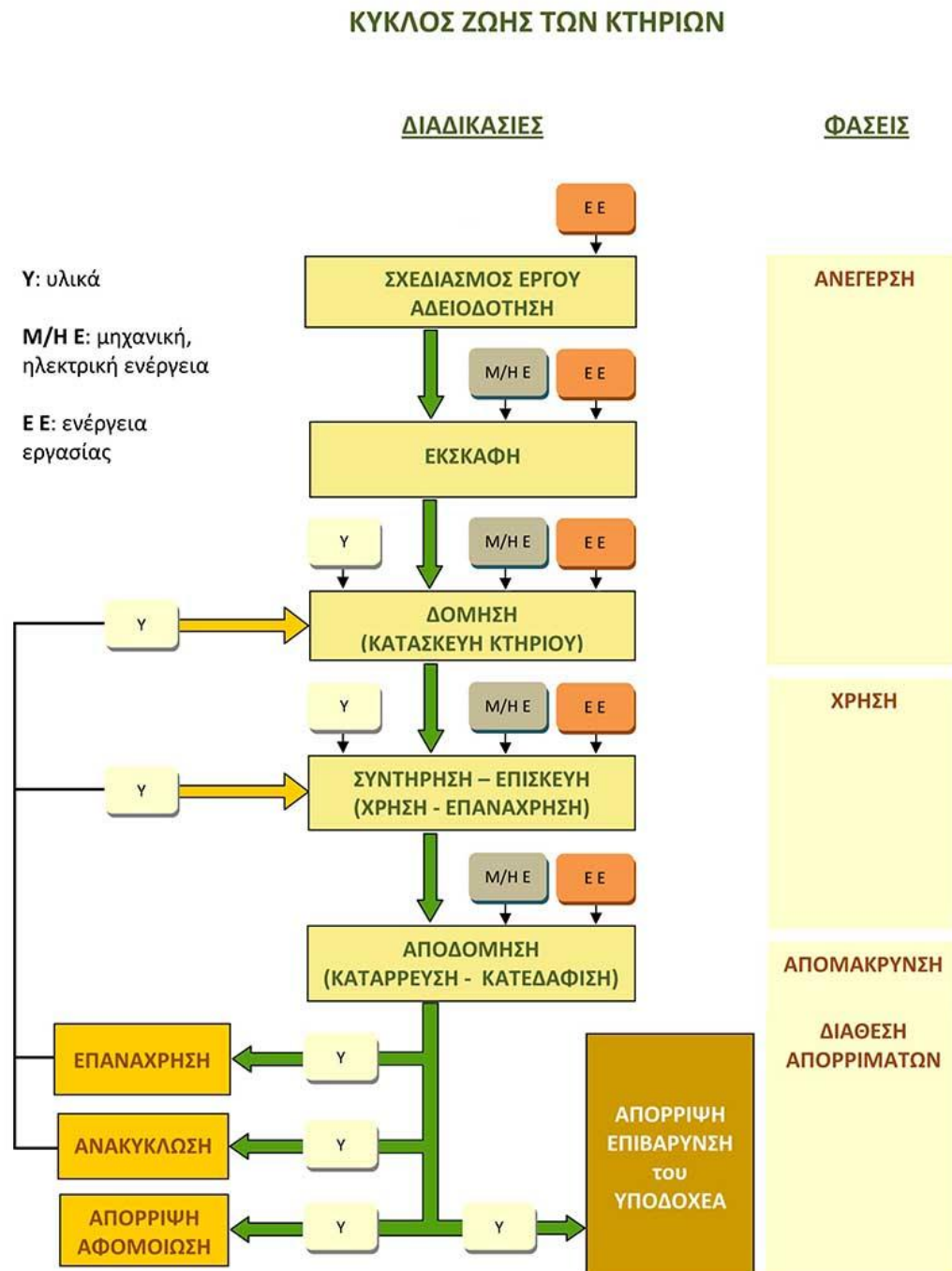
<http://www.anelixi.org/oikologiki-arxitektoniki/kathara-ulika-kai-texnologies/kritiria-aksiologisis-ulikon/emperiexomeni-energeia>

1.2.2 Στάδια Κύκλου Ζωής Υλικών. Πίνακας 2 ¹¹



¹¹ Πληροφορία στο διαδίκτυο:
<http://www.anelixi.org/oikologiki-arxitektoniki/kathara-ulika-kai-texnologies/kritiria-aksiologisis-ulikon/emperiexomeni-energeia>

1.2.3 Στάδια Κύκλου Ζωής Κτιρίων. Πίνακας 3 ¹²



¹² Πληροφορία στο διαδίκτυο:
<http://www.anelixi.org/oikologiki-arxitektoniki/kathara-ulika-kai-texnologies/kritiria-aksiologisis-ulikon/emperiexomeni-energeia>

1.3 Περίληψη στα ελληνικά

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί μία έρευνα στο σύγχρονο μέταλλο του αλουμινίου και των κραμάτων αυτού, τα οποία με διάφορες εφαρμογές χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό κτιριακών κελυφών, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις της αιφόρου δόμησης.

Το αλουμίνιο είναι το υλικό που αν και καθυστέρησε η απομόνωσή του διότι δεν υπάρχει στη φύση σε χημικές ενώσεις, παρά μόνο στα κοιτάσματα βωξίτη, παρήχθη ευρέως μετά την ανακάλυψη και χρήση του ηλεκτρισμού σε συνδυασμό με την έρευνα της επιστήμης της χημείας. Η λογική σχεδίασης του αλουμινίου και η εφαρμογή του έως το τέλος της ζωής ενός κτιρίου με ταυτόχρονα την ύπαρξη δυνατότητας επανάχρησής του με ανακύκλωση διαμορφώνουν τους στόχους λειτουργίας του κύκλου ζωής του κτιρίου με εξασφάλιση της πιο χαμηλής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.

Κατοικίες, βιομηχανικοί χώροι, αποθήκες, εμπορικά κέντρα κ.λπ. σχεδιάζονται και αξιοποιούν τα δομικά τους στοιχεία από αλουμίνιο. Σήμερα η βιοκλιματική αρχιτεκτονική σχεδιάζει από δομικά κράματα αλουμινίου, τα σύγχρονα θερμοδιακοπτόμενα κουφώματα διπλών υαλοπινάκων, τις διπλοκέλυφες εξωτερικές επενδύσεις κτιρίων με φλοιούς αλουμινίου (αεριζόμενες όψεις), τα συστήματα σκίασης αλουμινίου και την κατασκευή «κρύων οροφών» λαμβάνοντας υπόψη την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου στο χρόνο της ζωής του. Αυτά τα δομικά κράματα αλουμινίου δεν είναι τοξικά, δεν μαγνητίζονται, δεν καίγονται, είναι ελαφρά και στιβαρά, με μικρό κόστος συντήρησης και ποικιλία οικολογικών χρωμάτων.

Τέλος επιπρόσθετα στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζονται μέσω ερωτηματολογίου τα αποτελέσματα έρευνας, όπου με μια σειρά ερωτήσεων εκτιμούνται οι δυνατότητες αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και η εκπόνηση υλοποιήσιμων καινοτόμων σχεδίων. Για την Ελλάδα έχει μεγάλη σημασία η προσπάθεια ενεργειακής εξυγίανσης των κτιρίων (εφαρμογή του Κανονισμού KENAK), ώστε η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων να επιτρέπει την εξασφάλιση σε οφέλη, όπως ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά.

1.4 Abstract

The objective of the present work constitutes an investigation in the current Aluminum metal and its alloys, which are employed in several building applications, fulfilling thus the requirements of the sustainable building environment.

Pure Aluminum production was delayed as it is not found in the nature as an “element “ of chemical compounds, but it is constituent of bauxite ores for which a commercial separation process was invented very late. Aluminum is the material produced widely after the invention and exploitation of electricity in conjunction with the development of chemistry science with its industrial applications. The concept of designing Aluminum components in building applications, in order they last up to the end of the building life and simultaneously there is a possibility of reusing it by means of recycling, promotes the target of erecting buildings with smooth operation for their whole life cycle ensuring also the lowest environmental effect.

Dwellings, industrial buildings, warehouses, and trading centers are designed and furnished employing to the maximum extent the metallic Aluminum and its alloys as construction element. Nowadays, the bioclimatic architecture adopts in the building design the structural Aluminum alloys for the modern thermal isolated doors and windows with double or triple glazing, the dual shell outer walls with Aluminum skins (ventilated facades), Aluminum shading systems, as well as the construction of “cold ceilings” taking into account the energy efficiency for its whole life cycle. These Aluminum structural alloys are not toxic, magnetized, and flammable. They are also light and stiff components with low maintenance cost, and they can be painted with a variety of ecological colors.

Eventually, besides, the findings and results of a particular investigation through questionnaire are presented in the present work. By this questionnaire the feasibility of architectural design and the elaboration of developing innovative plans are properly assessed. For Greece it is quite important the energy retrofit of buildings by means of application of building energy efficiency regulation KENAK to be achieved, ensuring thus considerable benefits in energy consumption, protection of the environment, and national economy.



Κεφάλαιο 2^ο

ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

2.1 Σκοπός και αντικείμενο της εργασίας

Σκοπός της παρούσας επιστημονικής εργασίας είναι να γίνει μία προσπάθεια να εκθέσει το υλικό που σήμερα αναδεικνύει τα σύγχρονα κτίρια, δίνοντας τη δυνατότητα στους μηχανικούς και αρχιτέκτονες να σχεδιάζουν άπειρες λύσεις επιλέγοντας για αυτές το αλουμίνιο, το οποίο δίνοντας χρηστικότητα και λειτουργικότητα στις εφαρμογές, δίνοντας χρώματα και ευελιξία επιλογής συστήματος δημιούργησε τη δική του αγορά. Με την ανάπτυξη του βιομηχανικού κλάδου στην Ελλάδα, θεμελιώθηκε η μεταποίηση του αλουμινίου (διέλαση, έλαση, χύτευση) με παραγωγή τελικά προϊόντων ή τμημάτων αυτών για χρήση στην οικοδομή, στη συσκευασία, στις μεταφορές, στον οικιακό εξοπλισμό, στις μηχανολογικές, ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές μεταφορές. Σημειώνεται ότι το ζητούμενο είναι να διατυπωθεί η εφαρμογή και η συμπεριφορά του σε όσα αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 1 της μελέτης.

Θεωρείται σκόπιμο να σημειωθεί ότι κατά την εκπόνηση της εργασίας διατυπώθηκαν και κάποιες προσωπικές σκέψεις προκειμένου να συνδεθούν διάφορα τμήματα της μελέτης διότι κυβερνητικές πολιτικές αρκετές φορές ευνοούν πρόσκαιρη ανάπτυξη από φθηνότερα υποκατάστατα (πλαστικά υλικά) προκειμένου να λειτουργήσουν εις βάρος της αειφορίας.

2.2 Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για αυτήν την εργασία είναι επιστημονική και στηρίζεται σε δύο αλληλένδετες ερευνητικές δραστηριότητες. Κατ' αρχή έγινε βιβλιογραφική έρευνα προκειμένου να μελετηθεί το υλικό αλουμίνιο σε όλες τις φάσεις ζωής του καθώς και στις σύγχρονες εφαρμογές σε κτίρια.

Οι πληροφορίες που αντλήθηκαν στηρίζονται σε ελληνική και ξενόγλωσση βιβλιογραφία, σε παρουσιάσεις και σημειώσεις καθηγητών στα εκπαιδευτικά ιδρύματα, σε ανακοινώσεις σε συνέδρια, σε διδακτορικές διατριβές, σε διπλωματικές και πτυχιακές εργασίες φοιτητών, σε αρχειακό υλικό των ελληνικών εταιρειών καθώς και δημοσιεύσεις στο διαδίκτυο.

Σε συνέχεια έγινε πρωτογενής έρευνα με κατάρτιση και διανομή σχετικού ερωτηματολογίου, προκειμένου να διαπιστωθεί η χρήση και η χρησιμότητα του υλικού στην πράξη, σύμφωνα με την υποκειμενική αντίληψη των ερωτηθέντων.

2.2.1 Ερωτήματα εργασίας

Σημαντικό για την ολοκλήρωση της εργασίας είναι να τεθούν ερωτήματα τα οποία θα δώσουν την ευκρινή εικόνα, για την χρήση του προϊόντος του αλουμινίου στο σχεδιασμό των κτιρίων παλαιών και νέων, την εξεύρεση της θέσης του στην αγορά αλλά και την αποκάλυψη των χαρακτηριστικών του όπου με τη βοήθειά τους

θα εντοπισθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προέρχονται από τις ιδιότητές του. Διερευνάται λοιπόν από την αρχή ποια είναι η ιστορία ανακάλυψης του αλουμινίου, ποια η ιστορική διαδρομή παραγωγής του και η χρονολογική εξέλιξή του, ποιες επιστήμες ασχολήθηκαν με τα στάδια και τις μεθόδους παραγωγικής διαδικασίας του, ποια είναι η κατηγοριοποίηση των κραμάτων του, ποια κράματα έχουν εφαρμογή κυρίως στις δομικές κατασκευές, ποια η διαδικασία παραγωγής προϊόντος από απορρίμματα, γιατί δημιουργούνται κατά τη διαδικασία παραγωγής του προβλήματα υγείας και περιβαλλοντικού χαρακτήρα στο περιβάλλον και ποια τα αποτελέσματά τους, ποιες εταιρείες δραστηριοποιούνται στον ελλαδικό χώρο και τέλος, ποια η συνεισφορά του στις δομικές κατασκευές.

2.2.2 Υπόθεση εργασίας

Η προσέγγιση του σκοπού της επιστημονικής αυτής εργασίας είναι, αξιολογώντας τα πιο πάνω ερωτήματα να παρουσιάσει μέσα από προσπάθειες εξεύρεσης και μελέτης των στοιχείων που θα εξετασθούν, τους λόγους διαρκούς επιτυχίας του μετάλλου, οι οποίοι με βάση την ορθολογική τους χρήση είτε συνολικά είτε σημειακά και επιλεκτικά θα προσδιορίσουν την εξέλιξή του αλλά και τον καθοριστικό του λόγο για κάθε εφαρμογή.

Από τη χρήση των πρώτων υλών και ενέργειας για την παραγωγή του μετάλλου, από τη χρήση κραμάτων αλουμινίου με μαγγάνιο, μαγνήσιο, πυρίτιο, κασσίτερο και χαλκό για την παραγωγή μεταλλικών φύλλων, ταινιών, ελασμάτων και διαφόρων προφίλ, από τις τεχνολογίες ανακύκλωσης και αποβολής στο περιβάλλον υπολειμμάτων κατεργασίας αλουμίνιας, από τον συνδυασμό ανάπτυξης και οικολογικής ευαισθησίας χτίστηκε η προσπάθεια διευκρινήσεων του θέματος της εργασίας, αλλά και η παρουσίαση του γενικού διαγράμματος αναπτύξεώς της.

Όλες οι κατευθύνσεις εστιάζονται στις εφαρμογές του τελικού προϊόντος (από καθαρό αλουμίνιο, από χάλυβα και κράματα αλουμινίου) και κυρίως στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό τεχνικών έργων με έμφαση στα κτίρια και ελέγχους της χρήσης του σε αυτά. Ελέγχεται η μόνωση, η καλαισθητή εμφάνιση, τα αποτελέσματα της ανθεκτικότητάς του στο χρόνο, της αντοχής του στη διάβρωση και στη θερμοκρασία και ανιχνεύονται οι χρωματικές παραλλαγές του στην αρχιτεκτονική, που συνήθως γίνονται η αιτία μιας ξεχωριστής εσωτερικής και εξωτερικής εμφάνισης, σε ιδιόκτητα και δημόσια κτήρια αλλά και σε κοινόχρηστους χώρους. Αυτό το προϊόν είναι η αιτία πολυάριθμων εφαρμογών από κατασκευή κουφωμάτων, στοιχείων στήριξης και επένδυσης όψεων ή ελαφρών διαχωριστικών τοίχων, από επικάλυψη στεγών έως προστατευτικό περίβλημα ασφαλικών ή συνθετικών υλικών, από φράγμα υλικών έως υλικό πρώτης ύλης αναλώσιμων και εξοπλισμού (βίδες, ήλοι, σύρματα, κιγκλιδώματα κ.λπ.).



Κεφάλαιο 3^ο

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΛΟΥΜΙΝΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΑΠΟ ΒΩΞΙΤΗ

3.1 Ορισμός Αλουμινίου

Group	→1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
↓Period																		
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
			*	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
			**	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Πίνακας 4. Χημικά σύμβολα

Πηγή : <https://el.wikipedia.org/wiki/Αργίλιο>

Το αργίλιο¹¹ ή αλουμίνιο (*Aluminium*) είναι το χημικό στοιχείο με σύμβολο **Al** και ατομικό αριθμό 13. Είναι ένα αργυρόλευκο μέταλλο, στοιχείο που ανήκει στην ομάδα III_A (13) του περιοδικού συστήματος μαζί με το βόριο. Είναι το πιο άφθονο μέταλλο στο φλοιό της Γης και συνολικά το τρίτο (3^ο) πιο άφθονο χημικό στοιχείο συνολικά στον πλανήτη μας, μετά το οξυγόνο και το πυρίτιο. Κατά βάρος αποτελεί περίπου το 8% του στερεού φλοιού της γης. Ωστόσο είναι πολύ δραστικό χημικά ώστε να βρίσκεται στη φύση ως ελεύθερο μέταλλο. Αντίθετα, βρίσκεται ενωμένο σε πάνω από 270 διαφορετικά ορυκτά. Η κύρια πηγή για τη βιομηχανική παραγωγή του μετάλλου είναι ο βωξίτης.

Το μεταλλικό αλουμίνιο έχει (φαινομενικά) μεγάλη ικανότητα στο να αντιστέκεται στη διάβρωση. Αυτό στην ουσία συμβαίνει γιατί με την έκθεση του μετάλλου στην ατμόσφαιρα σχηματίζει στιγμιαία ένα λεπτό επιφανειακό, μη ορατό, στρώμα οξειδίου του, που εμποδίζει τη βαθύτερη διάβρωσή του (φαινόμενο της παθητικοποίησης). Επίσης, εξαιτίας της σχετικά χαμηλής του πυκνότητας και της μεγάλης του ικανότητας να δημιουργεί μεγάλη ποικιλία κραμάτων, έγινε στρατηγικό μέταλλο για την αεροδιαστημική (και όχι μόνο) βιομηχανία. Είναι, επίσης, εξαιρετικά χρήσιμο στη χημική βιομηχανία, τόσο αυτούσιο ως καταλύτης, όσο και με τη μορφή διαφόρων ενώσεών του.

¹¹ Πληροφορία στο διαδίκτυο: <https://el.wikipedia.org/wiki/Αργίλιο>

3.2 Ανακάλυψη του αλουμινίου και ιστορική διαδρομή παραγωγής αλουμίνας και αλουμινίου από βωξίτη

Η ανακάλυψη και η παραγωγή του αλουμινίου έγινε δυνατή μετά την χρήση του ηλεκτρισμού σε συνδυασμό με την επιστήμη της χημείας και ο χρόνος της ιστορίας του είναι πολύ λίγος, εκατόν είκοσι οκτώ έτη (128), όταν πολλά μέταλλα (χαλκό, χρυσό και σίδηρο) ο άνθρωπος τα χρησιμοποιεί εδώ και επτά χιλιάδες (7.000,00) χρόνια.



Εικ.5 Η πρώτη εγκατάσταση βιομηχανικής παραγωγής αλουμινίου το 1888 ικανότητας 20 κιλών ημερησίως, στο Πίτσμπουργκ των Η.Π.Α.

Πηγή : Σπιτικόπουλος Π. (2004) ,Α.Τ.Ε.Ι. Χαλκίδας, Τμήμα Ηλεκτρολογίας, πτυχιακή εργασία, «Ανακύκλωση αλουμινίου», Αθήνα, σελ. 6

Κατά την αρχαιότητα χρησιμοποιήθηκε με την μορφή της αργίλου σαν πρώτη ύλη για την κατασκευή αγγείων, ενώ κάποια άλατα που περιείχαν αλουμίνιο χρησιμοποιήθηκαν τόσο για βαφές όσο και για φαρμακευτικά σκευάσματα (στυπτηρία). Οι αρχαίοι Κινέζοι, οι Αιγύπτιοι, οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι, χρησιμοποίησαν το αλουμίνιο στις φυσικές του ενώσεις χωρίς πιθανότητα να έχουν πλήρη γνώση της ύπαρξης ενός μετάλλου που έδινε τις τόσο ξεχωριστές ιδιότητες στις δημιουργίες τους. Οι αρχαίοι Έλληνες και Ρωμαίοι γνώριζαν τη στυπτηρία και την χρησιμοποιούσαν. Η στυπτηρία, μια κρυσταλλική ένωση του αλουμινίου με το χημικό τύπο $K_2 SO_4 \cdot Al_2 (SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ χρησιμοποιήθηκε ακόμα ως στυπτικό, καθώς επίσης και στη βαφική¹².

Γενικά, η ονομασία της αλουμίνας (Alumina) προέρχεται από τη λατινική ονομασία **alum-en (-inis)** της **στύψης ή στυπτηρίας** επίσης γνωστής με το χημικό τύπο $KAl (SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ και ήταν η ουσία την οποία παρασκεύαζαν με επεξεργασία ενός ορυκτού αλουμίτη, γνωστού κατά την αρχαιότητα ως "στυπτηριάτης λίθος": $KAl_3(SO_4) 2(OH)_6$. Η στυπτηρία¹³ έχει την ιδιότητα να ξηραίνει και να συστέλλει τους ιστούς,

¹²Λάγαρης Δ. (2009): Ε.Μ.Π., Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών, Τμήμα Μεταλλουργίας και Τεχνολογίας Υλικών, Διδακτορική Διατριβή με θέμα: «Ανάπτυξη και τεχνολογικές ιδιότητες προηγμένου κράματος Αλουμινίου 7075», Αθήνα, σελ.5,6

¹³Ως "στυπτηρίες" σήμερα χαρακτηρίζονται τα μικτά θεικά άλατα με τον γενικό τύπο $M(I)M'(III)(SO_4)2 \cdot 12H_2O$, όπου M(I) κατιόν της ομάδας των αλκαλίων (εκτός από το Li) ή το

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΛΟΥΜΙΝΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΑΠΟ ΒΩΞΙΤΗ

προκαλώντας αιμόσταση και οι ιατροί της εποχής τη χρησιμοποιούσαν κυρίως για τη θεραπεία τραυμάτων. Μεγάλες ποσότητες στυπτηρίας χρησιμοποιούσαν επίσης στη βαφή υφασμάτων ως **πρόστυμμα** (mordant), δηλαδή ως ουσία που σχηματίζει δυσδιάλυτες ενώσεις με φυσικά οργανικά χρώματα με αποτέλεσμα την προσκόλληση και σταθεροποίηση της βαφής στις ίνες του υφάσματος.

	Η στυπτηρία (λατ. alumen), το άλας $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, μια εξαιρετικά χρήσιμη ουσία με αιμοστατικές ιδιότητες, γνωστή ήδη από την αρχαιότητα έδωσε το όνομά της στο οξείδιο Al_2O_3 και στο αντίστοιχο μέταλλο, το αλουμίνιο (αργίλιο), αλλά και σε μια τάξη μικτών θεικών αλάτων.
	Σύμπλεγμα κρυστάλλων στυπτηρίας K-Cr, $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, ενός άλατος ιδιαίτερα χρήσιμου στη βυρσοδεψία.

Εικ.6 Στυπτηρίες

Πηγή : http://195.134.76.37/chemicals/chem_Al2O3.htm

Η ανακάλυψη του μετάλλου για την ελληνική γλώσσα ονομάστηκε **αλουμίνιο** (aluminium) και στις ΗΠΑ : aluminum. Με τον όρο **αλουμίνιο** αναφερόμαστε στο μέταλλο και με τον όρο **αργίλιο** (ελληνική ονομασία των πλούσιων σε αργίλιο πετρωμάτων: **Άργιλος**) αναφερόμαστε στο στοιχείο και στις ενώσεις του (έτσι, π.χ. το $Al_2(SO_4)_3$ αναφέρεται ως **θεικό αργίλιο** και το Al_2O_3 αναφέρεται ως **οξείδιο του αργιλίου**¹⁴.

Κατά το μεσαίωνα οι επιστήμονες υποπτεύθηκαν την ύπαρξη ενός μετάλλου στον άργιλο που θα τους έδινε χρυσό σε μετάλλαξη. Με αυτό τον τρόπο άρχισε η μελέτη και η προσπάθεια για την παραγωγή του αλουμινίου.

αμμώνιο και M'(III) τρισθενές μεταλλικό κατιόν (κυρίως Al, Cr και Fe). Τα περισσότερα από τα άλατα αυτά κρυσταλλώνονται εύκολα παρέχοντας ευμεγέθεις και συχνά διαυγείς κρυστάλλους.

¹⁴α) Merck Index, 12th ed, σελ. 377. (β) Wikipedia: "[Aluminium Oxide](#)". (γ) Greenwood N, Earnshaw A (1984): "[Chemistry of the Elements](#)", Pergamon Press, σελ. 273-278

Περίοδος 1761-1825

Το 1761, ο Γάλλος χημικός **Guyton de Morveau** –Γκιτόν ντε Μορβό- (1737-1816), συνεργάτης του Lavoisier γνωστός για τη συμβολή του στη συστηματική χημική ονοματολογία, πρότεινε τον όρο **alumin** (αλουμίνα) για το οξείδιο (βάση) ενός άγνωστου μέχρι τότε μετάλλου του οποίου την παρουσία θεωρούσε βέβαιη στη στυπτηρία (alum). Στη συνέχεια προστέθηκε και η λατινική κατάληξη **-ium**, όπως συνηθιζόταν στην ονομασία κάθε νέου χημικού στοιχείου και το υποθετικό αυτό στοιχείο ονομάστηκε **aluminium**. Ο ίδιος ο Lavoisier, στο βιβλίο-σταθμό της Χημείας "**Στοιχεία Χημείας**" (Elements of Chemistry), θεωρούσε ως πιθανή την ύπαρξη ενός μετάλλου του οποίου το οξείδιο ο ίδιος είχε ονομάσει **argilla** (αργιλία).

Το 1808, ο Βρετανός χημικός **Humphry Davy** -Χάμφρει Ντέιβ- (1778-1829), διάσημος για την απομόνωση δραστικότερων μετάλλων των ομάδων των αλκαλίων και γαιαλκαλίων (Na, K, Mg, Ca, Ba) με ηλεκτρόλυση τηγμάτων των αλάτων τους, σε επιστολή του προς τη Βασιλική Εταιρεία του Λονδίνου έγραψε ότι δεν επέτυχε να απομονώσει τα μέταλλα από τα οξείδια **alumine** (Al_2O_3), **silex** (SiO_2), **zircon** (ZrO_2) και **glucine** (BeO), αλλά "αν ήταν τόσο τυχερός" και το είχε καταφέρει, τα στοιχεία αυτά θα τα ονόμαζε **silicium** (πυρίτιο), **aluminium** (μετέπειτα aluminium, αλουμίνιο, αργίλιο), **zirconium** (ζιρκόνιο) και **glucium** (στη συνέχεια glucinium, γλυκίνιο και μετέπειτα βηρύλλιο). Ο Sir Humphrey Davy -Σερ Χάμφρει Ντέιβ- πρότεινε το όνομα "**aluminium**" για το μέταλλο, αν και λίγο αργότερα συμφώνησε με το όνομα "**aluminum**", όρος που χρησιμοποιείται και σήμερα ακόμα για το αλουμίνιο στην βόρεια Αμερική. Δεν διαφέρει το όνομα του νέου μετάλλου από τα άλλα καθιερωμένα ονόματα των φυσικών στοιχείων που έχουν κατάληξη σε "**-ium**".

Ήδη από το 1821, ο Γάλλος γεωλόγος **Pierre Berthie** -Πιερ Μπερτιέ- (1782-1861) είχε διαπιστώσει ότι το καταλληλότερο μέταλλευμα για την παρασκευή αλουμίνας ήταν ένα ορυκτό (τυπικά πρόκειται για "πέτρωμα") αποτελούμενο από ένυδρη αλουμίνα (σε μίγμα με οξείδια άλλων μετάλλων και κυρίως σιδήρου). Το ορυκτό αυτό βρισκόταν σε σχετικά μεγάλες ποσότητες στην περιοχή της Μεσογείου και το οποίο ονόμασε **βωξίτη**, από το όνομα της πόλης Γαλλίας (Les Baux in Provence), όπου βρήκε πλούσια κοιτάσματά του.



Εικ.7 Ο Δανός φυσικός Hans Christian Oersted (1777-1851) που παρήγαγε το πρώτο καθαρό αλουμίνιο το 1825

Πηγή : Σπιτικόπουλος Π. (2004), «*Ανακάλυψη αλουμινίου*», Αθήνα, σελ. 6



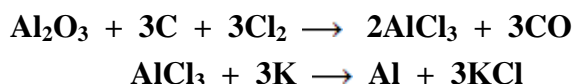
Εικ.8 Ο Γερμανός Friedrich Wohler (1800-1882) πετυχαίνει το 1827 την παραγωγή αλουμινίου μέσω της αντίδρασης ποτάσας με άνυδρο χλωρίδιο του αλουμινίου

Πηγή : Σπιτικόπουλος Π. (2004), «*Ανακάλυψη αλουμινίου*», Αθήνα, σελ. 6

3.2.1 Απομόνωση αλουμινίου- Πρώιμη βιομηχανία αλουμινίου¹⁵

Περίοδος 1825-1855

Το 1825, ο Δανός φυσικός και χημικός **Hans Christian Oersted** –Χαν Κρίστιαν Έρνεστ- (1777-1851), γνωστός κυρίως για τις εργασίες του στον ηλεκτρομαγνητισμό, διαβίβασε χλώριο μέσω ερυθροπυρακτωμένου μίγματος αλουμίνας και άνθρακα και συνέλεξε το σχετικά πτητικό άλας τριχλωριούχο αργίλιο, το οποίο με αντίδραση με αμάλγαμα μεταλλικού καλίου (1,5% διάλυμα K σε Hg) έδωσε μεταλλικό αλουμίνιο:



Ο Oersted παρέλαβε μια μικρή ποσότητα μάλλον ακάθαρτου μετάλλου, το οποίο του φάνηκε να μοιάζει κάπως με τον κασσίτερο. Ωστόσο, η ανακάλυψη αυτή δεν έγινε ευρύτερα γνωστή, αφού η σχετική δημοσίευση έγινε σε ένα μάλλον άσημο επιστημονικό περιοδικό της Δανίας, αλλά και ο ίδιος δεν ενδιαφέρθηκε να συνεχίσει την έρευνα πάνω στο νέο αυτό μέταλλο. Αν και η μέθοδος απομόνωσης του μετάλλου αναφέρεται ως "χημική" θα πρέπει εδώ να τονιστεί ότι το μεταλλικό κάλιο (ή νάτριο που χρησιμοποιήθηκε λίγο αργότερα) παράγεται αποκλειστικά με ηλεκτρόλυση τήγματος του αντίστοιχου χλωριούχου άλατος, επομένως -έστω και έμμεσα- η μέθοδος μπορεί να θεωρηθεί ηλεκτρολυτική.

Ο Oersted γνωστοποίησε τα αποτελέσματά του στον Γερμανό χημικό **Friedrich Wöhler** -Βέλερ- (1800-1882), ο οποίος είναι ευρύτερα γνωστός για τη σύνθεση της ουρίας, έναν σταθμό της ιστορία της οργανικής χημείας, αφού έτσι κατέρριψε τη θεωρία της **ζωικής δύναμης** (vis vitalis). Ο Wöhler -Βέλερ- αρχικά απέτυχε να παραλάβει αλουμίνιο με τη μέθοδο του Oersted -Έρνεστ-, όμως στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας ως αναγωγικό καθαρό κάλιο, απομόνωσε μια ποσότητα του μετάλλου το 1827.

Τα επόμενα 18 χρόνια ο Wöhler –Βέλερ- συνέχισε να ασχολείται με την απομόνωση του αλουμινίου. Το 1845, είχε συλλέξει αρκετή ποσότητα από το νέο μέταλλο και έχοντας πλέον στη διάθεσή του μια συμπαγή μάζα του, μπόρεσε να μετρήσει το ειδικό βάρος του. Έτσι, ανακάλυψε μια από τις σπουδαιότερες ιδιότητες του αλουμινίου: την "αβάσταχτη" ελαφρότητά του, δηλ. το μικρό ειδικό βάρος του (2,70 g/cm³), τιμή πρωτόγνωρη για μέταλλο σταθερό στις συνήθεις ατμοσφαιρικές συνθήκες.

Το 1855, ο Γάλλος χημικός **Henri Etienne Saint-Claire Deville** –Ανρί Ετιέν Σεν Κλερ Ντεβίλ- (1818-1881) ανέπτυξε μια χημική μέθοδο, παραγωγής αλουμινίου

¹⁵ (α) Elementymology & Elements Multidict: "[13. Aluminium](#)". (β) Calvert JB (University of Denver): "[Aluminium](#)". (γ) Smallwood K (gizmodo.com): "[When Aluminum Cost More Than Gold](#)". (δ) [www.aluminiumleader.com](#): "Encyclopedia 'Aluminium. 13 element': [History of the Metal](#)". (ε) [www.aluminiumleader.com](#): "Encyclopedia 'Aluminium. 13 element': [Applications of Aluminium in the 19th Century](#)". (στ) The Aluminum Smelting Process: "[Aluminum Discovery and Extraction - A Brief History](#)" [The Aluminum Production Process: How the Hall-Heroult Process works...](#)

σε μεγάλη κλίμακα με βάση την ίδια σειρά αντιδράσεων, αντικαθιστώντας όμως το ακριβό μεταλλικό κάλιο με το φθηνότερο και σχετικά πιο εύχρηστο μεταλλικό νάτριο.



Εικ. 9 Ο Γάλλος χημικός Henri Etienne Saint- Claire Deville (1818-1881) ξεκίνησε την παραγωγή αλουμινίου σε βιομηχανική κλίμακα (1855)

Πηγή:
http://195.134.76.37/chemicals/chem_Al2O3.htm



Εικ. 10 Ο Louis Napoleon III (1808- 1873) υποστήριξε οικονομικά τις προσπάθειες του Deville για τη βιομηχανική παραγωγή αλουμινίου

Πηγή:
http://195.134.76.37/chemicals/chem_Al2O3.htm

Παρά τη βελτίωση της μεθόδου το μεταλλικό αλουμίνιο εξακολουθούσε να είναι ένα πανάκριβο μέταλλο. Έτσι, το 1852 η τιμή του αλουμινίου βρισκόταν στο απλησίαστο ύψος των 1500\$/kg, ενώ το 1859 είχε μειωθεί δραστικά στα 40 \$/kg, μια τιμή που εξακολουθούσε όμως να είναι μεγάλη.



Εικ. 11 Το 1855, στη Διεθνή Έκθεση του Παρισιού (Paris Exposition Universelle) εκτέθηκαν δώδεκα ράβδοι αλουμινίου (συνολική ποσότητα: περίπου 1 kg μαζί με τα κοσμήματα του γαλλικού στέμματος)

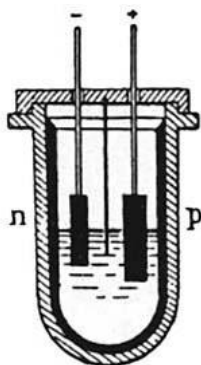
Πηγή : Ελληνική Ένωση Αλουμινίου www.aluminium.org.gr

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΛΟΥΜΙΝΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΑΠΟ ΒΩΞΙΤΗ

Το 1855, στη Διεθνή Έκθεση του Παρισιού (Paris Exposition Universelle, 1855), δημιούργησε αίσθηση η παρουσίαση στο κοινό του νέου μετάλλου, το οποίο χαρακτηριζόταν ως "ασήμι από τον πηλό (άργιλο)". Δώδεκα ράβδοι αλουμινίου συνολικού βάρους περίπου ενός χιλιογράμμου εκτέθηκαν μαζί με τα κοσμήματα του γαλλικού στέμματος, αφού ήδη το αλουμίνιο εθεωρείτο μέταλλο πολυτιμότερο ακόμη και από τον χρυσό και τον λευκόχρυσο. Μάλιστα, πολλές κυρίες της αριστοκρατίας της εποχής στολίζονταν με κοσμήματα από αλουμίνιο. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι ο αυτοκράτορας της Γαλλίας **Louis Napoleon III** –Λουί Ναπολεόν- (1808-1873) έδωσε μια δεξίωση προς τους τιμώμενους ξένους καλεσμένους, όπου χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά πιάτα και μαχαιροπήρουνα από αλουμίνιο, ενώ για τους λιγότερο σημαντικούς καλεσμένους τα σερβίτσια ήταν από άργυρο ή χρυσό (!).

Ο Ναπολέων III έδειξε μεγάλο ενδιαφέρον για το αλουμίνιο, θεωρώντας κατά κάποιο τρόπο το νέο μέταλλο ως "εθνικό επίτευγμα". Μεταξύ άλλων, φιλοδοξούσε να εξασφαλίσει για τον Γαλλικό στρατό προστατευτικούς θώρακες, κράνη και άλλον αμυντικό εξοπλισμό από αυτό το ελαφρύ μέταλλο και προσέφερε άφθονη χρηματοδότηση στον Deville για την κατασκευή χυτηρίων¹⁶.

Ο **Hans Christian Oersted** –Χαν Κρίστιαν Έρνεστ- ήταν ο πρώτος επιστήμονας που παρήγαγε καθαρό αλουμίνιο το 1825, με την χρήση χλωριδίου του αλουμινίου ($AlCl_3$) και αμάλαμα ποτάσας, ένα κράμα δηλαδή ποτάσας και ψευδαργύρου. Ο Oersted Έρνεστ- ανεβάζοντας την θερμοκρασία του μίγματος, σε κατάσταση χαμηλής πίεσης πέτυχε την απομάκρυνση του ψευδαργύρου, το εναπομείναν δε υλικό ήταν **το αλουμίνιο**¹⁷.



Εικ. 12 Ηλεκτρολυτική κυψέλη που χρησιμοποιήθηκε στη διαδικασία αναγωγής

Πηγή : Σπιτικόπουλος Π. (2004) , Α.Τ.Ε.Ι Χαλκίδας, Τμήμα Ηλεκτρολογίας, πτυχιακή εργασία με θέμα: «Ανακύκλωση αλουμινίου», Αθήνα, σελ. 6

(2004): Α.Τ.Ε.Ι. Χαλκίδας, Τμήμα Ηλεκτρολογίας, πτυχιακή Το 1885 η ετήσια παραγωγή του μετάλλου είχε φθάσει περίπου τους δεκαπέντε (15) τόνους, ωστόσο παρά τις βελτιώσεις και τη σχετικώς μεγάλη κλίμακα παραγωγής του, αλλά και τη μείωση κατά 90% σε σχέση με τις αρχικές τιμές, η τιμή του αλουμινίου εξακολουθούσε να είναι απαγορευτικά υψηλή για μεγαλύτερες κατασκευές και μια

¹⁶ Πληροφορία στο διαδίκτυο : Ελληνική Ένωση Αλουμινίου www.aluminium.org.gr

¹⁷ Πληροφορία στο διαδίκτυο: ibid

γενικευμένη χρήση του. Η τελευταία (1890) και χαμηλότερη τιμή του αλουμινίου παρασκευασμένου με τη μέθοδο Deville ήταν περίπου 33\$/kg, που εξακολουθούσε να είναι πολύ υψηλή για τα δεδομένα εκείνης της εποχής και η χρήση του περιοριζόταν στην κατασκευή πολυτελών σκευών.



Εικ.13 Κιάλια όπερας (1865)
από αλουμίνιο



Εικ.14 Διακοσμητικό σκεύος (1878),
φρουτιέρα από αλουμίνιο

Πηγή : http://195.134.76.37/chemicals/chem_Al2O3.htm

Το αλουμίνιο άρχισε να δημιουργεί την δική του αγορά καθώς η παραγωγή του στις αρχές του αιώνα έβγαλε το μέταλλο αυτό από τους πίνακες των πολυτίμων μετάλλων. Τότε, λοιπόν, στις αρχές του αιώνα η παραγωγή έφτασε σε μερικούς χιλιάδες τόνους, δικαιώνοντας την «προφητεία» του Ιουλίου Βερν, "Από την Γη στη Σελήνη".



Εικ. 15 Μια πυραμίδα από αλουμίνιο βάρους 2,8 kg τοποθετήθηκε τιμητικά στην κορυφή του μνημείου του Washington κατά την ανέγερσή του το 1884

Πηγή: <http://mentalfloss.com/article/31360/whats-point-pyramid-atop>

Οι πρώτες χρήσεις του αλουμινίου σε βιομηχανικές εφαρμογές ξεκίνησαν:

- **1908**, με την παραγωγή καλωδίων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης
- **1910**, με την παραγωγή καλωδίων για χρήση σε υπόγειες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, μονωμένες με μολύβι και χαρτί. Χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στην Βοστώνη
- **1912**, με την παραγωγή κουπαστών εσωτερικών χώρων από αλουμίνιο για το επιβατικό πλοίο AQUITANA
- **1917**, με την παραγωγή καλωδίου για μετασχηματιστές ηλεκτρικής ενέργειας
- **1920**, με την παραγωγή μηχανικών μερών για μηχανές

3.2.2 Χρονολογική εξέλιξη της παραγωγής του μετάλλου του αλουμινίου¹⁸

Η χρονολογική εξέλιξη της παραγωγής του μετάλλου από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα επιγραμματικά είναι η ακόλουθη:

- **1808**: Ο Βρετανός Davy ανακαλύπτει την ύπαρξη του μετάλλου
- **1821**: Ο P. Berthier ανακαλύπτει κοντά στο χωριό Les Baux στην Γαλλία μια σκληρή, κοκκινωπή ουσία που περιέχει 52 % αλουμίνιο και την ονομάζει Βωξίτη
- **1825**: Ο Δανός Hans Christian Oersted παράγει μια μικρή ποσότητα αλουμινίου χρησιμοποιώντας διάλυμα ποτάσας
- **1827**: Ο Γερμανός Friedrich Wohler ανακοινώνει την ανακάλυψή του για την παραγωγή αλουμινίου μέσω της αντίδρασης ποτάσας με άνυδρο χλωρίδιο του αλουμινίου
- **1845**: Ο Wohler ανακάλυψε και κατέγραψε την πυκνότητα του αλουμινίου και μία από τις βασικές του ιδιότητες, την ελαφρότητα
- **1854**: Ο Γάλλος Henri Saite-Claire Deville βελτιώνει την μέθοδο του Wohler και παράγει βιομηχανικά αλουμίνιο, για πρώτη φορά στην ιστορία. Η τιμή του μετάλλου ξεπερνά αυτή του χρυσού και της πλατίνας
- **1855**: Μία ράβδος αλουμινίου εκτίθεται στην Διεθνή Έκθεση των Παρισίων μαζί με άλλα πολύτιμα μέταλλα
- **1886**: Δύο νέοι και άγνωστοι επιστήμονες, ο Γάλλος Paul Louis Toussaint Heroult και ο Αμερικάνος Charles Martin Hall, εφευρίσκουν την μέθοδο παραγωγής αλουμινίου μέσω της ηλεκτρόλυσης διαλύματος αλουμίνας. Αυτοί εργάστηκαν ξεχωριστά, χωρίς να ξέρουν ο ένας την εργασία του άλλου
- **1888**: Οι πρώτες εταιρείες παραγωγής αλουμινίου γεννήθηκαν στην Γαλλία, την Ελβετία και τις ΗΠΑ
- **1889**: Ο Αυστριακός Friedrich Bayer, γιος του ιδρυτή της περίφημης εταιρίας χημικών ουσιών, εφευρίσκει την μέθοδο παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων αλουμίνας από τον βωξίτη
- **1900**: Η ετήσια παραγωγή αλουμινίου σπάει κάθε ρεκόρ, φτάνοντας τους 8 τόνους σε ετήσια βάση

¹⁸ Πληροφορία στο διαδίκτυο:

<http://www.atem-oe.gr/aluminio-pliifories/istorika-stoixeia-aluminio/viomixaniki-paragogi-aluminiumi.html>

3.3 Ιστορική διαδρομή δημιουργίας βιομηχανίας αλουμινίου στην Ελλάδα¹⁹

Στις 13-11-1961 δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως το καταστατικό της Ανώνυμης Εταιρείας «Αλουμίνιον της Ελλάδος» όπου θα δημιουργηθεί το εργοστασιακό συγκρότημα της ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ στην παραθαλάσσια περιοχή του Αγίου Νικολάου της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας στο κέντρο της ορεινής ζώνης Ελικώνα-Παρνασσού-Γκιώνας όπου απλώνονται τα κοιτάσματα βωξίτη. Στις υποδομές συμπεριλαμβάνεται και το λιμάνι, που επιτρέπει άμεση πρόσβαση στις θαλάσσιες μεταφορές αλλά και ευελιξία.

Συνολικά σε μία έκταση 750 στρεμμάτων η βιομηχανική μονάδα θα περιλαμβάνει : τους χώρους απόθεσης και παραλαβής του βωξίτη, το εργοστάσιο παραγωγής αλουμίνας, το εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου, τον Σταθμό Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας, τις λιμενικές εγκαταστάσεις, τις εγκαταστάσεις αντιρύπανσης, τους χώρους αποθήκευσης καυσίμων και πρώτων υλών, τα συνεργεία κεντρικής και περιφερειακής συντήρησης, το πλέγμα δραστηριοτήτων υποστήριξης (Περιβάλλοντος, Ποιότητας, Ασφάλειας, Χημείου, Πληροφορικής, Ιατρείου, Διαχείρισης Προσωπικού κ.α.). Η δυναμικότητα ετήσιας παραγωγής του εργοστασίου αναμένεται έως το 2013 να διαμορφωθεί σε 1.100.000 τόνους αλουμίνας και 180.000 τόνους αλουμινίου.



Εικ.16 Ποιμένες παρακολουθούν την τελετή θεμελίωσης του αλουμινίου

Εικ.17 Έργοστάσιο και περιβάλλον χώρος το 1966

Πηγή : «Μισός αιώνας ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ». Επετειακή έκδοση της ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ Α.Ε. μέλος του ομίλου επιχειρήσεων Μυτιληναίος

Η εγκατάσταση της βιομηχανικής μονάδας οδήγησε της εταιρεία ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ στη δημιουργία μιας παρακείμενης, πρότυπης εργατικής κοινότητας που φιλοξενούσε τις οικογένειες των εργαζομένων. Έτσι στο μυχό του γραφικού κόλπου της Αντίκυρας, δημιουργήθηκαν τα Άσπρα Σπίτια, ένας οικισμός χτισμένος κατά τα ευρωπαϊκά πρότυπα της εποχής από τον πολεοδόμο Κωνσταντίνο Δοξιάδη. Η

¹⁹ Πληροφορία στο διαδίκτυο:«Μισός αιώνας ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ». Επετειακή έκδοση της ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ Α.Ε. μέλος του ομίλου επιχειρήσεων Μυτιληναίος

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΛΟΥΜΙΝΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΑΠΟ ΒΩΞΙΤΗ

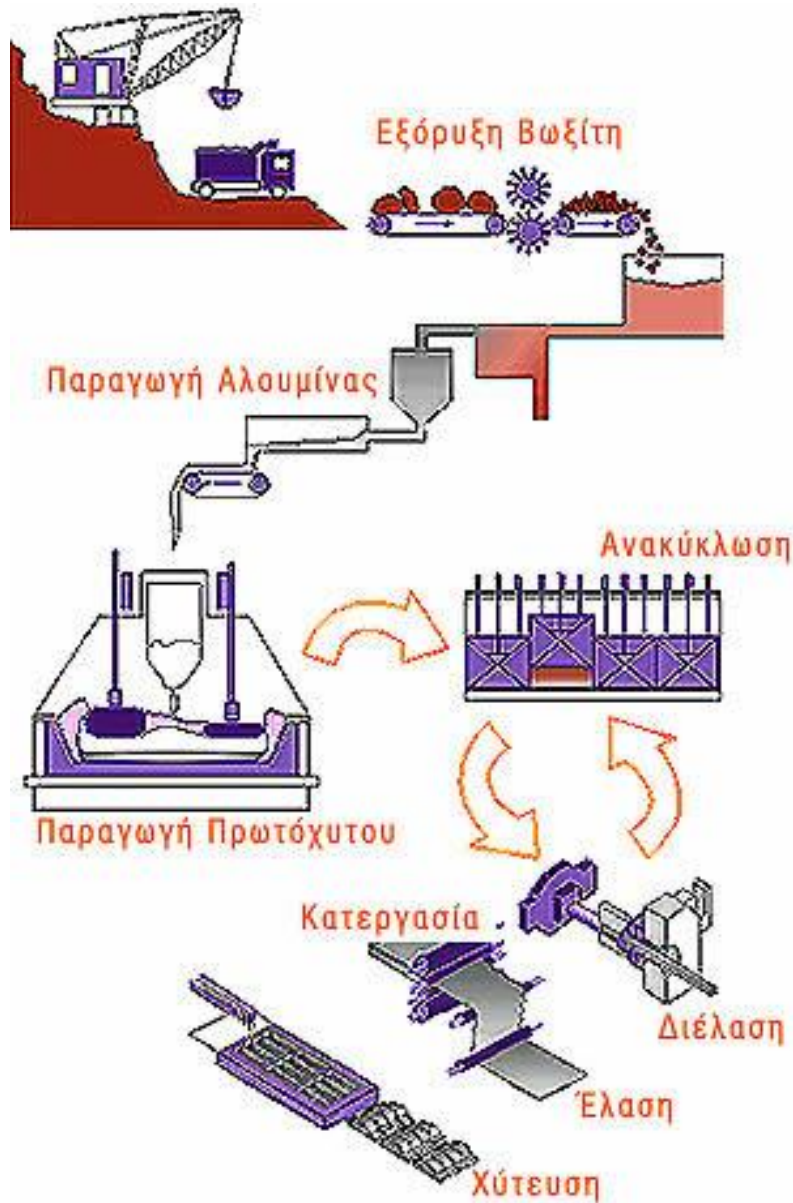
πρωτοπόρος κοινότητα διέθετε υποδομές που εξασφάλιζαν την αυτάρκειά της και μια πρωτόγνωρη ποιότητα ζωής στους κατοίκους της. Μετά από δύο επεκτάσεις τα Άσπρα Σπίτια σήμερα είναι μια σύγχρονη κωμόπολη που αναβαθμίζει συνεχώς τις υποδομές της. Η έκτασή τους είναι 612 στρέμματα, οι υπηρεσίες κοινής ωφέλειας 15.500Μ2, το οδικό δίκτυο 70.154Μ, οι πλατείες 30.215Μ2 και οι παιδικές χαρές 6.120Μ2



Κεφάλαιο 4^ο

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΚΑΙ ΚΡΑΜΑΤΩΝ

4.1 Γενικές και συνοπτικές πληροφορίες για την προέλευση του αλουμινίου



Εικ. 18 Διαδικασία παραγωγής πρωτόχυτου αλουμινίου

Πηγή : <http://www.atem-oe.gr/aluminio-plirofories/tecnologies-alouminiou/paragogi-protocxitou-deuterocxitou-alouminiou.htm>

Το ορυκτό βωξίτης μετά από εξόρυξη μετατρέπεται σε αλουμίνα και στη συνέχεια με ηλεκτρόλυση **μετατρέπεται σε μέταλλο αλουμίνιο** (πρωτόχυτο).

Η Αλουμίνα (βλ. Εικ 16) είναι το βιομηχανικό προϊόν που παράγεται από το μετάλλευμα του βωξίτη και χρησιμοποιείται για την παραγωγή **πρωτόχυτου αλουμινίου** αλλά και άλλων μη μεταλλουργικών προϊόντων (λειαντικά και μονωτικά υλικά, πυρίμαχα, απορρυπαντικά φάρμακα και για την επεξεργασία του νερού). Η αλουμίνα, η οποία στην Ελλάδα από την ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ Α.Ε. εξάγεται από το βωξίτη **με τη μέθοδο Bayer**, μπορεί να είναι **ένυδρη ή άνυδρη**, ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας της. Η άνυδρη, γνωστή ως μεταλλουργική αλουμίνα, προκύπτει από το ψήσιμο της ένυδρης και την αφαίρεση των περιεχόμενων ποσοτήτων νερού.

Το πρωτόχυτο αλουμίνιο¹⁸ παράγεται μέσω της διαδικασίας ηλεκτρόλυσης της άνυδρης αλουμίνιας. Για την επεξεργασία του πρωτόχυτου αλουμινίου και την παραγωγή των τελικών προϊόντων (κολόνες, πλάκες και χελώνες), το εργοστάσιο παραγωγής της εταιρείας περιλαμβάνει:

- τη **Δραστηριότητα Ανόδων**, που παράγει και εξασφαλίζει την τροφοδοσία της ηλεκτρόλυσης με τις απαραίτητες συναρμολογημένες ανόδους. Με δυναμικότητα 90.000 τόνους ψημένων ανόδων ετησίως.
- τη **Δραστηριότητα Ηλεκτρόλυσης**, με ετήσια δυναμικότητα παραγωγής 164.000 τόνους ρευστού αλουμινίου.
- τη **Δραστηριότητα του Χυτηρίου**, όπου το ρευστό μέταλλο χυτεύεται και μορφοποιείται σε κολόνες (124.000 τόνοι) και πλάκες (40.000 τόνοι).
- τη **Δραστηριότητα Υποστήριξης Παραγωγής**, που εξασφαλίζει την ανακατασκευή της επένδυσης των λεκανών ηλεκτρόλυσης και των κάδων χύτευσης.

Το δευτερόχυτο αλουμίνιο¹⁹ παράγεται από την επανάληψη και επαναχύτευση κομματιών του αλουμινίου που έχουν χρησιμοποιηθεί (scrap). Το scrap προέρχεται είτε από συλλογή διαφόρων κομματιών αλουμινίου που η χρήση τους έχει πάψει, όπως κάρτερ αυτοκινήτων, παλιά παράθυρα ή πόρτες, κουτιά μύρας και αναψυκτικών κ.λ.π. old scrap), είτε από τα αποκόμματα που δημιουργούνται κατά την επεξεργασία του αλουμινίου για την παραγωγή προϊόντων new scrap). Εάν ακολουθηθεί ο σωστός τρόπος παραγωγικής διαδικασίας αυτό έχει τις ίδιες ιδιότητες και χαρακτηριστικά με αυτό του πρωτόχυτου αλουμινίου

¹⁸ Πληροφορία στο διαδίκτυο: «*Αλουμίνιον Α.Ε.*»

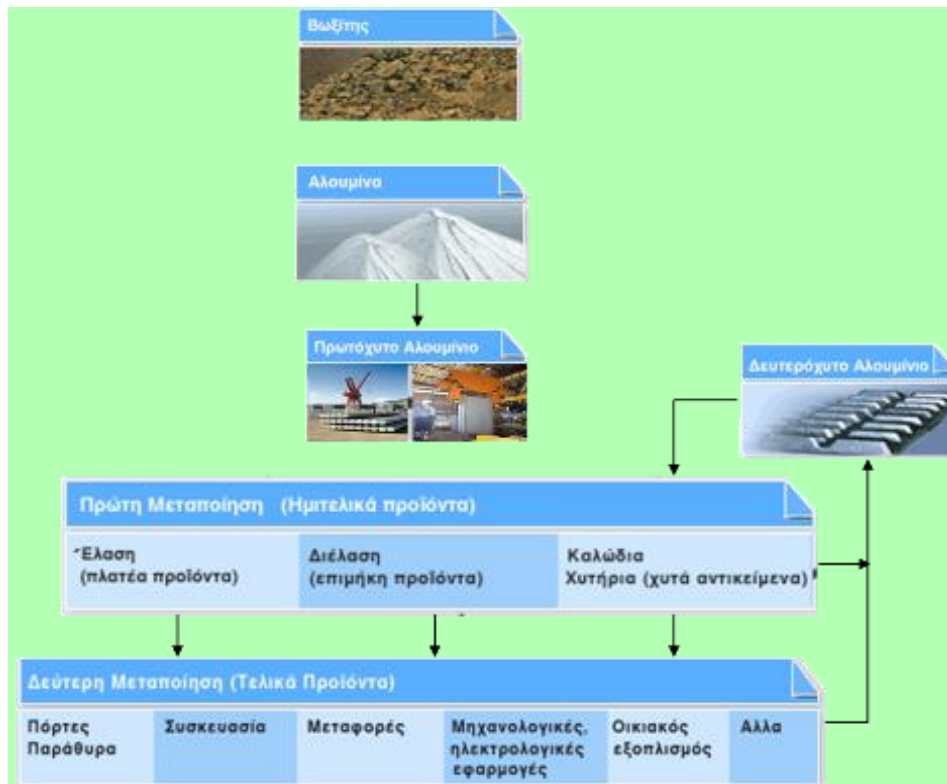
<http://www.alhellas.com/el-gr/alumina/aluminium-products.html>

¹⁹ Πληροφορία στο διαδίκτυο:

<http://www.atem-oe.gr/aluminio-pliories/tecnologies-alouminiou/paragogi-protositou-deuteroxitou-alouminiou.html>

Στην Ελλάδα η εξόρυξη του πετρώματος βωξίτη γίνεται από τη ΔΕΛΦΟΙ – ΔΙΣΤΟΜΟΝ²⁰. Πρόκειται για ένα ιζηματογενές πέτρωμα, μίγμα μεταλλικών οξειδίων. Στον ελληνικό χώρο, η ζώνη Ελικώνα – Παρνασσού – Γκιόνας διαθέτει τα σημαντικότερα γνωστά κοιτάσματα βωξίτη, που εκτιμώνται σε περίπου 100 εκ. τόνους. Ο ελληνικός βωξίτης είναι **διασπορικού τύπου και η σύνθεσή του αποτελείται από 1 μόριο κρυσταλλικού νερού ανά 1 μόριο αλουμίνας (οξείδιο του αργιλίου)**.

Περιοχές πλούσιες σε βωξίτη παγκόσμια (βλ. διάγραμμα 1) είναι: η Δυτική και η Κεντρική Αφρική, η Νότια Αμερική (Βραζιλία, Βενεζουέλα, Σουρινάμ), η Καραϊβική (Τζαμάικα), η Ωκεανία, η Νότια Ασία, η Κίνα, η Μεσόγειος (Ελλάδα, Τουρκία) και τα Ουράλια (Ρωσία).



Εικ.19 Καθετοποιημένο Διάγραμμα Παραγωγής αλουμινίου

Πηγή : Ομάδα Έργου ΣΕΒΕ –Ινστιτούτο Εξαγωγικών Ερευνών & Σπουδών- (ΙΕΕΣ)- (2015): «Αναλυτική καταγραφή και αποτύπωση επιχειρησιακών διαδικασιών (Business Process Analysis - BPA) εξαγωγής προφίλ αλουμινίου οικοδομικών κατασκευών στην Αυστραλία με πλοίο», σελ. 9

Ξεκινώντας με το βωξίτη, ενώ η Αυστραλία αύξησε το μερίδιό της στην παγκόσμια παραγωγή από 20% σε 32% τα τελευταία 40 χρόνια, η Τζαμάικα η Σουρινάμ και η Ρωσία δεν συγκαταλέγονται σήμερα στις παραγωγικές χώρες βωξίτη, έχοντας αντικατασταθεί από την Βραζιλία (15%), την Κίνα (14%) και την Ινδονησία (11%). Συνολικά το μερίδιο των μεγαλύτερων χωρών - παραγωγών

²⁰ Πληροφορία στο διαδίκτυο: «Αλουμίνιον Α.Ε.» <http://www.alhellas.com/el-gr/alumina/aluminium-products.html>

βωξίτη ανέρχεται σήμερα σε 70%. Η Ελλάδα κατέχει την όγδοη (8^η) θέση παγκοσμίως σε αποθέματα βωξίτη και την πρώτη (1^η) θέση στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Είναι μάλιστα από τις λίγες ευρωπαϊκές χώρες με **καθετοποιημένη²¹ παραγωγή**.

Οι νέες εκμεταλλεύσεις²² συνδυάζονται με τη **σύμμετρη αποκατάσταση υφιστάμενων μεταλλευτικών περιοχών**. Για το 98% των μεταλλείων υπάρχουν σχέδια αποκατάστασης και η έκταση η οποία αποκαθίσταται και ξαναγίνεται δάσος αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από την αρχική βλάστηση που προϋπήρχε της λειτουργίας των μεταλλείων²³

Τα παγκόσμια αποθέματα βωξίτη αρκούν για να τροφοδοτήσουν την βιομηχανία αλουμινίου για μερικούς αιώνες

Country	Thousand metric tons
Αυστραλία	7,400,000
Βραζιλία	4,900,000
Κίνα	2,000,000
Γουινέα	8,600,000
Γουιάνα	900,000
Ινδία	1,400,000
Τζαμάικα	2,500,000
Ρωσία	250,000
Σουρινάμ	600,000
Η.Π.Α	40,000
Βενεζουέλα	350,000
Άλλες χώρες	4,700,000
ΣΥΝΟΛΟ	34,000,000

Πίνακας 5 Παγκόσμια αποθέματα βωξίτη

Πηγή : Πάνιας Δ. «*Μεταλλουργία αλουμινίου*» παρουσίαση Ε.Μ.Π.

²¹ Πληροφορία στο διαδίκτυο: Αντωνοπούλου Σ. (2013): Με το όρο καθετοποιημένη παραγωγή εννοούμε τον έλεγχο της επιχείρησης επί των διαφόρων σταδίων παραγωγής και διανομής των προϊόντων που παράγει ή και των υπηρεσιών που προσφέρει.

²² Πληροφορία στο διαδίκτυο: «*Η βιωσιμότητα του αλουμινίου στο κτίριο*», EUROPEAN ALUMINIUM ASSOCIATION, σελ. 2

²³ Διεθνές Ινστιτούτο Αλουμινίου (2008) : «*4η Έκθεση Βιώσιμης Μεταλλευτικής του Βωξίτη*»

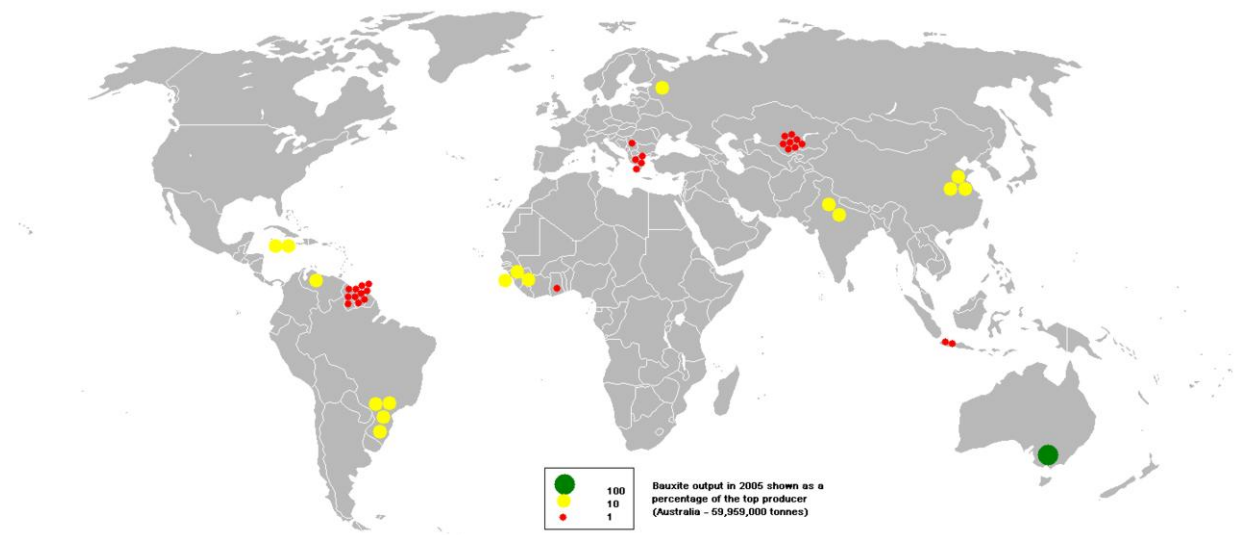
Country	Thousand metric tons	
Αυστραλία	55,602	(62,5)
Βοσνία-Ερζεγοβίνη		100
Βραζιλία	13,148	(25,5)
Κίνα	12,500	(21,60)
Γκάνα	495	(1,03)
Ελλάδα	2,418	(2,20)
Γουινέα		15,500
Γουιάνα	1,500	(2,20)
Ουγγαρία		666
Ινδία	10,002	(23,00)
Ινδονησία	1,094	(16,00)
Ιράν		500
Τζαμάικα	13,444	(14,60)
Καζακστάν	4,737	(5,00)
Μαλαισία		3
Μοζαμβίκη		12
Πακιστάν		8
Ρωσία	4,000	(6,10)
Σερβία-Μαυροβούνιο		600
Σουρινάμ	4,215	(5,30)
Τουρκία	300	(0,90)
Η.Π.Α		Not Available
Βενεζουέλα	5,200	(5,00)
Παγκόσμια Παραγωγή		146,000

Πίνακας 6 Παγκόσμια παραγωγή Βωξίτη 2003& 2007

Πηγές : Πάνιας Δ. «Μεταλλουργία αλουμινίου» παρουσίαση Ε.Μ.Π.

& Geology.com: "[Bauxite](#)"






Ελληνική Παραγωγή	=	1,7% της Παγκόσμιας
Ευρωπαϊκή Παραγωγή	=	2,8% της Παγκόσμιας
Ελληνική Παραγωγή	=	59,2% της Ευρωπαϊκής
Βαλκανική Παραγωγή	=	83,7% της Ευρωπαϊκής



Πίνακας 7 Παγκόσμια παραγωγή Βωξίτη 2012 & 2013

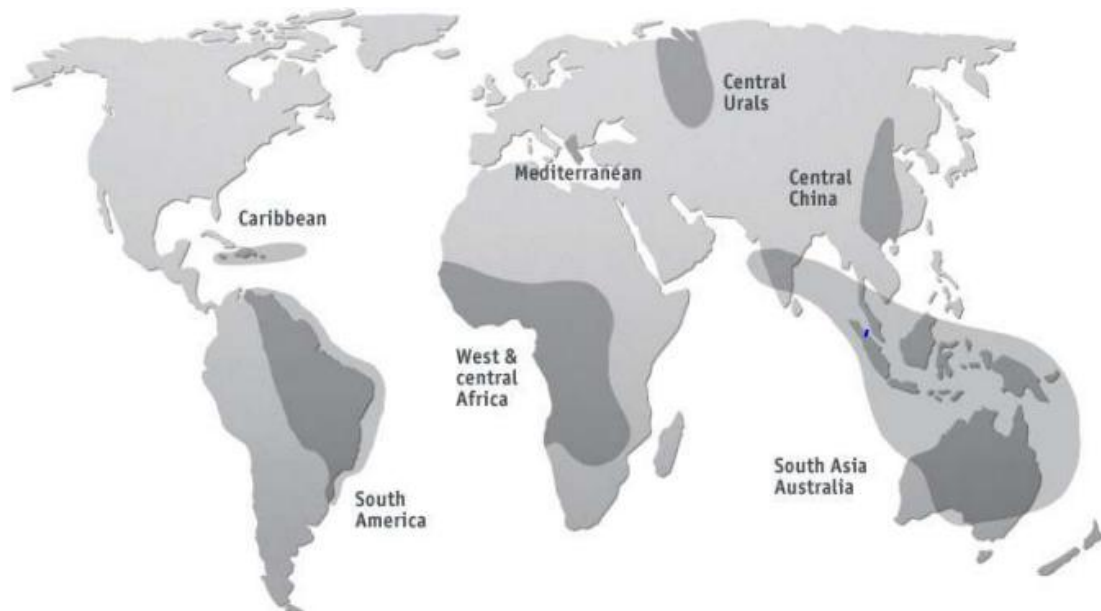
Πηγή : http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_bauxite_production

Rank	Country/Region	Bauxite (tonnes)	Year
	World	259,400,000	2013
1	Australia	77,000,000	2013
2	China	47,000,000	2013
3	Brazil	34,200,000	2013
4	Indonesia	30,000,000	2013
5	India	19,000,000	2013
6	Guinea	17,000,000	2013
7	Jamaica	9,500,000	2013
8	Russia	5,200,000	2013
9	Kazakhstan	5,100,000	2013
10	Suriname	3,400,000	2013
11	Venezuela	2,500,000	2013
12	Guyana	2,250,000	2013
13	Greece	2,000,000	2013
14	Turkey	1,100,000	2012
15	Ghana	790,000	2012
16	Sierra Leone	776,000	2012
17	Bosnia and Herzegovina	700,000	2012
18	Iran	600,000	2012
19	Fiji	500,000	2012
20	Hungary	250,000	2012
21	Malaysia	200,000	2012
22	United States	129,000	2012

Rank	Country/Region	Bauxite (tonnes)	Year
23	 Vietnam	100,000	2013
24	 Montenegro	60,000	2012
25	 Tanzania	20,000	2012
26	 Mozambique	13,000	2012
27	 Pakistan	12,000	2012

Μία πλήρης αναδιάταξη των χωρών παραγωγής έχει λάβει χώρα και για την αλουμίνα διαχρονικά (βλ. διάγραμμα 2, χάρτης²⁴ παγκόσμιας παραγωγής αλουμίνας-2013). Τα μερίδια παραγωγής της Ιαπωνίας, της Ρωσίας, της Τζαμάικας και του Σουρινάμ έχουν διαχρονικά μειωθεί δραστικά και σήμερα τέσσερις χώρες (Κίνα-36%, Αυστραλία-23%, Βραζιλία-11% και Ινδία-4%) παράγουν το 75% της αλουμίνας σε παγκόσμιο επίπεδο.

Major Bauxite Areas

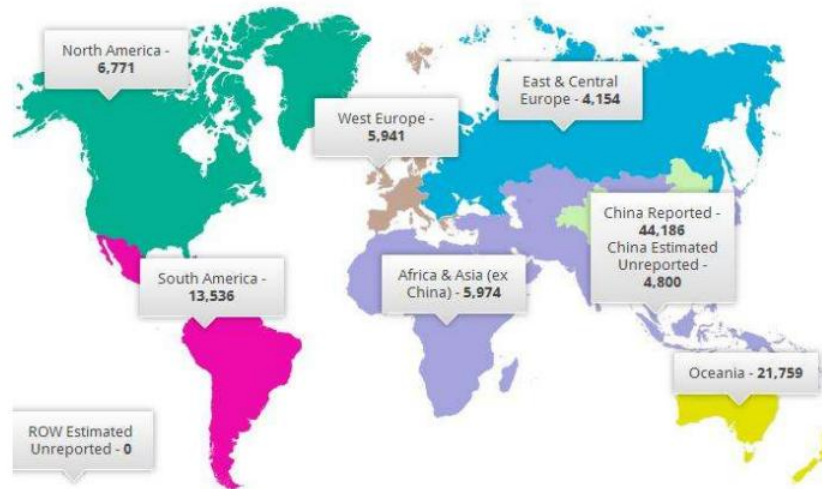


Διάγραμμα 1. Κοιτάσματα βωξίτη σε παγκόσμιο επίπεδο

Πηγή : Ελληνική Ένωση Αλουμινίου www.aluminium.org.gr

²⁴ Πληροφορία στο διαδίκτυο : The international Aluminium Institute

Total for Jan 2013 to Dec 2013: 107.121 thousand metric tonnes of alumina (total)



Διάγραμμα 2. Χάρτης παγκόσμιας παραγωγής αλουμίνας-2013

Πηγή : Ελληνική Ένωση Αλουμινίου www.aluminium.org.gr

Σε ότι αφορά το αλουμίνιο (βλ. διάγραμμα 3) ενώ το 62% της παραγωγής του πριν 40 χρόνια πραγματοποιείτο σε έξι βιομηχανοποιημένες δυτικές αγορές (με βασικότερες τις ΗΠΑ - μερίδιο 36% και την Ιαπωνία 10%), σήμερα το 50% της παγκόσμιας παραγωγής έχει μετακινηθεί γεωγραφικά προς την Κίνα, το 10% στον Καναδά, το 8% στην Μέση Ανατολή και το 5% στην Ινδία. Η Ελλάδα σύμφωνα με την κατάταξη του US Geological Survey (2012) βρίσκεται στην 28^η θέση, με παραγωγή 160 χιλ. τόνων αλουμινίου.

Total for Jan 2013 to Dec 2013 : 49,701 thousand metric tonnes of aluminium



Διάγραμμα 3. Χάρτης παγκόσμιας παραγωγής αλουμινίου-2013

Πηγή : Ελληνική Ένωση Αλουμινίου www.aluminium.org.gr

4.2 Περιοχή της έρευνας²⁵

Οι ανθρώπινες ανάγκες οδήγησαν τους επιστήμονες στον έλεγχο και στην τροποποίηση των γήινων υλών. Αρχικά πίστευαν ότι αυτό ίσως ήταν αντικείμενο ενός νέου κλάδου της χημείας της **Εφαρμοσμένης Χημείας**. Όμως στη συνέχεια συμπεράναν ότι η Εφαρμοσμένη Χημεία είναι η συνισταμένη²⁶ των προσπαθειών όλων των επιμέρους κλάδων της Χημείας προκειμένου να υπάρξει εξελικτική επιβίωση του ανθρώπου.

Ένας επιμέρους κλάδος της είναι, η **ανόργανη χημική βιομηχανία** η οποία ασχολείται με την παραγωγή ανόργανων ουσιών (βλ. πίνακα 8). Χρονολογούνται οι διαδικασίες παραγωγής των ουσιών αυτών από τον Α΄ Παγκόσμιο πόλεμο ή και νωρίτερα. Σπουδαίο κομμάτι της βιομηχανίας αυτής είναι τα μέταλλα που εκτός από την περιοχή των κατασκευών και εγκαταστάσεων χρησιμοποιούνται και σε ποικίλες άλλες εφαρμογές (π.χ. ο ψευδάργυρος χρησιμοποιείται σαν προστατευτικό υλικό εναντίον της διαβρώσεως στη ναυπήγηση πλοίων).

Οι πρώτες ύλες της μεταλλευτικής βιομηχανίας είναι τα μεταλλοφόρα ορυκτά. Ένα κοίτασμα ορυκτών λέγεται **μεταλλοφόρο όταν το μέταλλο** ή τα μέταλλα που περιέχει μπορούν να εξορυχθούν με εμπορικά εκμεταλλεύσιμο τρόπο. Η περιεκτικότητα σε μέταλλο των κυριοτέρων μη σιδηρούχων μεταλλευμάτων που εξορύσσονται στην εποχή μας είναι για τον χαλκό 1-2%, για το νικέλιο 2-4%, για τον ψευδάργυρο 5-12% και για το αλουμίνιο περισσότερο από 25%.

Το 1976 η παγκόσμια παραγωγή σιδηρούχου μεταλλεύματος ήταν 900 εκατομμύρια τόνους. Ήταν δώδεκα φορές μεγαλύτερη από το επόμενο σε αφθονία μέταλλευμα τον βωξίτη ($Al_2O_3 \cdot H_2O$) του οποίου η παραγωγή την ίδια χρονιά έφθασε τα 80 εκατομμύρια τόνους.

Η ετήσια παγκόσμια κατανάλωση αλουμινίου έχει ξεπεράσει τα 10 εκατομμύρια τόνους κατά το έτος 1976 (βλ. πίνακα 9).

²⁵ Παπαγεωργίου Π. Β.(1984) : «*Εφαρμοσμένη Χημεία*», σελ 187-190

²⁶ Κατά τον Παπαγεωργίου Π. Β. («*Εφαρμοσμένη Χημεία*», πρόλογος 1984) αυτοί οι κλάδοι αποκτούν εφαρμοσμένο χαρακτήρα διότι συνεχώς αυξάνονται οι ανάγκες του ανθρώπου για περισσότερη τροφή, για καλύτερες συνθήκες διαβιώσεως, για περισσότερα και αποτελεσματικότερα φάρμακα, για την αντιμετώπιση ακόμη του εφιάλτη της ρυπάνσεως του περιβάλλοντος και για την επίλυση του οξυτάτου προβλήματος που δημιουργεί η εξάντληση του φυσικού οπλοστασίου από βασικές πρώτες ύλες (πετρέλαιο, μέταλλα, ιώδιο κ.α.).

Πίνακας 8. Παραγωγή ανόργανων χημικών ουσιών (εκατομμύρια τόνοι) κατά το 1970

Τομέας	Η.Π.Α.	Δυτ. Ευρώπη	Αγγλία
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΑΖΩΤΟΥ			
Συνθετική άνυδρη αμμωνία	11,80	8,2	1,0
Αζωτούχα λιπάσματα	6,80	8,1	0,78
Νιτρικό οξύ	5,85	-	0,01
Θεϊκό αμμώνιο	2,26	*	*
Νιτρικό αμμώνιο	5,61	0,97	0,35
Ουρία	2,81	*	0,30
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΘΕΙΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ			
Θείο	12,90	6,47	0,05
Θεϊκό οξύ	26,80	23,50	3,40
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΑΛΚΑΛΕΩΝ			
Χλωρισόχο νάτριο	40,10	30,60	8,50
Υδροξείδιο του νατρίου	0,43	3,45	0,95
Χλώριο	8,50	5,00	0,85
Ανθρακικό νάτριο	7,15	*	*
Υδροχλωρικό οξύ	1,84	*	0,132
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΣΦΟΡΟΥ			
Στοιχειακός φωσφόρος	0,50	*	*
Φωσφορικό οξύ	4,95	*	*
Φωσφορικά λιπάσματα	4,17	5,90	0,45
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΒΟΡΙΟΥ			
Βόρακας	0,57	*	*
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΟΤΑΣΑΣ			
Θεϊκό κάλι	0,94	0,91	*
Υδροξείδιο του καλίου	0,17	*	*
Υπεροξείδιο υδρογόνου	0,06	*	0,028

* Δεν υπάρχουν στοιχεία

Πίνακας 9. Παγκόσμια παραγωγή και κατανάλωση αλουμινίου (εκατομμύρια τόνοι) κατά το 1976

Χώρα ή περιοχή	Παραγωγή βωξίτη αλουμίνας		Αλουμίνιο παραγωγή κατανάλωση	
Αυστραλία	3,64	3,18	0,23	0,17
Καραϊβική	3,40	1,51	0,04	-
Γουϊνέα	2,25	0,29	-	-
Δυτ. Ευρώπη	1,47	2,14	3,35	3,51
Βορ. Αμερική	0,45	3,28	4,53	4,48
Ιαπωνία	-	0,72	0,92	1,49
Ε.Σ.Σ.Δ.	1,14	1,71	2,20	1,89
Άλλες χώρες	1,85	1,27	1,81	2,16
Σύνολο	14,20	14,20	13,08	13,50

Πίνακας 8. Παραγωγή ανόργανων χημικών ουσιών κατά το 1970

Πίνακας 9. Παγκόσμια παραγωγή και κατανάλωση αλουμινίου κατά το 1976

Πηγή : Παπαγεωργίου Π. Β. (1984) : «Εφαρμοσμένη Χημεία», σελ. 187-190

Ο **βωξίτης**²⁷ (bauxite) όπως ήδη αναφέρθηκε έχει κύρια συστατικά μικτά οξείδια - υδροξείδια του αργιλίου. Είναι το ιζηματογενές πέτρωμα (rock) που σχηματίστηκε με αποσάθρωση αργιλοπυριτικών πετρωμάτων κυρίως μαγματογενούς προέλευσης. Είναι μαλακό (σκληρότητα Mohs: 1 - 3) και με μικρό ειδικό βάρος (2-2,5 g/cm³). Κατά κανόνα έχει κοκκινωπό χρώμα, αν και υπάρχουν κάπως ανοιχτόχρωμες ή κατά τόπους λευκές ποικιλίες.



Εικ.20 Εξόρυξη βωξίτη από επιφανειακά στρώματα του πετρώματος σε δασική περιοχή της Τζαμάικας

Πηγή : <http://jamaicasnaturalresources.blogspot.gr>

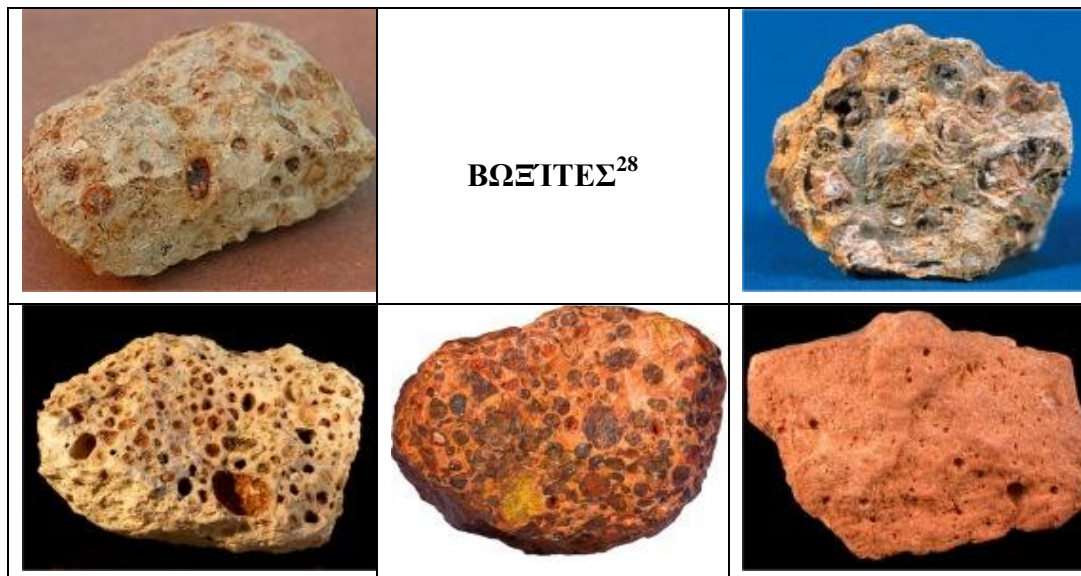
Το κύριο συστατικό του "μεσογειακού" βωξίτη είναι το ένυδρο οξείδιο ή υδροξείδιο του αργιλίου με χημικό τύπο $Al_2O_3 \cdot H_2O$ ή $AlO(OH)$, γνωστό (ανάλογα με την κρυσταλλική μορφή του) ως **μπαιμίτης** (bohemite) ή **διάσπορο** (diaspore), ενώ κύριο συστατικό του βωξίτη των τροπικών χωρών είναι το περισσότερο εφυδατωμένο οξείδιο ή υδροξείδιο του αργιλίου $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ ή $Al(OH)_3$, το οποίο είναι γνωστό ως **γκιμπσίτης** (gibbsite) ή **υδραργιλίτης** (hydrargillite). Έτσι, ο γενικός (μικτός) τύπος που μπορεί να αποδοθεί στα ορυκτά αλουμινίου που περιέχει ο βωξίτης είναι $AlO_x(OH)_{3-2x}$ ($0 < x < 1$).

Άλλα ορυκτά που περιέχουν βωξίτες σε διάφορες αναλογίες είναι τα : **χαλαζίας** (SiO_2), **λειμωνίτης** ($Fe_2O_3 \cdot xH_2O$), **αιματίτης** (Fe_2O_3), **μαγνητίτης** (Fe_3O_4), **σιδηρίτης** ($FeCO_3$), **ιλμενίτης** ($FeTiO_3$), **ανατάσης** (TiO_2), **καολινίτης** ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) κ.α.

²⁷ Πληροφορία στο διαδίκτυο: α) <http://jamaicasnaturalresources.blogspot.gr> β) www.mining-technology.com: "Bauxite behemoths: the worlds biggest bauxite producers", May 2014

Ο βωξίτης σύντομα αντικατέστησε την σχετικώς ακριβή στυπτηρία K-Al ως πηγή αλουμινίου, έτσι η πρώτη βιομηχανική παραγωγή αλουμινίου από τον Deville (1855) βασίστηκε στην αλουμίνα που απομονώθηκε από τον βωξίτη με σύντηξη του ορυκτού με Na_2CO_3 . Ωστόσο, το 1888 ο Αυστριακός χημικός **Karl Josef Bayer** (1847-1904) ήταν εκείνος που εφηύρε τον οικονομικότερο τρόπο επεξεργασίας του βωξίτη που χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά σήμερα.

Η σύνθεση των βωξιτών διαφέρει σημαντικά ανάλογα με την προέλευσή τους. Τυπικές περιεκτικότητες σε διάφορα συστατικά είναι: 40-60% Al_2O_3 , 12-30% σε ελεύθερο και ενωμένο H_2O , 1-15% σε ελεύθερο και ενωμένο SiO_2 , 7-30% Fe_2O_3 , 3-4% TiO_2 και μικρές ποσότητες F, P_2O_5 , V_2O_5 . **Οικονομικά εκμεταλλεύσιμος** για την παραγωγή αλουμίνας και επομένως και αλουμινίου θεωρείται ο βωξίτης, ο οποίος περιέχει περισσότερο από 45-50% Al_2O_3 , λιγότερο από 20% Fe_2O_3 και μέχρι 10-12% SiO_2 (σε διάφορες μορφές). Από 4 έως 5 τόνους βωξίτη (κατά μέσον όρο από 4,2 τόνους ευρωπαϊκού βωξίτη) παράγονται 2 τόνοι αλουμίνας, οι οποίοι παρέχουν 1 τόνο αλουμινίου. Βωξίτης χρησιμοποιείται επίσης στην τσιμεντοβιομηχανία, όπως και στην παραγωγή σιδήρου.



Εικ .21 Δείγματα βωξίτη διαφορετικών προελεύσεων και με τελείως διαφορετική εμφάνιση

Πηγή: http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm

²⁸ Όσο περισσότερο σίδηρο περιέχει ο βωξίτης, τόσο πιο κόκκινο χρώμα έχει. Ο βωξίτης τυπικά δεν θεωρείται ορυκτό (ore) αλλά πέτρωμα (rock), δηλ. μίγμα διαφόρων ορυκτών. Στα περισσότερα από τα εικονιζόμενα δείγματα είναι εμφανής η ανομοιογένειά τους.

Κατηγορίες Βωξιτών	
Ερυθροί	15 – 30% Fe ₂ O ₃
Κίτρινοι	10 – 25% Fe ₂ O ₃
Λευκοί	0,5 – 5% Fe ₂ O ₃

Πίνακας 10. Κατηγορίες Βωξιτών

Πηγή : <http://www.metal.ntua.gr>

Το **αργίλιο**²⁹ (αλουμίνιο σε καθαρά μορφή), είναι μετά το οξυγόνο και το πυρίτιο, το αφθονότερο στοιχείο που απαντά στη φύση. Αποτελεί το 8% του εξωτερικού φλοιού της Γης και είναι το τρίτο σε αφθονία χημικό στοιχείο μετά το οξυγόνο (47%) και το πυρίτιο (28%), ενώ ο σίδηρος είναι το τέταρτο σε αφθονία στοιχείο (5%). Το οξείδιό του είναι η αλουμίνα (alumina) και σπανιότερα η **αργιλία**. Το οξείδιο του αργιλίου είναι ένα σκληρό και δύσκαμπτο στερεό, πολύ καλός αγωγός της θερμότητας και εξαιρετικός μονωτής του ηλεκτρικού ρεύματος. Οι κρύσταλλοι του οξειδίου του αργιλίου χαρακτηρίζονται από ισχυρούς ιοντικούς δεσμούς. Το οξείδιο του αργιλίου είναι πρακτικώς αδιάλυτο στο νερό και εξαιρετικά δύστηκτο (σημείο τήξεως 2072°C).

Ένα λεπτό και συνεκτικό στρώμα του οξειδίου του αργιλίου (τυπικό πάχος 4 nm) σχηματίζεται στην επιφάνεια του μεταλλικού αργιλίου. Το στρώμα αυτό προστατεύει το αργίλιο από περαιτέρω οξείδωση και σταθεροποιεί το μέταλλο στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον παρά τη μεγάλη χημική δραστηριότητά του.

Οι φυσικές ιδιότητες και η χημική δραστηριότητα της αλουμίνας εξαρτώνται από τον τρόπο παρασκευής και επεξεργασίας της. Έτσι, αλουμίνα που έχει παρασκευασθεί στο εργαστήριο με σχετικώς ήπια θέρμανση (<900°C) υδροξειδίου του αργιλίου, διαλύεται εύκολα σε διαλύματα ισχυρών οξέων και βάσεων (επαμφοτερίζον οξείδιο). Ωστόσο, αν πυρακτωθεί σε υψηλές θερμοκρασίες και αφυδατωθεί πλήρως, η διαλυτοποίησή της καθίσταται πλέον δυσχερέστατη. Η αλουμίνα ευκολότερα διαλύεται στο υδροφθορικό οξύ (ο σχηματισμός σταθερών συμπλόκων Al-F διευκολύνει τη διαλυτοποίησή της) και το φωσφορικό οξύ, αλλά και σε τήγματα ισχυρών βάσεων ή σε πυκνά διαλύματά τους με θέρμανση υπό πίεση.

Το οξείδιο του αργιλίου είναι ένα από τα σκληρότερα κεραμικά υλικά, ενώ εξαιρετικώς διαδεδομένο υπό τη μορφή διάφορων πετρωμάτων και ορυκτών, όπως ο **βωξίτης** (Al₂O₃·H₂O), το κυριότερο ορυκτό-μετάλλευμα αλουμινίου κύρια συστατικά του οποίου είναι διάφορες μορφές ένυδρης αλουμίνας. Η αλουμίνα σε σχεδόν καθαρή μορφή βρίσκεται στο ορυκτό **κορούνδιο** (corundum). Η **σμίριδα** (emery) αποτελεί μια ακάθαρτη μορφή κορούνδιου. Κρυσταλλικές μορφές της αλουμίνας είναι οι πολύτιμοι λίθοι **σάφειρος** (sapphire, ζαφείρι) και **ρουβίνιο**

²⁹ (α) Merck Index, 12th ed, σελ. 377. (β) Wikipedia: "[Aluminium Oxide](#)". (γ) Greenwood NN, Earnshaw A: "*Chemistry of the Elements*", Pergamon Press, 1st ed. 1984, σελ. 273-278

(ruby, ρουμπίνι), οι οποίοι αποτελούν διαυγείς κρυσταλλικές παραλλαγές του κορουνδίου, όπου ίχνη διαφόρων στοιχείων παρέχουν χαρακτηριστικούς χρωματισμούς.

Το αργίλιο δεν παρασκευάζεται με τον συνηθισμένο τρόπο, δηλαδή με αναγωγή του οξειδίου του, διότι το οξείδιο του αργιλίου είναι πολύ σταθερό, έχει πολύ υψηλό σημείο τήξεως και δεν είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού. Επομένως η παρασκευή του αργιλίου με απευθείας ηλεκτρόλυση του οξειδίου του δεν εφαρμόζεται στην πράξη.

Η κατεργασία του βωξίτη για την παραλαβή του αργιλίου γίνεται σε δύο στάδια. Αρχικά ο ακατέργαστος βωξίτης μετατρέπεται σε αλουμίνα (οξείδιο του αργιλίου), που είναι η πρώτη ύλη για την παραγωγή του αργιλίου (βλ. πίνακα 11).

ΤΥΠΙΚΗ ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Συστατικό	% κατά βάρος
Al ₂ O ₃	30-60
Fe ₂ O ₃	1-30
SiO ₂	0,5 – 10
TiO ₂	0,5 - 10
CaO	0,1 - 2
P ₂ O ₅	0,02 - 1
Organic Carbon	0,02 – 0,4

Πίνακας 11. Πρώτη ύλη για παραγωγή Αλουμινίου

Πηγή : <http://www.metal.ntua.gr>




		<p>Τυπική μορφή βωξίτη, κύριο μέταλλευμα αλουμίνας και αλουμινίου με περιεκτικότητα σε Al_2O_3 στην περιοχή 40-60%. Το κοκκινωπό χρώμα του οφείλεται στη σχετικώς μεγάλη περιεκτικότητά του σε Fe_2O_3.</p>
		<p>Καθαρό Al_2O_3, αλουμίνα, προϊόν λαμβανόμενο από τον βωξίτη.</p>
		<p>Κορούντιο, σχεδόν καθαρό Al_2O_3, από τα σκληρότερα ορυκτά, το οποίο χαράσσεται μόνο από τον αδάμαντα.</p>
		<p>Σμύριδα, μια μορφή κορουνδίου, από τα καλύτερα υλικά λείανσης.</p>
		<p>Σάφειροι (ζαφείρια), πολύτιμοι λίθοι, κρυσταλλική μορφή κορουνδίου με γαλάζιο χρώμα οφειλόμενο σε ίχνη Fe(II,III) (>0,1%) και Ti(IV).</p>
		<p>Ρουβίνιο (ρουμπίνι), πολύτιμος λίθος, κρυσταλλική μορφή κορουνδίου με κόκκινο χρώμα οφειλόμενο σε ίχνη (>1%)</p>

Εικ.22 Ορυκτά στα οποία βρίσκεται Αλουμίνα

Πηγή : http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm

Ηλεκτρολυτικές μέθοδοι³⁰

Το 1886, ο Αμερικανός χημικός, εφευρέτης και μετέπειτα επιχειρηματίας **Charles Martin Hall** (1863-1914) και ο Γάλλος εφευρέτης **Paul Heroult** (1863-1914) και οι δύο σε ηλικία μόλις 22 ετών, ανακάλυψαν ανεξάρτητα μεταξύ τους, στην Αμερική και στη Γαλλία αντίστοιχα, την ηλεκτρολυτική μέθοδο παραλαβής του μετάλλου από σύντηγμα αλουμίνας και κρυόλιθου. Ο **κρυόλιθος** (cryolite, Na_3AlF_6) είναι ένα σπάνιο ορυκτό, μικτό φθοριούχο άλας νατρίου-αργιλίου, στο τήγμα του οποίου η αλουμίνα παρουσιάζει σημαντική διαλυτότητα. Οι Hall και Heroult διαπίστωσαν ότι η αλουμίνα (σ.τ. 2072°C) μπορούσε να διαλυθεί σε τηγμένο κρυόλιθο παρέχοντας ευτηκτικό μίγμα με σ.τ. περίπου 1000°C, όπου μπορούσε να πραγματοποιηθεί αναγωγή του Al(III) με ηλεκτρόλυση προς μεταλλικό αλουμίνιο. Η μέθοδος τους, με τις βελτιώσεις που υπέστη στη συνέχεια, χάραξε τον δρόμο της σημερινής ηλεκτρολυτικής μεθόδου και επέφερε ουσιαστική πλεον μείωση του κόστους του αλουμινίου, το οποίο κατέστησε ένα μέταλλο της καθημερινότητας, δεύτερο σε παραγωγή και εφαρμογές μετά τον σίδηρο.

		
Εικ. 23 Charles Martin Hall (1863-1914)	Εικ. 24 Paul Heroult (1863-1914)	Εικ. 25 Karl Josef Bayer, (1847-1904)
Πηγή: http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm	Πηγή: http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm	Πηγή: http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm

Κατά τις πρώτες προσπάθειες απομόνωσης του μετάλλου χρησιμοποιήθηκε ως πηγή αλουμινίου η δαπανηρή στυπτηρία K-Al , η οποία όμως σύντομα αντικαταστάθηκε από τον βωξίτη, ο οποίος βρισκόταν στη φύση σε άφθονες ποσότητες.

Ο Devill παραλάμβανε την αλουμίνα από τον βωξίτη με μια δύσχρηστη και όχι ιδιαίτερα αποδοτική μέθοδο, που βασιζόταν στη σύντηξη μίγματος λεπτοκονιοποιημένου πετρώματος και Na_2CO_3 σε υψηλές θερμοκρασίες (μέθοδος **Le Chatelier**). Ωστόσο, το 1888, ο Αυστριακός χημικός **Karl Josef Bayer** (1847-1904) συνέβαλε στην περαιτέρω μείωση του κόστους του αλουμινίου, με την επινόηση μιας οικονομικότερης μεθόδου επεξεργασίας του βωξίτη. Οι μέθοδοι αυτές περιγράφονται συνοπτικά στη συνέχεια.

³⁰ Πληροφορία στο διαδίκτυο : http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm

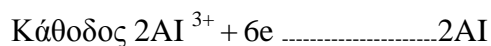
Εργαστηριακή Παρασκευή

Κατά την παραγωγή της αλουμίνας (**Μέθοδος Bayer**)³¹, ο βωξίτης αναμιγνύεται με διάλυμα καυστικής σόδας σε θερμές δεξαμενές υπό πίεση. Το οξείδιο του αργιλίου διαλύεται, ενώ οι ακαθαρσίες παραμένουν αδιάλυτες και απομακρύνονται.

Στη συνέχεια το αργίλιο υπό τη μορφή υδροξειδίου διαχωρίζεται με καθίζηση και το τελευταίο θερμαίνεται στους 1300⁰ C οπότε αφυδατώνεται και έτσι παράγεται η αλουμίνα.

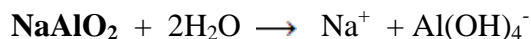
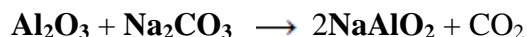


Στην τελική φάση η αλουμίνα αναμιγνύεται με κρυόλιθο (Na₃ AlF₆), για να βελτιωθεί η ηλεκτρική αγωγιμότητα και να ελαττωθεί το σημείο τήξεως και γίνεται ηλεκτρόλυση σε ειδικά ηλεκτρολυτικά δοχεία, οπότε αποτίθεται στην κάθοδο το αργίλιο.



Βιομηχανική παραγωγή

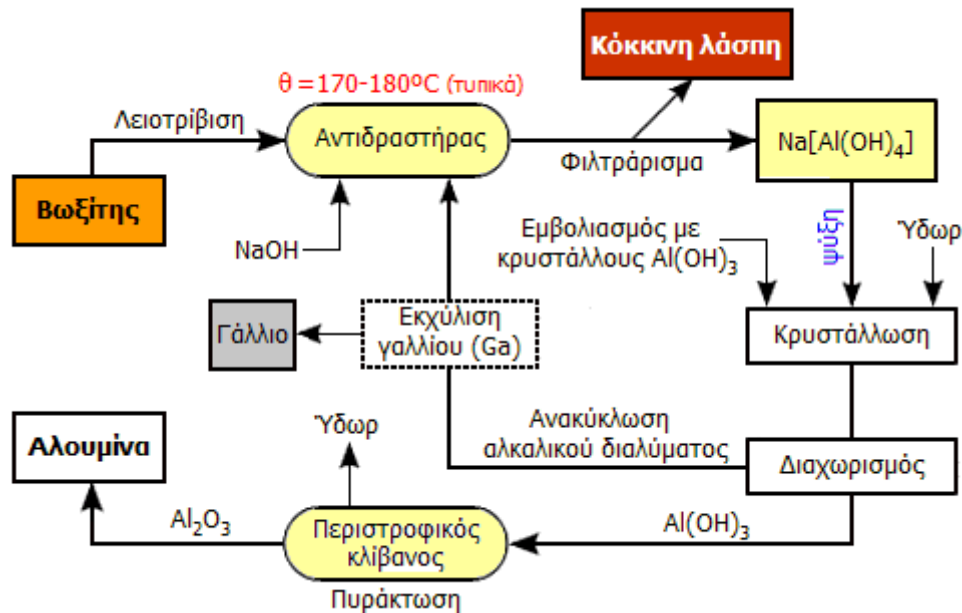
Ο Deville επινόησε μια μέθοδο για την παραλαβή καθαρής αλουμίνας από βωξίτες, η οποία είναι γνωστή ως **μέθοδος Le Chatelier**. Η μέθοδος βασιζόταν στη σύντηξη λεπτοκοινοποιημένου βωξίτη με Na₂CO₃ στους 1200°C, που οδηγεί στον σχηματισμό άνυδρων αργλικών αλάτων του νατρίου, όπως το (μετα)αργλικό νάτριο (NaAlO₂). Το σύντηγμα διαλυόταν σε νερό, τα αδιάλυτα συστατικά απομακρύνονταν και ακολουθούσε διαβίβαση CO₂ στο διήθημα, που παρείχε ίζημα Al(OH)₃, το οποίο με πυράκτωση έδινε Al₂O₃:



Οι συνθήκες κάτω από τις οποίες πραγματοποιείται το στάδιο αυτό, εξαρτώνται από τον τύπο του βωξίτη. Οι **διασπορικοί βωξίτες**, αποτελούμενοι κυρίως από AlO(OH) απαιτούν εντονότερες συνθήκες αντίδρασης σε σχέση με τους **γκιμπσιτικούς**

³¹ Πληροφορία στο διαδίκτυο : http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm

βωξίτες, που αποτελούνται κυρίως από $\text{Al}(\text{OH})_3$. Οι πρώτοι απαιτούν θερμοκρασία επεξεργασίας: $200\text{-}240^\circ\text{C}$ και συγκέντρωση NaOH : $180\text{-}220\text{ g/L}$, ενώ οι δεύτεροι απαιτούν θερμοκρασία επεξεργασίας: 140°C και συγκέντρωση NaOH : 140 g/L . Το παραμένον αδιάλυτο μίγμα, γνωστό ως **κόκκινη λάσπη** (red mud), ένα πηχτό και καυστικό μίγμα διαλύματος NaOH και (κυρίως) ένυδρου Fe_2O_3 , στο οποίο οφείλει το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα του, απομακρύνεται ως το κύριο παραπροϊόν της διαδικασίας.



Διαγ.4 Συνοπτικό διάγραμμα της διεργασίας Bayer (παραλαβή αλουμίνας από βωξίτες). Σε ορισμένες βιομηχανίες παραγωγής αλουμίνας παραλαμβάνεται και το ιχνοστοιχείο γάλλιο από το ανακυκλούμενο αλκαλικό διάλυμα (Bayer's liquor)

Πηγή : Σπυριδοπούλου Σ. (2016), « Ομογενοποίηση μπιγέτων του κράματος Al 6060 σε θερμοκρασίες $570, 580, 590^\circ\text{C}$ και χαρακτηρισμός του υλικού» Θεσ/νικη, σελ.10

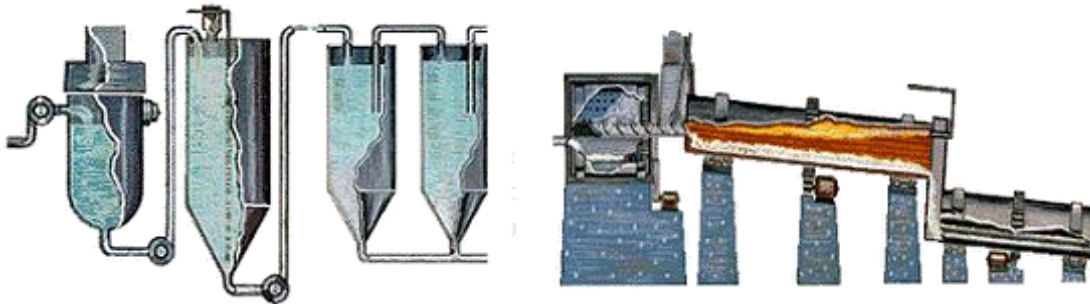
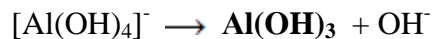
Η περιεκτικότητα της κόκκινης λάσπης σε στερεά ποικίλει στην περιοχή 25-50%, ενώ το pH της φθάνει το 13. Εάν στο αλκαλικό και πυκνό διάλυμα αργλικού νατρίου, υπάρχουν μικρές ποσότητες διαλυμένων πυριτικών αλάτων, προστίθεται ποσότητα υδροξειδίου του ασβεστίου, ώστε να απομακρυνθούν ως αδιάλυτο CaSiO_3 μαζί με την κόκκινη λάσπη. Ωστόσο, εάν τα πυριτικά άλατα στον βωξίτη ξεπερνούν το 10% (ως SiO_2), η μέθοδος Bayer δεν είναι πλέον οικονομική, αφού μεγάλο μέρος του αργιλίου καθιζάνει ως δυσδιάλυτο μικτό **αργιλοπυριτικό νάτριο** (μια τυπική σύσταση που έχει αναφερθεί είναι: $14\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ή $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_{14}\text{O}_{32} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), οπότε θα πρέπει να αναζητηθεί άλλη μέθοδος επεξεργασίας του βωξίτη.

Συχνά στο αργλικό νάτριο αποδίδεται ο τύπος NaAlO_2 (μετα-αργλικό νάτριο). Ωστόσο, το άλας αυτό προκύπτει κατά την ισχυρή θέρμανση του υδροξυσυμπλόκου: $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. Μετά τη διήθηση και απαλλαγή από τα αδιάλυτα συστατικά ακολουθεί το στάδιο του **εμβολιασμού** (seeding) κατά το οποίο στο πυκνό αλκαλικό διάλυμα τα αργλικά ανιόντα σταδιακά διασπώνται παρέχοντας στερεό $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Ο Bayer ανακάλυψε (1888) ότι η διάσπαση αυτή επιταχύνεται με την προσθήκη μικρής ποσότητας στερεού κρυσταλλικού υδροξειδίου του αργιλίου και επιπλέον ότι το μητρικό αλκαλικό υγρό μπορούσε να ξαναχρησιμοποιηθεί. Ακόμη, διαπίστωσε ότι το $\text{Al}(\text{OH})_3$ που καθιζάνει κατά τη διάσπαση των αργλικών ανιόντων, έχει μορφή συνεκτική και εύκολα διηθήσιμη, σε πλήρη αντίθεση με τη ζελατινώδη μορφή που αποκτά κατά την καθίζηση από όξινα διαλύματα, μορφή η οποία είναι εξαιρετικά δύσκολο να παραληφθεί. Αυτές οι ανακαλύψεις του Bayer συνέβαλαν αποφασιστικά στη μείωση του κόστους παραγωγής αλουμίνας και επομένως και του αλουμινίου.

Το πυκνό διάλυμα αργλικού νατρίου αντλείται σε μεγάλες δεξαμενές καταβύθισης, που μπορεί να έχουν ύψος μεγαλύτερο και από 24 μέτρα και χωρητικότητες μεγαλύτερες από 1000 κυβικά μέτρα. Εκεί ψύχεται, αραιώνεται και εμβολιάζεται με κρυσταλλικό $\text{Al}(\text{OH})_3$ και αναδεύεται μέχρι και τρεις ημέρες, οπότε πραγματοποιείται κατά ελεγχόμενο τρόπο κρυστάλλωση, ώστε να ληφθεί $\text{Al}(\text{OH})_3$ με την επιθυμητή κατανομή μεγέθους κρυστάλλων για τα επόμενα στάδια.

Στη συνέχεια, το $\text{Al}(\text{OH})_3$ διαχωρίζεται και υπόκειται σε πυράκτωση (calcination) σε υψηλή θερμοκρασία (τυπικά: στους 980°C) σε περιστροφικούς κλιβάνους (rotary kilns), παρέχοντας καθαρή αλουμίνα (οξείδιο του αργιλίου). Το στάδιο της πυράκτωσης πρέπει να ελέγχεται προσεκτικά, διότι καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τις ιδιότητες του τελικού προϊόντος:



Εικ.26 Συστοιχία δεξαμενών καταβύθισης $\text{Al}(\text{OH})_3$ και περιστροφικός κλιβανός θερμαινόμενος με καύση αερίου όπου το $\text{Al}(\text{OH})_3$ μετατρέπεται σε Al_2O_3 (αλουμίνα)

Πηγή: <http://www.rocksandminerals.com/aluminum/process.htm>

Παραλαβή γαλλίου³²

Στους βωξίτες συναντώνται διάφορα σπάνια μέταλλα σε ιχνοποσότητες. Σημαντικότερο από αυτά είναι το **γάλλιο** (Ga), ένα ιδιαίτερα εύτηκτο μέταλλο (σ.τ. 29,8°C). Το γάλλιο, κυρίως ως **αρσενίδιο** (GaAs) και **νιτρίδιο** (GaN), χρησιμοποιείται ευρύτατα στη σύγχρονη ηλεκτρονική τεχνολογία. Σήμερα, το 95% του παραγόμενου γαλλίου κατευθύνεται στην παραγωγή ημιαγωγών. Οι ενώσεις του γαλλίου χρησιμοποιούνται στις οθόνες και σε ολοκληρωμένα κυκλώματα μεγάλης ταχύτητας των κινητών τηλεφώνων, στην παραγωγή **φωτοεκπομπών διόδων** (light emitting diode, LED), λέιζερ στερεάς κατάστασης, φωτοβολταϊκών στοιχείων και πολλών άλλων οπτοηλεκτρονικών (κυρίως) εξαρτημάτων.



Εικ.27 Σε πολλές βιομηχανίες παραγωγής αλουμίνας επιδιώκεται η παραλαβή του πολύτιμου Για τη σημερινή τεχνολογία γαλλίου (Ga). Η κύρια χρήση του γαλλίου σήμερα εντοπίζεται Στη σύνθεση του νιτρίδιου του (GaN), ενός ημιαγωγού υλικού που χρησιμοποιείται στις Λυχνίες LED λευκού φωτός (δεξιά).

Πηγή : http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_A12O3.htm

Επειδή δεν υπάρχουν κοιτάσματα συγκεκριμένων ορυκτών γαλλίου, αλλά το στοιχείο αυτό βρίσκεται διάσπαρτο στη φύση και συνοδεύει διάφορα ορυκτά, αλλά πάντοτε σε πολύ μικρές αναλογίες. Το γάλλιο που βρίσκεται στους βωξίτες, με τυπική περιοχή περιεκτικότητας: 0,003-0,01% και μέση τιμή το 0,005% ή 50 ppm, είναι ουσιαστικά το μόνο από τα ιχνοστοιχεία του πετρώματος αυτού, του οποίου η παραλαβή μπορεί να έχει κάποια οικονομική σημασία.

Η επεξεργασία που υπόκεινται οι βωξίτες για την παραλαβή της αλουμίνας βοηθά έμμεσα την παραλαβή του γαλλίου. Το γάλλιο, όπως και το αργίλιο, σχηματίζει υδατοδιαλυτά υδροξυσύμπλοκα με αποτέλεσμα το ανακυκλούμενο διάλυμα NaOH (Bayer's liquor) να εμπλουτίζεται σταδιακά με το πολύτιμο αυτό μεταλλικό στοιχείο (π.χ. από μια αρχική αναλογία Ga:Al 1:5000, φθάνει σε αναλογία 1:300). Μια τυπική σύνθεση των ανακυκλούμενων διαλυμάτων και εμπλουτισμένων σε γάλλιο μπορεί να είναι: 100-200 mg Ga/L, 70-120 g Al₂O₃/L και 140-240 g Na₂O/L

Το ρευστό αλουμίνιο οδηγείται σε καλούπια «χελώνες» και μετά την ψύξη μεταφέρεται σε βιομηχανίες για περαιτέρω επεξεργασία. Οι συνηθέστεροι μέθοδοι μορφοποίησης του αλουμινίου και των κραμάτων του είναι η χύτευση, η έλαση και η διέλκυση. Οι δύο τελευταίες κατηγορίες χρησιμοποιούνται ευρύτατα

³² Kekesi T: "[Gallium extraction from synthetic Bayer liquors using Kelex 100-kerosene, the effect of loading and stripping conditions on selectivity](#)", Hydrometallurgy 88(1-4):170-179, 2007.

για την παρασκευή ράβδων διαφόρων διατομών, τυποποιημένων ελασμάτων, παραθύρων κ.λ.π.

Ιδιότητα	Πρόσμιξη
Αύξηση λόγου αντοχής προς βάρος	Zn, και Mg, Zn, Mg και Cu
Βελτίωση μηχανικών ιδιοτήτων γενικά	Mn
Βελτίωση ανθεκτικότητας σε διάβρωση	Mn, Si, Mg
Μείωση σημείου τήξης	Si
Βελτίωση πλαστιμότητας	Si
Αύξηση αντοχής σε θλίψη και κόπωση.	Sn, Ni , Ti
	Cu

Πίνακας 12. Επίδραση διαφόρων κραμάτων στις ιδιότητες κραμάτων αλουμινίου

Πηγή : Maguire,B.W “Constraction Materials”, Reston Publish Comrany, Inc

Η καθαρότητα του αλουμινίου που παρασκευάζεται με την παραπάνω μέθοδο είναι 99-99,8% και μπορεί να αυξηθεί ακόμα περισσότερο με επανάληψη της ηλεκτρόλυσης. Το καθαρό όμως αλουμίνιο χρησιμοποιείται σπανίως, κυρίως λόγω της μικρής μηχανικής αντοχής του. Συνηθέστερα στην πράξη είναι τα κράματά του με χαλκό, μαγνήσιο, μαγγάνιο σίδηρο, πυρίτιο, ψευδάργυρο και νικέλιο. Οι ιδιότητες που προσδίδονται στα κράματα αλουμινίου από τις προσμίξεις περιγράφονται στον πίνακα 12 (Maguire 1981)³³. Ειδικότερα στοιχεία για την επίδραση των διαφόρων μετάλλων στην εφελκυστική αντοχή των

Συμβολισμός	Στοιχεία κράματος	Εφελκυστική αντοχή(MPa)
	Mn Mg Si Cu Zn	
Al		70
Al Mn	0,8-1,5	100
Al Mg 3	0,0-0,4 2,6-3,3	180
Al Mg 5	0,0-0,6 4,3-5,5	240
Al Mg Mn	0,5-1,5 1,6-2,5	180
Al Mg Si 1	0,0-1,0 0,6-1,4 0,6-1,6	320
Al Cu Mg 2	0,3-1,1 1,2-1,8 3,8-4,9	440
Al Zn Mn Cu 1.5	0,0-0,3 2,1-2,9 0,0-0,5 1,2-2,0 5,1-6,1	520

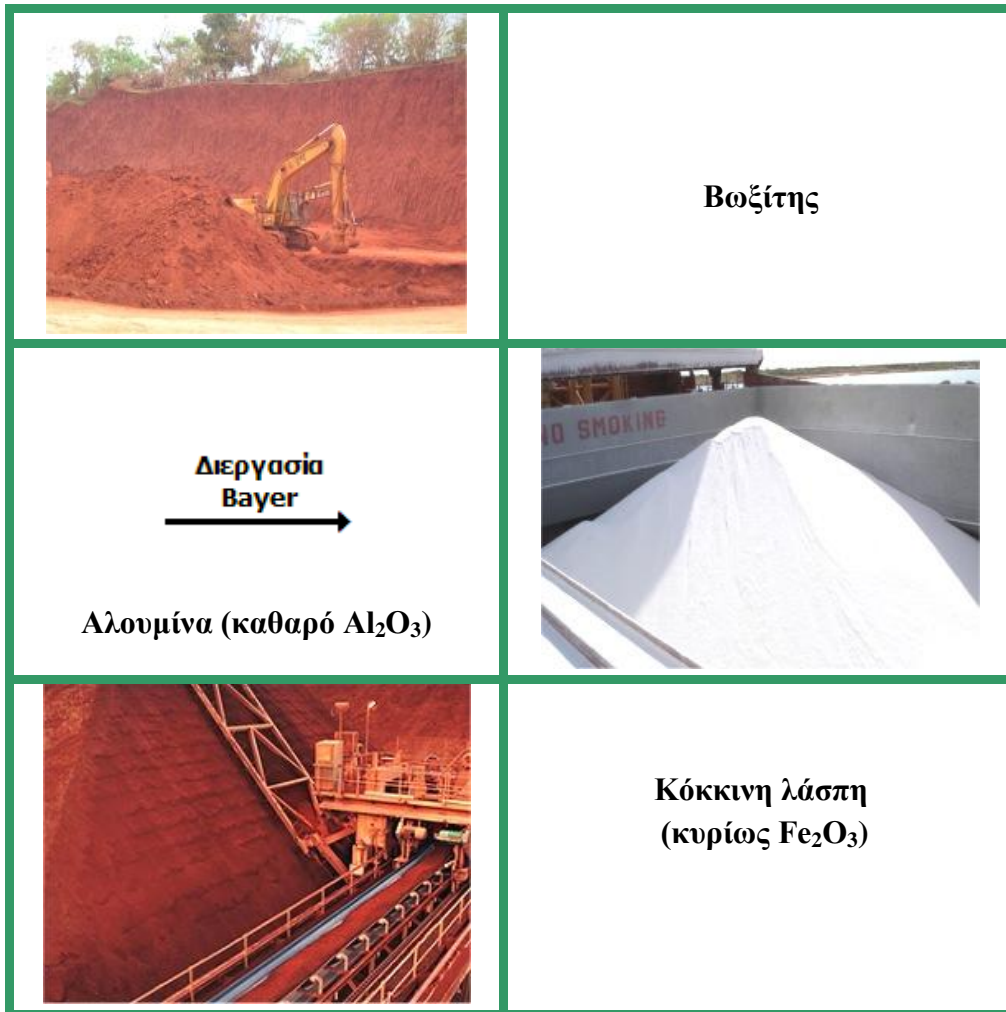
κραμάτων αλουμινίου δίνει και ο Πίνακας 13³⁴

Πίνακας 13. Επίδραση διαφόρων μετάλλων στην αντοχή κραμάτων αλουμινίου

Πηγή:Τριανταφύλλου Α.(2013),Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, «Δομικά Υλικά», Πάτρα,σελ.327

³³ Maguire,B.W (1981) : Constraction Materials, Reston Publish Comrany, Inc

³⁴ Τριανταφύλλου Χ. Α. (2013) :Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εργαστήριο Μηχανικής και Τεχνολογίας Υλικών, «Δομικά Υλικά», Πάτρα, σελ.327



Εικ. 28 Βωξίτης

Πηγή : http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm

4.3 Τι είναι μέταλλο και τι κράμα;³⁵

Μέταλλα είναι μία μεγάλη κατηγορία χημικών στοιχείων που εμφανίζουν ορισμένες κοινές ιδιότητες, τον «**μεταλλικό χαρακτήρα**», δηλαδή:

- Είναι στερεά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (πλην του Hg)
- Έχουν υψηλή πυκνότητα
- Είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας και του ηλεκτρισμού
- Ανακλούν όλα τα μήκη κύματος, έχουν λευκό χρώμα (πλην Cu και Au)
- Τα περισσότερα είναι μαγνητικά ως ένα βαθμό (Fe, Ni, Co)
- Είναι ελατά (ελάσματα) και όλκιμα (σύρματα)
- Έχουν καλή κατεργασιμότητα

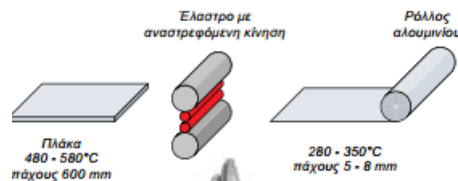
³⁵ Φουντουκίδης Ε., Μετρέα Κ. (2015): Σημειώσεις εργαστηριακού μαθήματος Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., Τ.Ε.Ι. Πειραιά, «*Έλεγχος ποιότητας και τεχνολογία δομικών υλικών*», σελ. 9

- Διαπερνώνται δύσκολα από τις ακτίνες X
- Έχουν χαρακτηριστική μεταλλική λάμψη
- Είναι ηλεκτροθετικά στοιχεία (χάνουν τα ηλεκτρόνια σθένους που διαθέτουν)

Κράμα (alloy), ονομάζεται κάθε μεταλλικό σώμα που προέρχεται από την ανάμιξη δύο ή περισσότερων χημικών στοιχείων, από τα οποία το ένα τουλάχιστον είναι μέταλλο (μέταλλο βάσης), ενώ το άλλο μπορεί να είναι επίσης μέταλλο ή αμέταλλο. Τα κράματα είναι τεχνικά υλικά, δηλαδή προορίζονται για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες της τεχνικής, παρουσιάζοντας βελτιωμένες ιδιότητες, οι οποίες εξαρτώνται από τα υλικά και τις αναλογίες ανάμιξης.

4.4 Τι είναι έλαση³⁶, διέλαση³⁷, εξέλαση³⁸, τι χύτευση³⁹ και τι ολκιμότητα;⁴⁰

Οι μηχανικές διεργασίες έλαση και διέλαση χρησιμοποιούνται για παραγωγή πλατιών ή επιμηκών προϊόντων μικρής διατομής, συνήθως σε βιομηχανική κλίμακα. **Έλαση** (rolling), είναι η διαδικασία διαμόρφωσης εν θερμώ ή εν ψυχρώ ενός μεταλλικού αντικειμένου με την χρήση αντίρροπα περιστρεφόμενων κυλίνδρων.



Εικ.29 Διαδικασία θερμής έλασης

Πηγή : Αεράκης Γ.-Σταθάτος Η., (2002) Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας, «Μηχανική συμπεριφορά διαβρωμένων κραμάτων αλουμινίου σειράς 5XXX», σελ. 16

Η μηχανή που πραγματοποιεί την έλαση ονομάζεται έλαστρο και αποτελείται από κυλίνδρους οι οποίοι περιστρέφονται με αντίθετη φορά και παρασύρουν το υλικό με τη βοήθεια της τριβής. Η απόσταση μεταξύ των δύο κυλίνδρων καθορίζει το πόσο θα μειωθεί το πάχος του υλικού. Στα κράματα αλουμινίου εφαρμόζεται η θερμή έλαση όταν θέλουμε να πετύχουμε μεγάλες

³⁶ Φουντουκίδης Ε & Μετρέα Κ. (2015): «Έλεγχος ποιότητας και τεχνολογία δομικών υλικών», Σημειώσεις εργαστηριακού μαθήματος, Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., ΤΕΙ Πειραιά, σελ. 47

³⁷ Πληροφορία στο διαδίκτυο (2015): Ελληνική Βιομηχανία Αλουμινίου: «Λεξικό όρων» <http://www.elval.gr/default>

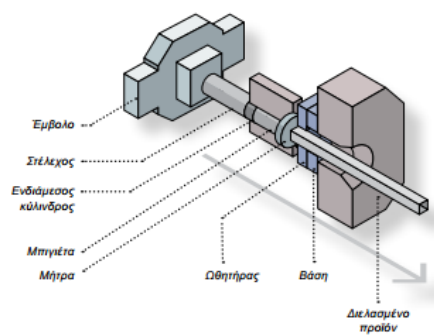
³⁸ Πληροφορία στο διαδίκτυο (2015): Ελληνική Βιομηχανία Αλουμινίου: «Λεξικό όρων» <http://www.elval.gr/default>

³⁹ Πετρόπουλος Π. Γ. (1996) : Ίδρυμα Ευγενίδου, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, «Μεταλλουργία», Αθήνα

⁴⁰ Ίδρυμα Ευγενίδου, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, «Μεταλλουργία», Αθήνα

μειώσεις πάχους. Η θέρμανση γίνεται σε θερμοκρασία περίπου 500° C και το κράμα περνάει αρκετές φορές από τους κυλίνδρους. Το αρχικό κομμάτι κράματος μπορεί να έχει πάχος έως 600 mm και με διαδοχικές ελάσεις να φτάσει σε πάχος τα 6 mm. Για μεγαλύτερη μείωση πάχους και Παρασκευή λεπτών φύλλων πάχους έως και 0,05 mm χρησιμοποιείται η ψυχρή έλαση⁴¹.

Διέλαση (extrusion) είναι η πλαστική παραμόρφωση με την οποία παράγεται το αρχιτεκτονικό προφίλ (πόρτες - παράθυρα). Γίνεται σε ειδικές πρέσες, όπου μία προθερμασμένη μπιγέτα αλουμινίου υποχρεώνεται πιεζόμενη να «ρεύσει» μέσα από τη μήτρα που καθορίζει τη μορφή του προφίλ.



Εικ.30 Διαδικασία διέλασης

Πηγή : Αεράκης Γ.-Σταθάτος Η.,(2012) Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας, «Μηχανική συμπεριφορά διαβρωμένων κραμάτων αλουμινίου σειράς 5XXX», σελ. 14

Κατά τη διέλαση το κράμα, αν και είναι σε στερεή μορφή, είναι έντονα θερμό και ως εκ τούτου αρκετά μαλακό, ώστε διευκολύνεται η διέλαση. Η θερμοκρασία στην οποία θερμαίνεται το κράμα είναι μεταξύ 375° C έως 500° C. Αφού τοποθετηθεί η μπιγέτα στην πρέσα της διέλασης, ασκείται τάση της τάξεως των 500 έως 700 MPa, οπότε η μπιγέτα αναγκάζεται να διέλθει από την μήτρα και να πάρει το επιθυμητό σχήμα. Εάν θέλουμε να πάρουμε κοίλη διατομή τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μία μπιγέτα η οποία έχει διατηρηθεί και επιπλέον μία βελόνα να περνάει μέσα από την οπή αυτής, σε αντίθετη φορά με την κίνηση του εμβόλου που προωθεί την μπιγέτα. Ο ρυθμός παραγωγής της πρέσας διέλασης εξαρτάται από το πόσο σκληρό είναι το κράμα του αλουμινίου. Έτσι για ένα σκληρό κράμα με πολύπλοκη διατομή, ο ρυθμός διέλασης μπορεί να είναι 60 έως 80 cm το λεπτό. Αντιθέτως για μαλακό κράμα και απλή διατομή ο ρυθμός διέλασης μπορεί να είναι έως και 60-70 m το λεπτό. Καθώς το τελικό διαμορφωμένο κράμα εξέρχεται από τη μήτρα ψήχεται είτε φυσικά είτε με νερό ή αέρα. Το στάδιο της ψύξης είναι σημαντικό γιατί δίνει τις απαραίτητες μεταλλουργικές ιδιότητες στο κράμα⁴².

⁴¹ Αεράκης Γ. Σταθάτος Η. (2012) : Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας, πτυχιακή εργασία με θέμα, «Μηχανική συμπεριφορά διαβρωμένων κραμάτων αλουμινίου σειράς 5XXX». Αιγάλεω 2012, σελ. 16

⁴² Αεράκης Γ. Σταθάτος Η. (2012) : Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας, πτυχιακή εργασία με θέμα, «Μηχανική συμπεριφορά διαβρωμένων κραμάτων αλουμινίου σειράς 5XXX». Αιγάλεω 2012, σελ. 15

Εξέλαση είναι η κατεργασία διαμόρφωσης, όπου το αλουμίνιο πιέζεται να ακολουθήσει περιφερειακά τη μορφή ενός καλουπιού.

Χύτευση (casting) είναι η πρώτη μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την μορφοποίηση των μετάλλων. Για τη χύτευση το μέταλλο ή το κράμα τήκεται και κατόπιν χυτεύεται σε μία μήτρα (καλούπι). Για αντικείμενα μεγάλων διαστάσεων, η χύτευση μπορεί να γίνει σε καλούπια πολλαπλής χρήσης συνήθως φτιαγμένα από χυτοσίδηρο, ορείχαλκο, κ.λπ. Το μεταλλικό αντικείμενο που παράγεται με χύτευση, συνήθως καθαρίζεται από ατέλειες και εξωτερικές ακαθαρσίες, λειαίνεται και διαμορφώνεται στις τελικές του διαστάσεις. Στη βιομηχανία υπάρχει και η συνεχής χύτευση, η οποία εφαρμόζεται για την παραγωγή πλατιών ή μακρών προϊόντων, όπως δοκοί και πλινθώματα χάλυβα, αλουμινίου και χαλκού. Επειδή η χύτευση συνδέεται με πολύπλοκα φαινόμενα μεταφοράς θερμότητας και αλλαγών φάσεων, σήμερα η χύτευση θεωρείται ξεχωριστός τομέας της μεταλλογνωσίας.

Ολκή (drawing) είναι η τεχνική μορφοποίησης μετάλλου ή κράματος με ελκυσμό (τράβηγμα). Το μέταλλο ή το κράμα είναι αναγκασμένο να περάσει μέσα από μια μήτρα (οπή) μικρής διαμέτρου και έτσι μειώνεται πολύ το πάχος του. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται πολύ στη συρματοποιία (παραγωγή συρμάτων).



Εικ.31 Κολώνες από αλουμίνιο

Πηγή : <http://www.atem-oe.gr/alouminio-plirofories/idiotites-alouminiou/idiotites-katharou-alouminiou-kramaton.html>

4.5 Ποιες οι ιδιότητες του αλουμινίου και ποιες οι εφαρμογές του;⁴³

Το αλουμίνιο έχει χημικές και φυσικές ιδιότητες οι οποίες κυρίως επιδεικνύονται και από τον μεγάλο αριθμό των κραμάτων του.

Το Al είναι ισχυρά ηλεκτροθετικό μέταλλο και γι αυτό οξειδώνεται εύκολα όταν εκτίθεται σε οξυγόνο, νερό και σε άλλα οξειδωτικά μέσα σχηματίζοντας ένα προστατευτικό στρώμα οξειδίου

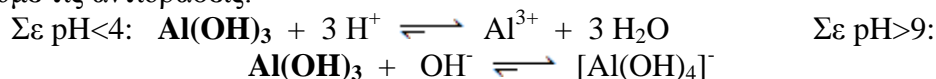
Πίνακας 14. Χημικές ιδιότητες αλουμινίου

Πηγή : Ελληνική Βιομηχανία Αλουμινίου: «*Ιδιότητες του μετάλλου*» <http://www.elval.gr/default>.

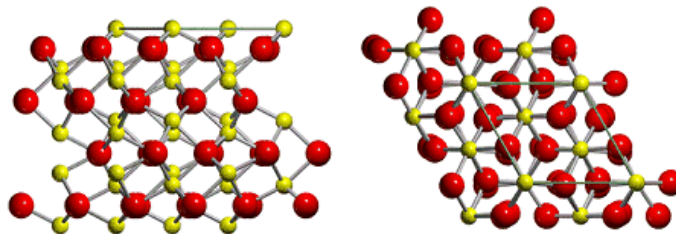
⁴³ Πληροφορία στο διαδίκτυο (2015): Ελληνική Βιομηχανία Αλουμινίου: «*Ιδιότητες του μετάλλου*» <http://www.elval.gr/default>.

Χημικές ιδιότητες⁴⁴

Χαρακτηριστικό του οξειδίου του αργιλίου είναι ο επαμφοτερίζων χαρακτήρας του, όπως επίσης και η χημική του αδράνεια. Ο επαμφοτερίζων χαρακτήρας καταφαίνεται καλύτερα στο υδροξείδιό του, το οποίο διαλύεται ταχύτατα στα οξέα και στις βάσεις. Έτσι σε όξινα και σε αλκαλικά διαλύματα έχουμε τις αντιδράσεις:



Ενδεικτικό της χημικής αδράνειας του Al_2O_3 , είναι το ότι το αλουμίνιο, εξαιτίας ενός συνεκτικού, λεπτότατου, σχεδόν μονομοριακού στρώματος Al_2O_3 , προστατεύεται αποτελεσματικά από περαιτέρω οξείδωση. Ενδεικτικό της χωρίς αυτό το στρώμα, το αλουμίνιο ως δραστικό μέταλλο θα αντιδρούσε αυθόρμητα ακόμη και με το νερό. Ο σχηματισμός προστατευτικού στρώματος οξειδίου συμβαίνει και σε άλλα μέταλλα και είναι ένα φαινόμενο γνωστό ως **παθητικοποίηση** (passivation).



Εικ.32 Κρυσταλλική δομή του $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, της σταθερότερης μορφής της αλουμίνας (κόκκινες σφαίρες: Al, κίτρινες: O): Αριστερά: Πλευρική όψη, Δεξιά: Όψη εκ των άνω (κάτοψη)

Πηγή : http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm

Είναι χαρακτηριστικό το ότι το **αμάλαμα αλουμινίου** (διάλυμα αλουμινίου σε υδράργυρο), όπου το μέταλλο δεν προστατεύεται από επιφανειακό Al_2O_3 , αντιδρά με το νερό: $\text{Al(Hg)} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al(OH)}_3 + 3/2\text{H}_2$ και χρησιμοποιείται ως ισχυρό αναγωγικό μέσο στην οργανική σύνθεση. Ακόμη είναι εκπληκτικό το ότι μικρή ποσότητα υδραργύρου μπορεί να καταστρέψει αντικείμενα από αλουμίνιο. Αν ο υδράργυρος έρθει σε επαφή με τεμάχιο αλουμινίου και αποξεστεί τοπικά το προστατευτικό στρώμα του οξειδίου, σχηματίζεται αμάλαμα Hg-Al, το αλουμίνιο οξειδώνεται τοπικά και ο υδράργυρος προωθείται σε νέα ποσότητα μετάλλου και τελικά μπορεί οξειδωθεί μεγάλο μέρος ή ολόκληρη η ποσότητα του αλουμινίου.

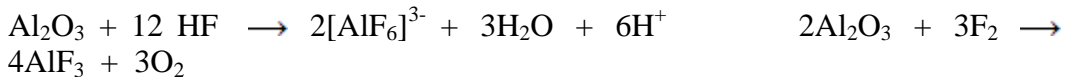
Με ανοδική οξείδωση το προστατευτικό στρώμα οξειδίου αυξάνεται σε πάχος και αποκτά τη δυνατότητα προσρόφησης χρωμάτων για τη βαφή του μεταλλικού αργιλίου (αλουμινίου).

⁴⁴ (α) Halvarsson M: "[Alumina crystal structures](#)", 2002. (β) Stewart T (Tutor: Johnson A): "Removal of Fluoride from Drinking Water: Analysis of Alumina Based Sorption", Term Paper, FS 2009, Institute of Biogeochemistry and Pollutant Dynamics Department Environmental Sciences, ETH Zürich (γ) Haverkamp RG, Metson JB, Hyland MM, Welch BJ: "Adsorption of Hydrogen Fluoride on Alumina", Surface and Interface Analysis, 19:139-144, 1992.

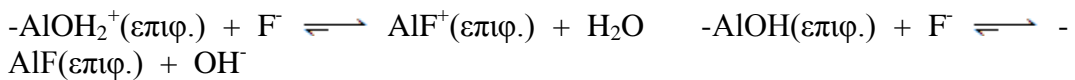
Η δραστηριότητα των συνήθων ισχυρών οξέων έναντι της αλουμίνας είναι ελάχιστη έως μηδενική και εξαρτάται σημαντικά από τη θερμική επεξεργασία που έχει υποστεί (για τη μετατροπή του $\text{Al}(\text{OH})_3$ σε Al_2O_3). Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία πυράκτωσης της αλουμίνας, τόσο μεγαλύτερη είναι η χημική της αδράνεια.

Οι δομικές σχέσεις μεταξύ των διάφορων κρυσταλλικών μορφών του Al_2O_3 και του $\text{Al}(\text{OH})_3$ είναι εξαιρετικά πολύπλοκες και έχουν ιδιαίτερο επιστημονικό και τεχνολογικό ενδιαφέρον. Η πλέον κοινή κρυσταλλική δομή του Al_2O_3 και σταθερή σε κάθε θερμοκρασία είναι γνωστή ως $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, συναντάται στο εξαιρετικής σκληρότητας ορυκτό κορούνδιο (το σκληρότερο ορυκτό μετά τον αδάμαντα, ειδ. βάρος: $4,0 \text{ g/cm}^3$), την καθαρότερη φυσική μορφή του Al_2O_3 . Πυράκτωση $\text{Al}(\text{OH})_3$ ή διαφόρων αλάτων του αργιλίου στους 1200°C οδηγεί απ' ευθείας στη δομή $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, τη σταθερότερη (καταληκτική) δομή και ουσιαστικά χημικώς αδρανή μορφή του Al_2O_3 .

Η αλουμίνα προσβάλλεται ή διαλύεται⁴⁵ από το υδροφθορικό οξύ, το υγρό υδροφθόριο αλλά και το ίδιο το φθόριο, λόγω της μεγάλης συγγένειας του αργιλίου με το φθόριο και του σχηματισμού σταθερών συμπλόκων Al-F , $[\text{AlF}_x]^{3-x}$ ($x = 1-6$):

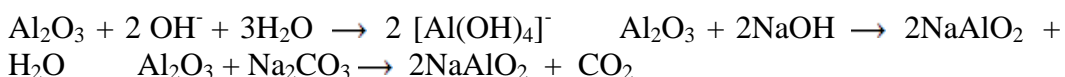


Η συγγένεια του αργιλίου με το φθόριο έχει αξιοποιηθεί ή έχει προταθεί για την απομάκρυνση των φθοριούχων από το πόσιμο ύδωρ με διαβίβασή του μέσω στήλης αλουμίνας, όπως επίσης και για τη δέσμευση ποσοτήτων του εκλυόμενου αερίου HF από τα ηλεκτρολυτικά στοιχεία και τους χώρους εργασίας στα εργοστάσια παραγωγής αλουμινίου. Η ρόφηση (sorption) των φθοριούχων από την αλουμίνα μπορεί να αποδοθεί από τις ακόλουθες αντιδράσεις ισορροπίας:

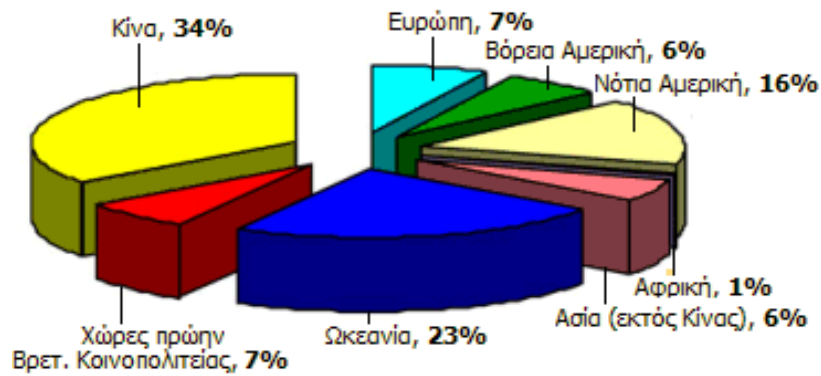


Στη μεγάλη χημική συγγένεια του αργιλίου με το φθόριο οφείλεται και η διαλυτότητα της αλουμίνας σε τήγματα φθοριούχων αλάτων (όπως στον κρυστάλλο, Na_3AlF_6), ιδιότητα που αξιοποιείται στην ηλεκτρολυτική παραγωγή αλουμινίου με τη μέθοδο Hall-Héroult.

Ο όξινος χαρακτήρας της αλουμίνας "αποκαλύπτεται" κατά τη θέρμανσή της με πυκνά διαλύματα ισχυρών βάσεων προς σχηματισμό διαλυτών υδροξυ-συμπλόκων (συλλογικά γνωστών ως "αργιλικά ανιόντα"), αντίδραση στην οποία βασίζεται η μέθοδος Bayer. Ωστόσο, η πλήρως αφυδατωμένη αλουμίνα αντιδρά δύσκολα με τήγματα βάσεων σε υψηλές θερμοκρασίες παρέχοντας πλήρως αφυδατωμένα αργιλικά άλατα (μετα-αργιλικά). Οι αντιδράσεις αυτές (γνωστές ως "συντήξεις") καθιστούν εφικτές τις διαλυτοποιήσεις δειγμάτων αλουμίνας αλλά και φυσικών αργιλικών ορυκτών.



⁴⁵ Stewart T (Tutor: Johnson A): "Removal of Fluoride from Drinking Water: Analysis of Alumina Based Sorption", Term Paper, FS 2009, Institute of Biogeochemistry and Pollutant Dynamics Department Environmental Sciences, ETH Zürich



Εικ.33 Κατανομή της παγκόσμιας παραγωγής αλουμίνας κατά το έτος 2010

Πηγή : http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm

Σημείο Τήξης	933,5K ή 660oC
Σημείο Βρασμού	2767K ή 2494oC
Πυκνότητα (στερεό)	2697-2699kg/m ³
Θερμική Αγωγιμότητα (k)	2,37W/cm.K στους 298K
Ηλεκτρική Ειδική Αντίσταση	2,655x10 ⁻⁸ Ωm στους 298K

Πίνακας 15. Φυσικές ιδιότητες Αλουμινίου

Πηγή : Παρουσιάσεις Πάνιας Δ. «Μεταλλουργία Αλουμινίου».

Ποιότητες Αλουμινίου	
% Αλουμίνιο	Τύπος
<99,5	Scrap ή κραματωμένο Al
99,5 – 99,9	Εμπορική καθαρότητα
99,9 – 99,99	Υψηλή καθαρότητα
>99,99	Υπερυψηλή καθαρότητα

Πίνακας 16. Μηχανικές ιδιότητες Αλουμινίου

Πηγή : Παρουσιάσεις Πάνιας Δ. «Μεταλλουργία Αλουμινίου», <http://www.metal.ntua.gr>

Οι ιδιότητες του αλουμινίου αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω:

1. Έχει χαμηλό ειδικό βάρος. Μόλις το 1/3 εκείνου του σιδήρου. Βλέπουμε εφαρμογή του στα μέσα μεταφοράς⁴⁶.
2. Διαμορφώνεται ελάσεται, εξελάσεται, διελάσεται, συγκολλείται με ευκολία συνεπώς είναι ιδανικό μέταλλο κατασκευών. Το μέτρο ελαστικότητας του (70.000 MPa) είναι 3 φορές χαμηλότερο από εκείνο του σιδήρου. Σε δεδομένη κατάσταση φόρτισης, μία κατασκευή από αλουμίνιο παρουσιάζει 3 φορές μεγαλύτερη ελαστική επιμήκυνση απ' ό,τι μία σιδερένια.
3. Το ίδιο και περισσότερα κράματά του είναι ανθεκτικό έως πολύ ανθεκτικό σε πολλές μορφές διάβρωσης. Λόγω της μεγάλης χημικής συνάφειας με το οξυγόνο, η φυσική επιφάνεια του μετάλλου είναι μόνιμα καλυμμένη με στρώμα οξειδίου του αργιλίου, που αποτελεί ένα πολύ αποτελεσματικό εμπόδιο εξάπλωσης της διάβρωσης. Αυτή είναι η ιδιότητα που το κάνει τόσο δημοφιλές στη Δόμηση, στη Ναυπηγική και στη βιομηχανία κατασκευής μεταφορικών μέσων (Αυτοκίνητα, Τραίνα, Αεροπλάνα). Το μειωμένο έως μηδενικό κόστος συντηρήσεως σε συνδυασμό με το χαμηλό ειδικό βάρος επηρεάζουν θετικά την επιλογή του αλουμινίου. Εξαιτίας δε της αντοχής του στη διάβρωση έχει μεγάλη διάρκεια ζωής.
4. Είναι πολύ καλός αγωγός της θερμότητας και του ηλεκτρισμού. Έχει εφαρμογές στους αγωγούς διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και στα οικιακά σκεύη.
5. Δε μαγνητίζεται και δεν καίγεται, ιδιότητες που θεωρούνται πολύ ουσιώδεις για ειδικές εφαρμογές, όπως Τεχνολογία Ηλεκτρονικών και κατασκευές θαλάσσης (πλατφόρμες άντλησης πετρελαίου).
6. Δεν είναι τοξικό σε επαφή με τρόφιμα (λογικού εύρους δείκτη οξύτητας) ενώ ως φιλμ προστασίας επιδεικνύει πολύ χαμηλή διαπερατότητα, ιδιότητες που το καθιέρωσαν βασική πρώτη ύλη για τις συσκευασίες τροφίμων και ειδικότερα τις εύκαμπτες συσκευασίες πολλαπλών στρώσεων (πχ πολυεστέρας, αλουμίνιο, πολυαιθυλένιο). Επίσης χρησιμοποιείται και σε συσκευασίες φαρμακοβιομηχανίας.
7. Έχει υψηλή διάχυτη ανακλαστικότητα (albedo) και χαμηλό συντελεστή δευτερογενούς θερμικής εκπομπής. Οι δύο (2) αυτές ιδιότητες το καθιστούν απαραίτητο ως εξωτερικό «κρύο» φλοιό για τα νέα κτήρια του τριτογενούς τομέα (κτήρια γραφείων, δημόσια κτήρια γενικά, βιομηχανικά κτήρια) καθώς και σε ενεργειακές ανατάξεις παλαιών «ενεργοβόρων» κτηρίων. Με την ίδια ιδιότητα κατασκευάζονται κουβέρτες διάσωσης.
8. Είναι 100% ανακυκλώσιμο και βοηθά στην προστασία του περιβάλλοντος.

⁴⁶ Στις μεταφορές το αλουμίνιο βρίσκει συνεχώς αυξανόμενη εφαρμογή στην κατασκευή τραινών, αυτοκινήτων, φορτηγών, βυτίων και επιβατηγών πλοίων (π.χ. fast ferrries) λόγω του συνδυασμού χαμηλού βάρους και στιβαρότητας κατασκευής που προσφέρει. Ειδικά στην αυτοκινητοβιομηχανία η ελάττωση του βάρους συνεπάγεται μειωμένη κατανάλωση καυσίμου καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του αυτοκινήτου. Έτσι, για κάθε 100 κιλά που μειώνεται το βάρος ενός αυτοκινήτου μεσαίου κυβισμού λόγω χρήσης αλουμινίου αντί χάλυβα, προκύπτει μείωση εκπομπής καυσαερίων ποσότητας 2 τόνων για όλη τη διάρκεια ζωής του αυτοκινήτου, ενώ στον ίδιο χρόνο η αναμενόμενη οικονομία καυσίμου είναι 900 λίτρα βενζίνης. Πληροφορία στο διαδίκτυο (2015): <http://www.elval.gr/default.asp>

Εκτός από τις ιδιότητες που του επιτρέπουν την χρήση του υπάρχουν και ιδιότητες που δεν επιτρέπουν την χρήση του. Οι ιδιότητες αυτές είναι το μεγαλύτερο κόστος του από τον χάλυβα, η μικρότερη αντοχή του, το μικρότερο μέτρο ελαστικότητας (70Μpa) και η δυσκολία του στη συγκόλληση⁴⁷.

Κυριότερος λόγος κραματοποίησης είναι η αύξηση της αντοχής. Τα κραματικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται, έχουν σημαντικές επιπτώσεις σε άλλα χαρακτηριστικά των κραμάτων. Οι επιπτώσεις των κυριότερων κραματικών στοιχείων αυτές φαίνονται και αναλύονται στον πίνακα 17.

ΠΡΟΣΘΗΚΗ	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ
Χαλκός	Σε ποσοστό ως 12% προκαλεί βελτίωση της μηχανικής αντοχής και κατεργασιμότητας. Επιτυγχάνεται σκλήρυνση με κατακρήμνιση.
Σίδηρος	Σε μικρά ποσοστά βελτιώνει την αντοχή και τη σκληρότητα. Μειώνει τις πιθανότητες θερμής ρηγμάτωσης κατά τη χύτευση.
Μαγγάνιο	Βελτιώνει την ολκιμότητα και σε συνδυασμό με το σίδηρο τη χυτευσιμότητα.
Μαγνήσιο	Βελτιώνει την μηχανική αντοχή και την αντοχή σε διάβρωση. Σε ποσοστό μεγαλύτερο από 6% προκαλεί σκλήρυνση σε κατακρήμνιση.
Ψυρίτιο	Βελτιώνει κατά πολύ τη χυτευσιμότητα και την αντοχή σε διάβρωση.
Ψευδάργυρος	Μειώνει τη χυτευσιμότητα, αλλά σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία προσθήκης βελτιώνει την μηχανική αντοχή.

Πίνακας 17. Επίδραση των συστατικών του αλουμινίου στις ιδιότητές του

Πηγή : Κορωνάιος Γ.Α., Πουλάκος Ι.Γ. (2006) : Ε.Μ.Π. «Τεχνικά υλικά» Τόμος 4 σελ. 92

4.6 Πρώτες χρήσεις σε βιομηχανικές εφαρμογές⁴⁸

Η πρώτη μονάδα παραγωγής πρωτόχυτου αλουμινίου σε βιομηχανικές ποσότητες δημιουργήθηκε στον Καναδά από την Northern Aluminium Company, που αργότερα έγινε η γνωστή σε όλους Alcoa. Με την έναρξη της παραγωγής από το 1901 η ποσότητά του έφτανε τον ένα τόνο. Η πρώτη αυτή μονάδα λειτούργησε

⁴⁷ Η συγκόλληση του αλουμινίου απαιτεί πολύ μεγαλύτερη τεχνογνωσία από αυτήν που απαιτείται για την συγκόλληση του χάλυβα. Είναι δύσκολη όταν πρόκειται να γίνουν επισκευές ή μετατροπές σε ένα συνεργείο.

Πληροφορία στο διαδίκτυο : www.pischools.gr/download/lessons/tee/mechanical/1b/.../kef_1.pdf

⁴⁸ Περιοδικό "Αλουμίνιο", Alcan, Alcoa

στο Shawinigan Falls Quibec, κοντά στον ποταμό Saint Maurice, που ήταν μια ιδανική τοποθεσία για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Στη συνέχεια το 1925 όταν αυξάνονταν η ζήτηση για αλουμίνιο η Alcan αύξησε την παραγωγή της κατασκευάζοντας νέα μονάδα παραγωγής αλουμινίου και ηλεκτρικής ενέργειας στην πόλη Arvida της ίδιας Καναδικής πολιτείας. Η ιστορία της Alcan ήταν παράλληλη με την ιστορία παραγωγής πρωτόχυτου αλουμινίου στις ΗΠΑ από την Alcoa και αργότερα από άλλες Ευρωπαϊκές εταιρίες. Η άνοδος της κατανάλωσης αλουμινίου σήμανε την μείωση κατανάλωσης χαλκού.

Year	Copper	Aluminium	Cu/Al Ratio	Year	Copper	Aluminium	Cu/Al Ratio
1978	710	610	1,16	1988	1500	1450	1,03
1979	1040	785	1,32	1989	1750	1290	1,35
1980	930	845	1,10	1990	1500	900	1,66
1981	800	650	1,23	1991	1350	700	1,92
1982	800	585	1,36	1992	1300	710	1,83
1983	1100	900	1,22	1993	1250	675	1,85
1984	1180	970	1,21	1994	1485	950	1.56
1985	1080	690	1,56	1995	1860	1150	1.61
1986	935	785	1,19	1996	1475	970	1,52
1987	1050	1000	1,05	1997	1395	980	1,42

Πίνακας 18. London Metal Exchage (LME): Μέση ετήσια τιμή χαλκού και αλουμινίου (Αγγλική λίρα/ τόνος)

Πηγή: <http://www.ateo-oe.gr/alouminio-plirofories/istorika-stoixeia-alouminio/apodoxi-alouminiou-viomixania.html>

Ομάδα Έργου ΣΕΒΕ –Ινστιτούτο Εξαγωγικών Ερευνών & Σπουδών (ΙΕΕΣ) 2015: «Αναλυτική καταγραφή και αποτύπωση επιχειρησιακών διαδικασιών (Business Process Analysis - BPA) εξαγωγής προφίλ αλουμινίου οικοδομικών κατασκευών στην Αυστραλία με πλοίο», σελ. 13

Χρονολογικά και μετά το 1906 **οι χρήσεις του αλουμινίου** σε βιομηχανικές εφαρμογές είναι οι ακόλουθες:

1889: Ο Αυστριακός Friedrich Bayer, γιος του ιδρυτή της περίφημης εταιρίας χημικών ουσιών, εφευρίσκει την μέθοδο παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων αλουμίνιας από τον βωξίτη.

1908: Παραγωγή καλωδίων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης.

1910: Παραγωγή καλωδίων για χρήση σε υπόγειες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, μεμονωμένες με μολύβι και χαρτί. Χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στη Βοστώνη.

1912: Παραγωγή κουπαστών εσωτερικών χώρων από αλουμίνιο για το επιβατικό πλοίο AQUITANA

1917: Παραγωγή καλωδίου για μετασχηματιστές ηλεκτρικής ενέργειας.

1920: Παραγωγή μηχανικών μερών για μηχανές

4.7 Εφαρμογές του αλουμινίου στην Ελλάδα⁴⁹

Το αλουμίνιο στη χώρα μας άρχισε να χρησιμοποιείται στις αρχές της δεκαετίας του 1970 αφού προηγήθηκε η κατασκευή του εργοστασίου παραγωγής πρωτόχυτου αλουμινίου της «Αλουμίνιον της Ελλάδος» που λειτούργησε το 1965 και με το οποίο αξιοποιήθηκε ο ελληνικός βωξίτης που είναι η πρώτη ύλη για την παραγωγή του, τα κοιτάσματα του οποίου στην Ελλάδα είναι από τα μεγαλύτερα στην Ευρώπη.



Εικ. 34 Αλουμίνιον της Ελλάδος

Πηγή: <http://www.atem-oe.gr/aluminio-pliers/efarmoges-alouminiou/aluminio-ethniko-proion.html>

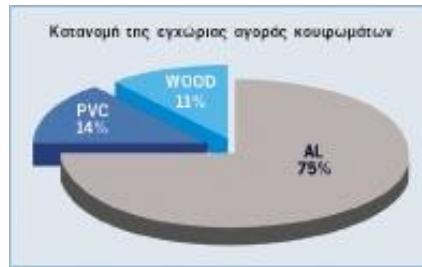
Η ελληνική βιομηχανία αλουμινίου είναι σήμερα ένας από τους πλέον δυναμικούς κλάδους της ελληνικής οικονομίας και το 65% των προϊόντων της εξάγονται σε όλο τον κόσμο, κάνοντας αισθητή την παρουσία της σε ανεπτυγμένες αγορές και προσφέροντας τεχνογνωσία και προϊόντα υψηλής ποιότητας. Μάλιστα στα Βαλκάνια και σε πολλές χώρες της Ανατ. Ευρώπης, το ελληνικό αλουμίνιο έχει κυρίαρχη παρουσία ιδίως σε οικοδομικές εφαρμογές. Κουφώματα από αλουμίνιο δίνουν τις σωστές και ενδεδειγμένες λύσεις τόσο στις περιπτώσεις κατασκευής μοντέρνων κτιρίων, όσο και σε περιπτώσεις ανακαίνισης ή συντήρησης παλαιών κτιρίων.

Η εταιρεία «Αλουμίνιον της Ελλάδος» κατέχει το Πιστοποιητικό Ποιότητας κατά το διεθνές πρότυπο ISO 9001: 2008 για τα προϊόντα της. Παράλληλα, το χημείο της είναι διαπιστευμένο σύμφωνα με τις απαιτήσεις του διεθνούς προτύπου ISO 17025:2005, από το Ε.ΣΥ.Δ (Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης), με

⁴⁹ Πληροφορία στο διαδίκτυο :

<http://www.atem-oe.gr/aluminio-pliers/efarmoges-alouminiou/aluminio-ethniko-proion.html>

πεδίο διαπίστευσης την ανάλυση των βωξιτών, των αλουμινών, του αλουμινίου και των κραμάτων του⁵⁰.



Εικ.35 Κατανομή αγοράς κουφωμάτων

Πηγή: <http://www.atem-oe.gr/alouminio-plirofories/efarmoges-alouminiou/alouminio-ethniko-proion.html>

Η ελληνική βιομηχανία⁵¹ «Αλουμίνιον της Ελλάδος» είναι εγκατεστημένη στη Βοιωτία και στη Φωκίδα, με ευκολία θαλάσσιας επικοινωνίας και διακριτική ένταξη στο περιβάλλον συνδυάζοντας στην ίδια θέση μονάδα παραγωγής αλουμίνιας (κοντά σε κοιτάσματα βωξίτη) και μονάδα παραγωγής αλουμινίου (κοντά σε ηλεκτροπαραγωγικό κέντρο). Το βιομηχανικό συγκρότημά της περιλαμβάνει:

- α) Μια μονάδα επεξεργασίας βωξίτη για την παραγωγή αλουμίνιας
- β) Μια μονάδα επεξεργασίας αλουμίνιας για την παραγωγή αλουμινίου
- γ) Μια μονάδα παραγωγής αλουμινίου (σειρές ηλεκτρόλυσης, παραγωγή ανόδων, χυτήριο).

Η μονάδα παραγωγής αλουμίνιας αποτελείται από μία πλειάδα τμημάτων και εγκαταστάσεων στις οποίες με φυσικοχημικές διεργασίες διαχωρίζεται το οξείδιο του αλουμινίου (αλουμίνια) από το μέταλλευμα του βωξίτη. Περιλαμβάνει τα εξής τμήματα:

- α) Θραύση-Άλεση βωξίτη
- β) Απασβεστοποίηση
- γ) Προσβολή-Διαλυτοποίηση αλουμίνιας
- δ) Διήθηση-Διαχωρισμό καταλοίπων
- ε) Εξάτμιση- Συμπύκνωση σόδας
- στ) Διαπύρωση αλουμίνιας

⁵⁰ Παρουσίαση της «Αλουμίνιο Α.Ε.» στο διαδίκτυο

⁵¹ Ανέστης Γ.(2005) : Τ.Ε.Ι. Χαλκίδας, πτυχιακή εργασία με θέμα, «Αυτοματοποίηση βιομηχανίας άλεσης βωξίτη στον τομέα Αλουμίνια για την παραγωγή Αλουμίνιας –Αλουμινίου», σελ 14,15,16, 19, 20 ,21, 25,27,28

ζ) Παραγωγή ατμού

Το χυτήριο είναι η χύτευση και η μορφοποίηση του μετάλλου που παραλαμβάνεται σε ρευστή μορφή από την ηλεκτρόλυση. Χυτεύεται και μορφοποιείται σε τρία είδη προϊόντων:

α) κολόνες πρωτόχυτου και δευτερόχυτου αλουμινίου (110.000 τόνοι)

β) πλάκες (50.000 τόνοι)

γ) χελώνες με τομή σχήματος T(5.000 τόνοι). Περιλαμβάνει φούρνους κραματοποίησης, συστήματα καθαρισμού του μετάλλου, φούρνο ομογενοποίησης, συστήματα πριονισμού και δεματοποίησης. Η δραστηριότητα των ανόδων παράγει και εξασφαλίζει τη τροφοδοσία της Ηλεκτρόλυσης με τις απαραίτητες συναρμολογημένες ανόδους. Χρησιμοποιεί σαν πρώτες ύλες για την παραγωγή των ανόδων: κοκ, πίσσα και υπολείμματα ανόδων. Η δραστηριότητα των ανόδων αποτελείται από τρία τμήματα:

α) Ωμής παραγωγής

β) Φούρνος ψησίματος

γ) Συναρμολόγησης

Εκτός από τις τρεις κύριες μονάδες επεξεργασίας, το βιομηχανικό συγκρότημα περιλαμβάνει:

α) Τον υποσταθμό ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ

β) Τις λιμενικές εγκαταστάσεις, ικανές να εξυπηρετήσουν πλοία χωρητικότητας μέχρι 50.000 τόνων

γ) Τις εγκαταστάσεις αντιρύπανσης

δ) Τους χώρους αποθήκευσης καυσίμων και πρώτων υλών

ε) Τα συνεργεία κεντρικής και περιφερειακής συντήρησης

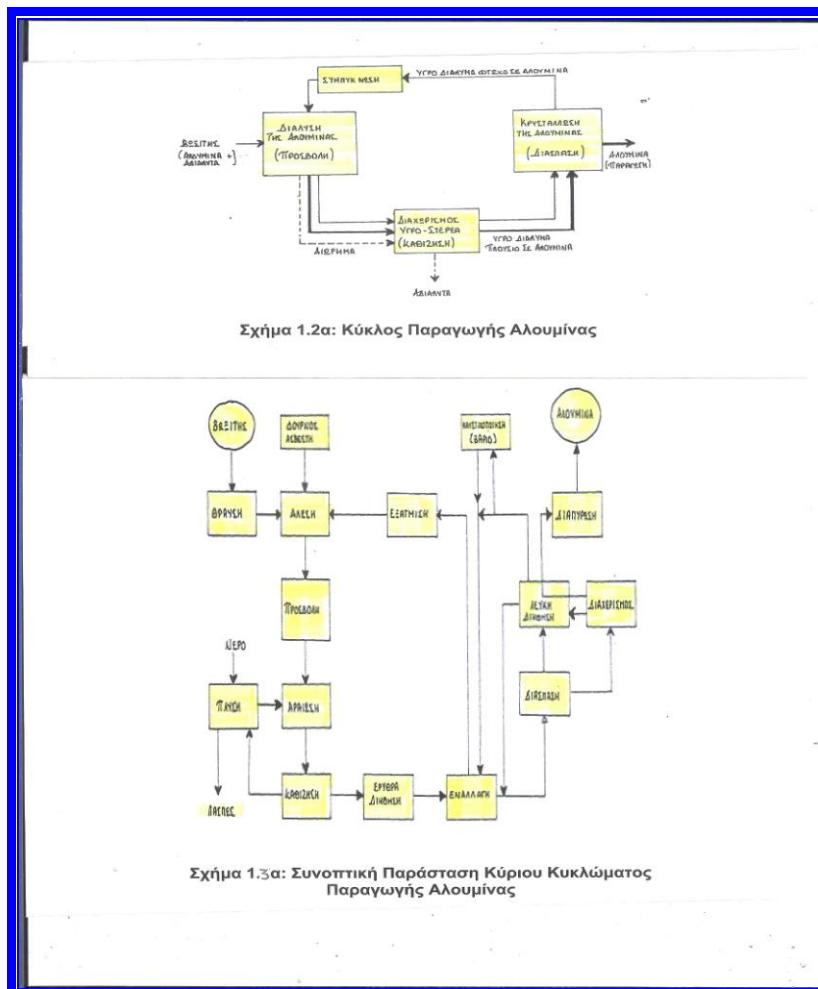
στ) Το πλέγμα των δραστηριοτήτων υποστήριξης (περιβάλλοντος, ποιότητας, ασφάλειας, χημείου, πληροφορικής, ιατρείου, διαχείρισης προσωπικού, λογιστηρίου, εσωτερικών υπηρεσιών).

Με βάση όλα αυτά τα τμήματα η δυναμικότητα του εργοστάσιου είναι ότι επεξεργάζεται 1.400.000t Ελληνικού βωξίτη και 200.000t τροπικού βωξίτη και παράγει 750.000t αλουμίνας και 160.000t αλουμινίου.

Η παραγωγή αλουμίνας βασίζεται στην ικανότητα που έχει το καυστικό διάλυμα κάτω από ορισμένες συνθήκες (μέθοδος BAYER) , να προσβάλλει το βωξίτη και να διαλύει την αλουμίνα, ενώ τα άλλα συστατικά, κυρίως ο σίδηρος, να μένουν αδιάλυτα ή να σχηματίζουν αδιάλυτες ενώσεις. Από το όνομα του BAYER

έχει πάρει το όνομα και η μέθοδος προσβολής. Η μέθοδος BAYER είναι η πλέον διαδεδομένη και εφαρμόζεται στα εργοστάσια παραγωγής αλουμίνας με διάφορες παραλλαγές, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των βωξιτών και την τεχνολογία.

Στα σχήματα απεικονίζεται ο κύκλος παραγωγής και η συνοπτική παράσταση του κυρίου κυκλώματος αλουμίνας. Από την εξόρυξη βωξίτη έως την παραγωγή αλουμίνας διακρίνουμε δυο βασικές φάσεις : α) Προσβολή β) Διάσπαση. Η προσβολή είναι η **πρώτη βασική φάση** του κύκλου παραγωγής αλουμίνας (Al_2O_3) από το βωξίτη με «υδρόλυση» και είναι ο διαχωρισμός της αλουμίνας από τα άλλα συστατικά του. Η διάσπαση είναι η **δεύτερη βασική φάση** του κύκλου παραγωγής αλουμίνας όπου με «ηλεκτρόλυση» γίνεται η επανάκτηση της αλουμίνας από το διάλυμα σόδας. Εκτός όμως από τις δυο βασικές φάσεις υπάρχουν και άλλες δυο φάσεις που συμπληρώνουν τον κύκλο παραγωγής αλουμίνας. Αυτές είναι η καθίζηση, όπου γίνεται ο διαχωρισμός υγρών-στερεών και η συμπύκνωση για να χρησιμοποιηθεί στη πρώτη φάση κλείνοντας έτσι τον κύκλο παραγωγής αλουμίνας.



Εικ.36 Συνοπτική παράσταση κύριου κυκλώματος παραγωγής αλουμίνας

Πηγή : Ανέστης Γ. (2005), Τ.Ε.Ι. Χαλκίδας, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Αυτοματισμού, «Αυτοματοποίηση βιομηχανίας άλεσης βωξίτη στον τομέα αλουμίνας για την παραγωγή αλουμίνας και αλουμινίου»,σελ. 21& 27

Παράδειγμα παραγωγής ενός τόνου αλουμινίου

Εφαρμόζονται δύο (2) στάδια:

Στο **πρώτο στάδιο** χρησιμοποιούνται τα εξής υλικά: Βωξίτης 4.3 T, σόδα 0.06 T, ασβέστης 0.2 T, πετρέλαιο 0.7 T, νερό 5 T, άλατα βαρίου 0.004 T, κοκ 0.45 T και πίσσα 0.1 T.

Για να διαχωρίσουμε το οξείδιο του αλουμινίου (αλουμίνα) από τα άλλα συστατικά του βωξίτη χρησιμοποιούμε, κάτω από ορισμένες συνθήκες, το διάλυμα σόδας. Η παρουσία ασβέστη είναι μια από τις συνθήκες που χρησιμοποιούμε για τη διάλυση της αλουμίνας. Το νερό χρησιμοποιείται για την αραίωση του πλούσιου διαλύματος σόδα σε αλουμίνα καθώς και για την απαλλαγή των αδιάλυτων συστατικών του βωξίτη τα οποία βρίσκονται στη σόδα υπό μορφή ερυθράς λάσπης. Τα άλατα βαρίου χρησιμοποιούνται για την καυστικοποίηση με βάριο όπου γίνονται δυο χημικές διεργασίες. Τέλος με κοκ και πίσσα έχουμε την παραγωγή των ανόδων που χρησιμοποιούνται στο δεύτερο στάδιο, στο στάδιο της ηλεκτρόλυσης. Τα υλικά αυτά με κατάλληλη επεξεργασία, η οποία γίνεται μέσα από τις φάσεις της βιομηχανικής παραγωγής αλουμίνας, παράγουν 2 T αλουμίνας και τους ανόδους που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρόλυση.

Στο **δεύτερο στάδιο**, στο στάδιο της ηλεκτρόλυσης έχοντας τους δυο τόνους αλουμίνας και χρησιμοποιώντας φθοριούχο αλουμίνιο 16 Kgs, κρυολίθο 8 Kgs, τους ανόδους και ηλεκτρική ενέργεια 13.000 KWH έχουμε την τελική παραγωγή ενός τόνου αλουμινίου.

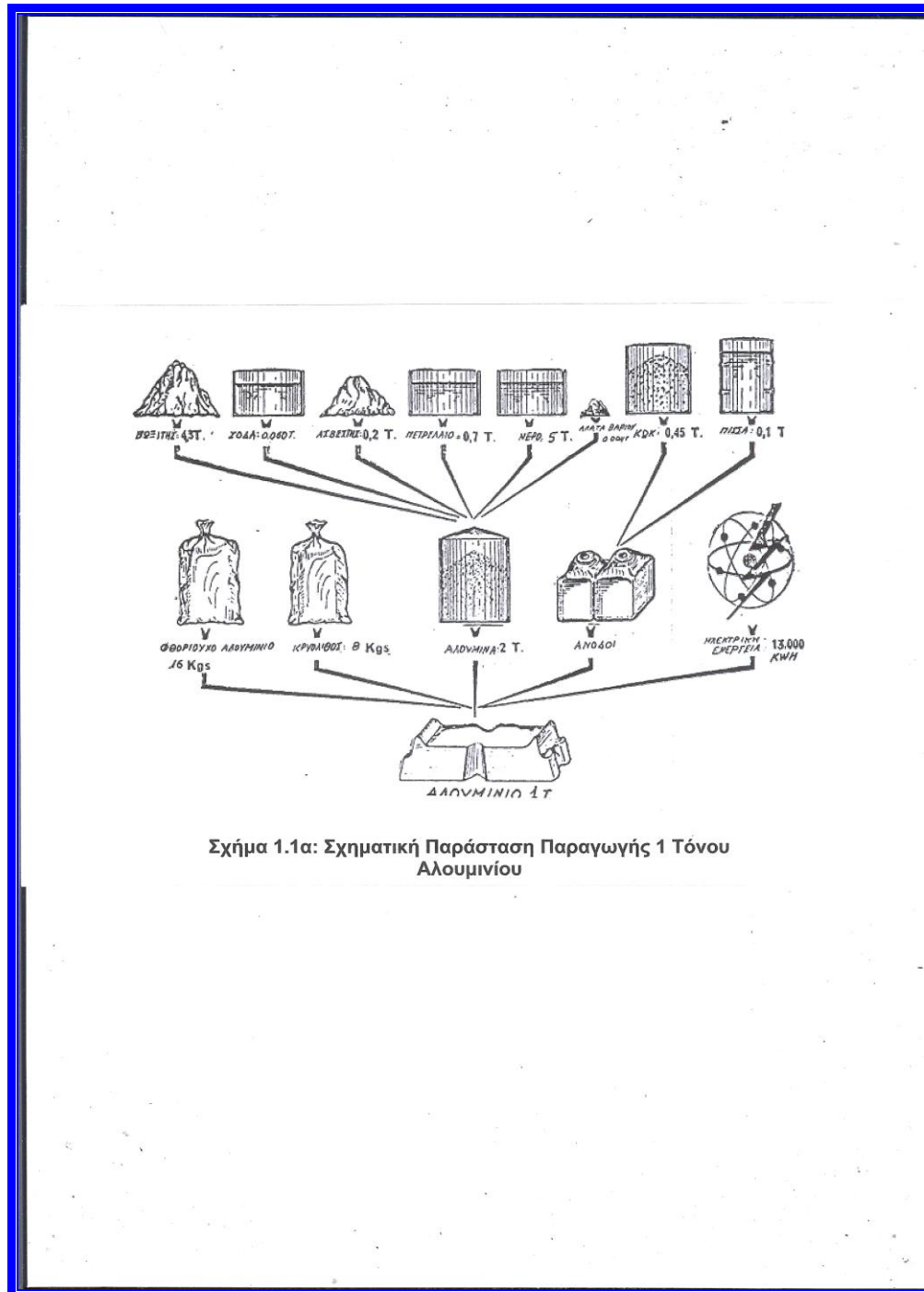
Συνοπτικό παράδειγμα παραγωγής ενός κιλού αλουμινίου

Παρόμοιες ποσότητες υλικών και ενέργειας δείχνονται για την παραγωγή 1 kg αλουμινίου στο επόμενο σχήμα.



Εικ.37 Παράσταση παραγωγής ενός κιλού αλουμινίου

Πηγή: http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_A12O3.htm



Εικ. 38 Σχηματική παράσταση παραγωγής ενός τόνου αλουμινίου

Πηγή :Ανέστης Γ. (2005), Τ.Ε.Ι. Χαλκίδας, Σχολή Τεχνολογικών εφαρμογών, Τμήμα Αυτοματισμού, «Αυτοματοποίηση βιομηχανίας άλεσης βοξίτη στον Τομέα αλουμίνας για την παραγωγή αλουμίνας και αλουμινίου», σελ. 19

Η ηλεκτρόλυση απαιτεί μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, γι' αυτό οι μονάδες παραγωγής αλουμινίου βρίσκονται κοντά σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

ΜΕΤΑΛΛΑ	ΕΜΠΕΡΙΧΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	
	kWh/t	kWh/ m ³
Κασσίτερος	6.500	48.000
Σίδηρος	7.000	25.500
Λαμαρίνα	9.000	70.500
Χάλυβας	8.000	63.000
Μόλυβδος	10.000	114.000
Ψευδάργυρος	12.000	86.000
Χαλκός	15.000	133.000
Νικέλιο	45.600	
Αλουμίνιο	72.500	195.000

Πίνακας 19 Εμπεριεχόμενη ενέργεια αλουμινίου

Πηγή:

http://www.anelixi.org/oikologiki_arxitektoniki/kathara-ulika-kai-texnologies/kritiria-aksiologisis-ulikon/emperioxomeni-energeia

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 19396/1546/1997 « Μέτρα και όροι για τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων » (ΦΕΚ 604/Β/18-7-97) τα στερεά απόβλητα διακρίνονται σε επικίνδυνα και μη επικίνδυνα⁵². Η πιο πάνω ΚΥΑ τροποποιήθηκε με την Υ.Α.Η.Π. 13588/725/2006 «Μέτρα όροι και περιορισμοί για τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ» του Συμβουλίου της 12^{ης} Δεκεμβρίου 1991 « για τα επικίνδυνα απόβλητα ». Αυτή πάλι τροποποιήθηκε από το Ν.4042/2012 (ΦΕΚ 24/Α/13/2/2012) « Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την οδηγία 2008/99/ΕΚ - Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής » αλλά και την Υ.Α. 8668/2007(ΦΕΚ 187/Β/2.3.2007) «Έγκριση Εθνικού Σχεδιασμού Επικίνδυνων Αποβλήτων (ΕΣΔΕΑ), σύμφωνα με το άρθρο 5 (παρ. Α) της υπ' αριθμ. 13588/725/2006 κοινής υπουργικής απόφασης «Μέτρα, όροι και περιορισμοί για τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων κ.λπ.» (Β 383) και σε συμμόρφωση με τις διατάξεις του άρθρου 7 (παρ. 1) της υπ αριθμ. 91/156/ΕΚ οδηγίας του Συμβουλίου της 18ης Μαρτίου 1991. Τέλος τροποποιήθηκε εκ νέου η υπ' αριθμ. 13588/725/2006 κοινή υπουργική απόφαση «Μέτρα, όροι και περιορισμοί για τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων κ.λπ.» (Β 383) και η υπ' αριθμ. 24944/1159/2006 κοινή υπουργική απόφαση « Έγκριση Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων....κ.λπ » (Β791)».

⁵² Γκουζιώτη Α. (2003): Τ.Ε.Ι. Δυτικής Μακεδονίας. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Βιομηχανικού Σχεδιασμού, πτυχιακή εργασία με θέμα, «Πρωτογενής παραγωγή αλουμινίου και καταγραφή μεθόδων κατεργασίας για παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων με πλαστική παραμόρφωση», σελ. 62,63,64,65

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΚΑΙ ΚΡΑΜΑΤΩΝ

A/A	ΤΥΠΟΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ gr/έτος
1	Μπετό και Τούβλα	Κατασκευές θεμελιώσεις	13500
2	Πυρίμαχα τούβλα λάσπες	Φούρνοι-κάδοι	1900
3	Άμμος	Καθίζηση, πλύση	9000
4	Άψητος ασβέστης	Καθίζηση, πλύση	7000
5	Υπολείμματα ανόδων	Συναρμολόγηση	2000
6	Σκόνες αλουμίνας	Εγκαταστάσεις αλουμίνας	3000

Πίνακας 20. Μη Επικίνδυνα στερεά απόβλητα

A/A	ΕΙΔΟΣ	ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ
1	Κρυσταλλικό λουτρό	Εγκαταστάσεις λειοτρίβηση
2	Υπολείμματα ανόδων	Παραγωγή ανόδων
3	Κομμάτια αλουμινίου	Φούρνοι
4	Σκόνες ασβέστη (καταλύτης)	Χοάνη υποδοχής ασβέστη
5	Υπολείμματα δειγμάτων προς ανάλυση	Εγκαταστάσεις εργοστασίου

Πίνακας 21. Είδη αποβλήτων που παράγονται στον εργοστασιακό χώρο και ανακυκλώνονται

A/A	ΕΙΔΟΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ
1	Ανθρακόσκονη	Παραγωγή Ανόδων (κυκλώνες)
2	Πυρότουβλα	Φούρνοι
3	Παλιοσίδερα	Εγκαταστάσεις εργοστασίου
4	Αλουμίνιο	Χώρος Ηλεκτρόλυσης, Χυτηρίου
5	Χαρτί	Γραφεία εργοστασίου
6	Ξύλα	Συσκευασία
7	Χαρτοκιβώτια	Συσκευασία
8	Κουτιά αλουμινίου	Αστικές δραστηριότητες
9	Καλώδια	Ηλεκτρολογικές Υπηρεσίες
10	Τσέρκια	Συσκευασίες

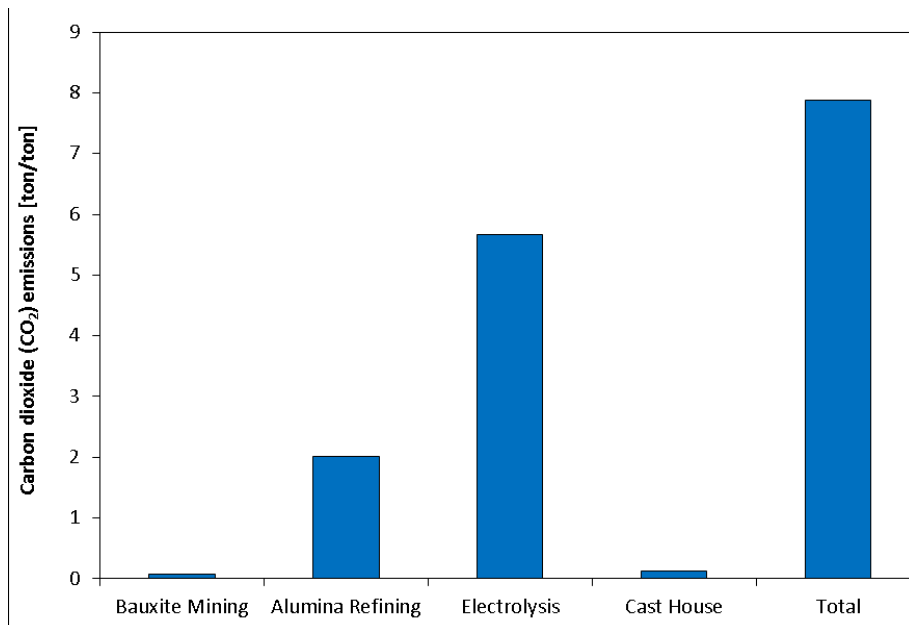
Πίνακας 22. Είδη αποβλήτων που παράγονται στον εργοστασιακό χώρο και αξιοποιούνται προς πώληση

Κατηγορίες υγρών αποβλήτων που προκύπτουν από την παραγωγική διαδικασία στο εργοστάσιο

- Όμβρια ύδατα
- Υφάλμυρο νερό (χρησιμοποιείται για την ψύξη εγκαταστάσεων)
- Υγρά απόβλητα τμημάτων
- Επεξεργασμένα λύματα βιολογικού σταθμού

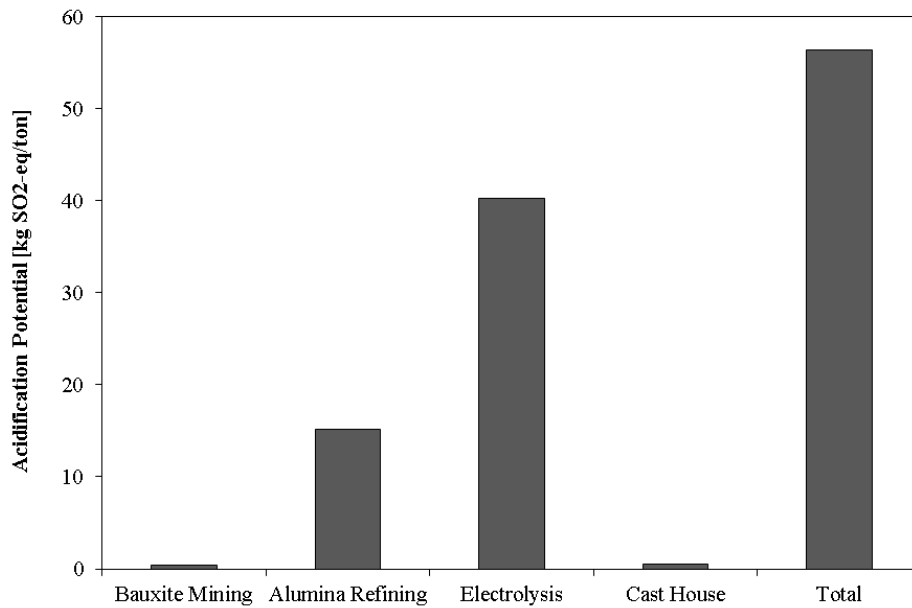
A/A	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΛΟΥΜΙΝΑΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ	ΧΥΤΗΡΙΟ	ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ
1	SO ₂	HF	SO ₂	SO ₂	Σκόνες
2	NO _x	SO ₂	CO ₂ /CO	NO _x	Βωξίτης
3	Σκόνη	CO ₂ /CO	NO _x	CO ₂	Αλουμίνα
4	Βωξίτης	CF ₄ /C ₂ F ₆		Σκόνες	Ασβέστης
5	Αλουμίνα	Αλουμίνα		Αλουμίνα	Κοκ
6	Ασβέστης	Φθοριούχα			Πίσσα

Πίνακας 23. Είδη αερίων εκπομπών που παράγονται κατά την παραγωγική διαδικασία στο εργοστάσιο ανά τομέα



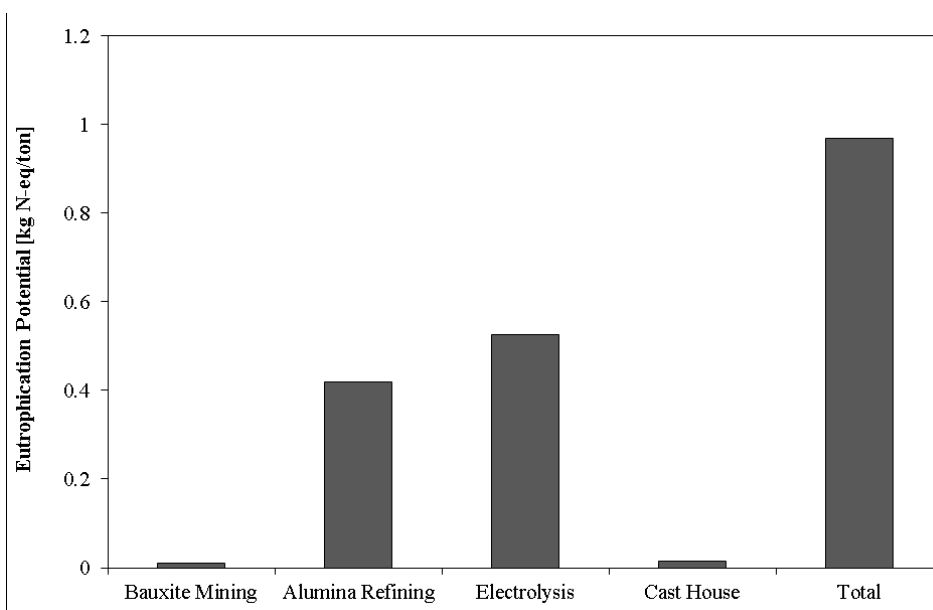
Διαγ. 5 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στις διαφορετικές διεργασίες κατεργασίας του Αλουμινίου

Πηγή : http://www.alouminum.org/sites/default/files/LCA_Report_Aluminum_Association_12_13.p



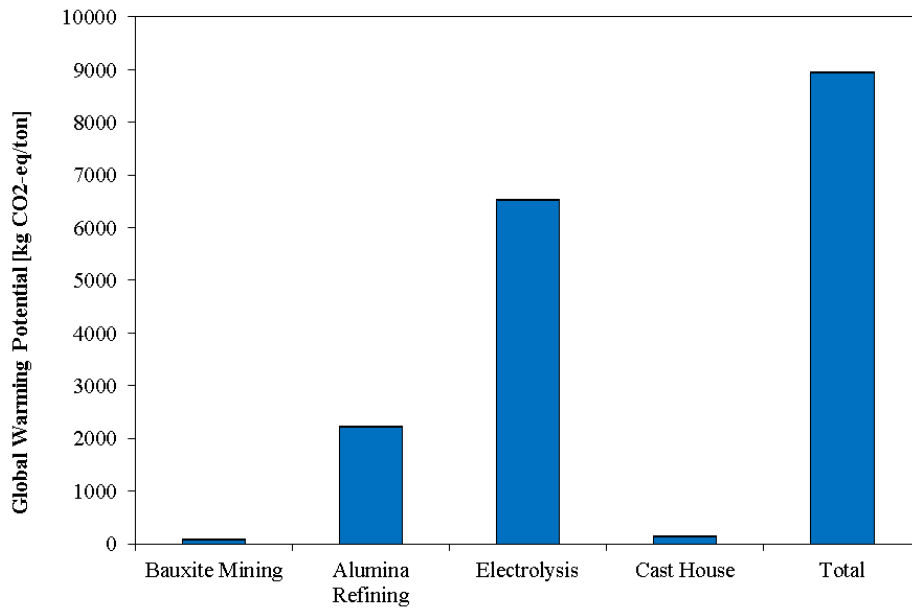
Διαγ. 6 Δυναμικό πρόκλησης οξίνισης στις διαφορετικές διαδικασίες κατεργασίας του Αλουμινίου

Πηγή : http://www.aluminium.org/sites/default/files/LCA_Report_Aluminum_Association_12_13.p



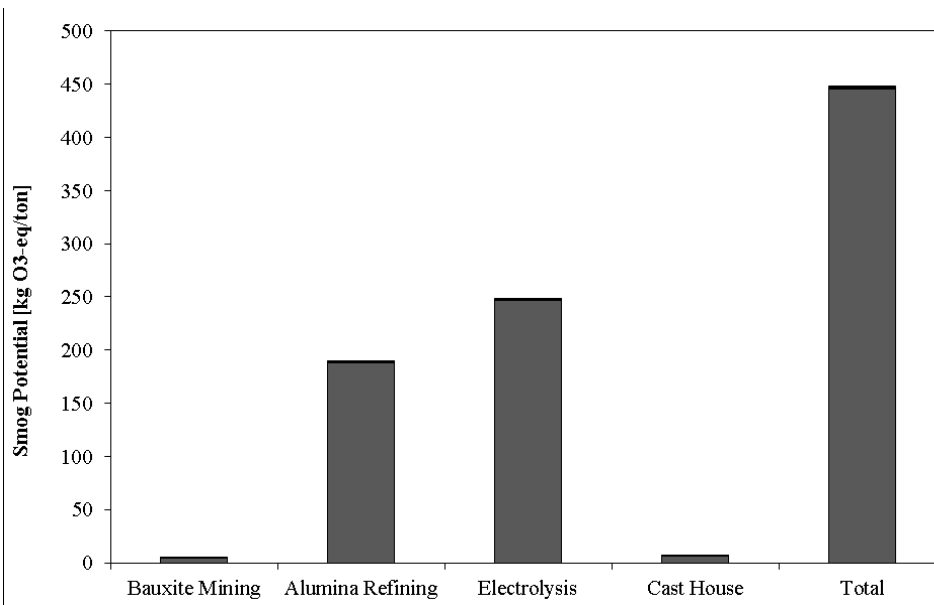
Διαγ. 7 Δυναμικό πρόκλησης ευτροφισμού στις διαφορετικές διαδικασίες κατεργασίας του Αλουμινίου

Πηγή : http://www.aluminium.org/sites/default/files/LCA_Report_Aluminum_Association_12_13.p



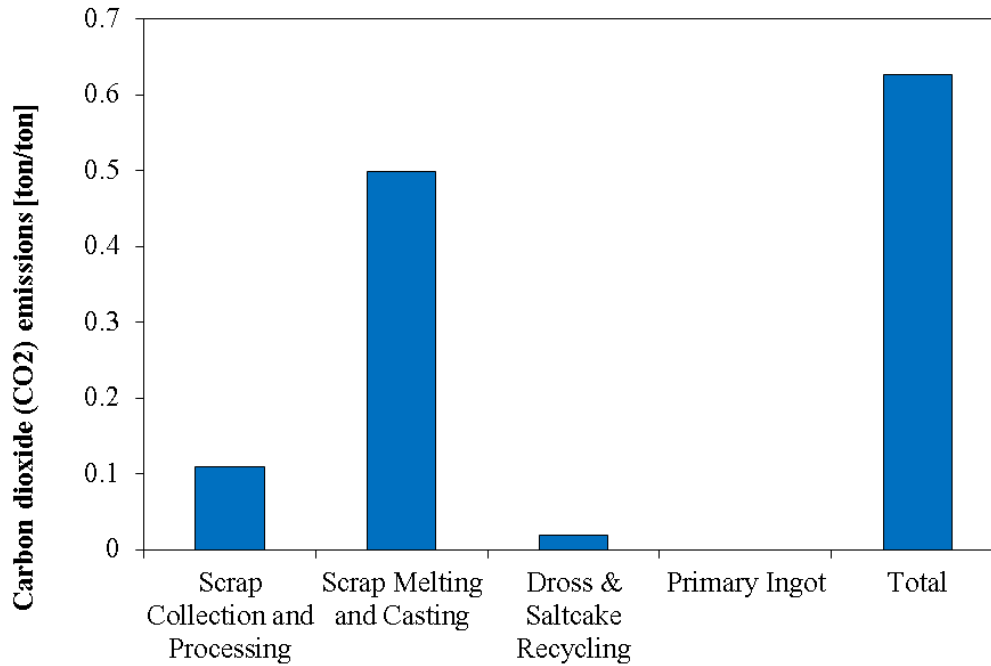
Διαγ. 8 Δυναμικό πρόκλησης φαινομένου του θερμοκηπίου στις διαφορετικές διαδικασίες κατεργασίας του Αλουμινίου

Πηγή: http://www.aluminium.org/sites/default/files/LCA_Report_Aluminum_Association_12_13.p



Διαγ. 9 Δυναμικό πρόκλησης νέφους στις διαφορετικές διαδικασίες κατεργασίας του Αλουμινίου

Πηγή : http://www.aluminium.org/sites/default/files/LCA_Report_Aluminum_Association_12_13.p



Διαγ. 10 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα συνδεδεμένες με την ανακύκλωση του Αλουμινίου αναπαριστώντας 1000 κιλά από επανακτημένο αλουμίνιο

Πηγή: http://www.aluminium.org/sites/default/files/LCA_Report_Aluminum_Association_12_13.p

4.8 Κράματα αλουμινίου και κατηγορίες τους

Το αλουμίνιο διατίθεται σε μεγάλη ποικιλία κραμάτων⁵³. Η επιλογή του κατάλληλου κράματος γίνεται ανάλογα με την χρήση του τελικού προϊόντος και τις ιδιαίτερες απαιτήσεις, καθώς και από την μέθοδο της παραγωγικής επεξεργασίας. Η δυνατότητα που έχει το αλουμίνιο, να επιτυγχάνει διαφορετικές ιδιότητες προκειμένου να καλύψει τις ειδικές απαιτήσεις κάθε προϊόντος, οφείλεται στο γεγονός της εύκολης κραματοποίησής του. Με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων κραματοποιών (χημικών) στοιχείων (π.χ. χαλκός, μαγνήσιο, πυρίτιο, μαγγάνιο, ψευδάργυρος κλπ), μπορούμε να επιτύχουμε πρώτη ύλη αλουμινίου με τις επιθυμητές και κατάλληλες ιδιότητες για κάθε τύπο προϊόντος.

Οι τελικές ιδιότητες κάθε προϊόντος που θα παραχθεί από αλουμίνιο, επιτυγχάνονται με την επιλογή του κατάλληλου κράματος⁵⁴ αλουμινίου, την μέθοδο επεξεργασίας του (μηχανική πλαστική διαμόρφωση ή χύτευση) και τις θερμικές κατεργασίες (βαφή, τεχνητή γήρανση, ανόπτηση κλπ) που θα υποστεί.

⁵³ Πληροφορία στο διαδίκτυο : Περιοδικό «*Το Αλουμίνιο*»
<http://www.ateo-oe.gr/aluminio-plirotories/idiotites-alouminiou/idiotites-katharou-alouminiou-kramaton.html>

⁵⁴ Πληροφορία στο διαδίκτυο : Περιοδικό «*Το Αλουμίνιο*»
<http://www.ateo-oe.gr/aluminio-plirotories/idiotites-alouminiou/idiotites-katharou-alouminiou-kramaton.html>

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΘΑΡΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ		
	Στοιχεία	Μον. μέτρ.
Ατομικό βάρος	26,98	
Πυκνότητα (20 °C)	2,6898	gr/cm ³
Σημείο Τήξης	660,2	°C
Γραμμική διαστολή (0-100 °C)	23,5X10 ⁻⁶	(m/m)/°C
Ηλεκτρική Αντίσταση (20 °C)	2,69	μΩcm
Μέτρο Ελαστικότητας (E)	68,3	GPa
Μέτρο Στρέψης (G)	25,5	GPa
Συντελεστής Poisson	0,34	

Πίνακας 24 . Ιδιότητες αλουμινίου

Πηγή : <http://www.atem-oe.gr/aluminio-plirofories/idiotites-alouminiou/idiotites-katharou-alouminiou-kramaton.html>

Το αλουμίνιο και τα κράματά του, (είτε πρωτόχυτο είτε δευτερόχυτο), διαίρουνται σε δύο κύριες κατηγορίες :

Αλουμίνιο ή κράματα αλουμινίου για χρήση σε χυτήρια (παραγωγή χυτών αντικειμένων). Τα χαρακτηριστικότερα κράματα για την παραγωγή χυτών αντικειμένων είναι αυτά που έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε πυρίτιο. Το πυρίτιο βελτιώνει τις ρεολογικές ιδιότητες έτσι ώστε το ρευστό μέταλλο να καταλαμβάνει όλες τις κοιλότητες του καλουπιού.

Αλουμίνιο ή κράματα αλουμινίου για μηχανική μεταποίηση (παραγωγή προϊόντων έλασης, διέλασης, ολκής, κλπ). Το αλουμίνιο και τα κράματά του που προορίζονται για μηχανική πλαστική διαμόρφωση (έλαση, διέλαση, ολκή, σφυρηλασία κλπ) προσδιορίζονται από το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 573 και προσδιορίζονται από τη χημική τους σύσταση βάσει ενός διεθνώς αποδεκτού συστήματος που χρησιμοποιεί τέσσερις αριθμούς. Τα κράματα για μηχανική επεξεργασία χωρίζονται σε: **θερμοσκληρυνόμενα και μη θερμοσκληρυνόμενα.**

Οι ιδιότητες των προϊόντων του αλουμινίου ή των κραμάτων του, εξαρτώνται τόσο από την κραματοποίηση όσο και από τις μηχανικές ή θερμικές κατεργασίες που θα υποστεί.

Πίνακας 25. Η σημασία του πρώτου αριθμού στο τετραψήφιο σύστημα συμβολισμού των κραμάτων του αλουμινίου

Πηγή : Αεράκης Γ., Σταθάτος Η. (2012) : Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας, πτυχιακή εργασία με θέμα, «Μηχανική συμπεριφορά διαβρωμένων κραμάτων αλουμινίου σειράς 5XXX». Αιγάλεω, σελ. 23-27

Συμβολισμός	Περιγραφή της κύριας πρόσμιξης
1XXX	Σχεδόν καθαρό αλουμίνιο (άνω του 90%)
2XXX	Κράματα αλουμινίου - χαλκού (Al + Cu)
3XXX	Κράματα αλουμινίου - μαγγανίου (Al + Mn)
4XXX	Κράματα αλουμινίου - πυριτίου (Al + Si)
5XXX	Κράματα αλουμινίου – μαγνησίου (Al +Mg)
6XXX	Κράματα αλουμινίου-μαγνησίου-πυριτίου (Al+Mg+ Si)
7XXX	Κράματα αλουμινίου – ψευδαργύρου (Al +Zn)
8XXX	Άλλα στοιχεία

Τα κράματα αλουμινίου συμβολίζονται με έναν τετραψήφιο αριθμό, π.χ. «1060» , «6061». Ο πρώτος αριθμός δείχνει την βασική πρόσμιξη του κράματος όπως φαίνεται στον πίνακα (25). Οι τρεις επόμενοι καθορίζουν τις άλλες ιδιότητες τις οποίες για να βρούμε πρέπει να ανατρέξουμε σε πίνακες.

Τα κράματα αλουμινίου που προορίζονται για χύτευση συμβολίζονται με μία τελεία πριν από το τελευταίο ψηφίο, Π.χ. 1XX.X (σειρά τουλάχιστον 99% αλουμίνιο), 2XX.X (σειρά χαλκού), 3XX.X (σειρά πυρίτιο, το χαλκό και το μαγνήσιο) κ.λ.π

Τα κράματα των σειρών 2XXX και 7XXX δεν είναι συγκολλησιμα πλην ελαχίστων εξαιρέσεων. Εύκολη είναι η συγκόλληση των κραμάτων 1XXX και 6XXX. Τα κράματα της σειράς 6XXX επιδέχονται θερμικές κατεργασίες όπως οι χάλυβες.

Κράματα χυτών

Τα χαρακτηριστικότερα κράματα για την παραγωγή χυτών αντικειμένων είναι αυτά που έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε πυρίτιο. Το πυρίτιο βελτιώνει τις ρεολογικές ιδιότητες έτσι ώστε το ρευστό μέταλλο να καταλαμβάνει όλες τις κοιλότητες του καλουπιού.

Η ποιότητα και τα χαρακτηριστικά ενός κράματος χύτευσης διαφέρουν από εκείνα της διαμόρφωσης. Τα χυτά εξαρτήματα έχουν οριστική και καθορισμένη μορφή και δεν υφίστανται πλέον καμία πλαστική παραμόρφωση. Τα ειδικά χαρακτηριστικά που πρέπει να διασφαλίζει ένα κράμα χύτευσης αλουμινίου είναι⁵⁵:

- Η καλή χυτευσιμότητα
- Η απουσία ρηγματώσεων
- Η ομογενής κατανομή του πορώδους (ατέλειες που μπορούν να προκληθούν λόγω της συστολής του μετάλλου κατά την στερεοποίηση)
- Η παραγωγή λεπτόκοκκων χυτών αντικειμένων
- Η καλή αντοχή εν θερμώ
- Η καλή αντοχή στη διάβρωση

Οι χαμηλές θερμοκρασίες τήξης των κραμάτων αλουμινίου, επιτρέπουν την επαναχρησιμοποίηση των καλουπιών χύτευσης που πραγματοποιούνται με τρεις τρόπους⁵⁶:

Χύτευση σε άμμο. Η μέθοδος εφαρμόζεται για την παραγωγή μικρής ποσότητας χυτών αντικειμένων, πολύπλοκων εξαρτημάτων ή αντικειμένων ιδιαίτερης μορφής.

Χύτευση σε μεταλλικό τύπο. Το κράμα χυτεύεται με τη βοήθεια της βαρύτητας ή χαμηλής πίεσης. Με τη μέθοδο αυτή τα παραγόμενα χυτά, παρουσιάζουν μικρότερο πορώδες σε σύγκριση με τη χύτευση σε άμμο. Ωστόσο η μέθοδος αντενδείκνυται στην περίπτωση κατασκευής εξαρτημάτων, εργαλείων ή αντικειμένων πολύπλοκης γεωμετρίας.

Χύτευση υπό πίεση. Με τη μέθοδο αυτή λαμβάνονται λεπτόκοκκα χυτά, με λείες επιφάνειες και γεωμετρική ακρίβεια.

Ο πίνακας 25 αναφέρεται στο πρώτο μέρος της κωδικής ονομασίας των κραμάτων αλουμινίου. Ο πίνακας 26 αναφέρεται στο δεύτερο μέρος της κωδικής ονομασίας, ανάλογα με την κατεργασία μηχανική ή θερμική που έχουν υποστεί τα κράματα διαμόρφωσης και χύτευσης. Για παράδειγμα, το 1060-H14 είναι

⁵⁵ Αεράκης Γ., Σταθάτος Η. (2012): Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών Τμήμα Μηχανολογίας, Πτυχιακή Εργασία με θέμα «*Μηχανική συμπεριφορά διαβρωμένων κραμάτων-Αλουμινίου σειράς 5XXX*», Αιγάλεω, σελ.17

⁵⁶ Αεράκης Γ., Σταθάτος Η. (2012): Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών Τμήμα Μηχανολογίας, Πτυχιακή Εργασία με θέμα «*Μηχανική συμπεριφορά διαβρωμένων κραμάτων-Αλουμινίου σειράς 5XXX*», Αιγάλεω, σελ.18

αλουμίνιο καθαρότητας 99,60% το οποίο έχει υποστεί μόνο ενδοτράχυνση, η οποία έχει οδηγήσει σε αύξηση της σκληρότητάς του κατά 50%⁵⁷.

Πίνακας 26. Ονοματολογία θερμικών κατεργασιών κραμάτων αλουμινίου

Πηγή : Αεράκης Γ., Σταθάτος Η. (2012) : Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας, πτυχιακή εργασία με θέμα, «Μηχανική συμπεριφορά διαβρωμένων κραμάτων αλουμινίου σειράς 5XXX». Αιγάλεω, σελ. 14

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ
F	Προϊόν όπως παρήχθη, χωρίς μηχανική ή θερμική κατεργασία
O	Ανόπτηση
H	Ενδοτράχυνση, μόνο για τα κράματα διαμόρφωσης
H1X	Μόνο ενδοτράχυνση, (Το X αναφέρεται στο βαθμό ενδοτράχυνσης) H11 : Κράμα ελάχιστης σκληρότητας H12 : Κράμα σκληρωμένο κατά 25% H14 : Κράμα σκληρωμένο κατά 50% H16 : Κράμα σκληρωμένο κατά 75% H18 : Κράμα σκληρωμένο κατά 100% H19 : Υπέρσκληρο κράμα
H2X	Ενδοτράχυνση ακολουθούμενη από θερμική κατεργασία σταθεροποίησης σε χαμηλή θερμοκρασία, προκειμένου να αποφευχθεί σκλήρυνση λόγω γήρανσης. Το 8 κυμαίνεται από το 1-8, υποδηλώνοντας τον βαθμό σκλήρυνσης πριν από τη σταθεροποίηση
H3X	Ενδοτράχυνση ακολουθούμενη από θερμική κατεργασία σταθεροποίησης σε χαμηλή θερμοκρασία, προκειμένου να αποφευχθεί σκλήρυνση λόγω γήρανσης. Το 8 κυμαίνεται από το 1-8, υποδηλώνοντας τον βαθμό σκλήρυνσης πριν από τη σταθεροποίηση
T	Θερμική κατεργασία σκλήρυνσης με γήρανση
T1	Βαφή από την θερμοκρασία θερμής μορφοποίησης και φυσική γήρανση

⁵⁷ Αεράκης Γ., Σταθάτος Η. (2012): Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών Τμήμα Μηχανολογίας, Πτυχιακή Εργασία με θέμα «Μηχανική συμπεριφορά διαβρωμένων κραμάτων-Αλουμινίου σειράς 5XXX» , Αιγάλεω, σελ.21-23

T2	Βαφή από την θερμοκρασία θερμής μορφοποίησης, μηχανική κατεργασία εν ψυχρώ και φυσική γήρανση
T3	Θερμική κατεργασία ομογενοποίησης, βαφή, κατεργασία εν ψυχρώ και φυσική γήρανση
T4	Θερμική κατεργασία ομογενοποίησης, βαφή και φυσική γήρανση
T5	Βαφή από την θερμοκρασία θερμής μορφοποίησης και τεχνητή γήρανση, σε θερμοκρασία υψηλότερη από αυτής του περιβάλλοντος
T6	Θερμική κατεργασία ομογενοποίησης, βαφή και τεχνική γήρανση, σε θερμοκρασία υψηλότερη από αυτής του περιβάλλοντος
T7	Θερμική κατεργασία ομογενοποίησης, βαφή, θερμική κατεργασία σταθεροποίησης
T8	Θερμική κατεργασία ομογενοποίησης, βαφή, κατεργασία εν ψυχρώ και τεχνητή γήρανση
T9	Θερμική κατεργασία ομογενοποίησης, βαφή, τεχνητή γήρανση και κατεργασία εν ψυχρώ
T10	Βαφή από την θερμοκρασία θερμής μορφοποίησης, κατεργασίας εν ψυχρώ και τεχνητή γήρανση
W	Θερμική κατεργασία ομογενοποίησης. Χρησιμοποιείται μόνο για τα κράματα, που υφίστανται σκλήρυνση με γήρανση

Θερμικές κατεργασίες μεταλλικών υλικών⁵⁸

Οι παράμετροι που καθορίζουν τη θερμική κατεργασία ενός μεταλλικού υλικού είναι: α) Ο χρόνος παραμονής στη συγκεκριμένη θερμοκρασία β) Η ταχύτητα διέλευσης από την αρχική στην τελική θερμοκρασία.

Οι **θερμικές κατεργασίες των μεταλλικών υλικών είναι:** α) η βαφή, β) η κλιμακωτή βαφή, γ) η επαναφορά μετά από βαφή και δ) η ισοθερμική ανόπτηση.

Η **βαφή** πραγματοποιείται με την ταχεία εμβάπτιση του μετάλλου ή του κράματος υψηλής θερμοκρασίας T, σε μέσο βαφής ή λουτρό βαφής, χαμηλής θερμοκρασίας T3. Ως μέσα βαφής συνήθως χρησιμοποιούνται ο αέρας, το νερό το λάδι, τήγματα αλάτων κ.λ.π

⁵⁸ Αεράκης Γ., Σταθάτος Η. (2012) : Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών Τμήμα Μηχανολογίας, Πτυχιακή Εργασία με θέμα «*Μηχανική συμπεριφορά διαβρωμένων κραμάτων-Αλουμινίου σειράς 5XXX*», Αιγάλεω, σελ.23-27

Η **κλιμακωτή βαφή** πραγματοποιείται με το μέταλλο ή το κράμα να μην αποψύχεται κατευθείαν σε χαμηλή θερμοκρασία T3 αλλά σε ενδιάμεση θερμοκρασία T2, η οποία είναι κατώτερη της T1 στην οποία πραγματοποιείται ο αντιστρεπτός μηχανισμός.

Η **επαναφορά μετά από βαφή** συνιστάται αναθέρμανση του υλικού μέχρι τη θερμοκρασία T2, όπου το μέταλλο παραμένει για κάποιο χρονικό διάστημα. Ακολουθεί απόψυξη στον αέρα. Μετά την επαναφορά, η αυξημένη σκληρότητα που είχε αποκτήσει το μέταλλο από το στάδιο της βαφής ελαττώνεται, ενώ αυξάνονται η δυσθραυστότητα και η ολκιμότητά του.

Η **ανόπτηση** εφαρμόζεται σε θερμικώς και μη θερμικώς κατεργάσιμα κράματα με σκοπό να μειώσει τις παραμένουσες τάσεις που δημιουργούνται κατά τη ψυχρή κατεργασία ή τη χύτευση. Ακόμη μεταβάλλει τις χημικές ιδιότητες του υλικού. Στο αλουμίνιο γίνεται σε θερμοκρασίες 300° C έως 450° C.

Διακρίνεται σε : **α)** ολική ανόπτηση, **β)** μερική ανόπτηση, **γ)** αποτατική ανόπτηση και **δ)** ανόπτηση των χυτών κραμάτων του αλουμινίου.

α) Η ολική ανόπτηση εφαρμόζεται σε θερμικώς και μη θερμικώς κατεργάσιμα κράματα και δίνει προϊόντα τα οποία έχουν την μέγιστη κατεργασιμότητα και ολκιμότητα. Οι θερμοκρασίες στις οποίες συνήθως εφαρμόζεται αυτή η κατεργασία στα κράματα αλουμινίου κυμαίνονται από τους 345°C έως τους 415°C για το χρονικό διάστημα 2-3 ωρών. Στα θερμικώς κατεργάσιμα κράματα αλουμινίου οι φάσεις που δημιουργούνται μετά από την ολική ανόπτηση κατακρημνίζονται και έτσι σταθεροποιούνται, έχοντας σαν αποτέλεσμα να αποφεύγεται η φυσική γήρανση.

β) Η μερική ανόπτηση εφαρμόζεται σε ψυχρά κατεργασμένα, μη θερμικώς κατεργάσιμα κράματα αλουμινίου. Σκοπό έχει να παράγει προϊόντα με μηχανικές ιδιότητες ενδιάμεσες από εκείνες του υλικού που έχει ενδοτραχυνθεί στον μέγιστο βαθμό (H18) και του υλικού που έχει υποστεί ολική ανόπτηση.

γ) Αποτατική ανόπτηση εφαρμόζεται στα θερμικώς κατεργάσιμα κράματα αλουμινίου με σκοπό την απαλλαγή του υλικού από τις μηχανικές τάσεις που εφαρμόστηκαν, κατά τη διάρκεια της ενδοτράχυνσης. Η αποτατική ανόπτηση γίνεται στις θερμοκρασίες μέχρι 345°C. Κατά την αποτατική ανόπτηση το υλικό ενδέχεται να υποστεί μερική ή ολική ανακρυστάλλωση

δ) Γίνεται σε θερμοκρασίες 315° C έως 345° C με σκοπό την απαλλαγή των χυτών από τις παραμένουσες τάσεις.

Κράματα θερμοσκληρυνόμενα

Τα κράματα αυτά αποκτούν τις μηχανικές αντοχές μετά από θερμική επεξεργασία.

Σειρά 2000: κράματα αλουμινίου χαλκού. Τα κράματα της σειράς αυτής αποκτούν μηχανικές αντοχές υψηλότερες από αυτές του μέσου χάλυβα. Χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις κατασκευών με απαίτηση υψηλές μηχανικές αντοχές. Κάτω από ειδικές συνθήκες παρουσιάζουν μια αυξημένη ευαισθησία στην ατμοσφαιρική διάβρωση, γι αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα προστασίας. Τα κράματα της σειράς αυτής μπορούν να συγκολληθούν με ειδικές τεχνικές, μόνον όπως η συγκόλληση με δέσμη ηλεκτρονίων. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην αεροναυπηγική, βιομηχανία όπλων κλπ. Χαρακτηριστικά κράματα 2017, 2024.

Σειρά 6000: κράματα αλουμινίου - πυριτίου μαγνησίου. Αποτελούν τα κράματα που κατά βάση χρησιμοποιούνται στην διέλαση για την παραγωγή προφίλ. Η ομάδα αυτή χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες. Στην κατηγορία των κραμάτων που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε μαγνήσιο και πυρίτιο και που σε συνδυασμό με το μαγγάνιο, χρώμιο και ψευδάργυρο εξασφαλίζουν υψηλές μηχανικές ιδιότητες. Χαρακτηριστικά κράματα: 6005, 6061, 6082. Η άλλη κατηγορία αποτελείται από κράματα που περιέχουν μικρότερες ποσότητες μαγνησίου και πυριτίου και προσφέρουν μεγάλες ταχύτητες διέλασης, αλλά χαμηλότερες μηχανικές ιδιότητες. Παρουσιάζουν καλή διακοσμητική συμπεριφορά και έτσι χρησιμοποιούνται ευρέως στις αρχιτεκτονικές και διακοσμητικές εφαρμογές. Χαρακτηριστικά κράματα: 6060, 6063.

Σειρά 7000: κράματα αλουμινίου ψευδαργύρου. Ο ψευδάργυρος με το μαγνήσιο είναι τα κύρια κραματοποιά στοιχεία. Τα κράματα αυτά επιτυγχάνουν τις υψηλότερες μηχανικές ιδιότητες από όλα τα κράματα αλουμινίου. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην αεροναυπηγική και αεροδιαστημική βιομηχανία.

Κράματα μη θερμοσκληρυνόμενα

Τα κράματα αυτά αποκτούν τις μηχανικές αντοχές τους ανάλογα με το βαθμό της μηχανικής κατεργασίας που υφίστανται.

Σειρά 1000: καθαρό αλουμίνιο με 99,00% ελάχιστη καθαρότητα. Το καθαρό αλουμίνιο υποδιαιρείται σε κατηγορίες ανάλογα με την περιεκτικότητα σε αλουμίνιο. Το καθαρό αλουμίνιο χαρακτηρίζεται από την υψηλή αντίσταση στη διάβρωση, υψηλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα και την εύκολη μορφοποίηση. Οι μηχανικές αντοχές είναι σχετικά χαμηλές.

Σειρά 3000: κράματα αλουμινίου – μαγγανίου. Τα χαρακτηριστικά των κραμάτων της σειράς αυτής είναι: η εύκολη μορφοποίηση, η καλή αντοχή στην ατμοσφαιρική διάβρωση, η ευκολία συγκόλλησης με τις συνήθεις μεθόδους. Χαρακτηριστικά κράματα το 3003 και 3004.

Σειρά 4000: κράματα αλουμινίου – πυριτίου. Η παρουσία του πυριτίου ελαττώνει το σημείο τήξης των κραμάτων της κατηγορίας αυτής. Το γεγονός αυτό, καθιστά

αυτά τα κράματα κατάλληλα για χρήση ως ηλεκτρόδια πλήρωσης σε εργασίες συγκόλλησης κομματιών αλουμινίου.

Σειρά 5000: κράματα αλουμινίου – μαγνησίου. Τα χαρακτηριστικά των κραμάτων αυτών είναι: πολύ καλή συγκολλητικότητα, πολύ καλή συμπεριφορά σε χαμηλές θερμοκρασίες (κρυογενικά συστήματα), πολύ καλή αντιδιαβρωτική συμπεριφορά στο θαλάσσιο περιβάλλον, μέσες μηχανικές αντοχές. Χρησιμοποιείται ευρέως στη ναυπηγική, στη χημική βιομηχανία, στις οικοδομές, στα μεταφορικά μέσα, κλπ. Χαρακτηριστικά κράματα: 5005, 5052, 5754, 5083, 5086, 5182

Στον παρακάτω αναφέρονται περιληπτικά οι κατηγορίες και οι συμβολισμοί για τα διάφορα κράματα αλουμινίου, οι θερμικές επεξεργασίες που συνήθως υποβάλλονται, καθώς και η επίδραση των διαφόρων κραματοποιών στοιχείων στις ιδιότητες.

ΚΡΑΜΑΤΑ ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ					
	Κωδικός κράματος	Κύριο κραματοποιό στοιχείο	Σκλήρυνση με μηχανική επεξεργασία	Σκλήρυνση με θερμική επεξεργασία	
EN AW-	1XXX	Κανένα (min.99,00% Al)	X		Μη θερμοσκληρυνόμενα
	3XXX	Mn	X		
	4XXX	Si	X		
	5XXX	Mg	X		
	2XXX	Cu	(X)	Xs	Θερμοσκληρυνόμενα
	6XXX	Mg+Si	(X)	X	
	7XXX	Zn	(X)	X	
	8XXX	Άλλο	(X)	X	
Συμβολισμοί: EN: Ευρωπαϊκό πρότυπο, A: Αλουμίνιο, W: Μηχανική πλαστική διαμόρφωση					

Πίνακας 27 Κράματα θερμοσκληρυνόμενα και μη θερμοσκληρυνόμενα

Πηγή: <http://www.atem-oe.gr/aluminio-pliifories/kramata-alouminiou/kramata-alouminiou-xarakteristika.html>

4.9 Ανακύκλωση αλουμινίου⁵⁹



Η διαδικασία της ανακύκλωσης είναι πολύ σημαντική και πρέπει να αναφερθεί ότι ενώ για την πρωτογενή παραγωγή 1 κιλού αλουμινίου με ηλεκτρόλυση αλουμίνας από βωξίτη απαιτείται ενέργεια 14 kWh (κιλοβατώρες), η ανακύκλωση της ίδιας ποσότητας από scrap χρειάζεται μόνο 5% της ενέργειας ηλεκτρόλυσης.

Γενικά στον κόσμο καταβάλλονται προσπάθειες ώστε η διαχείριση ορυχείων να γίνεται με χρήση υδροηλεκτρικής ενέργειας στην ηλεκτρόλυση. Σε πολλά ορυχεία βωξίτη που κλείνουν η επαναφορά του φυσικού τοπίου είναι καθιερωμένη, ενώ τα Ηνωμένα Έθνη έχουν βραβεύσει την αναδάσωση παλαιών ορυχείων μεγάλης εταιρίας στην Αυστραλία. Οι περισσότερες μονάδες ηλεκτρόλυσης (πάνω από 60% παγκοσμίως) τροφοδοτούνται πλέον από υδροηλεκτρικές πηγές που σημαίνει καθαρότερη ενέργεια χωρίς επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με αέριες εκπομπές.

Πολλές προσπάθειες γίνονται διαρκώς για την οικονομικότερη διεργασία ηλεκτρολύσεως με μείωση της ενέργειας έως και 30% από αυτή που χρειαζόνταν πριν 30 έτη.

Μετά την ανακύκλωση το αλουμίνιο διατηρεί τα χαρακτηριστικά του χωρίς ποιοτική υποβάθμιση. Μια τέτοια ιδιότητα ονομάζεται «**Ενεργειακή Τράπεζα**».

Δεδομένου ότι τα κτήρια και τα μεταφορικά μέσα για τα οποία χρησιμοποιείται αλουμίνιο στην κατασκευή τους, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, η διαθέσιμη ποσότητα παλαιού αλουμινίου (scrap) είναι περιορισμένη. Η ποσότητα αυτή δεν αρκεί για να ικανοποιήσει την τρέχουσα ζήτηση και η υπολειπόμενη ποσότητα καλύπτεται από τη βιομηχανία παραγωγής πρωτόχυτου αλουμινίου.

Ως προς τις συσκευασίες ποτών και αναψυκτικών, τα κουτιά των αναψυκτικών από αλουμίνιο με ποσότητα 330cl ζυγίζουν 15g έναντι των 38g που ζυγίζουν τα σιδερένια με αποτέλεσμα να υπάρχει μείωση κατανάλωσης της ενέργειας λόγω της μεταφοράς και διακίνησης των προϊόντων.

Ως προς τη δόμηση η προσθήκη ενός εξωτερικού μανδύα από αλουμίνιο σε νέα ή υπάρχοντα κτίρια βελτιώνει την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου. Διάφορες

⁵⁹ Πληροφορία στο διαδίκτυο :

<http://www.atem-oe.gr/alouminio-plirofories/efarmoges-alouminiou/anakiklosi-efarmoges-alouminiou.html>

μελέτες έδειξαν ότι η εξοικονόμηση ενέργειας πλησιάζει το 50% το χειμώνα (ενέργεια θέρμανσης) και το 25% το καλοκαίρι (ενέργεια ψύξης). Είναι ιδανικό υλικό για συστήματα σκιασμού κτηρίων και στήριξης φωτοβολταϊκών στοιχείων.



Εικ. 39 Ανακύκλωση

Πηγή : http://ecologygreece.blogspot.gr/2012/04/blog-post_9308.html



Εικ. 40 Ανακύκλωση

Πηγή : http://ecologygreece.blogspot.gr/2012/04/blog-post_9308.html

4.10 Προϊόντα αλουμινίου και αλουμίνας

1. Etalbond: Ένα τεχνολογικά προηγμένο προϊόν του οποίου τα μοναδικά χαρακτηριστικά διευκολύνουν τη δημιουργική αρχιτεκτονική σχεδίαση. Το Etalbond είναι ένα πρώτης τάξης σύνθετο πλαίσιο, τύπου "sandwich", που αποτελείται από μη τοξικό πυρήνα πολυαιθυλενίου που είναι καλά κολλημένος ανάμεσα στην πρόσοψη λεπτού αλουμινίου και στα φύλλα επαφής. Ελκυστικό και ευέλικτο, είναι η απόλυτη λύση μεταλλικής επικάλυψης για εσωτερικές και

εξωτερικές επιφάνειες σε νέες κατασκευές και ανακαινίσεις (για επικαλύψεις κτιρίων, επιγραφές, σήμανση, δημιουργίας ταυτότητας δικτύου κ.α.)

2. Λειαντικά αλουμίνας⁶⁰ : Η αλουμίνα, στην καθαρότερη φυσική μορφή της, ως το ορυκτό **κορούνδιο** ή ως **σμίριδα** (emery), μια μορφή κορουνδίου αναμεμιγμένου με άλλα ορυκτά χρησιμοποιούνται ως **λειαντικά μέσα** (abrasive). Η Ελλάδα (νήσος Νάξος) και η Τουρκία είναι οι κύριοι παραγωγοί σμίριδας στον κόσμο. Το **Alundum** είναι ένα τεχνητό υλικό λαμβανόμενο με ισχυρή πύρωση μέχρι τήξης (υαλοποίηση) αλουμίνας ή βωξίτη και αποτελεί ένα είδος τεχνητής σμίριδας. Τα υλικά αυτά τα συναντούμε σε πλήθος εργαλείων και προϊόντων ευρύτατης χρήσης και χαμηλού κόστους, όπως είναι οι σμυριδοτροχοί, σμυριδόπανα και σμυριδόχαρτα διάφορων τύπων.

Ως καθαρή αλουμίνα (99+%), προϊόν πυράκτωσης ή σύντηξης $Al(OH)_3$, κυκλοφορεί στο εμπόριο η ονομαζόμενη **διαβαθμισμένη** αλουμίνα (graded alumina), η οποία χαρακτηρίζεται από το μέγεθος κόκκου, που μπορεί να κυμαίνεται από μερικές δεκάδες μm έως και 50 nm. Λείες, κατοπτρικές επιφάνειες μετάλλων, οπτικών εξαρτημάτων, δίσκων πυριτίου (wafers), πολύτιμων λίθων και άλλων υλικών μπορούν να επιτευχθούν με λείανση και στίλβωσή τους με σειρά από διαβαθμισμένες αλουμίνες με διαδοχικώς μειούμενο μέγεθος κόκκου (τυπικά: 1,0, 0,3 και 0,05 μm).

3. Ινώδης αλουμίνα ⁶¹.



Εικ.41 Ινώδης Αλουμίνα

Πηγή : http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm

Ήδη από τη δεκαετία του 1970, παρασκευάστηκαν και άρχισαν να κυκλοφορούν στο εμπόριο με διάφορες εμπορικές ονομασίες (Saffil, Zircal) ινώδεις μορφές αλουμίνας (95-97% Al_2O_3 , 3-5% SiO_2). Οι ίνες αλουμίνας έχουν πολυκρυσταλλικό χαρακτήρα και διάμετρο 2 έως 6 μm . Οι τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους καλύπτονται κάτω από διπλώματα

⁶⁰ (α) Electron Microscopy Sciences: "[Polishing Powders, Paste, and Suspensions](#)". (β) Pace Technologies: "Alumina Polishing Abrasives"(γ)Us-product.com: "[Lapping/Polishing Compounds](#)". (δ) Saint Gobin Abrasives: "[Alumina-Zirconia \(40%\)](#)"

⁶¹ Mahapatra A, Mishra BG, Hota G: "[Synthesis of ultra-fine \$\alpha\$ - \$Al_2O_3\$ fibers via electrospinning method](#)", Ceramics International 37:2329-2333, 2011

ευρεσιτεχνίας, συνήθως όμως χρησιμοποιούνται τεχνικές **περιδίνησης** (spinning) τήγματος αλουμίνιας.

Η ινοποίηση ουσιών με περιδίνηση είναι μια παλιά τεχνική κατά την οποία το τήγμα μιας ουσίας περιστρέφεται ταχύτατα και υποχρεώνεται από τη φυγόκεντρο δύναμη να διέλθει μέσω λεπτών οπών ενός περιστρεφόμενου δοχείου. Το πασίγνωστο "**μαλλί της γριάς**" (cotton candy) αποτελεί το πιο κοινό παράδειγμα παρασκευής λεπτότατων ινών καλαμοσακχάρου με τη μέθοδο της περιδίνησης τήγματός του. Οι ίνες σχηματίζουν συσσωματώματα που θυμίζουν βάμβακα και διαμορφώνονται σε "τάπητες" (mats), με φαινομενική πυκνότητα $0,035 \text{ g/cm}^3$. Αυτά τα ινώδη υλικά χαρακτηρίζονται από χημική αδράνεια και ανθεκτικότητα σε υψηλές θερμοκρασίες. Το υλικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θερμοκρασίες μέχρι και τους $1600\text{-}1650^\circ\text{C}$ χωρίς οι ίνες να υποστούν σημαντική συρρίκνωση. Η ινώδης αλουμίνα χρησιμοποιείται ως θερμομονωτικό υλικό σε βιομηχανικούς φούρνους και κλιβάνους, ως ηχομονωτικό, ως υπόστρωμα καταλυτών, όπως και στην οδοντιατρική και τη βιομηχανία ημιαγωγών. Αναφέρεται ότι μπορεί να αντικαταστήσει σε σχετικές εφαρμογές τον **αμιάντο** (asbestos), χωρίς όμως να παρουσιάζει αντίστοιχη επικινδυνότητα για την υγεία. Για να μειωθεί η επικινδυνότητα αυτή, επιδιώκεται να περιορισθεί η περιεκτικότητα των υλικών αυτών σε ίνες με διάμετρο $1 \mu\text{m}$ ή μικρότερη, όπως και η περιεκτικότητά του σε ελεύθερο SiO_2 .

4.11 Εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον Ελλαδικό Χώρο

Οι ελληνικές μεταποιητικές βιομηχανίες αλουμινίου κατακτούν διαρκώς έδαφος στις διεθνείς αγορές έχοντας πλέον μια συνεχώς αυξανόμενη εξαγωγική δραστηριότητα.

Ο κλάδος του αλουμινίου συνιστά μια βιομηχανία υψηλής τεχνογνωσίας με στρατηγική σημασία για την εθνική οικονομία. Η Ελλάδα αποτελεί μία από τις λίγες χώρες της Ευρώπης που διαθέτουν καθετοποιημένη παραγωγή αλουμινίου από την εξόρυξη βωξίτη μέχρι τα διεθνώς πιστοποιημένα προϊόντα, στοιχείο το οποίο καθιστά τον ελληνικό κλάδο αλουμινίου έναν από τους πλέον δυναμικούς της εγχώριας οικονομίας. Σύμφωνα, μάλιστα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής και της Ελληνικής Ένωσης Αλουμινίου, υπήρξε ο δεύτερος κατά σειρά κλάδος με το καλύτερο εμπορικό ισοζύγιο για το 2015 (662 εκ. ευρώ περίπου). Παραγωγικές μονάδες με υψηλή τεχνογνωσία εμπορική παρουσία σε αρκετές χώρες και προϊόντα κορυφαίας ποιότητας, που ανταγωνίζονται ισάξια προϊόντα άλλων χωρών αποδεικνύουν την αξιόλογη διεθνή δραστηριότητα που έχει ως τώρα αναπτύξει .

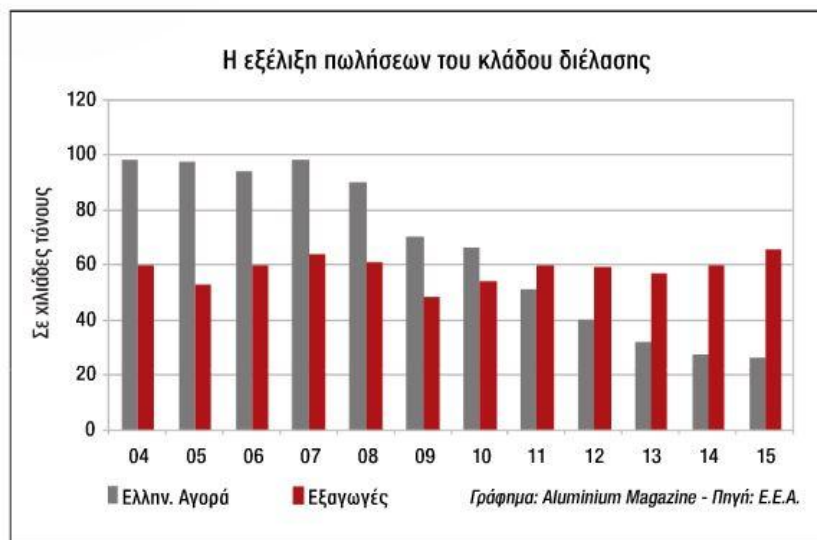
Χάρη, λοιπόν, στην ποιότητα και ανταγωνιστικότητα των προϊόντων του καθώς και την εγγενή εξωστρέφειά του, ο ελληνικός κλάδος αλουμινίου έχει κατορθώσει να είναι ο δεύτερος πιο εξαγωγικός κλάδος της οικονομίας, με εξαγωγές ύψους 1,4 δις. Ευρώ περίπου το 2015 (5,5% των συνολικών εξαγωγών της χώρας). Τα προϊόντα των υποκλάδων διέλασης και έλασης εξάγονται τόσο ως επώνυμα προϊόντα για αρχιτεκτονικές, κυρίως, εφαρμογές όσο και ως ειδικά προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας σε κορυφαίες αυτοκινητοβιομηχανίες της βόρειας Ευρώπης αλλά και πρωτοπόρες ναυπηγικές βιομηχανίες παγκοσμίως, καλύπτοντας ακόμη και τις πιο υψηλές προδιαγραφές σε θέματα ασφαλείας και ποιότητας. Ο ελληνικός κλάδος αλουμινίου απασχολεί άμεσα ή έμμεσα 30.000

εργαζόμενους, ενώ στο πλαίσιο του λειτουργούν 6.000 μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις⁶².



Εικ.42 Εξέλιξη πωλήσεων κλάδου έλασης

Πηγή: <http://www.alunet.gr>



Εικ.43 Εξέλιξη πωλήσεων κλάδου διέλασης

Πηγή: <http://www.alunet.gr>

Α. Εξόρυξη Βωξίτη

- S&B ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ Α.Ε. <http://www.sandb.gr> ΔΕΛΦΟΙ
- -ΔΙΣΤΟΜΟΝ Α.Μ.Ε. <http://194.30.225.104/gr>
- ΕΛΜΙΝ Α.Ε. <http://www.elmin.gr>
- "Ελληνικοί Βωξίται Ελικώνος"

⁶² Πληροφορία στο διαδίκτυο : <http://www.alunet.gr> "[Aluminium Magazine](http://www.alunet.gr)"

Η ελληνική παραγωγή βωξίτη ξεπερνάει τους 2.500 εκατομμύρια τόνους/έτος. Ο κλάδος Βωξίτης-Αλουμίνιο-Αλουμίνα είναι σημαντικός για την ελληνική οικονομία: Απασχολούμενα άτομα (άμεσα ή έμμεσα): 40.000, κύκλος εργασιών: 3 δισεκατομμύρια ευρώ (2003). Τα προϊόντα αλουμινίου αποτελούν: το 7% του συνόλου των ελληνικών εξαγωγών ή το 10% των εξαγωγών βιομηχανικών προϊόντων ή το 60% των πωλήσεων προϊόντων αλουμινίου ή το 1% του ΑΕΠ. Η ανεξαρτησία σε πρώτη ύλη του κλάδου του αλουμινίου στην Ελλάδα οδήγησε σε πλήρη καθετοποίηση την παραγωγή και διαμόρφωσε βιομηχανική δραστηριότητα με μεγάλο οικονομικό και εξαγωγικό μέλλον για την Ελλάδα.

Η Ελλάδα κατέχει σημαντική θέση όχι μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και παγκοσμίως καθώς είναι μια από τις σημαντικότερες βωξιτοπαραγωγές χώρες. Η εξόρυξη του βωξίτη στη χώρα μας γίνεται κατά 65% με υπόγειες και 35% με υπαίθριες εκμεταλλεύσεις. Τα βέβαια αποθέματα βωξίτη της Ελλάδας ανέρχονται περίπου σε 130.000.000 τόνους και η ετήσια παραγωγή ξεπερνά τους 2.400.000 τόνους.

B. Παραγωγή αλουμίνας - αλουμινίου⁶³

ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε. <http://www.alhellas.gr>

Η εταιρεία "Αλουμίνιο της Ελλάδος Α.Ε." είναι το μοναδικό εργοστάσιο της Ελλάδος για παραγωγή πρωτόχτου αλουμινίου και ανήκει στον όμιλο Μυτιληναίου. (Πρώην Πεσινέ Pechiney).



Εικ.44, 45 Οι εγκαταστάσεις της "Αλουμίνιο της Ελλάδος" στον όρμο του Αγίου Νικολάου στη Βοιωτία και οι περιοχές εξόρυξης βωξίτη

Πηγή: Τζιμόπουλος Χ , (2006): Τ.Ε.Ε., "Βωξίτης - Αλουμίνα - Αλουμίνιο και η συμβολή τους στην περιφερειακή και την εθνική ανάπτυξη. Πενήντα χρόνια δράσης και συνύπαρξης στους νομούς Βοιωτίας, Φωκίδα και Φθιώτιδας"

Το εργοστασιακό συγκρότημα της εταιρείας είναι ένα από τα λίγα πλήρως καθετοποιημένα εργοστάσια στην Ευρώπη, το οποίο παράγει και αλουμίνα και αλουμίνιο. Οι βασικές εγκαταστάσεις του "Αλουμινίου της Ελλάδος Α.Ε." βρίσκονται στο όρμο του Αγίου Νικολάου, κοντά στον οικισμό 'Ασπρα Σπίτια

⁶³ Πληροφορία στο διαδίκτυο : Τζιμόπουλος Χ -MMM Δελφοί Δίστομο ΑΜΕ- (2006): Τ.Ε.Ε, "Βωξίτης - Αλουμίνα - Αλουμίνιο και η συμβολή τους στην περιφερειακή και την εθνική ανάπτυξη. Πενήντα χρόνια δράσης και συνύπαρξης στους νομούς Βοιωτίας, Φωκίδα και Φθιώτιδας".

(παραλία Διστόμου). Καλύπτουν έκταση περίπου 1000 στρεμμάτων και είναι σε μεγάλο βαθμό σύγχρονες και αυτοματοποιημένες. Το λιμάνι εξυπηρετεί αποκλειστικά το εργοστάσιο για εκφόρτωση πρώτων υλών (βωξίτη) και φόρτωση των προϊόντων της εταιρείας (αλουμίνας και αλουμινίου). Το ανθρώπινο δυναμικό που απασχολεί το "Αλουμίνιο της Ελλάδος Α.Ε." είναι περίπου 1100 άτομα, ενώ περίπου 400 άτομα απασχολούνται σε συνεργαζόμενες επιχειρήσεις.

Γ. Ανακύκλωση Αλουμινίου ΕΛΒΑΛ⁶⁴ και ΚΑΝΑΛ Α.Ε⁶⁵.

Η Ελληνική Ένωση Αλουμινίου⁶⁶ - Αστική μη Κερδοσκοπική Εταιρεία (ΕΕΑ-ΑΜΚΕ) είναι επίσης ο Φορέας Πιστοποίησης σύμφωνα με το EN 45011 για τις μονάδες βαφής και ανοδίωσης αλουμινίου σύμφωνα με τις Προδιαγραφές QUALICOAT & QUALANOD αντίστοιχα και κατέχει το σχετικό Πιστοποιητικό Διαπίστευσης Νο 34 από το ΕΣΥΔ/ΕΣΥΠ.

Δ. Φάσμα παραγωγικού κυκλώματος βωξίτης – αλουμίνα – αλουμινίου- μεταποίηση αλουμινίου στην ελληνική οικονομία⁶⁷.

Στην Ελληνική οικονομία το παραγωγικό κύκλωμα βωξίτης –αλουμίνα-αλουμίνιο παρουσιάζει μια σειρά από χαρακτηριστικά αναφορικά με το ιδιοκτησιακό καθεστώς των επενδεδυμένων κεφαλαίων. Οι ιδιώτες μεγαλοεπιχειρηματίες ελέγχουν την παραγωγή ενώ την μεταποίηση του αλουμινίου μικρές ελληνικές επιχειρήσεις. Η οργάνωση της αγοράς είναι ολιγοπωλιακή για το βωξίτη, μονοπωλιακή για την αλουμίνα-αλουμίνιο, ολιγοπωλιακή, ανταγωνιστική στην μεταποίηση του αλουμινίου.

Το 1985 παρήχθησαν προϊόντα αξίας 70 δις \$ και από τη τελική αξία παραγωγής (που αναφέρεται στην αξία της μεταποίησης των προϊόντων αλουμινίου) το 0,5% αποτελεί την αξία του βωξίτη και της αλουμίνας. Το 65% της συνολικής αξίας της παραγωγής προστίθεται στο στάδιο του αλουμινίου και το 35% προστίθεται στο τελευταίο στάδιο παραγωγής. Αντίθετα το 61% του συνολικού παραγόμενου όγκου προϊόντος όλου του κυκλώματος είναι βωξίτης, το 21% αλουμίνα και το υπόλοιπο 18% αλουμίνιο και προϊόντα μεταποίησης αλουμινίου.

Δύο είναι τα βασικά χαρακτηριστικά στην οργάνωση της παραγωγής των προϊόντων του κυκλώματος. Ο καθοριστικός ρόλος της ενέργειας (για βωξίτη και αλουμίνιο) και το υψηλό κόστος των απαιτούμενων επενδύσεων για την ανάπτυξη της παραγωγής των προϊόντων του κυκλώματος. Οι παραγωγοί αλουμινίου έχουν

⁶⁴ Έχει κάνει σημαντικές επενδύσεις σε νέες τεχνολογίας μονάδες επεξεργασίας scrap ώστε να αυξήσει το ποσοστό ανακυκλούμενου αλουμινίου

⁶⁵ Στοχεύει στην ενίσχυση της ανακύκλωσης των χρησιμοποιημένων κουτιών αλουμινίου

⁶⁶ Ο κλαδικός φορέας στον οποίο ανήκουν οι σημαντικότερες επιχειρήσεις του κλάδου είναι η Ελληνική Ένωση Αλουμινίου (www.aluminium.org.gr) με έδρα στην Αθήνα, η οποία είναι και μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης Αλουμινίου (European Aluminium Association ΕΑΑ <http://www.alueurope.eu/>.)

⁶⁷ Πετράκης Π.Ε.(1990) : «*Το παραγωγικό κύκλωμα βωξίτης – αλουμίνα – αλουμίνιο -μεταποίηση αλουμινίου*», Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα, σελ. 34,36,38,51

τέσσερις βασικούς στόχους : Α) Εξασφάλιση φτηνής ενέργειας, Β) Έλεγχο τιμών, Γ) Εξασφάλιση συνθηκών κερδοφορίας Δ) Την αποφυγή εισόδου νέων μη ελεγχόμενων παραγωγών στο παραγωγικό κύκλωμα.

Ο παραδοσιακός υποκλάδος της διέλασης γνώρισε μεγάλη ανάπτυξη εξαιτίας της διεύδυσης του αλουμινίου στις οικοδομές που του εξασφάλισαν υψηλά επίπεδα ζήτησης. Οι υποκλάδοι έλασης χυτηρίων και καλωδίων σημείωσαν χαμηλότερους ρυθμούς ανόδου λόγω της περιορισμένης ανάπτυξης των βιομηχανικών μέσων (βιομηχανίες αυτοκινήτων, αεροπλάνων κ.λ.π.) μηχανολογικών εφαρμογών, οικιακών συσκευών, συσκευασίας κ.λπ. στους οποίους τα προϊόντα τους απευθύνονται.

Ε. Διάρθρωση κόστους παραγωγής βωξίτη στην Ελλάδα⁶⁸ και χρήσεων αλουμινίου⁶⁹

Για την παραγωγή βωξίτη το κόστος των εταιρειών το έτος 1985 διαρθρώνεται ως εξής:

1. 50% Μισθός- Ημερομίσθιο **2.** 15% Υλικά- Ανταλλακτικά **3.** 10% Καύσιμα- Ενέργεια **4.** 10% Μεταφορικά- Ημερομίσθια **5.** 10% Διάφορα έξοδα **6.** 5% Έρευνες = **100% Σύνολο**

Η ποσοστιαία διάρθρωση χρήσεων του αλουμινίου στην ελληνική οικονομία είναι:

- Έλαση 30%
- Διέλαση 51%
- Καλώδια 14%
- Χυτήρια 5%

Σύνολο 100 %

Η ποσοστιαία διάρθρωση χρήσεων προϊόντων του αλουμινίου στην ελληνική οικονομία είναι:

- Μεταφορές 2%
- Μηχαν. Εφαρμογές 4%
- Ηλεκτρ. Εφαρμογές 16%
- Οικοδομές 50%
- Γεωργ. Εφαρμογές 4%
- Συσκευασία 11%
- Οικιακός εξοπλισμός 8%
- Διάφορα 5%

Σύνολο 100 %

⁶⁸ Ελληνική βωξιτοποαραγωγός εταιρεία

⁶⁹ IOBE 1985

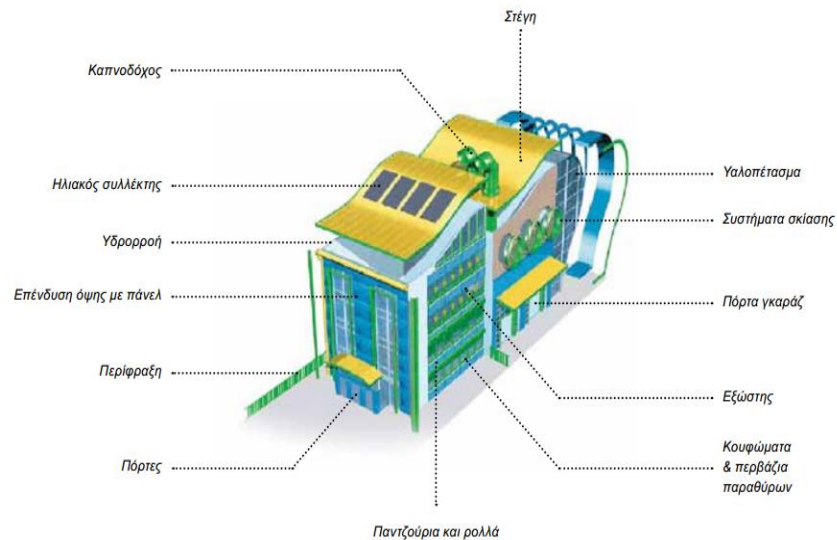
Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει ότι ο ρόλος των προϊόντων που προορίζονται για οικοδομική χρήση και τις κατασκευές υπήρξε καθοριστικός για τη διαμόρφωση του παραγωγικού και καταναλωτικού προτύπου των προϊόντων μεταποίησης αλουμινίου. Από διαφορετική οπτική η ζήτηση προϊόντων του αλουμινίου έπαιξε καθοριστικό ρόλο για την ανάπτυξη παραγωγής τους και διαμόρφωσης του παραγωγικού και καταναλωτικού προτύπου⁷⁰.



⁷⁰ Πετράκης Π.Ε.(1990) : «*Το παραγωγικό κύκλωμα βωξίτης – αλουμίνα – αλουμίνιο -μεταποίηση αλουμινίου*», Εκδόσεις Παπαζήση Αθήνα, σελ. 271, 264

Κεφάλαιο 5^ο

Α. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ



Εικ. 46 Εφαρμογές αλουμινίου στη δόμηση

Πηγή :«*Η βιωσιμότητα του αλουμινίου στο κτίριο*», EUROPEAN ALUMINIUM ASSOCIATION, σελ. 1

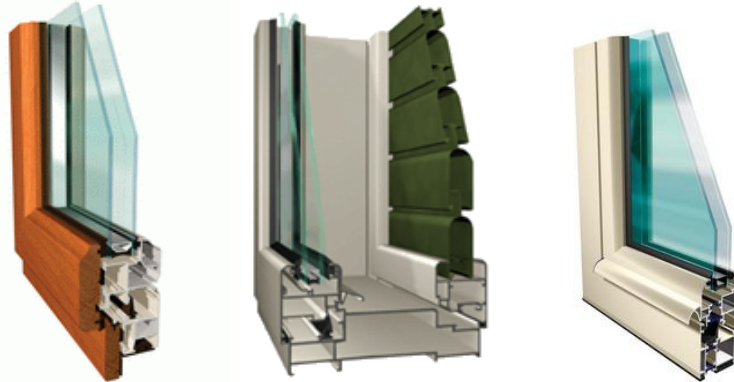
5.1 Το αλουμίνιο στη δόμηση⁹⁵

Όπως αναφέρθηκε το αλουμίνιο χρησιμοποιείται για μία σειρά από εφαρμογές στη δόμηση και την κατασκευή και είναι το κύριο υλικό της αρχιτεκτονικής επιλογής για υαλοπετάσματα, κουφώματα και τζάμια σε όλες τις δομές. Δηλαδή χρησιμοποιείται για περσίδες, ρολά, πόρτες, προφίλ για γκαραζόπορτες και βιομηχανικές πόρτες, πτυσσόμενες πόρτες και πόρτες ασφαλείας, κουτιά για ρολά παραθύρων, πρεβάζια παραθύρων, συστήματα σήτας, εξωτερικές επενδύσεις προσόψεων και στέγες, συστήματα οροφών, ψευδοροφές, πάνελ τοίχου και χωρίσματα, γωνίες αλουμινίου για κτίρια (γωνιόκρανα), εξαρτήματα παραθύρων και οροφών, συστήματα θέρμανσης και εξοπλισμού αερισμού, συστήματα υδροροών, συστήματα αποχέτευσης, διακοσμητικά στοιχεία, συστήματα υαλοπετασμάτων, ηλιακές συσκευές σκίασης, ανακλαστικές φωτός, ηλιακούς συλλέκτες, φωτοβολταϊκά και βάσεις προκατασκευασμένων κτιρίων.

Το αλουμίνιο είναι το υλικό που δίνει σε αρχιτέκτονες και σχεδιαστές το φυσικό μέσο για την επίτευξη δημιουργικών καινοτομιών στο σχεδιασμό. Δίνει πολλές επιλογές ακόμα και πολύ λεπτές δομές γιατί είναι σταθερό και ελαφρύ στη δομή.

⁹⁵ Πληροφορία στο διαδίκτυο: «*Η βιωσιμότητα του αλουμινίου στο κτίριο*», EUROPEAN ALUMINIUM ASSOCIATION, σελ. 1

Είναι το υλικό που επιτρέπει ποικιλία φινιρισμάτων πριν τα προφίλ και τα λοιπά υλικά εγκαταλείψουν το εργοστάσιο, που μειώνει το φόρτο εργασίας στο εργοτάξιο. Βάφεται με ποικιλία οικολογικών χρωμάτων, και είτε ανοδιωμένο είτε διάτρητο για λόγους σκίασης, δημιουργεί έντονες αντιθέσεις ή καλύπτει απαλά μεγάλες επιφάνειες με τη λιτή μεταλλική του όψη.



Εικ. 47 Είδη αλουμινίου

Πηγή : <http://www.alunet.gr> "Aluminium Magazine"

Με το αλουμίνιο στη δόμηση επιτυγχάνεται⁹⁶:

α) Σχεδιασμός λειτουργία και οικονομία, **β)** ευρεία επιλογή των κραμάτων, **γ)** ευελιξία σχεδιασμού, **δ)** μεγάλη διάρκεια ζωής, **ε)** χαμηλή συντήρηση, **στ)** εκατοντάδες επιλογές επιφανειών, **ζ)** υψηλή σχέση αντοχής προς βάρος **η)** υψηλή αγωγιμότητα **θ)** αγωγιμότητα θερμότητας **ι)** πυρασφάλεια **κ)** μη απελευθέρωση επικίνδυνων ουσιών, **λ)** βέλτιστη ασφάλεια.

α) Σχεδιασμός λειτουργία και οικονομία

Το αλουμίνιο είναι ένα από τα πιο άφθονα μέταλλα στον κόσμο, με υψηλή μορφωσιμότητα μετάλλου, υψηλή αντοχή προς το βάρος του, αντοχή στη διάβρωση και ευκολία στην ανακύκλωσή του

β) Ευρεία επιλογή των κραμάτων

Στις οικοδομικές εφαρμογές δεν είναι κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί μόνο του. Χάρη στην προσθήκη στοιχείων κραματοποίησης όπως χαλκός, μαγγάνιο, μαγνήσιο κ.λ.π, καθώς και χάρη σε διαδικασίες παραγωγής οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητες μεταβάλλονται σε ένα ευρύ φάσμα προκειμένου να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις μεγάλου αριθμού διαφορετικών εφαρμογών.

γ) Ευελιξία σχεδιασμού

Η διαδικασία έλασης αλλά κυρίως της διέλασης προσφέρει μία σχεδόν άπειρη ποικιλία των μορφών και των τμημάτων, επιτρέποντας στους σχεδιαστές να ενσωματώσουν πολλές λειτουργίες σε ένα προφίλ. Επικαλυμμένα φύλλα και σύνθετα πάνελ μπορεί να κατασκευαστούν επίπεδα, καμπύλα, ή σχηματισμένα σε κασέτες, ή να συνδέονται και να συνεργάζονται με άλλα υλικά. Επιπλέον το

⁹⁶ Πληροφορία στο διαδίκτυο:

http://www.greekarchitects.gr/gr/τεχνικά-θέματα/το_αλουμίνιο_στην_οικοδομή

αλουμίνιο μπορεί να κατεργαστεί, να διατηρηθεί με πριτσίνια ή βίδες κυρτωμένο, συγκολλημένο και κολλημένο στο εργαστήριο ή στο εργοτάξιο.

δ) Μεγάλη διάρκεια ζωής

Τα προϊόντα αλουμινίου που τοποθετούνται στο κτίριο που κατασκευάζεται από διάφορα κράματα, το καθιστούν αδιάβροχο, ανθεκτικό στη διάβρωση και πιο ανθεκτικό από τις βλαβερές συνέπειες της υπεριώδους ακτινοβολίας εξασφαλίζοντας τη βέλτιστη απόδοση πάνω από ένα πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα

ε) Χαμηλή συντήρηση

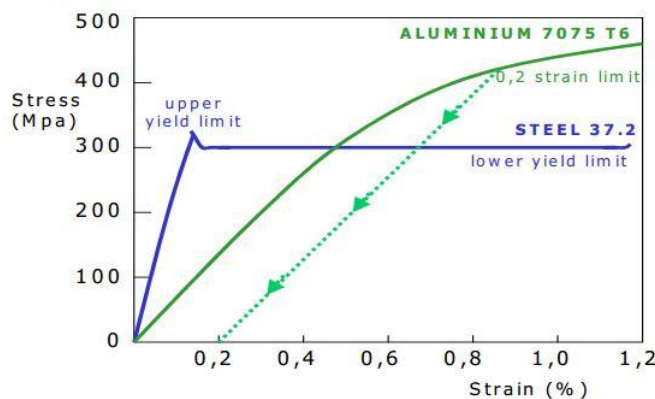
Εκτός από τη ρουτίνα καθαρισμού για αισθητικούς λόγους, ούτε απλό/άβαφο ούτε βαμμένο ή ανοδιωμένο το αλουμίνιο δεν απαιτεί συντήρηση, το οποίο μεταφράζεται σε ένα σημαντικό κόστος και οικολογικό πλεονέκτημα σε σχέση με τη διάρκεια ζωής του προϊόντος

στ) Εκατοντάδες επιλογές επιφανειών

Το αλουμίνιο μπορεί να είναι ανοδιωμένο ή βαμμένο σε οποιαδήποτε χρώμα, με οποιοδήποτε οπτικό αποτέλεσμα, χρησιμοποιώντας ένα ή πολλαπλά επίπεδα βαφής, προκειμένου να καλυφθούν οι διακοσμητικές ανάγκες ενός σχεδιαστή. Τέτοιες μέθοδοι χρησιμεύουν επίσης για την ενίσχυση της αντοχής και αντοχής στη διάβρωση του υλικού, καθώς και παρέχοντας ένα εύκολο τρόπο καθαρισμού της επιφάνειας.

ζ) Υψηλή σχέση αντοχής προς βάρος (strength to weight ratio)

Η μοναδική αυτή ιδιότητα επιτρέπει στους αρχιτέκτονες να πληρούν τις απαιτούμενες προδιαγραφές απόδοσης, ελαχιστοποιώντας παράλληλα το νεκρό φορτίο δομής στήριξης του κτιρίου. Αυτό είναι ένα βασικό πλεονέκτημα για την επένδυση κτιρίων και για τις εφαρμογές σε αίθρια. Επιπλέον, χάρη στην ευγενή δύναμη και την ακαμψία του μετάλλου, είναι ευρέως διαδεδομένες οι επιφάνειες υαλοπετασμάτων, μεγιστοποιώντας τα ηλιακά οφέλη για ενέργεια κυρίως σε μεγάλες επιφάνειες. Τέλος, το μικρό βάρος του υλικού το καθιστά πιο εύκολο να το μεταφέρουν και να χειρίζονται επί τόπου, μειώνοντας τον κίνδυνο εργατικού ατυχήματος⁹⁷.

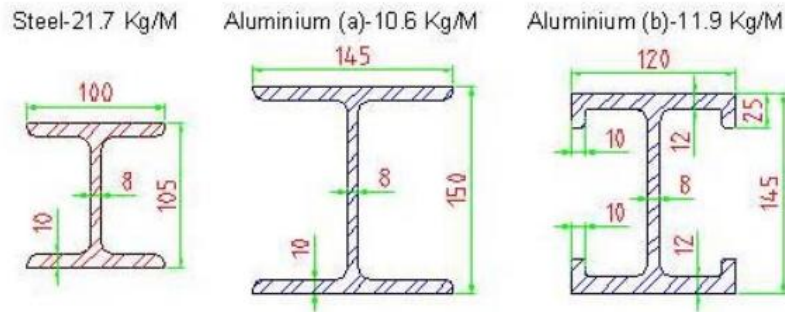


Εικ. 48 Κοινό διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων κοινού χάλυβα κατασκευών St 37.2 και κράματος αλουμινίου 7075 –T6

Πηγή : Μάντης Κ. (2008) : Τ.Ε.Ε., Ανακοίνωση στο 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων με θέμα: «Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση», Αθήνα σελ. 10

⁹⁷ Μάντης Κ. (2008) : Τ.Ε.Ε. 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων «Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση», Αθήνα σελ. 5,6

Η απαραίτητη ακαμψία $E\chi$ I για τους στατικούς φορείς καλύπτεται είτε με ποικίλες μορφές διελάσεως είτε με απλές διεργασίες διαμόρφωσης φύλλων ή ταινιών. Κλασσική εφαρμογή διαμόρφωσης είναι τα αυλακωτά φύλλα ή sandwich panel αλουμινίου με θερμομονωτικό υλικό που ως στοιχεία στέγης ή πλαγιοκάλυψης δίνουν μεγάλες δυνατότητες φόρτισης σε πίεση χιονιού καθώς και σε ανεμοπιέσεις⁹⁸.



Εικ. 49 Φορείς αλουμινίου

Πηγή : Μάντης Κ. (2008) : Τ.Ε.Ε., Ανακοίνωση στο 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων με θέμα: «Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση», Αθήνα σελ. 10

η)Υψηλή αγωγιμότητα

Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά το αλουμίνιο ένα πολύ αποτελεσματικό υλικό για τη διαχείριση του φωτός. Ηλιακά πάνελ και συλλέκτες αλλά και κανάλια αλουμινίου μπορούν να εγκατασταθούν και να μειώσουν την ενεργειακή κατανάλωση για τεχνητό φωτισμό και θέρμανση το χειμώνα. Τα κάθε μορφής σκίαστρα και συσκευές σκίασης από αλουμίνιο είναι επίσης πολύ διαδεδομένα ως εναλλακτικά μέσα ψύξης κτιρίων.

θ) Αγωγιμότητα θερμότητας

Το αλουμίνιο είναι καλός αγωγός της θερμότητας, το οποίο το καθιστά ένα εξαιρετικό υλικό για εναλλάκτες θερμότητας που χρησιμοποιούνται σε ενεργειακά αποδοτικά συστήματα εξαερισμού ή σε ηλιακούς συλλέκτες θερμότητας. Ενώ μπορεί να είναι ένα μειονέκτημα στο παράθυρο και σε προσόψεις, αυτή η ιδιότητα ξεπερνιέται με κατάλληλο σχεδιασμό προφίλ και με την χρήση της θερμοδιακοπής που κατασκευάζεται από χαμηλά υλικά χαμηλής αγωγιμότητας (υαλοενισχυμένο πολυαμίδιο).

ι) Πυρασφάλεια

Το αλουμίνιο δεν φλέγεται και ως εκ τούτου χαρακτηρίζεται ως μη εύφλεκτο υλικό κατασκευής (european Fire κατηγορίας A1).Τα κράματα αλουμινίου ωστόσο θα λιώσουν στους περίπου 650°C, αλλά χωρίς απελευθέρωση επιβλαβών αερίων. Οι βιομηχανικές στέγες και οι εξωτερικοί τοίχοι όλο και κατασκευάζονται από λεπτές πλάκες επίστρωσης αλουμινίου (bond) που προορίζονται για να λιώσουν κατά τη διάρκεια μιας μεγάλης πυρκαγιάς,

⁹⁸ Μάντης Κ. (2008) : Τ.Ε.Ε. 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων «Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση», Αθήνα σελ. 5,6

επιτρέποντας θερμότητα και τον καπνό να διαφύγει και έτσι να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για την ελαχιστοποίηση των ζημιών.

κ) Μη απελευθέρωση επικίνδυνων ουσιών

Αρκετές μελέτες έχουν αποδείξει ότι τα προϊόντα του αλουμινίου που προορίζονται για τα κτίρια δεν παρουσιάζουν κανένα κίνδυνο για τους κατοίκους ή το περιβάλλον. Και για τα δύο επίπεδα (άνθρωπος- περιβάλλον) οι σημερινές μελέτες αποδεικνύουν ότι τα κράματα που χρησιμοποιούνται, οι επιφανειακές επεξεργασίες του (είτε κάλυψη με βαφή ή ανοδίωση) και τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι όλα ουδέτερα. Τα προϊόντα από αλουμίνιο για την οικοδομή δεν έχουν καμία αρνητική επίπτωση, είτε στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα ή στο έδαφος, τα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα.

λ) Βέλτιστη ασφάλεια

Όταν απαιτείται υψηλή ασφάλεια, ειδικά σχεδιασμένα ενισχυμένα προφίλ αλουμινίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή κουφωμάτων αλουμινίου. Ενώ το γυαλί για τέτοιες εφαρμογές μπορεί να είναι βαρύ, το συνολικό βάρος της κατασκευής παραμένει διαχειρίσιμο χάρη στο μικρό βάρος του πλαισίου (κουφώματος) αλουμινίου.



Εικ. 50 Χρωματικές εφαρμογές αλουμινίου

Πηγή: Δειγματολόγιο κατασκευαστών

5.2 Εφαρμογές αλουμινίου

Για κάθε τομέα εφαρμογών χρησιμοποιούνται κράματα και παράγονται προϊόντα που διατίθενται σε μεγάλη ποικιλία⁹⁹. Μερικά από αυτά φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Τομείς εφαρμογών	Προϊόντα	Κράματα που χρησιμοποιούνται
Αεροπορική βιομηχανία	κατασκευές υψηλών αντοχών	2014 2014A 2017A 2024 7010 7075
	κατασκευές μέσης αντοχής	6061 6082

⁹⁹ Πληροφορία στο διαδίκτυο : <http://www.atem-oe.gr/alouminio-pli-rofories/kramata-alouminiou/tomeis-efarmogis-kramata-alouminiou-xrisi.html>

Αυτοκινητοβιομηχανία	σκελετοί με προφίλ	6005A 6060 6063 6082
	σφυρήλατα	2014 6082
	οροφές/σώμα	1200 3003 3103 5005
	ταμπέλες αριθμών κυκλοφορίας	1200
	δεξαμενές καυσίμων	5083 5251 5454
Οικοδομή	ψευδοροφές	1050A 1200 3003 3103 5005 5005A 6060
	πόρτες / παράθυρα/ προσόψεις	6060 6063 6082
	σκάλες	6060 6063 6082
	πάνελς	1050A 1200 3003 3103 5005A 5052 5251 5754
	κάγκελα	6060 6061 6063 6082
	πύργοι/σκαλωσιές	5083 5086 6061 6082
Χημική βιομηχανία	δοχεία	1005 3003 3103 5005 5005A
	σωλήνες	1050A 1200 3003 3103 5005 5005A 5052 5154A 5251 5454 5754 6061 6082
	δοχεία πίεσης	5052 5083 5086 5154A 5251 5454 5754
	δεξαμενές	3003 3103 5083 5086 5154A 5454 5754
Ηλεκτρικές εφαρμογές	κεραίες/δορυφορικές	5251 6063 6082
	ψύκτρες	6060 6063
	κέλυφος κινητήρα	6060 6063 6082
	πυλώνες	5083 5454 6005A 6061 6082 7020
Γενικές κατασκευές	κατασκευές υψηλών αντοχών	2014 2014A 2017A 2024 7075
	υδραυλικά συστήματα	2017A 2024 6082 7075
	σωληνώσεις	1050A 3003 3103 5005 5005A 5052 5083 5086 5154 5251 5754 6005A 6061 6082
	πλατφόρμες	5083 5086 6005A 6082 7020
	πνευματικά συστήματα	6005A 6060 6063 6082
	δοχεία	1050A 5005A 5083 5086 5454 5754
	συγκολλημένες κατασκευές	5083 5086 5154A 5251 6060 6063 6082 7020
Οδοποιία	γέφυρες	6061 6082 7020
	πινακίδες	5005 5005A 5052 5251
	φωτιστικά	5251 6060 6061 6063 6082
Εξοπλισμός	συναρμολογούμενα συστήματα	6060 6063
	έπιπλα	5005 5005A 6005A 6060 6063

	συσκευές γραφείου	3003 3103 5154A 5754 6060 6063
Συνδέσεις	βίδες/παξιμάδια	2007 2011 2024 2030 6061 6082 7075
	πριτσίνια	2017A 2024 5052 5754 6061 6082 7075
Ναυπηγική	βάρκες/ σκάφη ανοικτής θαλάσσης	5005 5005A 5083 5086 5251 5454 5754 6005A 6061 6082
	κατάρτια	5454 6005A 6061 6082
Συσκευασία	σώμα κουτιών	5052
	καπάκια	1050A 3003 3103
	Foil	1050A 1200
Όργανα Σπορ	ποδήλατα	6082 7020
	σκι	7075
	ρακέτες τένις	7075

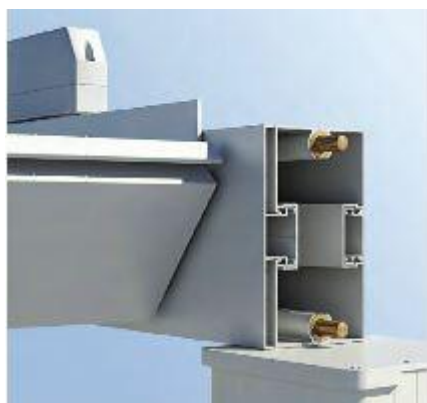
Πίνακας 28 Εφαρμογές προϊόντων αλουμινίου και κράματα

Πηγή : <http://www.atem-oe.gr/aluminio-plirofories/kramata-alouminiou/tomeis-efarmogis-kramata-alouminiou-xrisi.html>

5.2.1 Εφαρμογή στην οικοδομή–κατασκευαστικά στοιχεία για αειφόρο σχεδιασμό

Πέργκολα αλουμινίου.

Εφαρμογή με σκοπό την ηλιοπροστασία και τη εξοικονόμηση ενέργειας με τοποθέτηση της κυρίως στα «έξυπνα» κτίρια. Παραδοσιακή κατασκευή, με μεγάλη αντοχή σε δύσκολες καιρικές συνθήκες, ευκολία στη συναρμολόγηση, τοποθέτηση και προσαρμογή σε οποιοδήποτε χώρο σε μικρό χρονικό διάστημα. Η κατασκευή της πέργκολας μπορεί να δεχθεί πολυκαρμπονικό φύλλο ή ραμποτέ αλουμίνιο. Με χρήση αισθητήρων αλλάζει η χρήση των περυγίων. Σε επιλογές χωρίς κίνηση μπορεί να τοποθετηθεί και караβόπανο. Βάφεται ηλεκτροστατικά με μεγάλη χρωματική ποικιλία, για προστασία από αλμύρα και δεν χρειάζεται συντήρηση.



Εικ. 51 Πέργκολα αλουμινίου



Εικ. 52 Πέργκολα αλουμινίου

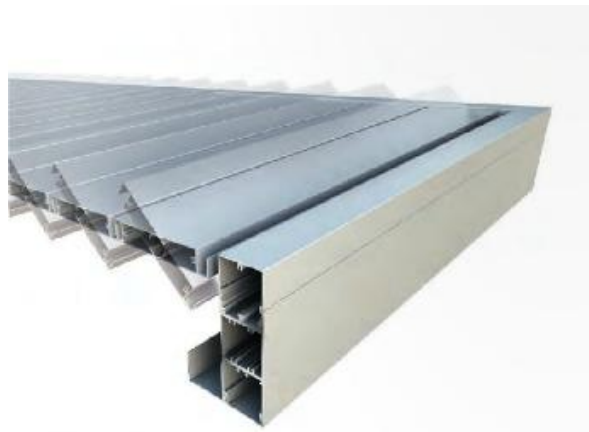
Πηγή : <https://goo.gl/sNv1BO>



Εικ. 53 Πέργκολα αλουμινίου

Πηγή : <https://goo.gl/sNv1BO>

Στην περίπτωση κατασκευής πέργκολας με μηχανισμό περιστροφής από 0° έως 135° που ενσωματώνεται στα προφίλ της κατασκευής αυτός είναι προστατευμένος με μηδενική συντήρηση και κρυφός και μπορεί να λειτουργεί με το σύνολο των αυτοματισμών και smarthouse εφαρμογών. Τα πτερύγια της κάθε περσίδας της πέργκολας μπορεί να φτάνουν έως τα 4,00μ και μπορεί να λειτουργήσει και χειροκίνητα.



Εικ. 54 Πέργκολα αλουμινίου με μηχανισμό περιστροφής

Πηγή : <https://goo.gl/sNv1BO>

Οι κατασκευές πέργκολας με μηχανισμό μπορεί να έχουν κινούμενα πτερύγια σκίασης 150 χιλ. ή 200 χιλ. που μπορεί να φέρουν και λάστιχα που στο κλείσιμό τους σφραγίζουν προστατεύοντας από τη βροχή. Διακρίνονται επιλογές πέργκολας μικτής κατασκευής (με οριζόντια και κάθετα σταθερά πτερύγια

σκίασης και τεντόπανα), πέργκολας ειδικής κατασκευής (με πτυσσόμενη τέντα) πέργκολας μοντέρνας σχεδίασης (με χρήση πανιού, πολυκαρμπονικών φύλλων ή γυαλιού), πέργκολας παραδοσιακής αισθητικής (με ή χωρίς πανί) πέργκολας με ηλεκτρικά προβαλλόμενα παράθυρα οροφής.

Σήτες αλουμινίου¹⁰⁰.



Εικ. 55 Σήτα αλουμινίου

Πηγή: <http://www.alunet.gr> "[Aluminium Magazine](#)" Απρίλιος 2016, σελ. 23

Σε όλα τα συστήματα αλουμινίου αντικαθίστανται οι παλιές σήτες με νέες που διατίθενται σε πολλά χρώματα ηλεκτροστατικής βαφής με πιστοποιητικά αντοχής στις καταπονήσεις στο βάρος και στην ανεμοπίεση. Σε περίπτωση έλλειψης χώρου τοποθέτησης μέσα από το τζαμιλίκι ή ανάμεσα σε τζαμιλίκι και πατζούρι ρολό τοποθετείται εξωτερικά του κουφώματος είτε στο «λαμπά» είτε εξωτερικά του ανοίγματος και στερεώνεται στον τοίχο.



Εικ. 56 Σήτα αλουμινίου

Πηγή : <http://www.alunet.gr> "[Aluminium Magazine](#)" Απρίλιος 2016, σελ. 23

¹⁰⁰ Πληροφορία στο διαδίκτυο : <http://www.alunet.gr> "[Aluminium Magazine](#)" Απρίλιος 2016, σελ. 23

Συστήματα καγκέλων αλουμινίου¹⁰¹.

Υπάρχουν συστήματα για κάγκελα αλουμινίου φτιαγμένα από 100% αλουμίνιο που καλύπτουν όλο το φάσμα των πιθανών αρχιτεκτονικών εφαρμογών με λάμες, δίνοντας τη δυνατότητα σε αρχιτέκτονες, διακοσμητές και κατασκευαστές να αυτοσχεδιάσουν.



Εικ. 57 Κάγκελα αλουμινίου

Πηγή : <http://www.alunet.gr> "[Aluminium Magazine](#)" Απρίλιος 2016, σελ. 23

Θερμοδιακοπτόμενα συστήματα¹⁰².

Το θερμοδιακοπτόμενο ανοιγόμενο σύστημα κουφώματος βασίζεται στη σύγχρονη τεχνολογία κουφωμάτων και στα υψηλότερα στάνταρντ κατασκευής. Προσφέρει απόλυτη προστασία από το κρύο και τη ζέση χάρη στο σύστημα θερμοδιακοπής και δίνει τη δυνατότητα επίτευξης υψηλής ηχομόνωσης. Το σχέδιό του έχει άψογη αισθητική και είναι σχήματος οβάλ. Διακρίνεται για χρήσεις σε ανοιγόμενο σύστημα με θερμοδιακοπή, συρόμενο σύστημα με θερμοδιακοπή και σε υαλοπετάσματα με πολλαπλές εφαρμογές στις σύγχρονες κατασκευές πλάτους 50 χιλιοστά και υαλοπίνακα 6 έως 36 χιλιοστά.



Εικ. 58 Ανοιγόμενο σύστημα με θερμοδιακοπή Εικ. 59 Συρόμενο σύστημα με θερμοδιακοπή

Πηγή : <http://www.alunet.gr> "[Aluminium Magazine](#)" Απρίλιος 2016, σελ. 70-71

¹⁰¹ Πληροφορία στο διαδίκτυο : <http://www.alunet.gr> "[Aluminium Magazine](#)" Απρίλιος 2016, σελ. 23

¹⁰² Πληροφορία στο διαδίκτυο : <http://www.alunet.gr> "[Aluminium Magazine](#)" Απρίλιος 2016, σελ. 70-71

Αισθητική και ενεργειακή αναβάθμιση δημόσιων κτιρίων και σχολείων¹⁰³.

Οι ενεργειακές επιδόσεις ενός κτιρίου αποτελούν αντικείμενο έρευνας των εταιρειών που μελετούν και εφευρίσκουν συνεχώς νέες προηγμένες λύσεις για συστήματα υψηλών επιδόσεων. Ειδικές λύσεις ενεργειακής αναβάθμισης με αντικατάσταση κουφωμάτων δημόσιων σχολείων και κτιρίων έχουν χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα έργων ενεργειακής αναβάθμισης στην βόρεια Ελλάδα. Πολλαπλά έργα των προγραμμάτων ΕΣΠΑ στο Δήμο Πυλαίας – Πανοράματος, στο Δήμο Αγίου Παύλου, στο Δήμο Θεσσαλονίκης, στο Δήμο Συκεών – Νεαπόλεως και αλλού είτε έχουν ολοκληρωθεί είτε βρίσκονται σε φάση ολοκλήρωσης.



Εικ. 60 Σχολείο για ενεργειακή αναβάθμιση

Πηγή: <http://www.alunet.gr> "Aluminium Magazine" Απρίλιος 2016, σελ. 73

Τα αρχιτεκτονικά συστήματα εταιρειών ικανοποιούν απαιτήσεις για βέλτιστη θερμομόνωση συνδυάζοντας παράλληλα τις παραμέτρους κόστους οφέλους και υψηλής αρχιτεκτονικής αισθητικής. Συνεργασία μελετητών έργων καθώς και με τις δημόσιες υπηρεσίες που έχουν την επίβλεψη του έργου βοηθούν στη σύνταξη σχεδίων κατασκευαστικών λεπτομερειών που αφορούν τη συναρμογή των κατασκευών αλουμινίου με τα δομικά στοιχεία των κτιρίων όπως και στη σύνταξη της απαιτούμενης συνοδευτικής ενεργειακής μελέτης. Εύχρηστες εφαρμογές και πίνακες U_w διαφόρων τυπολογιών και συστημάτων αλουμινίου υπολογίζουν τους συντελεστές θερμοπερατότητας του κουφώματος ενός κτιρίου καθώς και τις ανάγκες του.

¹⁰³ Πληροφορία στο διαδίκτυο : <http://www.alunet.gr> "Aluminium Magazine" Απρίλιος 2016, σελ. 73

Κατασκευή «κρύων» οροφών κτιρίων¹⁰⁴.

Απλά ή βαμμένα αυλακωτά panels ή sandwich panels με μονωτικό ενδιάμεσα, για πλέον «προσαρμοσμένους» θερμικά (με λιγότερη ενεργειακή απαίτηση για χειμώνα και καλοκαίρι) βιομηχανικούς χώρους και αποθήκες.



Εικ. 61 Οροφή βιομηχανικού χώρου

Πηγή : Μάντης Κ. «Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση», Αθήνα, σελ. 10

Συστήματα σκίασης αλουμινίου

Συστήματα αλουμινίου τοποθετημένα εξωτερικά στο κτίριο για να αποκόπτουν σημαντικά μεγάλο μέρος της ακτινοβολούμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Η κλίση των σκιαδίων είναι πολλές φορές ρυθμιζόμενη ή και αυτόματη σε σχέση με την ημερήσια πορεία του ηλίου στον ουρανό.



Εικ. 62 Συστήματα σκίασης

Πηγή : Μάντης Κ. «Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση», Τ.Ε.Ε., Αθήνα, σελ. 10

¹⁰⁴ Μάντης Κ. (2008) : Τ.Ε.Ε. 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων «Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση», Αθήνα, σελ. 10

Διαχωριστικό εσωτερικών χώρων¹⁰⁵

Ασφαλής κατασκευή ιδανική για τη διαμόρφωση εσωτερικών χώρων, προσιτή, οικονομική και γρήγορη λύση με ηχομόνωση και δυνατότητες ηλεκτροστατικής βαφής με ειδικές επεξεργασίες.

5.2.2 Εξοικονόμηση ενέργειας με λειτουργικά συστήματα αλουμινίου¹⁰⁶

Τεχνικά συστήματα που εξασφαλίζουν λειτουργική εξοικονόμηση ενέργειας για τα κτήρια είναι:

Ηλιακοί συλλέκτες

Ειδικές «συλλεκτικές» επιφάνειες από αλουμίνιο ή συνέλαση ταινιών αλουμινίου/χαλκού με ειδική επιφανειακή επεξεργασία για την μεγαλύτερη κατά το δυνατόν απόδοση στη θέρμανση νερού χρήσης/θέρμανσης με την ηλιακή ακτινοβολία.



Εικ. 63 Ηλιακός συλλέκτης

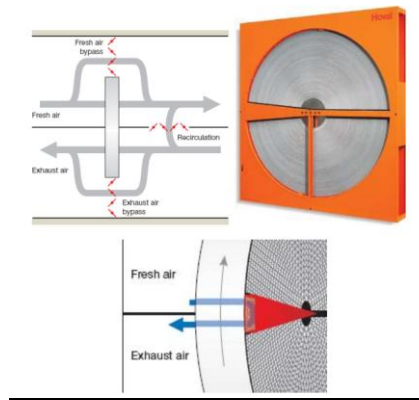
Πηγή : Μάντης Κ. «*Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση*», Τ.Ε.Ε., Αθήνα, σελ. 10

Ειδικοί περιστροφικοί εναλλάκτες θερμότητας

Όλα τα συστήματα κλιματισμού και εναλλαγής φρέσκου αέρα για τα μεγάλα κτήρια γραφείων στα Βόρεια Γεωγραφικά πλάτη είναι σήμερα εφοδιασμένα με «θερμικούς ρότορες». Οι ιδιότυποι αυτοί εναλλάκτες αέρος-αέρος είναι στενοί ρότορες διαμέτρου από 0,60 έως 3 και άνω μέτρων κατασκευασμένοι με πυκνή τύλιξη διάτρητης / γκοφρέ ταινίας αλουμινίου (κράματος). Η θερμοχωρητικότητά τους είναι μεγάλη, ενώ παράλληλα το αλουμίνιο έχει έναν πολύ καλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας. Οι ρότορες αυτοί περιστρέφονται με πολύ χαμηλή γωνιακή ταχύτητα μέσα στον κοινό διπλό αεραγωγό εισαγωγής φρέσκου κρύου αέρα/εξαγωγής θερμού εσωτερικού αέρα, όπου είναι εγκάρσια τοποθετημένοι.

¹⁰⁵ Πληροφορία στο διαδίκτυο: <http://www.atem-oe.gr/seires-alouminiou/diaxoristika-esoterikon-xoron/proteus-e-1300.htm>

¹⁰⁶ Μάντης Κ. (2008) : Τ.Ε.Ε. 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων «*Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση*», Αθήνα σελ. 11-12



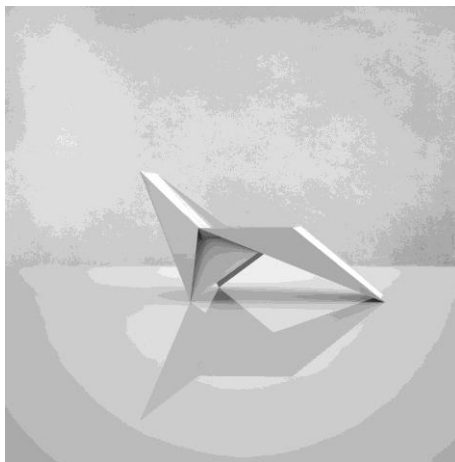
Εικ. 64 Περιστροφικοί εναλλάκτες θερμότητας

Πηγή : Μάντης Κ. «Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση», Τ.Ε.Ε., Αθήνα, σελ. 10

5.2.3 Εφαρμογή στον εξοπλισμό κτιρίου

Κατασκευή καρέκλας¹⁰⁷.

Πρώτο βραβείο (gold) στην κατηγορία Home Interior Products και τιμητική μνεία (honorable mention) στην κατηγορία Interior Furniture των International Design Awards για τον σχεδιασμό της καρέκλας «Origami Chaise Longue» που μελετήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος «Παραμετρικός Σχεδιασμός 1» (διδάσκων: Α. Βαζάκας), δόθηκε τον Ιούλιο του 2016 στο φοιτητή της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Δημήτρη Σεργεντάκη. Η καρέκλα κατασκευάστηκε από σύνθετα φύλλα αλουμινίου Etalbond στο Εργαστήριο Προπλασμάτων και Τεχνολογικών Εφαρμογών της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.



Εικ. 65 Καρέκλα από σύνθετα φύλλα

Εικ. 66 Σεργεντάκης Δημ.

Πηγή: Foititikanea.

¹⁰⁷ Πληροφορία στο διαδίκτυο : <http://www.foititikanea.gr>

5.2.4 Διασφάλιση ποιότητας κατασκευών και περιορισμός ενεργειακών κτιρίων

A. Πιστοποιητικό CE

CE		Δήλωση Επιδόσεων			Αριθμός Δήλωσης Απόδοσης:	
13	Κατασκευαστής:				Τύπος Προϊόντος:	
Ταυτοποίηση κουφώματος:					Τυπολογία κουφωμάτων:	
Χρήση:					Σύστημα αξιολόγησης της Δήλωσης Απόδοσης	
Ουσιώδη Χαρακτηριστικά		Απόδοση	Απόδοση	Απόδοση	hEN	
Υδατοστεγανότητα απροστάτευτου δοκιμίου EN 12207:1999		Ουδέτερες για τον χρήστη			ΣΥΣΤΗΜΑ 3 Οι Κοινοποιημένοι Οργανισμοί διεξήγαγαν τις απαιτούμενες Αρχικές Δοκιμές Τύπου και εξέδωσαν τις Εκθέσεις Δοκιμών υπό το σύστημα 3	
Επικίνδυνες ουσίες						
Αντίσταση σε Άνεμοπύεση						
Πίεση Δοκιμής EN 12210:1999:						
Βέλος κάμψης EN 12210:1999:						
Φέρουσα ικανότητα των διατάξεων ασφαλείας EN 948:2002:		MKE (NPD)	MKE (NPD)	MKE (NPD)		
Ακουστική απόδοση (dB) EN ISO 717-1		MKE (NPD)	MKE (NPD)	MKE (NPD)		
Ιδιότητες Ακτινοβολίας Ηλιακός συντελεστής (g):						
Μετάδοση φωτός (τ):						
Θερμοπερατότητα Uw (W/m²·K) EN 10077-2:2003						
Αεροδιαπερατότητα EN 12207:1999						
Κοινοποιημένος οργανισμός (1):		με αριθμό ταυτοποίησης:		εξέδωσε τις εκθέσεις δοκιμών υπ' αριθμ.:		
Κοινοποιημένος οργανισμός (2):		με αριθμό ταυτοποίησης:		εξέδωσε τις εκθέσεις δοκιμών υπ' αριθμ.:		
Κοινοποιημένος οργανισμός (3):		με αριθμό ταυτοποίησης:		εξέδωσε τις εκθέσεις δοκιμών υπ' αριθμ.:		
Οι αποδόσεις των προϊόντων που ταυτοποιούνται με τους παραπάνω μοναδικούς κωδικούς ταυτοποίησης, βρίσκονται σε συμμόρφωση με τις σχετικές δηλούμενες αποδόσεις. Τα προϊόντα παραδόθηκαν με το Δελτίο Αποστολής: . στον αγοραστή: . στη διεύθυνση: . Αυτή η δήλωση απόδοσης εκδίδεται υπό την αποκλειστική ευθύνη της εταιρίας: . Υπογράφεται για λογαριασμό του κατασκευαστή, από:						
Όνομα και θέση στην επιχείρηση			Τόπος και ημερομηνία έκδοσης		Υπογραφή	

Εικ.67 Δήλωση επιδόσεων κουφωμάτων

Πηγή: <http://www.profil.gr/index.php/gr/ce>

Η Ευρωπαϊκή Ένωση καθιέρωσε το πιστοποιητικό CE¹⁰⁸ για να διασφαλιστεί το καταναλωτικό κοινό ότι ο αλουμινοκατασκευαστής, αναφορικά με την κατασκευή πορτών και παραθύρων αλουμινίου, πληροί στις κατασκευές του τις τεχνικές προδιαγραφές και τις τεχνικές διαδικασίες που έχει θεσπίσει η παραγωγός εταιρεία βάσει του Κανονισμού 305/11, οι οποίες εναρμονίζονται με το πρότυπο EN 14351-1. Η σήμανση CE άρχισε να ισχύει από την 1^η Φεβρουαρίου του έτους 2010 στα προϊόντα και είναι η διαφάνεια σε ότι αφορά στις επιδόσεις του κουφώματος για την προστασία του τελικού χρήστη και του κατασκευαστή. Αφορά πόρτες και παράθυρα, τόσο εξωτερικά, όσο και εσωτερικά, σύμφωνα με τα παρακάτω πρότυπα αναφοράς:

EN 14351-1: Παράθυρα και πόρτες - Πρότυπο προϊόντος, χαρακτηριστικά επίδοσης - Μέρος 1: Παράθυρα και εξωτερικά συστήματα θυρών για πεζούς χωρίς χαρακτηριστικά πυραντίστασης ή/και διαρροής καπνού. Αυτό το πρότυπο θα ολοκληρωθεί με το 2ο και 3ο μέρος που βρίσκονται στο στάδιο της τελικής

¹⁰⁸ Πληροφορία στο διαδίκτυο: <http://www.profil.gr/index.php/gr/ce>

διαμόρφωσής τους (pr EN 14351-2: Εσωτερικά συστήματα θυρών για πεζούς χωρίς χαρακτηριστικά πυραντίστασης ή/και διαρροής καπνού και pr EN 14351-3: Παράθυρα και συστήματα θυρών για πεζούς με χαρακτηριστικά πυραντίστασης ή/και διαρροής καπνού). Όμως προς το παρόν, αναφερόμαστε μόνο στο πρότυπο αναφοράς EN 14351-1.

Ο κατασκευαστής των κουφωμάτων παράλληλα με την παράδοση του προϊόντος αλουμινίου θα πρέπει να προσκομίσει και τα παρακάτω συνοδευτικά έγγραφα: 1) Δήλωση Επιδόσεων CE 2) Χαρακτηριστικά Προϊόντος 3) Εγγύηση 4) Οδηγίες Χρήσης και Συντήρησης

Η ευθύνη για την ορθή εναπόθεση της Σήμανσης CE, είναι πάντα αποκλειστικά του κατασκευαστή κουφωμάτων. Αυτός πρέπει να δώσει τη δήλωση συμμόρφωσης CE για τα κουφώματα με τις σχετικές οδηγίες χρήσης και συντήρησης. Στην περίπτωση που ο κατασκευαστής δεν είναι ο ίδιος και τοποθετητής, τότε θα πρέπει να συντάξει και να δώσει στο συνεργείο τοποθέτησης οδηγίες για την σωστή τοποθέτησή τους.

B. Κανονισμός Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων

Το Υπουργείο Ανάπτυξης στην προσπάθεια για την ενεργειακή εξυγίανση των κτιρίων κοινοποιεί ένα κανονισμό (ΚΕΝΑΚ) με βάση το νόμο 3661/2008 (ΦΕΚ 89/ Α /19-5-2008) στον οποίο ενσωματώνονται διατάξεις ελληνικής νομοθεσίας και καθιερώνεται θεσμικά για πρώτη φορά στην Ελλάδα αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με πέντε θεματικές ενότητες που αφορούν : 1. Τον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης 2. Την μέθοδο υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης νέων (άρθρο 3) και υφιστάμενων κτιρίων (άρθρα 4 και 5) 3. Την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (άρθρο 6) 4. Τις επιθεωρήσεις λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού (άρθρα 7 και 8) 5. Την πρόβλεψη ειδικευμένων και διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών.

Μέσω αυτού του κανονισμού θα γίνει προσπάθεια μέσω ενός θεωρητικού υποβάθρου να υπολογιστεί στην πράξη η κατανάλωση ενέργειας κτιρίων (kWh/m²) σε ετήσια βάση. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων πρέπει να υπολογιστούν οι παρακάτω παράγοντες: τεχνικές και θερμομονωτικές προδιαγραφές τοιχοποιίας, προδιαγραφές κλιματιστικών ή εναλλακτικών μέσων θέρμανσης όπως καλοριφέρ, τζάκια και σόμπες, ο λέβητας, τα κουφώματα, η ύπαρξη θερμογεφυρών, τα χαρακτηριστικά μόνωσης της στέγης και του δαπέδου ανάλογα το υλικό κατασκευής του και τέλος ο εξαερισμός και φωτισμός.

Ο διαπιστευμένος ενεργειακός επιθεωρητής αναφορικά με τα κουφώματα ενός παλαιού ή νέου κτιρίου συλλέγει τα στοιχεία: 1. Διαστάσεις προσανατολισμός και τύπος ανοιγμάτων 2. Κατάσταση των κουφωμάτων για εκτίμηση αεροστεγανότητας 3. Συντελεστές θερμοπερατότητας (U_w) των κουφωμάτων 4. Συντελεστές ηλιακών θερμικών κερδών (g) των κουφωμάτων 5. Τύπους και γωνίες σκίασης (sc). Ανάλογα με τον τύπο του ανοίγματος τον αριθμό των φύλλων, τον τύπο της υάλωσης τα πιστοποιημένα κουφώματα φέρουν τους ενδεικτικούς συντελεστές θερμοπερατότητας. (Πχ. αλουμίνιο με θερμοδιακοπή ($U_w = 3,22 \text{ kWh/m}^2$) και αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή ($U_w = 3,61 \text{ kWh/m}^2$) .Τέλος ανεξαρτήτως υλικού τέσσερις (4) κλιματικές ζώνες (Α,Β,Γ,Δ) σε όλη τη

χώρα ορίζουν τον κατώτατο συντελεστή θερμοπερατότητας U_w των κουφωμάτων (W/m²K).

Γ. Ετικέτες για προδιαγραφές προϊόντων αλουμινίου

Τα προϊόντα των προμηθευτών αλουμινίου πρέπει να καλύπτονται από ορισμένες προδιαγραφές για κάθε φάση και να φέρουν ειδικό σήμα ποιότητας για πλήρωση ειδικών απαιτήσεων:

QUALICOAT¹⁰⁹ : Διεθνείς προδιαγραφές του σήματος ποιότητας στα επιστρώματα χρωμάτων με πούδρες, λάκκες και υγρές βαφές στο αλουμίνιο που προορίζεται για αρχιτεκτονική λύση

QUALANOD¹¹⁰ Διεθνείς προδιαγραφές του σήματος ποιότητας για ανοδίωση αλουμινίου με βάση το θειικό οξύ

QUALIDECO¹¹¹ : Διεθνείς προδιαγραφές του σήματος ποιότητας για την διακόσμηση του βαμμένου αλουμινίου που χρησιμοποιείται σε αρχιτεκτονικές εφαρμογές

B. ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΔΕΙΦΟΡΙΑ & ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

5.3 Προβλήματα περιβαλλοντικού χαρακτήρα

5.3.1 Δομικά στοιχεία αλουμινίου – περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα

Εκτός από τα οφέλη λόγω των μοναδικών χαρακτηριστικών ιδιοτήτων που έχει το αλουμίνιο παρουσιάζει και μεγάλα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα:

1. Προϊόντα αλουμινίου που προορίζονται για τις οικοδομές, μπορούν να ανακυκλωθούν πλήρως πολλές φορές, εξοικονομώντας ενέργεια και πλουτοπαραγωγικές πηγές.

Ενεργειακό ισοζύγιο. Αν εξετάσουμε τον πλήρη κύκλο ζωής, από την παραγωγή της πρώτης ύλης μέχρι την ανακύκλωση των χρησιμοποιημένων κομματιών, τα προϊόντα αλουμινίου που χρησιμοποιούνται στην οικοδομική και γενικά στην κατασκευαστική δραστηριότητα, παρουσιάζουν σημαντικά οφέλη από πλευράς

¹⁰⁹ Πληροφορία στο διαδίκτυο:

<http://www.aluminium.fr/industrie/associations/adal/les-labels/label-qualicoat>

¹¹⁰ Πληροφορία στο διαδίκτυο:

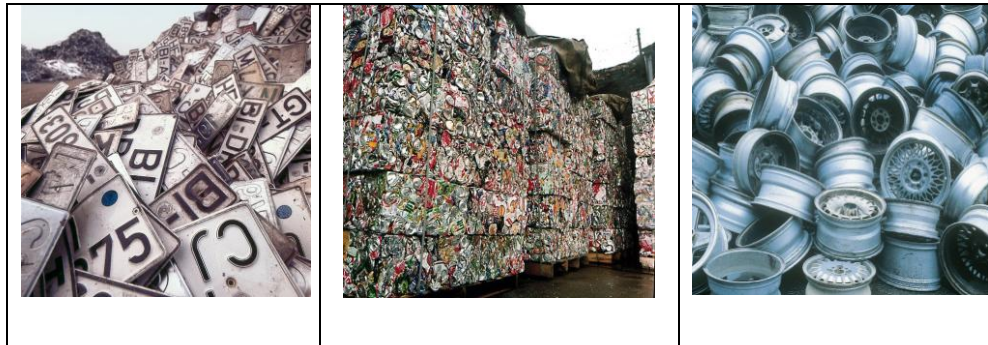
<http://www.aluminium.fr/industrie/associations/adal/les-labels/label-qualanod>

¹¹¹ Πληροφορία στο διαδίκτυο:

<http://www.aluminium.fr/industrie/associations/adal/les-labels/label-qualideco>

εξοικονόμησης ενέργειας και πλουτοπαραγωγικών πόρων. Μελέτες που έχουν γίνει για διάφορα προϊόντα, αποδεικνύουν ότι τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη από την χρήση προϊόντων αλουμινίου είναι σημαντικά¹¹².

2. Με την επαναλαμβανόμενη ανακύκλωση του αλουμινίου, διατηρούνται τα αρχικά υψηλά ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Για παράδειγμα στοιχεία ενός παραθύρου μπορούν να ανακυκλωθούν για την παραγωγή στοιχείων με σκοπό την κατασκευή ενός νέου παραθύρου ή βεβαίως την κατασκευή οποιουδήποτε άλλου προϊόντος αλουμινίου¹¹³.



Εικ. 68 Ανακύκλωση

Πηγή: <http://www.alunet.gr> "Aluminium Magazine" Απρίλιος 2016, σελ. 49

3. Τα σύγχρονα κουφώματα αλουμινίου με εξαιρετικές επιδόσεις θερμοδιακοπής βοηθούν στην ελαχιστοποίηση της ενέργειας για θέρμανση και θερινό κλιματισμό ενισχύοντας τον φυσικό φωτισμό στο εσωτερικό του κτιρίου και την οπτική άνεση των χρηστών. Το 75% των Ελληνικών κτιρίων είναι κατοικίες. Πρόσφατη σχετικά μελέτη κατέδειξε ότι ο εγχώριος οικιστικός τομέας μπορεί να βελτιώσει τις ισοδύναμες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 56% με αλλαγή των απλών παλαιών κουφωμάτων με σύγχρονα θερμοδιακοπτόμενα κουφώματα διπλών υαλοπινάκων. Μια σύγχρονη μελέτη για το σύνολο του Ευρωπαϊκού οικιστικού τομέα από την Βρετανική ερευνητική εταιρεία CALEB έδειξε ότι¹¹⁴:

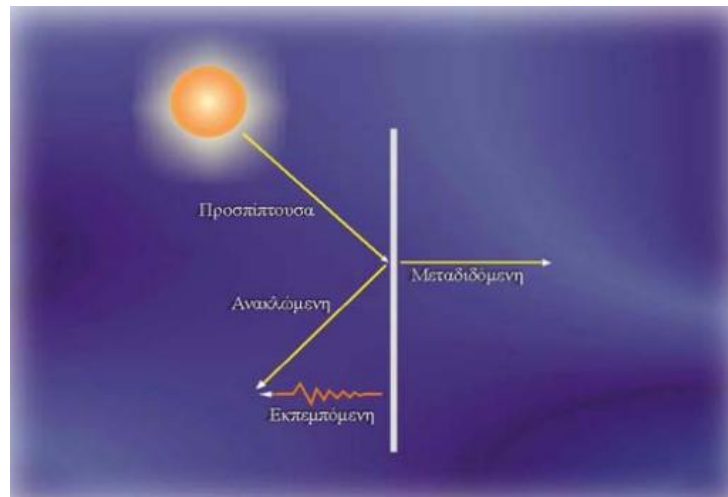
- Το 60% των παραθύρων έχουν μονούς υαλοπίνακες
- Ένα δεκαετές πρόγραμμα αλλαγής τους θα δημιουργούσε 110.000 νέες θέσεις εργασίας στην Ευρώπη με αντίστοιχη εξοικονόμηση περίπου 11 δις ευρώ από τα ταμεία ανεργίας
- Αυτό το πρόγραμμα θα διέσωζε 1 δισεκατομμύριο gigajoules ενέργειας
- Θα είχαμε ετησίως μείωση ισοδυνάμων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέχρι 94 μεγατόνους

¹¹² Πληροφορία στο διαδίκτυο : <http://www.alunet.gr> "Aluminium Magazine" Απρίλιος 2016, σελ. 49

¹¹³ Πληροφορία στο διαδίκτυο : <http://www.alunet.gr> "Aluminium Magazine" Απρίλιος 2016, σελ. 49

¹¹⁴ Μάντης Κ. (2008) : Τ.Ε.Ε. 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων «*Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση*», Αθήνα σελ. 6,7

4. Οι διπλοκέλυφες εξωτερικές επενδύσεις κτιρίων με φλοιούς αλουμινίου (αεριζόμενες όψεις) αξιοποιούν δύο ουσιαστικές ιδιότητες του αλουμινίου, την υψηλή διάχυτη ανακλαστικότητα της ακτινοβολούμενης θερμικής ηλιακής ενέργειας και την χαμηλή θερμική εκπομπή του εξωτερικού φλοιού προς το σώμα του κτιρίου. Δηλαδή μια εξωτερική επένδυση από αλουμίνιο συμπεριφέρεται στην ουσία ως «κρύος» φλοιός. Ο εξωτερικός αυτός φλοιός συντίθεται στην πράξη από panels αλουμινίου (ή sandwich panels) που αναρτώνται πάνω σε μεταλλική υποκατασκευή, κατάλληλα στερεωμένη στο κύριο σώμα του κτιρίου. Η αποφυγή θερμογεφυρών είναι προφανής μελετητική ανάγκη. Η διάχυτη (όχι κατευθυνόμενη στο απέναντι κτίριο) ανακλαστικότητα της εξωτερικής όψης (public side) απαγορεύει την διείσδυση μεγάλου μέρους της θερμικής ηλιακής ακτινοβολίας, λειτουργώντας στην ουσία ως «θερμική ασπίδα» για το κτίριο. Η λειτουργία αυτή ολοκληρώνεται με τον χαμηλό συντελεστή δευτερογενούς θερμικής εκπομπής, εσωτερικά, προς το σώμα του κτιρίου. Δηλαδή, παρόλο που ο φλοιός θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία, δεν εκπέμπει θερμότητα προς το σώμα του κτιρίου και δεν το ζεσταίνει. Τον χειμώνα, ο φλοιός λειτουργεί ως διακόπτης για τους κρύους βόρειους ανέμους. Με τη χρήση εξωτερικών φλοιών αλουμινίου είναι ακόμη εφικτή η αναδρομική εξωτερική μόνωση παλαιών κτιρίων (χωρίς να διακοπεί η λειτουργία τους) ενώ παράλληλα διευκολύνεται και η τεχνολογική τους αναβάθμιση με προσθήκες γραμμών και σωληνώσεων εξωτερικά και με τις λιγότερες κατά το δυνατόν διατρήσεις του σώματος του κτιρίου. Έτσι, κάποια παλαιά μεγάλα διοικητικά ή κτίρια γραφείων είναι δυνατόν να ανανεωθούν ενεργειακά και να εκσυγχρονισθούν, αποφεύγοντας με αυτό τον τρόπο την κατεδάφιση και την εξ' αυτής πόλωση του περιαστικού ιστού με δομικά απόβλητα¹¹⁵.



Εικ. 69 Επενδύσεις κτιρίων με φλοιούς αλουμινίου

Πηγή : Σπιτικόπουλος Π. (2004) , «Ανακύκλωση αλουμινίου», Αθήνα, σελ. 6

¹¹⁵ Μάντης Κ. (2008) : Τ.Ε.Ε. 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων «Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση», Αθήνα σελ. 6,7



Εικ. 70 Επενδύσεις κτιρίων με φλοιούς αλουμινίου

Πηγή : <http://www.technikal.gr/Why-Aluminum>

5.3.2 Περιβαλλοντικά μειονεκτήματα παραγωγής και επεξεργασίας αλουμινίου

5.3.2. α Προβλήματα περιβαλλοντικού χαρακτήρα

Η λειτουργία των βιομηχανιών αλουμίνας και αλουμινίου δημιουργεί προβλήματα στο περιβάλλον των περιοχών που είναι εγκατεστημένες και βαρύτερες επιπτώσεις που προέρχονται από την έκλυση προϊόντων καύσης πετρελαίου και κυρίως διοξειδίου του θείου (SO₂), σκόνης βωξίτη, λεπτόκοκκης σκόνης αλουμίνας. Στην Ελλάδα και στην «ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ» σημαντικά προβλήματα επίσης δημιουργεί η απόρριψη της κόκκινης λάσπης βωξίτη στη θάλασσα, η έκλυση αερίων φθοριούχων προϊόντων (κυρίως υδροφθορίου) κατά την ηλεκτρόλυση του αλουμινίου και η έκλυση καυσαερίων χυτηρίων και καμίνων.¹¹⁶

1. Εξόρυξη βωξίτη. Η εξόρυξη του βωξίτη δημιουργεί μεγάλη πληγή στο περιβάλλον. Ειδικά στην περίπτωση επιφανειακών κοιτασμάτων που η εξόρυξή του προϋποθέτει πλήρη αποψίλωση της περιοχής. Για παράδειγμα, στη Τζαμάικα¹¹⁷ η εξόρυξη βωξίτη (επιφανειακά κοιτάσματα) θεωρείται ως μια από

¹¹⁶ Greekscapes: "[Το βιομηχανικό τοπίο της "Αλουμίνιον της Ελλάδος" / Pechiney](#)".

¹¹⁷ Neufville Z: "[ENVIRONMENT-JAMAICA: Bauxite Mining Blamed for Deforestation](#)", InterPress Service, April 2001.

τις κυριότερες αιτίες αποδάσωσης της νήσου. Οι εταιρείες και οι βιομηχανίες εκμετάλλευσης του βωξίτη είναι υποχρεωμένες να καταβάλουν κάθε προσπάθεια περιβαλλοντικής αποκατάστασης των πληγείσων περιοχών, μετά την εξάντληση των σχετικών κοιτασμάτων.

2. Κόκκινη λάσπη¹¹⁸. Το εργοστάσιο παραγωγής αλουμίνας και αλουμινίου «ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε.», εγκατέστησε ένα σύστημα υποθαλάσσιας έκχυσης μεταλλευτικών αποβλήτων για την έκχυση κόκκινης λάσπης (ερυθράς ιλύος) στον κόλπο της Αντίκυρας, που βρίσκεται στο βόρειο περιθώριο του Κορινθιακού κόλπου. Η ιστορία ξεκίνησε το 1970 και τώρα εκτιμάται πως έχουν εναποτεθεί και εξαπλωθεί περισσότεροι από 20 εκατομμύρια (20.000.000) τόνοι κόκκινης λάσπης οι οποίοι καλύπτουν σε ποσοστό 12 % την επιφάνεια του πυθμένα του Κορινθιακού Κόλπου. Η κόκκινη λάσπη (red mud) προκύπτει ως στερεό απόβλητο κατά τη διαδικασία παραγωγής αλουμινίου-αλουμίνας από βωξίτη με τη μέθοδο Bayer. Στην Ελλάδα παράγονται επτακόσιες χιλιάδες (750.000) τόνοι ένυδρης αλουμίνας, εκ των οποίων το 90% χρησιμοποιείται για την παραγωγή αλουμινίου. Η αλουμίνα είναι οξείδιο του αλουμινίου και μπορεί να είναι ένυδρη ή άνυδρη, ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας της. Το αλουμίνιο είναι το πρωτόχυτο που παράγεται από την ηλεκτρόλυση της άνυδρης αλουμίνας.

Για κάθε τόνο (1 tn) αλουμίνας παράγεται ένας (1tn) έως δύο τόνοι (2tn) κόκκινης λάσπης ανάλογα με την περιεκτικότητα του βωξίτη σε Al_2O_3 και Fe_2O_3 . Η κόκκινη λάσπη είναι λεπτόκοκκο υλικό αργιλούχου πηλού και περιέχει χρήσιμα στοιχεία (σίδηρο, υπολείμματα αργιλίου, τιτάνιο), ωστόσο δεν υπάρχει κάποιος οικονομικός τρόπος παραλαβής τους. Κατά κανόνα, η κόκκινη λάσπη φυλάσσεται σε μεγάλες ανοικτές δεξαμενές - **τεχνητές λίμνες κατακάθισης** (red mud settling ponds), στις οποίες τα αναχώματα, φράγματα κ.λπ. θα πρέπει να υπόκεινται σε τακτικούς ελέγχους για πιθανές διαρροές.

Βασικό μέλημα αποτελεί η κατά το δυνατόν εξουδετέρωση της μεγάλης αλκαλικότητας της κόκκινης λάσπης. Χρησιμοποιούνται διάφοροι τρόποι, όπως εξουδετέρωση με ισχυρά οξέα ή με CO_2 προερχόμενο από διάφορες καύσεις στα εργοστάσια αλουμίνας και αλουμινίου, αλλά και από το CO_2 της ατμόσφαιρας, έστω και με αργό ρυθμό.

Στις τεχνητές λίμνες κατακάθισης αφήνεται η κόκκινη λάσπη να ξηρανθεί κατά το δυνατόν και η εξουδετερωμένη, ως προς την αλκαλικότητά της, ξηρή λάσπη μπορεί να συλλεχθεί από τις περιφέρειες των δεξαμενών και να μεταφερθεί σε άλλους χώρους μόνιμης απόθεσης.

Εκτιμάται ότι ετησίως παράγονται περί τα 200 εκατομμύρια τόνοι κόκκινης λάσπης, η διαχείριση και η συσσώρευση της οποίας αποτελεί ένα από τα κυριότερα προβλήματα περιβαλλοντικού χαρακτήρα των εργοστασίων αλουμίνας και αλουμινίου σε όλο τον κόσμο.

¹¹⁸ Πληροφορία στο διαδίκτυο : http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm



Εικ.71 Τυπική τεχνητή λίμνη κατακάθισης της κόκκινης λάσπης

Πηγή : http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm.

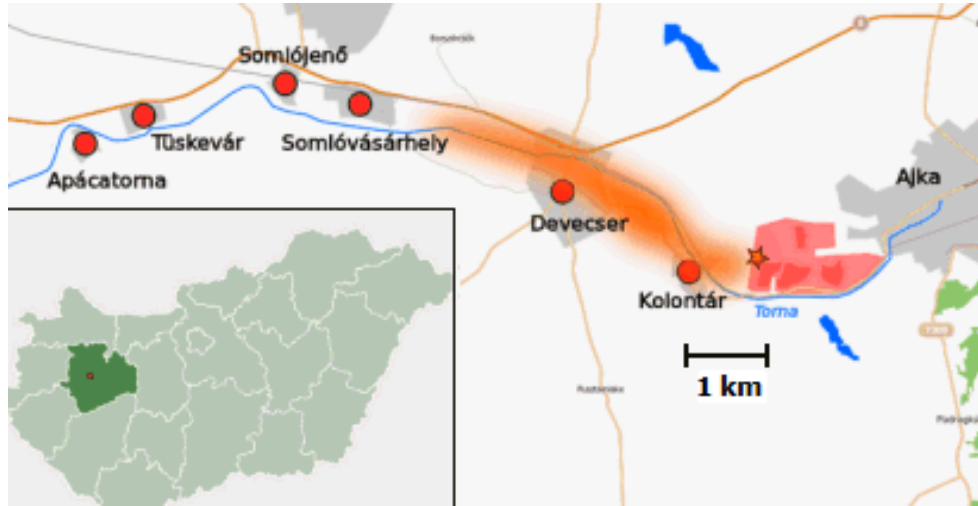
Κύρια συστατικά κόκκινης λάσπης και τυπικές περιεκτικότητές τους (%)	
Fe ₂ O ₃	20 - 45
Al ₂ O ₃	10 - 22
TiO ₂	4 - 20
CaO	0 - 14
SiO ₂	5 - 30
Na ₂ O	2 - 8

Πίνακας 29 .Κύρια συστατικά κόκκινης λάσπης και τυπικές περιοχές περιεκτικότητάς τους (% σε ξηρά δείγματα)

Πηγή : http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm

Στις 4 Οκτωβρίου 2010 συνέβη ένα βιομηχανικό ατύχημα σε εργοστάσιο της αλουμίνας στην πόλη **Ajka** της βορειοδυτικής Ουγγαρίας όπου μετά την κατάρρευση φράγματος ύψους 6 m τεχνητής λίμνης κατακάθισης δημιουργήθηκε ταχύτατη διαρροή περίπου ενός εκατομμυρίου κυβικών μέτρων κόκκινης λάσπης που αυτό συγκρατούσε.

Ένας χειμάρρος κόκκινης καυστικής λάσπης ύψους 1-2 μέτρων απλώθηκε σε μια περιοχή συνολικής επιφάνειας 40 τετραγωνικών χιλιομέτρων (βλ. χάρτη). Η κόκκινη λάσπη πλημμύρησε τις γειτονικές κοινότητες Kolontar και Devecser, προκαλώντας τον θάνατο 10 και τον σοβαρό τραυματισμό 150 ανθρώπων κυρίως από χημικά εγκαύματα.



Χάρτης 1. Επέκταση κόκκινης λάσπης

Πηγή: http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm



Εικ.72 Αεροφωτογραφίες σημείου κατάρρευσης του φράγματος και φωτογραφίες που δείχνουν την κατάσταση στις γειτονικές κοινότητες, που πλημμύρισαν από την κόκκινη λάσπη του εργοστασίου αλουμίνιας της πόλης Ajka.

Πηγή : http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm

5.3.2.β Προβλήματα υγείας από έκθεση περιβαλλοντική & επαγγελματική στο μέταλλο του αλουμινίου¹¹⁹

Καθ' όλη τη διαδικασία παραγωγής αλουμινίου από την εξόρυξη του βωξίτη μέχρι τη μετατροπή του σε αλουμίνα και την επεξεργασία της τελευταίας σε αλουμίνιο παράγεται πληθώρα σωματιδίων, αερίων και ατμών βλαπτικών στην υγεία των εργαζομένων.

Διάφορες τοξικές επιδράσεις στον **οργανισμό του ανθρώπου** είναι:

1. Βρογχικό άσθμα: Αποδίδεται στις αναθυμιάσεις που προκαλούνται κατά την ηλεκτρόλυση και κυρίως στο φθόριο και τα παράγωγα του.
2. Χρόνια αποφρακτική βρογχίτιδα: Βρέθηκε ότι οι διαταραχές της αναπνευστικής λειτουργίας σχετίζονται με την έκθεση στο φθόριο.
3. Πνευμονική ίνωση που προκαλείται από την εισπνοή ατμών κατά τη διάρκεια επεξεργασίας του βωξίτη για παραγωγή αλουμίνιας (Νόσος του Shaver¹²⁰) και από την έκθεση σε σκόνη μεταλλικού αλουμινίου, όταν η κοριοτοβριύεια είναι έντονη.
4. Καρδιακές βλάβες: Προκαλεί στεφανιαία νόσο.
5. Νευροψυχικές διαταραχές: Χαρακτηρίζεται από άνοια, διαταραχές λόγου και μνήμης και μυοκλονικούς σπασμούς.
6. Νόσος του Alzheimer: Υπάρχουν παρατηρήσεις που υπαινίσσονται την αύξηση της συχνότητας της νόσου του Alzheimer με την πρόσληψη του αλουμινίου, κυρίως μέσω του πόσιμου νερού, και τη συγκέντρωση του στον εγκέφαλο
7. Επίσης η αυξημένη έκθεση του ανθρώπου¹²¹ στο αλουμίνιο μπορεί να έχει αρνητικές επιδράσεις στην ποιότητα του σπέρματος, μειώνοντας ενδεχομένως σημαντικά την ανδρική γονιμότητα.

5.4 Ερευνητική αξιοποίηση αποβλήτων

Διερευνάται ώστε τα κατάλοιπα επεξεργασίας του βωξίτη να μπορούν να αξιοποιηθούν: **α)** Σαν πηγή σιδήρου στην παραγωγή τσιμέντου **β)** Σαν συμπληρωματική πρώτη ύλη στην κεραμοτουβλοποιία **γ)** Σαν μέσο εμπλουτισμού και βελτίωσης υποβαθμισμένων εδαφών **δ)** Σαν κάλυμμα στους χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων (ΧΥΤΑ) **ε)** Σαν εδαφικό κάλυμμα για καλλιέργεια φυτών **στ)** Σαν υλικό πλήρωσης και αποκατάστασης παλαιών μεταλλείων.

Τέλος πιστεύεται ότι έως το 2025 θα ανακυκλώνεται περίπου το 25% της παραγόμενης κόκκινης λάσπης.



¹¹⁹ Πληροφορία στο διαδίκτυο:

<http://www.epneumon.gr/assets/files/books/sexletidis/KEF.%2028%20%28243-254%29.pdf>

¹²⁰ Πληροφορία στο διαδίκτυο : <http://www.ethorax.gr/assets/files/books/patakas/16.pdf>

¹²¹ Παυλόπουλος Πέτρος (22 Οκτ.2014) : «*Reproductive Toxicology*»

Κεφάλαιο 6^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ –ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



Εικ. 73 Ο κύκλος ζωής του αλουμινίου

Πηγή : www.kathekoutimetrai.gr

6.1 Συμπεράσματα

Μετά την έκθεση του υλικού του αλουμινίου στα προηγούμενα Κεφάλαια, σε αυτό το Κεφάλαιο επισυνάπτεται ένα ερωτηματολόγιο το οποίο συντάχθηκε για την παρούσα διπλωματική εργασία με σκοπό την καλύτερη και αντικειμενικότερη εξαγωγή συμπερασμάτων στο πλαίσιο μιας ερευνητικής πρωτοβουλίας, για την κατάσταση που επικρατεί στην ελληνική αγορά και τις χρήσεις του υλικού από τους καταναλωτές, κυρίως μηχανικούς.

Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε προς συλλογή απαντήσεων σχετικά με τις προτιμήσεις καταναλωτών (αρχιτεκτόνων, πολιτικών μηχανικών, μηχανολόγων, ηλεκτρολόγων), χωρίς όμως να διανεμηθεί σε ανθρώπους που ασχολούνται με την βιοτεχνία κουφωμάτων αλουμινίου για να μην συλλεχθούν πλασματικά αποτελέσματα.

Βέβαια, η σύνταξη του ερωτηματολογίου διατυπώθηκε σε ώριμες συνθήκες, δηλαδή αφού είχε προηγηθεί ολόκληρο το αρχικό σώμα της έρευνάς μας. Ο σχετικός προβληματισμός για την ολοκλήρωση της εργασίας ανέκυψε με την πρόθεση επαληθεύσεως ή διαψεύσεως των παραδοχών σχετικά με τον προσδιορισμό των λόγων διαρκούς επιτυχίας του μετάλλου του αλουμινίου, στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό τεχνικών έργων και κυρίως κτιρίων, οι οποίοι τελικά προσδιορίζουν την εξέλιξη του στις εφαρμογές του. Οι παραδοχές είναι υποθέσεις εργασίας της έρευνας.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση με την υποχώρηση της οικοδομικής και της κατασκευαστικής δραστηριότητας λόγω κρίσης αλλά και την ευρεία εφαρμογή του αλουμινίου σε συμβατικές κατασκευές με προοπτικές ενίσχυσής του ως προϊόντος αιεφόρου ανάπτυξης για οικολογική δόμηση, ήταν αναγκαία η ερευνητική πρωτοβουλία προκειμένου να συγκροτηθεί η διαμόρφωση της πραγματικότητας στον ελληνικό τεχνικό χώρο.

Από ένα σύνολο 180 (εκατόν ογδόντα) ερωτηθέντων καταναλωτών με συγκεκριμένα ερωτήματα, ερμηνεύτηκε μία πραγματικότητα η οποία είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι σημειώθηκε σχεδόν ταυτόχρονα με ερωτηθέντες που δραστηριοποιούνται σε περιοχές του νομού Αττικής. Εάν το ίδιο ερωτηματολόγιο είχε χρησιμοποιηθεί στην ελληνική περιφέρεια όπου είναι άλλη η κοινωνική και οικονομική κατάσταση του καταναλωτισμού αλλά και οι επιτρεπόμενες συνθήκες χρήσης των υλικών στη δόμηση (πχ. σε παραδοσιακούς οικισμούς όπου επιβάλλεται χρήση ξύλου), τότε θα μιλούσαμε και με άλλες αναφορές στην έρευνά μας τις οποίες θα ενσωματώναμε στα συμπεράσματά μας.

Το ερωτηματολόγιο το οποίο υποστηρίχθηκε στην παρούσα έρευνα περιλαμβάνει 24 (εικοσιτέσσερις) συνοπτικές ερωτήσεις με θέματα σχετικά με την επεξεργασία της έρευνας γύρω από το αλουμίνιο, για του οποίου τα συμπεράσματα ομιλούμε αναλυτικά στις παραγράφους που ακολουθούν. Στην έρευνα γίνεται αντιληπτό ότι δεν απάντησαν όλοι οι καταναλωτές σε όλες τις ερωτήσεις ή σε όλα τα υποερωτήματα είτε γιατί δεν ήθελαν είτε γιατί δεν γνώριζαν.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1^η: Ποιο είναι το εύρος των χρήσεων του υλικού του αλουμινίου στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό τεχνικών έργων; (βλ. σχετικό διάγραμμα 11)

Στην παρούσα ερώτηση απαντήθηκαν τα υποερωτήματα 1 και 10 από τους περισσότερους ερωτηθέντες και βρέθηκε συμπερασματικά ότι οι καταναλωτές διαχειρίζονται το υλικό του αλουμινίου σε όλες τις κατασκευές σε ποσοστό 55% (πενήντα πέντε επί τοις %) ενώ το ίδιο επίσης μεγάλο ποσοστό 55% χρησιμοποιεί κυρίως το υλικό σε πορτοπαράθυρα. Ένα ποσοστό 40% (σαράντα επί τοις %) των καταναλωτών το χρησιμοποιεί σε πάνελς και διαχωριστικά (υποερώτημα 4) διότι το υλικό από μόνο του προτρέπει σε εύκολες εναλλασσόμενες λύσεις και ένα ποσοστό 30% (τριάντα επί τοις %) καταναλωτών το χρησιμοποιεί για προθήκες καταστημάτων (υποερώτημα 2) γεγονός που επιβεβαιώνει την ευκολία της τοποθέτησής του. Σε ίσα ποσοστά 20% (είκοσι επί τοις %) το χρησιμοποιούν οι καταναλωτές για σκάλες και συστήματα θέρμανσης (υποερωτήματα 6 και 7) ενώ ένα ποσοστό 25% (είκοσι πέντε επί τοις %) των καταναλωτών πραγματοποιεί χρήσεις του υλικού σε θερμοκήπια και αίθρια αλλά και κάγκελα (υποερωτήματα 8 και 9). Η χρήση του υλικού σε υπερκατασκευές (υποερώτημα 5) έδωσε ένα μικρό ποσοστό 15% (δέκα πέντε επί τοις %) είτε λόγω κρίσης στην οικοδομική δραστηριότητα είτε λόγω μειωμένου σχεδιασμού κατασκευών υψηλών προσδοκιών. Αξιοπρόσεκτο είναι το ποσοστό 5% (πέντε επί τοις %) που βρέθηκε για κατασκευές στεγών (υποερώτημα 5) το οποίο καταγράφεται κατά την άποψή μας σε εξυπηρέτηση προσωρινών αναγκών και όχι στη λογική αντιμετώπισης ποιότητας και μοντέρνου σχεδιασμού της κατασκευής.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2^η: Ποια είναι μέχρι σήμερα η γενική σας γνώμη για τα προϊόντα αλουμινίου που χρησιμοποιούνται στα τεχνικά έργα και στα κτίρια; (βλ. σχετικό διάγραμμα 12)

Σε αυτή την ερώτηση είναι χαρακτηριστικό ότι οι περισσότερες απαντήσεις καταναλωτών στο υποερώτημα 1 σε ποσοστό 60% (εξήντα επί τοις %) έχουν πολύ θετική γνώμη και κάποιοι άλλοι με αμελητέο ποσοστό 2,22% (δύο και είκοσι δύο επί τοις %) έχουν θετική η ουδέτερη γνώμη. Τέλος δεν δόθηκε καμία αρνητική απάντηση (υποερωτήματα 4 και 5).

ΕΡΩΤΗΣΗ 3^η: Πως αξιολογείτε τα παρακάτω χαρακτηριστικά του αλουμινίου στον τομέα της δόμησης σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά προϊόντα όπως ξύλο και PVC; (βλ. σχετικό διάγραμμα 13)

Στην ερώτηση αυτή επιλέγεται βαθμολογία για κάθε παράγοντα βαθμού 1 για πολύ θετική αξιολόγηση, βαθμού 2 για θετική αξιολόγηση, βαθμού 3 για ουδέτερη αξιολόγηση, βαθμού 4 για αρνητική αξιολόγηση και βαθμού 5 για πολύ αρνητική. Τα χαρακτηριστικά του αλουμινίου για τα οποία καλούνται να απαντήσουν οι καταναλωτές αφορούν την τιμή (1), τη θερμομόνωση (2), την αντοχή στο χρόνο (3) , την προστασία περιβάλλοντος (4), την αισθητική (5), την ασφάλεια (6), την συντήρηση (7), το άκαυστο υλικό (8), την τεχνολογία (9), την ανακύκλωση (10), την σχέση με άλλα ανταγωνιστικά υλικά όπως το ξύλο ή το PVC (11). Εδώ για τον παράγοντα βαθμού 1 αξιολογείται στο υψηλό ποσοστό των 70% (εβδομήντα επί τοις %) το θέμα της συντήρησης (χαρ.7), σε ποσοστό 50% (πενήντα επί τοις %) η αντοχή στο χρόνο (χαρ.3) και η τεχνολογία (χαρ.9). Για τον παράγοντα βαθμού 2 στο ίδια ερώτηση αξιολογείται σε ποσοστό των 45% (σαράντα πέντε επί τοις %) η αισθητική (χαρ.5) και σε ποσοστό 35% (τριάντα πέντε επί τοις %) η ασφάλεια (χαρ. 6), η τεχνολογία (χαρ.9), και η σχέση με άλλα ανταγωνιστικά υλικά όπως το ξύλο ή το PVC (χαρ.11). Για τον παράγοντα βαθμού 3 στην ίδια ερώτηση αξιολογείται σε ποσοστό 25% (εικοσιπέντε επί τοις %) η τιμή (χαρ.1), η συντήρηση (χαρ. 7) και το άκαυστο υλικό (χαρ.8). Στον παράγοντα βαθμού 4 αξιολογείται η προστασία περιβάλλοντος (χαρ. 4) σε ποσοστό 20% (είκοσι επί τοις %) ενώ για τον παράγοντα βαθμού 5 οι περισσότεροι καταναλωτές δεν απάντησαν.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4^η: Ποιος είναι ο λόγος που θα σας οδηγούσε στην αγορά καινούργιων κουφωμάτων μέσα στην επόμενη 3ετία; (βλ. σχετικό διάγραμμα 14)

Στην ερώτηση αυτή εμφανίζονται οι λόγοι που θα οδηγούσαν τους καταναλωτές να προτείνουν την αλλαγή κουφωμάτων κυρίως σε παλιές κατοικίες, σχολεία, γραφεία, επιχειρήσεις κ.λπ. μέσα στην επόμενη 3ετία. Επιλέχθηκαν 6 (έξι) υποερωτήματα όπου στο υποερώτημα 3 ένα ποσοστό 97,20 % (ενενήντα επτά και είκοσι επί τοις %) ανέφερε την φθορά ή καταστροφή υπαρχόντων κουφωμάτων και στο υποερώτημα 4 ένα ποσοστό 40% (σαράντα επί της %) την ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων. Επίσης στο υποερώτημα 2 για την ανακαίνιση κατοικίας επιλέχθηκε σε ποσοστό 35% (τριάντα πέντε επί τοις %) το αλουμίνιο, ενώ ίσα ποσοστά 15% (δεκαπέντε επί τοις %) των ερωτηθέντων καταναλωτών έδωσαν απάντηση για τα υποερωτήματα 1 και 6 τα οποία δεν χρειάζεται να σχολιαστούν σε ικανή έκταση.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5^η: Αξιολογίστε στο σχεδιασμό μιας κατασκευής ποιους από τους παρακάτω παράγοντες θεωρείτε σημαντικούς όταν πρόκειται να προβείτε στην αγορά κάποιου οικοδομικού υλικού από αλουμίνιο; (βλ. σχετικό διάγραμμα 15)

Στην ερώτηση αυτή επιλέγεται βαθμολογία για κάθε παράγοντα όπως, βαθμού 1 για πολύ σημαντικός, βαθμού 2 για σημαντικός, βαθμού 3 για μέτρια σημαντικός, βαθμού 4 για λίγο σημαντικός και βαθμού 5 για ασήμαντος. Οι παράγοντες αξιολόγησης στο σχεδιασμό μιας κατασκευής για την αγορά οικοδομικού υλικού από αλουμίνιο τους οποίους καλούνται να επιλέξουν οι καταναλωτές αφορούν την προσιτή τιμή (1), την πολύ καλή ποιότητα κατασκευής (2), την άριστη σχέση ποιότητας / τιμής (3), την σωστή τοποθέτηση (4), την υψηλή θερμομόνωση (5), την υψηλή ηχομόνωση (6), την μεγαλύτερη αντοχή στο χρόνο (7), την ελάχιστη συντήρηση (8), την υψηλή αισθητική (9), την φιλικότητα προϊόντος ως προς το περιβάλλον (10), την μεγάλη ασφάλεια (11), την ποικιλία χρωματισμών (12), την υγιεινή ποιότητα διαβίωσης (13), την παροχή εγγυήσεων μεγάλης χρονικής διάρκειας (14), την μεγάλη εξυπηρέτηση και μετά την αγορά του προϊόντος (15), την επωνυμία της επιχείρησης (16), την εμπιστοσύνη, το ενδιαφέρον και την εξυπηρέτηση του πωλητή (17), τις σχέσεις που έχει ο καταναλωτής με τον ιδιοκτήτη της επιχείρησης (18) και άλλους τυχόν λόγους (19).

Εδώ από το σύνολο των ερωτηθέντων καταναλωτών για τον παράγοντα βαθμού 1 αξιολογείται στο υψηλό ποσοστό των 75% (εβδομήντα πέντε επί τοις %) το θέμα της σωστής τοποθέτησης (παραγ.4), σε ποσοστό 70% (εβδομήντα επί τοις %) η μεγαλύτερη αντοχή στο χρόνο (παραγ.7), σε ποσοστό 65% (εξήντα πέντε επί τοις %) η ελάχιστη συντήρηση (παραγ. 8), σε ποσοστό 60% (εξήντα επί τοις %) η πολύ καλή ποιότητα κατασκευής (παραγ. 2), σε ποσοστό 55% (πενήντα πέντε επί τοις %), η ποικιλία χρωματισμών (παραγ. 12), σε ποσοστό 45% (σαράντα πέντε επί τοις %) η άριστη σχέση ποιότητας / τιμής (παραγ. 3), σε ποσοστό 40,56% (σαράντα και πενήντα έξι επί τοις %) η υγιεινή ποιότητα διαβίωσης (παραγ.13), σε ποσοστό 40% (σαράντα επί τοις %) η υψηλή θερμομόνωση (παραγ. 5) και η μεγάλη εξυπηρέτηση μετά την αγορά του προϊόντος (παραγ.15) και δεν αξιολογούνται καθόλου οι σχέσεις που έχει ο καταναλωτής με τον ιδιοκτήτη της επιχείρησης. Όλα τα υπόλοιπα ποσοστά κάτω από το 40% (σαράντα επί τοις %) δεν σχολιάζονται παρά μόνον ότι αν και είναι μικρά πάλι ανήκουν στον πολύ σημαντικό βαθμό 1.

Στη συνέχεια από το σύνολο των ερωτηθέντων καταναλωτών για τον παράγοντα βαθμού 2 αξιολογούνται στο υψηλό ποσοστό των 60% (εξήντα επί τοις %) η μεγάλη ασφάλεια (παραγ.11) και η ποικιλία χρωματισμών (παραγ.12), σε ποσοστό 50% (πενήντα επί τοις %) η προσιτή τιμή (παραγ.1), η υψηλή αισθητική (παραγ.9), και η φιλικότητα προϊόντος ως προς το περιβάλλον (παραγ.10), σε ποσοστό 45% (σαράντα πέντε επί τοις %) η υψηλή θερμομόνωση (παραγ.5), η υψηλή ηχομόνωση (παραγ.6) και σε ποσοστό 40% (σαράντα επί τοις %) η άριστη σχέση ποιότητας / τιμής (παραγ.3) και η υγιεινή ποιότητα διαβίωσης (παραγ.13). Όλα τα υπόλοιπα ποσοστά κάτω από το 40% (σαράντα επί τοις %) δεν σχολιάζονται παρά μόνον ότι αν και είναι μικρά πάλι ανήκουν στον σημαντικό βαθμό 2.

Τέλος από το σύνολο των ερωτηθέντων καταναλωτών για τον παράγοντα βαθμού 3 αξιολογούνται στο ποσοστό των 30% (τριάντα επί τοις %) η ποικιλία χρωματισμών (παραγ.12) και σε ποσοστό 20% (είκοσι επί τοις %) η παροχή εγγυήσεων μεγάλης χρονικής διάρκειας (παραγ.14) και η μεγάλη εξυπηρέτηση και μετά την αγορά του προϊόντος (παραγ.15). Όλα τα υπόλοιπα ποσοστά κάτω από το 20% (είκοσι επί τοις %) δεν σχολιάζονται παρά μόνον ότι αν και είναι μικρά πάλι ανήκουν στον μέτρια σημαντικό βαθμό 3.

Οι υπόλοιποι βαθμοί θεωρούνται ασήμαντοι για την εργασία και δεν σχολιάζονται.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6^η: Σε τι ποσοστό % οι παρακάτω παράγοντες αποτελούν πηγή πληροφόρησης σας για την ύπαρξη μιας επιχείρησης με επιλεγμένα οικοδομικά προϊόντα αλουμινίου; (βλ. σχετικό διάγραμμα 16)

Οι καταναλωτές απάντησαν σε έξι (6) υποερωτήματα, σε ποσοστό επί τοις % που είναι και οι παράγοντες που αποτελούν πηγές πληροφόρησης για την ύπαρξη μιας επιχείρησης με επιλεγμένα οικοδομικά προϊόντα αλουμινίου. Βρέθηκε ότι ποσοστό 33,18% (τριάντα τρία και δέκα οκτώ επί τοις %) παίρνει πληροφορίες από το διαδίκτυο (Internet), ποσοστό 28,92 % (είκοσι οκτώ και ενενήντα δύο επί τοις %) παίρνει πληροφορίες από τη διαφήμιση μέσω ΜΜΕ, ποσοστό 18,71% (δεκαοκτώ και εβδομήντα ένα επί τοις %) από συγγενείς, ποσοστό 13,23% (δεκατρία και είκοσι τρία επί τοις %) από εκθέσεις του κλάδου και τέλος ποσοστό 5,95% (πέντε και ενενήντα πέντε επί τοις %) τυχαία.

ΕΡΩΤΗΣΗ 7^η: Ποια είναι η βασικότερη πηγή πληροφόρησης που εμπιστεύεστε περισσότερο κατά τη διάρκεια μιας έρευνας αγοράς; (βλ. σχετικό διάγραμμα 17)

Για τις ανάγκες μιας συγκροτημένης έρευνας αγοράς οι καταναλωτές απάντησαν σε πέντε υποερωτήματα όπου το μεγαλύτερο ποσοστό πήρε η κοινή γνώμη δηλ. ποσοστό 35% (τριάντα πέντε επί τοις %), τα άρθρα πήραν ποσοστό 30% (τριάντα επί τοις %), ο πωλητής/ κατασκευαστής 20% (είκοσι επί τοις %) και η διαφήμιση 5% (πέντε επί τοις %). Έτσι λοιπόν για την λήψη αποφάσεων στη διάρκεια μιας έρευνας γίνεται αντιληπτό ότι η κοινή γνώμη συμβάλλει περισσότερο.

ΕΡΩΤΗΣΗ 8^η: Σε ποιο βαθμό πιστεύετε πως σας επηρεάζει η διαφήμιση στη λήψη απόφασης για την αγορά ή όχι ενός προϊόντος στη φάση κατασκευής του κτιρίου; (βλ. σχετικό διάγραμμα 18)

Στην εμφάνιση μιας διαφήμισης ο κόσμος των καταναλωτών καλείται να απαντήσει για την επιρροή της στη λήψη αποφάσεων για την αγορά ή όχι ενός προϊόντος στη φάση κατασκευής του κτιρίου. Στην ερώτηση αυτή που αποτελείται από 5 (πέντε) υποερωτήματα 45% (σαράντα πέντε επί τοις %) των καταναλωτών απάντησε μέτρια, 15% (δεκαπέντε επί τοις %) απάντησε πολύ και άλλο τόσο λίγο, 10% (δέκα επί τοις %) απάντησε καθόλου και 5% (πέντε επί τοις %) πάρα πολύ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 9^η: Ποιό από τα παρακάτω υλικά έχετε συναντήσει περισσότερο στις διαφημίσεις προϊόντων; (βλ. σχετικό διάγραμμα 19)

Στην παρούσα ερώτηση είναι χαρακτηριστικό το μεγάλο ποσοστό στο 2^ο υποερώτημα που αφορά το αλουμίνιο και που οι καταναλωτές σε ποσοστό 80% (ογδόντα επί τοις %) έχουν συναντήσει περισσότερο στις διαφημίσεις προϊόντων. Το συνθετικό υλικό PVC το έχουν συναντήσει σε ποσοστό 10% (δέκα επί τοις %) και το ξύλο το έχουν συναντήσει σε ποσοστό 5% (πέντε επί τοις %).

ΕΡΩΤΗΣΗ 10^η: Σημειώστε το βασικότερο παράγοντα που θα μπορούσε να σας κάνει να επιλέξετε το αλουμίνιο ως υλικό για το σχεδιασμό μιας κατασκευής; (βλ. σχετικό διάγραμμα 20)

Στην παρούσα ερώτηση απαντήθηκαν και τα επτά υποερωτήματα με μεγαλύτερο ποσοστό στο υποερώτημα 3 που φτάνει το 75% (εβδομήντα πέντε επί τοις %) των καταναλωτών να δηλώνει ως βασικότερο παράγοντα την αντοχή στη διάβρωση και τη βέλτιστη απόδοσή του για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στο υποερώτημα 2 δηλώθηκε ένας άλλος παράγοντας, το χαμηλό βάρος του σε ποσοστό 45% (σαράντα πέντε επί τοις %) των καταναλωτών, ενώ στο υποερώτημα 1 δηλώθηκε ο παράγοντας της αισθητικής υπεροχής του και οι εκατοντάδες επιλογές επιφανειών σε ποσοστό 30% (τριάντα επί τοις %) των καταναλωτών. Τα υποερωτήματα 4 και 5 που αφορούν τους παράγοντες της μεγάλης ανακλαστικότητάς του που προσφέρει θερμομονωτικά αποτελέσματα και της ευκολία ανακύκλωσής του οι καταναλωτές απάντησαν σε ποσοστό 20% (είκοσι επί τοις %). Τέλος ένα ποσοστό διαφόρων απαντήσεων αφορά το 5% (πέντε επί τοις %).

ΕΡΩΤΗΣΗ 11^η: Επιλέξτε το βασικότερο παράγοντα που θα μπορούσε να σας αποτρέψει να επιλέξετε το αλουμίνιο ως υλικό για το σχεδιασμό μιας κατασκευής; (βλ. σχετικό διάγραμμα 21)

Όπως στην προηγούμενη ερώτηση απαντήθηκε από τους καταναλωτές ο βασικότερος παράγοντας για την επιλογή του αλουμινίου ως υλικό για το σχεδιασμό μιας κατασκευής έτσι και εδώ δίνεται απάντηση για το βασικότερο παράγοντα που θα απέτρεπε την επιλογή του αλουμινίου για το σχεδιασμό μιας κατασκευής. Αυτός βρέθηκε ότι είναι η τιμή του σε ποσοστό 59,44% (πενήντα εννέα και σαράντα τέσσερα επί τοις %). Στη συνέχεια για δεύτερος παράγοντας απαντήθηκε η μηχανική του αντοχή σε ποσοστό 35% (τριάντα πέντε επί τοις %) και τέλος ο περιορισμένος χρόνος παραγωγής του από βωξίτη σε ποσοστό 4,44% (τέσσερα και σαράντα τέσσερα επί τοις %).

ΕΡΩΤΗΣΗ 12^η: Γνωρίζετε τις παρακάτω ιδιότητες του αλουμινίου σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά του προϊόντα για την κατασκευή κουφωμάτων; (βλ. σχετικό διάγραμμα 22)

Η ερώτηση αυτή αποτελείται από (4) τέσσερα υποερωτήματα για τα οποία δόθηκαν απαντήσεις σε όλα. Το μεγαλύτερο ποσοστό 65% (εξήντα πέντε επί τοις %) δόθηκε στο υποερώτημα 4 δηλ. ότι το ξύλο είναι πάνω από 1700 φορές πιο θερμομονωτικό σε σχέση με το αλουμίνιο. Στη συνέχεια το επόμενο ποσοστό 50% δόθηκε στο υποερώτημα 1 ότι δηλαδή ο βωξίτης εξαντλείται μέχρι το 2050, ενώ το ξύλο είναι βιολογικό προϊόν αειφορίας. Τέλος ακολουθούν το υποερώτημα 2 με ποσοστό 30% (τριάντα επί τοις %) ότι το δάσος δεσμεύει 1tn CO₂ από την ατμόσφαιρα, ενώ η εκλυόμενη ποσότητα CO₂/m³ είναι 20 tn για το αλουμίνιο και το υποερώτημα 3 με ποσοστό 25% (είκοσι πέντε επί τοις %) ότι η κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή 1m³ ξύλου είναι 180KWh ενώ για το χάλυβα 8.700.

ΕΡΩΤΗΣΗ 13^η: Πόσο επηρεάζουν την πρόθεση αγοράς σας οι επιπτώσεις που προκαλούνται στο περιβάλλον από την παραγωγή των κουφωμάτων αλουμινίου; (βλ. σχετικό διάγραμμα 23-24)

Οι απαντήσεις που δόθηκαν αφορούν πέντε υποερωτήματα και οι επιπτώσεις που προκαλούνται στο περιβάλλον είναι σε ποσοστό 59,44% (πενήντα εννέα και σαράντα τέσσερα επί τοις %) μέτριες, σε ποσοστό 15% (δεκαπέντε επί τοις %) πάρα πολύ, σε ποσοστό 10% (δέκα επί τοις %) πολύ και τέλος λίγο και καθόλου από 5% (πέντε τοις %).

ΕΡΩΤΗΣΗ 14^η: Γνωρίζετε ότι τα οικοδομικά προϊόντα αλουμινίου μπορούν να μορφοποιηθούν, να τρυπηθούν και να συγκολληθούν στο εργοστάσιο παρασκευής ή στο εργοτάξιο; (βλ. σχετικό διάγραμμα 23-24)

Στην ερώτηση αυτή ένα ποσοστό 90% (ενενήντα επί τοις %) απάντησε ΝΑΙ και το υπόλοιπο ποσοστό 10% (δέκα επί τοις %) των καταναλωτών απάντησε ΟΧΙ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 15^η: Σε εργασίες κτιρίων υπό ανακαίνιση θα συνιστούσατε αλλαγή υπαρχόντων κουφωμάτων με κουφώματα αλουμινίου; (βλ. σχετικό διάγραμμα 25)

Από τα πέντε (5) υποερωτήματα της ερώτησης το μεγαλύτερο ποσοστό 49,44% (σαράντα εννέα και σαράντα τέσσερα επί τοις %) δόθηκε στο υποερώτημα 1 δηλ. σίγουρα. Στη συνέχεια στο υποερώτημα 2 δόθηκε το επόμενο μεγάλο ποσοστό 41,67% (σαράντα ένα και εξήντα επτά επί τοις %) δηλ. πιθανόν και τέλος στο υποερώτημα 3 το υπόλοιπο 8,89% (ποσοστό επί τοις %) δηλ. πιθανόν δεν είμαι σίγουρος.

ΕΡΩΤΗΣΗ 16^η: Θα προτείνατε το ενδεχόμενο χρησιμοποίησης του χρηματοδοτούμενου προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ'οίκον» για την ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων; ; (βλ. σχετικό διάγραμμα 26-27)

Η ερώτηση αυτή η οποία αποτελείται από 5 (πέντε) υποερωτήματα περιγράφει με τα αποτελέσματά της τις προσπάθειες βελτίωσης των αστικών επιπέδων διαβίωσης εστιάζοντας την προσοχή των καταναλωτών σε χρηματοδοτούμενα προγράμματα όπως αυτό της «εξοικονόμησης κατ'οίκον». Οι απαντήσεις για το υποερώτημα 1 δηλ. σίγουρα έφτασαν στο ποσοστό 55% (πενήντα πέντε επί τοις %) , για το υποερώτημα 2 δηλ. πιθανόν έφτασαν στο ποσοστό 45% (σαράντα πέντε επί τοις %). Τα υπόλοιπα υποερωτήματα δεν απαντήθηκαν.

ΕΡΩΤΗΣΗ 17^η: Γνωρίζετε πληροφορίες για τη σήμανση ποιότητας CE¹²⁶ που οι περισσότεροι αλουμινοκατασκευαστές εναποθέτουν στις κατασκευές τους; (βλ. σχετικό διάγραμμα 26-27)

Οι απαντήσεις των καταναλωτών στην ερώτηση αυτή για ΝΑΙ έφτασε το 35% (τριάντα πέντε επί τοις %) ενώ για ΟΧΙ το 33,33% (τριάντα τρία και τριάντα τρία επί τοις %). Εδώ ο κανονισμός 305/11 διαπιστώνεται ότι δεν είναι πολύ γνωστός.

ΕΡΩΤΗΣΗ 18^η: Γνωρίζετε πληροφορίες για τις διεθνείς «Προδιαγραφές του σήματος ποιότητας QUALICOAT¹²⁷, QUALANOD¹²⁸ και QUALIDECO¹²⁹»; (βλ. σχετικό διάγραμμα 28-29)

¹²⁶ CE : Απαιτήσεις του κανονισμού 305/2011 της Ε.Ε.

Στην περίπτωση της ερώτησης αυτής αντιλαμβάνεται κανείς ότι οι επιχειρήσεις πρέπει να υιοθετούν σχετικές επισημάνσεις τις οποίες οι άνθρωποι της κατανάλωσης οφείλουν να προσαρμοσθούν και να γνωρίζουν. Ένα ποσοστό 60% (εξήντα επί τοις %) απάντησε ότι δεν γνωρίζει αυτές τις προδιαγραφές και ένα άλλο 15% (δεκαπέντε επί τοις %) απάντησε ότι γνωρίζει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 19^η: Είναι το αλουμίνιο οικολογικό προϊόν ή συμβάλλει στη δημιουργία απορριμμάτων; (βλ. σχετικό διάγραμμα 28-29)

Στην ερώτηση αυτή το ποσοστό 59,44% (πενήντα εννέα και σαράντα τέσσερις επί τοις%) των καταναλωτών απάντησε ΝΑΙ και το 15% (δεκαπέντε επί τοις %) απάντησε ΟΧΙ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 20^η: Γνωρίζετε ότι τα προϊόντα αλουμινίου ανακυκλώνονται; (βλ. σχετικό διάγραμμα 30-31)

Στην επεξεργασία των απαντήσεων των καταναλωτών για αυτή την ερώτηση διαπιστώθηκε ότι ένα ποσοστό 61,67% (εξήντα ένα και εξήντα επτά επί τοις %) γνώριζε ότι τα προϊόντα του αλουμινίου ανακυκλώνονται και απάντησε ΝΑΙ ενώ ένα μικρό ποσοστό 7,22% (επτά και είκοσι δύο επί τοις %) δεν το γνώριζε και απάντησε ΟΧΙ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 21^η: Έχετε προωθήσει για ανακύκλωση/επαναχρησιμοποίηση προϊόντα αλουμινίου κατόπιν κατεδάφισης κτιρίου; (βλ. σχετικό διάγραμμα 30-31)

Οι απαντήσεις των καταναλωτών για την ερώτηση αυτή έφτασαν στο ποσοστό των 74,44% (εβδομήντα τέσσερα επί τοις %) για το ΝΑΙ και στο ποσοστό 1,67% (ένα και εξήντα επτά επί τοις %) για το ΟΧΙ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 22^η: Αν ΝΑΙ με ποιόν τρόπο; (βλ. σχετικό διάγραμμα 32)

Η ερώτηση αυτή είναι συνέχεια της προηγούμενης και ένα μεγάλο ποσοστό δηλ. το 71,67% των καταναλωτών πουλάει κατευθείαν στις επιχειρήσεις ανακύκλωσης ενώ σε πολύ μικρά και αμελητέα ποσοστά τα προϊόντα αλουμινίου πωλούνται σε ενδιάμεσους εμπόρους και σε ιδιώτες.

ΕΡΩΤΗΣΗ 23^η: Ποια χρησιμοποιούμενα προϊόντα αλουμινίου ανακυκλώνονται περισσότερο με την αξιοποίηση του σκραπ¹³⁰; (βλ. σχετικό διάγραμμα 33-34)

¹²⁷ **QUALICOAT**: Διεθνείς προδιαγραφές του σήματος ποιότητας στα επιστρώματα με πούδρες, λάκες και υγρές βαφές στο αλουμίνιο που προορίζεται για αρχιτεκτονική λύση

¹²⁸ **QUALANOD**: Διεθνείς προδιαγραφές του σήματος ποιότητας για ανοδίωση αλουμινίου με βάση το θειικό οξύ

¹²⁹ **QUALIDECO** : Διεθνείς προδιαγραφές του σήματος ποιότητας για την διακόσμηση του βαμμένου αλουμινίου που χρησιμοποιείται σε αρχιτεκτονικές εφαρμογές

¹³⁰ **Σκραπ** : Μέταλλο που προέρχεται από την επαναχύτευση μεταχειρισμένων προϊόντων και απορριμμάτων από αλουμίνιο

Οι απαντήσεις στην ερώτηση αυτή έδωσαν για το υποερώτημα 3 ποσοστό 86,67% (ογδόντα έξι και εξήντα επτά επί τοις %) για προϊόντα συσκευασίας και αναψυκτικών, για το υποερώτημα 2 ποσοστό 61,67% (εξήντα ένα και εξήντα επτά επί τοις %) για ζάντες και πινακίδες και για το υποερώτημα 1 ποσοστό 37,22% (τριάντα επτά και είκοσι δύο επί τοις %) για προϊόντα οικοδομών.

ΕΡΩΤΗΣΗ 24¹: Μετά τη συμπλήρωση αυτού του ερωτηματολογίου ποια είναι η γνώμη σας για τα προϊόντα αλουμινίου που προορίζονται στα τεχνικά έργα και ιδιαίτερα στα κτίρια; (βλ. σχετικό διάγραμμα 33-34)

Με αυτή την ερώτηση που είναι και τελευταία κλείνει το ερωτηματολόγιο και είναι αυτή η ερώτηση όπου καλούνται να αναφέρουν συγκεντρωτικά τη γνώμη τους οι 180 (εκατόν ογδόντα) καταναλωτές για τα προϊόντα αλουμινίου που είτε χρησιμοποίησαν είτε πρόκειται να χρησιμοποιήσουν σε τεχνικά έργα και ιδιαίτερα στα κτίρια. Η ερώτηση αυτή αποτελείται από 5 (πέντε) υποερωτήματα τα οποία απαντήθηκαν ως εξής: το υποερώτημα 1 πήρε το μεγαλύτερο ποσοστό δηλαδή 51,11% (πενήντα ένα και ένδεκα επί τοις %) για πολύ θετική γνώμη, το υποερώτημα 2 πήρε το επόμενο μεγάλο ποσοστό δηλαδή 43,89% (σαράντα τρία και ογδόντα εννιά επί τοις %) για θετική γνώμη και τέλος το υποερώτημα 3 πήρε το τελευταίο και μικρό ποσοστό δηλαδή 5% (πέντε επί τοις %) για ουδέτερη γνώμη.

Στο τέλος του κάθε ερωτηματολογίου υπήρχαν δημογραφικά στοιχεία των καταναλωτών από τα οποία τα προσωπικά ήταν προαιρετικά και δεν συμπληρώθηκαν, ενώ συμπληρώθηκαν όσα αφορούσαν το φύλλο, την ηλικία, την οικογενειακή κατάσταση, την επιφάνεια της κατοικίας τους, το επάγγελμά τους, το επίπεδο των γνώσεων, και το μέσο μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα. Βρέθηκε λοιπόν ότι οι άνθρωποι οι οποίοι συντέλεσαν στη διαμόρφωση των απαντήσεων για τη συμπλήρωση των ερωτήσεων όλων των ερωτηματολογίων είναι κυρίως άνδρες, έχουν ηλικία 41-50 ετών, είναι έγγαμοι συνήθως με δύο παιδιά, διαμένουν σε διαμέρισμα ή επιφάνεια κατοικίας 100-150 τμ, στο επάγγελμα είναι κυρίως ελεύθεροι επαγγελματίες και έπειτα δημόσιοι υπάλληλοι, οι γνώσεις τους είναι επιπέδου Α.Ε.Ι. (Ανωτάτων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων) αλλά και Α.Τ.Ε.Ι. Τ.Τ. (Ανωτάτων Τεχνολογικών Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων) και το μέσο καθαρό μηνιαίο οικογενειακό τους εισόδημα ανέρχεται στο ποσόν των 1000Ε-2000Ε.

Είναι μεγάλη ευκαιρία με την εκπόνηση της παρούσας εργασίας να σκεφτεί κανείς ότι η χώρα μας θα δυσκολευτεί να ζήσει δίχως την ολοκληρωτική εκμετάλλευση του αμύθητου θησαυρού της ελληνικής γης. Έλληνες επιστήμονες αρχιτέκτονες, πολιτικοί μηχανικοί, χημικοί, μεταλλειολόγοι, ηλεκτρολόγοι και μηχανολόγοι μηχανικοί αγωνίζονται μακριά από βεβαιότητες για να πείσουν το σημερινό παγκοσμιοποιημένο περιβάλλον όπου σημαντικό ρόλο παίζει η οικονομία και το management, ότι δεν υπάρχει αμφιβολία ό,τι ενεργούν δημιουργώντας συνέχεια προϊόντα αλουμινίου για την οικοδόμηση των κτιρίων και του περιβάλλοντα χώρου με αμέριστη φροντίδα για κάθε παρέμβαση ώστε αυτή να συμβάλλει στο σεβασμό των ανθρώπινων αξιών της χώρας μας.

Οι εξελίξεις είναι γρήγορες και η τεχνολογία που διαθέτει η ανθρώπινη ελληνική κοινότητα σε συνδυασμό με ικανούς επιστήμονες που ενσωματώνονται σε αυτή, κρατούν τη βιομηχανία των προϊόντων αλουμινίου ζωντανή κατακλύζοντας την αγορά με τολμηρές νέες προτάσεις ή βελτιώνοντας με προσεκτικά βήματα τις παλιές.

Με την προώθηση δραστηριοτήτων και λύσεων αντιμετωπίζονται διαρκώς οι κλιματικές αλλαγές του «φαινομένου του θερμοκηπίου»¹³¹ και εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα στον πλανήτη μας. Για την εξεύρεση λύσεων αειφορίας στο διεθνές υλικό του αλουμινίου γίνεται προσπάθεια κατά τη διάρκεια παραγωγής του από το βωξίτη να μειωθεί η ενέργεια, να περιορισθεί ποσότητα των ρύπων του αέρα και των νερών και να ελεγχθεί και να βελτιωθεί η ποιότητα του περιβάλλοντος (**συνδυασμός τεχνολογικών και οικολογικών απαιτήσεων = πράσινο μέταλλο**).

Για τα δύο πρώτα σημαντικό μέσο είναι η ανακύκλωση του. Η διατήρηση της αγοραστικής αξίας του μετάλλου του αλουμινίου με την επ' άπειρο δυνατότητα ανακύκλωσης (ενεργοβόρα διαδικασία) αποτελούν εξαιρετικά ελκυστικά χαρακτηριστικά που ενισχύουν το προφίλ οικολογίας του.

Ωστόσο η ανακύκλωση και η αντίστοιχη αγορά που πρέπει να οργανωθεί για την ανάπτυξή της, είναι τομείς που αυτή την περίοδο ευρίσκονται σε εμβρυακή κατάσταση. Μπορεί μεν η ανακύκλωση να αναφέρεται στη συγκεκριμένη οδηγία του Συμβουλίου (δηλαδή του Κράτους), και μπορεί, να αναφέρεται ως στόχος στο 1^ο Σχέδιο Δράσεως για το Περιβάλλον υπό την έννοια της μελλοντικής σκοπούμενης ανάπτυξης των σχετικών τεχνολογιών – αλλά η ανακύκλωση είναι ένας ριζικώς διαφοροποιημένος τομέας, απ' ό,τι οι άλλοι τομείς της προστασίας του περιβάλλοντος. Είναι άλλο πράγμα νομικώς να υποχρεώνεσαι να αγοράσεις ένα αυτοκίνητο με νέα τεχνολογία κινητήρα και είναι άλλο πράγμα να συλλέγεις τομεακά τα απορρίμματα, να προχωρείς στη διαδικασία της ανακυκλώσεως και κατόπιν να αναμένεις από τον καταναλωτή να εκφράσει την προτίμησή του σε ένα προϊόν προερχόμενο από ανακυκλωμένα υλικά σε σχέση με ένα άλλο προϊόν που προέρχεται από μη ανακυκλωμένα υλικά. Στην πρώτη, περίπτωση λόγω του έντονου διεθνούς ανταγωνισμού και του αντίστοιχου εθνικού προστατευτισμού η βιομηχανία προσανατολίζεται ακαριαίως, και οι προσφερόμενες επιλογές στον καταναλωτή είναι άκαμπτες. Στην δεύτερη, όμως περίπτωση, απαιτείται οργάνωση των υπηρεσιών του κράτους, της τοπικής και περιφερειακής αυτοδιοίκησης, περιβαλλοντική εκπαίδευση, μεταβολή των καταναλωτικών προτύπων και της κοινωνικής συμπεριφοράς, χωρίς να υπολογίσουμε και τις επενδύσεις προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης των σχετικών τεχνολογιών, οι οποίες και διέπονται από μεγάλο βαθμό επιχειρηματικού κινδύνου. Έτσι δεν είναι τυχαίο ότι οι πρώτες ερευνητικές δραστηριότητες προς την κατεύθυνση αυτή αναλαμβάνονται σε επίπεδο Κοινότητας μέσω Διεθνών Συμβάσεων που συνάπτει ad hoc η τελευταία με Ευρωπαϊκές μη Κοινοτικές χώρες που είχαν μια ορισμένη πρωτοπορία σε αυτά τα ζητήματα, όπως η Σύμβαση Α (COST -68b) / 79¹³² για την αντιμετώπιση της ιλύος των αποβλήτων¹³³.

¹³¹ Διοξείδιο του Άνθρακα και Υδρατμοί είναι επιλεκτικοί απορροφητές μεγάλο μέρος της ενέργειας που εκπέμπει η Γη με αποτέλεσμα να αυξάνεται η κινητική ενέργεια των μορίων του ατμοσφαιρικού αέρα και να συγκρούονται μεταξύ τους. Οι συγκρούσεις αυτές προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας του. Όταν οι συγκεντρώσεις των αερίων της ατμόσφαιρας είναι φυσιολογικές η προκαλούμενη αύξηση της θερμοκρασίας εξασφαλίζει την απαραίτητη ζωή με μέση θερμοκρασία του πλανήτη (15⁰ C). Τις τελευταίες όμως δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα η ισορροπία των συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών αερίων, κύρια του Διοξειδίου του Άνθρακα έχουν διαταραχθεί προκαλώντας αύξηση της θερμοκρασίας γνωστή σαν «φαινόμενο του θερμοκηπίου» (Παραλίκα Μ. 2015 : 15)

¹³² C.E.C (1979/2) : «Community- Cost Concertation Agreement A (COST -68b) on a Concerted Action Project in the Field of Treatment and Use of Sewage Sludge », Ο.Ε.Λ-072/23.03.1979 : 36-41, Luxembourg (πράξη ευρωπαϊκού όργανου)

Όσο για τη διάρκεια ζωής των προϊόντων αλουμινίου που χρησιμοποιούνται στις οικοδομές είναι μεγάλη (μεγαλύτερη από του χάλυβα) με μικρή ή αμελητέα συντήρηση, αλλά και μεγάλη αντοχή στη διάβρωση. Οι αρχιτέκτονες συνδυάζοντας το μικρό βάρος του ελαχιστοποιούν τα φορτία στο σκελετό των οικοδομών. Επειδή μπορεί να βαφεί ή να ανοδιωθεί ικανοποιεί και τις απαιτήσεις διακοσμητών αλλά και την φυσική του αντοχή και αντιδιαβρωτική συμπεριφορά δίνοντας στην οικοδομή μια επιφάνεια εύκολη στον καθαρισμό.

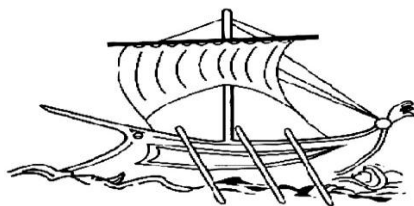
Το αλουμίνιο, είναι η «**Τράπεζα Ενέργειας**», είναι το βιώσιμο υλικό, όπου και σε όποια μορφή και αν βρίσκεται, μετά την χρήση των προϊόντων συλλέγεται και επαναχυτεύεται απαιτώντας μόνο το 5% της ενέργειας που χρειάστηκε για την πρωτογενή παραγωγή του¹³⁴. Ανακυκλώνεται σχεδόν 100% χωρίς απώλεια ποσότητας, έχει επαναλαμβανόμενο κύκλο ζωής και υψηλή ανθεκτικότητα. Στις σύγχρονες κατασκευές συνεισφέρει στο φυσικό φωτισμό, στα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας, στην αεροστεγανότητα και αλλού.

Εν τέλει οι εταιρείες παραγωγής του αλουμινίου πρέπει να λειτουργούν έχοντας ως σκοπό την προβολή της χρήσης του, την ποιοτική αναβάθμιση των προϊόντων και των διαδικασιών του και να συμβάλουν στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη της κάθε χώρας μέσα στα πλαίσια ενός υγιούς ανταγωνισμού και επαγγελματικής δεοντολογίας, προβάλλοντας και την περιβαλλοντική μέριμνα στο πλαίσιο της τήρησης των νόμων του κράτους επιδιώκοντας τη νομιμότητα.

¹³³ Λάσκαρης Κ.(2002) : Ε.Μ.Π, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Τομέας Πολεοδομίας και Χωροταξίας, Διδακτορική Διατριβή με θέμα: «**Κοινωνικές μεταβολές και αλλαγή των αντιλήψεων για το περιβάλλον-Η ειδική περίπτωση των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων**», Αθήνα, σελ. 1223,1224

¹³⁴ Πληροφορία στο διαδίκτυο : <http://www.aluminium.org.gr>

ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ.
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.



PIRAEUS UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Πέτρου Ράλλη & Θηβών 250 - Αιγάλεω - 12244 - Ελλάδα

Υπεύθυνη : Δρ. Παραλίκα Μαρία

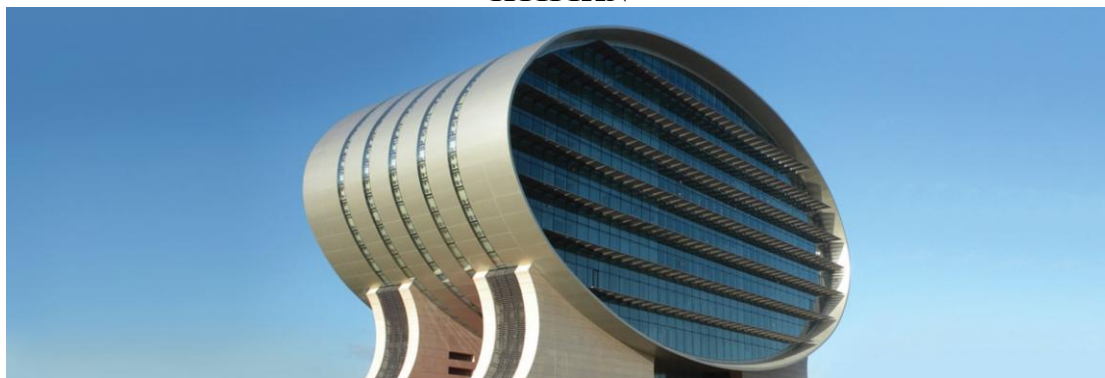
Τηλ. : +30210 538 1364 - +30210 538 1184 - Fax: +30210 538 1214 - Email : retrofit@teipir.gr

Το παρόν ερωτηματολόγιο αποτελεί μια ερευνητική πρωτοβουλία της Καλοκώρη Καλλιόπης, φοιτήτριας του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών με θέμα «*Αντισεισμική και Ενεργειακή Αναβάθμιση Κατασκευών και Αειφόρος Ανάπτυξη*» σε συνεργασία με την υπεύθυνη καθηγήτρια Παραλίκα Μαρία του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ., στο πλαίσιο της διερεύνησης των Ελλήνων καταναλωτών για τις εφαρμογές του αλουμινίου στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό των τεχνικών έργων και ιδιαίτερα των κτιρίων. Θα παρακαλούσαμε όπως διαθέσετε 10 λεπτά από τον πολύτιμο χρόνο σας για τη συμπλήρωσή του.

Για οποιαδήποτε απορία σας επικοινωνήστε με την Κα. Καλοκώρη Καλλιόπη (κιν. 6977588033) ή με την υπεύθυνη καθηγήτρια Κα Παραλίκα Μαρία.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΕΡΕΥΝΑΣ ΑΓΟΡΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΚΤΙΡΙΩΝ



1. Ποιο είναι το εύρος των χρήσεων του υλικού του αλουμινίου στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό τεχνικών έργων; (σημειώστε X)

- | | | |
|--|--|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Πορτοπαράθυρα | <input type="checkbox"/> Προθήκες καταστημάτων | <input type="checkbox"/> Στέγες |
| <input type="checkbox"/> Πάνελς και διαχωριστικά | <input type="checkbox"/> Υπερκατασκευές | <input type="checkbox"/> Σκάλες |
| <input type="checkbox"/> Συστήματα θέρμανσης | <input type="checkbox"/> Θερμοκήπια και αίθρια | <input type="checkbox"/> Κάγκελα |
| <input type="checkbox"/> Όλα τα πιο πάνω | | |

2. Ποια είναι μέχρι σήμερα η γενική σας γνώμη για τα προϊόντα αλουμινίου που χρησιμοποιούνται στα τεχνικά έργα και στα κτίρια;
(σημειώστε X σε μία μόνο απάντηση)

- Πολύ θετική Θετική Ουδέτερη Αρνητική Πολύ αρνητική

Καλοκύρη Καλλιόπη

3. Πως αξιολογείτε τα παρακάτω χαρακτηριστικά του αλουμινίου στον τομέα της δόμησης σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά προϊόντα όπως ξύλο και PVC; (επιλέξτε τη βαθμολογία σας για κάθε παράγοντα ως εξής: 1= Πολύ θετική, 2= Θετική, 3= Ουδέτερη, 4= Αρνητική, 5= Πολύ αρνητική)

Τιμή	1	2	3	4	5
Θερμομόνωση	1	2	3	4	5
Αντοχή στο χρόνο	1	2	3	4	5
Προστασία περιβάλλοντος	1	2	3	4	5
Αισθητική	1	2	3	4	5
Ασφάλεια	1	2	3	4	5
Συντήρηση	1	2	3	4	5
Άκαυστο υλικό	1	2	3	4	5
Τεχνολογία	1	2	3	4	5
Ανακύκλωση	1	2	3	4	5
Σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά υλικά(ξύλο, PVC)	1	2	3	4	5

4. Ποιος είναι ο λόγος που θα σας οδηγούσε στην αγορά καινούργιων κουφωμάτων μέσα στην επόμενη ζετία; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

- Καινούργια κατοικία
- Ανακαίνιση κατοικίας
- Φθορά/ καταστροφή υπάρχοντων κουφωμάτων
- Ενεργειακή αναβάθμιση
- Άλλο.....(αναφέρατε)
- Δεν έχω τέτοια πρόθεση

5. Αξιολογείστε στο σχεδιασμό μιας κατασκευής ποιους από τους παρακάτω παράγοντες θεωρείτε σημαντικούς όταν πρόκειται να προβείτε στην αγορά κάποιου οικοδομικού υλικού από αλουμίνιο; (επιλέξτε τη βαθμολογία σας για κάθε παράγοντα ως εξής : 1= Πολύ σημαντικός, 2= Σημαντικός, 3= Μέτρια σημαντικός, 4= Λίγος σημαντικός, 5= Ασήμαντος)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ

Προσιτή τιμή	1	2	3	4	5
Πολύ καλή ποιότητα κατασκευής	1	2	3	4	5
Άριστη σχέση ποιότητας /τιμής	1	2	3	4	5
Σωστή τοποθέτηση	1	2	3	4	5
Υψηλή θερμομόνωση	1	2	3	4	5
Υψηλή ηχομόνωση	1	2	3	4	5
Μεγαλύτερη αντοχή στο χρόνο	1	2	3	4	5
Ελάχιστη συντήρηση	1	2	3	4	5
Υψηλή αισθητική	1	2	3	4	5
Φιλικότητα προϊόντος ως προς το περιβάλλον	1	2	3	4	5
Μεγάλη ασφάλεια	1	2	3	4	5
Ποικιλία χρωματισμών	1	2	3	4	5
Υγιεινή ποιότητα διαβίωσης	1	2	3	4	5
Παροχή εγγυήσεων μεγάλης χρονικής διάρκειας	1	2	3	4	5
Μεγάλη εξυπηρέτηση και μετά την αγορά του προϊόντος	1	2	3	4	5
Η επωνυμία της επιχείρησης	1	2	3	4	5
Η εμπιστοσύνη, το ενδιαφέρον και η εξυπηρέτηση του πωλητή	1	2	3	4	5
Οι σχέσεις που έχετε με τον ιδιοκτήτη της επιχείρησης (κοντά στο σπίτι σας)	1	2	3	4	5
Άλλο(αναφέρατε)	1	2	3	4	4

6. Σε τι ποσοστό % οι παρακάτω παράγοντες αποτελούν πηγή πληροφόρησης σας για την ύπαρξη μιας επιχείρησης με επιλεγμένα οικοδομικά προϊόντα αλουμινίου; (το άθροισμα των ποσοστών των απαντήσεών σας να είναι 100%)

.....% Διαφήμιση μέσω ΜΜΕ

.....% Διαδίκτυο (Internet)

-% Φίλους / Συγγενείς
-% Μέσω εκθέσεων του κλάδου
-% Τυχαία
-% Άλλο.....(αναφέρατε)

7. Ποια είναι η βασικότερη πηγή πληροφόρησης που εμπιστεύεστε περισσότερο κατά τη διάρκεια μιας έρευνας αγοράς; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

- Διαφήμιση Πωλητής / Κατασκευστής Κοινή γνώμη Άρθρα
- Άλλο.....

8. Σε ποιο βαθμό πιστεύετε πως σας επηρεάζει η διαφήμιση στη λήψη απόφασης για την αγορά ή όχι ενός προϊόντος στη φάση κατασκευής του κτιρίου; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

- Πάρα πολύ Πολύ Μέτρια Λίγο Καθόλου

9. Ποιό από τα παρακάτω υλικά έχετε συναντήσει περισσότερο στις διαφημίσεις προϊόντων; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

- Ξύλο Αλουμίνιο Συνθετικό (PVC)

10. Σημειώστε το βασικότερο παράγοντα που θα μπορούσε να σας κάνει να επιλέξετε το αλουμίνιο ως υλικό για το σχεδιασμό μιας κατασκευής; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

- Η αισθητική υπεροχή του και οι εκατοντάδες επιλογές επιφανειών
- Το χαμηλό βάρος του
- Η αντοχή στη διάβρωση και η βέλτιστη απόδοσή του για μεγάλο χρονικό διάστημα
- Η μεγάλη ανακλαστικότητα τους που προσφέρει θερμομονωτικά Αποτελέσματα
- Η ευκολία στην ανακύκλωσή του
- Η ποικιλία των χρωματισμών του
- Άλλο.....(αναφέρατε)

11. Επιλέξτε το βασικότερο παράγοντα που θα μπορούσε να σας αποτρέψει να επιλέξετε το αλουμίνιο ως υλικό για το σχεδιασμό μιας κατασκευής; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

- Η τιμή του

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Ο περιορισμένος χρόνος παραγωγής του από βωξίτη
- Η μηχανική του αντοχή
- Άλλο.....(αναφέρατε)

12. Γνωρίζετε τις παρακάτω ιδιότητες του αλουμινίου σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά του προϊόντα για την κατασκευή κουφωμάτων; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

1. Ο βωξίτης (αλουμίνιο) εξαντλείται μέχρι το 2050, ενώ το ξύλο είναι βιολογικό προϊόν αειφορίας (απεριόριστα αποθέματα) ΝΑΙ ΟΧΙ
2. Το δάσος δεσμεύει 1tn CO₂ από την ατμόσφαιρα, ενώ η εκλυόμενη ποσότητα CO₂/m³ είναι 20 tn για το αλουμίνιο ΝΑΙ ΟΧΙ
3. Η κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή 1m³ ξύλου είναι 180KWh ενώ για το χάλυβα 8.700 ΝΑΙ ΟΧΙ
4. Το ξύλο είναι πάνω από 1700 φορές πιο θερμομονωτικό σε σχέση με το αλουμίνιο ΝΑΙ ΟΧΙ

Πηγή Κακαράς Ι. (2011) – http://epipleon.gr/pdf/TEXNIKA_44.pdf

13. Πόσο επηρεάζουν την πρόθεση αγοράς σας οι επιπτώσεις που προκαλούνται στο περιβάλλον από την παραγωγή των κουφωμάτων αλουμινίου; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

- Πάρα πολύ Πολύ Μέτρια Λίγο Καθόλου

14. Γνωρίζετε ότι τα οικοδομικά προϊόντα αλουμινίου μπορούν να μορφοποιηθούν, να τρυπηθούν και να συγκολληθούν στο εργοστάσιο παρασκευής ή στο εργοτάξιο; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

- ΝΑΙ ΟΧΙ

15. Σε εργασίες κτιρίων υπό ανακαίνιση θα συνιστούσατε αλλαγή υπαρχόντων κουφωμάτων με κουφώματα αλουμινίου; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

- Σίγουρα Πιθανόν Δεν είμαι σίγουρος Μάλλον όχι Σίγουρα όχι

16. Θα προτεινάτε το ενδεχόμενο χρησιμοποίησης του χρηματοδοτούμενου προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ'οίκον» για την ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

- Σίγουρα Πιθανόν Δεν είμαι σίγουρος Μάλλον όχι Σίγουρα όχι

17. Γνωρίζετε πληροφορίες για τη σήμανση ποιότητας CE¹³⁵ που οι περισσότεροι αλουμινοκατασκευαστές εναποθέτουν στις κατασκευές τους; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

ΝΑΙ ΟΧΙ

18. Γνωρίζετε πληροφορίες για τις διεθνείς «Προδιαγραφές του σήματος ποιότητας QUALICOAT¹³⁶, QUALANOD¹³⁷ και QUALIDECO¹³⁸»; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

ΝΑΙ ΟΧΙ

19. Είναι το αλουμίνιο οικολογικό προϊόν ή συμβάλλει στη δημιουργία απορριμμάτων; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

ΝΑΙ ΟΧΙ

20. Γνωρίζετε ότι τα προϊόντα αλουμινίου ανακυκλώνονται; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

ΝΑΙ ΟΧΙ

21. Έχετε προωθήσει για ανακύκλωση/επαναχρησιμοποίηση προϊόντα αλουμινίου κατόπιν κατεδάφισης κτιρίου; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

ΝΑΙ ΟΧΙ

22. Αν ΝΑΙ με ποιόν τρόπο; (σημειώστε X)

- Πώληση σε ιδιώτες για επαναχρησιμοποίηση
- Πώληση σε ενδιάμεσους εμπόρους
- Πώληση κατευθείαν σε επιχειρήσεις ανακύκλωσης
- Άλλο.....(αναφέρατε)

23. Ποια χρησιμοποιούμενα προϊόντα αλουμινίου ανακυκλώνονται περισσότερο με την αξιοποίηση του σκραπ¹³⁹; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

¹³⁵ CE : Απαιτήσεις του κανονισμού 305/2011 της Ε.Ε.

¹³⁶ QUALICOAT: Διεθνείς προδιαγραφές του σήματος ποιότητας στα επιστρώματα με πούδρες, λάκκες και υγρές βαφές στο αλουμίνιο που προορίζεται για αρχιτεκτονική λήψη

¹³⁷ QUALANOD: Διεθνείς προδιαγραφές του σήματος ποιότητας για ανοδίωση αλουμινίου με βάση το θειικό οξύ

¹³⁸ QUALIDECO : Διεθνείς προδιαγραφές του σήματος ποιότητας για την διακόσμηση του βαμμένου αλουμινίου που χρησιμοποιείται σε αρχιτεκτονικές εφαρμογές

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Προϊόντα οικοδομών Ζάντες και πινακίδες αυτοκινήτων

Προϊόντα συσκευασίας και αναψυκτικών

24. Μετά τη συμπλήρωση αυτού του ερωτηματολογίου ποια είναι η γνώμη σας για τα προϊόντα αλουμινίου που προορίζονται στα τεχνικά έργα και ιδιαίτερα στα κτίρια; (σημειώστε X σε 1 μόνο απάντηση)

ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗ ΟΥΔΕΤΕΡΗ ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΠΟΛΥ ΑΡΝΗΤΙΚΗ

Προσωπικά στοιχεία ερωτώμενου

(Τα στοιχεία σας θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικό σκοπό και δεν θα δημοσιευτούν)

Όνοματεπώνυμο : (προαιρετικά)

Τηλ. – email : (προαιρετικά)

Φύλο : Άνδρας Γυναίκα

Ηλικία : < 20 21-30 31-40 41-50 51-60 > 60

Οικογενειακή κατάσταση: Άγαμος Έγγαμος Με 1-2 παιδιά

Με 3 παιδιά Διαζευγμένος Με γονείς

Είδος κατοικίας: Ιδιόκτητο διαμέρισμα Ενοικιαζόμενο διαμέρισμα

Μονοκατοικία Εργατικές κατοικίες Άλλο.....

Επιφάνεια κατοικίας: (σε τμ) < 100 < 100-150 < 150-200

< 200-250 > 250

Επάγγελμα : Δημόσιος Υπάλληλος Ιδιωτικός Υπάλληλος Συνταξιούχος

Ελεύθερος επαγγελματίας Φοιτητής/μαθητής Άλλο.....

Γραμματικές γνώσεις: Δημοτικού

Λυκείου

ΑΕΙ- ΤΕΙ

Μεταπτυχιακά

Μέσο καθαρό μηνιαίο οικογενειακό σας εισόδημα:

< 1.000Ε

1.000-2.000Ε

2.000-3.000Ε

3.000-5.000Ε

> 5.000Ε

Αν επιθυμείτε να ενημερωθείτε λεπτομερώς για το αλουμίνιο χρησιμοποιήστε την ιστοσελίδα <http://www.aluminium.org.gr>

Σχόλια-Παρατηρήσεις

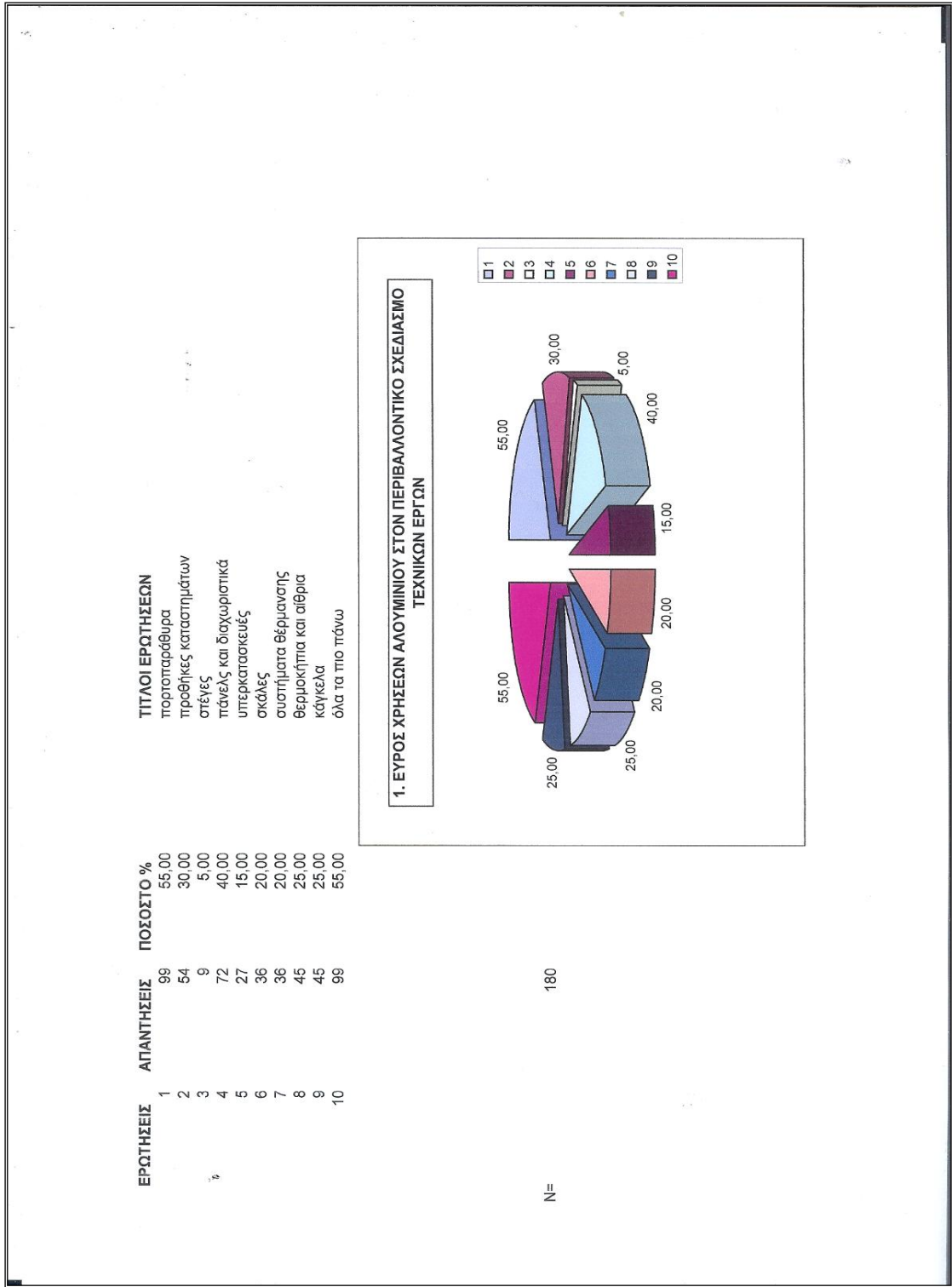
.....
.....

Σας ευχαριστούμε για τη συνεργασία

¹³⁹ Σκραπ : Μέταλλο που προέρχεται από την επαναχύτευση μεταχειρισμένων προϊόντων και απορριμμάτων από αλουμίνιο

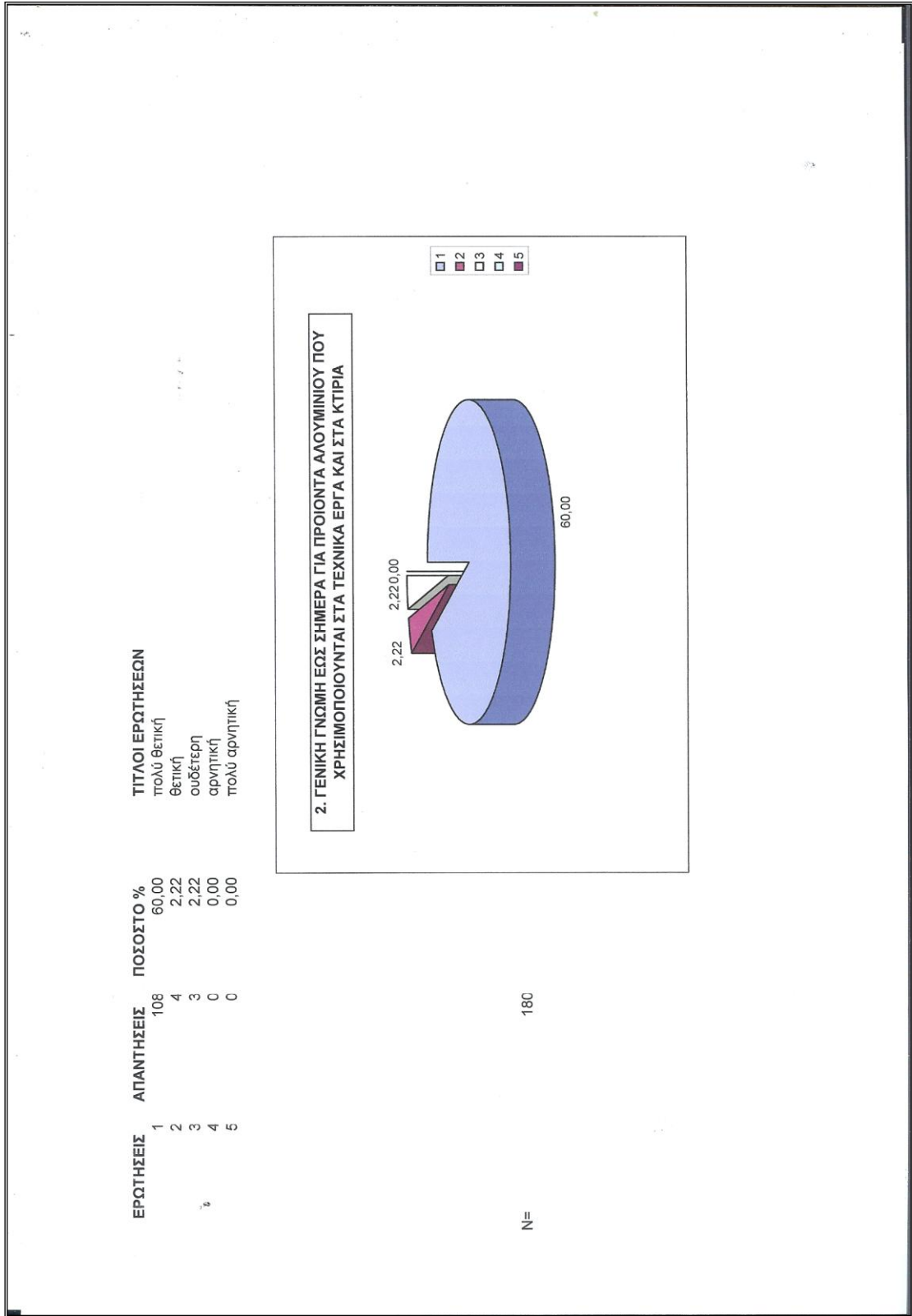
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ἄ γ ρ α μ μ α 11



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 1 2

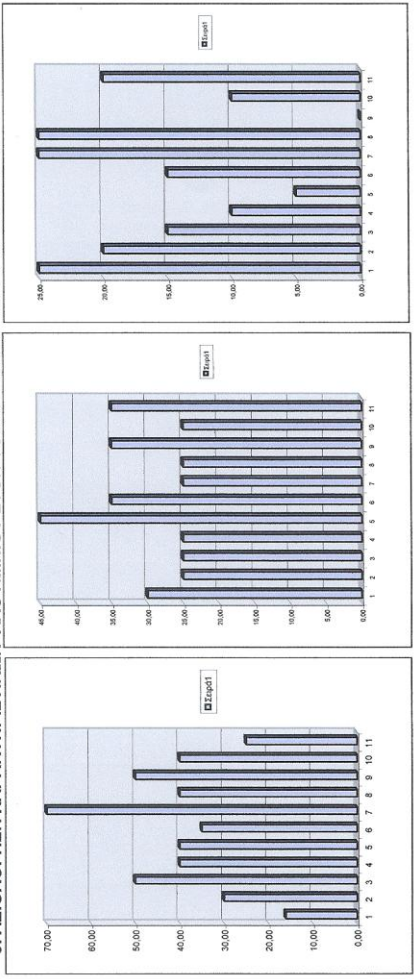


ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 1 3

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΒΑΘΜ. 1	%	ΒΑΘΜ. 2	%	ΒΑΘΜ. 3	%	ΒΑΘΜ. 4	%	ΒΑΘΜ. 5	%	ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ
1	29	16,11	54	30,00	45	25,00	0	0,00	0	0,00	τιμή
2	54	30,00	45	25,00	36	20,00	9	5,00	9	5,00	θερμομόωση
3	90	50,00	45	25,00	27	15,00	27	15,00	0	0,00	αντοχή στο χρόνο
4	72	40,00	45	25,00	18	10,00	36	20,00	0	0,00	προστασία περιβάλλοντος
5	72	40,00	81	45,00	9	5,00	9	5,00	0	0,00	αισθητική
6	63	35,00	63	35,00	27	15,00	18	10,00	0	0,00	ασφάλεια
7	126	70,00	45	25,00	45	25,00	0	0,00	9	5,00	συντήρηση
8	72	40,00	45	25,00	45	25,00	9	5,00	0	0,00	άκαυστο υλικό
9	90	50,00	63	35,00	0	0,00	0	0,00	9	5,00	τεχνολογία
10	72	40,00	72	40,00	18	10,00	18	10,00	0	0,00	ανακύκλωση
11	45	25,00	63	35,00	36	20,00	0	0,00	0	0,00	σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά υλικά (ξύλο, PVC)
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ		39,65		30,00		15,45		6,36		1,36	

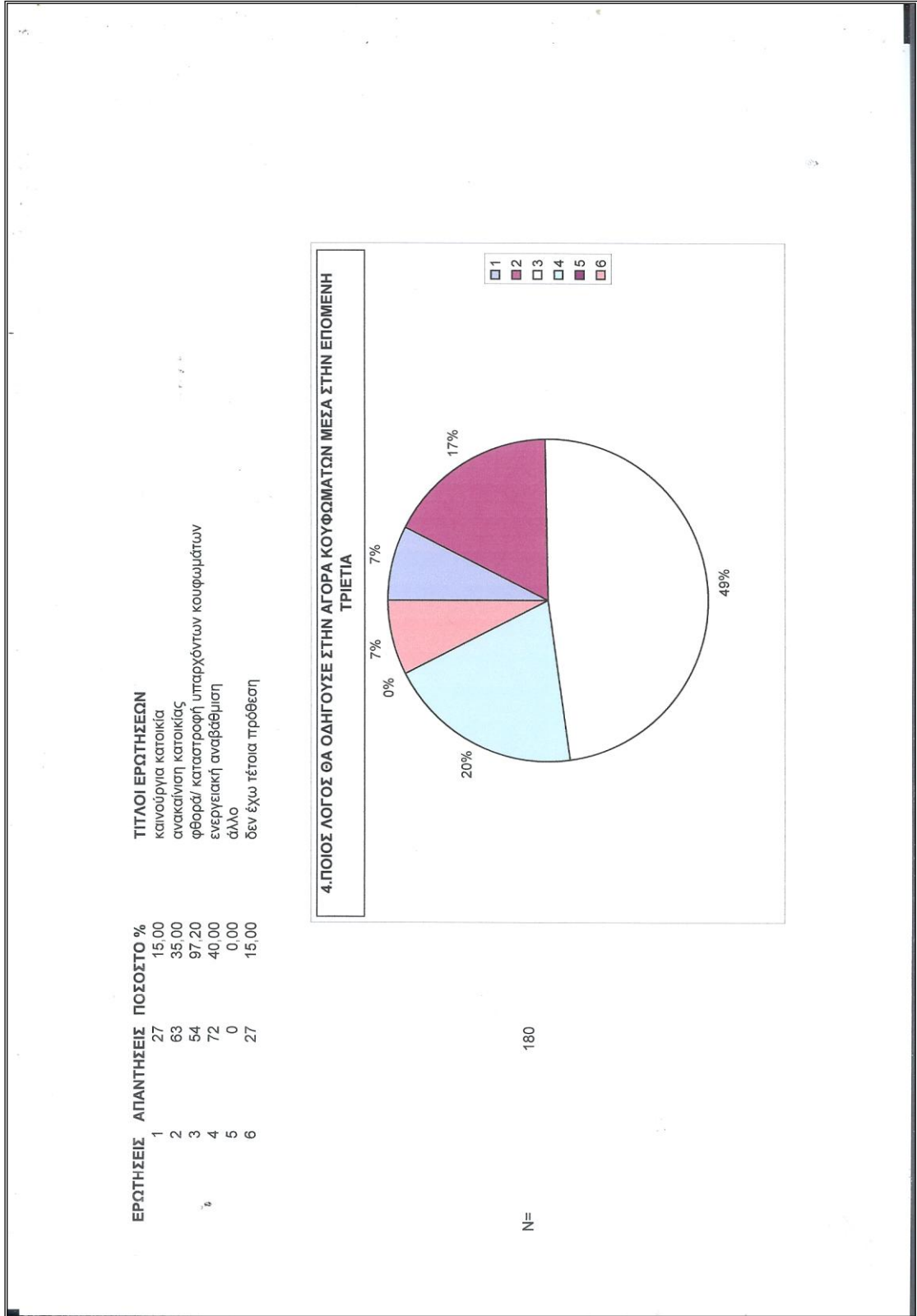
3. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΞΥΛΟ ΚΑΙ PVC



N= 180
 ΒΑΘΜΟΣ 1: ΠΟΛΥ ΘΕΤΙΚΗ
 ΒΑΘΜΟΣ 2: ΘΕΤΙΚΗ
 ΒΑΘΜΟΣ 3: ΟΥΔΕΤΕΡΗ
 ΒΑΘΜΟΣ 4: ΑΡΝΗΤΙΚΗ
 ΒΑΘΜΟΣ 5: ΠΟΛΥ ΑΡΝΗΤΙΚΗ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 1 4



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 1 5

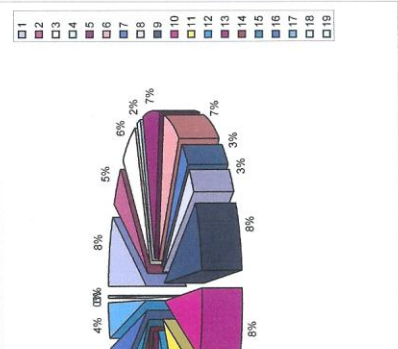
	ΒΑΘΜ. 1	%	ΒΑΘΜ. 2	%	ΒΑΘΜ. 3	%	ΒΑΘΜ. 4	%	ΒΑΘΜ. 5	%
1	63	35,00	80	50,00	9	5,00	0	0,00	9	0,00
2	108	60,00	54	30,00	0	0,00	9	5,00	0	0,00
3	81	45,00	72	40,00	16	10,00	9	5,00	0	0,00
4	135	75,00	16	10,00	0	0,00	9	5,00	0	0,00
5	72	40,00	81	45,00	9	5,56	9	5,00	0	0,00
6	63	35,00	81	45,00	10	6,36	8	4,44	0	0,00
7	126	70,00	36	20,00	0	0,00	1	0,56	0	0,00
8	117	65,00	36	20,00	27	15,00	0	0,00	0	0,00
9	36	20,00	80	50,00	36	20,00	9	5,00	0	0,00
10	54	30,00	108	60,00	0	0,00	9	5,00	0	0,00
11	54	30,00	45	25,00	54	30,00	9	5,00	0	0,00
12	99	55,00	45	25,00	72	40,00	0	0,00	0	0,00
14	72	40,00	72	40,00	36	20,00	0	0,00	0	0,00
15	72	40,00	54	30,00	27	15,00	0	0,00	1	0,56
16	45	25,00	54	30,00	36	20,00	27	15,00	0	0,00
17	27	15,00	45	25,00	27	15,00	45	25,00	27	15,00
18	0	0,00	4	2,22	9	5,00	0	0,00	0	0,00
19	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ				33,54				3,92		1,35
N=	180			37,92				8,71		

ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ

1. ποιο κατά ποιότητα κατασκευής
2. άριστη σχέση ποιότητας/τιμής
3. σωστή κατασκευή
4. υψηλή διατηρησιμότητα
5. υψηλή ηχομόνωση
6. εύκολη επισκευή στο χρόνο
7. εύκολη επισκευή
8. υψηλή αισθητική
9. σολεκότητα προϊόντος ως προς το περιβάλλον
10. μετρίως ασφαλή
11. παύσιμα χρωματισμών
12. υψηλή ποιότητα διαβίωσης
13. παροχή εγγυήσεων μενόμενης διάρκειας
14. μεγάλη εξυπηρέτηση και μετά την αγορά του προϊόντος
15. η επωνυμία της εταιρείας
16. η εμπειροσύνη και η εξειδίκευση του πωλητή
17. οι σχέσεις που έχετε με τον ιδιοκτήτη της εταιρείας (κοντά στο σπίτι σας)
18. άλλο
19. (αναφέρατε)

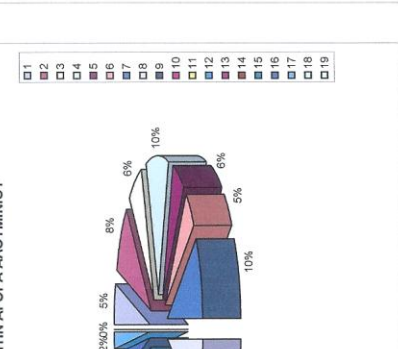
ΒΑΘΜΟΣ 4. λίγο σημαντικός

5.(ΒΑΘΜ.2) ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ



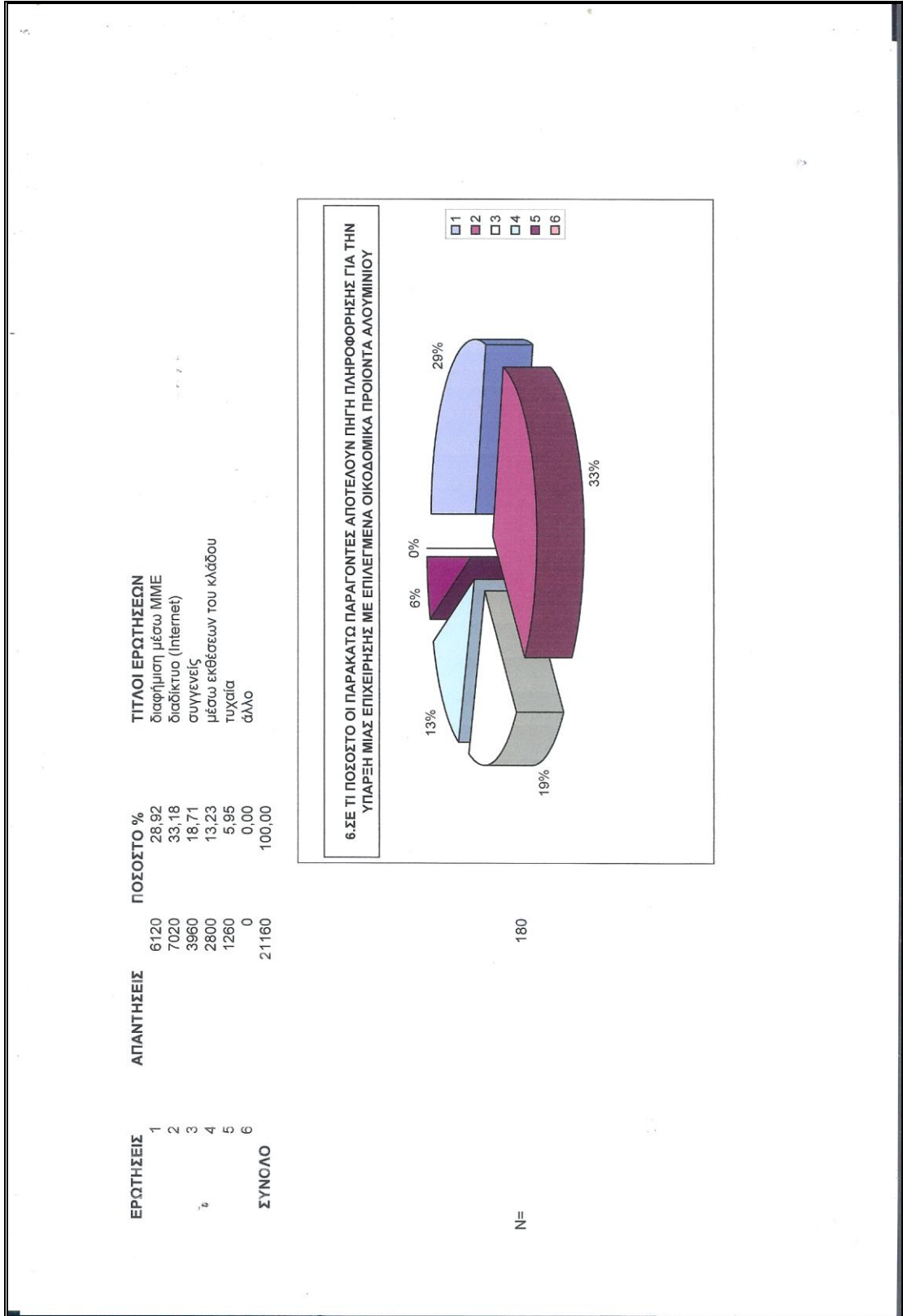
ΒΑΘΜΟΣ 3. μέτρια σημαντικός

5.(ΒΑΘΜ.1) ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ



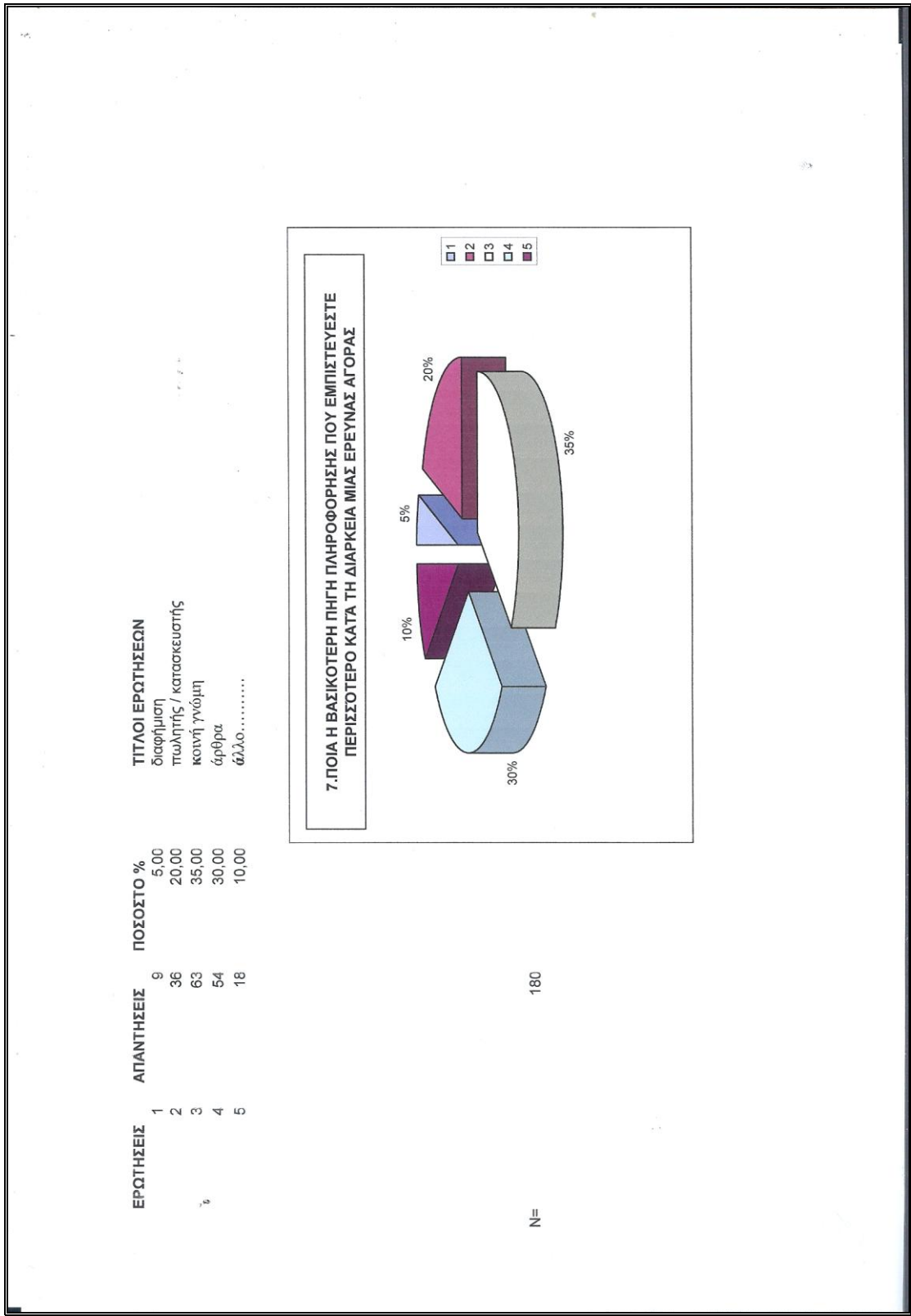
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 1 6



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

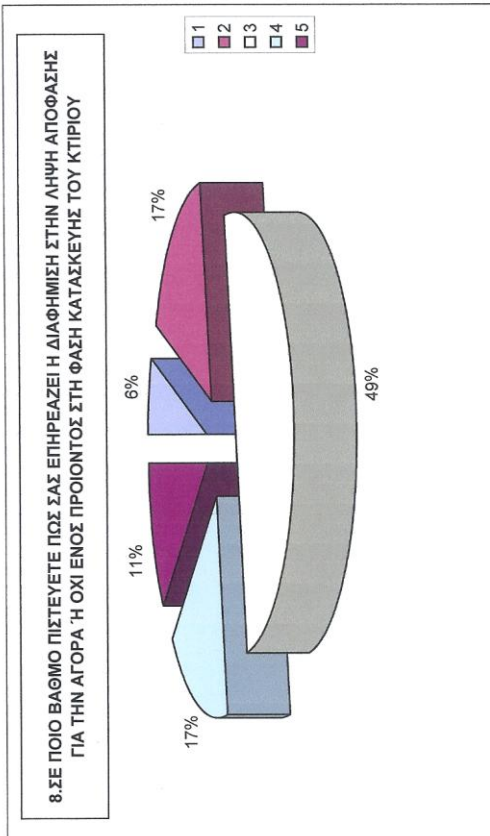
Δ ι ά γ ρ α μ μ α 1 7



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 1 8

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ
1	9	5,00	πέρα πολύ
2	27	15,00	πολύ
3	81	45,00	μέτρια
4	27	15,00	λίγο
5	18	10,00	καθόλου



N= 180

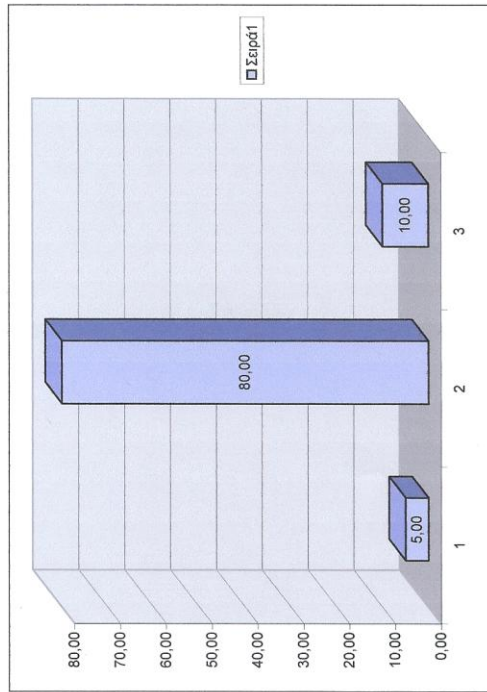
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 1 9

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ
1	9	5,00	ξύλο
2	144	80,00	αλουμίνιο
3	18	10,00	συνθετικό υλικό (PVC)

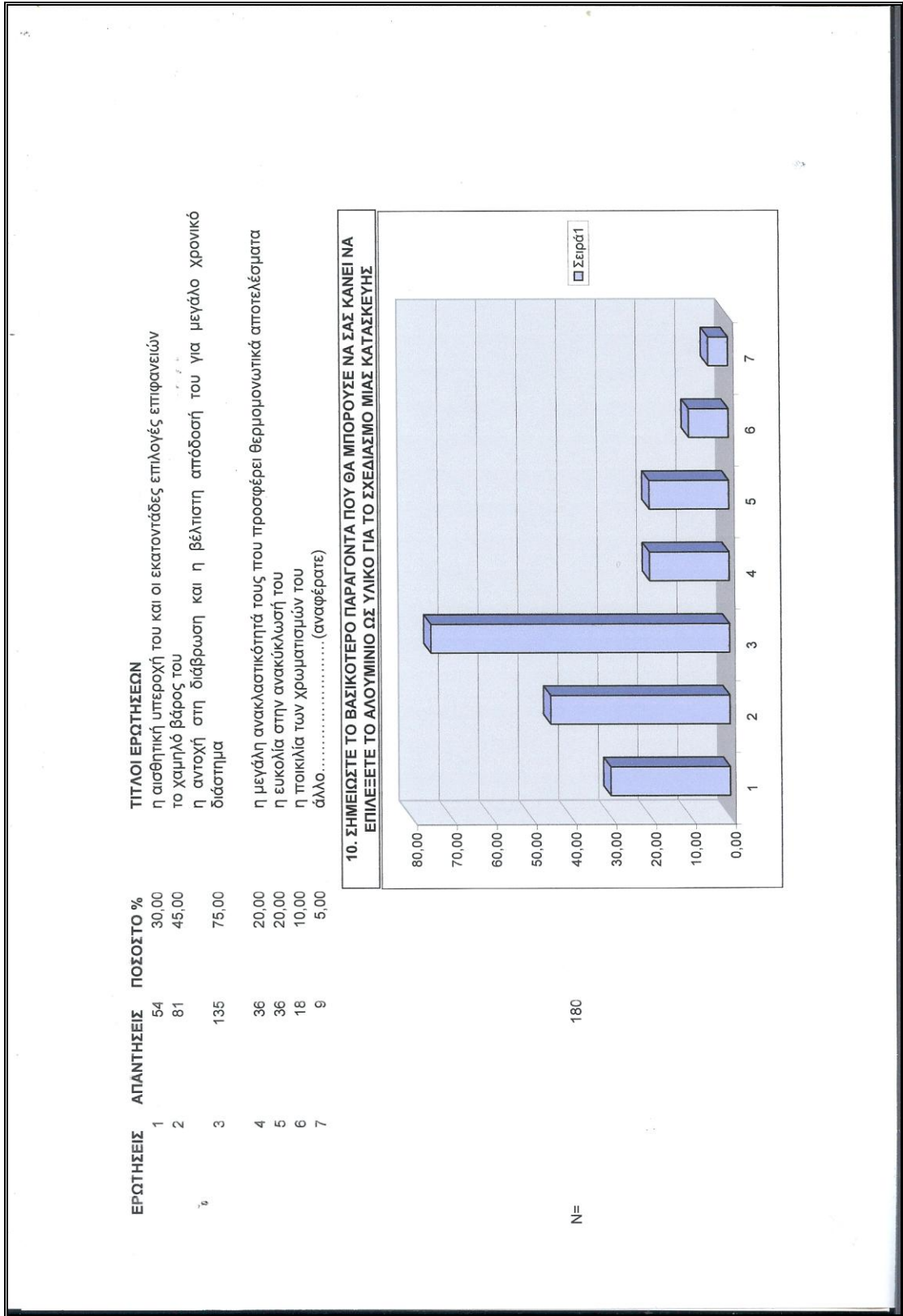
N= 180

9.ΠΟΙΟ ΑΠΟ ΤΑ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΕΧΕΤΕ ΣΥΝΑΝΤΗΣΕΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΣΤΙΣ ΔΙΑΦΗΜΙΣΕΙΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ



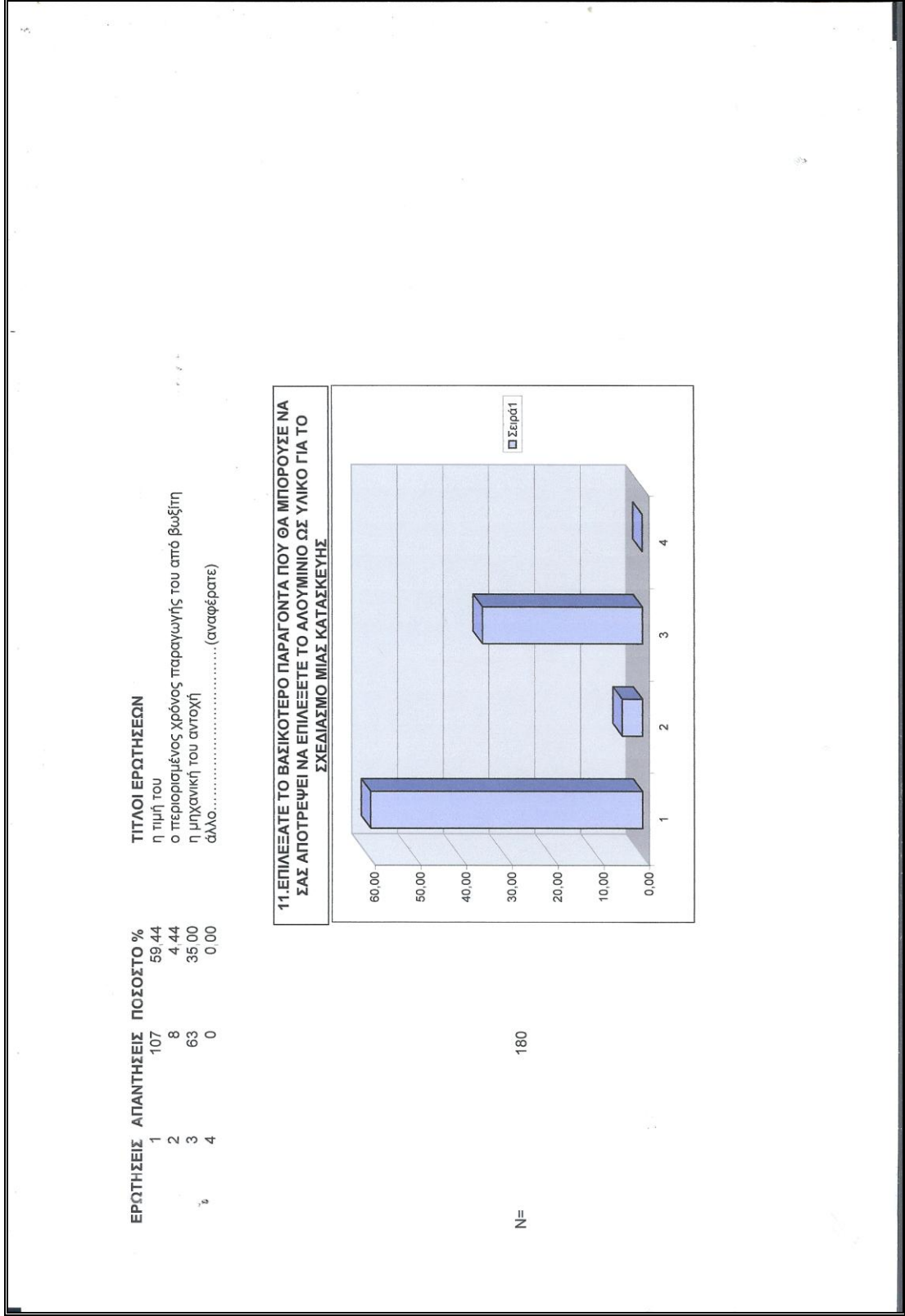
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 2 0



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 2 1

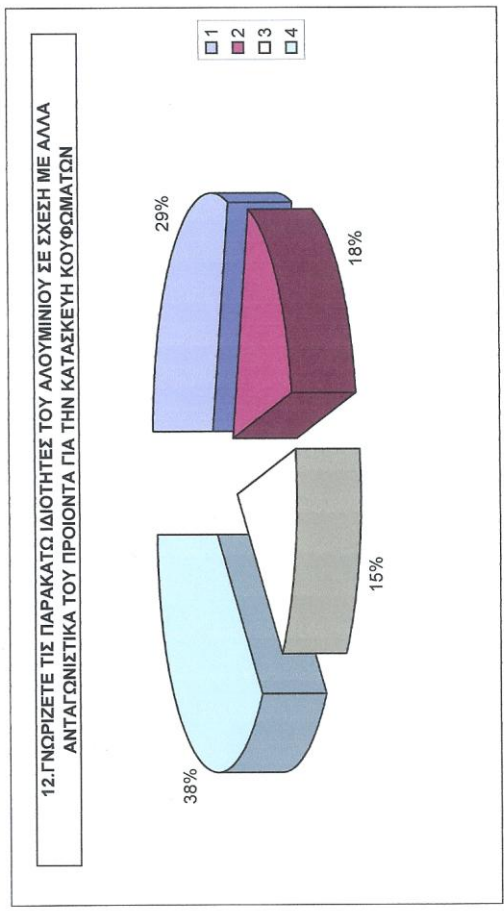


ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 2 2

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
1	90	50,00
2	54	30,00
3	45	25,00
4	117	65,00

ΤΙΤΛΟ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ
 ο βωξίτης εξαντλείται μέχρι το 2050, ενώ το ξύλο είναι βιολογικό προϊόν αιφορίας
 το δάσος δεσμεύει 1tn CO2 από την σπμ./η εκλυόμενη ποσότητα. CO2/m3 είναι 20 tn για το αλ.
 η κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή 1m3 ξύλου είναι 180KWh/ για το χάλυβα 8.700
 το ξύλο είναι πάνω από 1700 φορές πιο θερμομονωτικό σε σχέση με το αλουμίνιο

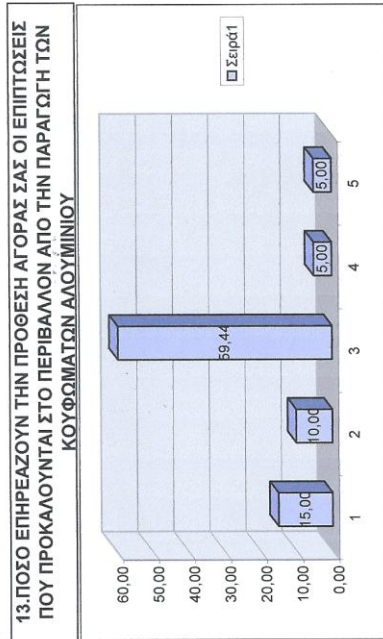


N= 180

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

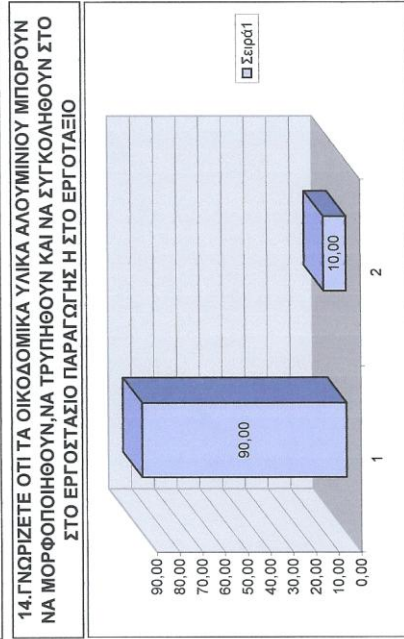
Δ ι ά γ γ ρ α μ μ α 2 3 - 2 4

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ
1	27	15,00	Πόσα πολύ
2	18	10,00	πολύ
3	107	59,44	μέτρια
4	9	5,00	λίγο
5	9	5,00	καθόλου



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ
1	162	90,00	ΝΑΙ
2	18	10,00	ΟΧΙ

N= 180



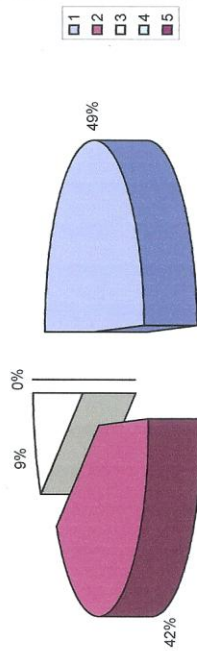
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 2 5

ΤΙΤΛΟ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ
 σίγουρα
 πιθανόν
 πιθανόν δεν είμαι σίγουρος
 μάλλον όχι
 σίγουρα όχι

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
1	89	49,44
2	75	41,67
3	16	8,89
4	0	0,00
5	0	0,00

15. ΣΕ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΥΠΟ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΘΑ ΣΥΝΙΣΤΟΥΣΑΤΕ ΑΛΛΑΓΗ ΥΠΑΡΧΟΝΤΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ ΜΕ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ



N= 180

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

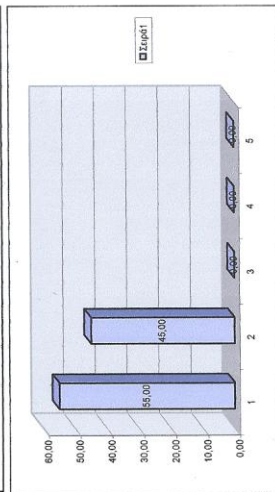
Δ ι ά γ ρ μ μ α 2 6 - 2 7

ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ

σίγουρα
πιθανόν
πιθανόν δεν είμαι σίγουρος
μάλλον όχι
σίγουρα όχι

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
1	99	55,00
2	81	45,00
3	0	0,00
4	0	0,00
5	0	0,00

16.ΘΑ ΠΡΟΤΕΙΝΑΤΕ ΤΟ ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΟ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ "ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ'ΟΙΚΟΝ" ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

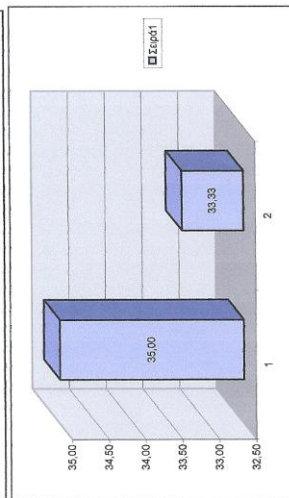


ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ

ΝΑΙ
ΟΧΙ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
1	63	35,00
2	60	33,33

17.ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΠΟΥ ΟΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ ΕΝΑΠΟΘΕΤΟΥΝ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΤΟΥΣ

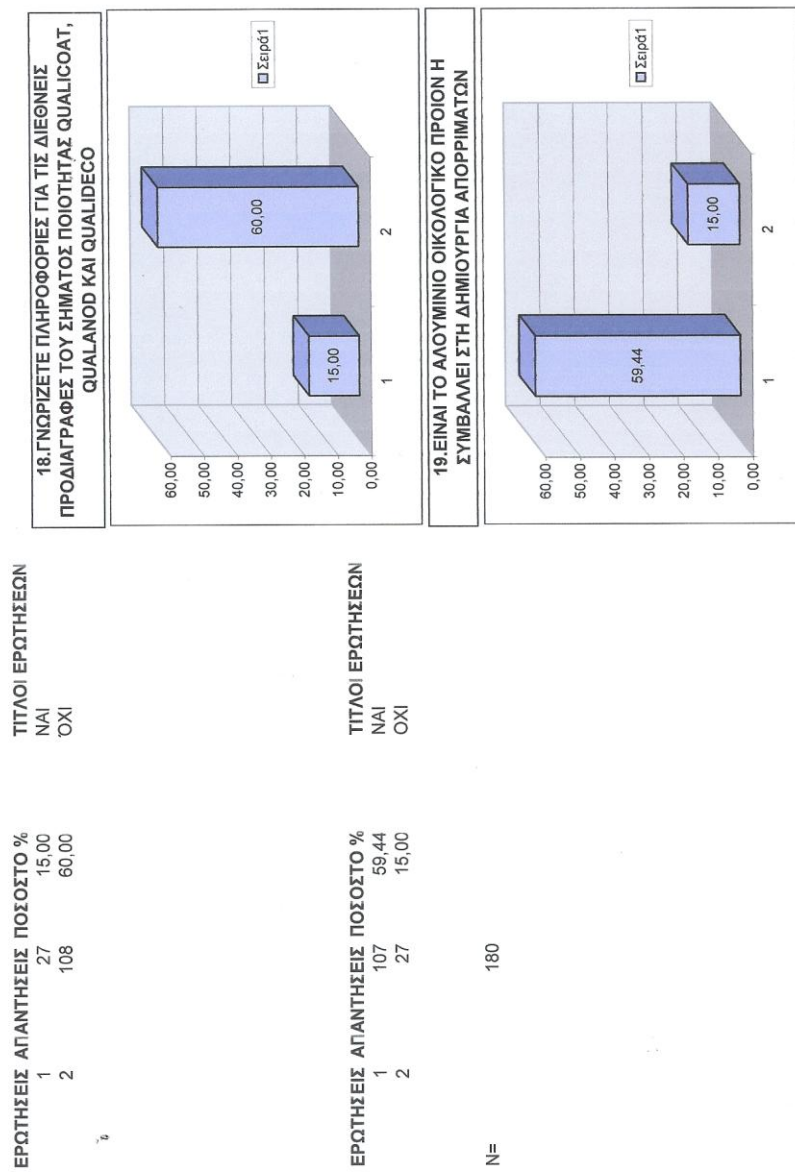


N=

180

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

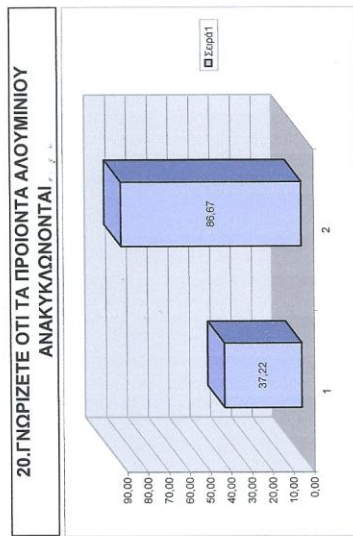
Δ ι ά γ ρ α μ μ α 2 8 - 2 9



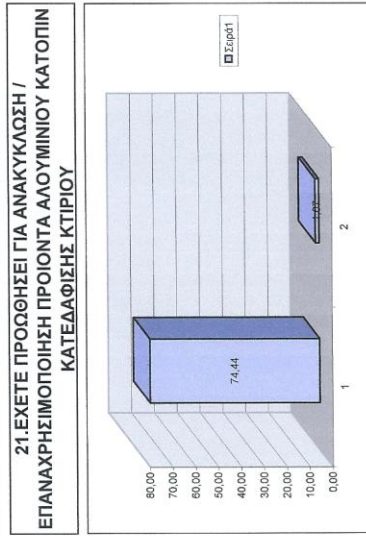
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 3 0 - 3 1

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΤΙΤΛΟ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ
1	111	61,67	ΝΑΙ
2	13	7,22	ΟΧΙ



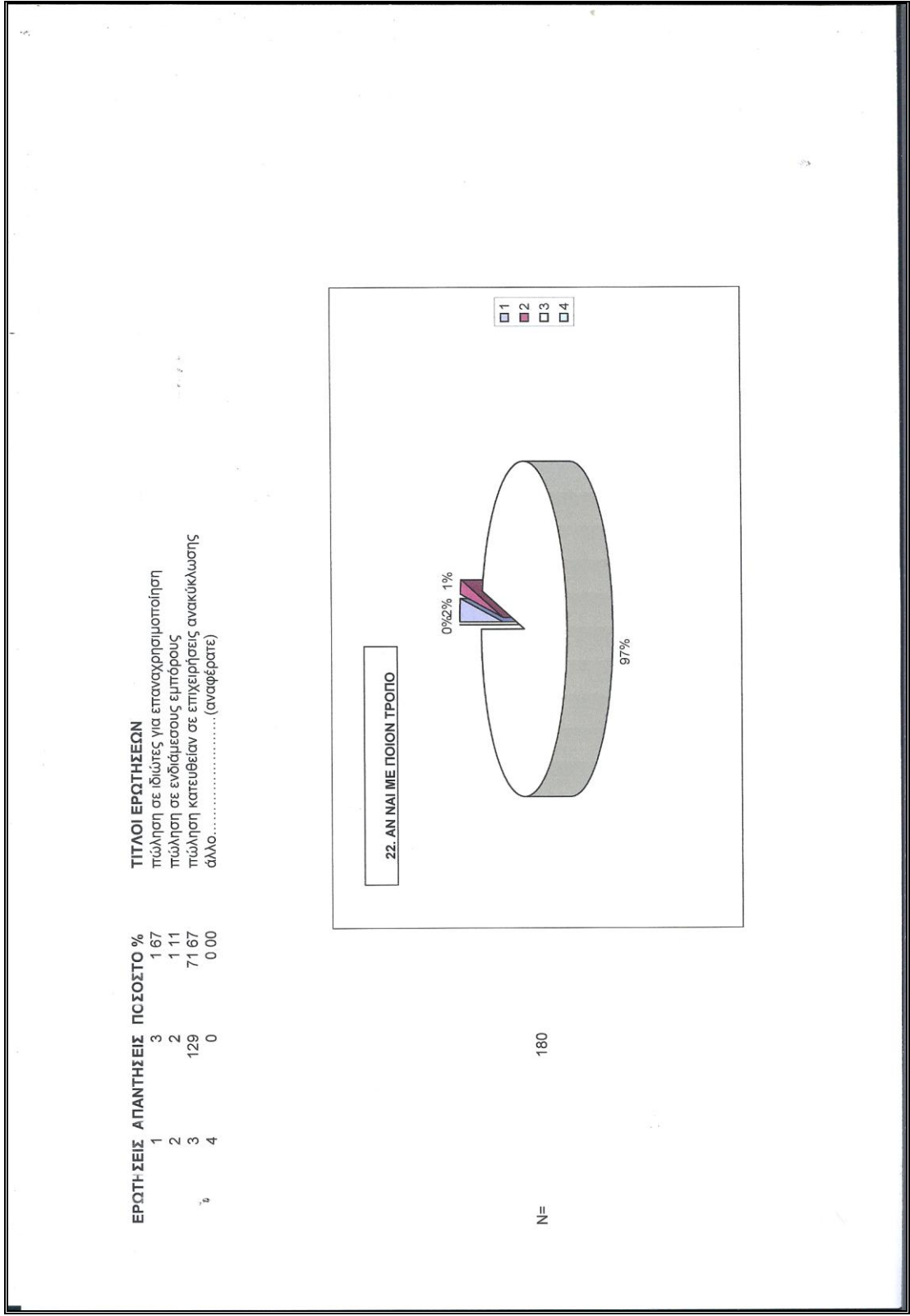
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΤΙΤΛΟ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ
1	134	74,44	ΝΑΙ
2	3	1,67	ΟΧΙ



N= 180

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 3 2



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Δ ι ά γ ρ α μ μ α 3 3 - 3 4

ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ
 προϊόντα οικοδομικών
 προϊόντα συσκευασίας και αναψυκτικών
 ζάντες και πινακίδες

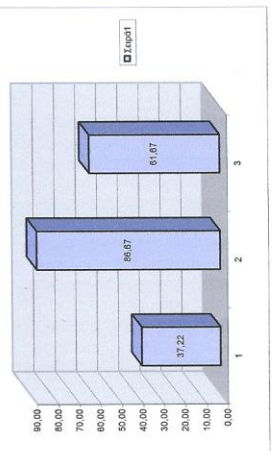
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
1	67	37,22
2	156	86,67
3	111	61,67

ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ
 πολύ θετική
 θετική
 ουδέτερη
 αρνητική
 πολύ αρνητική

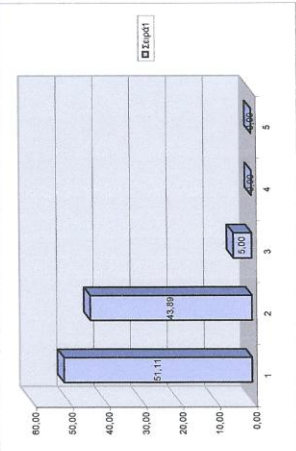
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
1	92	51,11
2	79	43,88
3	9	5,00
4	0	0,00
5	0	0,00

N= 180

23. ΠΟΙΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΝΤΑΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΜΕ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΚΡΑΠ



24. ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ Η ΓΝΩΜΗ ΣΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΚΑΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ



6.2 Προτάσεις

Όπως αναφέρθηκε σε διάφορα σημεία της εργασίας που έχει προηγηθεί στο πεδίο της αρχιτεκτονικής η χρήση του αλουμινίου είναι ακίνδυνη. Στον οικοδομικό τομέα χρησιμοποιούνται τα κράματα αλουμινίου όπου με παραγωγή μεταλλικών φύλλων, ταινιών ελασμάτων και διαφόρων προφίλ αξιοποιείται το κλίμα και επιτυγχάνεται ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός. Ακόμη και με τη μορφή σκόνης αλουμινίου παρασκευάζονται χρώματα γιατί αυτό χρησιμοποιείται για πρώτη ύλη.

Το μέλλον της παγκόσμιας βιομηχανίας αλουμινίου επηρεάζεται στο βαθμό που όλες οι επιχειρήσεις με τις λύσεις τους **ελαχιστοποιήσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις**, συμμετέχουν **σε προγράμματα ανακύκλωσης απορριμμάτων και επαναχρησιμοποίησης υλικών**, με περιορισμό της σπατάλης νερού και ενέργειας, ώστε το χρησιμοποιούμενο υλικό να είναι η λύση για προβλήματα που δημιουργούνται από τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και άλλων αερίων.

Το γεγονός ότι το αλουμίνιο **απειλείται από υποκατάστατα** που συνεχώς εμφανίζονται, πρέπει να δοθούν για τον κύκλο ζωής του υλικού με στενότερη συνεργασία όλων των επιστημόνων (συμπεριλαμβανομένων γεωφυσικών και περιβαλλοντολόγων) **περισσότερες δυνατότητες επεξεργασίας του προϊόντος χωρίς περιβαλλοντικές, πολιτισμικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις.**

Σήμερα η βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα συνεχίζει να επενδύει εκατομμύρια δολάρια για να αποδείξει ότι μπορεί να κατασκευαστεί χάλυβας **υψηλής αντοχής**, που θα παρέχει την ίδια **εξοικονόμηση βάρους** με το αλουμίνιο. Επιπλέον συνθετικά υλικά, όπως οι ίνες άνθρακα, αποτελούν βασικό ανταγωνιστή στους τομείς της αυτοκινητοβιομηχανίας και της αεροδιαστημικής. Παρά το γεγονός ότι εμφανίζουν σημαντικά κόστη επισκευής, η τιμή τους είναι **χαμηλότερη** και προσφέρουν **βελτιωμένη διάβρωση και πολύ καλή αισθητική**¹⁴⁰.

Η νέα τεχνολογία των κραμάτων σε συνδυασμό με την **ευκολία υποβιβασμού του πάχους των με την έλαση** δίνει νέα διάσταση σε δυνατότητα **οικονομίας του μετάλλου στις κατασκευές** (σκληρότερα κράματα – χαμηλότερο πάχος)

Σύμφωνα με πληροφορίες της Ελληνικής Ένωσης Αλουμινίου, στην Ελλάδα το **κόστος ενέργειας** θέτει σε κίνδυνο τη βιωσιμότητα των βιομηχανιών που αδυνατούν να συγκρατήσουν τα μερίδιά τους στη διεθνή αγορά. Την ίδια στιγμή όμως στην Κίνα, αλλά και σε χώρες της ΕΕ, οι κυβερνήσεις συνεχίζουν να λαμβάνουν νέα μέτρα στήριξης των βιομηχανιών τους ενισχύοντας την οικονομία και την απασχόληση στις χώρες τους. Οι μεγάλες ευρωπαϊκές βιομηχανίες κύρια εξαγωγικές, βγαίνουν διπλά ωφελημένες τόσο από τις χαμηλές τιμές στις

¹⁴⁰ Ομάδα Έργου ΣΕΒΕ –Ινστιτούτο Εξαγωγικών Ερευνών & Σπουδών- (ΙΕΕΣ)- (2015): «*Αναλυτική καταγραφή και αποτύπωση επιχειρησιακών διαδικασιών (Business Process Analysis - BPA) εξαγωγής προφίλ αλουμινίου οικοδομικών κατασκευών στην Αυστραλία με πλοίο*», σελ. 17

χονδρεμπορικές αγορές ενέργειας όσο και από τα μέτρα φορολογικών ελαφρύνσεων, μειωμένων ρυθμιστικών χρεώσεων, υπηρεσιών διακοπτόμενου φορτίου κ.α.¹⁴¹

Στην Ελλάδα ο κλάδος του αλουμινίου από υπάρξέως του έδωσε ιδιαίτερο βάρος στην ποιότητα και ορθολογική ανάπτυξή του. Οι επενδύσεις και οι ενέργειές του, οδήγησαν μέσα από την «Αλυσίδα Ποιότητας» **σε ανταγωνιστικά ποιοτικά προϊόντα και υπηρεσίες.**

Συνοπτικά η αποτίμηση του τι σημαίνει «Ποιότητα» για τον ελληνικό κλάδο του αλουμινίου αποτυπώνεται από την πιστοποίηση των βιομηχανιών αλλά και αρκετών βιοτεχνιών και κατασκευαστικών εταιρειών ότι λειτουργούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις των τριών προτύπων¹⁴² :

1. Σύστημα διασφάλισης ποιότητας κατά ISO 9001¹⁴³
2. Σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης κατά ISO 14001¹⁴⁴
3. Σύστημα διαχείρισης υγιεινής και ασφάλειας κατά OHSAS 18001

Προκειμένου όλα όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω αλλά και όσα δεν επισημάνθηκαν να συντελέσουν στη διατήρηση της Βιομηχανικής δραστηριότητας σε συνδυασμό με την εξασφάλιση της συντήρησης του Περιβάλλοντος, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι πρακτικές εκείνες που θα νομιμοποιούν όλες τις προσπάθειες παραγωγής του αλουμινίου (είτε από τη φύση είτε χημικά). Επίσης θα πρέπει και η Τεχνολογία να δώσει **λύση στο πρόβλημα της ερυθράς ύλης** «κόκκινης λάσπης » ώστε τα ραδιενεργά και καρκινογόνα στοιχεία της να πάψουν να μολύνουν το Περιβάλλον.



¹⁴¹ Ομάδα Έργου ΣΕΒΕ –Ινστιτούτο Εξαγωγικών Ερευνών & Σπουδών- (ΙΕΕΣ)- (2015): «*Αναλυτική καταγραφή και αποτύπωση επιχειρησιακών διαδικασιών (Business Process Analysis - BPA) εξαγωγής προφίλ αλουμινίου οικοδομικών κατασκευών στην Αυστραλία με πλοίο*», σελ. 17

¹⁴² Πληροφορία στο διαδίκτυο: <http://www.aluminium.org.gr>

¹⁴³ Βλ. υπόδειγμα βιομηχανίας DORAL

¹⁴⁴ Βλ. υπόδειγμα βιομηχανίας DORAL



ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ
ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Αριθμ. 02.17.06/049

Ο ΕΛΟΤ πιστοποιεί ότι το Σύστημα Ποιότητας της Επιχείρησης:

DORAL ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΥΡΩΝ & ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ Α.Ε.

αναφορικά με τις παρακάτω δραστηριότητες :

Σχεδιασμός, ανάπτυξη, παραγωγή, βαφή, εμπορία, τοποθέτηση και εξυπηρέτηση μετά την πώληση πορτών εισόδου, μπαλκονοπορτών, παραθύρων, ρολών, παντζουριών, κουνοπιερών, διακοσμητικών πάνελ αλουμινίου, υαλοπετασμάτων, διαφώτιστων επικαλύψεων αιθρίων, γυάλινων επεκτάσεων δωματίων και κατοικιών και συναρμολόγηση, εμπορία, τοποθέτηση και εξυπηρέτηση μετά την πώληση θωρακισμένων πορτών ασφαλείας και εσωτερικών πορτών: Ηλεκτροστατική βαφή αλουμινίου. Παραγωγή διπλών και τριπλών θερμοηχομονωτικών υαλοπινάκων

οι οποίες εφαρμόζονται στην ακόλουθη θέση :

Λεωφόρος Καλοχωρίου, 570 09 Καλοχώρι, Θεσσαλονίκη

αξιολογήθηκε και είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις του Προτύπου:

ΕΛΟΤ EN ISO 9001

Το παρόν Πιστοποιητικό χορηγείται σύμφωνα με το Γενικό Κανονισμό Αξιολόγησης και Πιστοποίησης Συστημάτων Ποιότητας του ΕΛΟΤ.

Αθήνα, 2002-01-30



Ζαχαρίας Παπαδόπουλος
Διευθύνων Σύμβουλος

Αρχική έκδοση : 1995-12-20
Τροποποίηση 1 : 1998-12-22
Τροποποίηση 2 : 2002-01-30

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ Α.Ε.
Αχαρνών 313, 111 45 Αθήνα


ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ
ΑΡ. ΠΙΣΤ. ΔΙΑΠΙΣΤΕΥΣΗΣ: 02/00049


MEMBER OF
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR CERTIFICATION
Registration no 038A


MEMBER OF
IONet
THE INTERNATIONAL CERTIFICATION NETWORK

ΑΠΣΠ 11.02/3/2000-12-22

Εικ. 74 Πιστοποιητικό ELOT EN ISO 9001

(Διαφημιστικό προϊόν εταιρείας DORAL)



ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ
ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Αριθμ. 04.17.06/030

Ο ΕΛΟΤ πιστοποιεί ότι το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης της Επιχείρησης:

DORAL ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΥΡΩΝ & ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ Α.Ε.

αναφορικά με τις παρακάτω δραστηριότητες :

Σχεδιασμός, ανάπτυξη, παραγωγή και βαφή πορτών εισόδου, παραθύρων, μπαλκονόπορτων, ρολών, παντζουριών, κουνουπιερών, διακοσμητικών πάνελ αλουμινίου, υαλοπετασμάτων, διαφώτιστων, επικαλύψεων αιθρίων, γυάλινων επεκτάσεων δωματίων και κατοικιών, συναρμολόγηση θωρακισμένων πορτών ασφαλείας και εσωτερικών πορτών. Ηλεκτροστατική βαφή αλουμινίου. Παραγωγή διπλών και τριπλών θερμοηχομονωτικών υαλοπινάκων

οι οποίες εφαρμόζονται στην ακόλουθη θέση :

Λεωφόρος Καλοχωρίου, 570 09 Καλοχώρι, Θεσσαλονίκη

αξιολογήθηκε και είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις του Προτύπου:

ΕΛΟΤ EN ISO 14001

Το παρόν Πιστοποιητικό χορηγείται σύμφωνα με το Γενικό Κανονισμό Αξιολόγησης και Πιστοποίησης Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης των ΕΛΟΤ.

Αθήνα 20/01/2003

Σταύρος Μασούκας
Διευθυντής Συμβούλος

Αρχική έκδοση : 2000-12-20
Τροποποίηση 1: 2002-01-30

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ Α.Ε.
Αχαρνών 313, 111 45 Αθήνα

ΑΠΕΣΠΑ 11.02/1/1998-12-15

Εικ. 75 Πιστοποιητικό ΕΛΟΤ EN ISO 14001

(Διαφημιστικό προϊόν εταιρείας DORAL)

6.3 Αποσπασματικές φωτογραφίες κατασκευών με υλικό «αλουμίνιο»



Φωτ 1. Μπαχρέιν Σαουδικής Αραβίας, Επένδυση με αλουμίνιο και χρήση αιολικής ενέργειας

Φωτ. αρχείο : Καλοκύρη Καλλιόπη



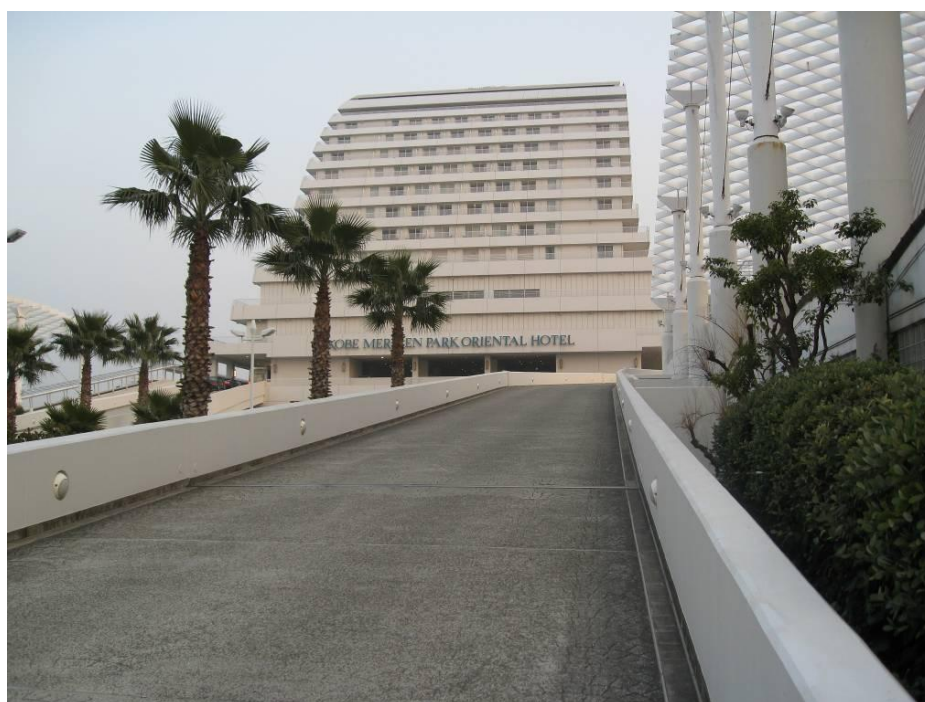
Φωτ 2. Κόμπε Ιαπωνίας, Αρχιτεκτονικές κατασκευές με αλουμίνιο. Δικτυώματα

Φωτ. αρχείο : Καλοκύρη Καλλιόπη



Φωτ 3. Κώμπε Ιαπωνίας, Αρχιτεκτονικές κατασκευές με αλουμίνιο. Δικτυώματα

Φωτ. αρχείο : Καλοκώρη Καλλιόπη



Φωτ 4. Κώμπε Ιαπωνίας, Αρχιτεκτονικές κατασκευές με αλουμίνιο. Δικτυώματα

Φωτ. αρχείο : Καλοκώρη Καλλιόπη

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



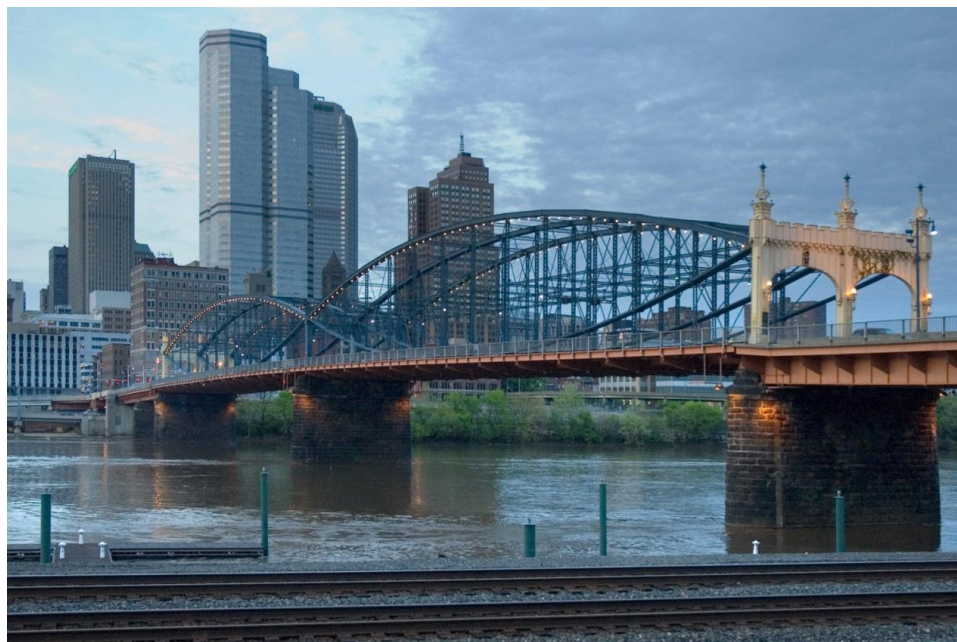
Φωτ 5. Κόμπε Ιαπωνίας, Αρχιτεκτονικές κατασκευές με αλουμίνιο. Επένδυση γέφυρας

Φωτ. αργείο : Καλοκύρη Καλλιόπη



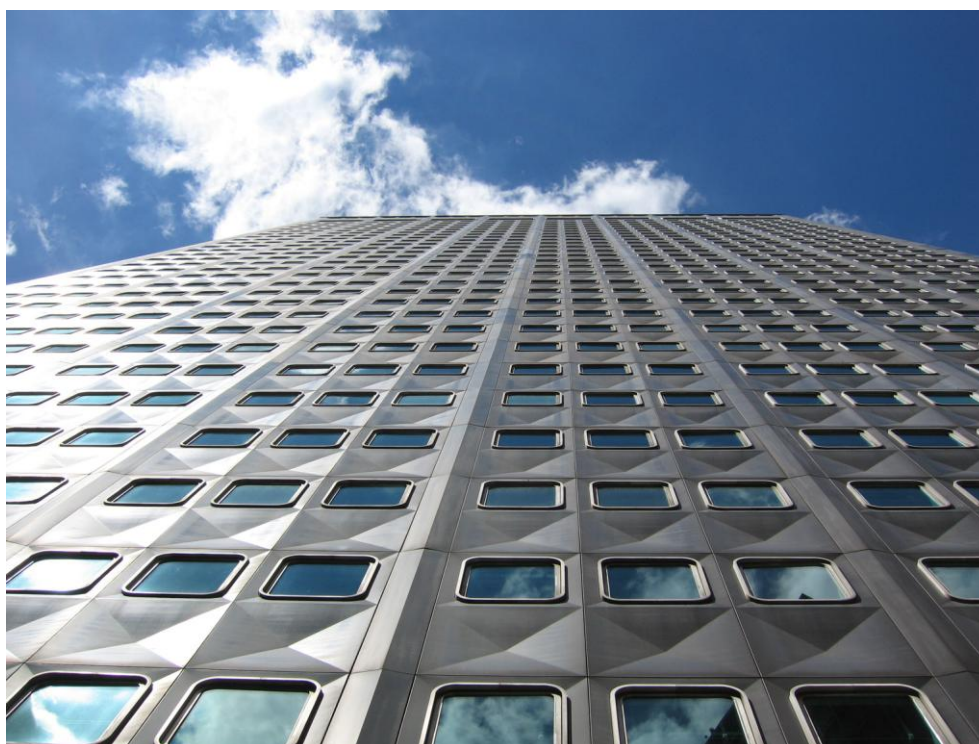
Φωτ 6. Κόμπε Ιαπωνίας, Αρχιτεκτονικές κατασκευές με αλουμίνιο. Στέγαστρο

Φωτ. αργείο : Καλοκύρη Καλλιόπη



Φωτ 7. Πίτσμπουργκ Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, Αρχιτεκτονικές κατασκευές με αλουμίνιο.
Γέφυρα

Φωτ. αργείο : Αναστασίου Άννα



Φωτ 8. Πίτσμπουργκ Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, Αρχιτεκτονικές κατασκευές με αλουμίνιο.
Πρόσοψη ALCOA

Φωτ. αργείο : Αναστασίου Άννα



Φωτ 9. Άλιμος - Ελλάδα, Αρχιτεκτονικές κατασκευές με αλουμίνιο.Πλατφόρμα στάσης μετρό

Φωτ. αργείο : Καλοκύρη Καλλιόπη



Φωτ 10. Άλιμος –Ελλάδα, Αρχιτεκτονικές κατασκευές με αλουμίνιο.Πλατφόρμα στάσης μετρό

Φωτ. αργείο : Καλοκύρη Καλλιόπη



Φωτ 11. Πόρτο Ράφτη -Ελλάδα, Μελετοκατασκευή κατοικίας (Αρχιτέκτων :Καλοκύρη Καλλιόπη)
Κουφώματα αλουμινίου

Φωτ. αρχείο : Καλοκύρη Καλλιόπη



Φωτ 12. Πόρτο Ράφτη- Ελλάδα, Μελετοκατασκευή κατοικίας (Αρχιτέκτων: Καλοκύρη Καλλιόπη)
Κουφώματα αλουμινίου

Φωτ. αρχείο : Καλοκύρη Καλλιόπη

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



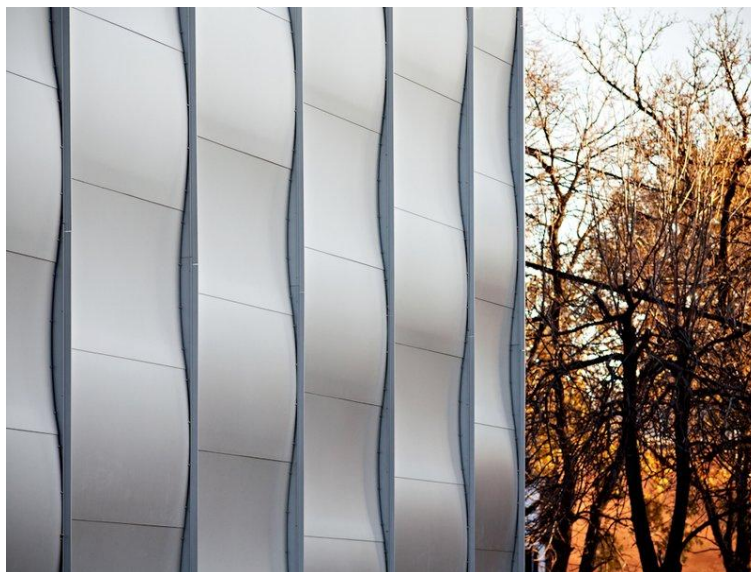
Φωτ 13. Χαϊδάρη –Ελλάδα, Μελετοκατασκευή κατοικίας (Αρχιτέκτων: Καλοκύρη Καλλιόπη)
Κουφώματα – κιγκλιδώματα αλουμινίου

Φωτ. αργείο : Καλοκύρη Καλλιόπη



Φωτ 14 & 15. Διόνυσος –Ελλάδα, Μελετοκατασκευή κατοικίας (Αρχιτέκτων: Καλοκύρη Καλλιόπη)
Κουφώματα αλουμινίου

Φωτ. αργείο : Καλοκύρη Καλλιόπη



Φωτ 16. Water Treatment Plant, Lévis, Lévis, Canada 3.
Architects: STGM + Associates Architects Photographer: Alexandre Guérin

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 17. Schulich School of Music, McGill University, Montreal, Canada 3.
Architects: STGM + Associates Architects Photographer: Alexandre Guérin

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



Φωτ 18. Canadian Center for Architecture, Montreal, Canada.
Architect: Peter Rose Photographer: Étienne Bourque-Viens

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 19. Canadian Center for Architecture, Montreal, Canada.
Architect: Peter Rose. Photographer: Étienne Bourque-Viens

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 20. Science Museum, Valencia, Spain Kalzip.

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 21. The Wave, Almere, Netherlands Novelis Europe.

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 22. Grandstand, Dubai, UAE Kalzip.

Πηγή :<http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 23. The Wave, Almere, Netherlands Novelis Europe.

Πηγή :<http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 24. Rich Mix, London, UK. Architects: Penoyre & Prasad Architects
Photographer :Morley Von Sternberg

Πηγή :<http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 25. Rich Mix, London, UK. Architects: Penoyre & Prasad Architects
Photographer :Morley Von Sternberg

Πηγή :<http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



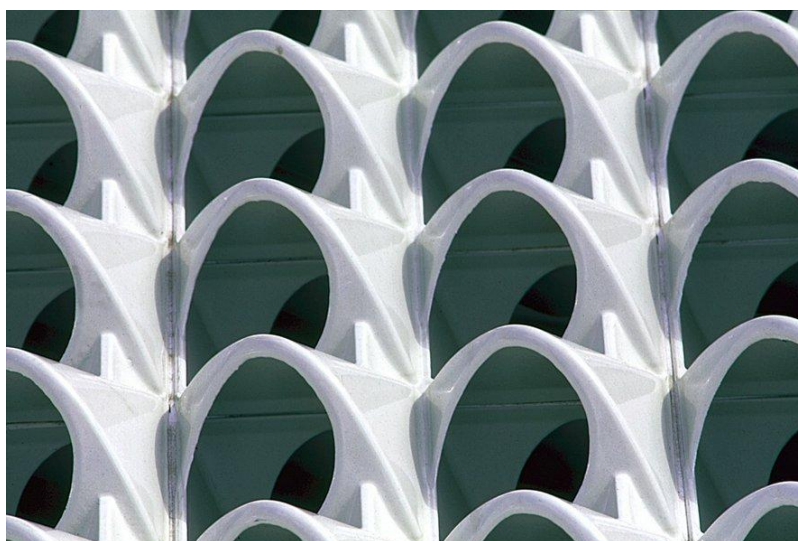
Φωτ 26. Hongkong and Shanghai Bank HQ, Hong Kong, China.
Architects:Foster + Partners Photographer : Ian Lambot

Πηγή :<http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 27. Nasher Sculpture Center, Dallas, USA. Architects:Renzo Piano Building Workshop
Photographer : Michel Denancé

Πηγή :<http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 28. Nasher Sculpture Center, Dallas, USA. Architects:Renzo Piano Building Workshop
Photographer : Michel Denancé

Πηγή :<http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 29. Melvin J. and Claire Levine Hall, Philadelphia, USA. Kieran Timberlake

Πηγή :<http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



Φωτ 30. Sino-Italian Ecological & Energy Efficient Building (SIEEB), Beijing, China.
Architects: Mario Cucinella Photographer : Daniele Domenicali

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 31. Sino-Italian Ecological & Energy Efficient Building (SIEEB), Beijing, China.
Architects: Mario Cucinella Photographer : Digaetano

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 32. Commerzbank Building, Frankfurt, Germany_Architects: Foster +Partners
Photographer :Ian Lambot

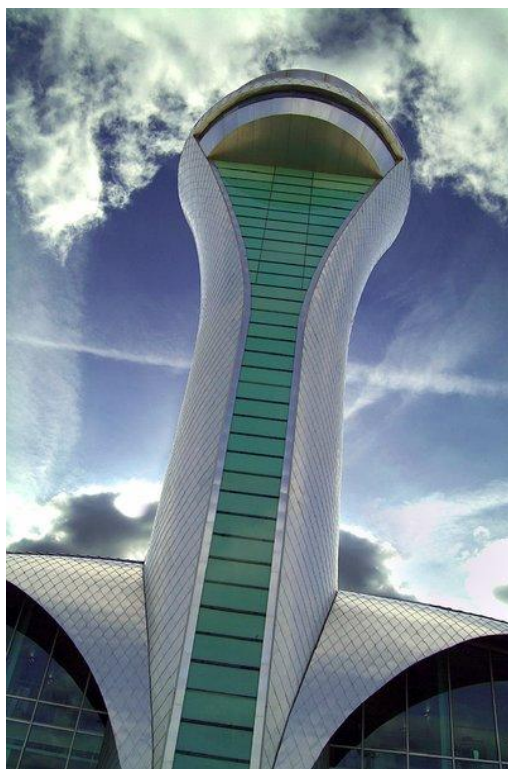
Πηγή :<http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 33. Sino-Italian Ecological & Energy Efficient Building (SIEEB), Beijing, China
Architects: Mario Cucinella Photographer : Daniele Domenicali

Πηγή :<http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



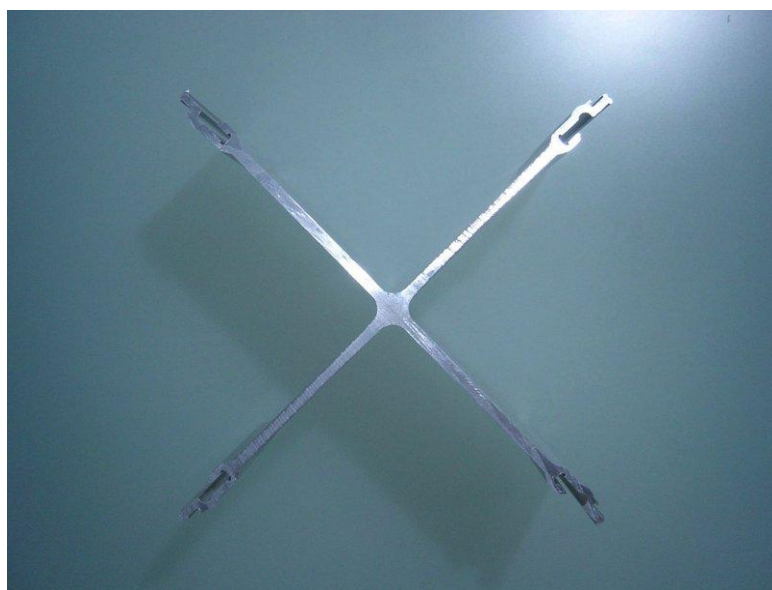
Φωτ 33. Famborough Airport, United Kingdom 3DReid Architects

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 34. AluminiumHoyse System, Kyushu, Japan Riken Yamamoto & Fieldshop

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



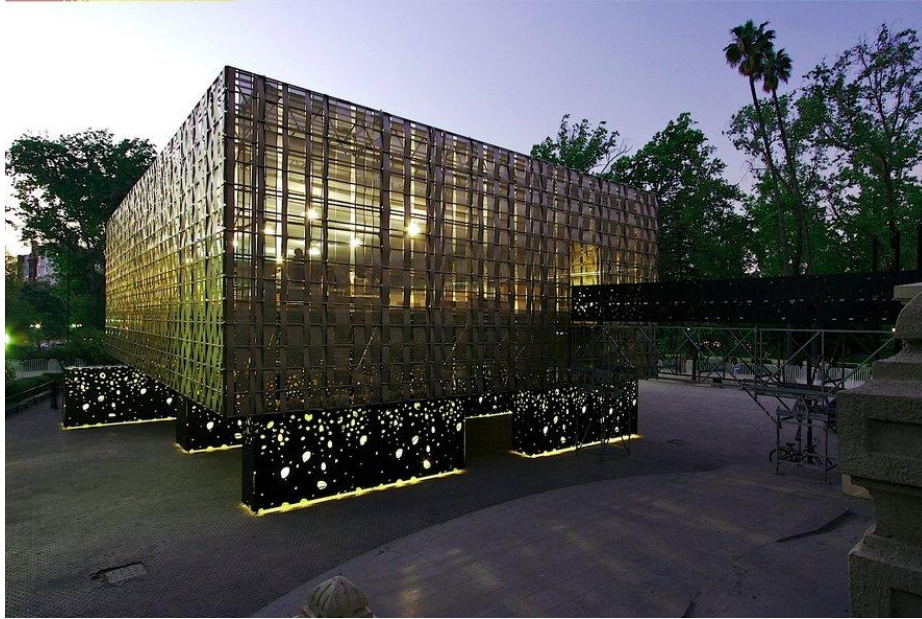
Φωτ 35. Aluminium Hoise System, Kyushu, Japan Riken Yamamoto & Fieldshop

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 36. Ballingdon Bridge, United Kingdom Suffolk Country & Michael Stacey Architects

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 37. XVI Chilean Architecture Biennale Pavilion, Santiago, Chile.
Architects: Felipe Assadi & Francisca Pulido Photographer : Nicolas Saijeh

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 38. Building scarp

Πηγή : <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 39. XVI Chilean Architecture Biennale Pavilion, Santiago, Chile
Architects: Felipe Assadi & Francisca Pulido Photographer : Pablo Casals
Πηγή :<http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>



Φωτ 40. Petronas Twin Towers, Kuala Lumpur, Malaysia *Alcoa*
Πηγή <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Οι βιβλιογραφικές αναφορές κατανεμήθηκαν σε δύο κατηγορίες, την κατηγορία των βιβλιογραφικών αναφορών και την κατηγορία ευρέσεων πληροφοριών από το διαδίκτυο. Πολλές φορές στις εικόνες, τους πίνακες και τα διαγράμματα της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τίτλοι πηγών οι οποίοι εξ αιτίας της ανάγκης ταχείας ερμηνείας αναφέρθηκαν σε διάφορα σημεία της κάτω από την αρίθμηση αυτών.

Βιβλία - εκδόσεις – ανακοινώσεις - περιοδικά

1. Αεράκης Γ. Σταθάτος Η. (2012) : *«Μηχανική Συμπεριφορά διαβρωμένων κραμάτων αλουμινίου σειράς 5XXX»*, Τμήμα Μηχανολογίας Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Αιγάλεω, σελ. 15,16,17,18,21,23,24,25,26,27.
2. Ανέστης Γ.(2005) : Πτυχιακή εργασία ΤΕΙ Χαλκίδας *«Αυτοματοποίηση βιομηχανίας άλεσης βωξίτη στον τομέα Αλουμίνα για την παραγωγή Αλουμίνας –Αλουμινίου»* σελ 14,15,16, 19, 20 ,21, 25,27,28
3. Γκουζιώτη Α. (2003): ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών. Τμήμα Βιομηχανικού Σχεδιασμού. Πτυχιακή εργασία, *«Πρωτογενής παραγωγή αλουμινίου και καταγραφή μεθόδων κατεργασίας για παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων με πλαστική παραμόρφωση»* σελ. 62,63,64,65
4. Κορωναίος Γ.Α., Πουλάκος Ι.Γ. (2006) : Ε.Μ.Π. *«Τεχνικά υλικά»*, Τόμος 4, σελ. 92
5. Λάγαρης Δ. (2009): Ε.Μ.Π., Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών, Τμήμα Μεταλλουργίας και Τεχνολογίας Υλικών, Διδακτορική Διατριβή με θέμα: *«Ανάπτυξη και τεχνολογικές ιδιότητες προηγμένου κράματος Αλουμινίου 7075»*, Αθήνα, σελ.5,6
6. Λάσκαρης Κ.(2002): Ε.Μ.Π, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Τομέας Πολεοδομίας και Χωροταξίας, Διδακτορική Διατριβή με θέμα: *«Κοινωνικές μεταβολές και αλλαγή των αντιλήψεων για το περιβάλλον- Η ειδική περίπτωση των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων»*, Αθήνα, σελ. 1223, 1224
7. Μάντης Κ. (2008): Τ.Ε.Ε., Ανακοίνωση στο 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, *«Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Ελλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση»*, Αθήνα, σελ. 1,2,3,5,6,7,10,11,12
8. Metalw Handbook 9th Edition, Properties and selection Non ferrous Alloys and Pure Metals, Vol 2, ASM, USA,1979, p.3
9. Μισός αιώνας ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ. Επαιטיακή έκδοση της ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ Α.Ε. μέλος του ομίλου επιχειρήσεων Μυτηληναίος
10. Ομάδα Έργου ΣΕΒΕ –Ινστιτούτο Εξαγωγικών Ερευνών & Σπουδών-(ΙΕΕΣ)- (2015): *«Αναλυτική καταγραφή και αποτύπωση επιχειρησιακών διαδικασιών (Business Process Analysis - BPA) εξαγωγής προφίλ αλουμινίου οικοδομικών κατασκευών στην Αυστραλία με πλοίο»*, σελ. 151
11. Παπαγεωργίου Π. Β.(1984) : *«Εφαρμοσμένη Χημεία»*, σελ 187-190

12. Παραλίκα Μ. (2015): «*Εισαγωγή στο περιβάλλον. Φαινόμενα περιβαλλοντικής Υποβάθμισης. Εισαγωγή στην Αειφόρο Ανάπτυξη*», Αθήνα, Τεύχος 1, σελ. 45, 46
13. Πετράκης Π.Ε. (1990) : «*Το παραγωγικό κύκλωμα βωξίτης – αλουμίνα – αλουμίνιο -μεταποίηση αλουμινίου*», Εκδόσεις Παπαζήση, σελ. 34,36,38,51,271,264 Αθήνα
14. Περιοδικό "[Αλουμίνιο](#)", [Alcan](#), [Alcoa](#)
15. Πετρόπουλος Π. Γ. (1996) : Ίδρυμα Ευγενίδου, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, «*Μεταλλουργία*», Αθήνα
16. Τζιμόπουλος Χ. -MMM Δελφοί Δίστομο ΑΜΕ- (2006): ΤΕΕ, "Βωξίτης - Αλουμίνα - Αλουμίνιο και η συμβολή τους στην περιφερειακή και την εθνική ανάπτυξη. Πενήντα χρόνια δράσης και συνύπαρξης στους νομούς Βοιωτίας, Φωκίδα και Φθιώτιδας"
17. Τριανταφύλλου Χ.Α. (2013) : «*Δομικά Υλικά*», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εργαστήριο Μηχανικής και Τεχνολογίας Υλικών, Πάτρα, σελ.327
18. Τσουκαλά Κ.Β. (2009) : Περιβάλλον και ανάπτυξη, Διατμητικό μάθημα 8^ο Εξαμήνου Ε.Μ.Π. «*Ανάλυση Κύκλου Ζωής*» διαφάνεια 2
19. ΦΕΚ 89/ Α /19-5-2008 «**ΚΕΝΑΚ**»
20. Φουντουκίδης Ε., Μετρέα Κ. (2015): «*Έλεγχος ποιότητας και τεχνολογία δομικών υλικών*», Σημειώσεις εργαστηριακού μαθήματος Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., ΤΕΙ Πειραιά, σελ. 9,47
21. Greenwood NN, Earnshaw A (1984) : "*Chemistry of the Elements*", Pergamon Press, p. 273-278

Πληροφορίες στο διαδίκτυο

1. <http://www.anelixi.org/oikologiki-arxitektoniki/kathara-ulika-kai-technologies/kritiria-aksiologisis-ulikon/emperiexomeni-energeia>
2. <http://www.atem-oe.gr/alouminio-plirofories/efarmoges-alouminiou/alouminio-ethniko-proion.html>
3. [WWW.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)
4. <https://el.wikipedia.org/wiki/Αργίλιο>
5. Merck Index, 12th ed, p. 377
6. Wikipedia: "[Aluminium Oxide](#)"
7. Elementymology & Elements Multidict: "[13. Aluminium](#)"
8. Calvert JB (University of Denver): "[Aluminium](#)"
9. Smallwood K (gizmodo.com): "[When Aluminum Cost More Than Gold](#)"
10. www.aluminiumleader.com: "Encyclopedia 'Aluminium. 13 element': [History of the Metal](#)"
11. www.aluminiumleader.com: "Encyclopedia 'Aluminium. 13 element': "[Applications of Aluminium in the 19th Century](#)"
12. The Aluminum Smelting Process: "[Aluminum Discovery and Extraction - A Brief History](#)" [The Aluminum Production Process: How the Hall-Heroult Process works...](#)
13. Ελληνική Ένωση Αλουμινίου www.aluminium.org.gr
14. <http://mentalfloss.com/article/31360/whats-point-pyramid-atop>

15. **Περιοδικό «Το Αλουμίνιο»** <http://www.atem-oe.gr/alouminio-plirofories/istorika-stoixeia-alouminio/viomixaniki-paragogi-alouminiou.html>
16. **«Αλουμίνιον Α.Ε.»** <http://www.atem-oe.gr/alouminio-plirofories/tecnologies-alouminiou/paragogi-protokitou-deuterokitoy-alouminiou.html>
17. **«Αλουμίνιον Α.Ε.»** <http://www.alhellas.com/el-gr/alumina/aluminium-products.html>
18. **«Η βιωσιμότητα του αλουμινίου στο κτίριο»**, EUROPEAN ALUMINIUM ASSOCIATION, σελ. 2
19. Διεθνές Ινστιτούτο Αλουμινίου (2008): **«4η Έκθεση Βιώσιμης Μεταλλευτικής του Βωξίτη»**
20. Geology.com: **"Bauxite"**
21. Πάνιας Δ. **«Μεταλλουργία αλουμινίου»** παρουσίαση Ε.Μ.Π.
22. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_bauxite_production
23. [The international Aluminium Institute](http://www.aluminiuminstitute.com)
24. <http://jamaicasnaturalresources.blogspot.gr>
25. www.mining-technology.com: "Bauxite behemoths: the worlds biggest bauxite producers", May 2014
26. Greenwood NN, Earnshaw A: **"Chemistry of the Elements"**, Pergamon Press, 1st ed. 1984, σελ. 273-278
27. http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_Al2O3.htm
28. <http://www.rocksandminerals.com/aluminum/process.htm>
29. [Gallium extraction from synthetic Bayer liquors using Kelex 100-kerosene, the effect of loading and stripping conditions on selectivity](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652607000179)", Hydrometallurgy 88(1-4):170-179, 2007
30. (2015) Ελληνική Βιομηχανία Αλουμινίου: **«Λεξικό όρων»**
<http://www.elval.gr/default>
31. Maguire, B.W (1981) : **Constraction Materials**, Reston Publish Comrany, Inc
32. (2015): Ελληνική Βιομηχανία Αλουμινίου: **«Ιδιότητες του μετάλλου»**
<http://www.elval.gr/default.asp>
33. Halvarsson M: **"Alumina crystal structures"**, 2002
34. Stewart T (Tutor: Johnson A): "Removal of Fluoride from Drinking Water: Analysis of Alumina Based Sorption", Term Paper, FS 2009, Institute of Biogeochemistry and Pollutant Dynamics Department Environmental Sciences, ETH Zürich
35. Haverkamp RG, Metson JB, Hyland MM, Welch BJ: "Adsorption of Hydrogen Fluoride on Alumina", *Surface and Interface Analysis*, 19:139-144, 1992
36. www.pischools.gr/download/lessons/tee/mechanical/1b/.../kef_1.
37. <http://www.atem-oe.gr/alouminio-plirofories/idiotites-alouminiou/idiotites-katharou-alouminiou-kramaton.html>
38. <http://www.atem-oe.gr/alouminio-plirofories/kramata-alouminiou/kramata-alouminiou-xarakteristika.html>
39. <http://www.atem-oe.gr/alouminio-plirofories/efarmoges-alouminiou/anakiklosi-efarmoges-alouminiou.html>
40. Electron Microscopy Sciences: **"Polishing Powders, Paste, and Suspensions"**.

41. Pace Technologies: "Alumina Polishing Abrasives"(γ)Us-product.com: "[Lapping/Polishing Compounds](#)".
42. Saint Gobin Abrasives: "[Alumina-Zirconia \(40%\)](#)"
43. Mahapatra A, Mishra BG, Hota G: "[Synthesis of ultra-fine \$\alpha\$ -Al₂O₃ fibers via electrospinning method](#)", Ceramics International 37:2329-2333, 2011
44. <http://www.alunet.gr> "[Aluminium Magazine](#)" Απρίλιος 2016, σελ. 23,70,71,73,49
45. [http://www.greekarchitects.gr/gr/τεχνικά-θέματα/ το αλουμίνιο στην οικοδομή](http://www.greekarchitects.gr/gr/τεχνικά-θέματα/το_αλουμίνιο_στην_οικοδομή)
46. <http://www.atem-oe.gr/alouminio-plirofories/kramata-alouminiou/tomeis-efarmogis-kramata-alouminiou-xrisi.html>
47. <http://www.atem-oe.gr/seires-alouminiou/diaxoristika-esoterikon-xoron/proteus-e-1300.htm>
48. <http://www.foititikanea.gr>
49. <http://www.technikal.gr/Why-Aluminium>
50. Greekscapes: "[Το βιομηχανικό τοπίο της "Αλουμίνιον της Ελλάδος" / Pechiney](#)"
51. Neufville Z: "[ENVIRONMENT-JAMAICA: Bauxite Mining Blamed for Deforestation](#)", InterPress Service, April 2001
52. <http://www.epneumon.gr/assets/files/books/sexletidis>
53. <http://www.ethorax.gr/assets/files/books/patakas>
54. <http://www.aluminium.org.gr>
55. www.kathekoutimetrai.gr
56. <http://www.profil.gr/index.php/gr/ce>
57. <http://www.aluminium.fr/industrie/associations/adal/les-labels/label-qualicoat>
58. <http://www.aluminium.fr/industrie/associations/adal/les-labels/label-qualanod>
59. <http://www.aluminium.fr/industrie/associations/adal/les-labels/label-qualideco>
60. <http://greenbuilding.world-aluminium.org/benefits/flexible/the-wave.html>

