



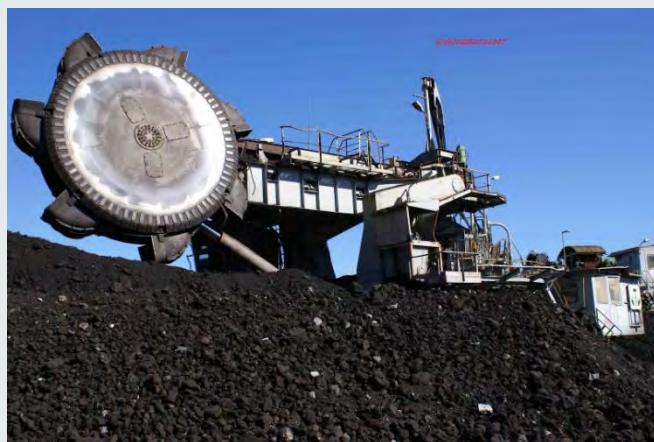
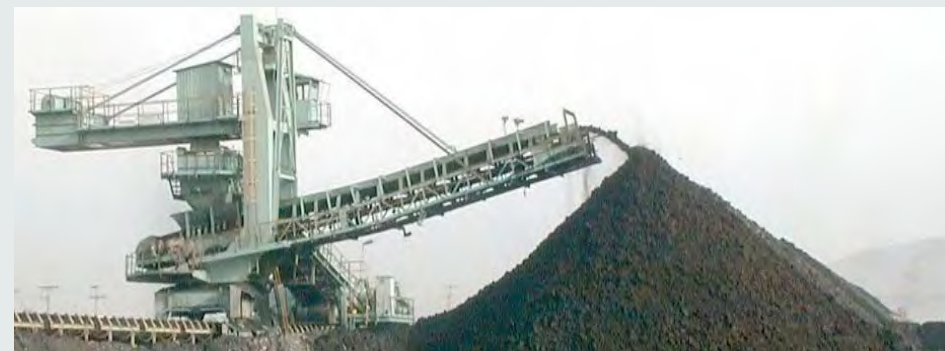
«Εναλλακτική Διαχείριση Βιοαερίου: Αξιολόγηση περίπτωσης μελέτης ΧΥΤΑ ΠΕ Λάρισας»

Αργύρης Γιώργος
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ΤΕ

Γκαρμπούνης Γιώργος
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Η/Υ

Αθήνα, 01/04/2016

Από τις μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας..



..στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Κίνητρα χρήσης ΑΠΕ :

- Προστασία περιβάλλοντος
(ατμόσφαιρα, υδροφόρος ορίζοντας, έδαφος)
- Μη εξάντληση αποθεμάτων φυσικών πόρων
- Οικονομικό όφελος
- Ποιότητα ζωής



Διάγραμμα ροής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο

Παραγωγή Αποβλήτων



Υγειονομική Ταφή



Αναερόβια Χώνευση



Παραγωγή Βιοαερίου



Επεξεργασία Βιοαερίου



Παραγωγή
Ηλεκτρικής Ενέργειας



Παραγωγή βιοαερίου :

- α. σύσταση
- β. ποσότητα
- γ. ρυθμός παραγωγής

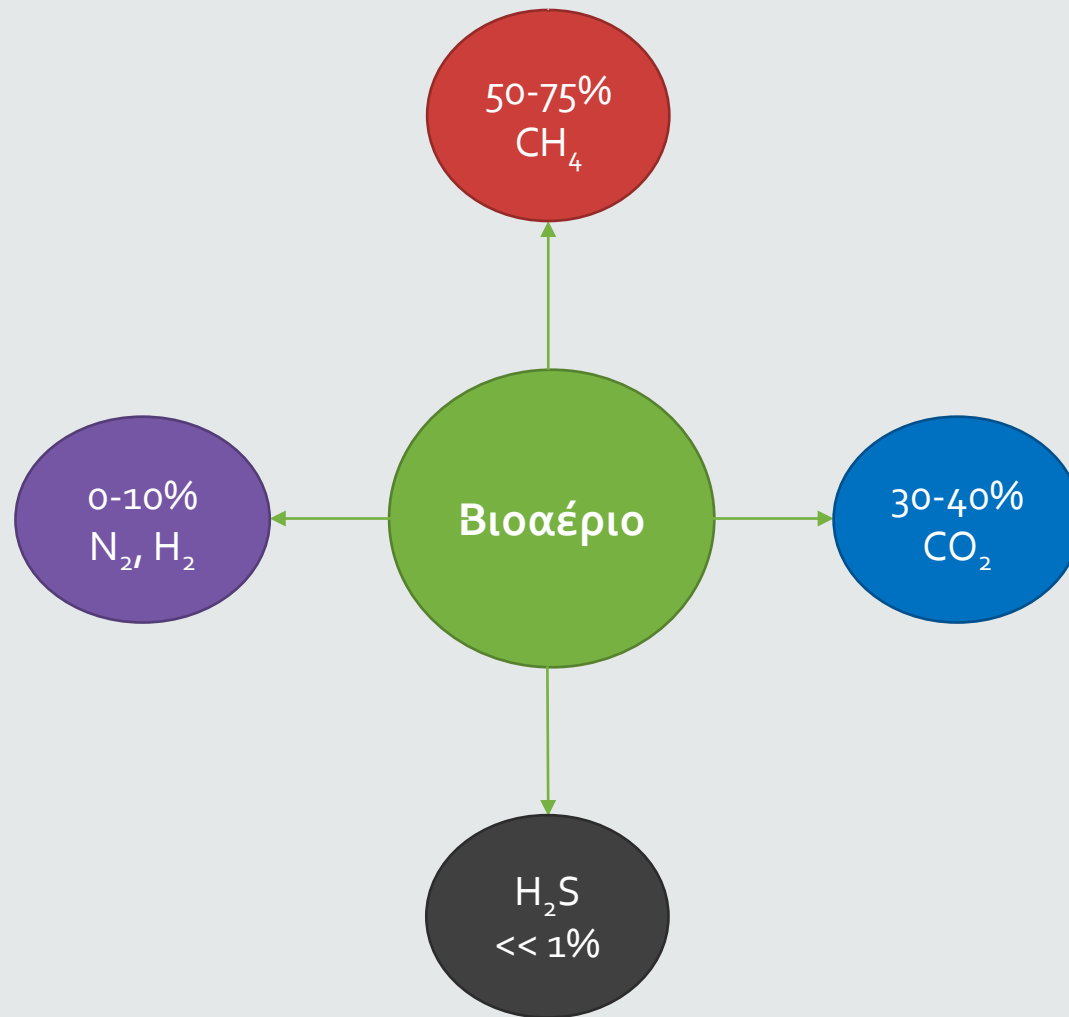
- **Εσωτερικοί παράγοντες :**

1. Θερμοκρασία
2. Εισροή αέρα
3. Υγρασία
4. Οξειδοαναγωγή
5. pH
6. Θρεπτικές και τοξικές ουσίες

- **Εξωτερικοί παράγοντες :**

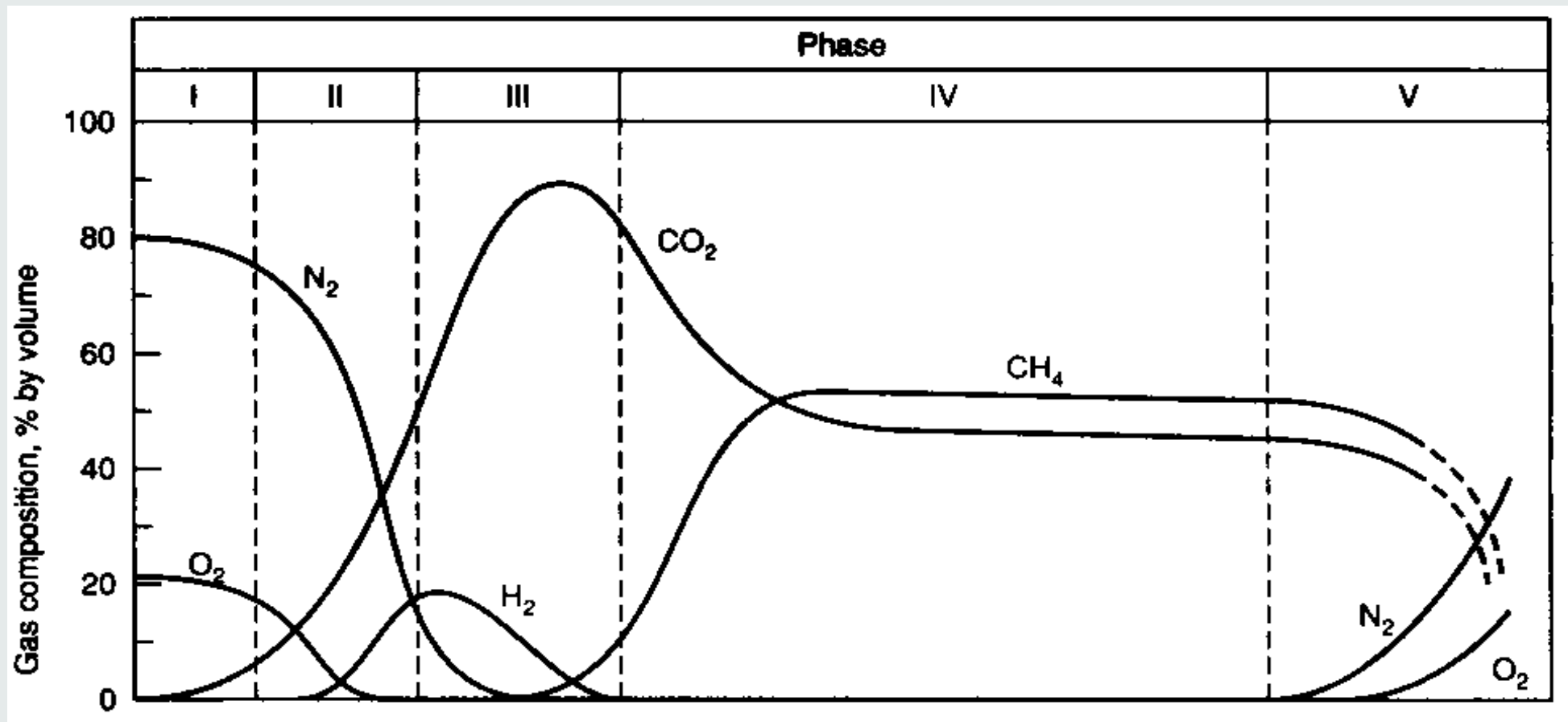
1. Αέρας
2. Θερμοκρασία
3. Ατμοσφαιρική Πίεση
4. Επικάλυψη
5. Βροχοπτώσεις
6. Τοπογραφία
7. Υδρογεωλογία
8. Σύνθεση απορριμμάτων

α. Σύσταση βιοαερίου
β. Ποσότητα βιοαερίου



Σχήμα 1. : Σύσταση βιοαερίου (%).

γ. Ρυθμός παραγωγής βιοαερίου



Σχήμα 2. : Ρυθμός παραγωγής βιοαερίου ανά συστατικό (%).

Από το βιοαέριο..στην ηλεκτρική ενέργεια

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο στην Ελλάδα

- Ετήσια παραγωγή απορριμμάτων: ~5,5 εκατομμύρια tn (506 kg/κάτοικο)
- Σύθεση απορριμμάτων: ~45% οργανικά/βιοαποδομήσιμα υλικά
- Αξιοποίηση βιοαερίου ΧΥΤΑ: 4% του συνόλου των ΧΥΤΑ
- Ενεργειακή κάλυψη: << 1%

100% αξιοποίηση βιοαερίου
στην ελληνική επικράτεια

σημαίνει...

- Παραγωγή ~440 GWh ηλεκτρικής ενέργειας
- Εξυπηρέτηση ~120.000 κατοίκων
- Γεωγραφική κάλυψη 40% της ΠΕ Λάρισας

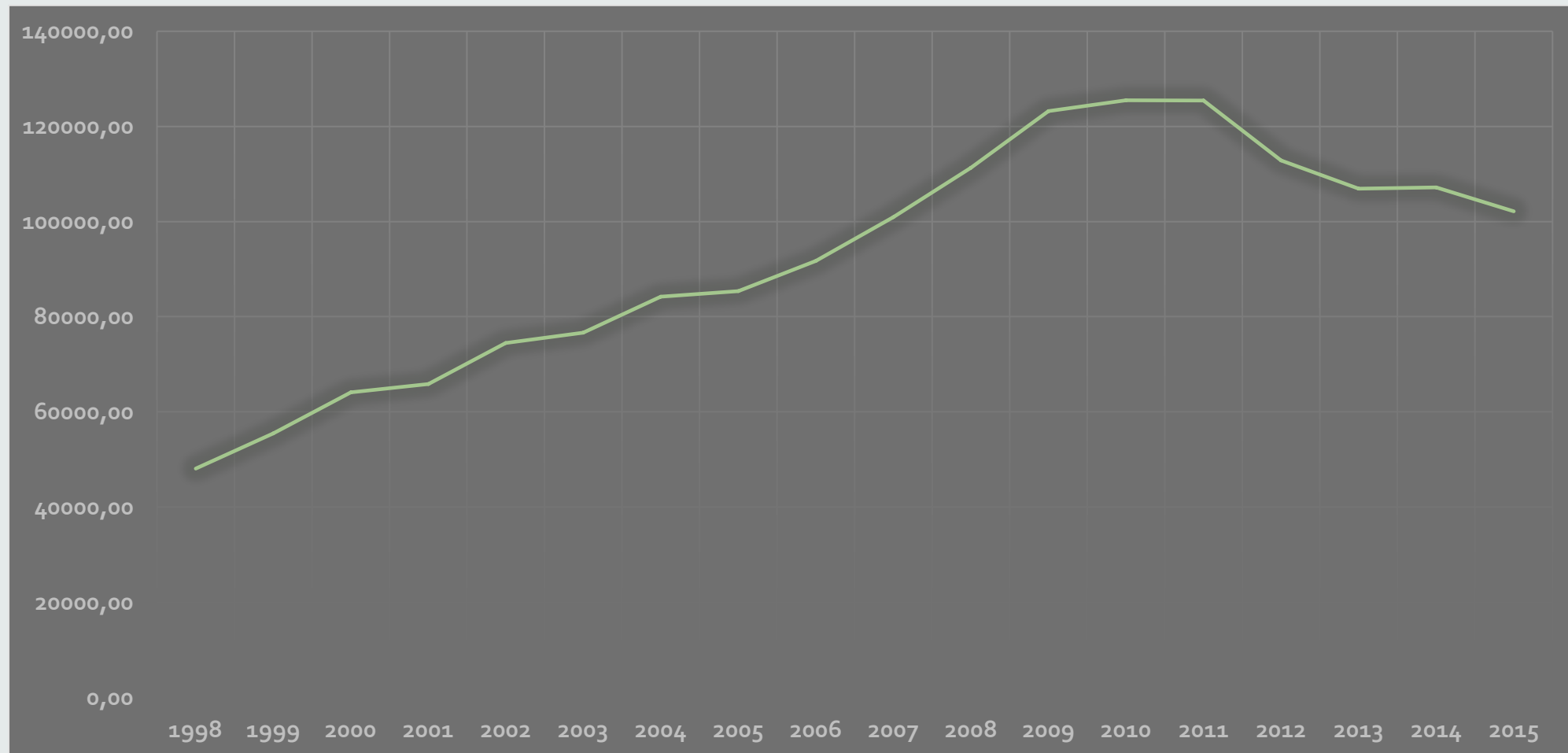
Αξιολόγηση Περίπτωσης Μελέτης ΧΥΤΑ ΠΕ Λάρισας

Γενικά στοιχεία

- Έτος έναρξης λειτουργίας ΧΥΤΑ: 1998
(το 2009 παραχωρήθηκε για χρήση στο ΦοΔΣΑ Ν. Λάρισας από το Δήμο Λαρισαίων)
- Εξυπηρετούμενος πληθυσμός: 284.325 κάτοικοι
- Ετήσια παραγωγή απορριμμάτων: ~100.000tn (351 kg/κάτοικο)
- Έκταση λεκάνης διάθεσης: 200 στρέματα
- Συνολική χωρητικότητα: 3.402.054m³ (3.581.110tn)
- Χωρητικότητα λειτουργούσας κυψέλης (4^{ης}): 684.000m³ (720.000tn)

Συνολικές ποσότητες διάθεσης Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ) λεκάνης ΧΥΤΑ ΠΕ Λάρισας		
Κυψέλη 1	246.000tn	02/1998 - 02/2002
Κυψέλη 2	417.000tn	03/2002 - 02/2007
Κυψέλη 3	730.000tn	03/2007 - 05/2013
Κυψέλη 4	288.000tn	06/2013 - σήμερα

Πίνακας 1. : Ποσότητες ΑΣΑ ανά κυψέλη (tn).



Σχήμα 3. : Διαχρονική παραγωγή ΑΣΑ (tn/year).

Πάγιος εξοπλισμός

- Οριζόντιο δίκτυο συλλογής
- Δίκτυο σωληνώσεων μεταφοράς σε περιμετρικά φρεάτια συγκέντρωσης και ελέγχου (ΦΣΕΒ)
- ΦΣΕΒ
- Δίκτυο σωληνώσεων μεταφοράς σε κεντρικό Σταθμό Άντλησης και Καύσης (ΣΑΚ)
- Η/Μ εξοπλισμός



Τεχνικά χαρακτηριστικά ΣΑΚ βιοαερίου



- Τύπος : ΗΕ 500
- $P_{\mu\eta\chi} = 9,2\text{KW}$
- $Q_{\max} = 500\text{m}^3/\text{h}$

Μεθοδολογία ανάλυσης δεδομένων:

α. Χρήσει μετρήσεων

β. Χρήσει λογισμικού *LandGem v.302*

α. Χρήσει μετρήσεων

Φορητός μετρητικός εξοπλισμός



Τύπος: *Optima7 Biogas Analyzer* - Φορητός Αναλυτής Βιοαερίου

Μετρούμενα μεγέθη :

- Σύσταση CH_4 (%)
- Σύσταση CO_2 (%)
- Σύσταση H_2S (%)
- Σύσταση O_2 (%)

Καταγραφή πρωτογενών δεδομένων μετρήσεων (μέση τιμή):

- Σύσταση CH_4 : 54%
- Σύσταση CO_2 : 40%
- Σύσταση H_2S : $\ll 1\%$
- Σύσταση O_2 : 0%
- Παροχή βιοαερίου : $400\text{m}^3/\text{h}$
- Παραγωγή μεθανίου : $216\text{m}^3/\text{h}$
- Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα : $160\text{m}^3/\text{h}$

Επεξεργασία πρωτογενών δεδομένων

- Θερμογόνος δύναμη $\text{CH}_4 = 39,8\text{MJ/m}^3$
- $P_{\eta\lambda} = 39,8\text{MJ/m}^3 * 216\text{m}^3/\text{h} * 0,385 = 3309,768\text{MJ/h} = 0,92\text{MW}$
- $E_{\eta\lambda} = 0,92 * (365\text{day/year} * 24\text{h/day}) = 8059,2\text{MWh/year}$

β. Χρήσει λογισμικού *LandGem v.302*

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^1 K L_0 \left(\frac{M_i}{10} \right) e^{-K t_{ij}}$$

- Q_{CH_4} : ετήσια παραγωγή μεθανίου (m³/year)
- K : ρυθμός παραγωγής μεθανίου
- n : έτος υπολογισμού
- M : ποσότητα απορριμμάτων κατά το έτος i (tn)
- t_{ij} : ηλικία απορριμμάτων που αποτέθηκαν το έτος i
- L_0 : ικανότητα παραγωγής μεθανίου

Επεξεργασία:

1. Διαχρονική παραγωγή ΑΣΑ

2. Ποσοστιαία σύσταση βιοαερίου (54% CH_4)

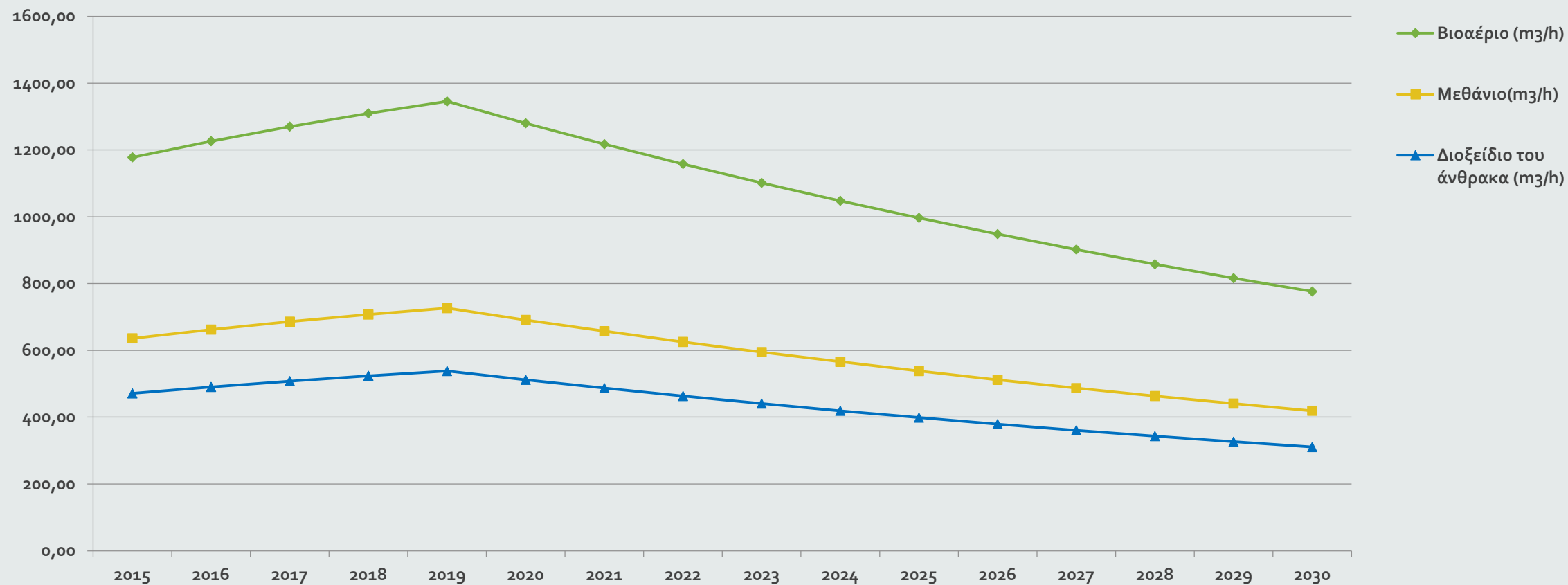
Έτος Αναφοράς	Εισερχόμενοι τόνοι ΑΣΑ
1998	48.079
1999	55.493
2000	64.115
2001	65.851
2002	74.491
2003	76.652
2004	84.201
2005	85.391
2006	91.697
2007	100.943
2008	111.290
2009	123.197
2010	125.471
2011	125.439
2012	112.817
2013	106.895
2014	107.168
2015	102.150
2016	100.107
2017	98.105
2018	96.143

Πίνακας 2. : Εισερχόμενα ΑΣΑ στο ΧΥΤΑ (tn/year).

Υπολογισμοί (έως 2030)

Έτος	Βιοαέριο (m ³ /h)	Μεθάνιο (m ³ /h)	Διοξείδιο του άνθρακα (m ³ /h)
2015	1.177,93	636,08	471,17
2016	1.226,29	662,20	490,51
2017	1.270,17	685,89	508,07
2018	1.309,83	707,31	523,93
2019	1.345,53	726,59	538,21
2020	1.279,91	691,15	511,96
2021	1.217,49	657,44	486,99
2022	1.158,11	625,38	463,24
2023	1.101,63	594,88	440,65
2024	1.047,90	565,87	419,16
2025	996,79	538,27	398,72
2026	948,18	512,02	379,27
2027	901,94	487,05	360,77
2028	857,95	463,29	343,18
2029	816,11	440,70	326,44
2030	776,30	419,20	310,52

Πίνακας 3. : Εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου, μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα (m³/h).



Σχήμα 4. : Εκτιμώμενη παραγωγή βιοαερίου, μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα (m³/h).

Έτος	Ανάκτηση βιοαερίου - συντελεστής 0,5 (m ³ /h)	Ανάκτηση βιοαερίου - συντελεστής 0,6 (m ³ /h)	Ανάκτηση μεθανίου - συντελεστής 0,5 (m ³ /h)	Ανάκτηση μεθανίου - συντελεστής 0,6 (m ³ /h)
2015	588,97	706,76	318,04	381,65
2016	613,14	735,77	331,10	397,32
2017	635,08	762,10	342,95	411,53
2018	654,92	785,90	353,65	424,39
2019	672,77	807,32	363,29	435,95
2020	639,95	767,95	345,58	414,69
2021	608,74	730,49	328,72	394,47
2022	579,05	694,87	312,69	375,23
2023	550,81	660,98	297,44	356,93
2024	523,95	628,74	282,93	339,52
2025	498,40	598,08	269,13	322,96
2026	474,09	568,91	256,01	307,21
2027	450,97	541,16	243,52	292,23
2028	428,97	514,77	231,65	277,98
2029	408,05	489,66	220,35	264,42
2030	388,15	465,78	209,60	251,52

Πίνακας 4. : Ανακτώμενες ποσότητες βιοαερίου και μεθανίου (m³/h).

Επεξεργασία αποτελεσμάτων

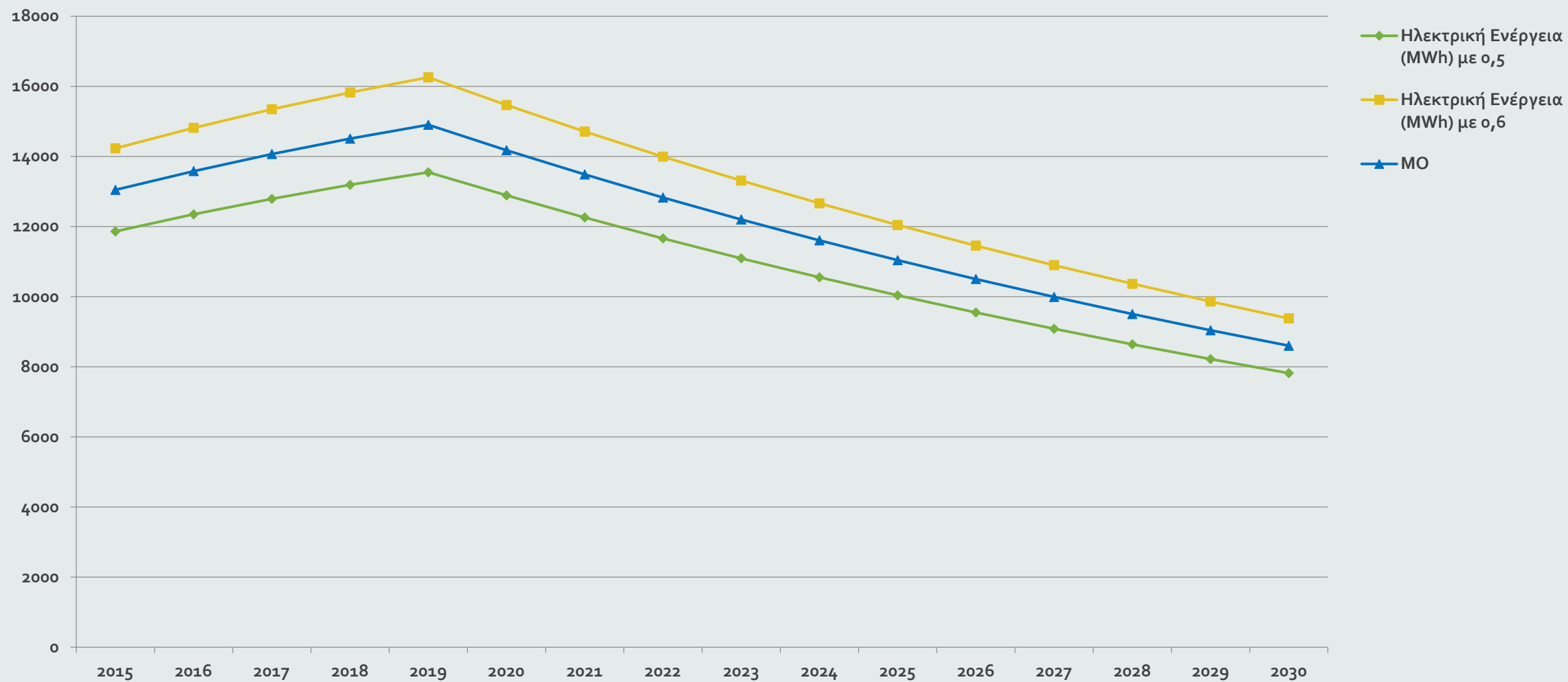
- Θερμογόνος δύναμη $\text{CH}_4 = 39,8 \text{ MJ/m}^3$
- $P_{\eta\lambda} = 39,8 \text{ MJ/m}^3 * (x) \text{ m}^3/\text{h} * 0,385 = (y) \text{ MW}$
- $E_{\eta\lambda} = (y) * (365 \text{ day/year} * 24 \text{ h/day}) = (z) \text{ MWh/year}$

Έτος	Ηλεκτρική ισχύς (MW) – 0,5 συντελεστή ανάκτησης	Ηλεκτρική ισχύς (MW) – 0,6 συντελεστή ανάκτησης
2015	1,35	1,62
2016	1,41	1,69
2017	1,46	1,75
2018	1,51	1,81
2019	1,55	1,86
2020	1,47	1,77
2021	1,40	1,68
2022	1,33	1,60
2023	1,27	1,52
2024	1,20	1,45
2025	1,15	1,37
2026	1,09	1,31
2027	1,04	1,24
2028	0,99	1,18
2029	0,94	1,13
2030	0,89	1,07

Πίνακας 5. : Εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος (MW).

Έτος	Ηλεκτρική ενέργεια (MWh) – ο,5 συντελεστή ανάκτησης	Ηλεκτρική ενέργεια (MWh) – ο,6 συντελεστή ανάκτησης
2015	11.859	14.230
2016	12.345	14.814
2017	12.787	15.344
2018	13.186	15.824
2019	13.546	16.255
2020	12.885	15.462
2021	12.257	14.708
2022	11.659	13.991
2023	11.090	13.308
2024	10.549	12.659
2025	10.035	12.042
2026	9.546	11.455
2027	9.080	10.896
2028	8.637	10.365
2029	8.216	9.859
2030	7.815	9.378

Πίνακας 6. : Εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (MWh).



Σχήμα 5. : Εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας(MWh).

Συμπεράσματα..

Για το έτος αναφοράς 2015:

- Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο ΧΥΤΑ: **246,04MWh**
- Εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο (χρήσει φορητού αναλυτή βιοαερίου): **8.059,20MWh**
- Εκτιμώμενη μέση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο (χρήσει λογισμικού *LandGem*): **13.040,00MWh**
- Περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας: **7.813,15 - 12.797,95MWh**
- Πληθυσμιακή κάλυψη: **2.000 - 3.500 κάτοικοι**



Προτάσεις

- Αξιοποίηση εκδοθείσας άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΡΑΕ ($P_{\text{εγκ}} = 1,25\text{MW}$)
(Υπ'αριθ.πρωτ.:Δ6/Φ18.047/οικ.491/13-01-2010)
- Επενδυτικό ενδιαφέρον - εμπορική εκμετάλλευση (βάσει μελέτης):

Έξοδα:

1. Εκτιμώμενο κόστος εγκατάστασης: ~ 2.000.000,00€
2. Εκτιμώμενο κόστος συντήρησης: ~250.000,00€/year (30,00€/MWh)
3. Εκτιμώμενο κόστος λειτουργίας (ασφάλιση, περιβαλλοντική παρακολούθηση, διοικητικά έξοδα, απρόβλεπτα): ~160.000€/year

Έσοδα:

1. Έσοδα από την πώληση ηλεκτρικού ρεύματος: ~1.048.000,00€/year (131,00€/MWh, ΦΕΚ 85/Α/07-04-2014)

*Ευχαριστούμε θερμά
για την προσοχή σας*



ΧΥΤΑ ΠΕ Λάρισας

31/3/2016

45