

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Κρυφά ρίσκα σε φωτοβολταϊκά πλαίσια χαμηλής ποιότητας

Αλέξανδρος Φοινικαρίδης (Υποψήφιος Διδάκτορας, Τεχνικός Υπεύθυνος)
Πανεπιστήμιο Κύπρου, Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή
2. Μηχανισμοί υποβάθμισης
3. Απώλειες ενέργειας
4. Συμπεράσματα



2

Εισαγωγή

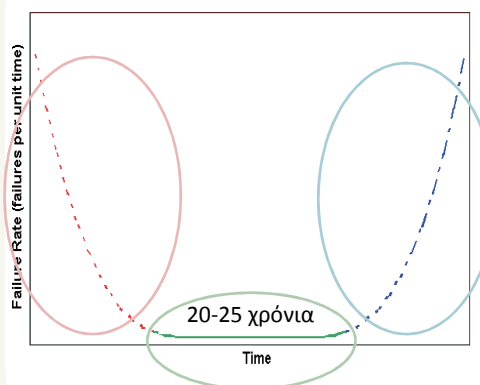
- Η απόδοση των ΦΒ που είναι εκτεθειμένα στο περιβάλλον δεν είναι σταθερή.
- Η απόδοση εξαρτάται από την πυκνότητα και το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας, τη θερμοκρασία της ΦΒ κυψέλης, τη γωνία πρόσπτωσης και τη σκίαση.
- Σε όλες τις τεχνολογίες ΦΒ και σε βάθος χρόνου, η απόδοση ακολουθεί μια πτωτική τάση. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται υποβάθμιση.
- Οι κατασκευαστές ΦΒ πλασίων αναγνωρίζουν την πτωτική τάση και μέσω δοκιμών σε επιταχυνόμενες συνθήκες (accelerated testing) υπολογίζουν το χρόνο ζωής μεταξύ βλαβών.

3

Αξιοπιστία

Τρεις περιοχές λειτουργίας:

1. Ψηλή πιθανότητα βλαβών κατά την αρχή της λειτουργίας.
2. Χαμηλή πιθανότητα βλαβών κατά τη διάρκεια της ωφέλιμης ζωής.
3. Ψηλή πιθανότητα βλαβών προς το τέλος της ωφέλιμης ζωής τους.



4

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή
2. Μηχανισμοί υποβάθμισης
3. Απώλειες ενέργειας
4. Συμπεράσματα



5

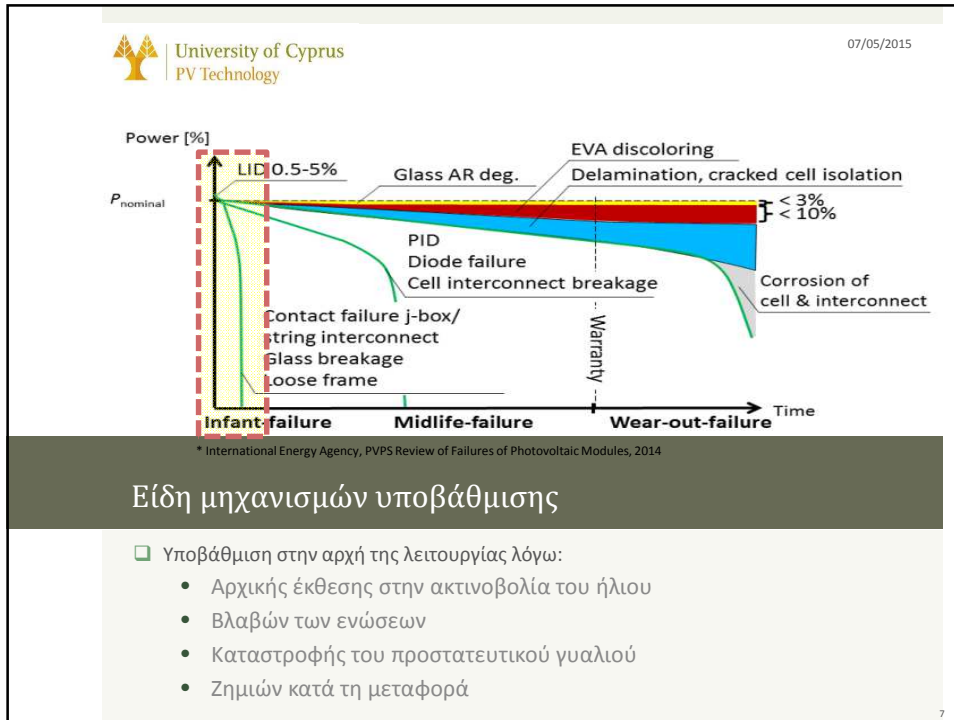
University of Cyprus
PV Technology

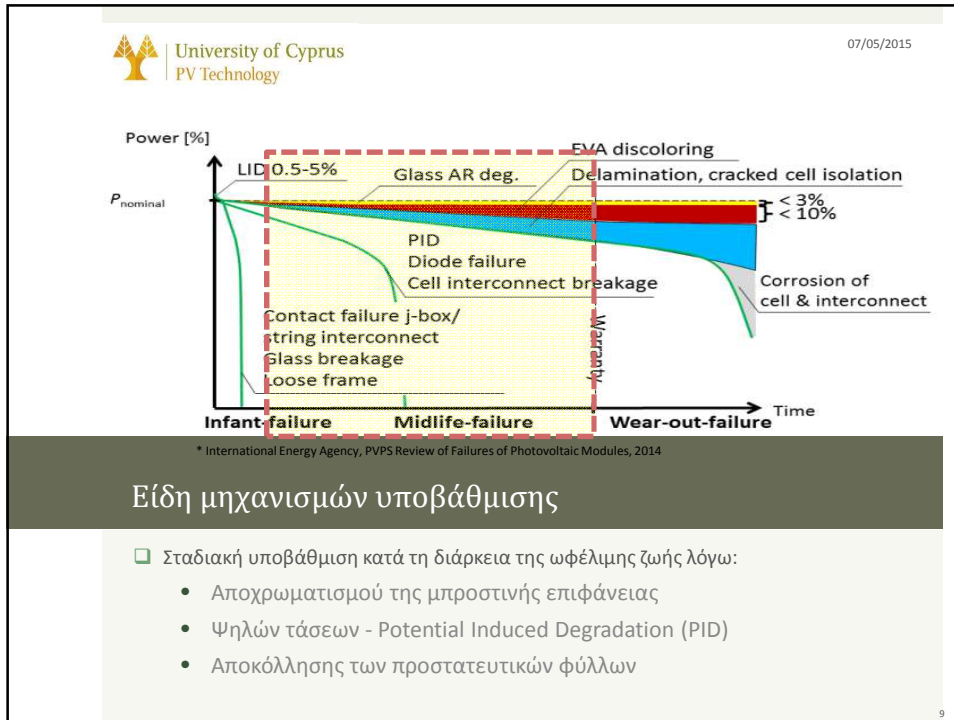
07/05/2015

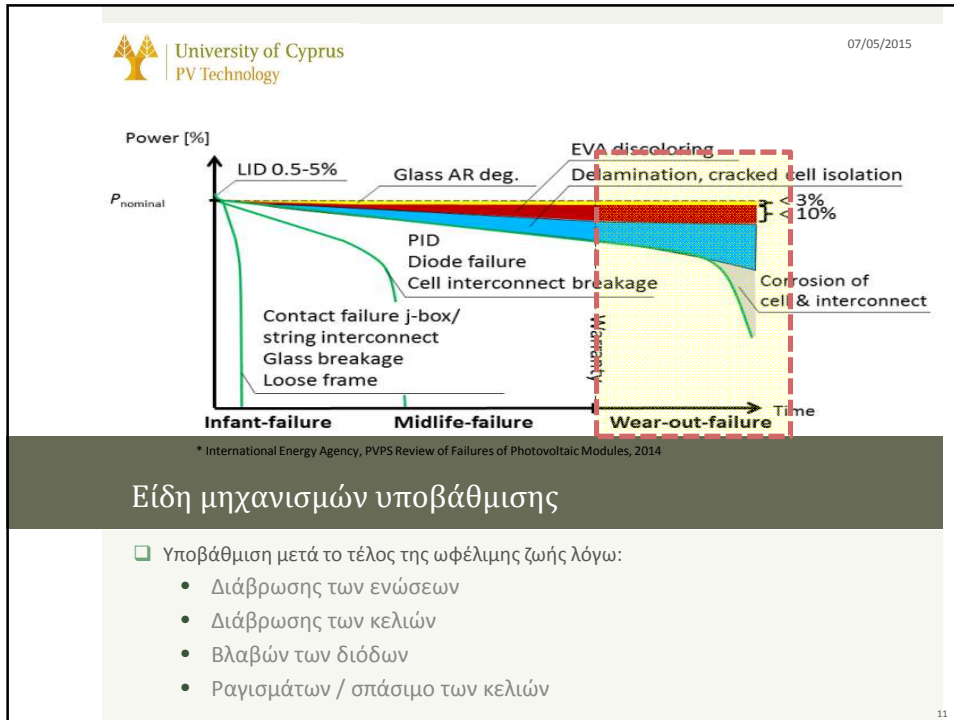
Μηχανισμοί υποβάθμισης

- Φαινόμενα τα οποία προκαλούν μείωση ή υποβάθμιση της απόδοσης και βλάβες σε βάθος χρόνου
- Κατηγοριοποιούνται σε χημικά φαινόμενα, μηχανικά φαινόμενα και οπτικά φαινόμενα

6







University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

Αποχρωματισμός της μπροστινής επιφάνειας:

- ΦΒ πλαίσιο κρυσταλλικού πυριτίου
- ΦΒ πλαίσιο άμορφου πυριτίου

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

- Αποχρωματισμός του κάτω προστατευτικού φύλλου σε ΦΒ πλαίσιο μονο-κρυσταλλικού πυριτίου

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

- Ραγίσματα και σπασίματα κελιών

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

Μέρος των ραγισμάτων μπορούν να προκληθούν κατά την εγκατάσταση, λόγω της εφαρμογής πίεσης στην επιφάνεια του πλαισίου

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

- Αποκόλληση του κουτιού συνδέσεων

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

- Σπασμένες ενώσεις από το εργοστάσιο

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

Ραγίσματα του προστατευτικού γυαλιού:

- λόγω της αυξομείωσης της θερμοκρασίας
- κατά τη μεταφορά

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

- Αποκόλληση του πρισνού προστατευτικού φύλλου

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

- Αποκόλληση του μπροστινού φύλλου
- Διάβρωση λόγω εισχώρησης υγρασίας

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

- Εικόνα ηλεκτροφωταύγειας (electroluminescence – EL) ΦΒ πλαισίου με σπασμένα κελιά

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

- Υποβάθμιση λόγω υψηλών τάσεων (Potential Induced Degradation – PID)

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

- Διάβρωση των κελιών σε ΦΒ λεπτής στρώσεως

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015



Μηχανισμοί υποβάθμισης που καταγράφηκαν από το Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας

- Δημιουργία τοπικών ατελειών σε ΦΒ πλαίσιο λεπτής στρώσεως

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή
2. Μηχανισμοί υποβάθμισης
3. Απώλειες ενέργειας
4. Συμπεράσματα



26

Απώλειες ενέργειας

- Λόγω της υποβάθμισης, υπάρχει μειωμένη παραγωγή
- Για ένα ΦΒ πλαίσιο με ψηλούς συντελεστές θερμοκρασίας και/ή ψηλή θερμοκρασία λειτουργίας κατά το NOCT υπάρχουν αυξημένες απώλειες ενέργειας
- Η μειωμένη απόδοση και οι ψηλοί συντελεστές θερμοκρασίας / ψηλό NOCT ισοδυναμούν με χαμμένη ενέργεια και χαμηλό ρυθμό επιστροφής της αρχικής επένδυσης

27

Σταθερός ρυθμός υποβάθμισης

- Ο σταθερός ρυθμός υποβάθμισης υπολογίζεται από ιστορικά δεδομένα της παραγόμενης ενέργειας, γι' αυτό και είναι αναγκαίο το σύστημα παρακολούθησης
- Είναι γραμμικός με κλίση προς τα κάτω
- Είναι κρυμμένος μέσα στις μετρήσεις της παραγόμενης ενέργειας
- Συνήθως απαιτούνται μετρήσεις της παραγωγής για τουλάχιστον τρία με πέντε χρόνια λειτουργίας του συστήματος για τον ακριβή υπολογισμό του

28

Σταθερός ρυθμός υποβάθμισης

- Στο Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας έχουμε αναπτύξει προηγμένες τεχνικές για υπολογισμό του ρυθμού υποβάθμισης οι οποίες βασίζονται σε εύρωστους αλγόριθμους για αναγνώριση των βασικών χαρακτηριστικών από μετρήσεις της παραγωγής.
- Οι τεχνικές έλαβαν διεθνούς αναγνώρισης από την επιστημονική κοινότητα, κερδίζοντας βραβεία και υποψηφιότητες σε διεθνή συνέδρια

29

Σταθερός ρυθμός υποβάθμισης

- Υποψηφιότητα για καλύτερο πόστερ το 2014 στην Αμερική:
 - A. Phinikarides, G. Makrides, N. Kindyni, and G. E. Georghiou, "Comparison of trend extraction methods for calculating performance loss rates of different photovoltaic technologies," in *40th IEEE PVSC*, 2014, pp. 3211–3215.
- Βραβείο καλύτερου πόστερ το 2014 στο Άμστερνταμ:
 - A. Kyprianou, A. Phinikarides, G. Makrides, and G. E. Georghiou, "Robust Principal Component Analysis For Computing The Degradation Rates Of Different Photovoltaic Systems," in *29th EU-PVSEC*, 2014, pp. 2939–2942.
- Υποψηφιότητα για καλύτερη δημοσίευση στο συνέδριο που θα διεξαχθεί τον Ιούνιο του 2015 στην Αμερική:
 - A. Phinikarides, G. Makrides, and G. E. Georghiou, "Estimation of annual performance loss rates of grid-connected photovoltaic systems using time series analysis and validation through indoor testing at standard test conditions," *accepted in 42nd IEEE PVSC*, 2015.

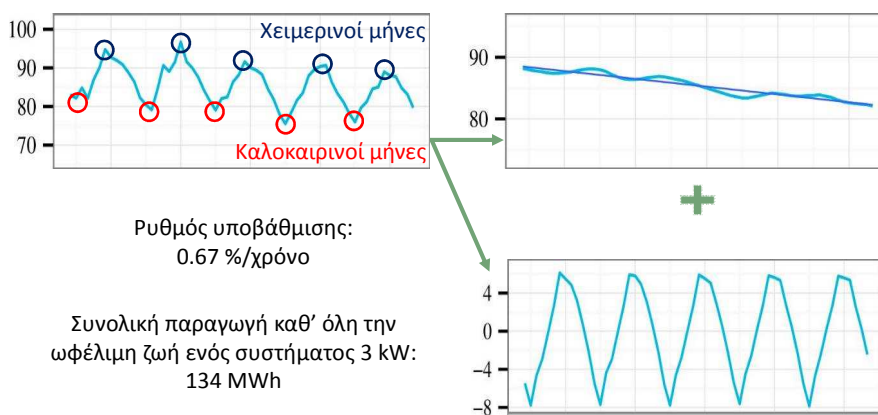
30

Σταθερός ρυθμός υποβάθμισης

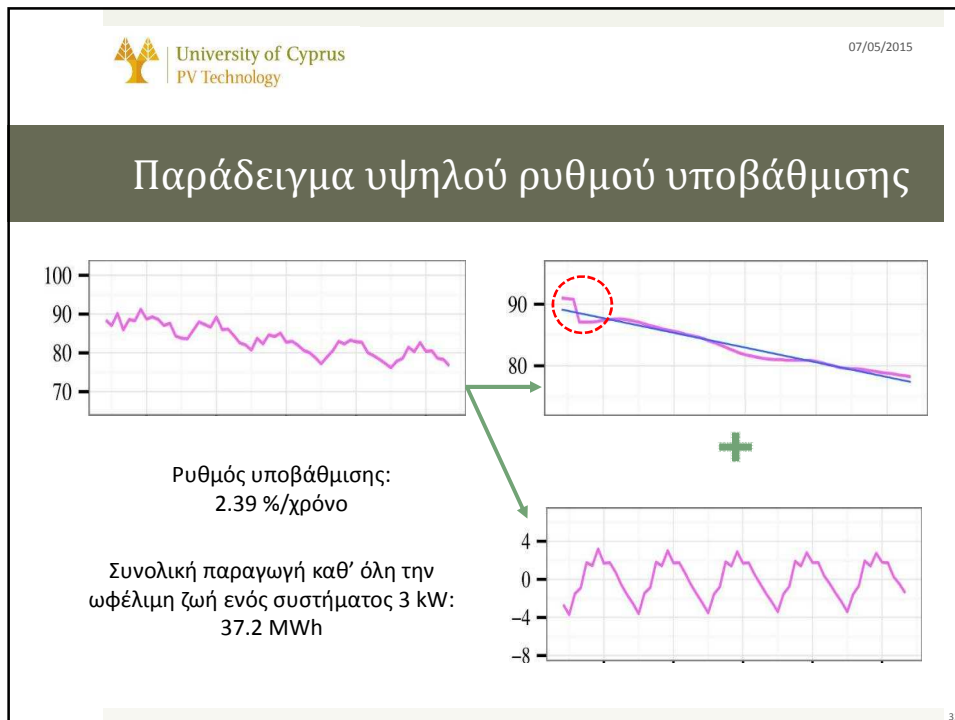
- Όλη αυτή η δουλειά στηρίχθηκε οικονομικά από το έργο “Reliable assessment of degradation in new thin-film technologies” που χρηματοδοτεί τη σημερινή ημερίδα
- Το έργο συγχρηματοδοτείται από τα Ευρωπαϊκά Ταμεία Περιφερειακής Ανάπτυξης και την Κυπριακή Δημοκρατία, μέσω του Ιδρύματος Προώθησης Έρευνας
- Συντονιστής είναι το Πανεπιστήμιο Κύπρου, με συνεργάτες το Institute for Photovoltaics, ipv, Πανεπιστήμιο της Στουτγκάρδης, το Austrian Institute of Technology (AIT), το Πανεπιστήμιο της Βαρκελώνης και τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου

31


Παράδειγμα υπολογισμού του ρυθμού υποβάθμισης



32



07/05/2015



Ρυθμοί υποβάθμισης διαφόρων συστημάτων

Σύστημα	Ρυθμός υποβάθμισης (%/χρόνο)	Σφάλμα (95 % διάστ. εμπ.)
ucy0-4	0.92	± 0.08
ucy0-5	0.70	± 0.07
ucy0-6	0.72	± 0.10
ucy0-7	0.71	± 0.06
ucy0-8	0.70	± 0.04
ucy0-9	0.56	± 0.17
ucy0-10	1.09	± 0.04
ucy0-11	0.87	± 0.04
ucy0-12	2.43	± 0.06
ucy0-13	2.04	± 0.07
ucy0-14	1.40	± 0.07

* A. Phinikarides, N. Philippou, G. Makrides, and G. E. Georgiou, "Performance loss rates of different photovoltaic technologies after eight years of operation under warm climate conditions," in 29th EU-PVSEC, 2014, pp. 2664–2668.

34

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή
2. Μηχανισμοί υποβάθμισης
3. Απώλειες ενέργειας
4. Συμπεράσματα



35

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015

Συμπεράσματα

- Όπως σε όλα τα υλικά, έτσι και στα ΦΒ πλαίσια προκαλείται γήρανση λόγω της συνεχούς έκθεσης στα φυσικά φαινόμενα
- Η γήρανση μπορεί να εμφανιστεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, τους οποίους ονομάζουμε μηχανισμούς υποβάθμισης
- Τα ΦΒ πλαίσια δεν είναι επισκευάσιμα λόγω της αεροστεγούς κατασκευής τους
- Γι' αυτό πρέπει ο κατασκευαστής ή ο εγκαταστάτης να έχει την ικανότητα εντοπισμού των βλαβών και υπολογισμού του ρυθμού της υποβάθμισης σε περίπτωση διεκδίκησης της εγγύησης από τον πελάτη

36

Συμπεράσματα

- Ο συνδυασμός του ΦΒ συστήματος μαζί με τον **κατασκευαστή**, τον **μηχανικό**, τον **εγκαταστάτη** και το **πρόγραμμα συντήρησης** θα πρέπει να επιλεγεί με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχει:
 - Τη **μέγιστη δυνατή** ενεργειακή απόδοση
 - **Εμπιστοσύνη** στη συνολική ενεργειακή απόδοση
 - **Εμπιστοσύνη** στη διάρκεια της ωφέλιμης ζωής
 - **Εμπιστοσύνη** στον μηχανικό που σχεδιάζει το σύστημα και στον εγκαταστάτη του συστήματος

37

Συμπεράσματα



- Τηρώντας όλα όσα αναφέραμε προηγουμένως, πετυχαίνουμε τη **διασφάλιση της επένδυσης** μας και συντελούμε στη **μείωση της μόλυνσης** του περιβάλλοντος και στην **απεξάρτηση** από τις συμβατικές πηγές καυσίμων

38

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015

Συμπεράσματα

▣ Άρα, τελικά, υπάρχει φως στο τούνελ!



39

University of Cyprus
PV Technology

07/05/2015

Αλέξανδρος Φοινικαρίδης (BSc, MSc)
Υποψήφιος Διδάκτορας

Πανεπιστήμιο Κύπρου
Εργαστήριο ΦΒ Τεχνολογίας
Λεωφόρος Πανεπιστημίου 1
Πανεπιστημιούπολη
Τ.Θ. 20537
1678, Λευκωσία

Τηλ: 22-894398
Email: phinikarides.alexander@ucy.ac.cy
Website: www.pvtechnology.ucy.ac.cy

Ευχαριστώ για την προσοχή σας

Ερωτήσεις;

40