



WP3: Testing, Activity 3.11
Biomass potential in rural island communities
(Case of Anogia – Crete)

Deliverable 3.11.1: Biomass potential in rural island communities (Case of Anogia – Crete)

Final version, October 2018





WP3 (TESTING) LEADER

Technical University of Crete, School of Environmental Engineering, Renewable and Sustainable Energy Systems Lab (TUC ReSEL)

RESPONSIBLE PARTNER: Technical University of Crete, School of Environmental Engineering, Renewable and Sustainable Energy Systems Lab (TUC ReSEL)

DELIVERABLE 3.11.1: BIOMASS POTENTIAL IN RURAL ISLAND COMMUNITIES (CASE OF ANOGIA -CRETE) FINAL VERSION

AUTHORS: Nikolaos Savvakis, Zacharias Gkouskos, Stavroula Tournaki, Prof. Theocharis Tsoutsos (TUC ReSEL)

IMPORTANT NOTICE: *Reproduction of the content or part of the content is authorized upon approval from the authors and provided that the source is acknowledged.*



Contents

1	Introduction	4
2	Methodology	5
2.1	Implementation.....	5
2.1.1	Preparatory Activities.....	5
2.1.2	Interviewing residents - Questionnaire Survey.....	6
2.1.3	Measurements of air quality.....	6
3	Research Results	8
3.1	Field survey	8
3.1.1	Interviews & Questionnaires	8
3.1.2	Air quality measurements.....	9
3.1.3	Key Findings	10
3.2	Feasibility of a local small wood pellet production unit	11
3.3	Awareness Raising - Capacity Building	13
4	Lessons learnt - Replicability	14
	ANNEXES	16

1 Introduction

In the mountainous rural villages of Crete, the winter is often hard with snowfall, low temperatures and strong winds. Households in these areas use traditional fireplaces or wood stoves for heating; this practice is most commonly met for residents of low income. Wood used for these systems is relatively high, while their efficiency is low. Due to the insufficient wood burning process, indoor and outdoor air quality is affected.

In order to study the main aspects of the biomass use in rural island communities in the MED area, a pilot action in the Municipality of Anogia (Crete, Greece) was implemented from February 2017 to April 2018. The pilot area is characterized by its mountainous landscape (800m altitude, at Psiloritis mountain), heavy winter with snowfalls and low temperatures (-5 to 10 °C) but also high wood biomass potential.

Therefore, the scope of this pilot was to analyse the impact of traditional fireplaces on indoor/outdoor air quality, educate local population to use efficient and environmentally friendly heating systems and study the feasibility of a local chips production plant to boost the exploitation of locally produced biomass.



Figure 1: The Municipality of Anogeia (Crete)

2 Methodology

The pilot action aimed to identify the social, economic and environmental impacts of biomass use in mountainous rural communities in Crete, based on fieldwork research implemented by TUC. Within the frame of the pilot, the following activities were implemented:

- Fieldwork research and questionnaire survey: visits in households and restaurants/taverns with fireplaces were performed to measure the indoor and outdoor air quality under different meteorological conditions (summer and winter period); interviews with household and tavern owners aimed to record their profile and habits, concerning the usage of different heating systems, using a structured questionnaire.
- The development of a practical guide, including technical advices and solutions on the improvement of heating systems and rational exploitation of the biomass residues.
- The development of a feasibility study assessing the installation and operation of a local small production plant for wood pellets in the study area.

2.1 Implementation

2.1.1 Preparatory Activities

The preparatory steps to ensure the smooth implementation of the pilot action were:

- market research and public procurement, for the purchase of measurement equipment;
- collaboration with local authorities and stakeholders; constitution of a Local Action Group (LAG);
- pilot testing of the research approach;
- design of the fieldwork research/measurements' methodology (i.e. questionnaire to be used, air quality measurement process to be followed, training of the team involved in the pilot, etc.);
- pilot testing of the research approach.

Based on the previously mentioned steps, a replicable methodology for the assessment of social, economic and environmental impacts from the wood biomass use, was developed.

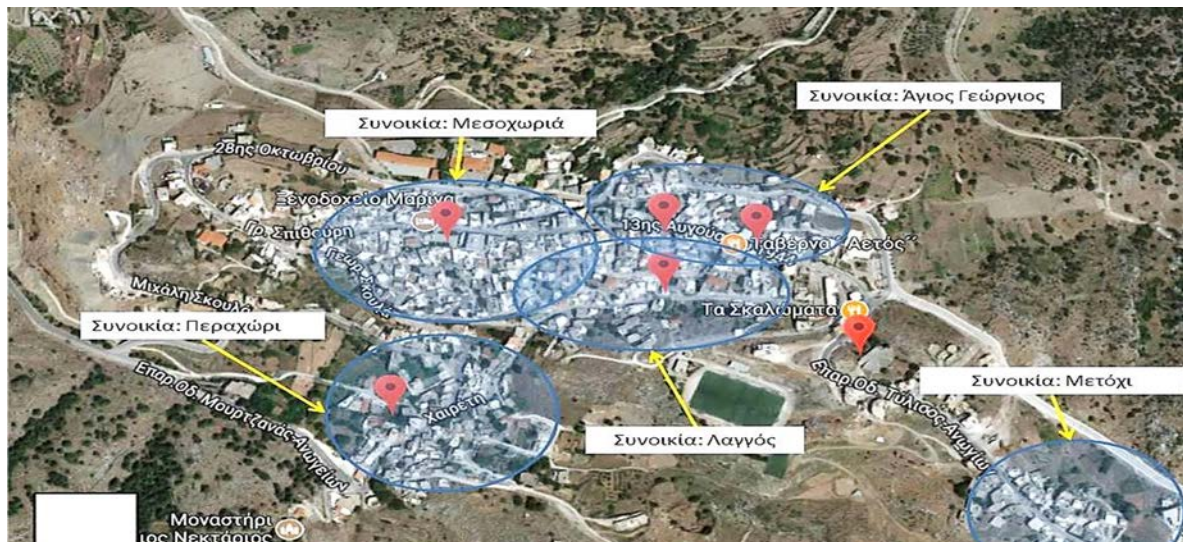


Figure 2: Mapping of sampling zones in the pilot area

2.1.2 Interviewing residents - Questionnaire Survey

Initial task of the pilot was to estimate the wood biomass quantity, consumed in the area and its origin (forests, agricultural fields, etc.). To this purpose, a specific questionnaire was developed by TUC and filled in by the locals, through door to door interviews in 50 households, representing 10% of the village's households and 10 restaurants representing 85% of the local restaurants. In addition, data from OPEKEPE (the Greek Payment Authority of Common Agricultural Policy Aid Schemes) were collected and analyzed.

The questionnaire developed for households was divided in four sections:

- i. information related to the household/building (type, location, etc.);
- ii. household's energy data (type of fuels used, technologies used, energy consumption etc.), emphasizing on space heating (fireplaces, stoves, biomass stoves/boilers, other biomass usages except space heating);
- iii. environmental concerns (knowledge & attitudes);
- iv. respondent's profile (gender, age, education, income).

A similar questionnaire has also been prepared for restaurant owners.

2.1.3 Measurements of air quality

On-site air quality measurements were conducted during winter and summer months. CO₂, CO, NO_x, VOCs, combustible gasses, PM₁, PM_{2.5}, PM₄, PM₁₀ and TPM were measured in households (indoor) and in open air (outdoor). Over 5.000 measurements were acquired.

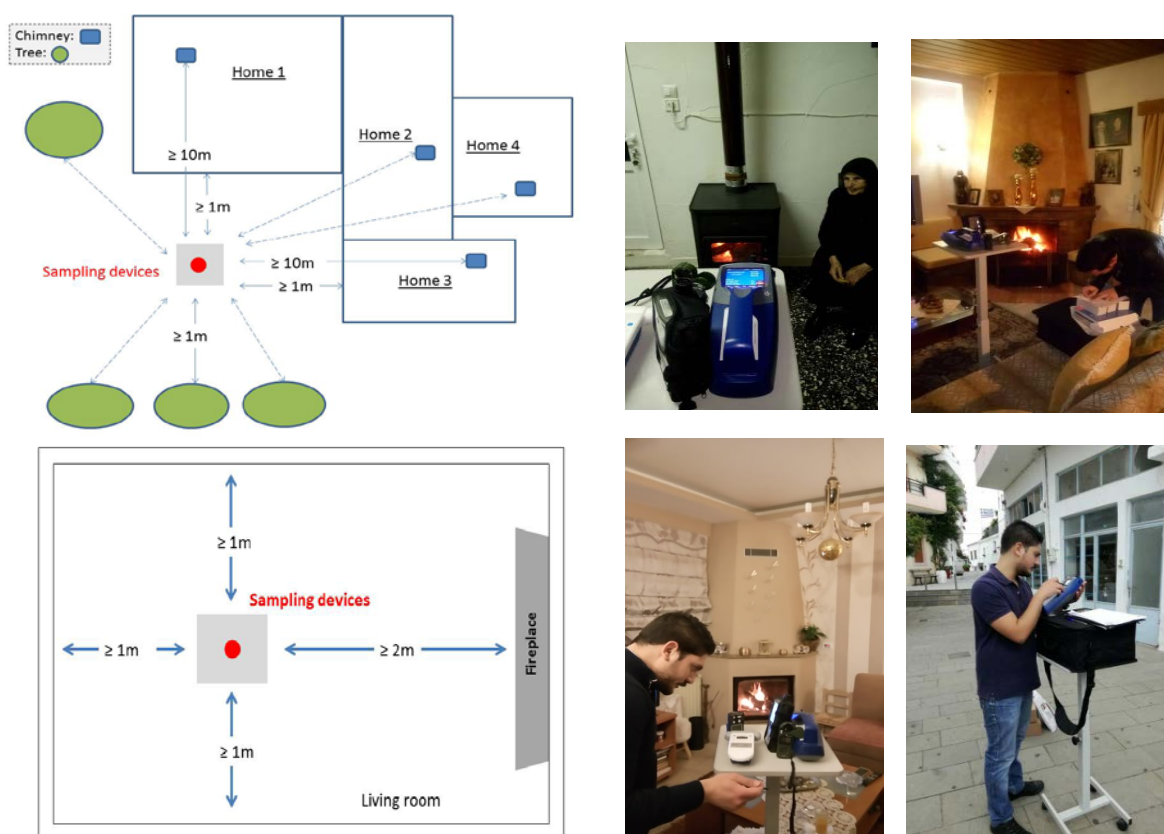


Figure 3: Experimental set up and air quality measurements

Measurements were performed indoor in houses using energy efficient and traditional fireplaces offering essential comparative data, as well as outdoors in open spaces close to households using wood biomass. The equipment used for the measurements is presented in the table:

Parameter	Sampling device
Meteorological parameters (temperature, humidity, wind speed, etc.)	Kestrel 4500 NV
Carbon Monoxide (CO)	MX6 iBRID
Carbon Dioxide (CO ₂)	
Nitrogen Oxide (NO)	
Nitrogen Dioxide (NO ₂)	
Volatile Organic Compounds (VOCs)	
Particulate Matter (PM ₁ , PM _{2.5} , PM ₄ , PM ₁₀ , TPM)	Dust Trak DRX 8534
Combustible gases	Ventis MX4

3 Research Results

3.1 Field survey

3.1.1 Interviews & Questionnaires

The analysis of the data from the questionnaire survey shows that 31% of the households use energy efficient fireplaces as primary heating systems, while 30.6% use traditional wood stoves for heating (Figure 4). However, it should be noted that around 72% of the households use a supplemental heating system, with traditional fireplaces at 46%, being the most common practice. In addition, 46% of the households, use wood biomass from their agricultural properties (crop residues) to meet their heating needs.

The results of the survey with restaurant/tavern owners indicate an increased usage of wood biomass for cooking, with 67% of businesses using stoves on a daily basis. 46% of the businesses use wood biomass from their own agricultural properties, while 36% purchase traded biomass. The total amount of firewood needed to meet the needs during 2017 was 53.5t (Figure 5).

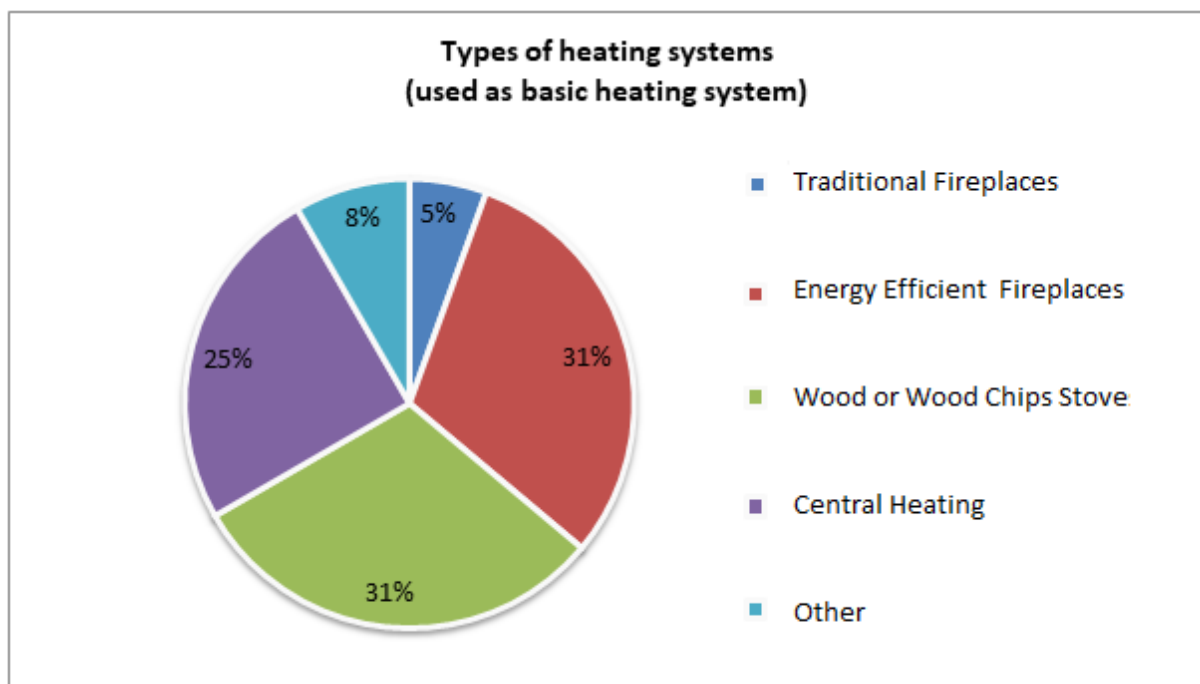


Figure 4: Basic heating systems recorded in the households participated in the survey

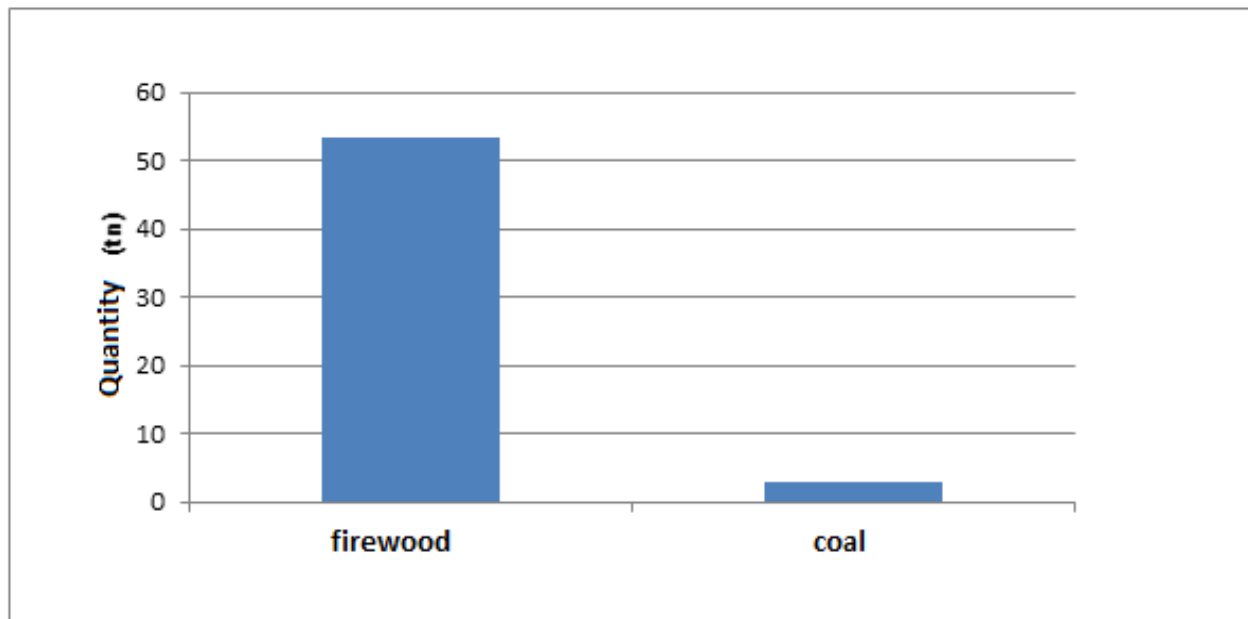


Figure 5: Wood biomass used in restaurants/taverns in Anogia Municipality (reference year 2017)

3.1.2 Air quality measurements

An overview of the air-quality data recorded (indoor and outdoor) is presented in Figure 6, while the statistical analysis of the data recorded was performed using SPSS software. By comparing the recorded data in summer and winter period, it is clear that there is a significant increase in the concentrations of air pollutants and suspended particulate matter within dwellings, due to the extensive use of traditional heating methods in the winter period. However, air pollution levels for households with energy efficient fireplaces are significantly lower than those using traditional fireplaces. Increased particulate matter concentrations (PM1, PM2.5, PM4, PM10, TPM) have been measured indoors compared to the outdoor environment. Finally, air pollutants exceeded (in several cases) the proposed limits, inside old residences were mainly elderly people lived using old fashioned wood biomass heating technologies. Households' income, affect the heating systems' choice (farmers, pensioners etc. mainly use traditional fireplaces) and the thus the building's indoor air quality.

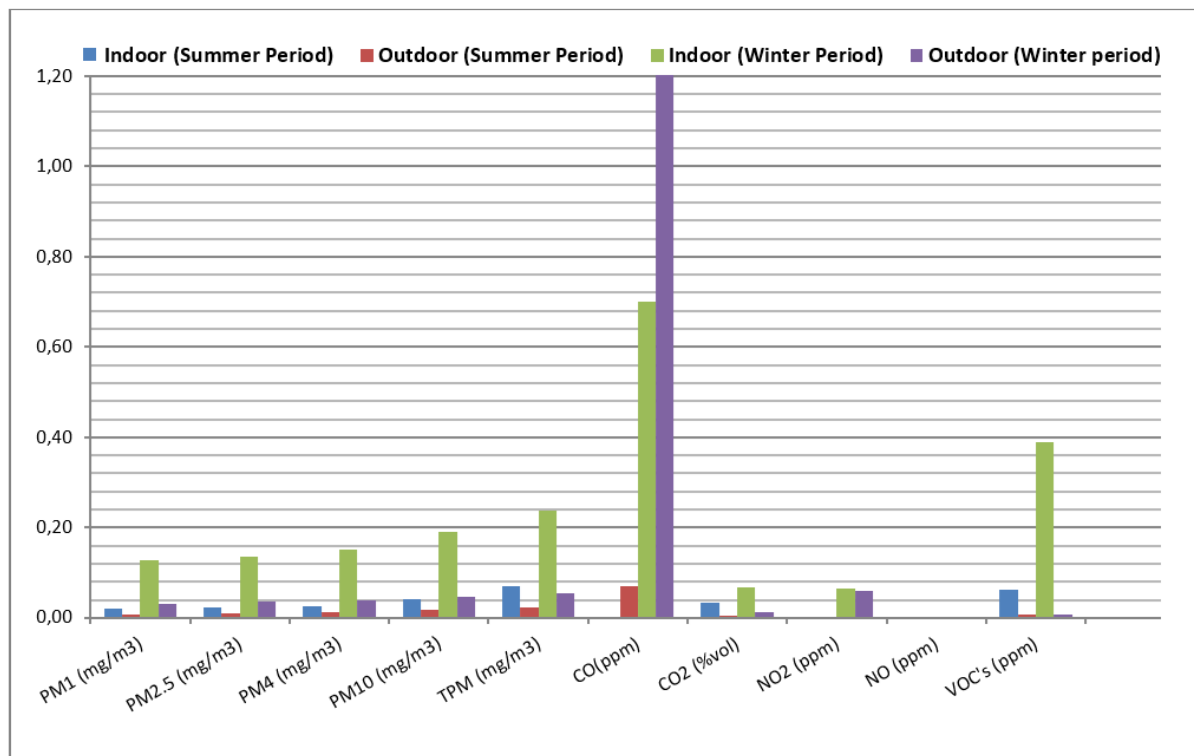


Figure 6: Indoor and outdoor air quality measurements in surveyed households

3.1.3 Key Findings

- ✓ Wood biomass is traditionally a key source of energy for heating and cooking in the mountainous and rural communities of Crete.
- ✓ In most cases locals use wood biomass collected from own fields; generally, the biomass used in fireplaces is not pretreated (no special drying or chopping).
- ✓ The vast majority of fireplaces and stoves that use wood biomass in the pilot area are old fashioned systems with low efficiency.
- ✓ As recorded during the households' visits, wood smog can be evident during the winter season and especially at nights with high relative humidity.
- ✓ Inefficient wood burning can lead to high levels of harmful emissions; this was evident in the on-field measurements since suspended particles and other air pollutants levels were significantly higher to households using low efficient traditional fireplaces.
- ✓ On spot measurements indicated up to 2 times higher concentrations of air pollutants compared with the relative values during the summer months.
- ✓ Even though most locals do not straightly admit that poor air indoor quality can be caused by burning wood biomass; most of them, using traditional fireplaces, feel safer to keep a window constantly open when the fireplace is on; It is important, thus to raise awareness of the local population on energy efficient heating systems and practices.

3.2 Feasibility of a local small wood pellet production unit

A feasibility study for the development of a local small wood pellet production unit was also developed by TUC. The study includes the analysis of the local wood biomass potential in the pilot area, as well as technical and financial analysis for the production unit for different scenarios.

The first scenario concerns the setup and operation of a local production plant for pellets with a yearly capacity of 1,000 t, within the boundaries of Anogia Municipality. Raw materials (forest and agricultural residues) will be obtained from the study area.

The second scenario examined the viability of a cooperative scheme (for the operation of the pellets' production unit) with the participation of three municipal authorities (Municipality of Anogia, Mylopotamos and Malevizi) and one local development body (AKOMM-PSILORITIS). In this case a scale-up of the unit was studied; thus, the capacity of the plant was increased to 5,000 t of wood pellets per year.

The financial analysis of the two scenarios (Tables 1 and 2) concludes that the investment is economically viable. The choice of capacity, operational model and location of the proposed unit are essential parameters for the accomplishment of the investment. In addition, a sensitivity analysis of different parameters that can affect the viability of the investment, such as the selling price of pellets, raw materials cost, products transportation cost, biomass transportation cost and investment cost, was performed (Figure 7). Sensitivity analysis results that the biomass collection and products' transportation distance do not substantially affect the economic viability of the plant.

Table 1: Assessment of the investment regarding the first scenario

	Net Present Value (NPV)	Internal Rate of Return (IRR)	Discounted Payback Period (DPP)
Basic scenario (own funds)	86,716 €	12%	3.5 years
30% grant and 70% from the Municipality's own resources	127,216 €	22.4%	2.9 years
60% loan with nominal interest of 9% and 40% from the Municipality's own resources	80,872 € *	20.9%*	3.2 years*
	108,540 € **	13.6%**	4.4 years**

* Assessment over own funding

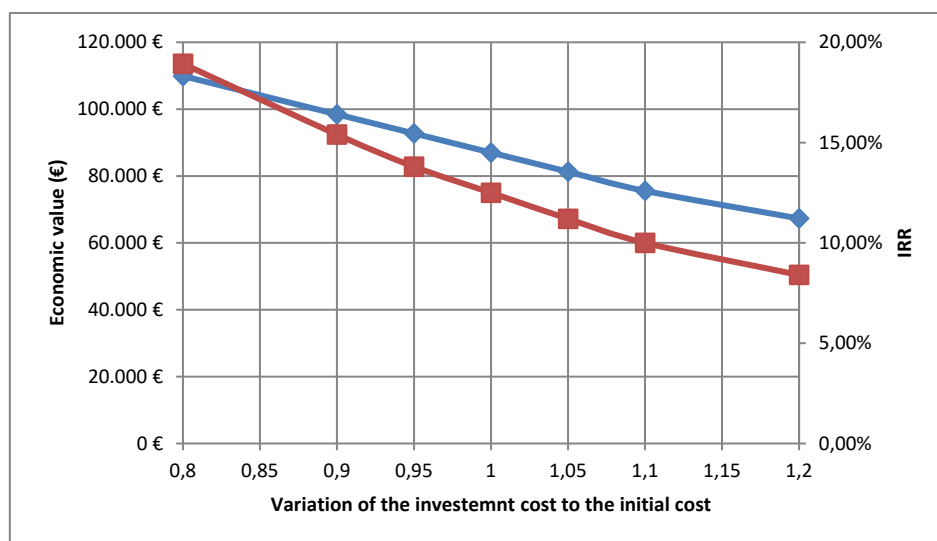
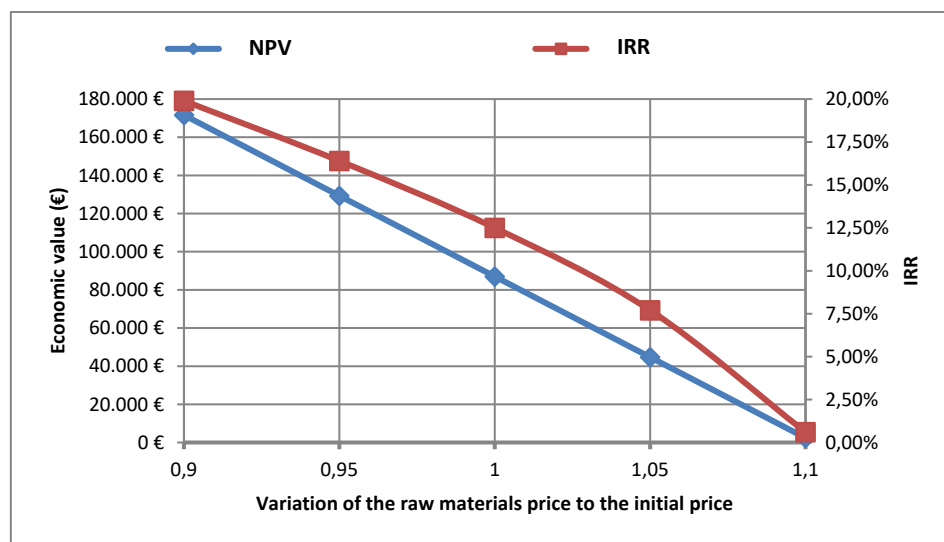
**Assessment over total investment costs

Table 2: Assessment of the investment regarding the second scenario

	Net Present Value (NPV)	Internal Rate of Return (IRR)	Discounted Payback Period (DPP)
Basic scenario (own funds)	1,855,547 €	38.5%	2.3 years
30% grant and 70% from the Municipality's own resources	2,016,672 €	56.4%	2.5 years
60% loan with nominal interest of 9% and 40% from the Municipality's own resources	1,826,447 € *	79.5%*	3.2 years*
	2,184,733 € **	32.6%**	2.2 years**

* Assessment over own funding

** Assessment over total investment costs



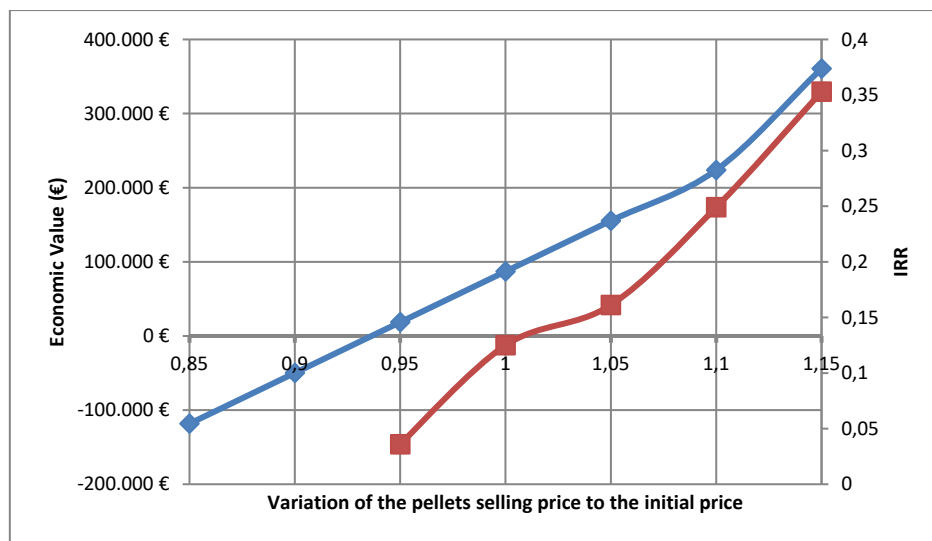


Figure 7: Different sensitivity analysis scenarios

3.3 Awareness Raising - Capacity Building

In order to disseminate the importance of biomass use for space heating (and other uses e.g. cooking), raising awareness activities were implemented, in addition to capacity building activities for the efficient exploitation of local biomass residues:

- ✓ press conference in Rethymno on the 14th June 2017. The action was covered by 3 local TV channels and 1 radio channel;
- ✓ press articles in 2 local newspapers and presence in more than 20 web portals;
- ✓ article in the daily newsletter issued from the Technical Chamber of Greece was also distributed to more than 100.000 engineers;
- ✓ a research paper titled "Assessment of wood biomass use in rural island communities (case study: Anogia, Crete", was presented during the 11th National Conference on "Low Impact Alternative Energy Sources", in Thessaloniki, on 15th March 2018;
- ✓ development of a practical guide (results, lessons learnt, technical advice and solutions for the heating systems' improvement).

Aiming to enhance the local capacity with regard to the pilot project thematic area and provide the participants basic knowledge in the efficient exploitation of wood biomass. During the event needs covered included:

- ✓ business model for the efficient exploitation of local biomass residues;
- ✓ analysis of the measurements' results, technical advices and solutions to improve the existing situation.



Figure 8: Awareness raising and capacity building activities

4 Lessons learnt - Replicability

Main lessons learnt through the implementation of the pilot action are summarized below:

- Informing and engaging the local community to the problem and solutions is critical from the very beginning of a local RES project.
- Reduced cost of heating is a priority for residents and local authorities in mountainous communities where winter are heavy and temperatures low.
- Indoor air quality is affected during the winter months due to the old heating systems operation: on spot measurements may indicate up to 2 times higher concentrations of air pollutants compared with the relative values during the summer months; It is important to raise awareness of the local population on energy efficient heating systems and practices.



- The household income affects the choice of the heating system, since the majority of the citizens were engaged with agricultural activities or are pensioners, they use mainly traditional fireplace or wood stoves.
- The replacement of a traditional fireplace with a highly efficient one involves a high investment for low income households; supporting mechanisms could be considered in regional level, to achieve energy savings and less CO₂ emissions at local level.
- The capacity, operational model and location of the wood pellets production unit are considered as the most important parameters for the realization of the investment.

Studies accomplished within the pilot indicate a significant potential of replicability for rural communities. Suggestions, arising from the pilot implementation are summarized:

- The implementation of a households' visit campaign can be considered as an efficient tool to collect real data regarding the social, economic and environmental impacts from the use of wood biomass.

The methodological approach developed by TUC could be adapted and replicated in other rural communities with similar characteristics. (ANNEX I)

- Provision of appropriate technical advice on how to upgrade existing heating systems, improve the energy behavior of residents and rationally exploit biomass residues can be considered as basic principle to reduce energy consumption and ensure the environmental quality.
- The operation of a wood biomass production unit (pellets / wood chips) to exploit local biomass could lower households' heating costs and assist the local economy.

The Feasibility study, developed, for the viability assessment of a local small wood pellet production unit can be adapted and replicated in other rural areas with similar characteristics. (ANNEX II)

- Converting traditional wood burning systems (fireplaces / stoves) to high-efficient energy fireplaces / stoves) can upgrade efficiency up to 90%, leading also to lower, potentially harmful, emissions.

A practical guide including technical advice for the upgrading of old heating systems and the sustainable use of biomass could be adapted and replicated to other rural communities with similar characteristics. (ANNEX III)

ANNEXES

ANNEX I: Final Report on pilot implementation (including the assessment of social, economic and environmental impacts from the wood biomass use in the pilot area and suggestions for replicability)

ANNEX II: Feasibility study for the assessment of the installation and operation of a local small chips/pellet production unit.

ANNEX III: Practical guide including technical advice for upgrading old heating systems and sustainable use of biomass residues



WP3: Testing, Activity 3.5
Implementing pilot actions

D3.11 Αξιοποίηση του δυναμικού βιομάζας ξυλείας σε νησιωτικές αγροτικές κοινότητες (Ανώγεια - Κρήτη)

Τελική Έκθεση, Ιούλιος 2018





ΦΟΡΕΑΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων Πολυτεχνειούπολη, Κουνουπιδιανά, Χανιά, 73100 Ελλάδα, www.resel.tuc.gr

ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ ΦΟΡΕΑΣ

Δήμος Ανωγείων

ΣΥΓΓΡΑΦΗ: Νικόλαος Σαββάκης, Σταυρούλα Τουρνάκη, καθ. Θεοχάρης Τσούτσος (Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η αναπαραγωγή του περιεχομένου ή τμήματος του περιεχομένου επιτρέπεται μετά από έγκριση από τους δημιουργούς και με την προϋπόθεση ότι αναφέρεται σαφώς η πηγή.



Περιεχόμενα

1	Συνοπτική περιγραφή	4
2	Μεθοδολογία έρευνας πεδίου και μετρήσεων.....	5
2.1	Στόχος έρευνας	9
2.2	Περιγραφή.....	10
2.3	Μεθοδολογία πειραματικών μετρήσεων	11
2.3.1	Εξοπλισμός μετρήσεων.....	12
2.3.2	Πρωτόκολλο διεξαγωγής μετρήσεων.....	12
2.3.3	Προσδιορισμός θέσεων δειγματοληψίας	15
3	Αποτελέσματα	22
3.1	Ποιοτικά αποτελέσματα έρευνας.....	22
3.1.1	Γενικά χαρακτηριστικά νοικοκυριών	22
3.1.2	Ενεργειακά χαρακτηριστικά των κατοικιών	23
3.1.3	Καταγραφή χρήσης συστημάτων θέρμανσης στην περιοχή μελέτης.....	24
3.1.4	Χρήσεις βιομάζας ξυλείας για τη λειτουργία επιχειρήσεων εστίασης.....	25
3.1.5	Προέλευση χρησιμοποιούμενης βιομάζας ξυλείας	26
3.2	Ποσοτικά αποτελέσματα έρευνας.....	27
3.2.1	Αποτελέσματα Α' φάσης.....	27
3.2.2	Αποτελέσματα Β' φάσης.....	29
4	Συμπεράσματα.....	35
5	Παράρτημα	36
5.1	Ερωτηματολόγιο νοικοκυριών	36
5.2	Ερωτηματολόγιο επιχειρήσεων εστίασης	42
5.3	Δελτίο καταγραφής μετρήσεων	45

1 Συνοπτική περιγραφή

Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής πρωτοβουλίας COMPOSE υλοποιήθηκε πιλοτική δράση στο Δήμο Ανωγείων με στόχο την αξιολόγηση του δυναμικού βιομάζας ξυλείας για ενεργειακή αξιοποίησή της. Στη διάρκεια της δράσης πραγματοποιήθηκε:

- μελέτη των υφιστάμενων πρακτικών χρήσης της βιομάζας ξυλείας, μέσω διεξαγωγής πειραματικών μετρήσεων της ποιότητας του αέρα σε εσωτερικούς χώρους κατοικιών και στο εξωτερικό περιβάλλον και υλοποίησης έρευνας πεδίου με συνεντεύξεις σε κατοίκους και επαγγελματίες της περιοχής και χρήση δομημένου ερωτηματολογίου
- παροχή κατάλληλων τεχνικών συμβουλών για την αναβάθμιση των υφιστάμενων συστημάτων θέρμανσης, τη βελτίωση της ενεργειακής "συμπεριφοράς" των κατοίκων και την ενεργειακή αξιοποίηση των υπολειμμάτων βιομάζας της ευρύτερης περιοχής
- μελέτη δυναμικού κατασκευής μονάδας παραγωγής μικροτεμαχιδίων ξύλου (π.χ. pellets, wood chips) στην ευρύτερη περιοχή των Ανωγείων.

Ο Δήμος Ανωγείων ανήκει στην Περιφερειακή Ενότητα Ρεθύμνου της Περιφέρειας Κρήτης. Ανατολικά συνορεύει με τον Δήμο Μαλεβιζίου (Περιφερειακή Ενότητα (ΠΕ) Ηρακλείου), βόρεια με τον Δήμο Μυλοποτάμου (ΠΕ Ρεθύμνου), νότια με τον Δήμο Φαιστού (ΠΕ Ηρακλείου) και νοτιοδυτικά με τον Δήμο Αμαρίου (ΠΕ Ρεθύμνου). Οι δύο οικισμοί του Δήμου (Ανώγεια και Σείσαρχα) είναι χτισμένοι στις παρυφές του ορεινού όγκου του Ψηλορείτη με το μεγαλύτερο ποσοστό της έκτασης του Δήμου να χαρακτηρίζεται ως ορεινή.

Το κλίμα της περιοχής είναι εύκρατο με χαρακτηριστικά ορεινού τύπου. Η μέση ημερήσια θερμοκρασία το χειμώνα και το καλοκαίρι είναι 7,8 °C και 22,1 °C, αντίστοιχα. Κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών, το εύρος διακύμανσης της θερμοκρασίας περιβάλλοντος κινείται μεταξύ των τιμών -6 – 18,5 °C, ενώ κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών από 12,3- 36 °C. Γενικά, ο χειμώνας διαρκεί από τον Οκτώβριο μέχρι τον Απρίλιο και χαρακτηρίζεται ως βροχερός, ενώ το καλοκαίρι επικρατεί σχεδόν απόλυτη ανομβρία. Το χιόνι στην ορεινή περιοχή είναι συχνό, με μέσο ετήσιο αριθμό ημερών χιονιού τις 22. Οι άνεμοι οι οποίοι επικρατούν στην περιοχή είναι βορειοδυτικοί από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο και νότιοι από Δεκέμβριο μέχρι Μάρτιο.



Περιοχή: Δήμος Ανωγείων, Περιφερειακή
Ενότητα Ρεθύμνου
Γεωγραφικό πλάτος/μήκος: **35°15'N/24°53'E**
Έκταση: 130,958 km²
Υψόμετρο: ~800 m
Πληθυσμός: 2,379 (Απογραφή 2011)



Εικόνα 1: Απεικόνιση της υπό μελέτη περιοχής

2 Μεθοδολογία έρευνας πεδίου και μετρήσεων

Για τους σκοπούς της δράσης πραγματοποιήθηκε σειρά επισκέψεων στο Δήμο Ανωγείων, κατά τη διάρκεια του 2^{ου} εξαμήνου του 2017 και στις αρχές του 2018 προκειμένου να καταγραφούν ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα σε σχέση με τη χρήση βιομάζας ξυλείας στην ευρύτερη περιοχή. Ειδικότερα, οι επισκέψεις είχαν στόχο τη συλλογή πληροφοριών μέσω της συμπλήρωσης ερωτηματολογίων (για νοικοκυριά και εστιατόρια/ταβέρνες), τα οποία δημιουργήθηκαν αποκλειστικά για τους σκοπούς της συγκεκριμένης έρευνας από το Πολυτεχνείο Κρήτης.

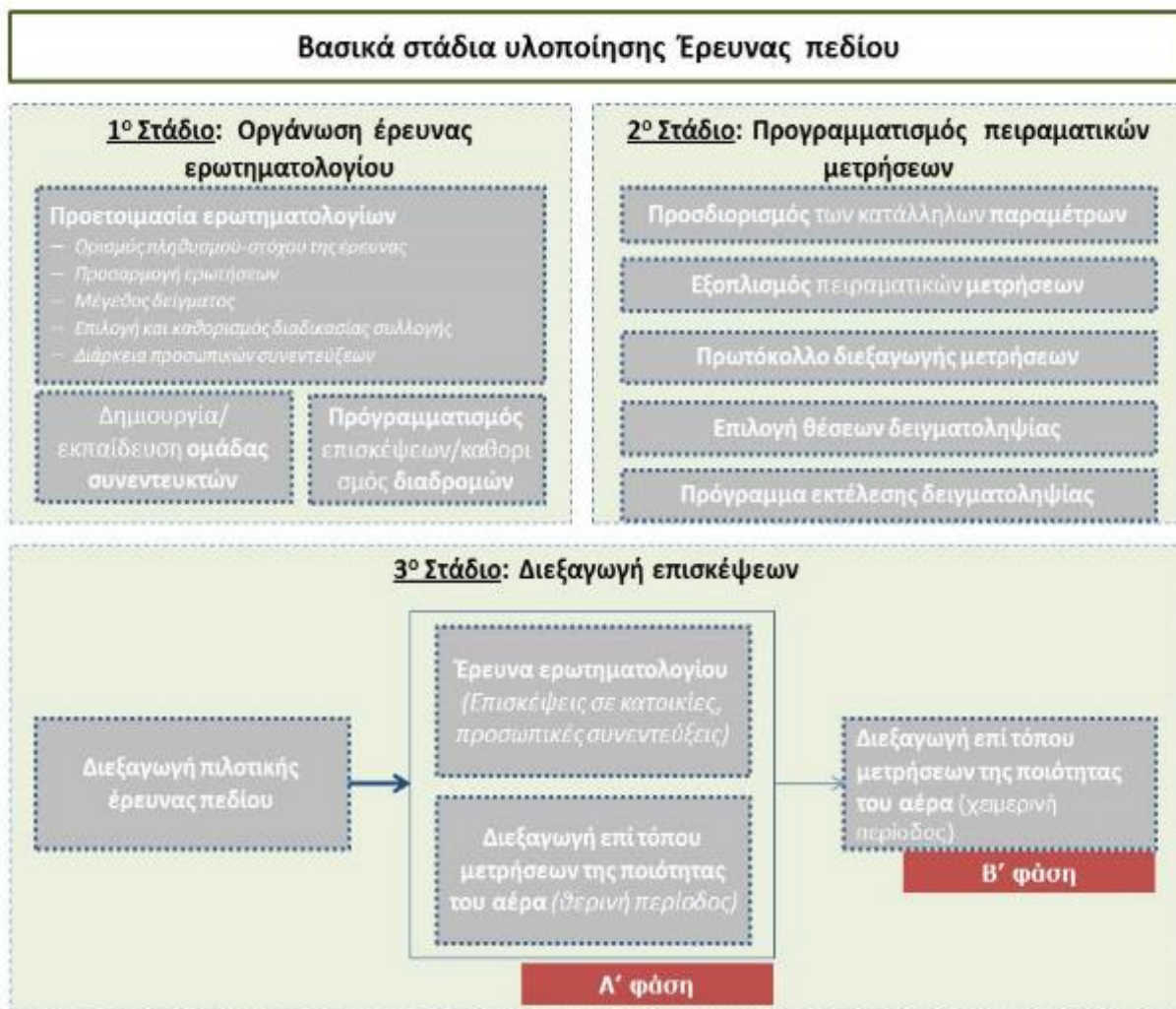
Παράλληλα, επιτόπιες μετρήσεις της ποιότητας αέρα έλαβαν χώρα σε επιλεγμένες θέσεις (εσωτερικούς χώρους κτηρίων και εξωτερικό περιβάλλον) με τη βοήθεια φορητών αναλυτών για την καταγραφή των συγκεντρώσεων αέριων ρύπων και αιωρούμενων σωματιδίων (CO₂, CO, NO, NO₂, VOCs, PM₁, PM_{2.5}, PM₄, PM₁₀, TPM).

Η μεθοδολογία της έρευνας περιελάμβανε 4 βασικά στάδια υλοποίησης (Εικόνα 2):

- Το **1^ο στάδιο** σχετίζονταν με την οργάνωση έρευνας μέσω ερωτηματολογίου για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τη χρήση βιομάζας ξυλείας στην ευρύτερη περιοχή του οικισμού των Ανωγείων (προετοιμασία δύο ειδικά δομημένων ερωτηματολογίων, εκπαίδευση ομάδας συνεντευκτών, προγραμματισμός επισκέψεων και καθορισμός των διαδρομών).
- Το **2^ο στάδιο** αφορούσε κυρίως τον προγραμματισμό των πειραματικών μετρήσεων της ποιότητας του αέρα σε επιλεγμένες θέσεις (ανοικτούς χώρους, εσωτερικούς και εξωτερικούς

χώρους κατοικιών) του οικισμού των Ανωγείων. Βασικές δραστηριότητες αποτέλεσαν: ο προσδιορισμός των παραμέτρων προς παρακολούθηση, η προμήθεια κατάλληλου εξοπλισμού, η σύνταξη του πρωτοκόλλου διεξαγωγής των μετρήσεων, η σύνταξη του δελτίου καταγραφής μετρήσεων, η επιλογή των θέσεων και η διαμόρφωση του χρονοδιαγράμματος δειγματοληψίας.

- Το **3^ο στάδιο** αναφέρεται στη διεξαγωγή επισκέψεων για τη συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών, την εκτέλεση των επιτόπιων μετρήσεων ποιότητας του αέρα και την καταγραφή των στοιχείων με βάση το σχετικό ερωτηματολόγιο. Η εκτέλεση του 3^{ου} σταδίου εξελίχθηκε σε 3 φάσεις (πιλοτική έρευνα, Α' φάση- θερινή μέτρηση, Β' φάση- χειμερινή μέτρηση).
- Το **4^ο στάδιο** αφορούσε την καταχώρηση των μετρήσεων και των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο σε βάση δεδομένων, που αναπτύχθηκε για τους σκοπούς του έργου, και τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των ερωτηματολογίων για τη χρήση βιομάζας ξυλείας, τον προσδιορισμό ποσοτήτων και την προέλευσή της, και των μετρήσεων ποιότητας του αέρα.





Εικόνα 2: Σχηματική απεικόνιση ερευνητικής μεθοδολογίας της πιλοτικής δράσης

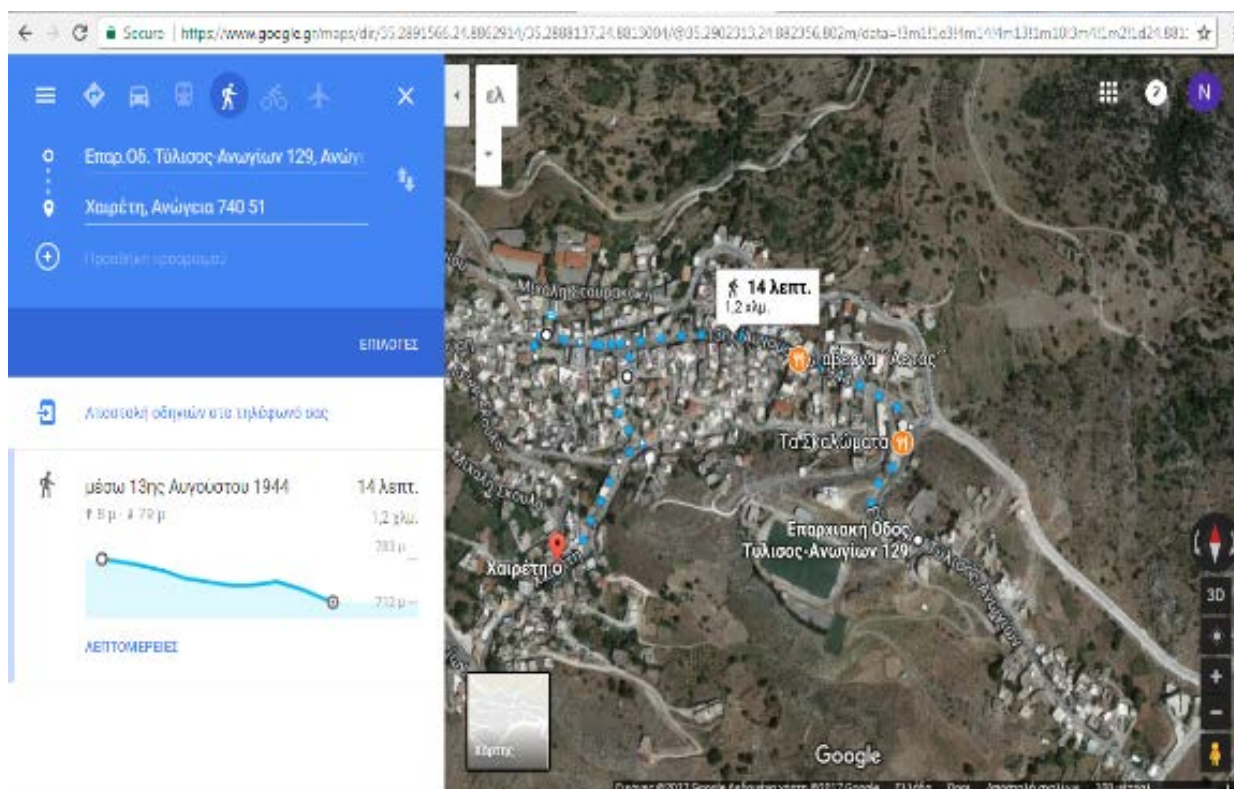
Προκειμένου να διασφαλιστεί η εγκυρότητα των μετρήσεων, πραγματοποιήθηκε πιλοτική έρευνα, πριν τη συστηματική εργασία πεδίου, σε συγκεκριμένες θέσεις στον οικισμό των Ανωγείων. Βασικοί στόχοι της έρευνας, που υλοποιήθηκε τον Αύγουστο του 2017, ήταν:

- ο έλεγχος καλής λειτουργίας και η βαθμονόμηση των οργάνων με σκοπό τη διασφάλιση της ακρίβειας και της ορθότητας των μετρήσεων,
- η βελτιστοποίηση του πρωτοκόλλου διεξαγωγής των μετρήσεων,
- η συλλογή αρχικών δεδομένων για την ποιότητα του αέρα κατά τη θερινή περίοδο στο Δήμο Ανωγείων (σε ανοικτούς χώρους και κατοικίες), τα οποία αποτέλεσαν βάση σύγκρισης με τις μετρήσεις που είχαν προγραμματιστεί να πραγματοποιηθούν τις επόμενες περιόδους.

Στην αρχική φάση υλοποίησης της πιλοτικής δράσης, διεξήχθη έρευνα για τη συλλογή στοιχείων με τη συμπλήρωση ερωτηματολογίου σε επιλεγμένο δείγμα 5 νοικοκυριών και 3 επιχειρήσεων εστίασης, ώστε να διαπιστωθεί η λειτουργικότητα των ερωτηματολογίων και να εντοπιστούν πιθανές ασάφειες.

Στο πλαίσιο της πιλοτικής έρευνας έλαβαν χώρα μετρήσεις σε σταθερές θέσεις κεντρικών σημείων της περιοχής των Ανωγείων (Εικόνα 3, Εικόνα 4). Συγκεκριμένα, οι θέσεις που επιλέχθηκαν προς εξέταση κατά μήκος της οδού «13^{ης} Αυγούστου 1944», ήταν: i. Δημοτικό θέατρο "Νίκου Ξυλούρη", ii. Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Ανωγείων (ΚΠΕ Ανωγείων), iii. Πλατεία Μεϊντάνι- Άγιος Γεώργιος, iv. Πλατεία Αρμί- Δημαρχείο.

Ενώ, οι θέσεις κατά μήκος της οδού Χαιρέτη, ήταν: i. Πλατεία Λιβιάδι- Περαιχωρί, ii. Οδός Χαιρέτη



Εικόνα 3: Αποτύπωση των κύριων διαδρομών στο πλαίσιο της πιλοτικής έρευνας



Εικόνα 4: Αποτύπωση θέσεων

Οι αρχικές (πιλοτικές) μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τον Αύγουστο του 2017 (16/8-19/8), με τα όργανα συνεχούς καταγραφής DustTrakDRX, MX6 iBRID και VentisMX4.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε έχει ως εξής:

Τις καθημερινές ημέρες πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις το μεσημέρι, εντός του διαστήματος 12.30 - 15.00 και δύο μετρήσεις το απόγευμα (19.30 - 22.00). Σε κάθε σημείο ελήφθησαν 4 μετρήσεις. Για τα Σάββατο (19/08/2017), οι ώρες ήταν διαφοροποιημένες σε σχέση με τις καθημερινές, λόγω των διαφορετικών χρήσεων των επιλεγμένων χώρων, του αριθμού επισκεπτών και των διαφορετικών συνηθειών των κατοίκων.

Το βήμα δειγματοληψίας για τα αιωρούμενα σωματίδια επιλέχτηκε ίσο με 15 min, ενώ για τις παραμέτρους CO, CO₂, NO, NO₂, VOCs τα 10 min.

Η διαδικασία της μέτρησης στους εσωτερικούς χώρους 5 επιλεγμένων κατοικιών (Εικόνα 5) υλοποιήθηκε, όταν οι ιδιοκτήτες βρίσκονταν εντός της κατοικίας τους και χωρίς να υφίσταται επίδραση κάποιας άλλης πηγής ρύπανσης τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό της κατοικίας (π.χ. κάπνισμα, χρήση ηλεκτρικής σκούπας, χρήση απορροφητήρα κ.λπ.) ή οικοδομικές εργασίες κ.α. αντίστοιχα, ενώ τα παράθυρα παρέμεναν “κλειστά”. Οι μετρήσεις αυτές αποτέλεσαν βάση για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας σε εσωτερικούς χώρους των νοικοκυριών που χρησιμοποιούν βιομάζα ξυλείας.



Εικόνα 5: Μετρήσεις ποιότητας του αέρα σε εσωτερικούς χώρους κατοικιών

2.1 Στόχος έρευνας

Στο πλαίσιο της δράσης υλοποιήθηκε έρευνα με τη χρήση ερωτηματολογίων προκειμένου να συλλεγούν ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα σχετικά με την υφιστάμενη χρήση βιομάζας ξυλείας στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Ανωγείων. Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα είχε ως στόχο:



- την καταγραφή των μεθόδων, των ποσοτήτων και του βαθμού χρήσης της βιομάζας ξυλείας στην περιοχή του οικισμού,
- την καταγραφή της προέλευσης της χρησιμοποιούμενης βιομάζας ξυλείας και την αποτύπωση των χρόνιων πρακτικών ενεργειακής αξιοποίησής της,
- τη διερεύνηση των βασικών γνώσεων/αντιλήψεων των κατοίκων και των επαγγελματιών της περιοχής σε σχέση με τη βιομάζα ξυλείας.

2.2 Περιγραφή

Η συλλογή των δεδομένων βασίστηκε σε προσωπικές συνεντεύξεις σε 50 νοικοκυριά και 10 επιχειρήσεις εστίασης. Οι κύριες ενότητες του ερωτηματολογίου για τα νοικοκυριά ήταν:

A. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΙΚΙΑΣ/ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΟΥ (αφορά τύπο, θέση, χρήση, ενοίκους)

B. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΙΚΙΑΣ (αφορά τύπο καυσίμου, συστήματα, τεχνολογίες, κατανάλωση, προέλευση κλπ.) και:

- **B1 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ**
- **B1.1 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ με εστίες καύσης παραδοσιακού ή νέου τύπου** (π.χ. τζάκι παραδοσιακό, τζάκι ενεργειακό, θερμάστρα/σόμπα ξύλου, ενεργειακή σόμπα ξύλου).
- **B2 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ, ΕΚΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

Γ. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΩΜΕΝΟΥ

Ενώ αντίστοιχα για τους επαγγελματίες εστίασης:

A. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ (αφορά τύπο, θέση, χρήση)

B. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (αφορά τύπο καυσίμου, συστήματα, τεχνολογίες, κατανάλωση, προέλευση κλπ.) και:

- **B1 ΧΡΗΣΕΙΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ**
- **B1.1 ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ ΜΑΓΕΙΡΕΜΑ** (π.χ. ξυλόφουρνος, ψησταριά)
- **B1.2 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ με εστίες καύσης παραδοσιακού ή νέου τύπου** (π.χ. τζάκι παραδοσιακό / ενεργειακό, θερμάστρα/σόμπα ξύλου, ενεργειακή σόμπα ξύλου).

Γ. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΩΜΕΝΟΥ

Ο πίνακας 1 παρουσιάζει την ομάδα εργασίας που συστάθηκε με σκοπό τη διεξαγωγή των συνεντεύξεων και τη συνδρομή στη διαδικασία των μετρήσεων ελέγχου ρύπανσης του αέρα στο δήμο.



Πίνακας 1: Ομάδα εργασίας της έρευνας πεδίου

Ονοματεπώνυμο	Ιδιότητα	Ρόλος
Σαββάκης Νικόλαος	Υπ. Διδάκτωρ / Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος	Επόπτης
Καλλέργης Νικόλαος	Φοιτητής/ Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος	Συνεντευκτής
Χαιρέτης Λυκούργος	Φοιτητής/ Σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης	Συνεντευκτής
Αεράκης Βασίλειος	Φοιτητής/ Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος	Συνεντευκτής
Σπαχής Ανδρέας	Μεταπτυχιακός Φοιτητής/ Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος	Συνεντευκτής

2.3 Μεθοδολογία πειραματικών μετρήσεων

Στόχος των πειραματικών μετρήσεων ήταν η μελέτη της ποιότητας του αέρα σε επιλεγμένες θέσεις (ανοικτούς χώρους, εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους κατοικιών) της περιοχής των Ανωγείων. Βασικά κριτήρια επιλογής της θέσης αποτέλεσαν:

- ο βαθμός χρήσης βιομάζας ξυλείας για την εξυπηρέτηση βασικών αναγκών (π.χ. θέρμανση, μαγείρεμα, κ.α.),
- η γειτνίαση με χώρους στους οποίους παρατηρείται αυξημένη χρήση βιομάζας και μεγάλη επισκεψιμότητα.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε σταθερά σημεία κατά μήκος της οδού «13^{ης} Αυγούστου 1944», καθώς και σε παράπλευρες οδούς εντός του οικισμού (οδός Σπιθούρη και οδός Χαιρέτη).

Επιπλέον, διεξήχθησαν μετρήσεις σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους 50 κατοικιών, οι οποίες χρησιμοποιούν βιομάζα ξυλείας με κύριο σκοπό τη θέρμανση. Οι πειραματικές μετρήσεις υλοποιήθηκαν με τη χρήση φορητών αναλυτών υπό διαφορετικές μετεωρολογικές συνθήκες. Συνοπτικά, οι ερευνητικοί στόχοι της μελέτης ήταν:

- να καταγραφούν τα επίπεδα συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων και των αέριων ρύπων κατά τη θερινή και χειμερινή περίοδο,
- να συγκριθούν τα αποτελέσματα με τα σχετικά πρότυπα διεθνών οργανισμών και τα αποτελέσματα άλλων σχετικών μελετών,
- να εξεταστεί η επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών στις μετρήσεις.

2.3.1 Εξοπλισμός μετρήσεων

Η συσκευή DustTrak DRX 8534 (Εικόνα 6) έχει τη δυνατότητα μέτρησης κλασμάτων αιωρούμενων σωματιδίων σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Πρόκειται για φορητό όργανο το οποίο καταγράφει σε πραγματικό χρόνο τη συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων αεροδυναμικής διαμέτρου 1, 2, 5, 4 και 10 μm .



Εικόνα 6: Όργανο
DustTrak DRX 8534

Η συσκευή MX6 iBRID (Εικόνα 7) μετρά ταυτόχρονα τη συγκέντρωση έξι αερίων. Το σύστημα μπορεί να ανιχνεύσει την ύπαρξη εκρηκτικών αερίων και να καταγράψει τιμές για πλήθους άλλων όπως τα CH_4 , CO_2 , VOCs CO , NH_3 , H_2S , SO_2 , NO , NO_2 κ.α.



Εικόνα 7: Συσκευή MX6
iBRID

Ο ηλεκτρονικός φορητός ανιχνευτής πολλαπλών εκρηκτικών και άλλων τοξικών αερίων VENTIS MX4 (Εικόνα 8) αποτελεί όργανο, κατάλληλο για την ταυτόχρονη μέτρηση συγκέντρωσης έως συνολικά τεσσάρων αερίων.



Εικόνα 8: Συσκευή
VENTIS MX4

Εχει τη δυνατότητα να καταγράφει δεδομένα συγκέντρωσης εύφλεκτων αερίων χρησιμοποιώντας κατάλληλο αισθητήρα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε εσωτερικούς όσο και εξωτερικούς χώρους.

2.3.2 Πρωτόκολλο διεξαγωγής μετρήσεων

Οι βασικές κατηγορίες παραμέτρων παρακολούθησης για τους χώρους που μελετήθηκαν είναι:

- μετεωρολογικές: θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου.
- ελέγχου ρύπανσης αέρα: συγκέντρωση μάζας αιωρούμενων σωματιδίων (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, PM_{4} , PM_{10} , TPM), συγκέντρωση αερίων ρύπων (CO , CO_2 , NO , NO_2 , VOCs, εύφλεκτα αέρια).

Για το χαρακτηρισμό των συνθηκών στο εξωτερικό περιβάλλον (ανοικτούς χώρους, εξωτερικούς χώρους κατοικιών) χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα θερμοκρασίας ($^{\circ}\text{C}$), σχετικής υγρασίας (RH %), ταχύτητας (m/s) και διεύθυνσης ανέμου από το μετεωρολογικό σταθμό Ανωγείων (<http://penteli.meteo.gr/stations/anogeia/>). Οι μετρήσεις στους εσωτερικούς χώρους των κατοικιών πραγματοποιήθηκαν με χρήση φορητού μετεωρολογικού σταθμού.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται συνοπτικά οι βασικές παράμετροι και τα κύρια χαρακτηριστικά των οργάνων μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν.

Πίνακας 2: Βασικές παράμετροι και όργανα μέτρησης

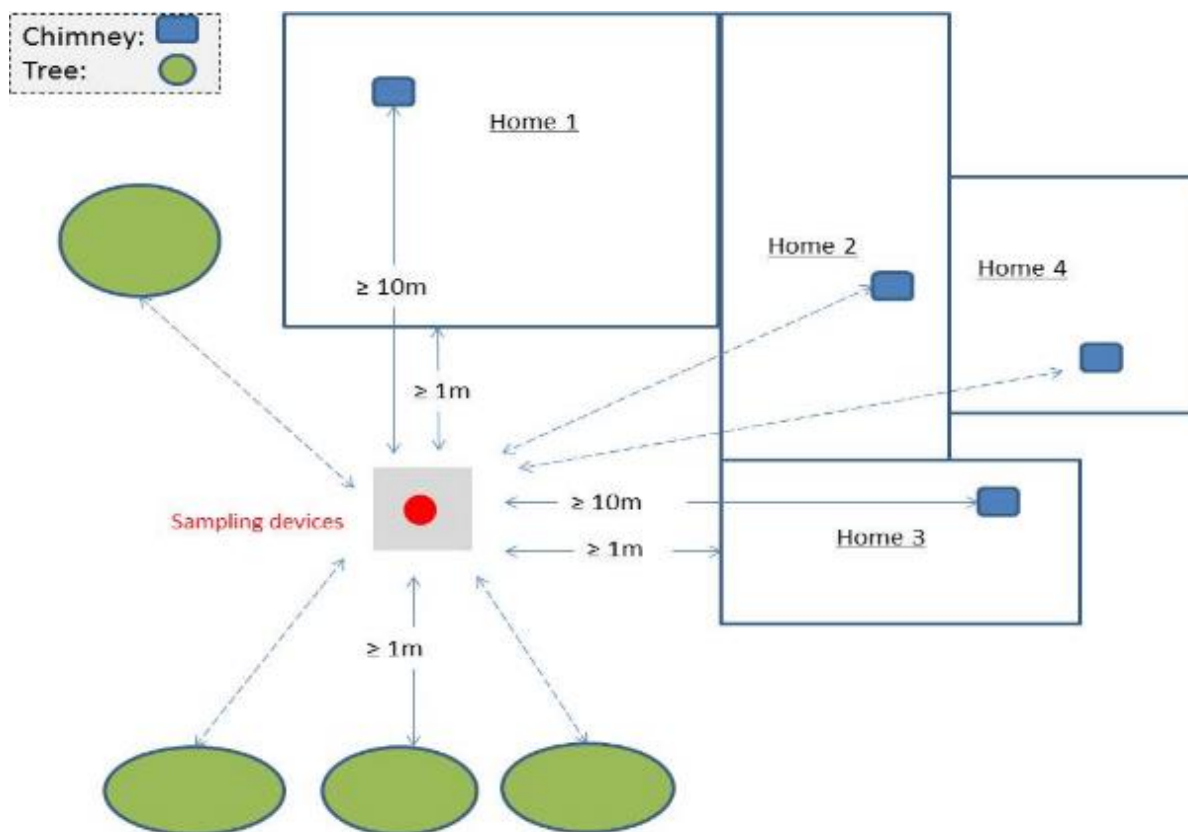
Παράμετρος	Όργανο Μέτρησης	Εύρος Λειτουργίας	Ακρίβεια οργάνου
Θερμοκρασία	Μετεωρολογικός σταθμός Ανωγείων	-	-
Σχετική Υγρασία			
Ταχύτητα ανέμου			
Διεύθυνση ανέμου			
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	MX6 iBRID	0-1.000 ppm	± 5%
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)		0-5%	± 5%
Μονοξείδιο του αζώτου (NO)		0-1.000 ppm	± 1 ppm
Διοξείδιο του αζώτου (NO ₂)		0-100 ppm	± 6%
Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs)		0-2.000 ppm	± 10%
Συγκέντρωση μάζας αιωρούμενων σωματιδίων εσωτερικού & εξωτερικού περ/ντος (PM ₁ , PM _{2,5} , PM ₄ , PM ₁₀ , TPM)	Dust Trak DRX 8534 (handheld)	0,001 - 150 mg/m ³	±0,01% ή 0,001 mg/m ³
Εύφλεκτα αέρια	Ventis MX4	0-100% LEL	

Η διεξαγωγή των μετρήσεων στις επιλεγμένες θέσεις υλοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Η Α' φάση δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε από 27 Σεπτεμβρίου – 8 Οκτωβρίου 2017, παράλληλα με την έρευνα ερωτηματολογίου. Στόχος της Α' φάσης δειγματοληψίας ήταν ο έλεγχος της ποιότητας του αέρα πριν την έναρξη της περιόδου λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης στην υπό μελέτη περιοχή.

Η Β' φάση δειγματοληψίας υλοποιήθηκε (20 Δεκεμβρίου 2017 – 20 Φεβρουαρίου 2018) με σκοπό την καταγραφή της μεταβολής των παραμέτρων σε περίοδο αυξημένης χρήσης βιομάζας στον οικισμό των Ανωγείων.

Οι μετρήσεις στο περιβάλλον πραγματοποιήθηκαν λαμβάνοντας υπόψη:

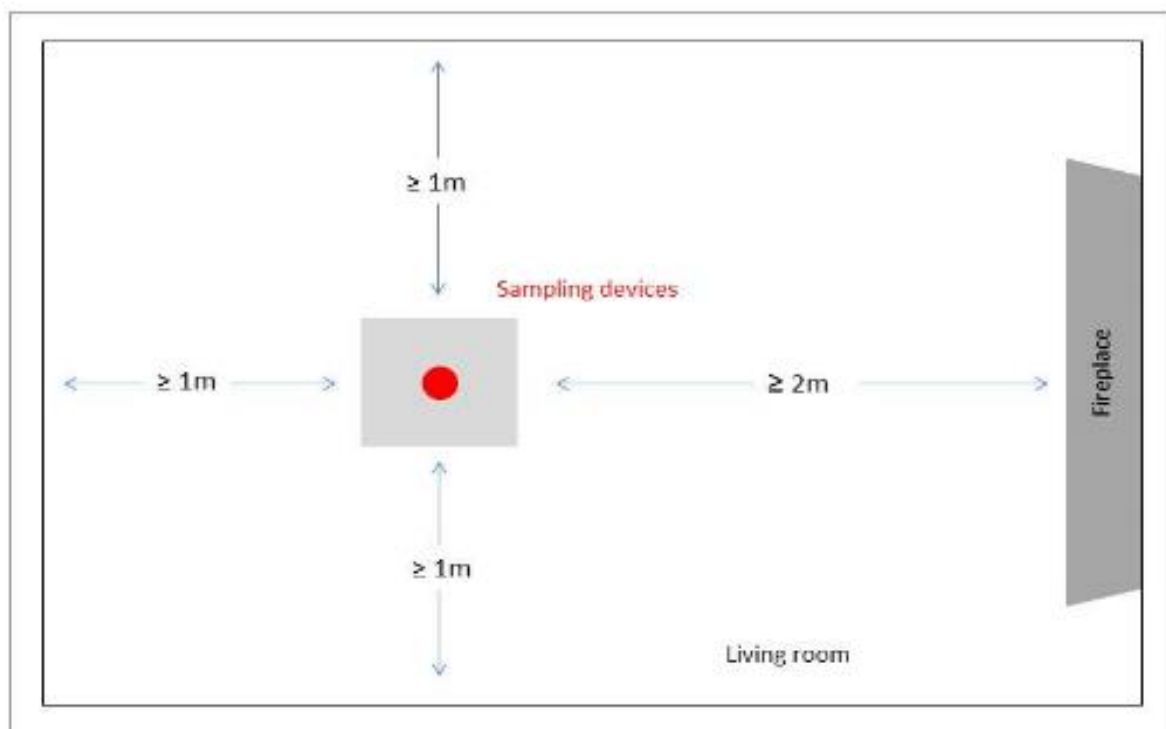
- δείγματα αέρα εξωτερικού περιβάλλοντος δεν λαμβάνονται από σημεία που βρίσκονται σε απόσταση $\leq 1\text{m}$ από παρακείμενα κτίρια (πρότυπο ISO 16000-1),
- οι μετρήσεις δεν πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια βροχόπτωσης λόγω αυξημένου ποσοστού υγρασίας,
- αποφεύγονται σημεία που είναι εκτεθειμένα σε ηλιακή ακτινοβολία,
- αποφεύγονται σημεία στα οποία παρατηρείται δραστηριότητα ικανή να επηρεάσει την ποιότητα των μετρήσεων (π.χ. οικοδομικές εργασίες),
- αποφεύγονται σημεία τα οποία βρίσκονται σε απόσταση $\leq 10\text{m}$ από τοπικές πηγές παραγωγής ρύπων (π.χ. καπνοδόχους, κλιματιστικές μονάδες, συστήματα εξαερισμού),
- η τοποθέτηση των οργάνων γίνεται σε απόσταση τουλάχιστον 1m από δέντρα και κάθετες επιφάνειες (π.χ. τοίχο) και σε ύψος από 1,5 - 2m από το επίπεδο του δρόμου (αναπνεύσιμο κλάσμα).



Εικόνα 9: Σχηματική απεικόνιση επιλογής θέσης δειγματοληψίας

Οι θέσεις τοποθέτησης των οργάνων στους εσωτερικούς χώρους κατοικιών είναι συμβατές με τις συνθήκες που περιγράφονται στο πρότυπο ISO 16000-1:

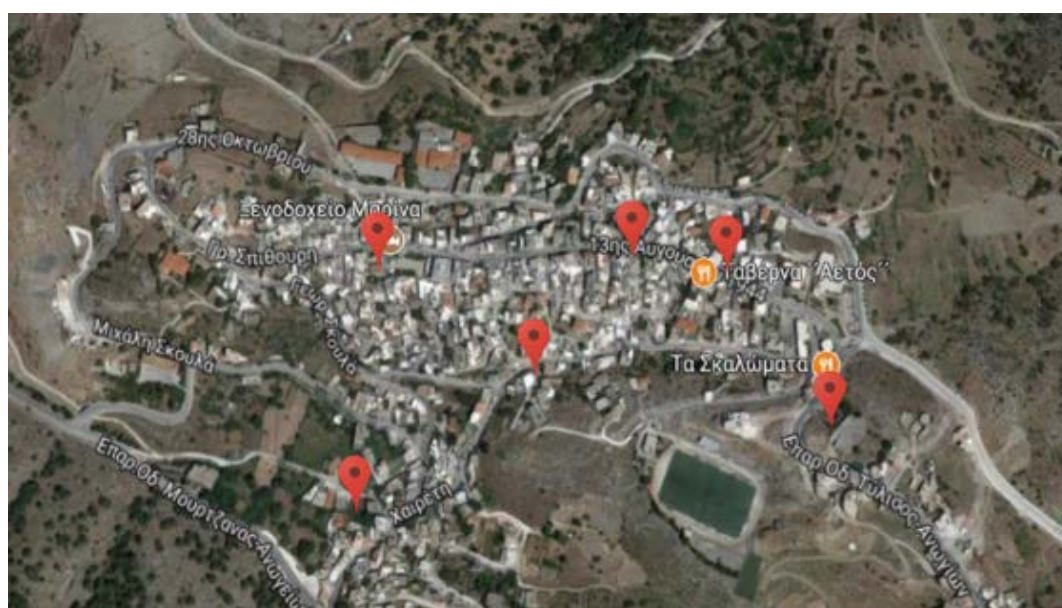
- το κέντρο του χώρου είναι το καταλληλότερο σημείο για τη δειγματοληψία ωστόσο στις περιπτώσεις που αυτό δεν είναι εφικτό ελήφθησαν υπόψη τα ακόλουθα:
 - Ο η τοποθέτηση των οργάνων πραγματοποιήθηκε σε απόσταση τουλάχιστον 1m από τους τοίχους, 2m από την εστία καύσης και σε ύψος από 0,8 - 1,1m από το δάπεδο,
 - Ο στη διάρκεια της δειγματοληψίας αποφεύχθηκε η υλοποίηση παράλληλων δραστηριοτήτων, οι οποίες πιθανόν θα επηρέαζαν σημαντικά την ποιότητα (π.χ. λειτουργία απορροφητήρα, γενική καθαριότητα σπιτιού, κάπνισμα κ.λπ.) των μετρήσεων.



Εικόνα 10: Θέση τοποθέτησης των μετρητικών συσκευών στο εσωτερικό κατοικίας

2.3.3 Προσδιορισμός θέσεων δειγματοληψίας

Οι πειραματικές μετρήσεις διεξήχθησαν σε 6 επιλεγμένες θέσεις ανοικτών χώρων εντός του οικισμού των Ανωγείων (Εικόνα 11). Βασικό κριτήριο επιλογής των θέσεων αυτών αποτέλεσε η γειτνίαση με χώρους όπου παρατηρείται αυξημένη χρήση βιομάζας (π.χ. χώρους εστίασης, κατοικίες με παραδοσιακά τζάκια κλπ.) και μεγάλη επισκεψιμότητα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.



Εικόνα 11: Αποτύπωση θέσεων δειγματοληψίας σε ανοικτούς χώρους

• **Θέση 1: Δημοτικό θέατρο "Νίκου Ξυλούρη"**



Θέση δειγματοληψίας	Περίοδος δειγματοληψίας
Το σημείο μέτρησης βρίσκεται στη συνοικία Μετόχι, παραπλεύρως της κεντρικής οδού και σε υψόμετρο 784m. Γειτνιάζει με 3 χώρους μαζικής εστίασης (απόσταση 30 m). Η δειγματοληψία διεξήχθη στην είσοδο το θεάτρου και σε ύψος περίπου 3m από το επίπεδο του δρόμου.	Θερινή περίοδος: 16-19/8/2017 27-28/9/2017
	Χειμερινή περίοδος: 20/12/2017 – 15/2/2018

• **Θέση 2: ΚΠΕ Ανωγείων**



Θέση δειγματοληψίας	Περίοδος δειγματοληψίας
Η θέση μέτρησης βρίσκεται παραπλεύρως της οδού 13 ^{ης} Αυγούστου 1944, σε υψόμετρο 770m και γειτνιάζει με 4 χώρους μαζικής εστίασης (απόσταση περίπου 20m). Η δειγματοληψία διεξήχθη στον προαύλιο χώρο του ΚΠΕ και σε ύψος περίπου 4m από το επίπεδο του δρόμου.	Θερινή περίοδος: 16-19/8/2017 29-30/9/2017
	Χειμερινή περίοδος: 20/12/2017 – 15/2/2018

• **Θέση 3: Πλατεία Μεϊντάνι**



Θέση δειγματοληψίας	Περίοδος δειγματοληψίας
Το σημείο μέτρησης τοποθετείται μεταξύ της κεντρικής και της περιφερικής οδού του οικισμού σε υψόμετρο 750m. Σε μικρή απόσταση υπάρχουν χώροι εστίασης και κατοικίες. Η δειγματοληψία διεξήχθη στην είσοδο της εκκλησίας του Αγίου Γεωργίου σε ύψος περίπου 1,8m από το επίπεδο του δρόμου.	Θερινή περίοδος: 16-19/8/2017 2-3/10/2017
	Χειμερινή περίοδος: 20/12/2017 – 15/2/2018

• **Θέση 4: Πλατεία Αρμί - Δημαρχείο**



Θέση δειγματοληψίας	Περίοδος δειγματοληψίας
Το σημείο μέτρησης βρίσκεται στο κέντρο του οικισμού, και παραπλεύρως του Δημαρχείου και της κεντρικής οδού. Πλησίον της επιλεγμένης θέσης υπάρχουν χώροι εστίασης, καταστήματα, παλιές κατοικίες κ.α. Η δειγματοληψία διεξήχθη στο κέντρο της πλατείας και σε ύψος περίπου 2m από το επίπεδο του δρόμου.	Θερινή περίοδος: 16-19/8/2017 4-5/10/2017
	Χειμερινή περίοδος: 20/12/2017 – 15/2/2018

• **Θέση 5: Πλατεία "Λιβιάδι" - Περαιχώρι**



Θέση δειγματοληψίας	Περίοδος δειγματοληψίας
Το σημείο μέτρησης βρίσκεται στην συνοικία με το χαμηλότερο υψόμετρο (710m), γειτνιάζει με χώρους μαζικής εστίασης (απόσταση 10m), καταστήματα, μουσεία και κατοικίες. Η δειγματοληψία διεξήχθη στο προαύλιο χώρο του Ι.Ν. της Παναγίας και σε ύψος περίπου 1,8m από το επίπεδο του δρόμου.	Θερινή περίοδος: 16-19/8/2017 6-7/10/2017
	Χειμερινή περίοδος: 20/12/2017 – 15/2/2018

• **Θέση 6: Οδός Χαιρέτη**



Θέση δειγματοληψίας	Περίοδος δειγματοληψίας
Το σημείο μέτρησης βρίσκεται στη νότια πλευρά του οικισμού και σε υψόμετρο περίπου 745m. Περιμετρικά τοποθετούνται παλιές και νέες κατοικίες. Η δειγματοληψία διεξήχθη σε μικρή πλατεία παραπλεύρως της οδού Χαιρέτη και σε ύψος περίπου 1,8m από το επίπεδο του δρόμου.	Θερινή περίοδος: 16-19/8/2017 27-28/9/2017
	Χειμερινή περίοδος: 20/12/2017 – 15/2/2018

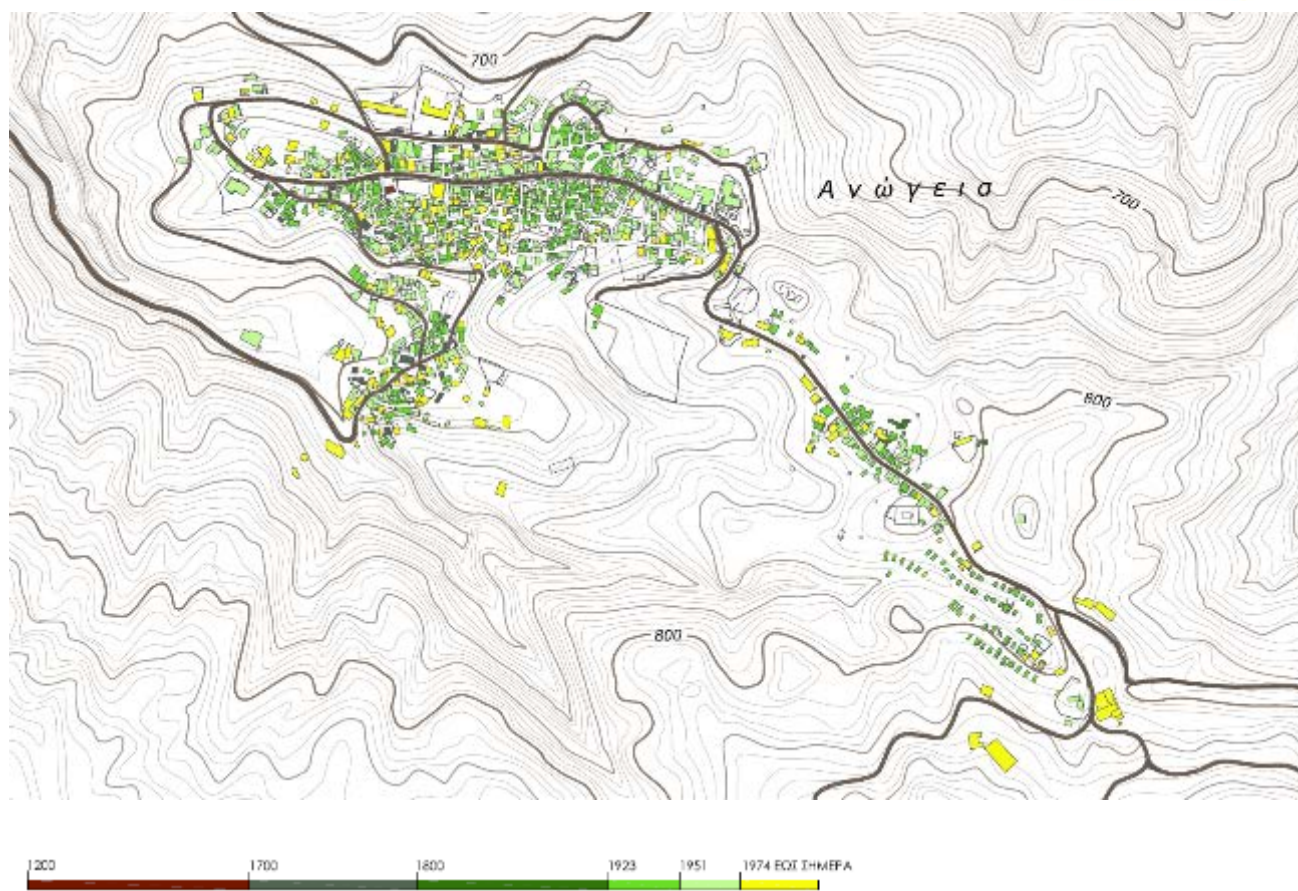
Παράλληλα, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ποιότητας του αέρα σε επιλεγμένα νοικοκυριά τα οποία χρησιμοποιούν βιομάζα ξυλείας για θέρμανση (τζάκια ή σόμπες, κ.α.) ή/και άλλες χρήσεις (π.χ. μαγείρεμα). Για τη λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος ελέγχου (νοικοκυριά) και βέλτιστης χωρικής κατανομής, πραγματοποιήθηκε διαίρεση του οικισμού σε 5 κύριες ζώνες (Εικόνα 12).

Κύρια κριτήρια επιλογής των ζωνών ελέγχου αποτέλεσαν η πυκνότητα δόμησης, η χωρική κατανομή, η χρονολόγηση του κτιριακού αποθέματος (Εικόνα 13), τα ειδικά ενεργειακά χαρακτηριστικά των κτιρίων (π.χ. ενεργειακό τζάκι, παραδοσιακό τζάκι). Συγκεκριμένα, οι 5 ζώνες που επιλέχθηκαν, είναι:

- Συνοικία Μετόχι,
- Συνοικία Άγιος Γεώργιος,
- Συνοικία Μεσοχωριά,
- Συνοικία Περαχώρι,
- Συνοικία Λαγγός.



Εικόνα 12: Αποτύπωση των ζωνών δειγματοληψίας σε χώρους κατοικιών



Χρονολόγηση κτιριακού αποθέματος_οικισμός Ανώγειο, Δήμου Ανώγεΐων, Ν. Ρεθύμνης

Εικόνα 13: Αποτύπωση του κτιριακού αποθέματος με σειρά χρονολόγησης

• Συνοικία Μετόχι



Θέση δειγματοληψίας	Περίοδος δειγματοληψίας
Η συνοικία Μετόχι βρίσκεται στην νοτιοανατολική (ΝΑ) πλευρά του οικισμού των Ανωγείων με μέσο υψόμετρο 795m. Αποτελείται κυρίως από παλιές και νεότερες ισόγειες κατοικίες και διπλοκατοικίες, κτισμένες παραπλεύρως της επαρχιακής οδού η οποία συνδέει τον οικισμό με την πόλη του Ηρακλείου. Στην τοποθεσία βρίσκεται επίσης το δημοτικό θέατρο Νίκος Ξυλούρης.	Θερινή περίοδος: 16-19/8/2017 18-19/9/2017
	Χειμερινή περίοδος: 20/12/2017 – 15/2/2018
Αριθμός σημείων δειγματοληψίας (κατοικίες):	n=5
Αριθμός ερωτηματολογίων (νοικοκυριά)	n=5
Αριθμός ερωτηματολογίων (επιχειρήσεις εστίασης)	n=2

• Συνοικία Άγιος Γεώργιος



Θέση δειγματοληψίας	Περίοδος δειγματοληψίας
Η συνοικία τοποθετείται στην βορειοανατολική (ΒΑ) πλευρά του οικισμού με μέσο υψόμετρο 750m. Αποτελείται κυρίως από παλιές και νεότερες ισόγειες ή διώροφες κατοικίες και διπλοκατοικίες, κτισμένες μεταξύ της κεντρικής οδού 13 ^η Αυγούστου 1944 και της περιφερειακής οδού. Στο κέντρο της συνοικίας είναι η πλατεία "Μεϊντάνι" και η εκκλησία του Αγίου Γεωργίου.	Θερινή περίοδος: 16-19/8/2017 20-22/9/2017
	Χειμερινή περίοδος: 20/12/2017 – 15/2/2018
Αριθμός σημείων δειγματοληψίας (κατοικίες):	n=15
Αριθμός ερωτηματολογίων (νοικοκυριά)	n=15
Αριθμός ερωτηματολογίων (επιχειρήσεις εστίασης)	n=3

• Μεσοχώρια



Θέση δειγματοληψίας	Περίοδος δειγματοληψίας
Η συνοικία Μεσοχωριά αποτελεί την μεγαλύτερη σε έκταση και πληθυσμό γειτονιά του οικισμού των Ανωγείων. Η δόμηση της είναι ιδιαίτερα πυκνή με στενούς δρόμους, και αποτελείται κυρίως από παλιές ισόγειες και διώροφες κατοικίες. Η συνοικία αναπτύσσεται περιμετρικά της κεντρικής πλατείας "Αρμί", στην οποία βρίσκεται το Δημαρχείο.	Θερινή περίοδος: 25-24/9/2017
	Χειμερινή περίοδος: 20/12/2017 15/2/2018
Αριθμός σημείων δειγματοληψίας (κατοικίες):	n=15
Αριθμός ερωτηματολογίων (νοικοκυριά)	n=15
Αριθμός ερωτηματολογίων (επιχειρήσεις εστίασης)	n=2

• Συνοικία Περαχώρι



Θέση δειγματοληψίας	Περίοδος δειγματοληψίας
Η συνοικία τοποθετείται στο χαμηλότερο σημείο του οικισμού με μέσο υψόμετρο 710m και αποτελείται κυρίως από παλιές ισόγειες ή διώροφες κατοικίες. Στο κέντρο της συνοικίας βρίσκεται η πλατεία "Λιβάδι" και η εκκλησία της Παναγίας. Θεωρείται η συνοικία με την μεγαλύτερη τουριστική ανάπτυξη.	Θερινή περίοδος: 16-19/8/2017 25-26/9/2017
	Χειμερινή περίοδος: 20/12/2017 15/2/2018
Αριθμός σημείων δειγματοληψίας (κατοικίες):	n=5
Αριθμός ερωτηματολογίων (νοικοκυριά)	n=5
Αριθμός ερωτηματολογίων (επιχειρήσεις εστίασης)	n=2

• Συνοικία Λαγγός



Θέση δειγματοληψίας	Περίοδος δειγματοληψίας
Η συνοικία βρίσκεται στην νότια πλευρά του οικισμού με μέσο υψόμετρο 750m. Αποτελείται από παλιές και νεότερες ισόγειες ή διώροφες κατοικίες και διπλοκατοικίες, κτισμένες παραπλεύρως της οδού Χαϊρέτη.	Θερινή περίοδος: 16-19/8/2017 27-28/9/2017
	Χειμερινή περίοδος: 20/12/2017 – 15/2/2018
Αριθμός σημείων δειγματοληψίας (κατοικίες):	n=10
Αριθμός ερωτηματολογίων (νοικοκυριά)	n=10
Αριθμός ερωτηματολογίων (επιχειρήσεις εστίασης)	n=0

3 Αποτελέσματα

Στο πλαίσιο διερεύνησης των υφιστάμενων πρακτικών χρήσης της βιομάζας ξυλείας στην περιοχή των Ανωγείων, προέκυψε σημαντικός όγκος δεδομένων και αποτελεσμάτων. Στην παρούσα έκθεση παρουσιάζονται τα κυριότερα αποτελέσματα από την έρευνα ερωτηματολογίου και τη διαδικασία εκτέλεσης πειραματικών μετρήσεων (Α' και Β' φάση).

3.1 Ποιοτικά αποτελέσματα έρευνας

3.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά νοικοκυριών

Η πλειοψηφία των κατοικιών του δείγματος είναι ιδιόκτητες μονοκατοικίες ή διπλοκατοικίες, επιφάνειας 80 - 120 m², οι οποίες είχαν κατασκευαστεί την περίοδο 1960-1995. Ο μέσος αριθμός ενοίκων ανά νοικοκυριό ήταν 3,56 ($\pm 1,13$), οι οποίοι απασχολούνται είτε ως μισθωτοί/ελεύθεροι επαγγελματίες είτε ως αγροτοκτηνοτρόφοι. Γενικά, το μέσο οικογενειακό εισόδημα των νοικοκυριών της περιοχής δεν ξεπερνά τις 20.000 €/έτος και συνεπώς εμπίπτει στις κατηγορίες των χαμηλών εισοδημάτων.

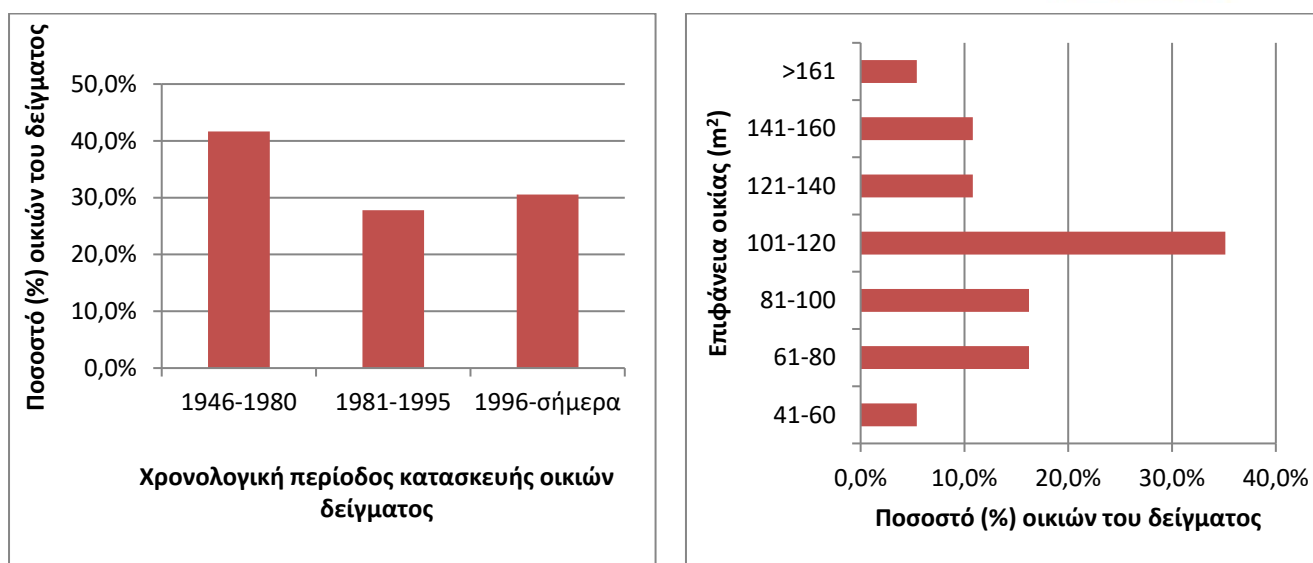
Η πλειοψηφία των ηλικιωμένων κατοίκων της περιοχής, οι οποίοι είναι κυρίως συνταξιούχοι με χαμηλό εισόδημα, διαμένει σε παλαιές κατοικίες (κατασκευής πριν 1980) με μικρή επιφάνεια, ενώ οι οικογένειες με μεγαλύτερο αριθμό μελών (≥ 4) κατοικούν σε νεότερες οικίες με επιφάνεια μεγαλύτερη των 100 m². Τέλος, το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων (69,4%) που συμμετείχαν στην έρευνα έχει ολοκληρώσει τη φοίτησή του στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ενώ περίπου 20% των συμμετεχόντων έχει πραγματοποιήσει πανεπιστημιακές σπουδές.



Εικόνα 14: Επίσκεψη – Επιτόπου έρευνα σε παλαιού τύπου οικία στην περιοχή μελέτης



Εικόνα 15: Έρευνα ερωτηματολογίου σε κατοικία στην περιοχή μελέτης



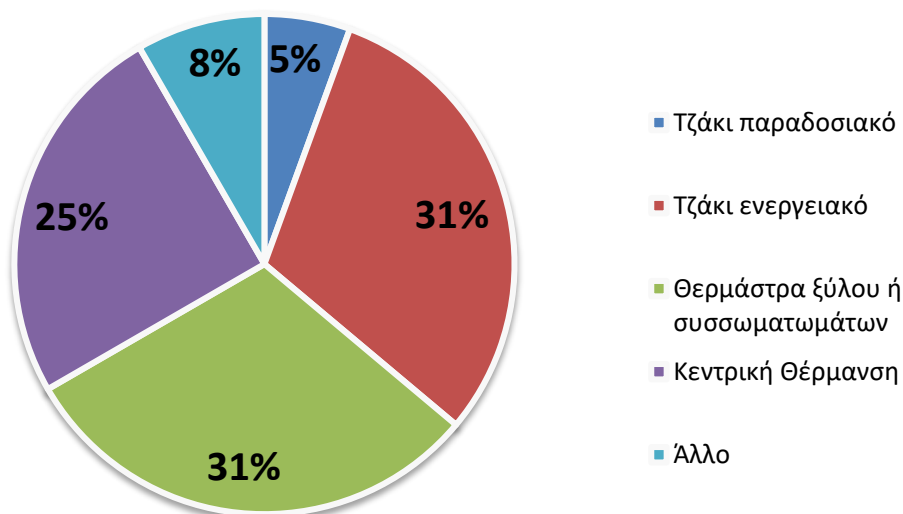
Διάγραμμα 1: Έτος κατασκευής και επιφάνεια (m²) των οικιών του δείγματος

3.1.2 Ενεργειακά χαρακτηριστικά των κατοικιών

Από την ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την έρευνα ερωτηματολογίου προκύπτει πως το 31% των νοικοκυριών του δείγματος χρησιμοποιούν ως βασικό σύστημα θέρμανσης το ενεργειακό τζάκι, ενώ το 30,6 % κάνει χρήση παραδοσιακής θερμάστρας ξύλου για τη θέρμανση των χώρων της οικίας του (Διάγραμμα 2). Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι περίπου το 72% των νοικοκυριών του δείγματος χρησιμοποιεί συμπληρωματικό σύστημα θέρμανσης, με το παραδοσιακό τζάκι, σε ποσοστό 46%, να αποτελεί τη συνηθέστερη πρακτική (Πίνακας 3). Η ανωτέρω παρατήρηση αφορά κυρίως τις νεότερες και μεγαλύτερης επιφάνειας οικίες, στις οποίες διαμένουν οικογένειες με περισσότερα από 3 μέλη (συνήθως οικογένειες με παιδιά) και χρησιμοποιούν ως βασικό σύστημα την κεντρική θέρμανση. Η πλειοψηφία των νοικοκυριών του δείγματος, ανεξάρτητα από το μορφωτικό και το βιοτικό επίπεδο των μελών τους, χρησιμοποιεί τουλάχιστον μια εστία καύσης προκειμένου να θερμάνει περισσότερους από 2 χώρους στη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης.

Πιο συγκεκριμένα, τα στοιχεία της ανάλυσης έδειξαν ότι στις παλαιότερες και μικρότερης επιφάνειας κατοικίες, οι οποίες αποτελούν περίπου το 40% του δείγματος, καταγράφεται ποσοστό χρήσης των παλαιού τύπου συστημάτων θέρμανσης (θερμάστρα ξύλου, παραδοσιακό τζάκι) ίσο με 60,7%, ενώ στην πλειοψηφία των νεότερων και μεγαλύτερων οικιών, οι οποίες αποτελούν περίπου το 60% του δείγματος, χρησιμοποιείται ως βασικό σύστημα θέρμανσης είτε το ενεργειακό τζάκι (38,1%) είτε η κεντρική θέρμανση (33,3%).

Κύριοι τύποι συστημάτων θέρμανσης (χρήση ως βασικό σύστημα)



Διάγραμμα 2: Κύριοι τύποι θέρμανσης που καταγράφονται στις οικίες του δείγματος της περιοχής μελέτης

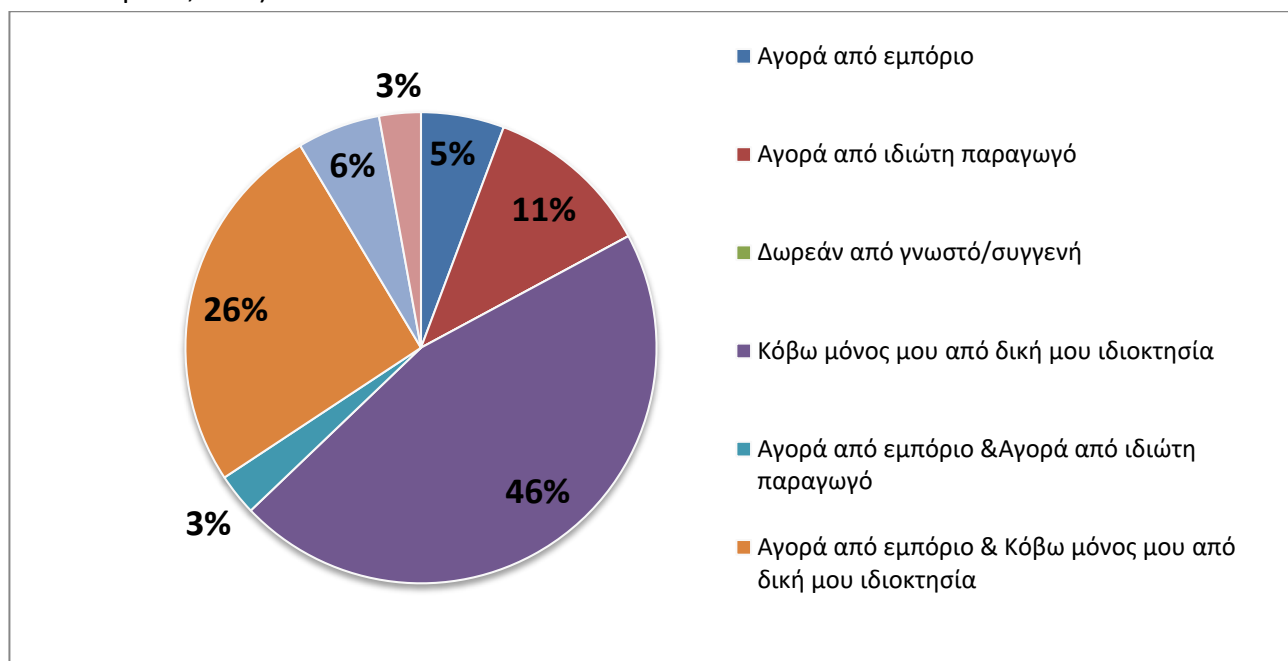
Πίνακας 3: Βαθμός χρήσης των κύριων τεχνολογιών θέρμανσης

Κύριες τεχνολογίες θέρμανσης	Είδος χρήσης	
	Βασικό σύστημα (n=50)	Συμπληρωματικό σύστημα (n=36)
Τζάκι παραδοσιακό	5,6%	47%
Τζάκι ενεργειακό	31%	3%
Θερμάστρα ξύλου ή συσσωματωμάτων	31%	17%
Κεντρική Θέρμανση (πετρέλαιο)	25%	11%
Θερμάστρα πετρελαίου	0%	0%
Θερμάστρα ηλεκτρική	0%	19%
Θερμάστρα υγραερίου	0%	0%
Συσκευές κλιματισμού	0%	3%
Αντλία θερμότητας	0%	0%
Θερμοσυσσωρευτές	0%	0%
Άλλο (Λέβητας Βιομάζας-πυρηνόξυλου ελιάς)	8,3 %	0%

3.1.3 Καταγραφή χρήσης συστημάτων θέρμανσης στην περιοχή μελέτης

Η περίοδος θέρμανσης στην περιοχή μελέτης είναι περίπου 6 μήνες και διαρκεί από τον Οκτώβριο έως το Μάιο, με τη μέση ημερήσια διάρκεια λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης να κυμαίνεται από 12

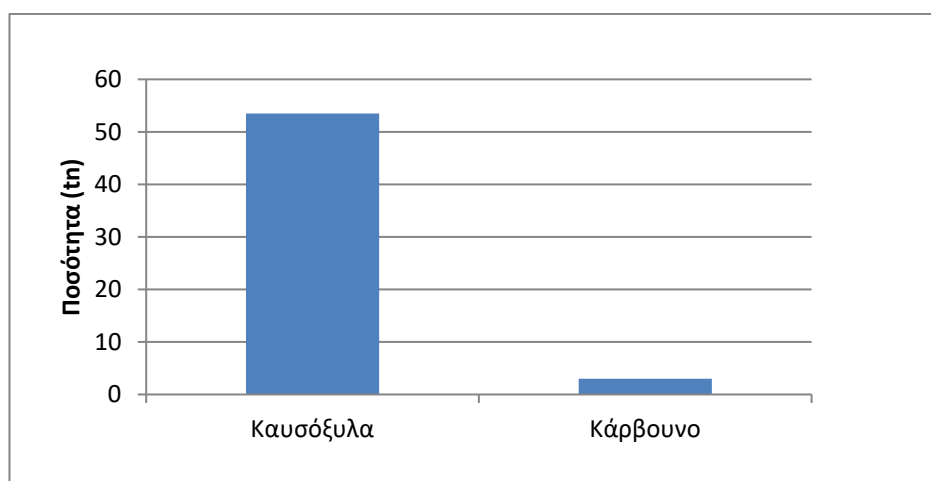
έως 16 ώρες (έτη αναφοράς: 2015, 2016, 2017). Στο 61,1% των νοικοκυριών της περιοχής των Ανωγείων σημειώνεται μέση κατανάλωση καυσόξυλων περίπου 8 t/έτος, ενώ η ποσότητα καυσόξυλων (για το 46% των νοικοκυριών του οικισμού) προέρχεται από δική τους ιδιοκτησία (κυρίως γεωργικά υπολείμματα - 85% κλαδέματα, κλπ.).



Διάγραμμα 3: Προέλευση της χρησιμοποιούμενης βιομάζας στα νοικοκυριά του Δήμου Ανωγείων

3.1.4 Χρήσεις βιομάζας ξυλείας για τη λειτουργία επιχειρήσεων εστίασης

Τα αποτελέσματα της έρευνας για τους επαγγελματίες εστίασης φανερώνουν αυξημένη καύση βιομάζας ξυλείας για μαγείρεμα, με το 67% των επιχειρήσεων να χρησιμοποιεί ψησταριά σε καθημερινή βάση από 8-10h. Το 46% των επιχειρήσεων εστίασης χρησιμοποιεί βιομάζα ξυλείας που προέρχεται από δική τους ιδιοκτησία, ενώ το 36% την προμηθεύεται από το εμπόριο. Η συνολική ποσότητα καυσόξυλων που απαιτήθηκε για την κάλυψη των αναγκών το 2017 ήταν 53,5 t.

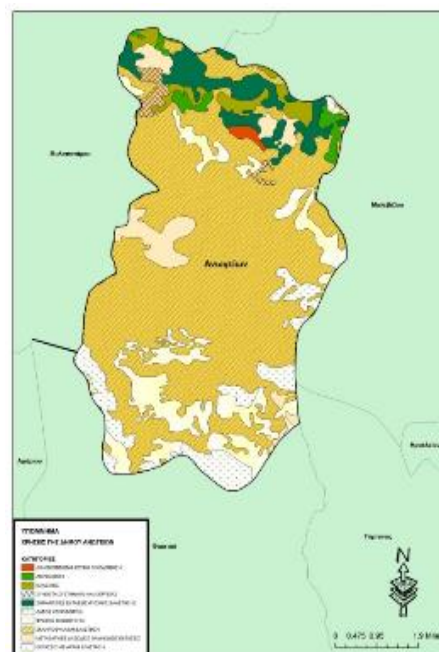


Διάγραμμα 4: Βιομάζα ξυλείας που χρησιμοποιήθηκαν από τους επαγγελματίες εστίασης (2017)

3.1.5 Προέλευση χρησιμοποιούμενης βιομάζας ξυλείας

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΟΠΕΚΕΠΕ (2016), το σύνολο των καλλιεργήσιμων - παραγωγικών εκτάσεων στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Ανωγείων είναι ίσο με 5.048,84 ha και καλύπτει το 38,5% της συνολικής έκτασής του. Το μεγαλύτερο μέρος αγροτικών καλλιεργειών συναντάται κυρίως στο βόρειο τμήμα του δήμου, όπου καταγράφεται σημαντικός αριθμός βοσκοτόπων. Ειδικότερα, οι καλλιεργήσιμες - παραγωγικές εκτάσεις στην περιοχή συνίστανται από:

- Ελαιώνες: 552,04 ha (10,93%)
- Αμπελώνες: 35,51 ha (0,70%)
- Εσπεριδοειδή: 0,06 ha (0,01%)
- Μηλοειδή: 1,06 ha (0,02%)
- Ακρόδρυα: 10,36 ha (0,21 %)
- Βοσκότοποι: 4.411,8 ha (87,80%)
- Γη σε αγρανάπαυση: 12,02 ha (0,24%)



Εικόνα 16: Χρήσεις γης στο Δήμο Ανωγείων

Το δυναμικό βιομάζας ξυλείας συνίσταται κυρίως από τα γεωργικά υπολείμματα της καλλιέργειας ελαιώνων, αμπελώνων και δένδρων φρούτων. Αναλυτικά στοιχεία παρατίθενται στον Πίνακα 4:

Πίνακας 4: Διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας ξυλείας στο Δήμο Ανωγείων

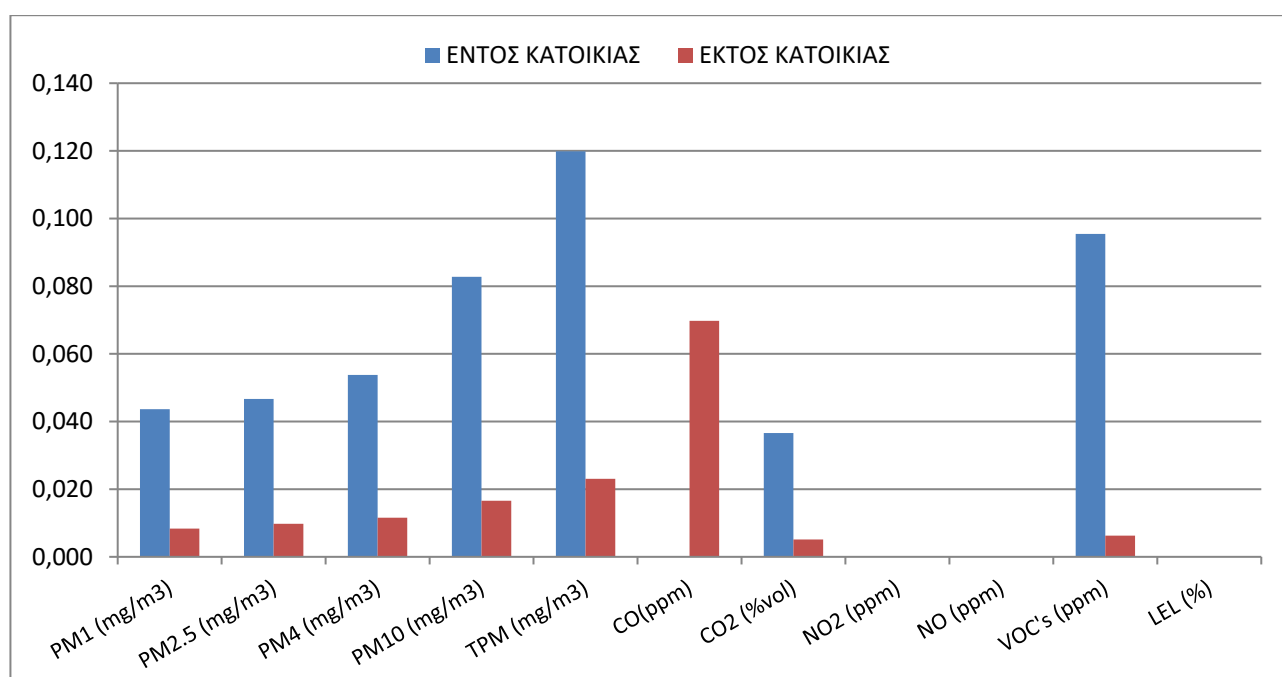
Δήμος	Καλλιέργεια	Ποικιλία	Επιλέξιμη Έκταση		Συντελεστής βιομάζας	Βιομάζα διαθέσιμη (υγρασία 40%)	Διαθεσιμότητα	Βιομάζα (τελική)
			ha	km ²	t/km ²	t		t
Ανωγείων	Ελαιώνες	ΚΟΡΩΝΕΙΚΗ	523,87	5,24	280,5	1.469,82	0,5	734,9
		ΘΡΟΥΜΠΑ	27,76	0,28	280,5	78,54	0,5	39,3
	Αμπελώνες	ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΑΦΙΔΑΣ	30,53	0,305	100	30,5	0,5	15,3
		ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΙΝΟΥ	4,98	0,05	100	5	0,5	2,5
	Δένδρα φρούτων	ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ, ΜΗΛΟΕΙΔΗ	1,12	0,01	375	3,75	0,5	1,9
	Άλλες καλλιέργειες	ΑΚΡΟΔΡΥΑ (ΚΑΡΠΟΙ ΜΕ ΚΕΛΥΦΟΣ)	10,36	0,104	48	4,99	0,5	2,5
ΣΥΝΟΛΟ						1.592,6		796,3

Λαμβάνοντας υπόψη τις αυξημένες απαιτήσεις στην περιοχή μελέτης είναι σαφές ότι το διαθέσιμο δυναμικό δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες στην περιοχή μελέτης, καθώς σύμφωνα με τα στοιχεία της έρευνας ερωτηματολογίου, η συνολική ετήσια κατανάλωση ξυλώδους βιομάζας για το σύνολο του δείγματος ήταν μεγαλύτερη από 450 t/έτος.

3.2 Ποσοτικά αποτελέσματα έρευνας

3.2.1 Αποτελέσματα Α' φάσης

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των πειραματικών μετρήσεων της Α' φάσης παρουσιάζονται στο ακόλουθο γράφημα (Διάγραμμα 5).



Διάγραμμα 5: Μέσες τιμές συγκέντρωσης ρύπων εντός και εκτός των κατοικιών κατά τη θερινή περίοδο.

Ειδικότερα, κατά τη θερινή περίοδο, η μέση συγκέντρωση CO ανιχνεύθηκε σε πολύ χαμηλά επίπεδα εντός και εκτός των κατοικιών, με τα σχετικά αποτελέσματα να βρίσκονται εντός των ορίων που θέτει η Ευρωπαϊκή και η Εθνική νομοθεσία (10 mg/m³ - μέγιστη ημερήσια τιμή - οκτάωρη έκθεση).

Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις του CO₂ οι τιμές 0,038 (±0,017) % vol και 0,005 (±0,007) % vol για τους εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους, αντίστοιχα, χαρακτηρίζονται επίσης χαμηλές και εντός των ορίων ασφαλούς έκθεσης (3 % vol – μέγιστη τιμή για 15-λεπτη έκθεση/0,1 % vol -μέγιστη τιμή για συνεχή έκθεση).

Ομοίως, δεν παρατηρείται έκθεση των ιδιοκτητών σε οξείδια του αζώτου (NO, NO₂), καθώς σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας καταγράφηκαν μηδενικές τιμές. Αντίθετα, η μέση τιμή 0,1 (± 0,22) ppm για τις

πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs) σε εσωτερικούς χώρους είναι ίση με το όριο ασφαλούς έκθεσης για 15-λεπτη έκθεση του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας.

Τα παραπάνω αποτελέσματα χαρακτηρίζονται ως αναμενόμενα, δεδομένου ότι την περίοδο διεξαγωγής της Α' φάσης δεν είχαν τεθεί σε λειτουργία τα συστήματα θέρμανσης, και οι όποιες καταγραφές προκύπτουν ως αποτέλεσμα της κίνησης οχημάτων εντός του οικισμού, της χρήσης βερνικιών/χρωμάτων, καθαριστικών, αποσμητικών χώρου ή/και συστημάτων κλιματισμού.

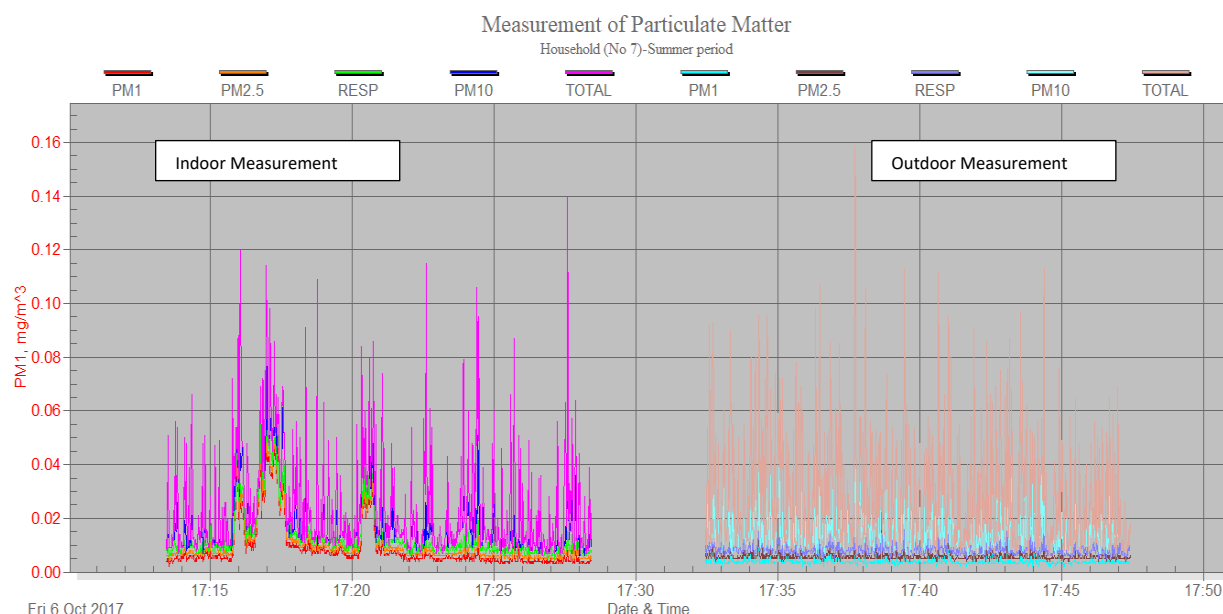
Οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων (PM₁, PM_{2,5}, PM₄, PM₁₀, TPM) παρατηρήθηκαν σημαντικά υψηλότερες στους εσωτερικούς χώρους των κατοικιών σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές των εξωτερικών χώρων, με την τάση αυτή να σημειώνεται στο σύνολο των καταγεγραμμένων μετρήσεων. Ειδικότερα, οι τιμές συγκέντρωσης των σωματιδίων PM₁₀ για τους εξωτερικούς και τους εσωτερικούς χώρους κυμάνθηκαν μεταξύ 0,009-0,025 mg/m³ (μέσος όρος: 0,017±0,04 mg/m³) και 0,014-0,801 mg/m³ (μέσος όρος: 0,083±0,138 mg/m³), αντίστοιχα.

Συγκρίνοντας τα παραπάνω αποτελέσματα με τα όρια ασφαλείας που έχουν τεθεί, παρατηρήθηκε ότι οι προσδιορισθείσες τιμές στους εσωτερικούς χώρους ήταν υψηλότερες από το όριο 0,05 mg/m³ (μέση ημερήσια τιμή, να μην υπερβαίνεται περισσότερο από 35 φορές το χρόνο). Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι σε συγκεκριμένο αριθμό κατοικιών καταγράφηκαν ιδιαίτερα αυξημένες μέσες τιμές συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀, οι οποίες οδήγησαν προς τα πάνω την αντίστοιχη μέση τιμή για το σύνολο του δείγματος.

Οι αντίστοιχες τιμές συγκέντρωσης των σωματιδίων PM₁ στους εξωτερικούς και εσωτερικούς χώρους κυμάνθηκαν μεταξύ 0,003 - 0,019 mg/m³ (μέσος όρος: 0,008±0,003 mg/m³) και 0,004-0,380 mg/m³ (μέσος όρος: 0,044±0,077 mg/m³), ενώ το εύρος διακύμανσης στους εσωτερικούς χώρους για τα PM₂, ήταν από 0,006 - 0,384 mg/m³ (μέσος όρος: 0,047±0,138 mg/m³) και στο εξωτερικό περιβάλλον από 0,005 - 0,019 mg/m³ (μέσος όρος: 0,010±0,003 mg/m³).

Παράλληλα, όσον αφορά τα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο 4mm (PM₄), οι σχετικές τιμές συγκέντρωσης ήταν από 0,008 – 0,391mg/m³ (μέσος όρος: 0,054 ± 0,081 mg/m³) εντός των οικιών και από 0,007-0,020 mg/m³ (μέσος όρος: 0,012 ± 0,004 mg/m³) εκτός.

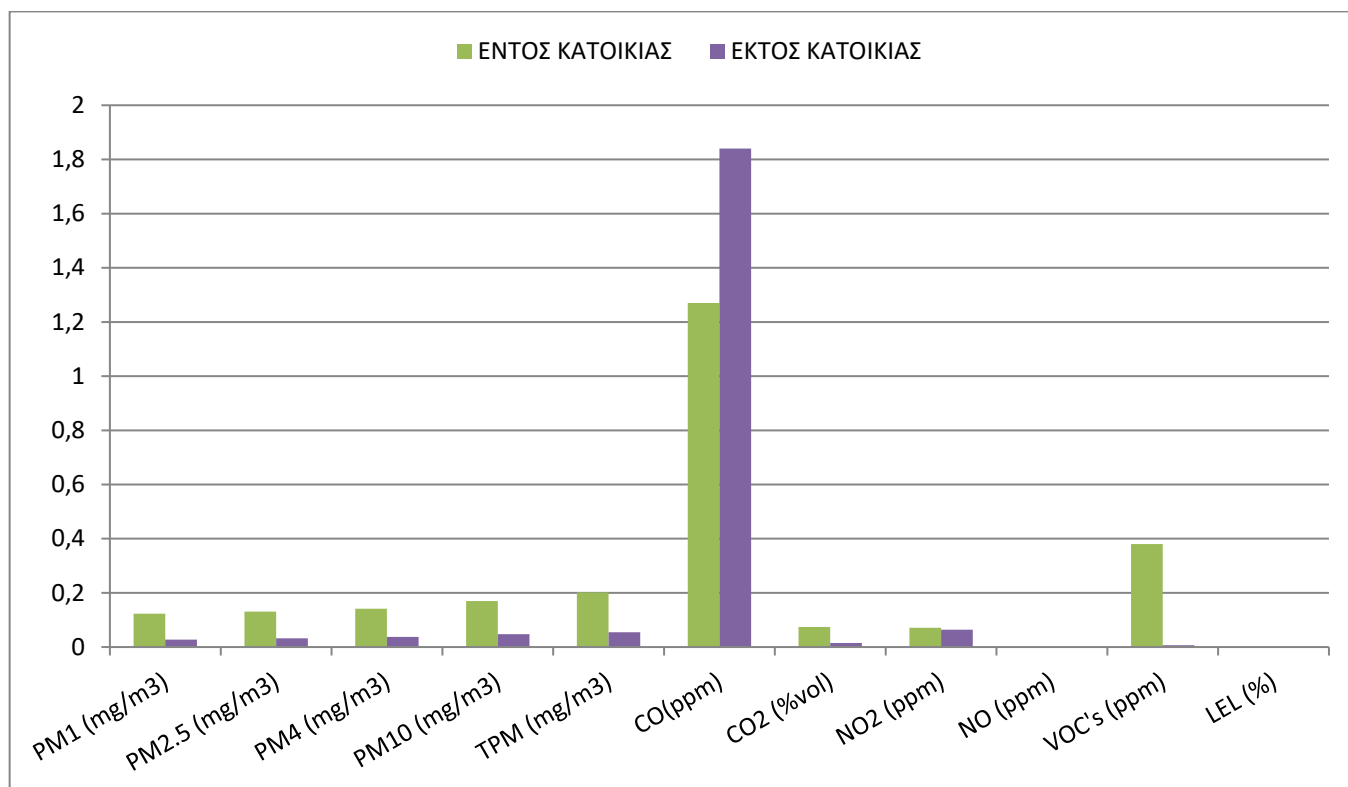
Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων (PM₁, PM_{2,5}, PM₄, PM₁₀, TP) παρατηρήθηκαν στους εσωτερικούς χώρους των παλαιών κατοικιών μικρής επιφάνειας, στις οποίες κατοικούν κυρίως ηλικιωμένοι. Τα αποτελέσματα αυτά ήταν αναμενόμενα και σχετίζονται άμεσα με την ποιότητα των υλικών κατασκευής των οικιών αυτών και τις καθημερινές συνήθειες των κατοίκων.



Διάγραμμα 6: Στιγμιαίες μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων (PM) εντός και εκτός κατοικίας κατά τη θερινή περίοδο.

3.2.2 Αποτελέσματα Β' φάσης

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των μετρήσεων της Β' φάσης παρουσιάζονται στο παρακάτω γράφημα (Διάγραμμα 7).



Διάγραμμα 7: Μέσες τιμές συγκέντρωσης των παραμέτρων ελέγχου αέριας ρύπανσης εντός και εκτός των κατοικιών κατά τη χειμερινή περίοδο.

Κατά τη χειμερινή περίοδο, οπότε τα διάφορα είδη θέρμανσης είχαν τεθεί σε λειτουργία, οι μέσες τιμές συγκέντρωσης των εξεταζόμενων αέριων ρύπων διαπιστώθηκαν αυξημένες σε σχέση με τη θερινή περίοδο, ξεπερνώντας σε κάποιες περιπτώσεις τα όρια ασφαλούς έκθεσης που θέτει η Ελληνική νομοθεσία και ο **Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ)**.

Πιο συγκεκριμένα, η μέση συγκέντρωση μονοξειδίου του άνθρακα κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα εντός και εκτός των κατοικιών, λαμβάνοντας τιμές από 0 - 4,8 ppm (μέσος όρος: $1,27 \pm 1,82$ ppm) και από 0 - 5,2 ppm (μέσος όρος: $1,96 \pm 1,63$ ppm) αντιστοίχως, οι οποίες βρίσκονται εντός των ορίων που θέτει ο ΠΟΥ (87 ppm – μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για 15λεπτη έκθεση).

Σε ότι αφορά τις συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα, οι μέσες τιμές 0,074 ($\pm 0,027$) % είναι 0,015 ($\pm 0,007$) % vol για τους εσωτερικούς και τους εξωτερικούς χώρους αντίστοιχα, χαρακτηρίζονται ως ακίνδυνες και εντός των ορίων ασφαλούς έκθεσης (3 % vol – μέγιστη τιμή για 15-λεπτη έκθεση/0,1 % vol- μέγιστη τιμή για συνεχή έκθεση), ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε συγκεκριμένο αριθμό κατοικιών σημειώθηκαν τιμές που ξεπερνούσαν το όριο 0,1 % vol για συνεχή έκθεση.

Παράλληλα, το εύρος διακύμανσης των μέσων τιμών συγκέντρωσης οξειδίων του αζώτου (NO , NO_2) στις θέσεις δειγματοληψίας ήταν 0,042 – 0,119 ppm (εντός κατοικιών) και 0,020 - 0,089 ppm (εξωτερικό περιβάλλον), το οποίο συνιστά και στις δύο περιπτώσεις ασφαλείς συνθήκες, καθώς το προτεινόμενο όριο ασφαλούς έκθεσης από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας είναι 1 ppm.

Αντίθετα, η μέση τιμή 0,38 ($\pm 0,48$) ppm για τις πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs) σε εσωτερικούς χώρους, η οποία σημειώθηκε σε σημαντικό αριθμό κατοικιών του δείγματος, ήταν αρκετά υψηλότερη από το όριο ασφαλούς έκθεσης (0,1 ppm) για 15-λεπτη έκθεση του ΠΟΥ. Η τιμή αυτή πιθανόν οφείλεται στην αυξημένη χρήση των παλαιού τύπου συστημάτων θέρμανσης (π.χ. ξυλόσομπα, παραδοσιακό τζάκι) και στην πιθανή καύση ακατάλληλων ξύλων.

Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης κατά τη χειμερινή περίοδο οδήγησε σε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης των αέριων ρύπων στο σύνολο των θέσεων δειγματοληψίας (εσωτερικούς χώρους κατοικιών και εξωτερικό περιβάλλον), ενώ ταυτόχρονα καταγράφηκαν υπερβάσεις των επιτρεπόμενων ορίων ασφαλούς έκθεσης σε κάποιες περιπτώσεις για συγκεκριμένους ρύπους.

Επίσης, κατά τη χειμερινή περίοδο, οι συγκεντρώσεις μάζας των αιωρούμενων σωματιδίων (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, PM_{10} , TPM) παρατηρήθηκαν υψηλότερες στους εσωτερικούς χώρους των κατοικιών σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές των εξωτερικών χώρων, με την τάση αυτή να σημειώνεται στο σύνολο των μετρήσεων στις θέσεις δειγματοληψίας.

Ειδικότερα, οι τιμές συγκέντρωσης των σωματιδίων PM_{10} για τους εσωτερικούς και τους εξωτερικούς χώρους κυμάνθηκαν μεταξύ 0,034 - 0,537 mg/m^3 (μέσος όρος: $0,170 \pm 0,173$ mg/m^3) και 0,013-0,145 mg/m^3 (μέσος όρος: $0,047 \pm 0,030$ mg/m^3), αντίστοιχα. Συγκρίνοντας τα παραπάνω αποτελέσματα με τα όρια ασφαλείας που έχουν τεθεί, παρατηρήθηκε ότι οι αναφερόμενες τιμές για τους εσωτερικούς χώρους με αναγωγή σε 24ώρη βάση υπερβαίνουν το όριο κατά 0,05 mg/m^3 γεγονός το οποίο αποδίδεται στην αυξημένη καύση ξύλων σε ξυλόσομπες και παραδοσιακά τζάκια ανοικτού θαλάμου.



Οι αντίστοιχες τιμές συγκέντρωσης των σωματιδίων PM₁ για τους εξωτερικούς και τους εσωτερικούς χώρους κυμάνθηκαν μεταξύ 0,009 - 0,059 mg/m³ (μέσος όρος: 0,027 ± 0,014 mg/m³) και 0,012 - 0,448 mg/m³ (μέσος όρος: 0,124 ± 0,138 mg/m³) αντίστοιχα, ενώ το σχετικό εύρος διακύμανσης για τα PM_{2,5} ήταν από 0,012 - 0,061 mg/m³ (μέσος όρος: 0,032 ± 0,014 mg/m³) και από 0,013 - 0,452 mg/m³ (μέσος όρος: 0,131 ± 0,142 mg/m³). Επιπλέον, όσον αφορά τα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο 4mm (PM₄), οι σχετικές τιμές συγκέντρωσης ήταν από 0,016 – 0,464 mg/m³ (μέσος όρος: 0,141 ± 0,148 mg/m³) εντός των οικιών του δείγματος και από 0,012-0,066 mg/m³ (μέσος όρος: 0,037 ± 0,017 mg/m³) στους εξωτερικούς χώρους.

Επισημαίνεται το γεγονός ότι οι υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων (PM₁, PM_{2,5}, PM₄, PM₁₀, TPM) παρατηρήθηκαν στους εσωτερικούς χώρους των παλαιών κατοικιών με μικρή επιφάνεια, στις οποίες κατοικούν κυρίως ηλικιωμένοι. Τα αποτελέσματα συνδέονται με τη χρήση παραδοσιακών μεθόδων θέρμανσης, την ποιότητα των υλικών κατασκευής των οικιών αυτών και τις καθημερινές συνήθειες των κατοίκων. Συνοπτικά, τα αποτελέσματα σύγκρισης των καταγεγραμμένων μετρήσεων, για του εσωτερικούς και τους εξωτερικούς χώρους κατά της χειμερινή περίοδο, παρατίθενται στον Πίνακα 5.

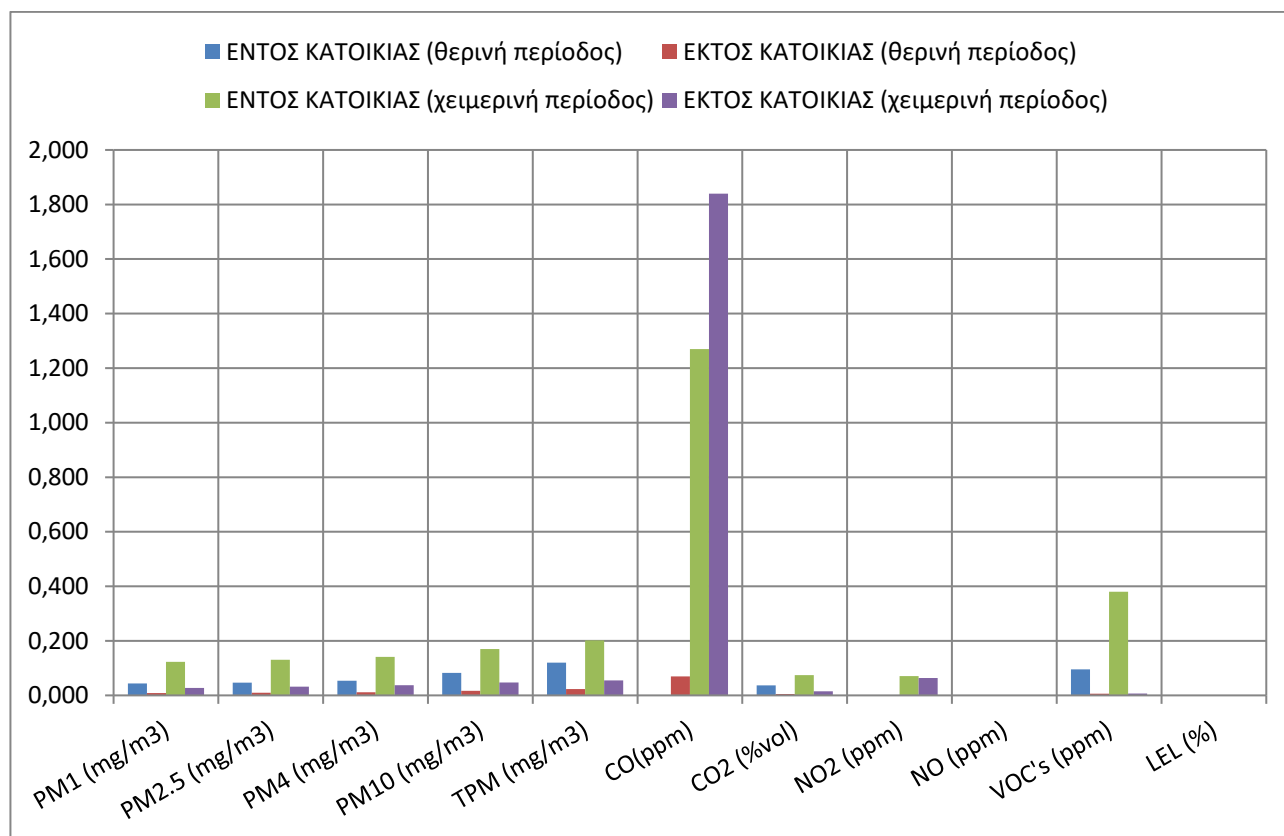


Πίνακας 5: Σύγκριση ποιότητας του αέρα εντός και εκτός των κατοικιών του δείγματος κατά τη χειμερινή περίοδο στην υπό μελέτη περιοχή

Αέριος Ρύπος	Μονάδες	Εσωτερικούς χώρους	Εξωτερικούς χώρους	Παρατήρηση
PM1	mg/m ³	0,123	0,027	Η μέση τιμή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1 στους εσωτερικούς χώρους καταγράφηκε 4 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη μέση τιμή για το εξωτερικό περιβάλλον
PM2.5		0,131	0,032	Η μέση τιμή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2,5 στους εσωτερικούς χώρους καταγράφηκε 4 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη μέση τιμή για το εξωτερικό περιβάλλον
PM4		0,141	0,037	Η μέση τιμή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM4 στους εσωτερικούς χώρους καταγράφηκε 4 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη μέση τιμή για το εξωτερικό περιβάλλον
PM10		0,170	0,047	Η μέση τιμή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 στους εσωτερικούς χώρους καταγράφηκε 4 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη μέση τιμή για το εξωτερικό περιβάλλον
TPM		0,202	0,054	Η μέση τιμή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων TPM στους εσωτερικούς χώρους καταγράφηκε 4 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη μέση τιμή για το εξωτερικό περιβάλλον
CO	ppm	1,26	1,84	Η μέση τιμή της συγκέντρωσης του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) σημειώθηκε αυξημένη σχεδόν κατά 50% στους εξωτερικούς χώρους
CO ₂	%vol	0,073	0,015	Η μέση τιμή της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂) στους εσωτερικούς χώρους καταγράφηκε 5 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη μέση τιμή για το εξωτερικό περιβάλλον
NO _x (NO ₂)	ppm	0,071	0,064	Η μέση τιμή της συγκέντρωσης των οξειδίων του αζώτου NO _x (NO ₂) στους εσωτερικούς χώρους καταγράφηκε ελαφρώς υψηλότερη σε σχέση με την αντίστοιχη μέση τιμή για το εξωτερικό περιβάλλον
VOC		0,38	0	Η μέση τιμή της συγκέντρωσης των πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) στους εσωτερικούς χώρους χαρακτηρίζεται ως υψηλή
LEL	%	0	0	

3.2.2.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων της Α' και Β' φάσης μετρήσεων

Συγκρίνοντας το σύνολο των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την επεξεργασία των πειραματικών μετρήσεων για τις δύο φάσεις της έρευνας πεδίου, είναι εμφανές πως υπάρχει σημαντική αύξηση των συγκεντρώσεων των αέριων ρύπων και των αιωρούμενων σωματιδίων στις θέσεις δειγματοληψίας εντός κατοικιών λόγω της εκτεταμένης χρήσης παραδοσιακών μεθόδων θέρμανσης κατά τη χειμερινή περίοδο. Οι παραπάνω διαπιστώσεις απεικονίζονται γραφικά στο ακόλουθο γράφημα (Διάγραμμα 8).



Διάγραμμα 8: Μέσες τιμές συγκέντρωσης των παραμέτρων ελέγχου εντός και εκτός των κατοικιών κατά τη θερινή περίοδο και τη χειμερινή περίοδο.



3.2.2.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων της Β' φάσης ως προς τον τύπο του συστήματος θέρμανσης

Με στόχο τη σύγκριση των αέριων εκπομπών εντός οικίας από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης βιομάζας που χρησιμοποιούν οι κάτοικοι της περιοχής μελέτης, ένας συγκεκριμένος τύπος κατοικιών του δείγματος απομονώθηκε, με τα αποτελέσματα να παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6).

Πίνακας 6: Ποιότητας του αέρα εσωτερικών χώρων που χρησιμοποιούν διαφορετικά συστήματα θέρμανσης βιομάζας κατά τη χειμερινή περίοδο.

Αέριος Ρύπος	Μονάδες	Εσωτερικούς χώρους(χειμερινή περίοδος)			Παρατήρηση
		Παραδοσιακό τζάκι	Σόμπα ξύλου	Ενεργειακό τζάκι	
PM1	mg/m ³	0,262	0,189	0,022	Η μέση τιμή συγκέντρωσης των PM1 στους χώρους που χρησιμοποιείται παραδοσιακό τζάκι καταγράφηκε έως 12 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή για χώρους που χρησιμοποιούν ενεργειακό τζάκι (κλειστή εστία καύσης)
PM2.5		0,275	0,199	0,026	Η μέση τιμή συγκέντρωσης των PM2.5 στους χώρους που χρησιμοποιείται παραδοσιακό τζάκι καταγράφηκε έως 11 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή για χώρους που χρησιμοποιούν ενεργειακό τζάκι (κλειστή εστία καύσης)
PM4		0,290	0,218	0,031	Η μέση τιμή συγκέντρωσης των PM4 στους χώρους που χρησιμοποιείται παραδοσιακό τζάκι καταγράφηκε έως 10 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή για χώρους που χρησιμοποιούν ενεργειακό τζάκι (κλειστή εστία καύσης)
PM10		0,330	0,266	0,048	Η μέση τιμή συγκέντρωσης των PM10 στους χώρους που χρησιμοποιείται παραδοσιακό τζάκι καταγράφηκε έως 7 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή για χώρους που χρησιμοποιούν ενεργειακό τζάκι (κλειστή εστία καύσης)
TPM		0,363	0,299	0,075	Η μέση τιμή συγκέντρωσης των TPM στους χώρους που χρησιμοποιείται παραδοσιακό τζάκι καταγράφηκε έως 7 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή για χώρους που χρησιμοποιούν ενεργειακό τζάκι (κλειστή εστία καύσης)
CO	ppm	3,20	1,98	0	Η μέση τιμή της συγκέντρωσης του CO σημειώθηκε αυξημένη στους χώρους που χρησιμοποιείται παραδοσιακό τζάκι, ενώ αντίθετα σημειώθηκε μηδενική για χώρους που χρησιμοποιούν ενεργειακό τζάκι (κλειστή εστία καύσης)
CO ₂	%vol	0,050	0,088	0,073	Η μέση τιμή της συγκέντρωσης του CO ₂ στους χώρους που χρησιμοποιούν ενεργειακό τζάκι (κλειστή εστία καύσης) εσωτερικούς χώρους καταγράφηκε ελάχιστα μεγαλύτερη



4 Συμπεράσματα

Η βιομάζα ξύλου αποτελεί παραδοσιακά βασική πηγή ενέργειας για τη θέρμανση και το μαγείρεμα, στις ορεινές και αγροτικές κοινότητες της Μεσογείου. Ωστόσο, η εκτεταμένη χρήση της μπορεί να οδηγήσει σε ατμοσφαιρική επιβάρυνση και σε προβλήματα υγείας των κατοίκων. Περίπου το 70% των νοικοκυριών, στα Ανώγεια Κρήτης, χρησιμοποιούν βιομάζα ξυλείας για θέρμανση με συστήματα χαμηλής ενεργειακής απόδοσης (<25%), με αποτέλεσμα μεγάλες ποσότητες καυσόξυλων να καταναλώνονται ετησίως και η ποιότητα του αέρα (σε εσωτερικούς χώρους) να επιβαρύνεται σημαντικά. Η ανάλυση των πειραματικών μετρήσεων ποιότητας του αέρα έδειξε για τις θέσεις δειγματοληψίας στην περιοχή μελέτης:

- αυξημένες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στη διάρκεια της θερινής περιόδου, κυρίως εντός των κατοικιών,
- η καύση βιομάζας ξύλου σε παραδοσιακά τζάκια ή σόμπες ξύλου επιβαρύνει σημαντικά την ποιότητα του αέρα με σωματίδια και άλλους αέριους ρύπους στους εσωτερικούς χώρους των κατοικιών που χρησιμοποιούν παραδοσιακές εστίες καύσης,
- οι συγκεντρώσεις των αέριων ρύπων εντός της οικίας από το ενεργειακό τζάκι είναι πολύ χαμηλότερες σε σχέση με το παραδοσιακό τζάκι,
- οι συγκεντρώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων που μετρήθηκαν στον εσωτερικό χώρο κατοικιών, ξεπερνούν σε κάποιες περιπτώσεις τα όρια που θέτει η εθνική νομοθεσία και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας,
- το 53% των κατοίκων θεωρούν ότι δεν υπάρχει καμία επιβάρυνση στην ποιότητα του αέρα εσωτερικών χώρων από την καύση ξύλων, ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι το 50% αφήνει τουλάχιστον ένα παράθυρο διαρκώς ανοικτό,
- το εισόδημα των νοικοκυριών επηρεάζει την επιλογή του συστήματος θέρμανσης, καθώς οι περισσότεροι κάτοικοι, που ασχολούνται με γεωργικές δραστηριότητες ή είναι συνταξιούχοι, χρησιμοποιούν κυρίως εστίες θέρμανσης παραδοσιακού τύπου.

Η παροχή κατάλληλων τεχνικών συμβουλών για την αναβάθμιση των υφιστάμενων συστημάτων θέρμανσης, τη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κατοίκων και την αξιοποίηση των υπολειμμάτων βιομάζας της ευρύτερης περιοχής καθίσταται επιτακτική, ώστε να βελτιωθεί η υφιστάμενη κατάσταση και να διασφαλιστεί η ποιότητα του περιβάλλοντος στην ευρύτερη περιοχή. Η μετατροπή των συμβατικών εστιών καύσης ξύλου σε ενεργειακές εστίες υψηλής απόδοσης θα μπορούσε να συμβάλει στην εξοικονόμηση πρώτης ύλης (βιομάζα ξυλείας), με συνέπεια τη μείωση της κοπής δέντρων και τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στους εσωτερικούς χώρους, δεδομένου ότι τα ενεργειακά τζάκια / σόμπες εκλύουν χαμηλότερες συγκεντρώσεις αέριων ρύπων. Επιπλέον, η λειτουργία μονάδας παραγωγής μικροτεμαχιδίων ξύλου (π.χ. pellets, wood chips) για την αξιοποίηση του τοπικού δυναμικού ξυλώδους βιομάζας θα μπορούσε να αποτελέσει λύση στο υψηλό κόστος θέρμανσης των νοικοκυριών στην περιοχή, στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων από τη χρήση κακής ποιότητας καυσίμων βιομάζας (ανεπεξέργαστο πυρηνόξυλο ελιάς), και παράλληλα να συμβάλλει στην τοπική οικονομία.



5 Παράρτημα

5.1 Ερωτηματολόγιο νοικοκυριών

ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΞΥΛΕΙΑΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΑΝΩΓΕΙΩΝ (1^η φάση)

Ερωτηματολόγιο νοικοκυριών

ΑΡ. ΔΕΛΤΙΟΥ: _____ ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ: _____

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: _____

A. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1) Τύπος οικίας:

1	Μονοκατοικία	2	Μεζονέτα	3	Διπλοκατοικία
4	Διαμέρισμα	5	Άλλο (διευκρινίστε):		

2) Η κατοικία σας είναι:

1	Ιδιόκτητη	2	Με ενοίκιο	3	Δωρεάν παραχώρηση
4	Άλλο (διευκρινίστε):				

3) Έτος κατασκευής οικίας: _____

4) Επιφάνεια οικίας (τ.μ.): _____

5) Ποιός είναι ο αριθμός των ενοίκων:

1	1 άτομο	2	2 άτομα	3	3 άτομα	4	4 άτομα	5	>4 άτομα
---	---------	---	---------	---	---------	---	---------	---	----------

6) Παρακαλώ σημειώστε την ηλικία των ενοίκων της κατοικίας (σημειώστε τον αριθμό ατόμων ανά ηλικιακή ομάδα)

<5 ετών	5-14 ετών	15-24 ετών	25-34 ετών	34-44 ετών	45-64 ετών	> 65 ετών
1	2	3	4	5	6	7

7) Ποια είναι η κύρια χρήση της οικίας;

1	Μόνιμη κατοικία	2	Κατοικία προσωρινής διαμονής (εξοχική ή δευτερεύουσα)
3	Άλλο (διευκρινίστε):		

8) Υπάρχει άλλη παράλληλη (επαγγελματική ή μη) δραστηριότητα στην οικία σας;

1	ΝΑΙ	2	ΟΧΙ
---	-----	---	-----

Αν η απάντηση είναι ΝΑΙ προσδιορίστε το είδος της παράλληλης δραστηριότητας της οικίας, στην ερώτηση 9.

Αν η απάντηση είναι ΟΧΙ, προχωρήστε στην ερώτηση 10



9) Παρακαλώ προσδιορίστε την παράλληλη δραστηριότητα της οικίας:

1	Αγροτική	2	Εμπορική	3	Μεταποίηση
4	Τουριστική	5	Άλλη (διευκρινίστε):		

B. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΗΡΙΩΝ

B1. ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

10) Ποιο είναι το βασικό σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιείτε για να θερμάνετε την οικία σας;

1	Τζάκι παραδοσιακό	2	Τζάκι ενεργειακό	3	Θερμάστρα ξύλου ή συσσωματωμάτων
4	Κεντρική θέρμανση	5	Θερμάστρα πετρελαίου	6	Θερμάστρα ηλεκτρική
7	Θερμάστρα υγραερίου	8	Συσκευές Κλιματισμού	9	Αντλία θερμότητας
10	Θερμοσυσσωρευτές	11	Άλλο (διευκρινίστε):		

11) Πόσους μήνες ήταν σε λειτουργία το "βασικό σύστημα θέρμανσης" κατά την προηγούμενη χειμερινή περίοδο;

Αριθμός μηνών							
<1	1	2	3	4	5	6	>6
1	2	3	4	5	6	7	8

12) Πόσες ώρες την ημέρα (κατά μέσο όρο) λειτουργεί το "βασικό σύστημα θέρμανσης" κατά την προηγούμενη περίοδο χρήσης;

Αριθμός ωρών λειτουργίας						
≤2	2-4	4-6	6-8	8-12	12-16	>16
1	2	3	4	5	6	7

13) Χρησιμοποιείτε καμιά φορά και κάποιο άλλο συμπληρωματικό τρόπο για τη θέρμανση της οικίας σας (εκτός από το βασικό σύστημα) ;

1	ΝΑΙ	2	ΟΧΙ
---	-----	---	-----

Αν η απάντηση είναι ΝΑΙ, προσδιορίστε το είδος του συστήματος θέρμανσης που χρησιμοποιείτε. Αν ΟΧΙ προχωρήστε στην ερώτηση 25					
1	Τζάκι παραδοσιακό	2	Τζάκι ενεργειακό	3	Θερμάστρα ξύλου ή συσσωματωμάτων
4	Κεντρική θέρμανση	5	Θερμάστρα πετρελαίου	6	Θερμάστρα ηλεκτρική
7	Θερμάστρα υγραερίου	8	Συσκευές Κλιματισμού	9	Αντλία θερμότητας
10	Θερμοσυσσωρευτές	11	Άλλο (διευκρινίστε):		



B1.1 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ με εστίες καύσης παραδοσιακού ή νέου τύπου

(π.χ.

τζάκι παραδοσιακό, τζάκι ενεργειακό, θερμάστρα/σόμπα ξύλου, ενεργειακή σόμπα ξύλου)

Οι ερωτήσεις της παρακάτω ενότητας αφορούν μόνο όσους απάντησαν ότι χρησιμοποιούν τζάκι (παραδοσιακό ή ενεργειακό) ή θερμάστρα ξύλου.

14) Προσδιορίστε τον αριθμό εστιών καύσης παραδοσιακού ή νέου τύπου (π.χ. τζάκι παραδοσιακό, τζάκι ενεργειακό, θερμάστρα/σόμπα ξύλου, ενεργειακή σόμπα ξύλου) που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση της οικίας σας;

1	1 εστία καύσης	2	2 εστίες καύσης	3	Πάνω από 2 εστίες καύσης
4	Άλλο (διευκρινίστε):				

15) Πόσα δωμάτια / χώροι της οικίας σας θερμαίνονται από τη χρήση μεθόδων θέρμανσης με τζάκι ή/και θερμάστρα/σόμπα ξύλου;

1	1 δωμάτιο	2	2 δωμάτια	3	Πάνω από δύο δωμάτια
4	Άλλο (διευκρινίστε):				

16) Σημειώστε τον τύπο εστίας καύσης που χρησιμοποιείτε για τη θέρμανση της οικίας σας:

1	Παραδοσιακό τζάκι	2	Ενεργειακό τζάκι	3	Παραδοσιακό τζάκι+ Ξυλόσομπα απλή
4	Ενεργειακό τζάκι + Ενεργειακή σόμπα ξύλου	5	Ενεργειακή σόμπα ξύλου	6	Ξυλόσομπα απλή
7	Άλλος συνδυασμός (διευκρινίστε):				

17) Πόσο συχνά ανάβετε το τζάκι ή τη θερμάστρα/σόμπα ξύλου (κατά μέσο όρο το μήνα, για τη περίοδο θέρμανσης):

1	Κάθε ημέρα	2	3-4 φορές τη εβδομάδα	3	1-2 φορές την εβδομάδα
4	1 φορά το μήνα	5	2-3 φορές το μήνα	6	Σχεδόν ποτέ
7	Χρησιμοποιώ το τζάκι ή τη θερμάστρα μόνο όταν τα άλλα συστήματα θέρμανσης δεν λειτουργούν				
8	Άλλο (διευκρινίστε):				

18) Πόσο ικανοποιημένος/η είστε από τη συνολική απόδοση/λειτουργία του τζακιού;

Πολύ ικανοποιημένο/η					Καθόλου ικανοποιημένος/η
5	4	3	2	1	



19) Πως θα χαρακτηρίζατε την πιθανή επίδραση στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα τις ημέρες που χρησιμοποιείτε κάποια καύσης παραδοσιακού ή νέου τύπου (π.χ. τζάκι παραδοσιακό, τζάκι ενεργειακό, θερμάστρα/σόμπα ξύλου) σε σύγκριση με τις ημέρες που δεν το χρησιμοποιείτε:

1	Καμία επίδραση	2	Μικρή επιβάρυνση (π.χ. περιορισμένη οσμή)	3	Μεσαία επιβάρυνση
4	Μεγάλη επιβάρυνση (π.χ. δυσκολία στην αναπνοή)	5	Άλλο:		

20) Πόσο συχνά αερίζετε το δωμάτιο κατά τη διάρκεια μιας ημέρας, στο οποίο λειτουργεί το τζάκι ή η θερμάστρα/σόμπα ξύλου; Η ερώτηση αφορά τις ημέρες που το τζάκι είναι σε λειτουργία.

1	Λιγότερο από 1 ώρα	2	1-2 ώρες	3	Περισσότερο από 2 ώρες
4	Αφήνω ένα παράθυρο ανοικτό συνέχεια	5	Άλλο:		

21) Θα σας ενδιέφερε να μετρηθεί η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους της οικίας σας;

1	ΝΑΙ	2	ΟΧΙ
---	-----	---	-----

22) Μπορείτε να προσδιορίσετε το είδος της βιομάζας που χρησιμοποιήσατε κατά την τελευταία περίοδο θέρμανσης; Κατ' εκτίμηση, ποια είναι η ποσότητα που καταναλώσατε;

		ΝΑΙ	ΟΧΙ	Ποσότητα (kg)	Τιμή αγοράς/kg
α)	Καυσόξυλα				
β)	Κλαδέματα				
γ)	Μπρικότες				
δ)	Άλλο (διευκρινίστε):				

23) Με ποιο τρόπο προμηθεύεστε τα καυσόξυλα που χρησιμοποιείτε; Σημειώστε όλους του εναλλακτικούς τρόπους. Σημειώστε κατ' εκτίμηση την αντίστοιχη ποσότητα ανά τρόπο προμήθειας (ποσοστό (%), επί της συνολικής ποσότητας που προμηθεύεστε):

1	Αγορά από εμπόριο (S/M, βενζινάδικο κ.λπ.)		2	Αγορά από ιδιώτη παραγωγό	
3	Δωρεάν από γνωστό/συγγενή		4	Κόβω μόνος μου από δική μου ιδιοκτησία	
5	Άλλο: _____				

24) Γνωρίζετε ποια είναι η προέλευση των καυσόξυλων που χρησιμοποιείτε συνήθως;

1	Γεωργική (κλαδοδέματα κλπ.)	2	Δασική
3	Άλλη _____	4	Δεν γνωρίζω

B2) ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ ΑΛΛΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΕΚΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

25) Χρησιμοποιείτε βιομάζα ξυλείας για άλλες χρήσεις, εκτός από τη θέρμανση των χώρων;

	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Ποσότητα (kg)	
--	-----	-----	---------------	--



Θέρμανση νερού	1	2		Εάν η απάντηση είναι ΟΧΙ παραλείψτε την ερώτηση 26
Μαγείρεμα	1	2		Εάν η απάντηση είναι ΟΧΙ προχωρήστε στην ερώτηση 27
Άλλη χρήση (Σημειώστε ποιιά)	1	2		

26) Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε σύστημα βιομάζας για θέρμανση νερού (Μ.Ο. για την προηγούμενη περίοδο θέρμανσης);

1	Κάθε μέρα	2	3-4 φορές τη βδομάδα	3	1 φορά τη βδομάδα
4	2-3 φορές το μήνα	5	1 το μήνα	6	Λιγότερο συχνά από 1 φορά το μήνα

27) Αναφέρατε προηγουμένως ότι χρησιμοποιείτε βιομάζα για μαγείρεμα. Ποιο είναι το μέσο/συσσκευή που χρησιμοποιείτε;

1	Σόμπα/θερμάστρα βιομάζας	2	Τζάκι	3	Ξυλόφουρνος
4	Άλλο (διευκρινίστε): _____				

28) Παρακαλώ σημειώστε το είδος/η βιομάζας που χρησιμοποιήσατε για μαγείρεμα τον τελευταίο χρόνο. Αναφέρατε ενδεικτικά την ποσότητα που καταναλώσατε:

	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Ποσότητα (kg)
Καυσόξυλα	1	2	
Κάρβουνο	1	2	
Άλλο (γράψτε): _____	1	2	

29) Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε βιομάζα για μαγείρεμα;

	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΦΟΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΛΕΠΤΑ/ΦΟΡΑ
α) Σόμπα/θερμάστρα βιομάζας	1	2		
β) Τζάκι	1	2		
γ) Ξυλόφουρνος	1	2		
δ) Άλλο _____	1	2		

Γ. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΟΥΜΕΝΟΥ

1) Ονοματεπώνυμο _____



2) Ηλικία:

1 ως 18 ετών	2 19-34	3 35-49	4 50-65	5 Άνω των 65
--------------	---------	---------	---------	--------------

3) Φύλο:

1 Άνδρας	2 Γυναίκα
----------	-----------

4) Επίπεδο εκπαίδευσης

1 Κανένα	2 Δημοτικό	3 Λύκειο	4 Πανεπιστήμιο
----------	------------	----------	----------------

5) Επάγγελμα _____

6) Θέση στο νοικοκυριό:

1 Αρχηγός νοικοκυριού	2 Νοικοκυρά
3 Άλλος _____	

7) Ποιο είναι κατά προσέγγιση το ετήσιο οικογενειακό σας εισόδημα;

1 0 – 30.000 €/έτος	2 30.001-55.000€	3 Πάνω από 55.001€
---------------------	------------------	--------------------

8) Κύρια πηγή οικογενειακού εισοδήματος

1 Αγροτική δραστηριότητα	2 Τουριστική δραστηριότητα	3 Ελεύθερο Επάγγελμα
4 Μισθωτός	5 Σύμβαση	6 Άλλη: _____

9) Διεύθυνση οικίας: Οδός: _____ Αριθμός: _____ Ταχ. Κωδ: _____
Τηλέφωνο οικίας: _____

Σας ευχαριστούμε πολύ για τη συμμετοχή σας στην έρευνα!



5.2 Ερωτηματολόγιο επιχειρήσεων εστίασης

ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΞΥΛΕΙΑΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΑΝΩΓΕΙΩΝ (1^η φάση)

Ερωτηματολόγιο επιχειρήσεων εστίασης

ΑΡ. ΔΕΛΤΙΟΥ: _____ ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ: _____

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: _____

A. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

1) Τύπος επιχείρησης:

1	Εστιατόριο-Ταβέρνα	2	Ψητοπωλείο-Ψησταριά	3	Καφενείο-Μεζεδοπωλείο
4	Άλλο (διευκρινίστε):				

2) Το κτίριο που στεγάζεται το κατάστημα σας είναι:

1	Ιδιόκτητο	2	Με ενοίκιο	3	Δωρεάν παραχώρηση
4	Άλλο (διευκρινίστε):				

3) Χωρητικότητα αίθουσας (αρ. ατόμων): _____

4) Ποια εποχή παρατηρείτε μεγαλύτερη επισκεψιμότητα στην επιχείρησή σας;

Μπορείτε να σημειώσετε παραπάνω από μια εποχές (1-4), επιλέγοντας την τιμή 1 για την περίοδο με τη μεγαλύτερη επισκεψιμότητα και την τιμή 4 για την περίοδο με την μικρότερη επισκεψιμότητα			
Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνα/Χριστούγεννα	Άνοιξη/Πάσχα

B. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

B1. ΧΡΗΣΕΙΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΞΥΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

B1.1 ΧΡΗΣΕΙΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΞΥΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΜΑΓΕΙΡΕΜΑ

5) Χρησιμοποιείτε βιομάζα ξυλείας για χρήσεις όπως μαγείρεμα;

1	ΝΑΙ	2	ΟΧΙ		
Αν η απάντηση είναι ΝΑΙ, προσδιορίστε το είδος της συσκευής που χρησιμοποιείτε					
1	Ψησταριά	2	Ξυλόφουρνος	3	Τζάκι
4	Ξυλόσομπα με φούρνο				
5	Άλλο (διευκρινίστε):				



6) Παρακαλώ σημειώστε ενδεικτικά το/τα είδος/η βιομάζας ξυλείας που χρησιμοποιείτε για μαγείρεμα; Αναφέρατε ενδεικτικά την ποσότητα που καταναλώνετε σε ετήσια βάση

	Ποσότητα (kg)
1 Καυσόξυλα	
2 Κάρβουνο	
3 Άλλο (διευκρινίστε):	

7) Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε βιομάζα ξυλείας για χρήσεις όπως μαγείρεμα; Αναφέρατε ενδεικτικά την ποσότητα που καταναλώνετε σε ετήσια βάση

	ΦΟΡΕΣ/ΕΒΔΟΜΑΔΑ	ΧΡΟΝ. ΔΙΑΡΚΕΙΑ/ΦΟΡΑ
1 Ψησταριά		
2 Ξυλόφουρνος		
3 Τζάκι		
4 Ξυλόσομπα με φούρνο		
3 Άλλο (διευκρινίστε):		

B1.2 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

8) Χρησιμοποιείτε κάποιο από τα παρακάτω συστήματα για τη θέρμανση των χώρων της επιχείρησής σας;

1 ΝΑΙ	2 ΟΧΙ
-------	-------

Αν η απάντηση είναι ΝΑΙ, προσδιορίστε το είδος τους συστήματος θέρμανσης που χρησιμοποιείτε		
1 Τζάκι παραδοσιακό	2 Τζάκι ενεργειακό	3 Θερμάστρα ξύλου ή συσσωματωμάτων
4 Ενεργειακή σόμπα ξύλου	5 Άλλο (διευκρινίστε):	

9) Πόσο συχνά ανάβετε το τζάκι ή τη θερμάστρα/σόμπα ξύλου (κατά μέσο όρο το μήνα, για τη περίοδο θέρμανσης):

1 Κάθε ημέρα	2 3-4 φορές τη εβδομάδα	3 1-2 φορές την εβδομάδα
4 Άλλο (διευκρινίστε):		

10) Μπορείτε να προσδιορίσετε το είδος της βιομάζας ξυλείας που χρησιμοποιήσατε κατά την τελευταία περίοδο θέρμανσης; Κατ' εκτίμηση, ποια είναι η ποσότητα που καταναλώσατε;

	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Ποσότητα (kg)	Τιμή αγοράς/kg
α) Καυσόξυλα				
β) Κλαδέματα				
γ) Μπρικές				
δ) Άλλο (διευκρινίστε):				



11) Με ποιο τρόπο προμηθεύεστε τα καυσόξυλα που χρησιμοποιείτε; Σημειώστε όλους του εναλλακτικούς τρόπους. Σημειώστε κατ' εκτίμηση την αντίστοιχη ποσότητα ανά τρόπο προμήθειας (ποσοστό (%), επί της συνολικής ποσότητας που προμηθεύεστε):

1	Αγορά από εμπόριο (S/M, βενζινάδικο κ.λπ.)	2	Αγορά από ιδιώτη παραγωγό
3	Δωρεάν από γνωστό/συγγενή	4	Κόβω μόνος μου από δική μου ιδιοκτησία
5	Άλλο: _____		

Γνωρίζετε ποια είναι η προέλευση των καυσόξυλων που χρησιμοποιείτε συνήθως;

1	Γεωργική (κλαδοδέματα κλπ.)	2	Δασική
3	Άλλη _____	4	Δεν γνωρίζω

Γ. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΟΥΜΕΝΟΥ

1) Ονοματεπώνυμο _____

2) Ηλικία:

1	2	3	4	5
κάτω από 25	25-34	35-49	50-65	Άνω των 65

3) Φύλο:

1	Άνδρας	2	Γυναίκα
---	--------	---	---------

4) Επίπεδο εκπαίδευσης

1 Κανένα	2 Δημοτικό	3 Λύκειο	4 Πανεπιστήμιο
----------	------------	----------	----------------

5) Θέση στην επιχείρηση:

1 Ιδιοκτήτης	2 Άλλη _____
--------------	--------------

6) Διεύθυνση

Οδός: _____

Αριθμός: _____ Ταχ. Κωδ.: _____

Τηλέφωνο: _____

Σας ευχαριστούμε πολύ για τη συμμετοχή σας στην έρευνα!



5.3 Δελτίο καταγραφής μετρήσεων

ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΑΝΩΓΕΙΩΝ

Δελτίο καταγραφής μετρήσεων

ΑΡ. ΔΕΛΤΙΟΥ: _____

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: _____

A. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΗΜΕΙΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

- 1) Συντεταγμένες:
- 2) Περιοχή μελέτης (γειτονιά): _____
- 3) Διεύθυνση κατοικίας: _____
- 4) Αριθμός παρευρισκόμενων ατόμων: _____
(κατά τη διάρκεια της μέτρησης)
- 5) Ώρα έναρξης διαδικασίας μέτρησης: _____
- 6) Χρονική διάρκεια διαδικασίας μέτρησης: _____

B. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Μέτρηση	Θερμοκρασία (°C)			Σχετική Υγρασία (%)			Ταχύτητα Ανέμου (m/s)		
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Εντός κατοικίας									
Εκτός κατοικίας									

*Παρατήρηση: Να σημειωθεί η μέση τιμή των παραμέτρων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας

Σχόλια σχετικά με τις συνθήκες διεξαγωγής των μετρήσεων:

Γ. ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ

	CO (ppm)	CO ₂ (% VOL)
--	----------	-------------------------



Μέτρηση	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Εντός κατοικίας						
Εκτός κατοικίας						
Μέτρηση	NO ₂ (ppm)			NO (ppm)		
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Εντός κατοικίας						
Εκτός κατοικίας						
Μέτρηση	VOCs (ppm) – PID sensor			PM1 (mg/m ³)		
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Εντός κατοικίας						
Εκτός κατοικίας						
Μέτρηση	PM2.5 (mg/m ³)			PM10 (mg/m ³)		
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Εντός κατοικίας						
Εκτός κατοικίας						
Μέτρηση	PM4 (mg/m ³)			TPM (mg/m ³)		
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Εντός κατοικίας						
Εκτός κατοικίας						
*Παρατήρηση: Να σημειωθεί η μέση τιμή των παραμέτρων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας						



ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

Χρήσεις βιομάζας ξυλείας στον οικιακό τομέα



Λίγα λόγια για το COMPOSE

Ο οδηγός δημιουργήθηκε στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων της Ευρωπαϊκής πρωτοβουλίας “COMPOSE – Rural communities engaged with positive energy” στην Ελλάδα, η οποία στοχεύει στην προώθηση έργων μικρής κλίμακας Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΕ) σε αγροτικές και νησιωτικές περιοχές της Μεσογείου και συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης του προγράμματος INTERREG MED.

Το έργο υλοποιεί 15 πιλοτικές δράσεις σε 11 χώρες (Ελλάδα, Γαλλία, Ισπανία, Ιταλία, Κροατία, Κύπρος, Πορτογαλία, Σλοβενία, Αλβανία, Βοσνία & Ερζεγοβίνη, Μαυροβούνιο), με στόχο την ανάπτυξη και πιλοτική εφαρμογή Μεθοδολογίας Αναπτυξιακού Σχεδιασμού έργων ΑΠΕ και ΕΕ, που θα επιτρέψει σε περιοχές της Μεσογείου να αυξήσουν τις ΑΠΕ στο ενεργειακό τους μείγμα και παράλληλα να αναπτύξουν εργαλεία και οδηγούς για φορείς λήψης αποφάσεων και εμπειρογνώμονες στον αναπτυξιακό σχεδιασμό, εφαρμόζοντας παραδείγματα καλής πρακτικής και αξιοποιώντας την υφιστάμενη Ευρωπαϊκή εμπειρία και τεχνογνωσία.

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ ΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ ΤΟΥ COMPOSE ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ: Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος Πολυτεχνείο Κρήτης, (www.resel.tuc.gr)

ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΤΟΥ COMPOSE

Slovene Chamber of Agriculture and Forestry-Institute of Agriculture and Forestry Maribor, project coordinator – Σλοβενία, Συντονιστής έργου (www.kmetijski-zavod.si), Kyoto Club – Ιταλία (www.kyotoclub.org), Δήμος Λακατάμιας – Κύπρος (www.lakatamia.org.cy), Energy and Environment Agency of Arrabida – Πορτογαλία (www.ena.com.pt), Regional Energy Agency North – Κροατία (www.rea-sjever.hr), Agricultural University of Tirana – Αλβανία (www.ubt.edu.al), Granollers city council – Ισπανία (www.granollers.cat), Srebrenik Municipality - Βοσνία και Ερζεγοβίνη (www.srebrenik.ba), Institute for Strategic Studies and Prognoses – Μαυροβούνιο (<http://issp.me>), Group for the Environment, Renewable Energy and Solidarity – Γαλλία (www.geres.eu).

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

Νικόλαος Σαββάκης, Σταυρούλα Τουρνάκη, καθ. Θεοχάρης Τσούτσος (Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ: ΙΟΥΛΙΟΣ 2018

<https://compose.interreg-med.eu/>

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η αναπαραγωγή του περιεχομένου ή τμήματος του περιεχομένου επιτρέπεται μετά από έγκριση από τους δημιουργούς και με την προϋπόθεση ότι αναφέρεται σαφώς η πηγή.



Περιεχόμενα

Πρόλογος	4
1. Εφαρμογές βιομάζας ξυλείας στον οικιακό τομέα.....	5
1.1. Η φυτική βιομάζα.....	6
1.2. Κύριες χρήσεις της βιομάζας ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.....	6
1.3. Στερεά βιοκαύσιμα για χρήση στον οικιακό τομέα.....	7
2. Τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας για θέρμανση κτιρίων	10
2.1. Τυπικό (παραδοσιακό) τζάκι.....	11
2.2. Ενεργειακό τζάκι	12
2.3. Σόμπα ξύλου ή συσσωματωμάτων (pellet)	13
2.4. Λέβητες στερεών καυσίμων	13
2.5. Συγκριτική αξιολόγηση διαφόρων τεχνολογιών θέρμανσης	15
3. Χρήσιμες συμβουλές για το σωστό σχεδιασμό, εγκατάσταση και συντήρηση συστημάτων βιομάζας για θέρμανση κτιρίων.....	16
3.1. Επιλογή τύπου λέβητα στερεών καυσίμων βιομάζας.....	16
3.1.1. Εγκατάσταση και πρόσθετα συστήματα λέβητα στερεών καυσίμων βιομάζας.....	16
3.1.2. Επιλογή και αποθήκευση στερεών καυσίμων βιομάζας.....	17
3.1.3. Συντήρηση λέβητα στερεών καυσίμων βιομάζας	17
3.2. Επιλογή τύπου εστίας καύσης (π.χ. παραδοσιακό ή ενεργειακό τζάκι)	18
3.2.1. Εγκατάσταση και πρόσθετα στοιχεία τυπικών εστιών καύσης.....	18
3.2.2. Επιλογή και αποθήκευση στερεών καυσίμων βιομάζας (καυσόξυλα)	18
3.2.3. Συντήρηση και ασφαλής λειτουργία τυπικών εστιών καύσης.....	18
3.3. Διάθεση Στάχτης	19
4. Χρήσιμοι σύνδεσμοι	20
5. Βιβλιογραφικές πηγές.....	20

Πρόλογος

Η Βιομάζα αποτελεί οργανική ύλη με προέλευση είτε από ζωντανούς (φυτικούς ή ζωικούς) οργανισμούς είτε από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (δασοκομικές, γεωργικές, βιομηχανικές). Η φυτική βιομάζα αποτελεί αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Συγκοπτάλέγεται στους ανανεώσιμους πόρους καθώς μπορεί να αποκατασταθεί φυσικά όταν εξαντληθούν τα αρχικά αποθέματά της.

Η χρήση της βιομάζας μειώνει τις ανάγκες εισαγωγής ορυκτών καυσίμων περιορίζοντας παράλληλα την εκπομπή, βλαβερών για την ανθρώπινη υγεία, ρύπων όπως τα οξείδια του θείου και του άνθρακα.

Η φυτική βιομάζα στην Ελλάδα χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή θερμότητας στον οικιακό τομέα, για τη θέρμανση θερμοκηπίων, στην ελαιουργία και σπανιότερα στη βιομηχανία. Λόγω του υψηλού δυναμικού βιομάζας στην Ελλάδα, το οποίο είναι τεχνικά και οικονομικά εκμεταλλεύσιμο, οι προοπτικές αξιοποίησής της είναι ευοίωνες.

Ιδιαίτερα στις αγροτικές περιοχές, όπου υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα πρώτης ύλης σε μικρές αποστάσεις, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί από τη βιομάζα είναι συχνά οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από συμβατικές πηγές ενέργειας.

Σε πολλές αγροτικές κοινότητες της Ευρώπης, το παραδοσιακό τζάκι/σόμπα αξιοποιείται είτε ως βασικό μέσο θέρμανσης είτε ως συμπληρωματικό σύστημα τοπικής θέρμανσης σε κατοικίες.

Ο οδηγός παρέχει πληροφορίες για τις χρήσεις της βιομάζας στον οικιακό τομέα και τεχνικές συμβουλές για το σωστό σχεδιασμό, λειτουργία και συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης με στερεά καύσιμα βιομάζας.

Καθώς τα τελευταία χρόνια διατίθενται στο εμπόριο διαφορετικοί τύποι συστημάτων και είδη στερεών καυσίμων βιομάζας, ο οδηγός έχει στόχο να αποτελέσει ένα χρηστικό εργαλείο για τους τελικούς χρήστες, προκειμένου να κατανοήσουν τις βασικές πτυχές της ορθής χρήσης και των τεχνολογιών αξιοποίησης των στερεών καυσίμων βιομάζας. Παράλληλα, στοχεύει στην προώθηση της ενεργειακής απόδοσης, μέσω της ορθολογικής χρήσης βιομάζας για θέρμανση χώρων, συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην προσπάθεια προστασίας του περιβάλλοντος.



1. Εφαρμογές βιομάζας ξυλείας στον οικιακό τομέα

Εδώ και πολλά χρόνια, η βιομάζα αποτέλεσε σημαντικό φυσικό πόρο για τον άνθρωπο, προκειμένου να καλύψει τις βασικές του ενεργειακές ανάγκες (π.χ. θέρμανση, μαγείρεμα, κ.α.) και να αναπτύξει δραστηριότητες σε οικονομικό, κοινωνικό και πολιτιστικό επίπεδο. Τελευταία, οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας παρουσιάζονται ως εξαιρετικά ευοίωνες, καθώς η τεχνολογική εξέλιξη και το διαθέσιμο δυναμικό συνιστούν ικανές συνθήκες για ορθολογική ανάπτυξη αυτής της ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.

Με το όρο «βιομάζα» καλείται το βιοαποδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των υπολειμμάτων φυτικής ή ζωικής προέλευσης), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους (π.χ. αλιεία, υδατοκαλλιέργειες, βιοαποδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και οικιακών αποβλήτων) [1].

Πιο συγκεκριμένα, ως «βιομάζα» χαρακτηρίζονται τα προϊόντα και τα υπολείμματα φυτικής ή ζωικής προέλευσης, όπως:

- **τα γεωργικά υπολείμματα**, στα οποία περιλαμβάνονται κυρίως κατάλοιπα των αγροτικών εκμεταλλεύσεων (π.χ. κλαδιά, κλαδέματα, κληματίδες, κ.α.),
- **τα παραπροϊόντα της αγροτικής βιομηχανίας** (π.χ. ελαιοπυρήνας, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, στέμφυλα, άχυρα κ.α.),
- **τα υπολείμματα της βιομηχανίας παραγωγής τροφίμων** (π.χ. κουκούτσια, φλούδες, υγρά απόβλητα τυροκομείων, κ.α.),
- **τα δασικά υπολείμματα**, στα οποία συμπεριλαμβάνονται υπολείμματα καλλιέργειας και καθαρισμών δασών (αραιώσεων, υλοτομιών) και υπολείμματα επεξεργασίας ξύλου (κλαδέματα, πριονίδια),
- **τα απόβλητα κτηνοτροφίας και συναφών δραστηριοτήτων** (κοπριά, άχρηστα αλιεύματα, κ.λπ.),
- **τα αστικά απόβλητα**, και συγκεκριμένα το βιοαποδομήσιμο κλάσμα των αστικών στερεών απορριμμάτων και των υγρών αποβλήτων,
- **προϊόντα από ενεργειακές καλλιέργειες (γεωργικές ή δασικές)**, οι οποίες αφορούν καλλιέργεια φυτικών ειδών κατάλληλων για την παραγωγή υγρών (π.χ. ηλίανθος, γλυκό σόργο κ.λπ.) ή στερεών βιοκαυσίμων (π.χ. ευκάλυπτος, λεύκη, ιτιά κ.α.). [2]

Γιατί βιομάζα;

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας είναι:

1. Περιβαλλοντικά οφέλη

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- Βιώσιμη διαχείριση των δασών
- Αξιοποίηση γεωργικών υπολειμμάτων (π.χ. κλαδεμάτων)

2. Οικονομικά οφέλη

- Ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και μείωση των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων
- Μειωμένο κόστος θέρμανσης για τους οικιακούς καταναλωτές και τις επιχειρήσεις
- Διεύρυνση των δυνατοτήτων ανάπτυξης μικρομεσαίων επιχειρήσεων, ενεργειακών κοινοτήτων και γεωργικών συνεταιρισμών

3. Κοινωνικά οφέλη

- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας για τον αγροτικό πληθυσμό



Εικόνα 1: Προϊόντα δασικών καλλιεργειών

[Πηγή: www.eco-business.com, 2018]



Εικόνα 2: Προϊόντα δασικών καλλιεργειών

[Πηγή: <http://www.hellabiom.gr>, 2018]



1.1. Η φυτική βιομάζα

Η φυτική βιομάζα αποτελεί δεσμευμένη μορφή ηλιακής ενέργειας, αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Μέσω της διαδικασίας αυτής, η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα (Εικόνα 3), χρησιμοποιώντας ως πρώτες ύλες το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) της ατμόσφαιρας, το νερό (H_2O) και τα ανόργανα συστατικά του εδάφους. Η διεργασία αυτή μπορεί να περιγραφεί σχηματικά ως εξής:

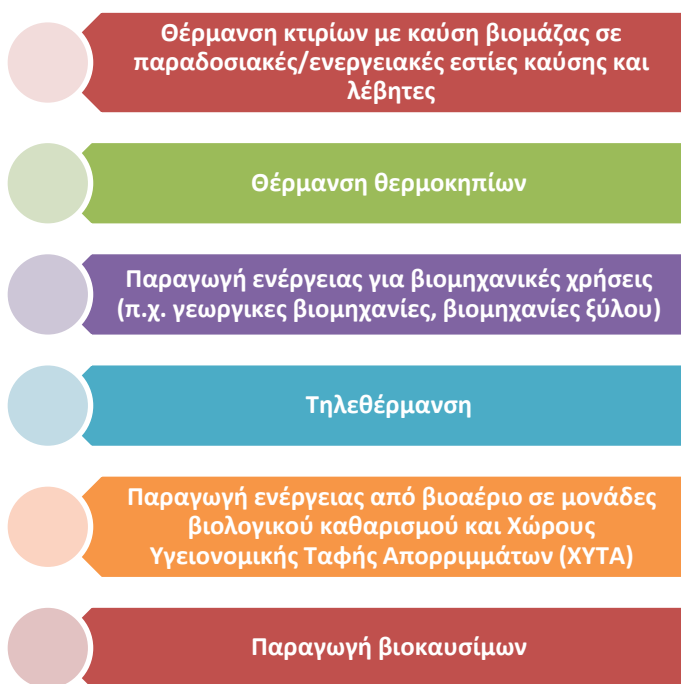


Γιατί η βιομάζα θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας;

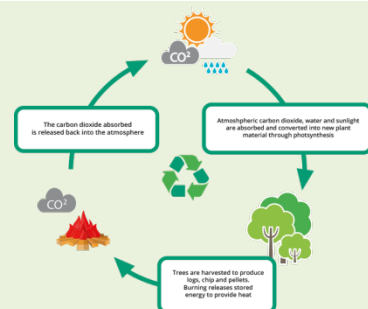
Η ενέργεια της βιομάζας θεωρείται δευτερογενής ηλιακή ενέργεια και κατ' επέκταση **πρακτικά ανεξάντλητη**. Επιπλέον, η χρήση της βιομάζας έχει **μηδενικό ισοζύγιο CO_2** , καθώς οι παραγόμενες ποσότητες του, που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα κατά την καύση της δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία βιομάζας.

1.2. Κύριες χρήσεις της βιομάζας ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας (θερμότητας ή/και ηλεκτρισμού) απευθείας μέσω καύσης, είτε έμμεσα μετά τη μετατροπή της, μέσω κατάλληλων διεργασιών (π.χ. πυρόλυση, αεριοποίηση, αλκοολική ζύμωση, αναερόβια χώνευση κ.λπ.) σε αέρια, υγρά ή/και στερεά καύσιμα. Σήμερα, οι κύριες εφαρμογές ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας περιλαμβάνουν:

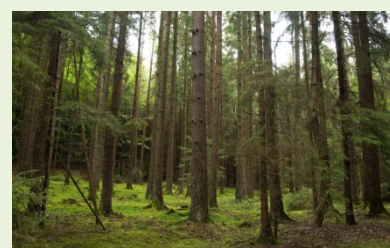


Σχήμα 1: Εφαρμογές ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας



Εικόνα 3: Ο κύκλος του άνθρακα

[Πηγή: firewoodforstoves.com/wp-content/uploads/2015/07/woodcycle2.png, 2018]



Εικόνα 4: Διαχείριση δασικών οικοσυστημάτων

[Πηγή: www.clickatlife.gr/taksidi/story/52048, 2018]



Εικόνα 5: Βιομάζα σε μορφή στοιβαγμένων καυσόξυλων

[Πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stack_of_firewood.jpg, 2018]



Εικόνα 6: Καλλιέργεια ηλιανθων για τη παραγωγή βιοκαυσίμων

[Πηγή: <https://www.neakriti.gr>, 2018]



1.3. Στερεά βιοκαύσιμα για χρήση στον οικιακό τομέα

Σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία (ΥΑ 189533/7.11.2011: «Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού») τα καύσιμα στερεής βιομάζας, (**Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14961-1, νέο ΕΛΟΤ EN ISO 17225-1:2014**), αποτελούν επιτρεπόμενο καύσιμο για εγκαταστάσεις θέρμανσης ή/και παραγωγής θερμού νερού χρήσης των κτιρίων του οικιακού τομέα και άλλων κτιρίων. Το Πρότυπο **ΕΛΟΤ EN 14961-1** (νέο ΕΛΟΤ EN ISO 17225-1:2014) ορίζει ως στερεά βιοκαύσιμα: «τα καύσιμα στερεής μορφής που προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από τις ακόλουθες πηγές βιομάζας:

- προϊόντα από γεωργία και δασοκομία,
- φυτικά υπολείμματα από γεωργία και δασοκομία,
- παραπροϊόντα από βιομηχανία επεξεργασίας ξυλείας,
- ινώδη φυτικά υπολείμματα από παραγωγή χαρτοπολτού,
- υπολείμματα φελλού.

[1]

«Δεν επιτρέπεται η χρήση ως στερεά καύσιμα, για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών σε κτιριακές εγκαταστάσεις, τα ακόλουθα (δεν εμπίπτουν στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14961-1 (νέο ΕΛΟΤ EN ISO 17225-1:2014)):

- προϊόντα ή παραπροϊόντα ζωικής προέλευσης (π.χ. κοπριά)
- απόβλητα ξυλείας που μπορεί να περιέχουν αλογονούχες οργανικές ενώσεις ή βαρέα μέταλλα (π.χ. ξυλεία κατεδαφίσεων)
- βιομάζα υδατικής προέλευσης (π.χ. άλγες)
- θερμικά-χημικά επεξεργασμένη βιομάζα (π.χ. ξυλοκάρβουνο)»

[1,5]

Πρακτικά, οι δύο κύριες μορφές των στερεών καυσίμων βιομάζας διάθεσης, είναι:

- **ακατέργαστη μορφή** (π.χ. καυσόξυλα, κουκούτσια κ.α.)
- **επεξεργασμένη μορφή** για ευκολότερη χρήση, αποθήκευση και μεταφορά (π.χ. μπριγκέτες - wood briquettes, θρύμματα ξύλων - wood chips, ή συσσωματώματα βιομάζας - wood pellets).

Ειδικότερα, οι κύριοι ορισμοί για τα καύσιμα στερεής βιομάζας (ΕΛΟΤ EN 14588) έχουν ως εξής:

- Ο όρος **καυσόξυλα** χρησιμοποιείται για τη στερεή βιομάζα ξύλου από υλοτομία, η οποία υπόκειται σε κατάλληλη προ επεξεργασία (τεμαχισμός-διαχωρισμός) πριν τη χρήση σε σταθερές εστίες θέρμανσης κτιρίων (π.χ. σόμπες, τζάκια συστήματα κεντρικής θέρμανσης). Τα καυσόξυλα θεωρούνται ως η κυριότερη εμπορική μορφή στερεών βιοκαυσίμων στην Ελλάδα. Η προέλευσή τους μπορεί να είναι από διαφορετικά δενδρικά είδη (π.χ. οξιά, πεύκο, ελιά, δρυς) και διατίθενται σε διάφορες μορφές (π.χ. κούτσουρα ή σχισμένα καυσόξυλα) και τύπους, (π.χ. χύδην, στοιβαγμένα σε παλέτες, κ.λπ.).

[1,5]



Εικόνα 7: Παραπροϊόντα από βιομηχανία επεξεργασίας ξυλείας
[Πηγή: <http://www.hellabiom.gr>, 2018]



Εικόνα 8: Φυτικά υπολείμματα από γεωργία

[Πηγή: <http://www.hellabiom.gr>, 2018]



Εικόνα 9: Καυσόξυλα από της διαχείριση γεωργικών καλλιεργειών
[Πηγή: <http://www.halkidikinow.gr>, 2018]

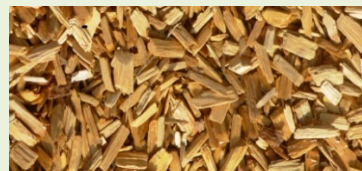


Εικόνα 10: Υπολειμματική δασική βιομάζα

[Πηγή: www.operationsforestieres.ca, 2018]

- II. Το **πυρηνόξυλο** είναι το ξυλώδες παραπροϊόν που παράγεται μέσω κατάλληλης επεξεργασίας του ελαιοπυρήνα (απομάκρυνση της υγρασίας και παραμένουστος ελαίου), που προέρχεται από τη διαδικασία της παραγωγής ελαιόλαδου. Το πυρηνόξυλο χαρακτηρίζεται γενικά από υψηλότερα ποσοστά τέφρας σε σχέση με τα εμπορικά στερεά καύσιμα ξυλώδους βιομάζας ενώ, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία, επιβάλλεται **το περιεχόμενο έλαιο επί ξηρού να μην υπερβαίνει το 2%**¹. [1,5]
- III. Τα **θρύμματα ξύλων** είναι λεπτά τεμάχια ξύλου, μήκους 5-50 mm, τα οποία είναι κατάλληλα για χρήση κυρίως σε μεγάλους λέβητες. Η ποιότητα των θρυμμάτων βιομάζας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθέσιμη πρώτη ύλη και την τεχνολογία παραγωγής. Συνήθως προέρχονται από υπολείμματα είτε δασικά είτε από πριονιστήρια κ.α. Γενικά, δεν υπόκεινται σε κάποιας μορφής επεξεργασία πέραν της φυσικής ξήρανσης, γι' αυτό έχουν συνήθως αρκετά υψηλά ποσοστά υγρασίας (έως και 50% κ.β.). [1,6]
- IV. Ως «**συσσωματώματα ή πέλλετς βιομάζας (wood pellets)**» καλείται το συμπυκνωμένο καύσιμο στερεής βιομάζας, κυλινδρικής μορφής με μέση διάμετρο 6-8 mm και μήκος 5-40 mm. Παρασκευάζεται μέσω συμπίεσης καθαρών μερών ξηρής βιομάζας, η οποία μπορεί να συνίσταται από γεωργικά-δασικά υπολείμματα και παραπροϊόντα βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου. Για την παραγωγική διαδικασία δεν χρησιμοποιούνται χημικά πρόσθετα, παρά μόνο υψηλή πίεση και ατμός. Σήμερα, η πλειοψηφία των εμπορικά διαθέσιμων συσσωματωμάτων έχουν πιστοποιηθεί με κατάλληλα πρότυπα και εμφανίζουν: 1) το χαμηλό ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας (<10% κ.β.) διασφαλίζοντας μειωμένη παραγωγή καπνού και 2) χαμηλά ποσοστά παραγόμενης τέφρας (<3% κ.β.). [1,5,6]
- V. Ως «**μη ξύλινα συσσωματώματα ή πέλλετς**» καλούνται το συμπυκνωμένο καύσιμο στερεής βιομάζας, το οποίο παράγεται από μη ξυλώδη κονιορτοποιημένη βιομάζα (π.χ. από ελαιοπυρήνα, υπολείμματα φρούτων) με ή χωρίς πρόσθετα και έχει συνήθως κυλινδρική μορφή, διαμέτρου <25 mm που λαμβάνεται με μηχανική συμπίεση και είναι τεμαχισμένο στις άκρες². [1]
- VI. Τα **συσσωματώματα ξύλου ή μπριγκέτες** αποτελούν επίσης συμπυκνωμένη μορφή στερεής βιομάζας που παράγεται από κονιορτοποιημένη βιομάζα ξύλου, με ή χωρίς πρόσθετα, συνήθως κυβοειδούς ή κυλινδρικής μορφής. Αντίστοιχα με τα συσσωματώματα βιομάζας, τα συσσωματώματα ξύλου παρουσιάζουν χαμηλά ποσοστά υγρασίας και τέφρας, ενώ το ενεργειακό τους περιεχόμενο κυμαίνεται από 4,5-5,2 kWh/kg. [1,2]

Ποιοι είναι κύριοι τύποι στερεών καυσίμων βιομάζας που διατίθενται στο εμπόριο;



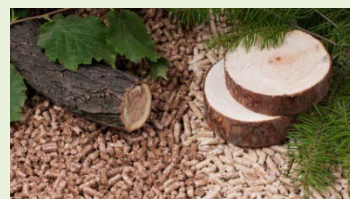
Εικόνα 11: Θρύμματα ξύλων (wood chips)

[Πηγή: <http://caldwelltreecare.com>, 2018]



Εικόνα 12: Ενεργειακή σόμπα συσσωματωμάτων

[Πηγή: www.canadianbiomassmagazine.ca, 2018]



Εικόνα 13: Συσσωματώματα (pellets)

[Πηγή: woodpelletreviews.com, 2018]



Εικόνα 14: Μπριγκέτες ξύλου

[Πηγή: www.woodfuel.coop, 2018]

¹ Για το πυρηνόξυλο και τον ελαιοπυρήνα, εκτός των προβλεπόμενων προδιαγραφών στον πίνακα Β9, (Β.9 – Typical values for olive and grape cake), του προτύπου ΕΛΟΤ EN 14961-1, επιβάλλεται το περιεχόμενο έλαιο επί ξηρού να μην υπερβαίνει το 2%. Η περιεκτικότητα σε έλαιο προσδιορίζεται με βάση τη μέθοδο που περιγράφεται στον Κανονισμό της ΕΟΚ 2568/91 σχετικά με τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των ελαιολάδων και των πυρηνελαιών (Παράρτημα XV-περιεκτικότητα σε έλαιο των ελαιοπυρήνων). [1]

² Όσον αφορά τα μη ξύλινα πέλλετς για μη βιομηχανική χρήση, εκτός των προβλεπόμενων προδιαγραφών στον πίνακα 2, (Table 2 – Specification of pellets produced from herbaceous biomass, fruit biomass and blends and mixtures), του προτύπου ΕΛΟΤ EN 14961-6, επιβάλλεται το περιεχόμενο έλαιο επί ξηρού να μην υπερβαίνει το 2%. Η περιεκτικότητα σε έλαιο προσδιορίζεται με βάση τη μέθοδο που περιγράφεται στον Κανονισμό της ΕΟΚ 2568/91 σχετικά με τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των ελαιολάδων και των πυρηνελαιών (Παράρτημα XV- περιεκτικότητα σε έλαιο των ελαιοπυρήνων). [1]

1.000 l πετρελαίου θέρμανσης αντιστοιχούν σε περίπου



Εικόνα 15: Αντιστοιχία ισοδύναμης ενέργειας πετρελαίου θέρμανσης με διαφορετικούς τύπους στερεών βιοκαυσίμων

Πίνακας 1: Συγκριτικός πίνακας των βασικών ιδιοτήτων και του κόστους των διαφορετικών τύπων καυσίμου στερεής βιομάζα

	Μονάδες	Συσσωματώματα ξύλου (pellets) [6]	Θρύμματα ξύλου [6]	Καυσόξυλα (20% περιεκτικότητα σε υγρασία)	Μπριγκέτες
Θερμογόνος δύναμη	GJ/t	17,0	13,4	14,4	17,2
- ανά kg	kWh/kg	4,8	3,7	4,0	4,7
- ανά m ³	kWh/m ³	3.077	744	1.400	3.025
Περιεχόμενη υγρασία	%	<10	20-40	20	<10
Φαινόμενη πυκνότητα	kg/m ³	650	200	350	450-550
Στάχτη	%	<3	<5	<3	<3
Τιμή αγοράς	€/kg	0,25	0,20	0,18	0,35
Εκτιμώμενο ενεργειακό κόστος	€/kWh	0,052	0,054	0,045	0,074

2. Τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας για θέρμανση κτιρίων



Εικόνα 16: Καύση ξύλων σε παραδοσιακό τζάκι [2]



Εικόνα 17: Καύση ξύλων σε τζακόσομπα
[Πηγή: <http://www.forgreenheat.org>, 2018]



Εικόνα 18: Σύγχρονη ενεργειακή σόμπα ξύλου
[Πηγή: <https://pyroestia.gr>, 2018]

Γενικά, τα συστήματα θέρμανσης κτιριακών εγκαταστάσεων μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο βασικές κατηγορίες:

- **κεντρικής θέρμανσης**, όπου η θερμική ενέργεια του καυσίμου που παράγεται σε κατάλληλη εστία καύσης (π.χ. λέβητας), μέσω ενός φορέα μεταφοράς και του συστήματος διανομής, κατανέμεται σε διάφορους χώρους του κτιρίου προκειμένου να καλύψει τις θερμικές ανάγκες των χρηστών του.
- **τοπικής θέρμανσης**, στα οποία η ενέργεια (θερμότητα) παράγεται και προσδίδεται στον ίδιο χώρο, χωρίς την παρέμβαση ενός συστήματος μεταφοράς (π.χ. τζάκια, θερμάστρες, κ.λπ.). [5,7]

Τα τελευταία χρόνια, η χρήση τεχνολογιών αξιοποίησης καυσίμων στερεής βιομάζας (π.χ. λέβητες συσσωματωμάτων ή θρυμματισμένου ξύλου) για την παραγωγή θερμότητας και ζεστού νερού χρήσης σε κτιριακές εγκαταστάσεις εμφανίζει σημαντική αύξηση. Ταυτόχρονα, σε πολλές αγροτικές κοινότητες της Ευρώπης, το παραδοσιακό τζάκι/σόμπα αξιοποιείται είτε ως βασικό μέσο θέρμανσης είτε ως συμπληρωματικό σύστημα τοπικής θέρμανσης σε αρκετές κατοικίες. Στον Πίνακα 2 παρατίθενται συνοπτικά οι κυριότερες τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον οικιακό τομέα.

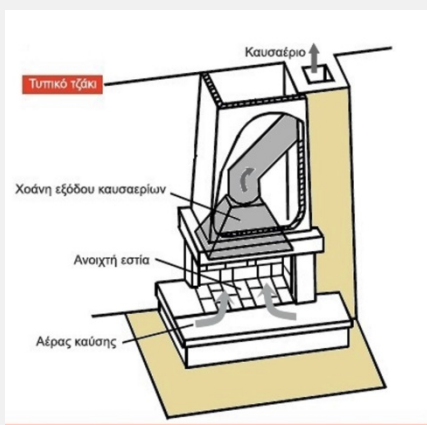
Πίνακας 2: Κύριες τεχνολογίες αξιοποίησης στερεών καυσίμων βιομάζας για θέρμανση

Συστήματα τοπικής θέρμανσης	Συστήματα κεντρικής θέρμανσης
•Τυπικό (παραδοσιακό τζάκι), με βαθμό απόδοσης: 10-20% •Ενεργειακό τζάκι (αερόθερμο), με βαθμό απόδοσης: 70-80% •Σόμπα ξύλου παραδοσιακή, με βαθμό απόδοσης: 30% •Σόμπα ξύλου (ενεργειακή-αερόθερμη) με βαθμό απόδοσης : 70-80% • Σόμπα συσσωματωμάτων (pellets), με βαθμό απόδοσης: 80-90%	• Ενεργειακό τζάκι (υδραυλικό), το οποίο μπορεί να θερμαίνει διάφορους χώρους και νερό χρήσης, με απόδοση: 80-85% •Λέβητας ξύλου ή συσσωματωμάτων (pellets) για κεντρική θέρμανση, με απόδοση: 70-90%. •Σόμπα ξύλου (ενεργειακή-υδραυλική) η οποία μπορεί να θερμαίνει διάφορους χώρους και νερό χρήσης, με βαθμό απόδοσης: 70-80%

2.1. Τυπικό (παραδοσιακό) τζάκι



Εικόνα 19: Καύση ξύλων σε παραδοσιακό τζάκι [Πηγή: Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών, 2010]



Εικόνα 20: Περιγραφή των κύριων μερών ενός παραδοσιακού τζακιού [Πηγή: Hartmann et al., 2007]



Εικόνα 21: Καύση ξύλων σε παραδοσιακό τζάκι [Πηγή: <https://artcomin.gr/>, 2018]

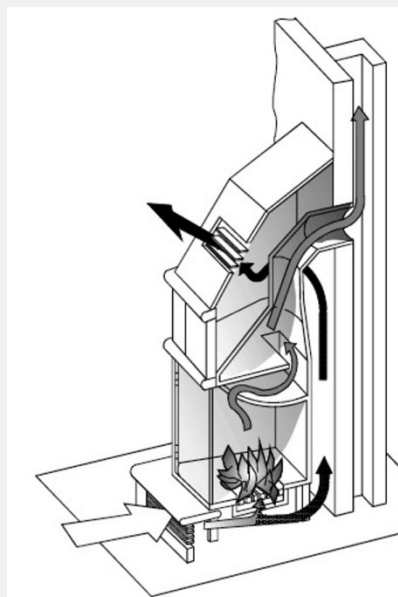
Το **τυπικό τζάκι** αποτελεί ένα συμβατικό σύστημα τοπικής θέρμανσης, κατασκευασμένο από πέτρα ή τούβλα³, το οποίο συνήθως διαθέτει μεγάλα σταθερά ανοίγματα περιμετρικά του χώρου της εστίας καύσης. Γενικά, χαρακτηρίζεται από χαμηλό βαθμό απόδοσης (10-20%) λόγω της ατελούς καύσης των ξύλων και της ανεπαρκούς ανάκτησης της θερμότητας των καυσαερίων. Η χρήση των παραδοσιακών τζακιών συνδέεται άμεσα με σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις για την υγεία των χρηστών και το περιβάλλον, εξαιτίας των αέριων ρύπων και των αιωρούμενων σωματιδίων (CO, NO_x, VOCs, PM₁, PM_{2,5}, PM₄, PM₁₀, κ.α.) που εκλύονται κατά τη διάρκεια της καύσης. [5]

Στη διεθνή βιβλιογραφία παρατίθενται αρκετές μελέτες για τη διερεύνηση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών κινδύνων από την εκτεταμένη χρήση των παραδοσιακών μεθόδων θέρμανσης. Στην πλειοψηφία τους, οι μελέτες αυτές δείχνουν πως η ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό μιας κατοικίας, στην οποία χρησιμοποιείται το παραδοσιακό τζάκι ως βασικό μέσο θέρμανσης, επιβαρύνεται με σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις αέριων ρύπων, συγκριτικά με τις τιμές στον περιβάλλοντα εξωτερικό χώρο της ίδιας περιοχής. Σημαντικό στοιχείο είναι πως ακόμα και οι κατοικίες που δεν χρησιμοποιούν τζάκι μπορούν να επιβαρυνθούν από γειτονικές εστίες θέρμανσης, λόγω της εκπομπής των παραπάνω αερίων, σε ποσοστό που μπορεί να φτάσει μέχρι και 70%. [2]

Πίνακας 3: Βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των παραδοσιακών τζακιών

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
✓ Χαμηλό κόστος εγκατάστασης (1.000-1.500€) ✓ Αισθητική ένταξη σε ένα χώρο ✓ Δεν απαιτείται ηλεκτρική διασύνδεση	- Χαμηλή απόδοση και αυξημένη κατανάλωση ξύλου (ή μπριγκέτας) - Μη ελεγχόμενη και συνήθως ατελής καύση - Αυξημένες εκπομπές αέριων ρύπων και αιωρούμενων σωματιδίων - Αυξημένες απαιτήσεις για απομάκρυνση της στάχτης - Χειροκίνητη ανάφλεξη και τροφοδοσία - Μειωμένη ασφάλεια

³ Τα τελευταία χρόνια υπάρχουν προκατασκευασμένα τζάκια, που αποτελούνται από μεταλλικά φύλλα και βάσεις από μαντέμι ή χάλυβα, ενώ έχουν εφαρμοστεί και κατάλληλες πόρτες.



Εικόνα 22: Περιγραφή των κύριων μερών ενός αερόθερμου ενεργειακού τζακιού

[Πηγή: Hartmann et al., 2007]



Εικόνα 23: Καύση ξύλων σε ενεργειακό τζάκι [2]

"...το ήξερες ότι το ενεργειακό τζάκι έχει έως και 4 φορές υψηλότερη απόδοση από το παραδοσιακό τζάκι (ανοικτού θαλάμου);"

2.2. Ενεργειακό τζάκι

Το ενεργειακό τζάκι σε ένα κτίριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως σύστημα τοπικής είτε ως σύστημα κεντρικής θέρμανσης, ανάλογα με το ρευστό μέσο (π.χ. νερό, αέρας) που διακινείται για τη μεταφορά της θερμότητας. Με βάση τα παραπάνω, τα ενεργειακά τζάκια ταξινομούνται σε δύο βασικές κατηγορίες [2]:

1. **Ενεργειακό τζάκι (αερόθερμο):** εκμεταλλεύεται τη θερμότητα που παράγεται στο χώρο καύσης και διοχετεύει θερμό αέρα μέσω κατάλληλων αεραγωγών στο χώρο που έχει εγκατασταθεί (Εικόνα 22). Η κίνηση του αέρα μπορεί να γίνεται είτε με φυσική ροή είτε με ανεμιστήρα.
2. **Ενεργειακό τζάκι (υδραυλικό):** λειτουργεί ως μονάδα παραγωγής ζεστού νερού, το οποίο διοχετεύεται στα θερμαντικά σώματα (ή ενδοδαπέδια), για θέρμανση και άλλων χώρων του κτιρίου, πέραν του χώρου εγκατάστασής του.

Γενικά, οι δύο τύποι ενεργειακού τζακιού επιτυγχάνουν βέλτιστη εκμετάλλευση της θερμότητας που εκλύεται από την καύση των καυσίμων στερεής βιομάζας (π.χ. καυσόξυλα, μπριγκέτες ξύλου), με το βαθμό απόδοσής τους να φτάνει το 70-80%. Η τιμή αυτή είναι σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή για τα παραδοσιακά (συμβατικά) τζάκια. Η σημαντική αυτή βελτίωση έγκειται στο γεγονός ύπαρξης δευτερογενούς θαλάμου καύσης.

Επιπλέον, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η μέγιστη απόδοση ενός ενεργειακού τζακιού επιτυγχάνεται όταν η πόρτα του είναι κλειστή και εντός της εστίας καίγονται καύσιμα κατάλληλα (π.χ. καυσόξυλα με χαμηλή υγρασία). Τέλος, επισημαίνεται το γεγονός ότι η μετατροπή ενός παραδοσιακού τζακιού σε ενεργειακό μπορεί να υλοποιηθεί με εύκολο τρόπο και σχετικά χαμηλό κόστος. [2,5]

Πίνακας 4: Βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ενεργειακών τζακιών

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
✓ Υψηλή λειτουργική απόδοση ✓ Οικονομία στην κατανάλωση ξύλου (έως και 2 kg/h) ✓ Περιορισμένη εκπομπή καυσαερίων, ως αποτέλεσμα της δευτερογενούς καύσης και της πόρτας που καλύπτει την περιοχή καύσης ✓ Δυνατότητα ελέγχου της καύσης ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία μέσω θερμοστάτη ✓ Μεγαλύτερη ασφάλεια ✓ Ελαχιστοποίηση οσμών και αιθάλης στο χώρο θέρμανσης ✓ Λογικό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης (2.500-4.000€ και 60€/γ, αντίστοιχα)	- Απαιτήση για τακτική απομάκρυνση της στάχτης - Χειροκίνητη ανάφλεξη και τροφοδοσία - Στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται ηλεκτρική διασύνδεση



Εικόνα 24: Ενεργειακή σόμπα
συσσωματωμάτων

[Πηγή: <http://www.okofen.be/be-nl/home/>, 2018]



Εικόνα 25: Συσσωματώματα [Πηγή:
AEBIOM, 2016]



Εικόνα 26: Λέβητας συσσωματωμάτων
[Πηγή: <http://www.okofen.be>, 2018]

2.3. Σόμπα ξύλου ή συσσωματωμάτων (pellet)

Ο ευρύτερος όρος «σόμπα» αναφέρεται σε επιδαπέδια, συμβατικά ή/και ενεργειακά συστήματα τοπικής ή κεντρικής θέρμανσης, που μπορούν να λειτουργούν με διάφορα είδη καυσίμων (π.χ. καυσόξυλα, συσσωματώματα), ανάλογα με την κατασκευή τους. Συνήθως, η εστία καύσης και τα τοιχώματά της κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο, ενώ η απομάκρυνση της τέφρας γίνεται είτε από ειδικό δοχείο κάτω από τη σχάρα καύσης, είτε απευθείας από την εστία σε περίπτωση που δεν υπάρχει σχάρα. Γενικά, οι σόμπες παρέχουν τη δυνατότητα ρύθμισης του αέρα καύσης, μέσω χειροκίνητης ή αυτόματης διαχείρισης ενός κινούμενου διαφράγματος, προκειμένου να επιτύχουν υψηλότερους βαθμούς απόδοσης.

Στις απλές σόμπες, η τροφοδοσία ξύλου γίνεται χειρωνακτικά και ο βαθμός απόδοσής τους κυμαίνεται μεταξύ 30-40%. Ξεχωριστή κατηγορία αποτελούν οι σόμπες συσσωματωμάτων (pellets), καθώς είναι κατάλληλες για συνεχή χρήση και ταυτόχρονα εμφανίζουν υψηλό βαθμό απόδοσης (>80%). Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που παρουσιάζουν οι σόμπες συσσωματωμάτων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 5: Βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των σομπών συσσωματωμάτων

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
✓ Υψηλή θερμική απόδοση ✓ Αυτόματη ανάφλεξη ✓ Εύκολος έλεγχος λειτουργίας μέσω ηλεκτρονικού πίνακα ✓ Μικρές απαιτήσεις συντήρησης, και κατ' επέκταση χαμηλό κόστος ✓ Η πρωτογενής και δευτερογενής καύση των αερίων ελέγχεται από ανεμιστήρα χαμηλού θορύβου ✓ Αξιοποιεί καθαρό και εύκολο στη χρήση καύσιμο ✓ Μειωμένες εκπομπές αερίων ρύπων	- Χειρωνακτική φόρτωση του καυσίμου στη χοάνη - Στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται ηλεκτρική διασύνδεση

[2,5]

2.4. Λέβητες στερεών καυσίμων

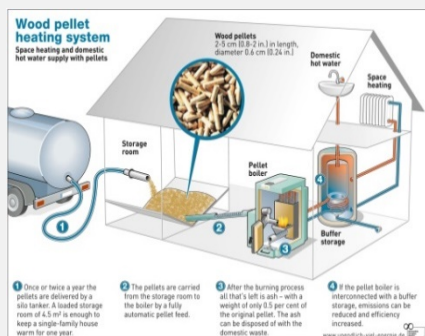
Ο λέβητας είναι η συσκευή στην οποία η χημική ενέργεια του καυσίμου μέσω της καύσης μετατρέπεται σε θερμική. Η παραγόμενη θερμική ενέργεια μεταφέρεται στο ρευστό του συστήματος που επανακυκλοφορεί σε κλειστό δίκτυο και επιτυγχάνει τη θέρμανση χώρων, νερού χρήσης ή την παραγωγή ατμού. [5,7]



Εικόνα 27: Σχηματικό διάγραμμα
λέβητα βιομάζας (θρυμματών ξύλου)
[Πηγή: <http://www.fire-power.it>, 2018]



Εικόνα 28: Λέβητας βιομάζας-
ξυλολέβητας [Πηγή:
<http://www.buffertanks.co.uk>, 2018]



Εικόνα 29: Παράδειγμα σύγχρονου
συστήματος θέρμανσης με
συσσωματώματα ξύλου-pellets
(αυτόματης τροφοδοσίας) [Πηγή:
www.revermont.org/modern-wood-pellet-boiler-consumer-guide, 2018]

Σήμερα, οι λέβητες βιομάζας διατίθενται για διαφόρους τύπους καυσίμων βιομάζας, σε διάφορα μεγέθη και βαθμούς αυτοματισμού και μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τον τύπο καυσίμου στις εξής κατηγορίες:

- λέβητες για θρυμματισμένο ξύλο (wood chips),
- λέβητες συσσωματωμάτων (pellets),
- ξυλολέβητες,
- λέβητες πυρηνόξυλου.

[5,8]

Οι λέβητες βιομάζας, νέας τεχνολογίας, χρησιμοποιούν αρκετά στοιχεία αυτοματισμού, όσον αφορά την τροφοδοσία καυσίμου, η οποία γίνεται με αυτόματο τρόπο από το χώρο αποθήκευσης, και τη διαδικασία καύσης. Ειδικότερα, η αυτόματη ρύθμιση της λειτουργίας των σύγχρονων λεβήτων βιομάζας σε υψηλές θερμοκρασίες, με ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παροχή αέρα για την επίτευξη βέλτιστων συνθηκών καύσης, διασφαλίζει υψηλό βαθμό αξιοποίησης (- 90%) της παρεχόμενης καύσιμης ύλης. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που εμφανίζουν οι λέβητες βιομάζας συνοψίζονται στον πίνακα 6.

Πίνακας 6: Βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των λεβήτων στερεών καυσίμων

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
✓ Μπορούν να συνδεθούν ως σύστημα κεντρικής θέρμανσης ή/και σε παράλληλη σύνδεση με υφιστάμενο λέβητα θέρμανσης πετρελαίου, στερεών καυσίμων κ.α. ✓ Παρέχουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, ασφάλεια και χαμηλές αέριες εκπομπές ✓ Σχετικά χαμηλό κόστος αγοράς και εγκατάστασης ✓ Δυνατότητες για υψηλό επίπεδο αυτοματισμών τροφοδοσίας, λειτουργίας, καθαρισμού των εναλλακτών θερμότητας και απομάκρυνσης της στάχτης	- Αυξημένες απαιτήσεις για χώρο αποθήκευσης καύσιμης ύλης - Αυξημένες απαιτήσεις για συστηματικό ρυθμό τροφοδοσίας καυσίμου - Διαθεσιμότητα πρώτης ύλης (π.χ. μία χρονιά με μικρή ελαιοπαραγωγή συνεπάγεται αύξηση κόστους ή ακόμα και έλλειψη πρώτης ύλης)



2.5. Συγκριτική αξιολόγηση διαφόρων τεχνολογιών θέρμανσης

Στον παρακάτω Πίνακα 7 παρουσιάζονται επιγραμματικά τα κυριότερα αποτελέσματα συγκριτικής αξιολόγησης πέντε διαφορετικών θερμικών συγκροτημάτων, όσον αφορά το κόστος θέρμανσης και την περιβαλλοντική απόδοση τους.

Πίνακας 7: Σύγκριση οικονομικών, ενεργειακών και περιβαλλοντικών στοιχείων για κάλυψη θερμικών αναγκών 8.000 kWh/έτος από 5 διαφορετικά είδη θερμικών συγκροτημάτων

		Παραδοσιακό τζάκι (ανοικτή εστία)	Ενεργειακό τζάκι (κλειστή εστία)	Λέβητας βιομάζας	Λέβητας πετρελαίου	Σόμπα συσσωματωμάτων (pellets)
Απόδοση (%)		20	80	85	87	90
Τύπος καυσίμου		καυσόξυλα	καυσόξυλα	συσσωματώματα (pellets)	πετρέλαιο θέρμανσης	συσσωματώματα (pellets)
Αποδιδόμενη ενέργεια καυσίμου (kWh/kg ή kWh/l)		0,8	3,2	4,1	8,7	4,3
Κόστος καυσίμου (€/kg)		0,18	0,18	0,25	1,1	0,25
Απαίτηση καύσιμου (σε kg) για την παραγωγή θερμικής ενέργειας = 8000 kWh/ έτος		10.000	2.500	1.950	920	1.860
Κόστος λειτουργίας (€/έτος)		1.800	450	487,5	1.012	465
Κόστος εγκατάστασης (€)		1.500	4.000	4.000	1.800	2.500
Κόστος συντήρησης (€/έτος)		60	100	150	100	80
Δείκτες εκπομπών ανά τύπο καυσίμου και τεχνολογία θέρμανσης [9]	CO ₂ (g/kWh _{th})	0	0	0	296	0
	CO (g/kWh _{th})	58	14,9	1,4	0,17	1,4
	NO _x (mg/kWh _{th})	1.152	288	312	300	312
	SO _x (mg/kWh _{th})	144	36	48	48	48
	PM ₁₀ (mg/kWh _{th})	2.160	540	144	13,1	13,1
	PCDD/F (ng/kWh _{th})	1	0,25	0,3	n/a	0,3
	VOCs (mg/kWh _{th})	2.880	720	28,8	n/a	28,8
	PAH (mg/kWh _{th})	2,9	0,73	0	n/a	0
ΚΥΡΙΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ		✓ Χαμηλό κόστος εγκατάστασης	✓ Υψηλή λειτουργική απόδοση	✓ Παράλληλη σύνδεση με υφιστάμενο σύστημα θέρμανσης	✓ Μικρό κόστος αγοράς και εγκατάστασης	✓ Υψηλή θερμική απόδοση
			✓ Μειωμένη κατανάλωση ξύλου	✓ Χαμηλές αέριες εκπομπές	✓ Μεγάλη εμπειρία στη χρήση και συντήρηση	✓ Αυτόματη ανάφλεξη
			✓ Περιορισμένη εκπομπή καυσαερίων	✓ Μικρό κόστος εγκατάστασης		✓ Εύκολος έλεγχος λειτουργίας
			✓ Δυνατότητα ελέγχου της καύσης	✓ Υψηλό επίπεδο αυτοματισμού		✓ Περιορισμένες απαιτήσεις συντήρησης
			✓ Ασφάλεια			✓ Χαμηλά επίπεδα θορύβου
			✓ Ελαχιστοποίηση οσμών και καπνού			
			✓ Κόστος εγκατάστασης και συντήρησης			

3. Χρήσιμες συμβουλές για το σωστό σχεδιασμό, εγκατάσταση και συντήρηση συστημάτων βιομάζας για θέρμανση κτιρίων

3.1. Επιλογή τύπου λέβητα στερεών καυσίμων βιομάζας

Κρίσιμοι παράγοντες κατά τη διαδικασία επιλογής λέβητα βιομάζας αποτελούν:

- **Η διαθεσιμότητα χώρου**, καθώς πρέπει να ληφθούν υπόψη οι απαιτήσεις για την εγκατάσταση του λέβητα (οι λέβητες βιομάζας είναι μεγαλύτεροι σε όγκο από τους αντίστοιχους συμβατικών καυσίμων) και της αποθήκευσης του ξυλώδους καυσίμου.
- **Οι ανάγκες θέρμανσης του κτιρίου**: Η διαστασιολόγηση του λέβητα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης του κτιρίου, δεδομένου ότι η βέλτιστη απόδοση επιτυγχάνεται όταν ο λέβητας λειτουργεί σε πλήρες φορτίο. Συνεπώς, πρέπει να αποφεύγεται η υπερδιαστασιολόγηση των συστημάτων καθώς σε καμία περίπτωση δεν επιτυγχάνεται καλύτερος βαθμός απόδοσης.
- **Η προσβασιμότητα του χώρου**: Είναι προφανές ότι θα πρέπει να εξασφαλίζεται κατάλληλη πρόσβαση για τα οχήματα που θα παραδίδουν το καύσιμο στερεής βιομάζας, ειδικά για παραγγελίες θρυμματισμένου ξύλου και συσσωματωμάτων χύδην. [5,6,8]



Εικόνα 30: Παράδειγμα αποθήκευσης στερεών καυσίμων βιομάζας [Τσούτσος et al.,1997]

3.1.1. Εγκατάσταση και πρόσθετα συστήματα λέβητα στερεών καυσίμων βιομάζας

Η εγκατάσταση των λεβήτων βιομάζας συνιστάται να γίνεται σε επαρκώς αεριζόμενα λεβητοστάσια ενώ επιπλέον, προτείνεται η χρήση ενός δοχείου αδρανείας για την αποθήκευση θερμού νερού χρήσης, καθώς συμβάλλει στην άμεση και ομαλή λειτουργία του λέβητα. Παράλληλα, ο σωστός σχεδιασμός απαγωγής των καυσαερίων διασφαλίζει τη μεγιστοποίηση του φυσικού ελκυσμού που προσφέρει ασφάλεια (αποφυγή πυρκαγιάς, συσώρευσης επικίνδυνων αερίων ρύπων) και καλή λειτουργία του λέβητα. Όσον αφορά τους λέβητες συσσωματωμάτων με αυτοματοποιημένη τροφοδοσία απαιτείται ηλεκτρική σύνδεση για τη λειτουργία κοχλιών, συστημάτων ελέγχου κ.λπ. [5,6,8].

"... ο καλός αερισμός του λεβητοστασίου, ο σωστός σχεδιασμός της καπνοδόχου και η χρήση δοχείου αδρανείας διασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία του λέβητα!"



3.1.2. Επιλογή και αποθήκευση στερεών καυσίμων βιομάζας

Γενικά, ένα λέβητας βιομάζας ή μια εστία καύσης μπορεί να λειτουργήσει με διαφορετικούς τύπους και ποιότητες καυσίμων, υπό τους περιορισμούς που τίθενται από το σύστημα τροφοδοσίας. Ωστόσο, η ορθή λειτουργία του/της προϋποθέτει τη χρήση κατάλληλων και πιστοποιημένων καυσίμων, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ο χρήστης θα πρέπει ακόμα να λαμβάνει την απαιτούμενη μέριμνα ώστε τα καύσιμα στερεής βιομάζας που προμηθεύεται, να παραμένουν προστατευμένα από την υγρασία και τις καιρικές συνθήκες (αποθήκευση σε κατάλληλο χώρο). [5,6,8]

"... η ορθή λειτουργία του λέβητα ή μιας εστίας καύσης βιομάζας προϋποθέτει τη χρήση κατάλληλων και πιστοποιημένων καυσίμων!"

"... τα καύσιμα στερεής βιομάζας πρέπει να παραμένουν προστατευμένα από την υγρασία και τις καιρικές συνθήκες!"

3.1.3. Συντήρηση λέβητα στερεών καυσίμων βιομάζας

Η πιο κοινή εργασία συντήρησης είναι ο καθαρισμός του λέβητα από την τέφρα του καυσίμου. Εκτός του ετήσιου καθαρισμού από ειδικό συνεργείο, που αποτελεί συχνά όρο για την εγγύηση του λέβητα, απαιτείται και ο τακτικός καθαρισμός από το χρήστη. Η συχνότητα του καθαρισμού εξαρτάται από το είδος του καυσίμου, την περιεκτικότητά του σε τέφρα και τη λειτουργία του λέβητα.

"...η συχνότητα του καθαρισμού του λέβητα εξαρτάται από το είδος του καυσίμου, την περιεκτικότητά του σε τέφρα και το χρόνο λειτουργίας του!"

Ορισμένοι λέβητες έχουν συστήματα αυτόματης απομάκρυνσης και συμπίεσης της τέφρας σε κλειστό δοχείο, το οποίο πρέπει να καθαρίζεται σε πιο αραιά χρονικά διαστήματα. Η καλή λειτουργία απαιτεί επίσης τον τακτικό καθαρισμό της καπνοδόχου από εξειδικευμένο συνεργείο, συνήθως σε ετήσια βάση. [5,6,8]

Σημεία κλειδιά για τον ορθό σχεδιασμό και χρήση ενός λέβητα βιομάζας

1. ΚΑΛΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ

- ✓ Αποδοτικότητα άνω του 85%
- ✓ Χαμηλές εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα (CO) ($<200 \text{ mg/m}^3$) και αιωρούμενων σωματιδίων ($<150 \text{ mg/m}^3$)
- ✓ Αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου
- ✓ Αυτόματος καθαρισμός των εναλλακτών θερμότητας και αυτόματη συλλογή στάχτης
- ✓ Υψηλή αξιοπιστία

2. ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

- ✓ Αποθήκευση του καυσίμου κοντά στον λέβητα
- ✓ Χωρητικότητα του χώρου αποθήκευσης τουλάχιστον 30 m^3
- ✓ Εύκολη πρόσβαση στα οχήματα μεταφοράς/διανομής του στερεού καυσίμου βιομάζας
- ✓ Ελάχιστες προδιαγραφές λεβητοστασίου: επιφάνεια 20 m^2 και ύψος $2,5 \text{ m}$
- ✓ Τήρηση των κανόνων πυρασφάλειας

3. ΚΑΛΗ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΦΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

- ✓ Κατάλληλη εκπαίδευση του υπευθύνου λειτουργίας και καθαρισμού του λέβητα
- ✓ Τακτική συντήρηση του λέβητα και διατήρηση αρχείου εργασιών

3.2. Επιλογή τύπου εστίας καύσης (π.χ. παραδοσιακό ή ενεργειακό τζάκι)

Για την εγκατάσταση μιας εστίας καύσης ως σύστημα θέρμανσης μιας οικίας, σημαντικοί παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι:

- **Ο τύπος της εστίας καύσης (τζακιού):** Τα ενεργειακά τζάκια, αν και έχουν υψηλότερο κόστος εγκατάστασης, εμφανίζουν σημαντικά υψηλότερη απόδοση (έως και 85% κατά περίπτωση), σε σχέση με τα συμβατικά τζάκια ανοιχτού θαλάμου, των οποίων η απόδοση δεν ξεπερνάει το 30%.
- **Η ποιότητα των εργασιών εγκατάστασης του τζακιού:** Η κατασκευή και τοποθέτηση του τζακιού θα πρέπει να πραγματοποιείται κατόπιν σχετικής τεχνικής μελέτης, προκειμένου να εντάσσεται σωστά στο χώρο και να εγκαθίσταται από εξειδικευμένους τεχνίτες, προκειμένου να αποφεύγονται πιθανές απώλειες θερμικής ενέργειας και λειτουργικά προβλήματα.

3.2.1. Εγκατάσταση και πρόσθετα στοιχεία τυπικών εστιών καύσης

Η καμινάδα και το αντιανεμικό καπέλο, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την ομαλή λειτουργία ενός τζακιού. Συγκεκριμένα, το ύψος και η διάμετρος της καμινάδας θα πρέπει να είναι συμβατά με το μέγεθος της εστίας, ενώ η κατασκευή της προτείνεται να είναι κατακόρυφη ώστε να αποφεύγονται οι αλλαγές διεύθυνσης (μεγάλος αριθμός γωνιών). Κατά συνέπεια, ο ορθός σχεδιασμός της εξαγωγής καυσαερίων, που λαμβάνει υπόψη αυτές τις παραμέτρους, μπορεί να διασφαλίσει τον φυσικό ελκυσμό και να καταστήσει ασφαλή τη συστηματική χρήση της εστίας (αποφυγή πυρκαγιάς, συσσώρευσης επικίνδυνων αερίων ρύπων). Επιπλέον, τα παρελκόμενα στοιχεία στην περίπτωση του ενεργειακού τζακιού (υδραυλικού), όπως ο κυκλοφορητής και το δοχείο διαστολής, θα πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας προκειμένου να διασφαλίζεται η ομαλή κυκλοφορία του ρευστού μέσου. [10]

"... το ύψος και η διάμετρος της καμινάδας θα πρέπει να είναι συμβατά με το μέγεθος της εστίας καύσης!"

3.2.2. Επιλογή και αποθήκευση στερεών καυσίμων βιομάζας (καυσόξυλα)

Όπως αναφέρθηκε (§ 3.1.2), τα ειδικά χαρακτηριστικά του καυσίμου επηρεάζουν την ποιότητα της καύσης. Κατά συνέπεια, συνίσταται η προμήθεια καυσόξυλων με χαμηλό βαθμό υγρασίας και υψηλή θερμογόνο δύναμη ή/και πιστοποιημένες μπριγκέτες ξύλου. Χρήσιμες συμβουλές για την αγορά και αποθήκευση των καυσόξυλων παρατίθενται ακολούθως:

- ✓ **Έγκαιρη προμήθεια καυσόξυλων:** Προτείνεται η προμήθεια των καυσόξυλων να πραγματοποιείται κατά τη θερινή περίοδο, οπότε και τα ξύλα αναμένεται να έχουν πολύ χαμηλά ποσοστά υγρασίας, ενώ παράλληλα, η τιμή αγοράς τους αναμένεται να είναι χαμηλότερη σε σχέση με την τιμή κατά την περίοδο αιχμής.
- ✓ **Σωστή αποθήκευση:** Τα καυσόξυλά θα πρέπει να αποθηκεύονται σε χώρους που αερίζονται επαρκώς και προστατεύονται από τη βροχή και την υγρασία (π.χ. αποθήκες ή υπόστεγα). Επίσης, τα ξύλα πρέπει να στοιβάζονται αραιά προκειμένου να διέρχεται ο απαιτούμενος αέρας ανάμεσά τους, και να αποβάλλεται η παραμένουσα υγρασία ώστε να αποφεύγεται η παραγωγή μυκήτων. [10]

3.2.3. Συντήρηση και ασφαλής λειτουργία τυπικών εστιών καύσης



Η σωστή συντήρηση και ο καθαρισμός του τζακιού αποτελούν εξαιρετικής σημασίας διαδικασίες, καθώς τυχόν υπολείμματα τέφρας και άλλων παραγόντων που σχετίζονται με την ελλιπή συντήρηση του τζακιού, επιφέρουν σημαντική μείωση στην απόδοσή του.

Συνοπτικά, χρήσιμες συμβουλές για την συντήρηση των εστιών καύσης είναι:

- ✓ **Καθαρισμός της καπνοδόχου:** Απαιτείται, τουλάχιστον μια φορά το χρόνο, ο καθαρισμός της καπνοδόχου με εφαρμογή της συμβατικής μεθόδου με βούρτσα. Παράλειψη καθαρισμού μπορεί να οδηγήσει σε ανάφλεξη της καπνιάς (άκαυστων υδρογονανθράκων), προκαλώντας σοβαρότατες βλάβες στην εστία και τον καπναγωγό του τζακιού, ενώ αποτελεί σοβαρό κίνδυνο υποβάθμισης του εσωτερικού αέρα της κατοικίας.
- ✓ **Οπτικός έλεγχος της καπνοδόχου:** Συστήνεται ο περιοδικός έλεγχος της καπνοδόχου για σώματα τα οποία μπορεί να φράσσουν την καπνοδόχο και να εμποδίζουν την απαγωγή του καπνού - μείωση ελκυσμού καπνοδόχου.
- ✓ **Ορθολογική χρήση της εστίας καύσης:** Μια εστία καύσης αποτελεί συσκευή, η οποία χρήζει ιδιαίτερης προσοχής και σωστής χρήσης.
 - Γενικά, δεν θα πρέπει να υπερβαίνονται τα όρια και η αντοχή της, με συνεχή καύση στο μέγιστο των δυνατοτήτων της, προκειμένου να θερμανθούν χώροι μεγαλύτεροι από αυτούς που μπορεί να θερμάνει.
 - Δεν θα πρέπει να καίγονται ύλες που προέρχονται από ξύλα πατωμάτων, νοβοπάν, σανίδες ή βαμμένα ξύλα, ενώ απαγορεύεται η ρίψη οποιουδήποτε εύφλεκτου υγρού (π.χ. βενζίνη, οινόπνευμα) για την ενίσχυση ή την αναζωπύρωση της φωτιάς καθώς υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης.
 - Όταν αφαιρείται η στάχτη από το τζάκι ή τη σόμπα καυσόξυλων, θα πρέπει να χρησιμοποιείται κατάλληλος μεταλλικός εξοπλισμός για να αποφευχθεί ο κίνδυνος να πέσουν αναμμένα υπολείμματα σε εύφλεκτη επιφάνεια.
 - Είναι σημαντικό να υπάρχει αναπλήρωση του αέρα που μειώνεται εξαιτίας της λειτουργίας του τζακιού.
 - Συστήνεται να υπάρχει πάντα δίπλα στο τζάκι ένας πυροσβεστήρας, καθώς και η τοποθέτηση αισθητήρα καπνού στο χώρο που βρίσκεται το τζάκι.
- ✓ **Οδηγίες ασφαλείας σε περίπτωση ειδικών συνθηκών κατά τη χρήση μιας ενεργειακής εστίας καύσης:** Γενικά, υπάρχουν δύο τρόποι να τοποθετηθεί ένα υδραυλικό τζάκι: α) με ανοιχτό δοχείο διαστολής και β) με κλειστό δοχείο διαστολής. Και στις δύο περιπτώσεις, σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, θα πρέπει να σταματήσει άμεσα η τροφοδοσία του τζακιού και ταυτόχρονα, να περιοριστεί η παροχή του εξωτερικού αέρα, ώστε η φλόγα να χαμηλώσει και σταδιακά να σβήσει. [10]

...σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, θα πρέπει άμεσα να σταματήσει η λειτουργία του τζακιού!

3.3. Διάθεση Στάχτης

Οι στάχτες του ξύλου δεν είναι επικίνδυνες και συχνά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα. Ενδεικτικά, στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται τα κυριότερα συστατικά της στάχτης από θρύμματα ξύλου.

Συστατικά στάχτης	SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O
(% του βάρους)	24,6	46,6	4,8	6,9	0,5	3,8

[6]



4. Χρήσιμοι σύνδεσμοι

1. Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων:
 - i. Τεχνικός Οδηγός με τίτλο «Θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με εφαρμογές βιομάζας. Οδηγός επενδυτών»: http://www.resel.tuc.gr/images/stories/docs/4.ependytes_final.pdf
 - ii. Τεχνικός Οδηγός με τίτλο «Θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με εφαρμογές βιομάζας. Τεχνικός οδηγός»: http://www.resel.tuc.gr/images/stories/docs/6.texnikos_final.pdf
 - iii. Τεχνικός Οδηγός με τίτλο «Χρήσεις Βιομάζας Ξυλείας: εφαρμογές στον οικιακό τομέα»: <http://www.resel.tuc.gr/images/stories/docs/19.cea-biomass.pdf>
2. Ελληνική Εταιρεία Βιομάζας:
 - i. Νομοθεσία Στερεών Βιοκαυσίμων:
<http://www.hellabiom.gr/%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%83%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B5%CE%AC-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B1/>
3. ΥΠΕΚΑ: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=288&language=el-GR>
4. Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών :
 - i. Εγχειρίδιο για εγκαταστάτες και συντηρητές λεβήτων και θερμαστών βιομάζας:
http://www.cea.org.cy/we_qualify/wp-content/uploads/2015/09/%CE%95%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%BF-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AC%CF%84%CE%B5%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%83%CF%85%CE%BD%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B7%CF%84%CE%AD%CF%82-%CE%BB%CE%B5%CE%B2%CE%AE%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CF%81%CF%8E%CE%BD-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1%CF%82.pdf
5. Ευρωπαϊκό έργο Greenpartnerships :
 - i. Ενότητα Βιομάζα:
<http://www.greenpartnerships.eu/wp/el/category/%CE%B2%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CE%B8%CE%AE%CE%BA%CE%B7/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B1/>

5. Βιβλιογραφικές πηγές

1. Υ.Α. 198/2013 (ΦΕΚ 2499 Β/04.10.13): «Καύσιμα στερεής βιομάζας για μη βιομηχανική χρήση – Απαιτήσεις και Μέθοδοι Δοκιμών», [2013 ΥΑ 198 Καύσιμα Στερεής Βιομάζας](#)
2. Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών, Χρήσεις Βιομάζας Ξυλείας: εφαρμογές στον οικιακό τομέα-Τεχνικός οδηγός, 2010
3. V. Francescato, E. Antonini, L. Zuccoli Bergomi, C. Metschina, C. Schnedl, N. Krajnc, K. Kosciak, G. Nocentini, S. Stranieri, Εγχειρίδιο καυσίμων ξύλου (Ι. Ελευθεριάδης, Ι. Παπαμιχαήλ: επιμέλεια μετάφρασης), Ευρωπαϊκό έργο Biomass Trade Centre II, www.biomasstradecentre2.eu, 2008



4. Θ. Τσούτσος & Ι. Κανάκης, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Τεχνολογίες και Περιβάλλον, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2013
5. Π. Γραμμέλης & Ε. Καραμπίνης, Οδηγός στερεών βιοκαυσίμων και λεβήτων βιομάζας για εφαρμογές θέρμανσης, 2014
6. Θ. Τσούτσος & Ι. Μαυρογιάννης, Τεχνικός οδηγός - Θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με εφαρμογές βιομάζας, ΚΑΠΕ, 2003
7. Υ.Α. οικ. 189533/2011 (ΦΕΚ 2654 Β/09.11.11): «Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού» 2011_ΥΑοικ.189533_Σταθερές Εστίες Καύσης
8. ΚΑΠΕ, Λέβητες βιομάζας για δυνητικούς χρήστες/επενδυτές, Ευρωπαϊκό έργο Bioenergy4Business, www.bioenergy4business.eu, 2015
9. Κακαράς Ε., Καρέλλας Σ., Βουρλιώτης Π., Γιαννακόπουλος Δ., Γραμμέλης Π., Πάλλης Π., Καραμπίνης Ε., Δείκτες εκπομπών ανά τύπο καυσίμου & τεχνολογία θέρμανσης, Εργαστήριο Ατμοκινητήρων και Λεβήτων (ΕΜΠ) - ΙΔΕΠ-ΕΚΕΤΑ, 2013
10. PELLETON, http://www.pelleton.gr/?section=2316&language=el_GR (2018)