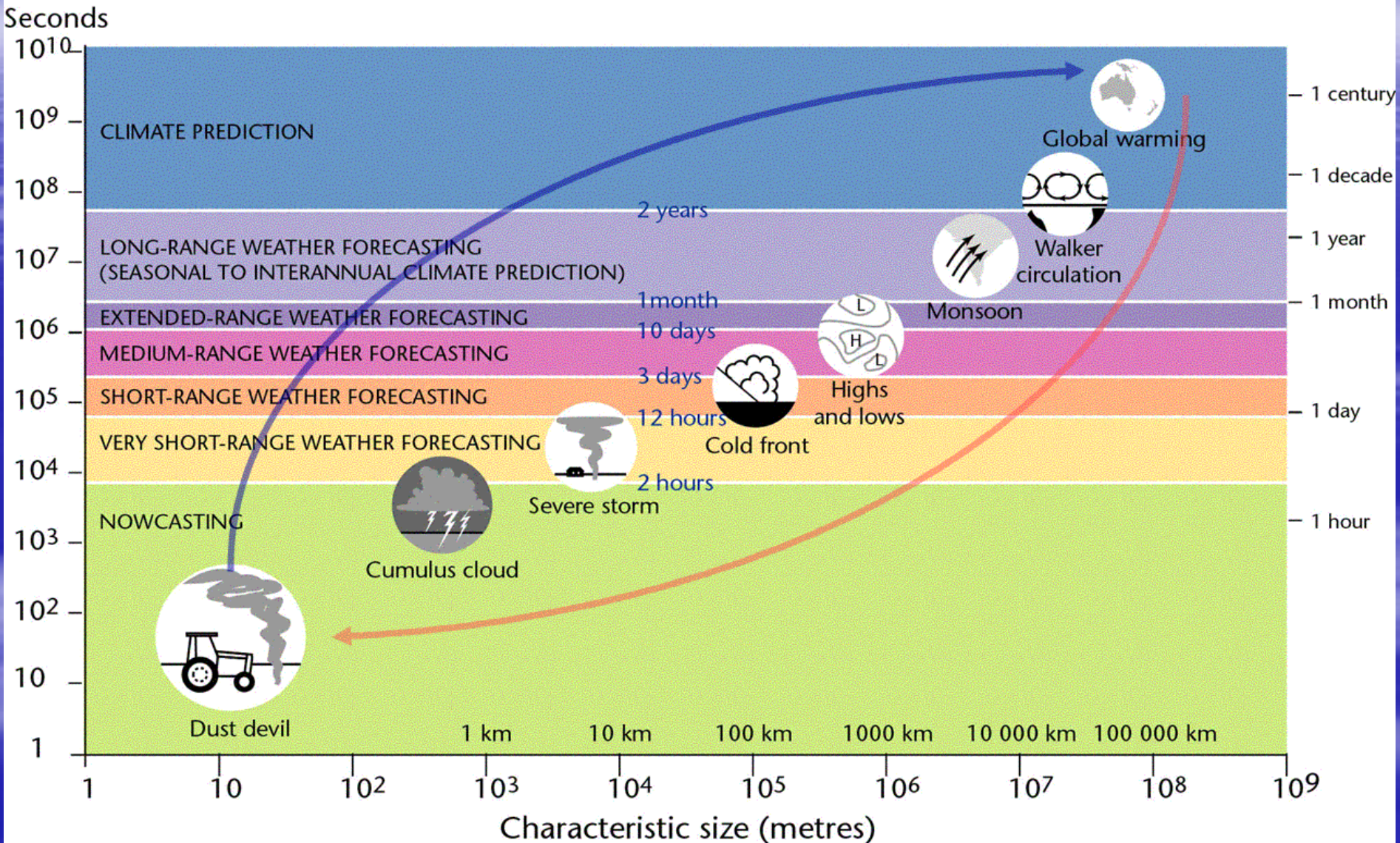


**ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΕΥΑΛΩΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ:
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ – ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ - ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ**

Καθηγητής Νικόλαος Ρ. Δαλέζιος
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Διάγραμμα ροής της κλίμακας κλίμα-συγκομιδή (από IPCC, 2007)

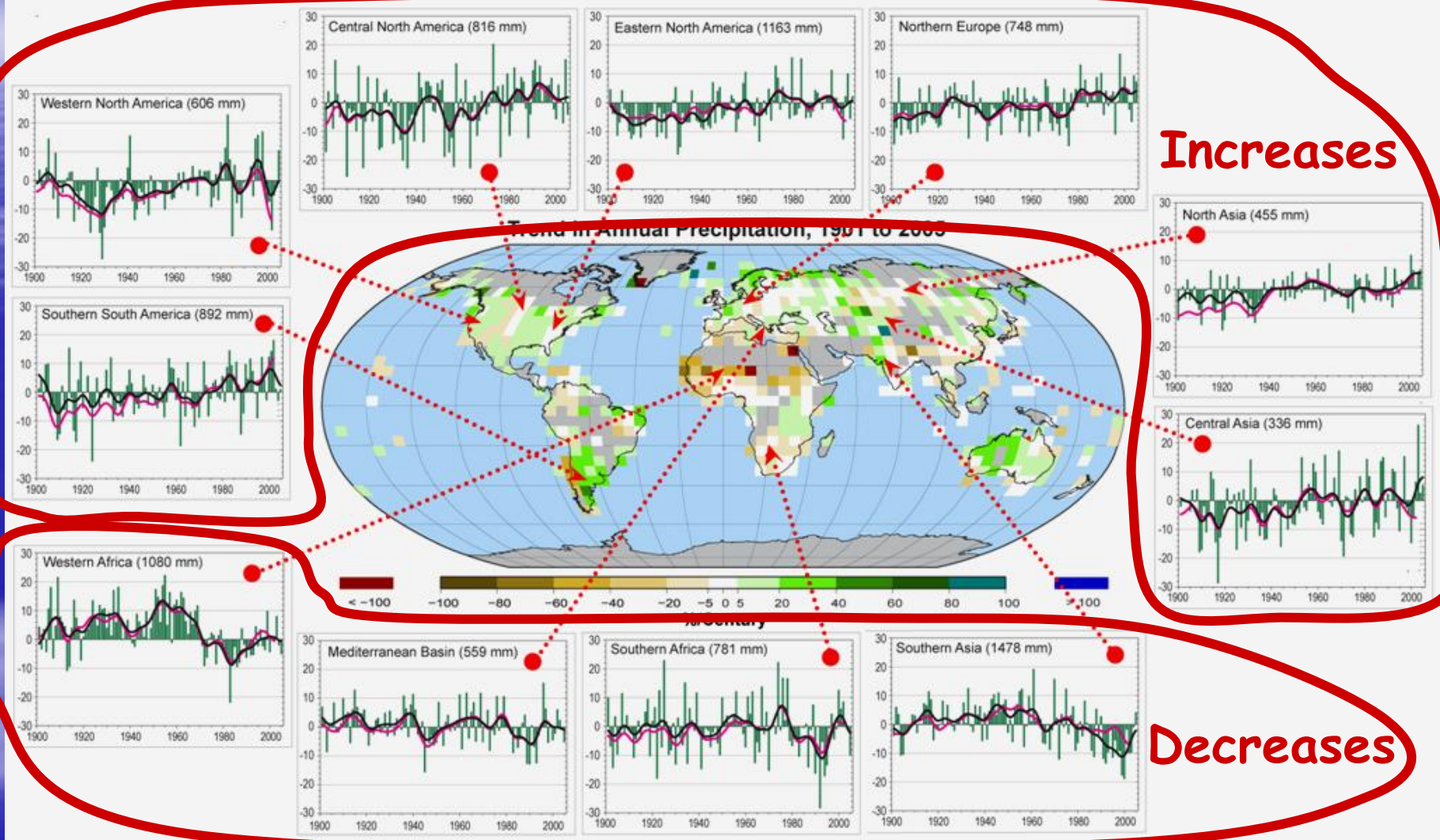




OBSERVED CHANGE



Land precipitation is changing significantly over broad areas

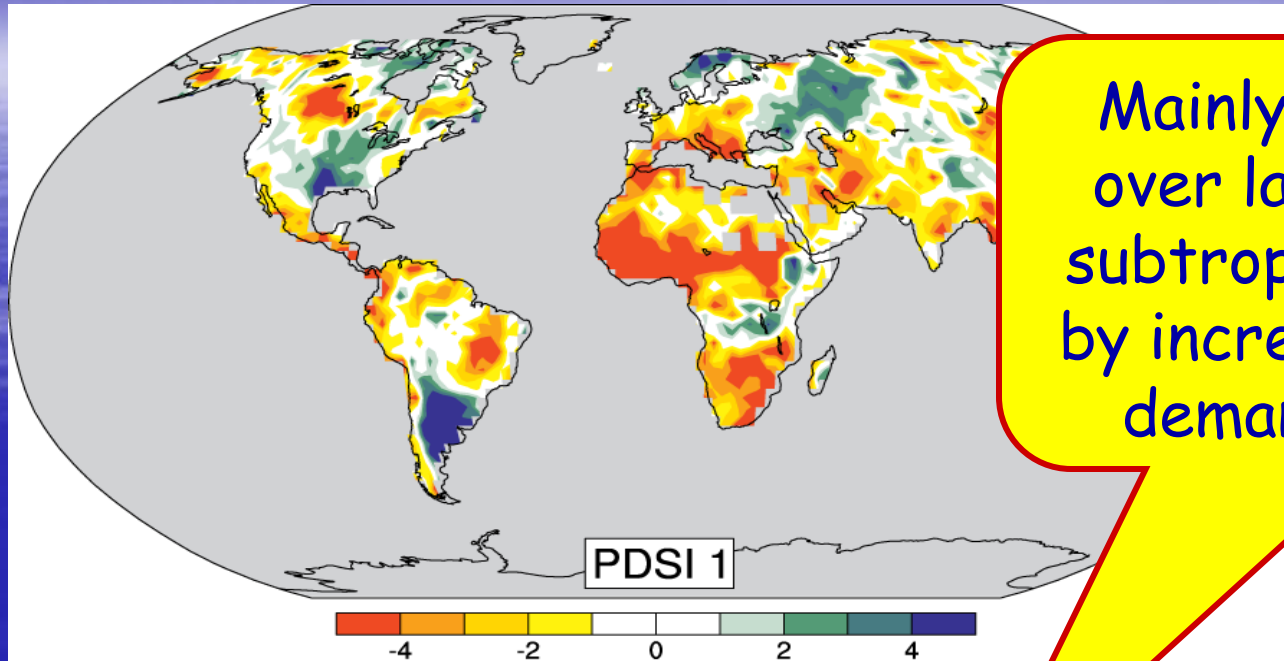


Smoothed annual anomalies for precipitation (%) over land from 1900 to 2005; other regions are dominated by variability.

dalezios.n.r@gmail.com

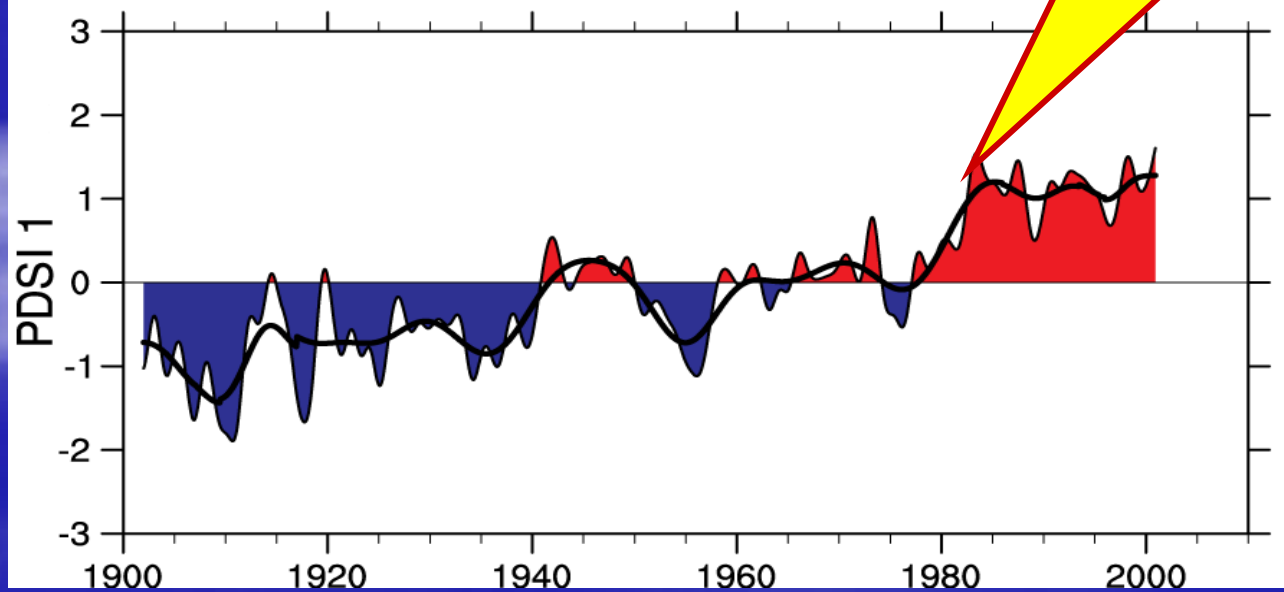


Drought is increasing most places



Mainly decrease in rain over land in tropics and subtropics, but enhanced by increased atmospheric demand with warming

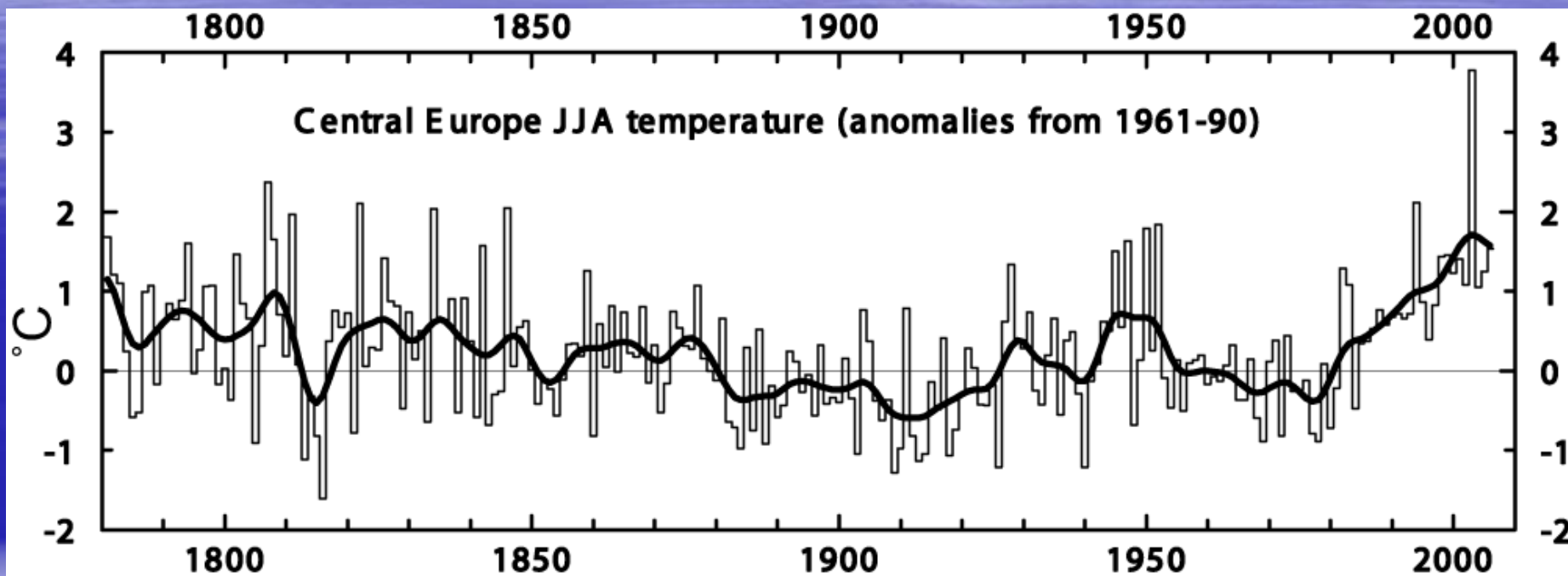
(PDSI) for 1900 to 2002.



The time series (below) accounts for most of the trend in PDSI.



Heat waves are increasing: an example



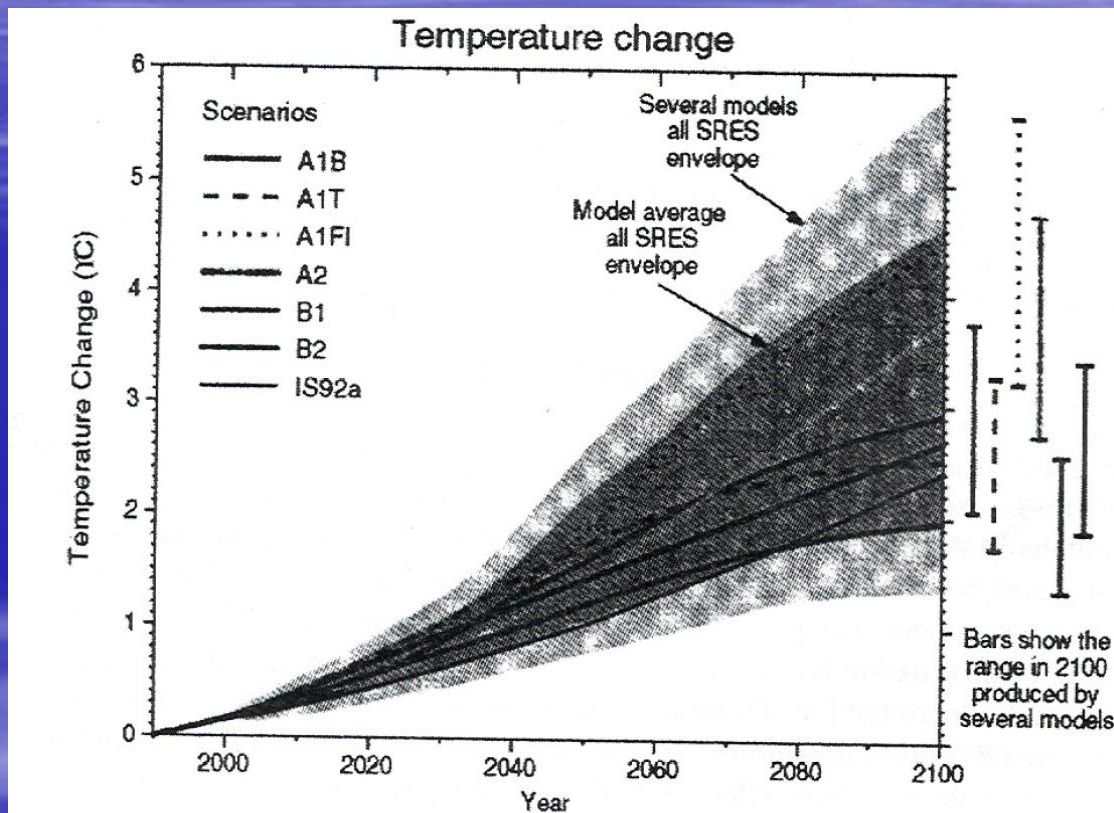
Extreme Heat Wave
Summer 2003
Europe



PREDICTIONS



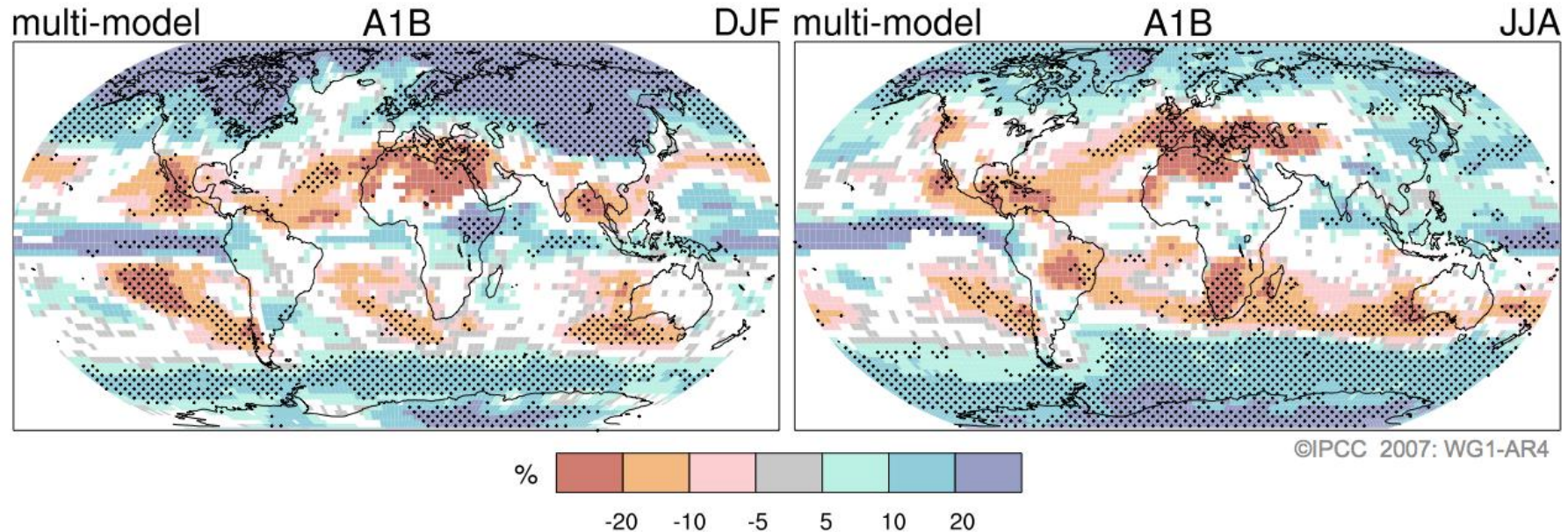
Temperature increase scenarios





Projections of Future Changes in Climate

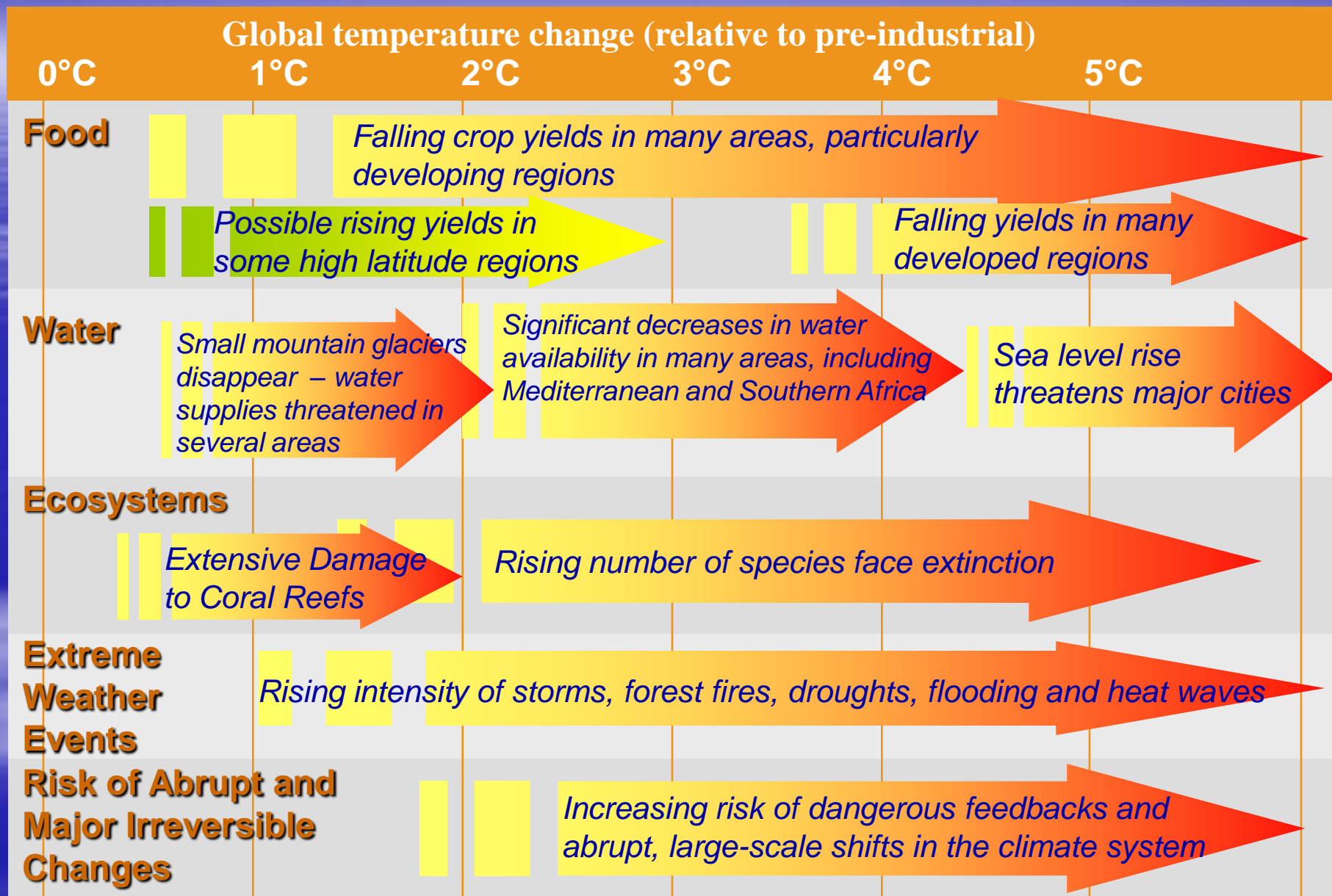
Projected Patterns of Precipitation Changes



Precipitation increases *very likely* in high latitudes

Decreases *likely* in most subtropical land regions

Projected impacts of climate change (Stern report, 2006)



Χωρική και χρονική κλίμακα καιρού–κλίματος–αγρού (IPCC 2007)



Ιστοσελίδες αναφοράς μοντέλων προσομοίωσης καλλιεργειών

1. ECOBAS (ECOlogical models data BASe)

(<http://dimo.wiz.uni-Kassel.de/ecobas.html>)

2. CAMASE (Concerted Action for the development and testing of quantitative Methods for research on Agricultural Systems and the Environment)

(<http://www.bib.wau.nl:80/camase/>)

3. CIESIN-USDA

(<http://ciesin.colostate.edu/USDA/LOOKmodels.html>)

4. CEAM (Center for exposure Assessment Models for US Environmental protection agency (http://www.epa.gov/epa_ceam/www.html/software.htm))

5. (<http://www.std.com/versim/VBROCH.HTM>)

6. (<http://www.power sim.com/>)

7. (<http://greenhat.com/>)

8. (<http://ranchvision.com/>)

9. (<http://geoglam-crop-monitor.org/>)

Ιστοσελίδες γνωστών μοντέλων προσομοίωσης καλλιεργειών

| Model | Information |
|---------------|---|
| DSSAT (CERES) | http://dssat.net/ |
| AQUACROP | http://www.fao.org/nr/water/aquacrop.html |
| CROPWAT | http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html |
| CROPSYST | http://modeling.bsyse.wsu.edu/CS_Suite_4/CropSyst/index.html |
| STICS | http://www6.paca.inra.fr/stics_eng |
| WOFOST | http://www.wageningenur.nl/en/Expertise-Services/Research-Institutes/alterra/Facilities-Products/Software-and-models/WOFOST.htm |
| SUCROS | http://models.pps.wur.nl/node/3 |
| SWAP | http://www.swap.alterra.nl/ |
| EPIC / APEX | http://epicapex.tamu.edu/epic/ |
| SWAT | http://swat.tamu.edu/ |
| APSIM | http://www.apsim.info/ |
| DAISY | http://code.google.com/p/daisy-model/ |
| GLAM | https://www.ictp.it/research/esp/models/glam.aspx |



IMPACTS



ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

■ Γεωργία

- ευάλωτη – ευπαθής λεκάνη της Μεσογείου
(αύξηση θερμοκρασίας, περιορισμένος υετός, έξαρση κινδύνων)
(μόνιμες καλλιέργειες: αμπέλια, φρούτα, ελιές, οπωροκηπευτικά)
- ποιότητα και ποσότητα παραγωγής
(ακτινοβολία, κύκλος φωτοσύνθεσης, φαινολογικά στάδια)
- ζητούμενο: αποτελεσματική αγροτική διαχείριση
(π.χ. χρήση νερού, προστασία από νιτρικά)
- επιμήκυνση βλαστικής περιόδου
- γεωγραφική και υψομετρική μετατόπιση του εύρους των φυτών

■ Τρόφιμα

- μεταβλητότητα συγκομιδής → απόθεμα τροφών
- κίνδυνος λιμού (μερικές εκατοντάδες εκατομμύρια)



ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ (συνέχεια)

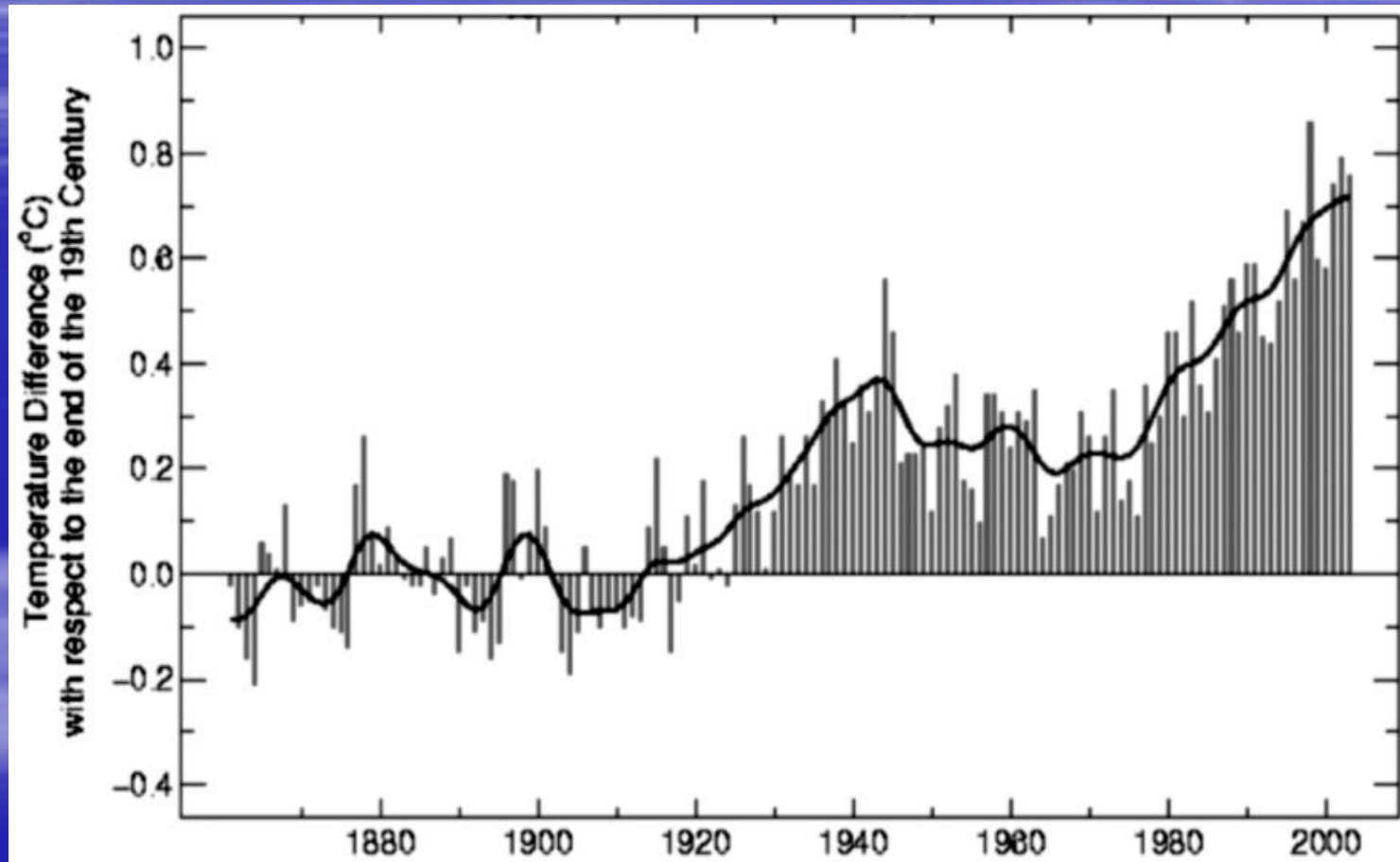
■ Νερό

- ασφαλές πόσιμο νερό
- διαθεσιμότητα νερού στη γεωργία
- διακύμανση βροχοπτώσεων – εξάτμισης – απορροής – διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας
- έξαρση δριμύτητας – συχνότητας ξηρασιών
- περιβαλλοντικοί κίνδυνοι, π.χ. ερημοποίηση

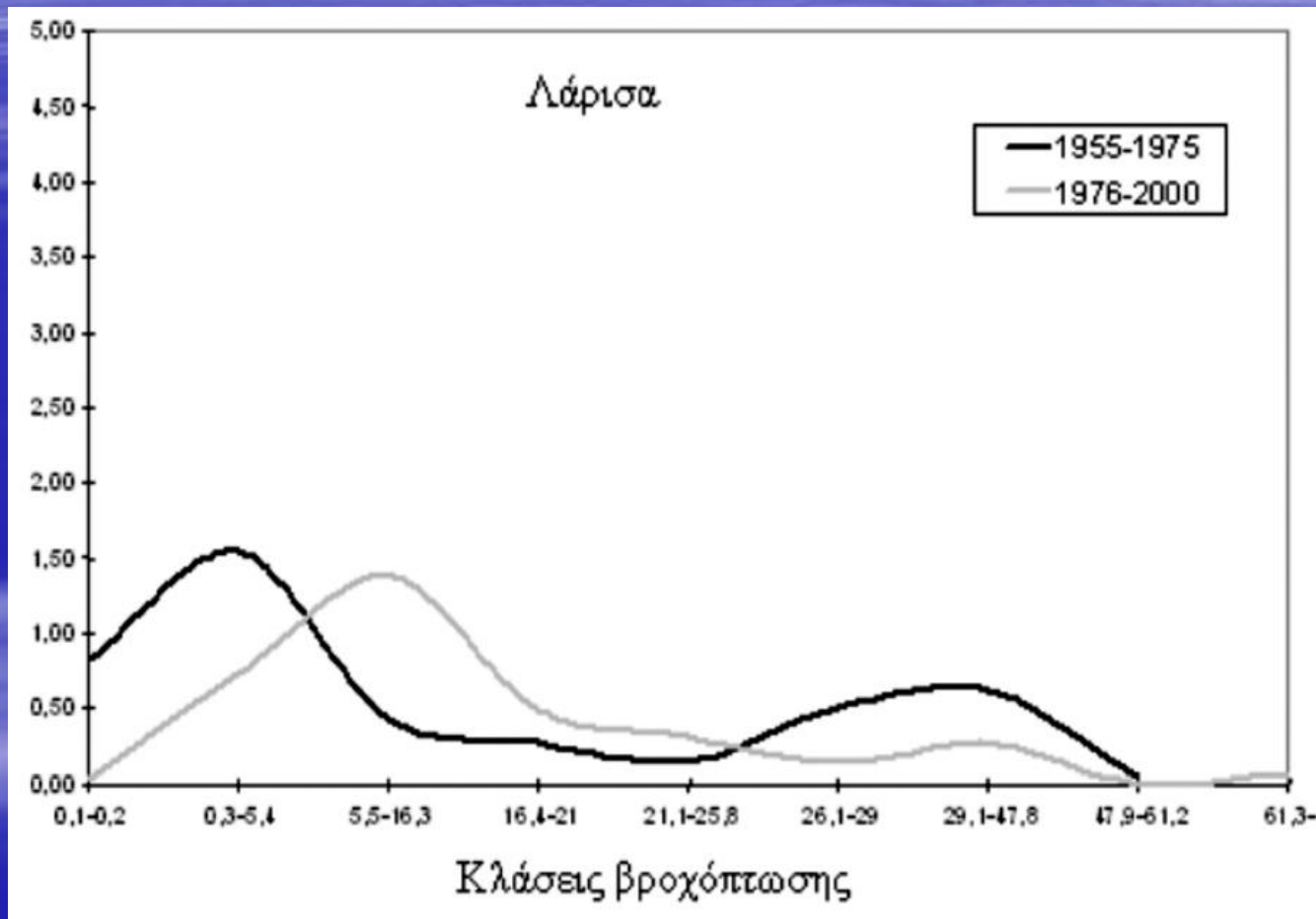
■ Οικοσυστήματα - βιοποικιλότητα

- 20-30% ειδών σε ρίσκο, αν αύξηση θερμοκρασίας $\geq 1,5-2,5^{\circ} \text{C}$

Παρατηρούμενη παγκόσμια αλλαγή θερμοκρασίας 1861-2003 (από IPCC, 2007)

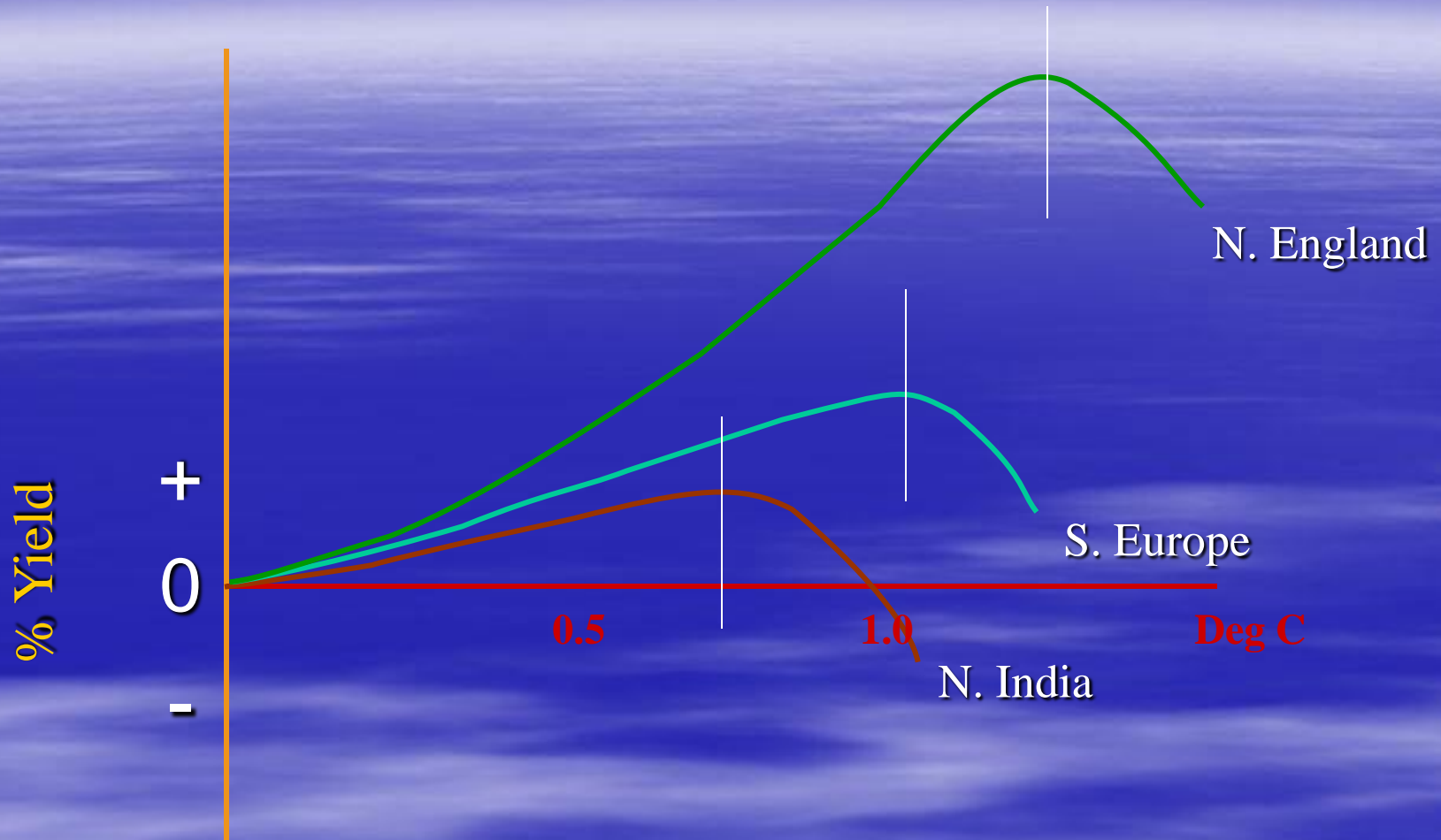


Ανάλυση συχνοτήτων βροχόπτωσης σταθμού Λάρισας





Key impacts on wheat yields for different regions





MITIGATION

1. no uncertainty on the need to stabilize GHG concentration in atmosphere
2. need to initiate mitigation urgently



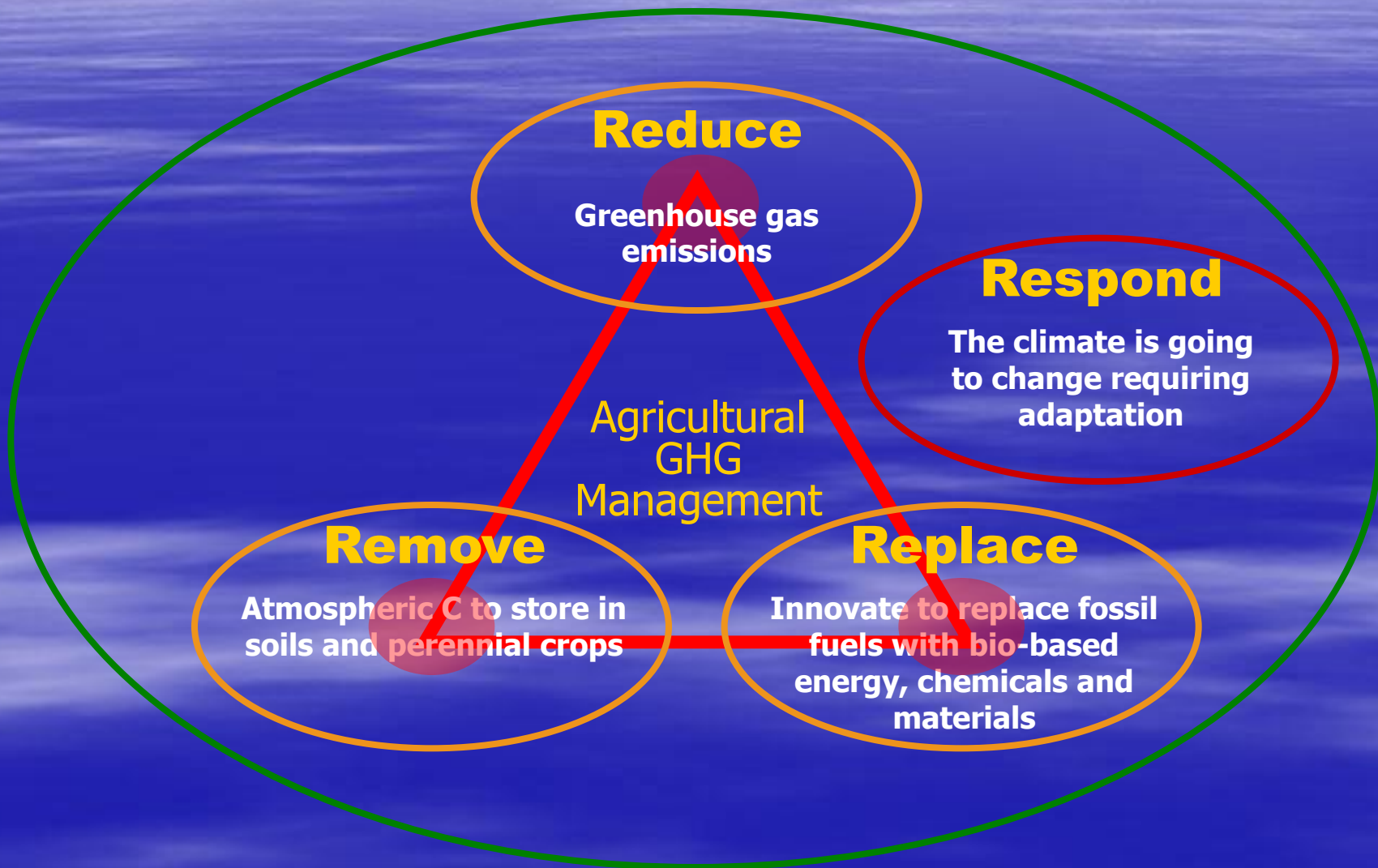
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Κατηγορίες σχεδίων αντιμετώπισης

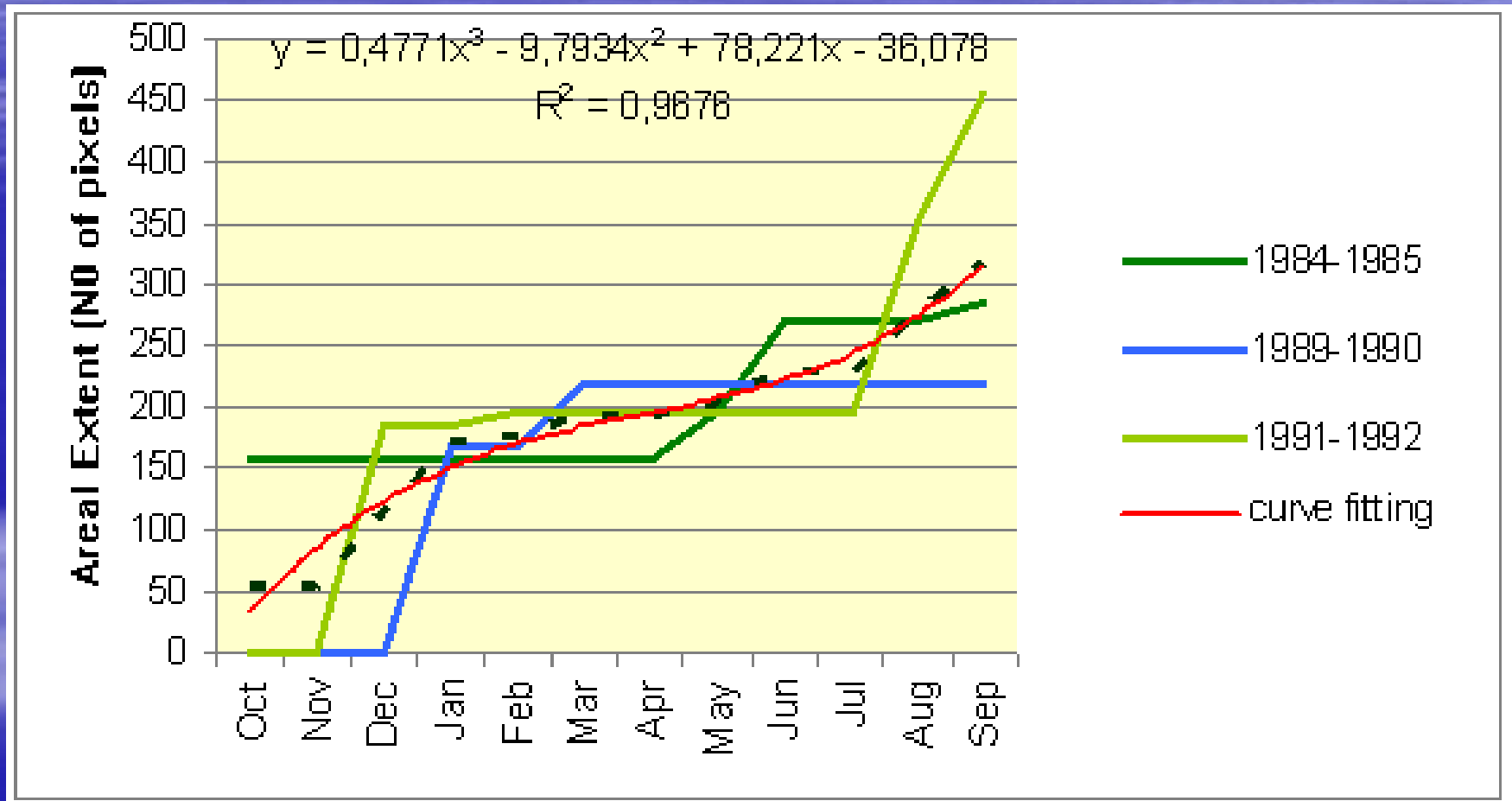
- Συστήματα έγκαιρων προειδοποιήσεων
- Διαχείριση ρίσκου (πριν) έναντι διαχείρισης κρίσεων (μετά)
(σχέδια προετοιμασίας, πρόληψη)
- Βραχείας και μακράς διάρκειας μέτρα – πολιτικές – προγράμματα
Στόχος: περιορισμός ρίσκου
 - Απομάκρυνση άνθρακα
 - διαχείριση εδαφών (όργωμα, λίπασμα κλπ)
 - αλλαγή χρήσεων γης
 - Περιορισμός εκπομπών (π.χ. διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο)
 - εκπομπές ενέργειας
 - βιοενέργεια, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας



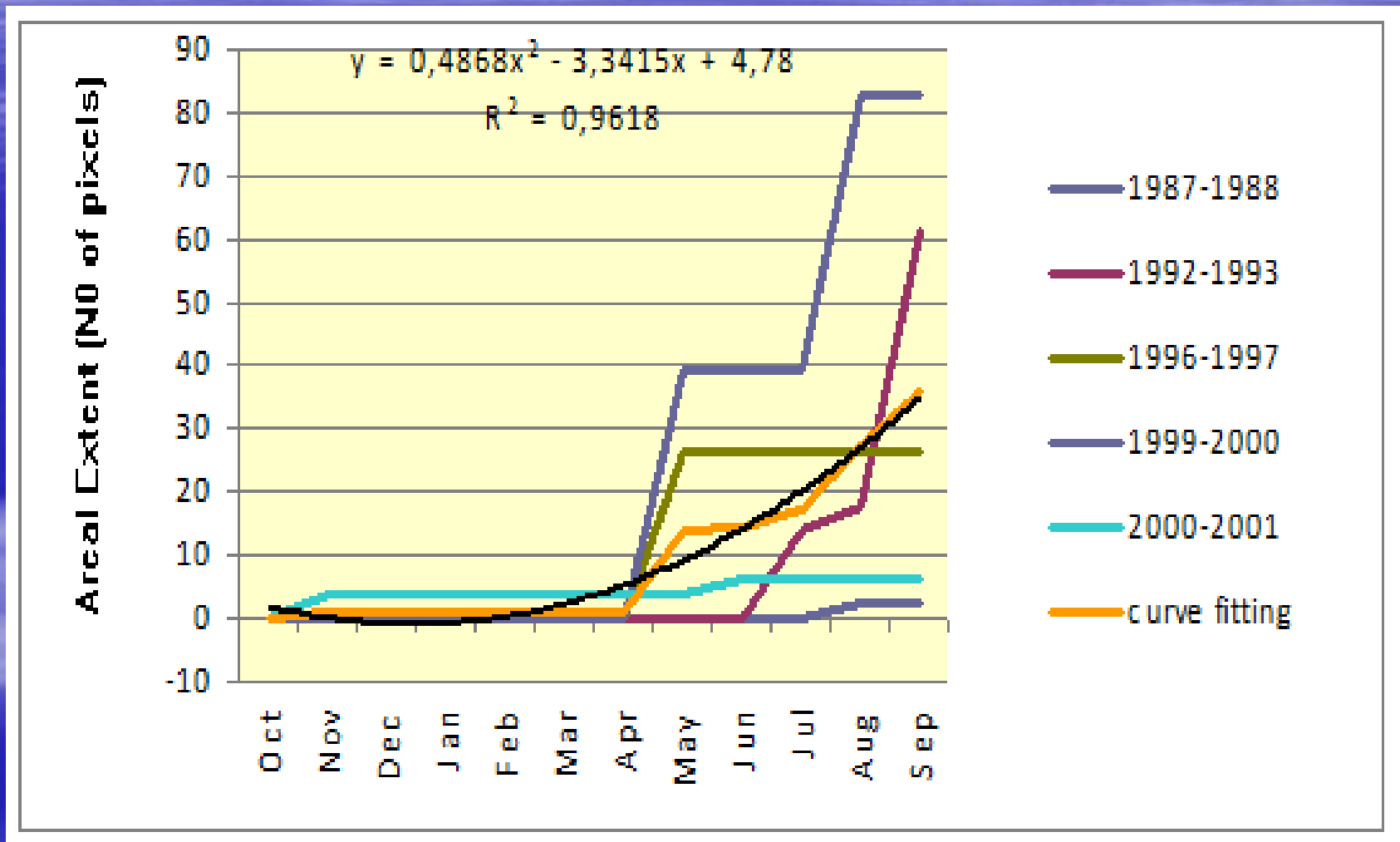
REDUCE, REMOVE, REPLACE + RESPOND



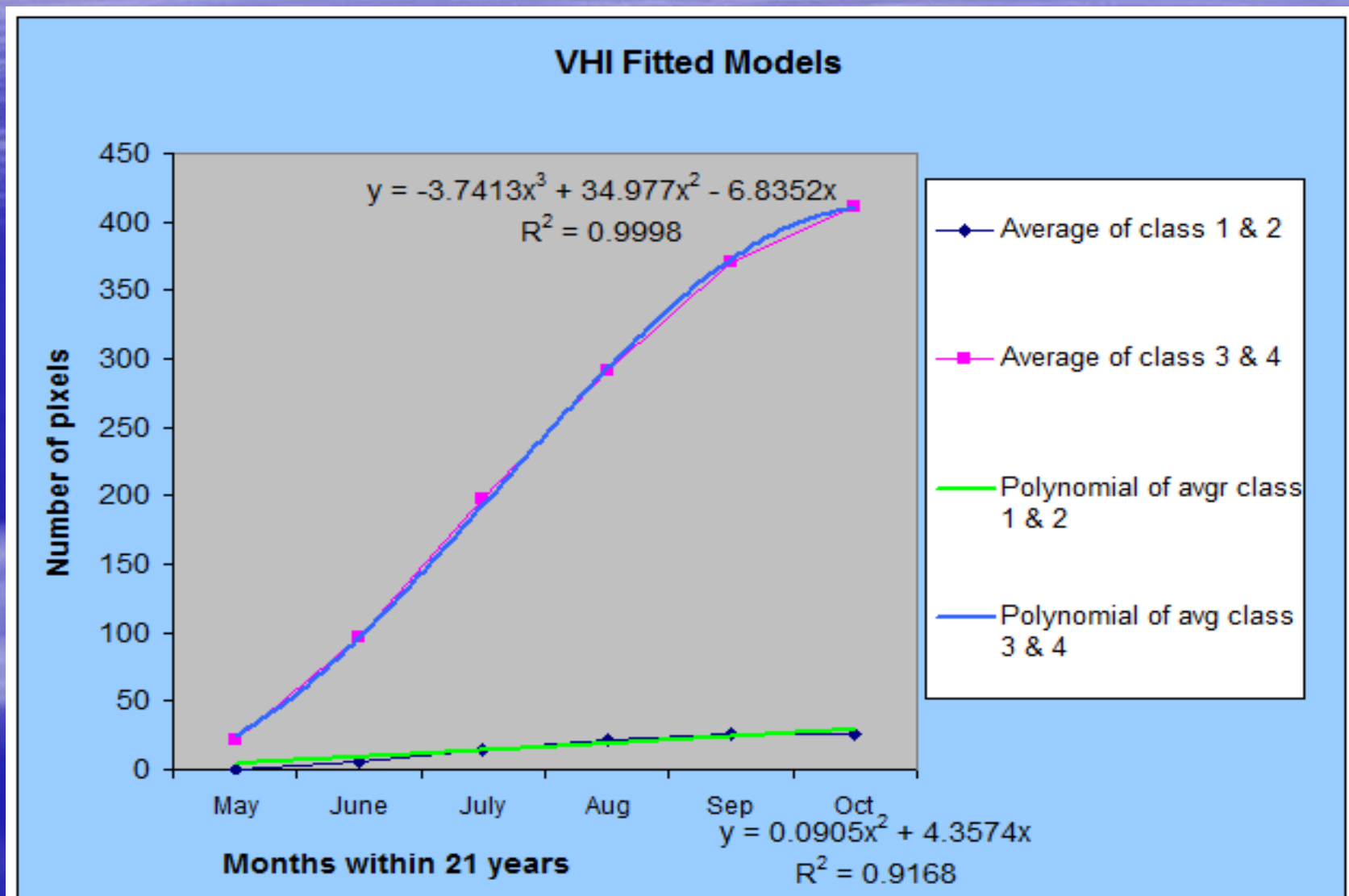
Cumulative Large Areal Extent (No of pixels 8X8 km²) of extreme drought (>2.0) during drought years based on remotely sensed RDI (from Dalezios et al., 2012)



Cumulative Small Areal Extent (No of pixels 8X8 km²) of extreme drought (>2.0) during drought years based on remotely sensed RDI (from Dalezios et al., 2012)



Fitted models of Cumulative Areal Extent (number of pixels) of Average Monthly Drought VHI values for the two sums of severity classes (from Dalezios et al., 2014)





ADAPTATION

‘adjustments in ecological, social or economic systems in response to actual or expected climate stimuli and their impacts

...

...to moderate damages or to benefit from opportunities associated with climate change’



ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ

- σκληρά (π.χ. ταμιευτήρες, αρδευτικά δίκτυα)
- μαλακά: χαμηλής έντασης και κόστους



ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ

- 1. Ανάπτυξη και αποδοχή νέων τεχνολογιών**
 - άρδευση – στράγγιση – όργωμα
 - γενετική βελτίωση
 - αξιοποίηση βιοτεχνολογίας
- 2. Προώθηση συμβουλευτικών υπηρεσιών στη γεωργία**
- 3. Βελτίωση διαχείρισης υδάτων**
 - καλύτερες στρατηγικές κατανομής νερού
 - αλλαγή σχεδίασης αρδεύσεων για αξιοποίηση βροχών
 - βελτίωση τεχνολογιών άρδευσης
 - ανακύκλωση – υπόγειο νερό
- 4. Βελτίωση διαχείρισης αγρών**
 - εναλλαγή ποικιλιών
 - ορθολογική χρήση λιπασμάτων – εντομοκτόνων
 - γεωργία ακριβείας



ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ (συνέχεια)

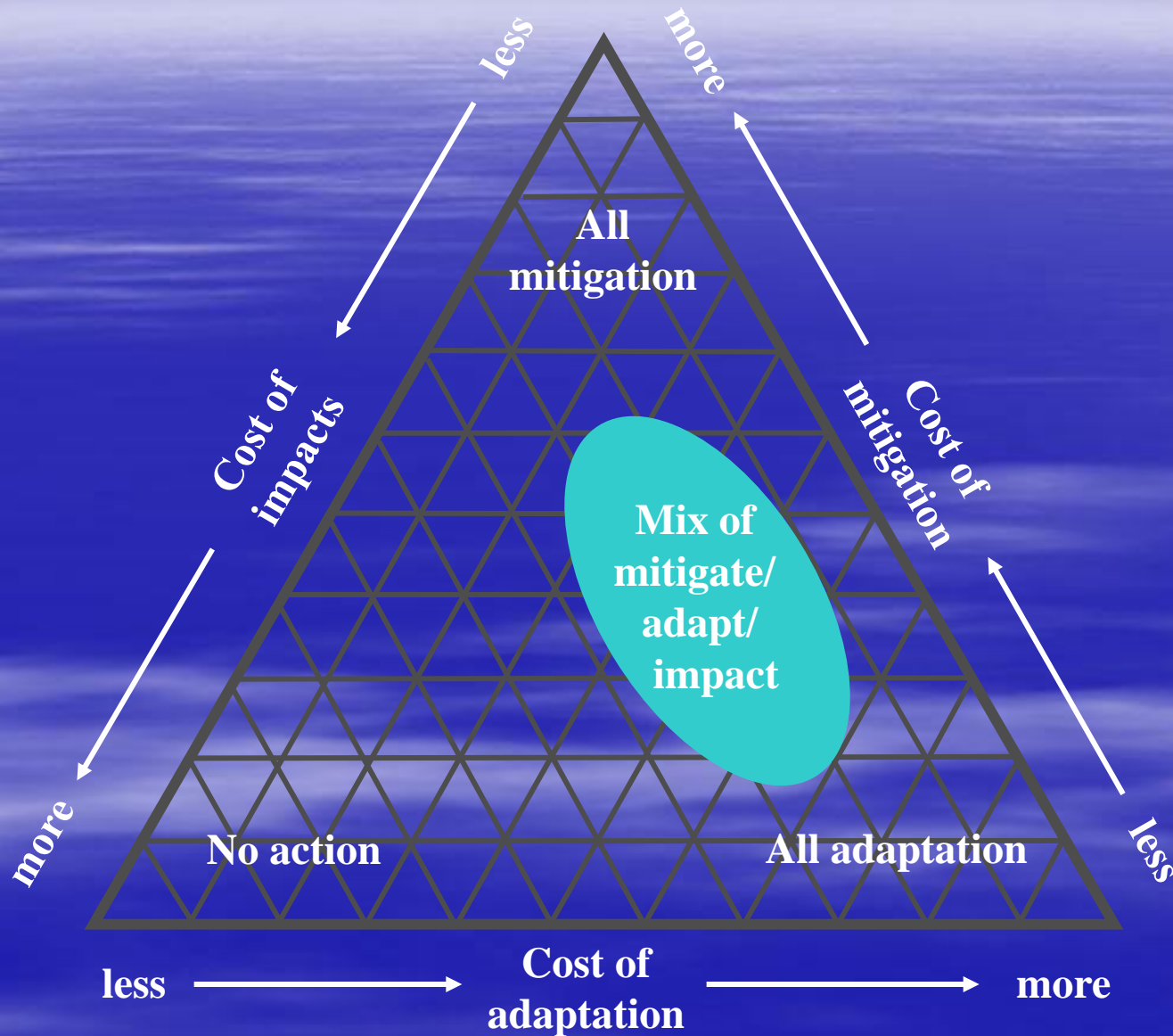
5. Εναλλαγή στις ευκαιρίες απασχόλησης
 - εναλλακτικές επιλογές αγροτικής παραγωγής

6. Θεσμική σχεδίαση και υλοποίηση
 - μακροπρόθεσμη σχεδίαση (π.χ. αγροκλιματική ζωνοποίηση)
 - αύξηση επενδύσεων στη γεωργία
 - επιμόρφωση – ενημέρωση κοινού

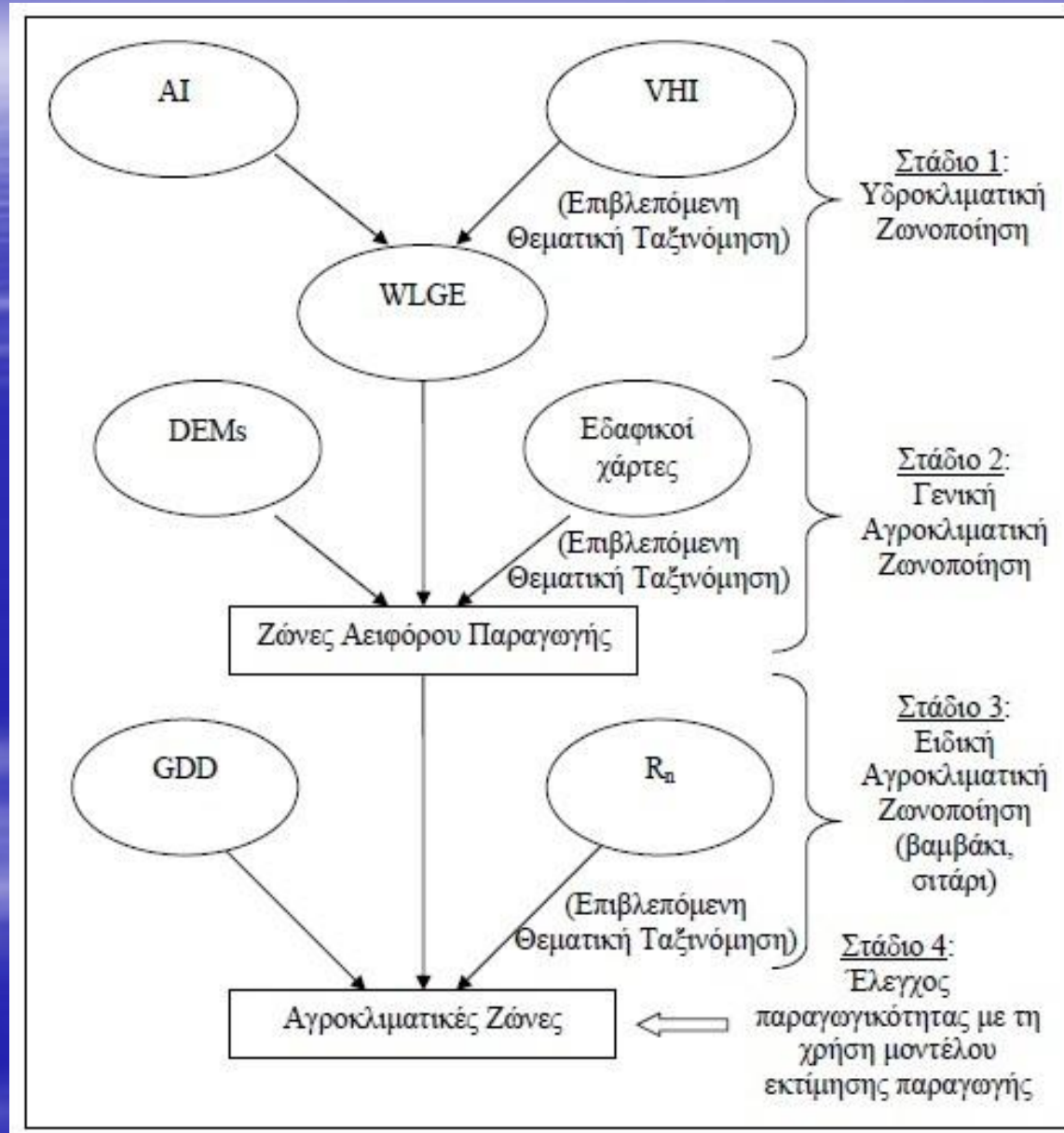
7. Βελτίωση υποδομών και προσαρμοστικής ικανότητας
 - προσαρμογή εισροών κεφαλαίων και εργασίας
 - αντικατάσταση επιδοτήσεων με νέες τεχνολογίες
 - προγράμματα τροφίμων



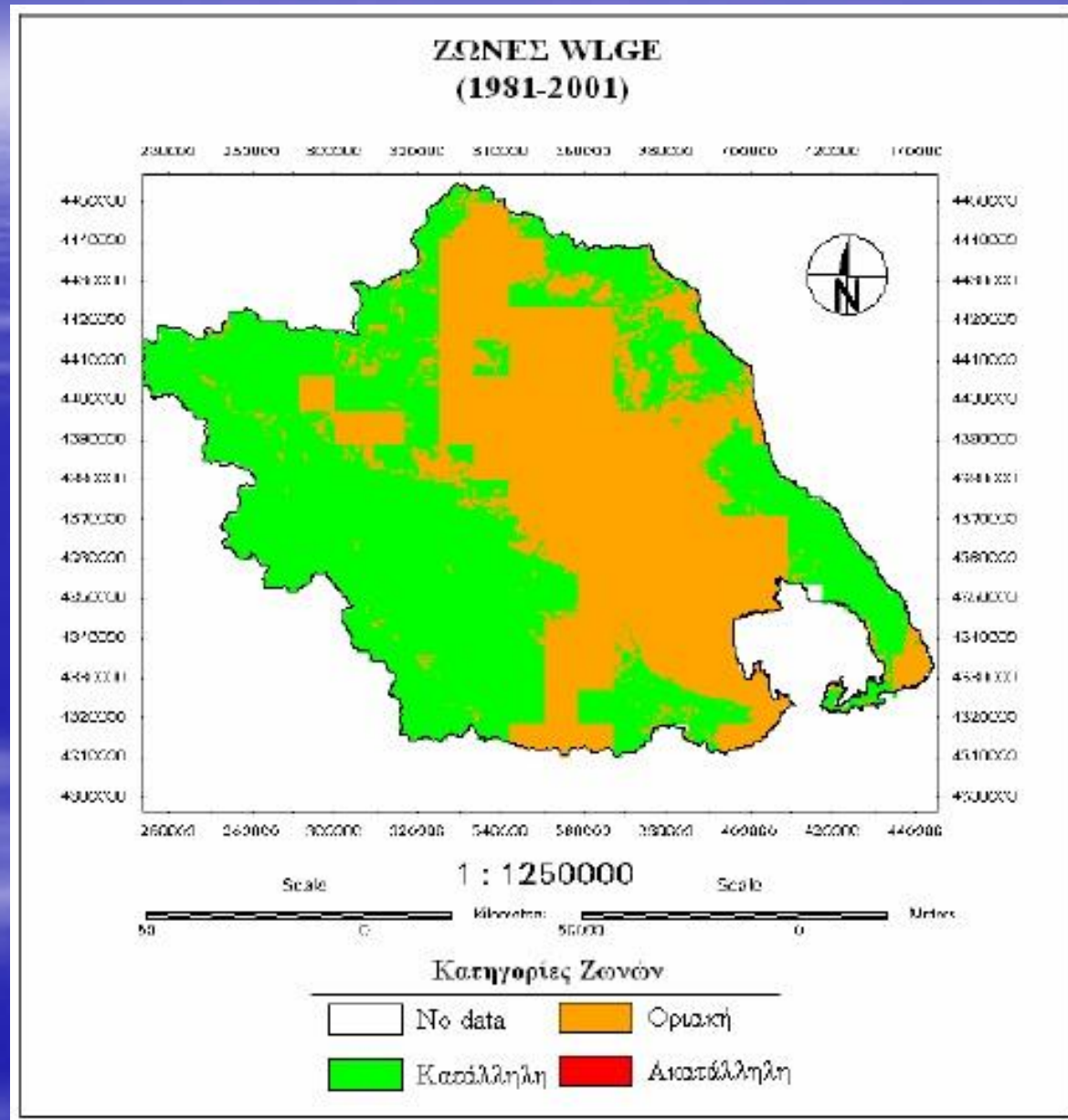
What do we know about the connections between mitigation, adaptation and impacts ?



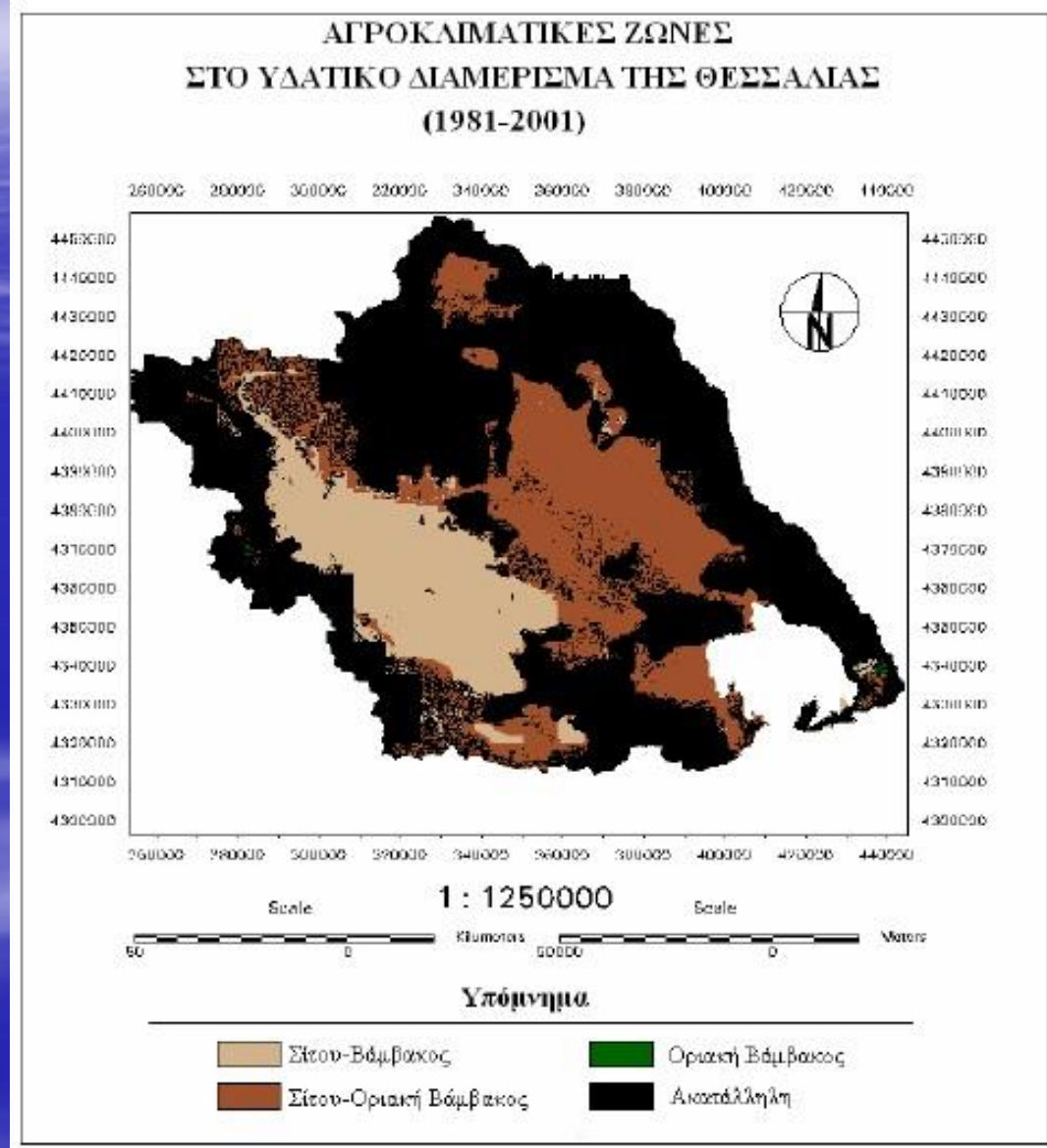
Διάγραμμα ροής για τον προσδιορισμό των αγροκλιματικών ζωνών



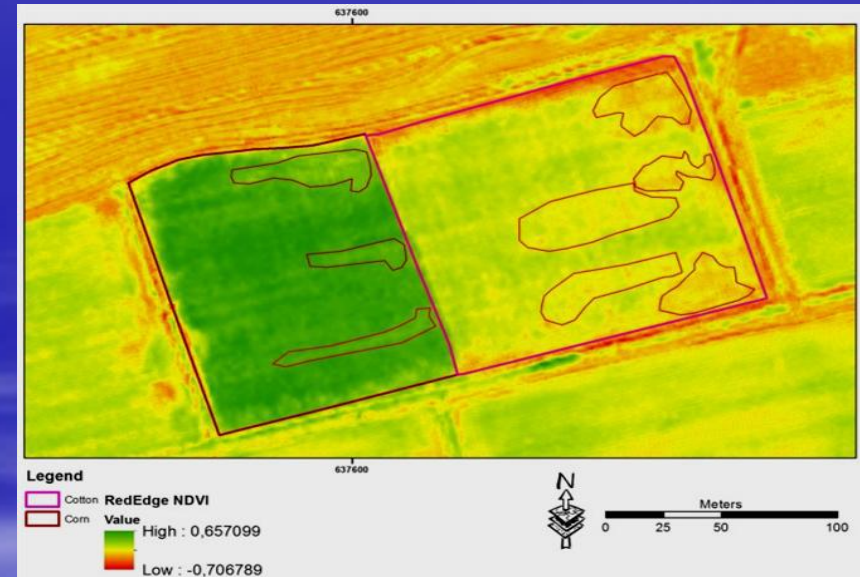
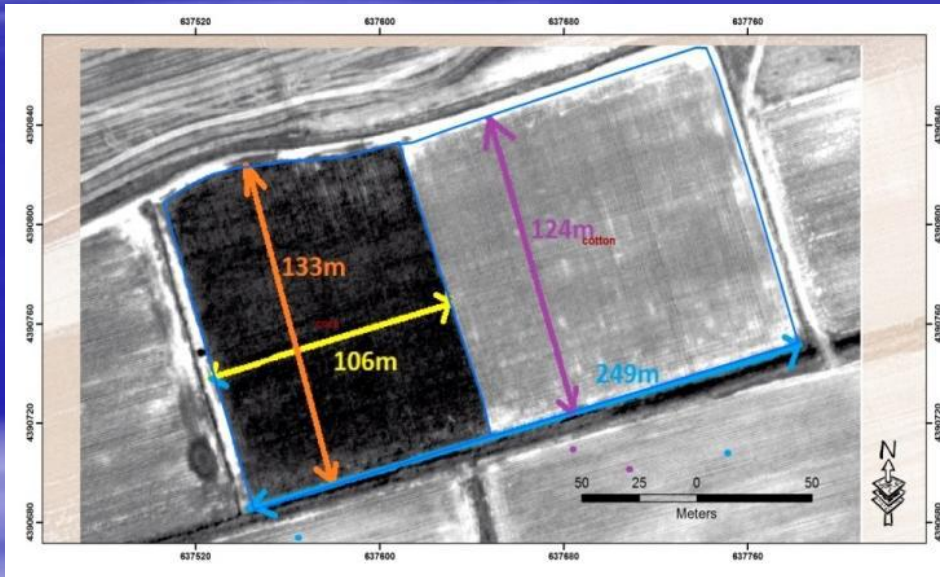
Ζώνες WLGE του υδατικού διαμερίσματος της Θεσσαλίας.



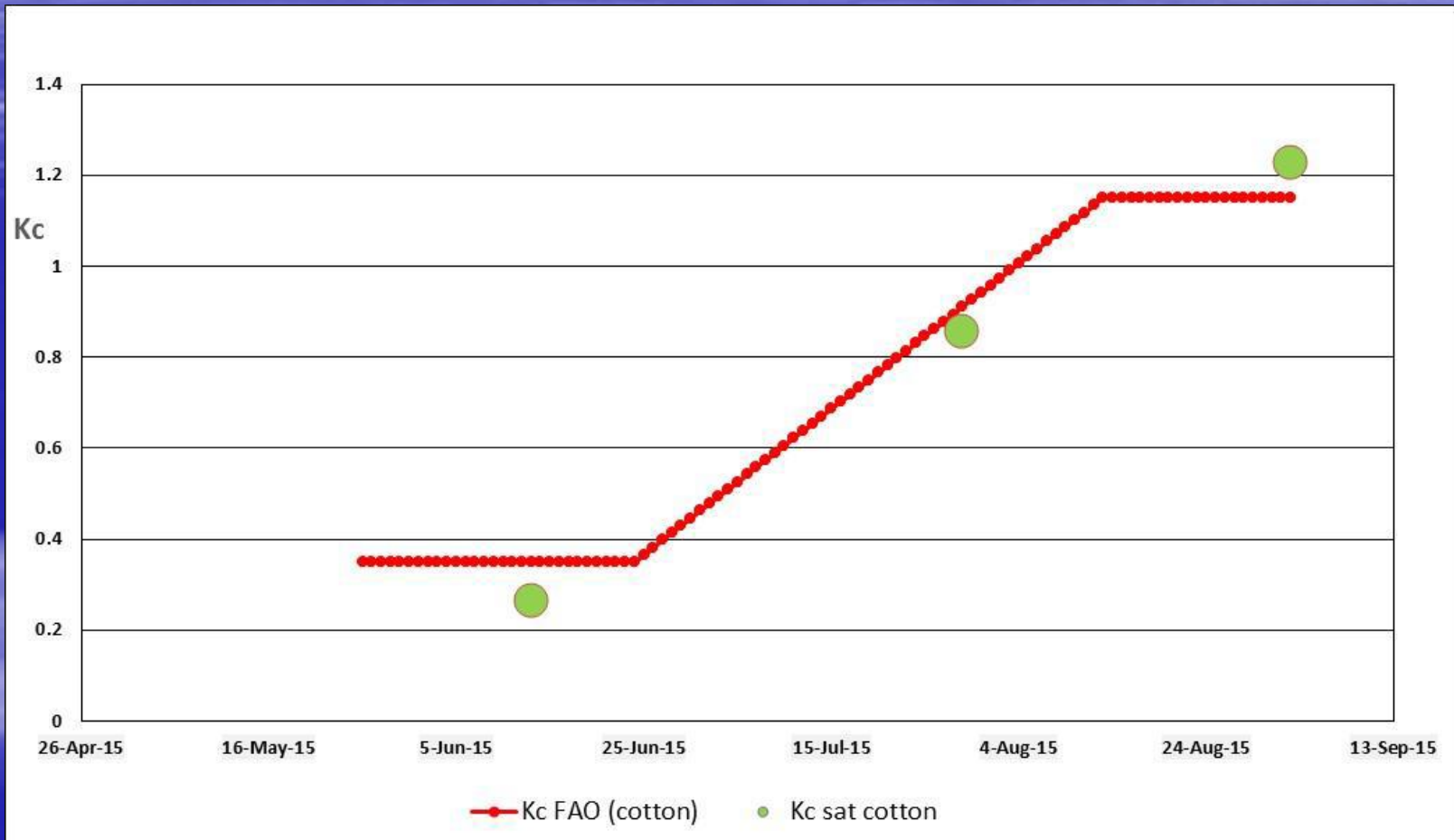
Αγροκλιματικές ζώνες σίτου-βάμβακος στο υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας (1981-2001)



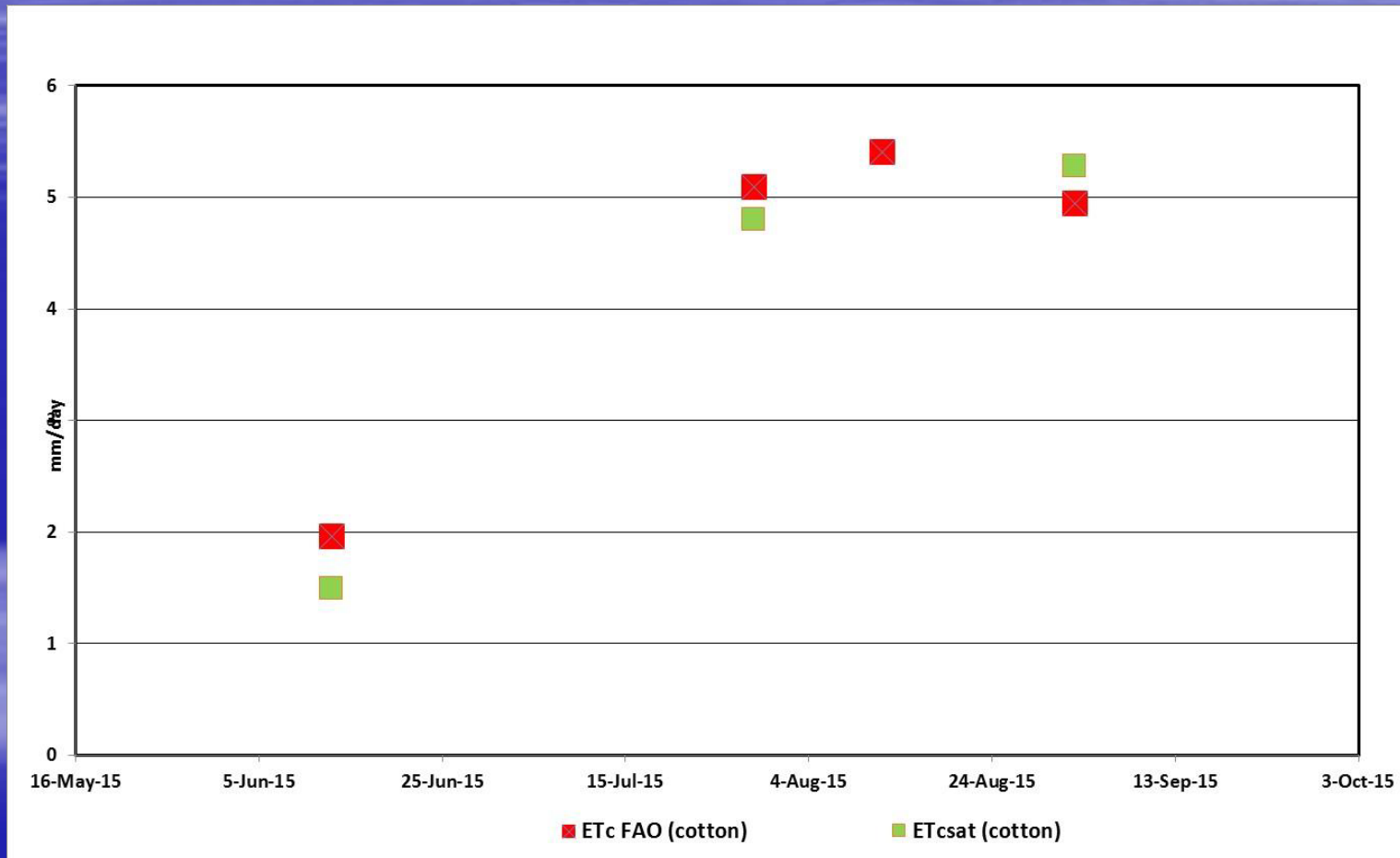
(a) The shape and area of the two selected crops,
(b) The Red Edge NDVI (from Psomiadis et al., 2016)



Comparison of Kcsat from WV-2 and Kc produced by FAO for cotton field in 2015 (from Dercas et al., 2017)



Comparison of ETcsat from WV-2 and ETc produced by FAO for cotton field in 2015 (from Dercas et al., 2017)



ΣΧΕΤΙΚΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ (Καθ. Ν.Ρ. Δαλέζιος)

1. **International Summer School: Agrometeorological Simulation.** Awarded a competitive training grant funded by the EC for 25 young European researchers. Served as scientific coordinator and organizer of the School. There were invited key experts from Europe as instructors. Duration: one week (40hrs:4-8 July 2005). Total budget: 45,000 Euros. Editor of the course material, which is ready for publication
2. **COST734:CLIVAGRI: Climate Change and Impacts to Agriculture.** Appointed national representative. Duration: June 2005-June2011. Total budget: 6,500,000 Euros. Our estimated budget was 200,000 Euros. 30 European countries participated. Served as scientific coordinator of the Hellenic team. Our contribution was the quantification of droughts, floods, frost, hail, heat waves and exploring their spatiotemporal variability using remote sensing.
3. **International Exploratory Workshop on Phenology and Agroclimatology.** Awarded a competitive training grant funded by the European Science Foundation (ESF/EC) for 30 young European researchers. Served as scientific coordinator and organizer of the workshop. Invited key speakers and presentors were selected from Europe. There have been published Proceedings mentioned under Edited Publications. Duration: 20-23 Sep.2006.Total budget: 45,000 Euros.
4. **PENED: Remote Sensing in Monitoring and Management of Agricultural Environment.** Awarded a competitive research grant for two Ph.D. fellowships funded jointly by the EC and the Hellenic GSRT. Duration: July2006-June2009. Total budget: 125,000 Euros. The research was successfully completed and two Ph.Ds were awarded, one dealing with agroclimatic zoning (E.Tsiros) and the other with regional drought estimation (E.Kanellou),both based on remote sensing. Publications are listed in section 9.
5. **Participatory multi-level eo-assisted tools for irrigation water management and agricultural decision-support. PLEIADES (2006 – 2009).** Awarded a competitive EC FP6 research project. The project was coordinated by the Univ.of Castija-Manza, Spain with 17 European, MAGREF and Latin American partners. The project was an extension of a previous successful project DEMETER. Duration: Oct.2006-Nov.2009.Total budget: 2,700,000 Euros. Our budget was 189,000 Euros. Served as scientific coordinator of the Hellenic team. Our role was to establish a pilot zone in Thessaly, Greece and design and implement a 3-year field experiment for monitoring crop needs (water, fertilizers, energy, etc) for optimal agricultural production. Our role was also to propose, estimate, analyse and compare environmental indicators in all the seven pilot zones of the project for an overall assessment for efficient use of resources in agriculture.
6. **International Summer School: Climate Change and Impacts to Agriculture.** Awarded a competitive training grant funded by the ESF/EC for 25 young European researchers. Served as scientific coordinator and organizer of the School. There were invited key experts from Europe as instructors. Duration: one week (40hrs: 6-10 July 2009). Total budget: 45,000 Euros. Editor of the course material, which is ready for publication.
7. **HYDROSENSE: Innovative Precision Technologies for Optimized Irrigation and Integrated Crop Management in a Water limited Agrosystem (LIFE).** Awarded a competitive research project funded jointly by EC/Life program and Ministry of Environment, Greece. This was an innovative project on precision agriculture coordinated by GAIA with 6 partners from Greece. Duration: Jan 2010-Dec2012. Total budget: 1,400,000 Euros. Our budget was 290,000 Euros. Served as scientific coordinator of the LAM's team. Our role was the analysis of very high resolution satellite data, digital mapping of the field data and web services.
8. **Title: FATIMA: FArming Tools for external nutrient Inputs and water MAnagement Call: H2020-SFS-2014-2_Second stage.**
Funding scheme: Research and Innovation action. **Proposal number:** 633945-2. **Duration (months):** 36 (March 2015-Feb2018).
Activity: SFS-02a +03a +03b-2014. **Total: 7,966,697 euros.**

ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ (Καθ. Ν.Ρ. Δαλέζιος)

1. Eitzinger J., S. Thaler, S. Orlandini, P. Nejedlik, V. Kazandjiev, V. Vucetic, T.H. Sivertsen, D.T. Mihailovic, B. Lalic, E. Tsiros, **N.R. Dalezios**, A. Susnik, C.K.C. Kersebaum, N.M. Holden, R. Matthews, 2008: “Agroclimatic Indices and Simulation Models”. In: Survey of Agrometeorological Practices and Applications in Europe Regarding Climate Change Impacts, P. Nejedlik and S. Orlandini (Eds), COST Action 734, EU, 15-114.
2. Domenikiotis C., E. Tsiros, M. Spiliotopoulos and N.R. Dalezios, 2006: Zoning of cotton production areas based on NOAA/AVHRR images. *International Symposium in GIS and Remote Sensing: Environmental Applications*, Univ. of Thessaly (UTH), Volos, 7-9 Nov 2003, sponsored by EC, Dalezios and Dobesch (eds.), 119-132.
3. Dalezios N.R., Z. Gkagkas, C. Domenikiotis, E. Kanellou and A. Mplanta, 2009: Climate Change and Water for Agriculture: Impacts-Mitigation-Adaptation. Proceedings, EWRA Conference on Water Resources Conservancy and Risk Reduction Under Climatic Instability, Techn. Univ. of Cyprus (TUC), sponsored by EWRA and TUC, Limassol, Cyprus, 25-27 June (in the CD).
4. Tsiros E., C. Domenikiotis, **N.R. Dalezios**, 2009. Sustainable production zoning for agroclimatic classification using GIS and remote sensing. *IDŐJÁRÁS*, 113, No 1-2, 55-68.
5. Tsiros E., C. Domenikiotis, **N.R. Dalezios**, 2009. Assessment of cotton phenological stages using agroclimatic indices: An innovative approach. *Italian Journal of Agrometeorology*, 14, n.1, 50-55.
6. **Dalezios, N.R.**, 2011. Climatic change and Agriculture: Impacts-Mitigation- Adaptation. *Scientific Journal of GEOTEE*. Vol. 27, January, 13-28.
7. Dalezios, N.R., N.V. Spyropoulos, A. Blanta and S. Stamatiades, 2012. Agrometeorological remote sensing of high resolution for decision support in precision agriculture. 11th International Conference on Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics. Athens, 29 May – 1 June 2012, 51-56.
8. **Dalezios, N.R.**, A. Blanta, and N. V. Spyropoulos, 2012. “Assessment of remotely sensed drought features in vulnerable agriculture”. *NHESS*, 12, 3139-3150.
9. **Dalezios, N.R.**, A. Blanta, N.V. Spyropoulos and A.M. Tarquis, 2014. Risk Identification of Agricultural Drought in Sustainable Agroecosystems. *NHESS*: 14, 2435-2448.
10. **Dalezios, N.R.**, A.N. Angelakis and S. Eslamian, 2016. Water Scarcity Management: Part 1: Methodological Framework. *I.J.H.S.T.* (accepted, in press).
11. **Dalezios, N.R.**, N. Dercas and S. Eslamian, 2016. Water Scarcity Management: Part 2: Satellite-based Composite Drought Analysis. *I.J.H.S.T.* (accepted, in press).
12. Stamatiadis S., Schepers J. S., Evangelou L., Tsadilas C., Glampedakis A., Glampedakis M., Dercas N., Holland K. H., Spyropoulos N., Dalezios N. R. and Eskridge K. (2017). Variable-rate nitrogen fertilization of winter wheat under high spatial resolution. *Precision Agriculture* (submitted for possible publication).
13. Dalezios, N.R., N. Dercas, N.V. Spyropoulos and M. Psomiadis, 2017. Water availability and requirement for precision agriculture in vulnerable agroecosystems. *European Water* (submitted for possible publication).

BIBΛΙΑ (Καθ. Ν.Ρ. Δαλέζιος)

1. ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ: Ανάλυση και Προσομοίωση. KALLIPOS: Ένωση βιβλιοθηκών Ελληνικών Πανεπιστημίων (και e-book), ISBN: 978-960-603-134-2, 481 σελ., Νοε 2015.
 - 1.8. Δυνατότητες της αγρομετεωρολογίας στην ελληνική γεωργία
 - 1.8.1. Αγροκλιματική ζωνοποίηση για αναδιάρθρωση καλλιεργειών
 - 1.8.2. Κλιματική αλλαγή και γεωργία: επιπτώσεις-αντιμετώπιση-προσαρμογή
 - 1.8.3. Αγρομετεωρολογική προσομοίωση καλλιεργειών και εχθρών ασθενειών
 - 1.8.4. Αγρομετεωρολογικό σύστημα υψηλής ευκρίνειας
 - 1.8.5 Εκτίμηση και παρακολούθηση περιβαλλοντικών κινδύνων
 - 1.8.6. Γεωργία ακριβείας
2. Dalezios, N.R. (editor), 2017. Environmental Hazards Methodologies for Risk Assessment and Management. Publisher: IWA, London UK, 534p.

Ευχαριστώ για την προσοχή σας