

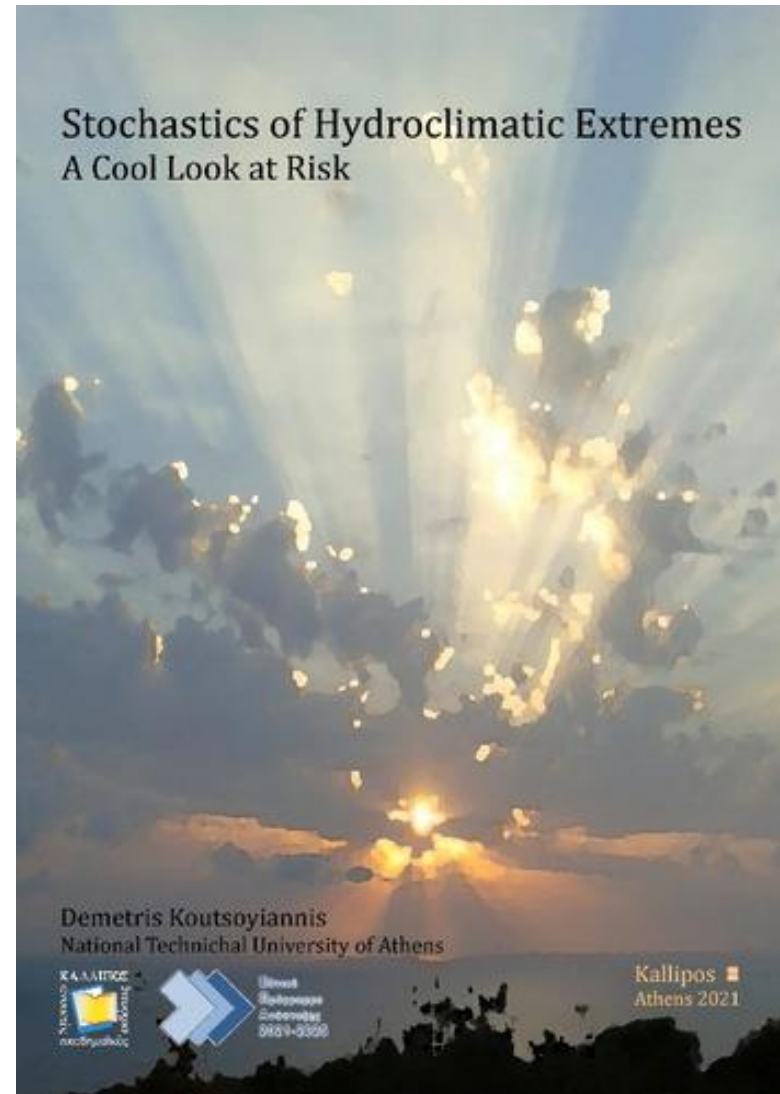
# ΒΙΒΛΙΟΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΛΛΙΠΟΣ+

13-15 Σεπτεμβρίου 2022

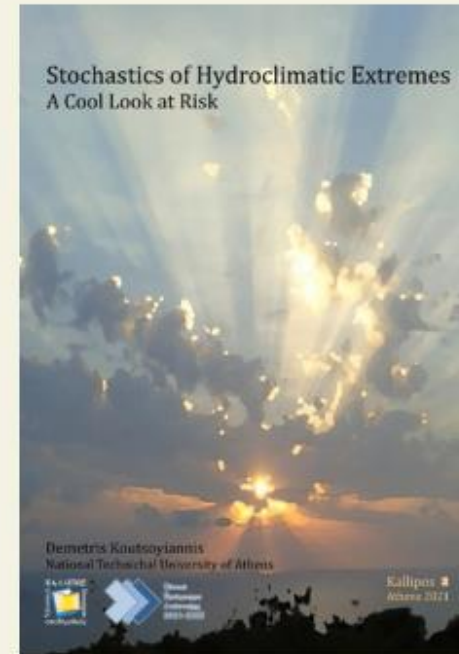
## ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 3 ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

### Stochastics of Hydroclimatic Extremes Δ. Κουτσογιάννης

Παρουσίαση διαθέσιμη στο Διαδίκτυο:  
<http://www.itia.ntua.gr/2233/>



# Μπροσούρα



## METADATA

**Title:** Stochastics of Hydroclimatic Extremes

**Other Titles:** A Cool Look at Risk

**Language:** English

**Authors:** Koutsoyiannis, D., Professor, NTUA

**ISBN:** 978-618-85370-0-2

**Subject:** MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE,  
NATURAL SCIENCES AND AGRICULTURAL SCIENCES,  
ENGINEERING AND TECHNOLOGY, LAW AND SOCIAL  
SCIENCES

**Keywords:** Stochastic processes / Stochastic analysis of  
extremes / Extreme hydroclimatic phenomena /  
Hydroclimatology / Hydroclimatic design of infrastructure  
works

**Bibliographic Reference:** Koutsoyiannis, D. (2021). Stochastics of Hydroclimatic Extremes [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <http://hdl.handle.net/11419/6522>

### Abstract

Much is said and written about hydroclimatic hazards: storms, floods, droughts. Such hazards have existed and will always exist, while the usual scaremongering on them is of little help to avoid them. Instead, what is needed is a cool look at risk, based on measurement data, using scientific methodology, and ultimately employing technology in the service of reducing hazards and their consequences. This is attempted in the book. Much of it is devoted to the theory of stochastics—the mathematical language for analysing extremes. Stochastics is a scientific area broader than statistics—according to the definition adopted in the book, statistics is part of stochastics. Another part is the theory of stochastic processes, in which time has a hypostasis that is typically absent in statistics. Thus, statistics is in relation to stochastic what statics are in relation to dynamics. The commonly used classical statistics (based on the assumption of independence) is a special case of stochastics and, as the

book proves, is inappropriate for the subject. This does not mean that statistics are abandoned or underrepresented in the book. On the contrary, several new developments are presented—most notably the new tool of knowable moments, which have two relevant characteristics: they are closely connected to extremes and their estimation is unbiased in the framework of classical statistics or involves small (and determinable) bias in stochastic processes with dependence in time, whilst the bias in the estimation of classical statistical moments can be huge. The new theoretical analyses are supported by mathematical proofs, which, to improve readability, are contained in a number of appendices in each of the 10 main chapters of the book. Along with the development of the theory, the book is oriented to the application, which is supported by a variety of examples, usually standing out as parenthetical sections or Digressions, as well as by tabulations of mathematical formulae that are used for each task.

# Στοιχεία Βιβλίου

---

**Τίτλος:** Stochastics of Hydroclimatic Extremes

**Υπότιτλος:** A Cool Look at Risk

**Συγγραφείς:** Koutsoyiannis, D

**ISBN:** 978-618-85370-0-2

**DOI:** [10.57713/kallipos-1](http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-1)

**Βιβλιογραφική αναφορά:** Koutsoyiannis, D. (2021). *Stochastics of Hydroclimatic Extremes – A Cool Look at Risk* [Monograph]. Kallipos, Open Academic Editions. <http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-1>.

**Θεματικές περιοχές:** MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE, NATURAL SCIENCES AND AGRICULTURAL SCIENCES, ENGINEERING AND TECHNOLOGY, LAW AND SOCIAL SCIENCES

**Λέξεις-κλειδιά:** Stochastic processes / Stochastic analysis of extremes / Extreme hydroclimatic phenomena / Hydroclimatology / Hydroclimatic design of infrastructure works

# Συγγραφέας



Ο Δημήτρης Κουτσογιάννης είναι (πλέον συνταξιούχος) Καθηγητής στην *Υδρολογία και Ανάλυση Συστημάτων Υδραυλικών Έργων* στο ΕΜΠ. Έχει υπηρετήσει ως Κοσμήτορας της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών, Διευθυντής του Τομέα Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, και Διευθυντής του Εργαστηρίου Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων. Επίσης ήταν Αρχισυντάκτης (Co-Editor) του *Hydrological Sciences Journal* για 12 χρόνια (2006-18), και μέλος της εκδοτικής επιτροπής των *Hydrology and Earth System Sciences*, *Journal of Hydrology*, *Water Resources Research*, *Hydrology* και *Sci*.

Έχει τιμηθεί με το [Διεθνές Βραβείο Υδρολογίας– Μετάλλιο Dooge](#) (2014) από την [International Association of Hydrological Sciences \(IAHS\)](#), την UNESCO και τον [Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό \(WMO\)](#), καθώς και με το [Μετάλλιο Henry Darcy](#) (2009) από την [European Geosciences Union \(EGU\)](#). Οι διακρίσεις του συμπεριλαμβάνουν την [Lorenz Lecture](#) της [American Geophysical Union \(AGU\)](#) (San Francisco, ΗΠΑ, 2014) και την [Union Plenary Lecture](#) της [International Union of Geodesy and Geophysics \(IUGG\)](#) (Melbourne, Αυστραλία, 2011). Έχει υπηρετήσει ως καθηγητής *Υδραυλικής* στη Σχολή Τεχνικής Εκπαίδευσης Αξιωματικών Μηχανικού (Αθήνα, 2007-10). Ήταν επισκέπτης καθηγητής στα: Imperial College (Λονδίνο, 1999-2000), Hydrologic Research Center (San Diego, 2005), Georgia Institute of Technology (Atlanta, 2005-06), University of Bologna (2006 & 2019) και Sapienza University of Rome (2008 & 2019).

# Αναγνωρίσεις

Αφιέρωση	Σχόλια και διορθώσεις	Κάλλιπος
Άννα Πατρικίου	<ul style="list-style-type: none"> <li>Άνυ Ηλιοπούλου</li> <li>Παναγιώτης Δημητριάδης</li> <li>Ιωάννης Τσουκαλάς</li> <li>Γιώργος Καραβοκυρός</li> <li>Ευάγγελος Ρόζος</li> <li>Φοίβος Σαργέντης</li> <li>Μαρίνα Πανταζίδου</li> <li>Παναγιώτης Κοσιέρης</li> <li>Βασίλειος Ζούκος</li> <li>Νίκος Αγαθήρης</li> <li>Κωνσταντίνος Γλύνης</li> <li>Φαίδων Διακομόπουλος</li> <li>Βασίλης Κουράκος</li> <li>Νίκος Τεπετίδης</li> <li>Στέλιος Βαβουλογιάννης</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Νίκος Μήτρου (+ ομάδα)</li> <li>Χρήστος Μπαρουξής (Γλωσσική Επιμέλεια)</li> </ul>
<b>Βιβλιοκριτική και σχόλια</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zbyszek Kundzewicz (Polish Academy of Sciences),</li> <li>Harry Lins (World Meteorological Organization's Commission for Hydrology, and US Geological Survey),</li> <li>Alberto Montanari (University of Bologna, and European Geosciences Union)</li> <li>Richard Vogel (Tufts University)</li> </ul>		<b>Άλλοι</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Γιάννης Φαλδάμης (Κλειδάριθμος)</li> <li>Άρης Τέγος</li> <li>Νίκος Μαμάσης</li> <li>Ανδρέας Ευστρατιάδης</li> <li>Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)</li> <li>Royal Meteorological Institute of Belgium (RMIB) / Alexandre Dewalque</li> <li>Rick Sanders</li> <li>Lei Ye (Dalian University of Technology, China)</li> <li>Federico Lombardo (Sapienza University)</li> </ul>

# Διδακτική αξία/χρήση του βιβλίου

- Συναφή μαθήματα: (α) Στοχαστικές Μέθοδοι, 9<sup>ο</sup> εξάμηνο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών, (β) Στοχαστικά μοντέλα υδατικών πόρων, ΔΠΜΣ Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων.
- Τα εν λόγω μαθήματα προσφέρουν στους φοιτητές ευκαιρίες συμμετοχής στην έρευνα. Κάθε χρονιά, δεκάδες φοιτητών ενθαρρύνονται και υποστηρίζονται στη σύνταξη και παρουσίαση ερευνητικών εργασιών σε συνέδρια και περιοδικά.
- Η ανοιχτή και δωρεάν διάθεση του βιβλίου από τον Κάλλιπο, σε συνδυασμό με την γλώσσα του (Αγγλική), προσφέρει την ευκαιρία να χρησιμοποιηθεί από φοιτητές, καθηγητές και ερευνητές διεθνώς.
- Ήδη έχει λάβει 50 αναφορές στο Google Scholar:

TITLE	CITED BY	YEAR
<a href="#">Stochastics of Hydroclimatic Extremes–A Cool Look at Risk</a> D Koutsoyiannis Kallipos Hellenic Academic Ebooks, ISBN: 978-618-85370-0-2	50 *	2021

# Τμήμα βιβλιοκριτικής από το οπισθόφυλλο

I predict that many of the novel concepts, examples and techniques introduced here, many for the first time, will find their way into widespread acceptance in hydroclimatology, over time. Foremost, the reader will appreciate the value of viewing extreme events as realizations of stochastic processes rather than a series of iid annual maxima/minima. The climacogram provides a new window into the structure of stochastic processes and may be more fundamental than the correlogram. I can't wait to test out the so-called Pareto-Burr-Feller distribution and the novel knowable moments (K-moments) which appear to have clear advantages over ordinary moments for describing distribution tails.

It is remarkable that after a long career in hydrology, after reading this book, I gained many new insights into common statistical methods as well as new methods documented here for the first time. How I wish my career were just beginning, and thus could have applied all the wonderful ideas and methods in this book during my career. This is literally a treasure for young scholars interested in the probabilistic behaviour of hydroclimatic extremes.

Richard M. Vogel

Professor Emeritus and Research Professor, Dept. Civil and Environmental Engineering, Tufts University



ISBN: 978-618-85370-0-2

# Κεφάλαια

---

- 1. An introduction by examples
- 2. Basic concepts of probability with focus on extreme events
- 3. Stochastic processes and quantification of change
- 4. Fundamental concepts of statistics and their adaptation to stochastic processes
- 5. Return period
- 6. Knowable moments and their relationship to extremes
- 7. Stochastic simulation of hydroclimatic processes
- 8. Rainfall extremes and ombrian modelling
- 9. Streamflow maxima and minima
- 10. Extremes of atmospheric processes
- 11. Technology for risk reduction



## Απόσπασμα απ' τον πρόλογο του Zbigniew W. Kundzewicz

I can imagine that many readers will go through the whole book, possibly skipping the masses of equations present in some chapters. For instance, there are 248 numbered equations in Chapter 6 and 125 in Chapter 2. However, these equations are needed for those readers who wish to undertake a detailed study of selected parts of the book that deal with the material of relevance to the particular problem at hand.

Professor Koutsoyiannis is a genuine ambassador of Hellenism. There are great recourses to ancient Greek thoughts, philosophy and poetry in the book. It is fascinating to observe how he explains Greek roots of words that everybody knows but not everyone is truly aware of their Greek origin. He teaches us his interpretation of the very term stochastics, playing the central role in the book and in its title. This essential notion is derived from Greek roots, but has been broadly used in a different way. Demetris has proposed new names, originating from Greek, to baptize scientific constructs, such as “climacogram”, “ombrian”. They are indeed better justified than the existing terms that are already in circulation, but it is clear from the google search counter that they are certainly less known yet.

# Παρέκκλιση 1.A: Το νόημα της στοχαστικής

## Digression 1.A: The meaning of stochastics

Literally, *stochastics* is a term of Greek origin, stemming from the adjective ‘*stochasticos*’ (στοχαστικός), or better its feminine gender, ‘*stochastice*’ (στοχαστική). It is generated from the verb ‘*stochazesthai*’ (στοχάζεσθαι), which in turn comes from the noun ‘*stochos*’ (στόχος), meaning the target.

Aristotle, in his treatise *Nicomachean Ethics* (written ~350 BC) uses the term *stochastice* in its original meaning, related to the target, which, according to him, is the *mean*: “*virtue, therefore, is a balance [‘mesotes’], in the sense that it is able to hit [as a target – ‘stochos’] the mean*”<sup>1</sup>. Furthermore, in his treatise *Rhetoric* he uses the term with a metaphorical meaning, which could be translated into English as *guessing* or *guesswork*: “*men have a sufficient natural instinct for what is true, and usually do arrive at the truth. Hence the man who makes a good guess at truth is likely to make a good guess at probabilities [stochastically]*.”<sup>2</sup>

However, it was Plato who used the term with a meaning closer to the modern one, i.e., related to uncertainty. In his dialogue *Philebus* (written ~360 BC) he contrasts “*arithmetic and the sciences of measurement*” to *stochastics* and parallels the latter with music, which “*attains harmony by guesswork [...] so that the amount of uncertainty mixed up in it is great, and the amount of certainty small.*”<sup>3</sup>

## Παρέκκλιση 1.A: Το νόημα της στοχαστικής (2)

<sup>1</sup> «μεσότης τις ἄρα ἐστὶν ἡ ἀρετή, **στοχαστική** γε οὕσα τοῦ μέσου» (Aristot. Nic. Eth. 1106b, translation into English adapted from that by H. Rackham. Cambridge, MA, Harvard University Press; London, William Heinemann Ltd. 1934). The notion of ‘mesotes’ (μεσότης), loosely translated as balance, middle, mean between a respective ‘too much’ and ‘too little’, is a key concept in Aristotle’s ethical philosophy and thus to hit it as a target is important for him.

<sup>2</sup> «οἱ ἄνθρωποι πρὸς τὸ ἀληθὲς πεφύκασιν ἰκανῶς καὶ τὰ πλείω τυγχάνουσι τῆς ἀληθείας: διὸ πρὸς τὰ ἔνδοξα **στοχαστικῶς** ἔχειν τοῦ ὁμοίως ἔχοντος καὶ πρὸς τὴν ἀλήθειάν ἐστιν» (Aristot. Rh. 1.1, translation into English by W. Rhys Roberts, <http://classics.mit.edu/Aristotle/rhetoric.1.i.html>).

<sup>3</sup> The complete passage is: ΣΩΚΡΑΤΗΣ: «οἶον πασῶν που τεχνῶν ἂν τις ἀριθμητικὴν χωρίζη καὶ μετρητικὴν καὶ στατικὴν, ὡς ἔπος εἶπεῖν φαῦλον τὸ καταλειπόμενον ἐκάστης ἂν γίγνοιτο. [...] τὸ γοῦν μετὰ ταῦτ’ εἰκάζειν λείποιτ’ ἂν καὶ τὰς αἰσθήσεις καταμελετᾶν ἐμπειρία καὶ τινι τριβῇ, ταῖς τῆς **στοχαστικῆς** προσχρωμένους δυνάμεσιν ἃς πολλοὶ τέχνας ἐπονομάζουσι, μελέτη καὶ πόνῳ τὴν ῥώμην ἀπειργασμένας. [...] οὐκοῦν μεστή μὲν που μουσικὴ πρῶτον, τὸ σύμφωνον ἀρμόττουσα οὐ μέτρῳ ἀλλὰ μελέτης **στοχασμῶ**, καὶ σύμπασα αὐτῆς αὐλητικὴ, τὸ μέτρον ἐκάστης χορδῆς τῷ **στοχάζεσθαι** φερομένης θηρεύουσα, ὥστε πολὺ μεμειγμένον ἔχειν τὸ μὴ σαφές, σμικρὸν δὲ τὸ βέβαιον.»

# Παρέκκλιση 1.C: Το νόημα του κλίματος

## Digression 1.C: What is climate?

As is the case with stochastics (Digression 1.A) the concept of climate is an old one. Aristotle in his *Meteorologica* describes the climates on Earth in connection with latitude but he uses a different term, *crasis* (κράσις<sup>1</sup>, literally meaning mixing, blending of things which form a compound, temperament).<sup>2</sup> The term *climate* (κλίμα, plural κλίματα) was coined as a geographical term by the astronomer Hipparchus<sup>3</sup> (190 –120 BC). He was the founder of trigonometry but is most famous for his discovery and calculation of the *precession of the equinoxes* (μετάπτωσης ἰσημεριῶν) by studying measurements on several stars. In the 20<sup>th</sup> century, this precession would be found to be related to the climate of Earth and constitutes one of the so-called *Milankovitch cycles*. The term *climate* originates from the verb κλίνειν, meaning ‘to incline’ and originally denoted the angle of inclination of the celestial sphere and the terrestrial latitude characterized by this angle (Shcheglov, 2007).

Hipparchus’s *Table of Climates* is described by Strabo the Geographer (63 BC – AD 24), from whom it becomes clear that the *Climata* of that Table are just latitudes of several cities, from 16° to 58°N (see Shcheglov, 2007, for a reconstruction of the Table). However, Strabo himself uses the term climate with a meaning close to the modern one.<sup>4</sup> Furthermore Strabo, defined the five climatic zones, *torrid*, *temperate* and *frigid*, as we use them to date.<sup>5</sup>

## Παρέκκλιση 1.C: Το νόημα του κλίματος (2)

<sup>2</sup> [Aristot. Mete., 362b.17] «...ὁ τε γὰρ λόγος δείκνυσιν ὅτι ἐπὶ πλάτος μὲν [τὴν οἰκουμένην] ὥρισταί, τὸ δὲ κύκλῳ συνάπτειν ἐνδέχεται διὰ τὴν **κρᾶσιν**, -οὐ γὰρ ὑπερβάλλει τὰ καύματα καὶ τὸ ψῦχος κατὰ μῆκος, ἀλλ' ἐπὶ πλάτος, ὥστ' εἰ μὴ που κωλύει θαλάττης πλῆθος, ἅπαν εἶναι πορεύσιμον, —καὶ κατὰ τὰ φαινόμενα περὶ τε τοὺς πλοῦς καὶ τὰς πορείας.»

<sup>4</sup> [Strab. 1.1] «πάντες, ὅσοι τόπων ιδιότητος λέγειν ἐπιχειροῦσιν, οἰκείως προσάπτονται καὶ τῶν οὐρανίων καὶ γεωμετρίας, σχήματα καὶ μεγέθη καὶ ἀποστήματα καὶ **κλίματα** δηλοῦντες καὶ θάλπη καὶ ψύχη καὶ ἀπλῶς τὴν τοῦ περιέχοντος φύσιν.»

<sup>5</sup> [Strab. 2.3] «αὕτη δὲ τῶ εἰς τὰς [πέντε] ζώνας μερισμῶ λαμβάνει τὴν οἰκείαν διάκρισιν: αἶ τε γὰρ κατεψυγμένοι δύο τὴν ἔλλειψιν τοῦ θάλπους ὑπαγορεύουσιν εἰς μίαν τοῦ περιέχοντος φύσιν συναγόμενοι, αἶ τε **εὐκρατοὶ** παραπλησίως εἰς μίαν τὴν μεσότητα ἄγονται, εἰς δὲ τὴν λοιπὴν ἢ λοιπὴ μία καὶ διακεκαυμένη.»

## Παρέκκλιση για Έκδοση 2: Αλήθεια - σαφήνεια – όροι – ορισμοί

- *ἀεὶ διὰ τῶν ἀληθῶς μὲν λεγομένων οὐ σαφῶς δὲ πειρᾶσθαι λαβεῖν καὶ τὸ ἀληθῶς καὶ σαφῶς*  
[Πρέπει πάντα να προσπαθούμε από δηλώσεις που είναι αληθείς αλλά όχι σαφείς να καταλήγουμε σε αποτέλεσμα που είναι ταυτόχρονα αληθές και σαφές.] (Αριστοτέλης, Ἠθικά Ευδήμια, 1220a)
- *οὔτοι μὲν οὖν ... ἡμμένοι φαίνονται, ... ἀμυδρῶς μέντοι καὶ οὐθὲν σαφῶς ἀλλ' οἶον ἐν ταῖς μάχαις οἱ ἀγύμναστοι ποιοῦσιν: καὶ γὰρ ἐκεῖνοι περιφερόμενοι τύπτουσι πολλάκις καλὰς πληγὰς, ἀλλ' οὔτε ἐκεῖνοι ἀπὸ ἐπιστήμης οὔτε οὔτοι εἰκόασιν εἰδέναι ὅ τι λέγουσιν: σχεδὸν γὰρ οὐθὲν χρώμενοι φαίνονται τούτοις ἀλλ' ἢ κατὰ μικρόν.*  
[Αυτοί [οι στοχαστές] φαίνεται να έχουν αντιληφθεί [τα πράγματα] μόνο αμυδρώς και ασαφώς. Είναι σαν ανεκπαιδευτοι στρατιώτες σε μια μάχη, που βιάζονται και συχνά καταφέρουν πλήγμα, αλλά χωρίς καλή γνώση. Με τον ίδιο τρόπο αυτοί οι στοχαστές δεν φαίνεται να κατανοούν τις δικές τους δηλώσεις, αφού είναι σαφές ότι στο σύνολό τους σπάνια ή ποτέ δεν τις εφαρμόζουν.] (Αριστοτέλης, Μετά τα Φυσικά, 985a)

## Παρέκκλιση για Έκδοση 2: Αλήθεια - σαφήνεια – όροι – ορισμοί (2)

- *εἰσὶ μὲν οὖν καὶ τούτων τὰ πλείω ἀνώνυμα, πειρατέον δ' [...] αὐτοὺς ὀνοματοποιεῖν σαφηνείας ἔνεκα καὶ τοῦ εὐπαρακολουθήτου.*  
[Για τις περισσότερες έννοιες, η γλώσσα μας δεν διαθέτει λέξεις που να τις δηλώνουν· πρέπει λοιπόν να αποπειραθούμε [...] να επινοήσουμε ονόματα, αφού ο στόχος μας είναι η σαφήνεια και η παροχή στους άλλους της δυνατότητας να μας παρακολουθήσουν ευκολότερα.](Αριστοτέλης, Ἠθικὰ Νικομάχεια, 1108a)
- *Σωκράτους δὲ περὶ μὲν τὰ ἠθικὰ πραγματευομένου περὶ δὲ τῆς ὅλης φύσεως οὐθέν, ἐν μέντοι τούτοις τὸ καθόλου ζητοῦντος καὶ περὶ ὀρισμῶν ἐπιστήσαντος πρώτου τὴν **διάνοιαν**, [Πλάτων] ἐκεῖνον ἀποδεξάμενος διὰ τὸ τοιοῦτον ὑπέλαβεν ὡς περὶ ἐτέρων τοῦτο γιγνόμενον καὶ οὐ τῶν αἰσθητῶν: ἀδύνατον γὰρ εἶναι τὸν κοινὸν ὄρον τῶν αἰσθητῶν τινός, αἰεὶ γε μεταβαλλόντων.*  
[Ο Σωκράτης, παραμερίζοντας το φυσικό σύμπαν και περιορίζοντας τη μελέτη του σε ηθικά ζητήματα, αναζήτησε σε αυτή τη σφαίρα το καθολικό και ήταν ο πρώτος που επικεντρώθηκε στον ορισμό. Ο Πλάτων τον ακολούθησε και υπέθεσε ότι το πρόβλημα του ορισμού δεν αφορά κανένα αισθητό πράγμα, αλλά οντότητες άλλου είδους· για το λόγο ότι δεν μπορεί να υπάρξει γενικός ορισμός των αισθητών πραγμάτων που πάντα αλλάζουν.] (Αριστοτέλης, Μετά τα Φυσικά, 1.987b)

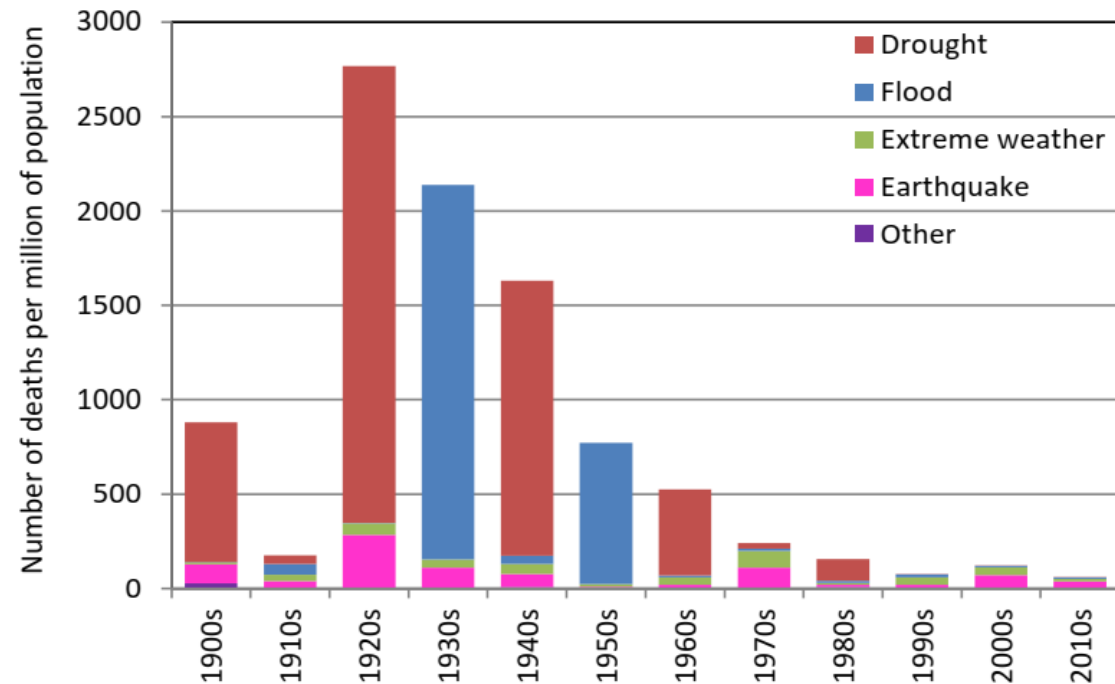
## Παρέκκλιση για Έκδοση 2: Αλήθεια - σαφήνεια – όροι – ορισμοί (3)

- *Each definition is a piece of secret ripped from Nature by the human spirit. I insist on this: any complicated thing, being illumined by definitions, being laid out in them, being broken up into pieces, will be separated into pieces completely transparent even to a child, excluding foggy and dark parts that our intuition whispers to us while acting; only by separating into logical pieces can we move further, towards new successes due to definition.*

[Κάθε ορισμός είναι ένα κομμάτι μυστικού που το ανθρώπινο πνεύμα άρπαξε απ' τη Φύση. Επιμένω σε αυτό: κάθε περίπλοκο πράγμα, που διαφωτίζεται από ορισμούς, διατυπώνεται σε αυτούς, θρυμματίζεται σε κομμάτια, θα χωριστεί σε κομμάτια εντελώς διάφανα ακόμα και για ένα παιδί, αποκλείοντας τα ομιχλώδη και σκοτεινά μέρη που μας ψιθυρίζει η διαίσθησή μας την ώρα που δρούμε. Μόνο με το διαχωρισμό σε λογικά κομμάτια μπορούμε να προχωρήσουμε παραπέρα, προς νέες επιτυχίες χάρη στον ορισμό. (Nikolai Luzin από τον Graham, L. 2011, The Power of Names, *Theology and Science*, 9:1,157-164, DOI: 10.1080/14746700.2011.547020)

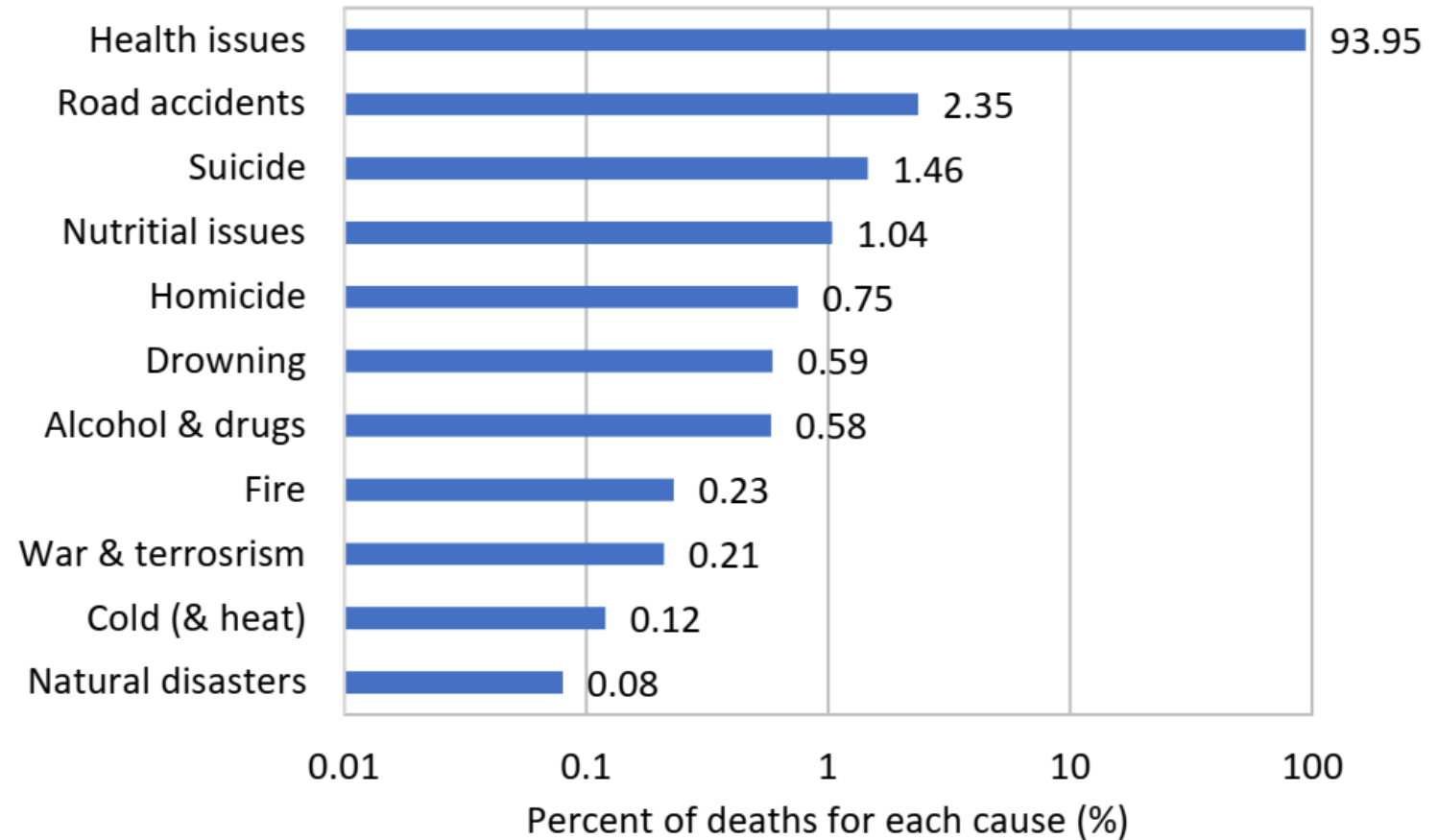


# Αισιόδοξος επίλογος



**Figure 11.9** Evolution of the frequency of deaths from natural disasters per decade in the 20<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> century. In addition to deaths from floods and droughts, deaths from other categories of natural catastrophes are also plotted: “extreme weather” includes storms, extreme temperatures (cold- or heatwave, severe winter conditions) and fog; “earthquake” also includes tsunamis; “other” comprises landslides (wet or dry), rockfalls, volcanic activity (ash fall, lahar, pyroclastic flow and lava flow) and wildfires. (Source: Koutsoyiannis, 2020b; victim data: OFDA/CRED International Disaster Database\*; population data: United States Census<sup>†</sup>.)

# Αισιόδοξος επίλογος (2)



**Figure 11.10** Average share of deaths per cause in the 2010s. Data from the database of Our World in Data\*; note that the total is slightly greater than 100% (101.4%, perhaps suggesting that in some of the cases there are two causes).