



NTUA

School of Mining &
Metallurgical Engineering

**Ανάπτυξη τελικών προϊόντων
υψηλής προστιθέμενης αξίας
από ΑΕΚΚ,
δυνατότητες συμβολής τους
στην Εθνική Στρατηγική
Κυκλικής Οικονομίας**



Εργαστήριο Μεταλλουργίας

Αν. Καθ. Μαρία Ταξιάρχου

<http://research.labmet.ntua.gr/>



Ερευνητική ομάδα με μεγάλη εμπειρία, αποτελούμενη από Μηχ. Μεταλλείων-Μεταλλουργούς, Μηχανολόγους, Πολιτικούς και Χημικούς Μηχανικούς



Άρτια στελεχωμένη ομάδα από: ΔΕΠ, διδακτορικών και μεταδιδακτορικών ερευνητών, διοικητικού προσωπικού και τεχνικών εργαστηρίου

Άνω των 500 πρωτότυπων δημοσιευμένων εργασιών



Συντονισμός και συμμετοχή άνω των 90 ανταγωνιστικών ερευνητικών έργων

Μόνο για τα έτη 2015-2020, η χρηματοδότηση έφτασε τα 15Μ€ για ερευνητικά προγράμματα και υπηρεσίες



Εργαστηριακές εγκαταστάσεις και τεχνολογικές υποδομές σε χώρους άνω των 1600m²



Spin off

(Headquarters in Athens, Greece)

<http://lightcoce.com>

LightCoce single-entry point (SEP)

Holistic services for the development of novel concepts, in the fields of lightweight **concrete, conventional and advanced ceramics**



Εργαστηριακές Εγκαταστάσεις, Τεχνολογικές Υποδομές

Enhancing cooperation and future perspectives

- The developed RES-H₂ hybrid energy system can be used as a full-scale research, development and testing facility of:
 - H₂ production, storage and consumption technologies
 - Energy management systems
- Existing demonstration site presents a great opportunity to attract interested parties for direct knowledge exchange, consultancy and joint initiatives
- Contributes to standardization activities at system level for residential buildings clusters of four villages

Public awareness

- TV coverage (news broadcast) to raise the public profile (TV channels: ERT, TVF, etc.)
- More than 40 articles published in Newspapers and Social Magazines
- Educational visits for students (more than 2000 students already visited the site)
- Web-based tool for Specific Government and industry stakeholders

Intelligent EKIS
The hybrid energy system, including a hydrogen production

Prototype H₂ reformer with co-firing boiler (60 kWth)

Energy storage capacity: 1MWh
The system is fully modular and is able to be used in producing hydrogen fuel cell (up to a range of 200kW)

Intelligent Safety and Protection System

User-friendly and fully automated Energy Management and Monitoring System

40 MW CHP for residential applications (PEM Fuel Cell)



Αξιολόγηση Δομικών Υλικών:

- Compressive strength
- Bending strength
- Thermal conductivity (EN12667 and ASTM C518)
- Thermal emittance (ASTM C1371)
- Solar Reflectance (ASTM E903)
- Determination of the Solar Reflectance Index (SRI)
- Materials testing on Climatic chambers

NTUA – Laboratory of Metallurgy

Physicochemical Characterisation

- Atomic absorption spectrophotometers
- ICP spectrometers (ICP-MS & ICP-OES)
- XRF spectrometer, UV spectrometer
- Differential thermogravimetric analyzer



NTUA – Laboratory of Metallurgy

Mineral Processing

Primary crushing:
Jaw crusher [Retsch] (productivity: 50 kg/h)

Secondary crushing:
rotor beater mills [Retsch] equipped with bottom sieves (productivity: 20 kg/h)

Screening:
3-deck Vibrating Tumbler Screening Machine for continuous screening (productivity 50 kg/h)



NTUA – Laboratory of Metallurgy

Pyrometallurgical processes

- Fully automated graphite vacuum furnace (max temp 2500°C)
- High temperature microwave furnace
- Electrically heated rotary furnaces



NTUA – Laboratory of Metallurgy

Processes upscale

- Electric Furnace for controlled expansion
- Continuous flow Infra-Red Furnace for expansion of inorganic lightweight aggregates
- High temperature bleaching earths unit



NTUA – Laboratory of Metallurgy

Construction materials testing


- Compressive strength
- Bending strength



NTUA – Laboratory of Metallurgy

Environmental studies


- Equipment for in-situ soil sampling
- Measurement of permeability
- Dampness cells (ASTM D5744-96)
- Columns for leaching kinetic tests of soils



NTUA – Laboratory of Metallurgy

Microscopy


Scanning Electron Microscope [SEM] and Transmission Electron Microscope [TEM] able to analyze



NTUA – Laboratory of Metallurgy

Hydrometallurgical processes

- Atmospheric glass reactors
- Pressure reactors (Autoclaves) for acid and base environments
- Bioreactor with temperature, pressure and pH control
- Air, water and oil baths with temperature and agitation control
- Incubator for bacterial growth
- Column reactors of variable capacities (2 – 200L)
- Cascade reactor (four 10L agitated vessels in series)
- Electrolytic cells
- Microwave assisted leaching reactor



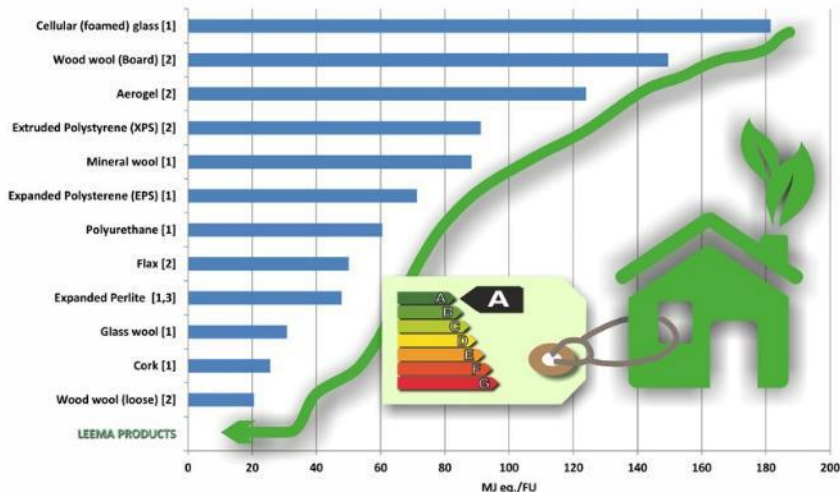


Πιλοτική μονάδα σκυροδέματος



“Η Πρόκληση για τις κατασκευές”

Embodied Energy per FU
(FU: m² of insulation for Rvalue=1 m²K/W)

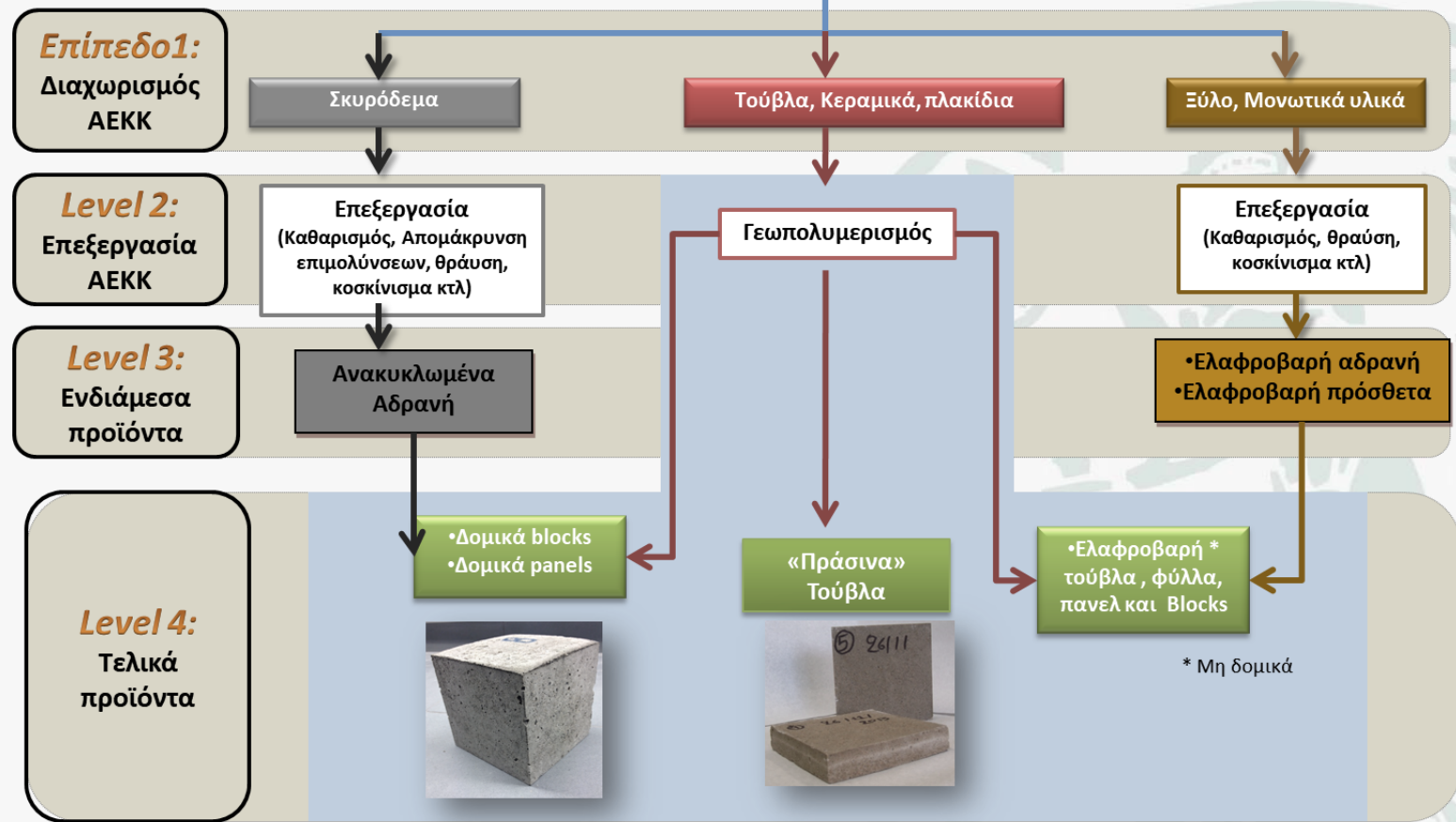


Embodied energy per FU was calculated using values of Embodied Energy (cradle to gate), density and thermal conductivity from:
 [1] 'Inventory of Carbon & Energy (ICE)' 1.6a, Hammond & Jones, 2008
 [2] <http://www.greenspec.co.uk/>
 [3] <https://perlite.org/>

- Ευρωπαϊκός στόχος, η μετάβαση σε **“Greener, Energy Efficient and Resource Efficient Europe”**. Η ΕΕ ενέκρινε πρόσφατα στόχο μείωσης των καθαρών εκπομπών κατά 55% έως το 2030, θέτοντας το πλαίσιο για την κλιματική ουδετερότητα στην ΕΕ έως το 2050.
- **“20-20-20 Κλιματικοί & Ενεργειακοί Στόχοι”**: 20% μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, 20% κατανάλωσης ενέργειας, 20% περαιτέρω ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας



- Προκλήσεις για τον **Κατασκευαστικό τομέα**:
 1. Μείωση Ενέργειας Παραγωγής και περιβαλλοντικού αποτυπώματος
 2. **Ανάπτυξη προϊόντων δόμησης με βελτιωμένες θερμομονωτικές ιδιότητες**



Σύνθεση Γεωπολυμερών

Παραπροϊόντα:

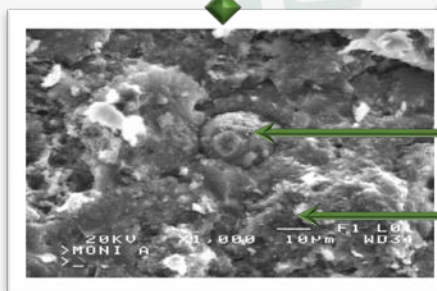
- Ερυθρά Ιλύς
- Μεταλλουργικές Σκωρίες
- Ιπτάμενη Τέφρα Δ.Ε.Η
- Απορρίμματα παραγωγής Μπεντονίτη
- Απορρίμματα Περλίτη
- Καολίνης
- Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων
- Ύαλος

Γεωπολυμερισμός

Νέα υλικά υψηλής
προστιθέμενης αξίας



Στόχος: Αξιοποίηση
παραπροϊόντων βιομηχανίας
επεξεργασίας πρώτων υλών



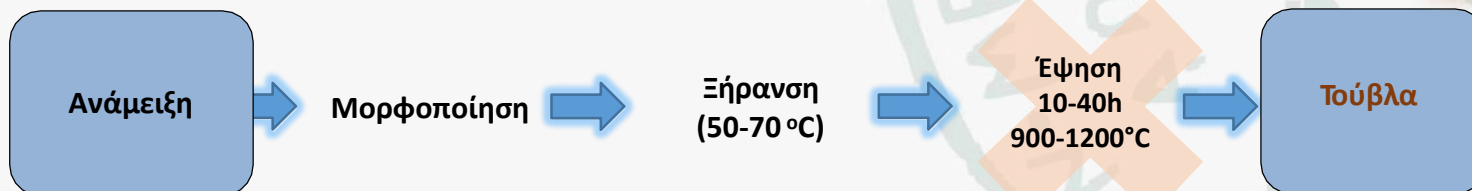
Ιπτάμενη τέφρα

Πολυμερές

Γεωπολυμερισμός

Σημαντικότερα Πλεονεκτήματα:

- ✓ Χρήση απορριμμάτων από κατασκευαστικό τομέα
- ✓ Απόκτηση μηχανικών αντοχών σε λίγες μέρες με ξήρανση σε χαμηλές θερμοκρασίες (~70 °C)
- ✓ Συμβατά με τρέχουσες τεχνικές μορφοποίησης (καλούπωμα ή εξώθηση (extrusion))
- ✓ Κατάλληλο για την παραγωγή μορφοποιημένων μη δομικών στοιχείων
- ✓ Μειωμένη εμπειροχόμενη ενέργεια (**EMBODIED ENERGY**) (τυπικό περλιτικό γεωπολυμερές) ~ 1.37 MJ/kg (τσιμέντο 5.2 MJ/kg, τούβλο 3 MJ/Kg)



Βελτιωτικά πρόσθετα

3i

Loose Filling Materials (LFM)



3i

Binders



3i

LFM for Cavity Walls Insulation

3i

EPB (Roof Insulation)

3i

Fibre Boards

3i

Insulating Bricks

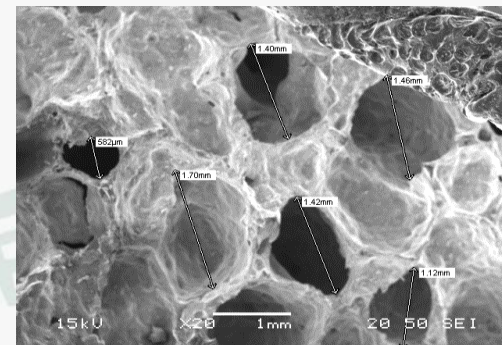
3i

Foam Blocks

ΑΦΡΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΓΕΩΠΟΛΥΜΕΡΗ

Σημαντικότερα Πλεονεκτήματα:

- ✓ Ενσωματώνουν απορρίμματα
- ✓ Αφροποίηση με χρήση οργανικών & ανόργανων αντιδραστηρίων
- ✓ Απόκτηση μηχανικών αντοχών σε λίγες μέρες με ξήρανση σε χαμηλές θερμοκρασίες (70° C)
- ✓ Εύκολα στη διαμόρφωση-κόβονται διατηρώντας σχήμα & αντοχή
- ✓ Πυκνότητα >500 Kg/m³ → αντοχή σε θλίψη συγκρινόμενη με αυτή των Autoclaved Aerated Concrete Blocks (AAC)
- ✓ Πυκνότητα <500 Kg/m³ and λ <0.075 W/mk → αντοχή σε θλίψη >1 Mpa



	Είδος υλικού	λ (W/mK)	Πυκνότητα (Kg/m ³)	Αντοχή σε θλίψη(MPa)	U (20cm thick.) (W/m ² K)
Υλικά νέας γενιάς	Αφροποιημένα γεωπολυμερή	0.06-0.12	344-680	0.7-2.7	0.31-0.60
Συμβατικά υλικά	Aerated Concrete	0.6-1.4	200-1600	1-10	3.0-7.0
	AAC	0.07-0.21	300-800	1.3-8.5	0.35-1.05



Παράδειγμα καλής πρακτικής: Εθνική Πλατφόρμα για Smart Waste (PT)

- ✓ Στην συγκεκριμένη βέλτιστη πρακτική της εθνικής πλατφόρμας για Smart Waste, αναπτύχθηκε ένα Επιχειρησιακό, Αναπτυξιακό Δίκτυο (SWP)
- ✓ Στόχος του είναι συμμετοχή όλων των μελών στο τομέα, προωθώντας και αποτιμώντας τα απόβλητα ως οικονομικό και κοινωνικό πόρο, και δημιουργώντας τις απαραίτητες προϋποθέσεις ανταγωνισμού σε όλη την αλυσίδα αξίας μέσω της συνεργασίας των μελών, και προωθώντας την καινοτομία, την έρευνα, την ανάπτυξη και την εφαρμογή λύσεων.
- ✓ Η επιτυχία αυτών των δράσεων/μελετών που έγιναν από το SWP σε συνεργασία με την APA (Πορτογαλική Περιβαλλοντική Ένωση), έγκειται στο ότι υπάρχει μια ισχύουσα νομοθεσία πρόταση στην Πορτογαλία σχετικά με τη διαχείριση του CDW, ενσωματωμένη στη Νέα Γενικό Καθεστώς Διαχείρισης Αποβλήτων (Novo Regime Geral de Gestão de Resíduos – NRGGR), ή στο Στρατηγικό Σχέδιο για τα Μη Αστικά Απόβλητα 2030 (PERNU 2030).

- ❑ Ένα από τα εμπόδια για την διαχείριση των ΑΕΚΚ είναι το **νομικό πλαίσιο**, το οποίο και χαρακτηρίζεται ως εκτεταμένο, περίπλοκο και συχνά αντιφατικό τόσο σε **εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο**.
- ❑ Η δημιουργία **οικονομικών κινήτρων** θα μπορούσε να συνδράμει καταλυτικά ώστε να καταστεί η ανακύκλωση πιο αποτελεσματική και οικονομική.
- ❑ Ο **Οδηγός Καλών Πρακτικών** σημειώνει ως υψίστης σημασίας για την αξιοποίηση των ΑΕΚΚ, την **επιλεκτική κατεδάφιση** και την **διαλογή**.

Σας ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας!

Μαρία Ταξιάρχου,
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Εργαστήριο Μεταλλουργίας
<http://research.labmet.ntua.gr/>

Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών,
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

email: taxiarh@metal.ntua.gr

