

# TEHNOLOGII AVANSATE DE PROCESARE SI ANALIZA A VOLUMELOR MARI DE DATE

## Editor

Mihaela TINCA UDRISTIOIU

## Traducere

Mihaela TINCA UDRISTIOIU

Iulian PETRIȘOR

Silvia PUIU

Ion BULIGIU (\*)

## Autori

Mihaela Tince UDRISTIOIU

Adam DUDÁŠ

Alžbeta MICHALÍKOVÁ

Fatih KILIC

Onder TUTSOY

Jarmila ŠKRINÁROVÁ

Silvia PUIU

Slaveya PETROVA

Acest material a fost finanțat de Comisia Europeană, în cadrul proiectului  
**Erasmus + Aplicarea unor tehnologii avansate de predare și cercetare, în legătură cu poluarea aerului**  
Cod proiect 2021-1-RO01-KA220-HED-000030286

Conținutul prezentului material reprezintă responsabilitatea exclusivă a autorilor, iar Agenția Națională și Comisia Europeană nu sunt responsabile pentru modul în care va fi folosit conținutul informației.



Finanțat de  
Uniunea Europeană



Universitatea din  
Craiova



Universitatea din  
Plovdiv Paisii  
Hilendarski



Universitatea de Științe și  
Tehnologie Adana Alparslan  
Türkeş



UNIVERZITA  
MATEJKA BELA  
V BANSKEJ BYSTRICI  
Universitatea Matej  
Bel, Banská Bystrica



© Copyright 2023

*Printing, broadcasting and sales rights of this book are reserved to Academician Bookstore House Inc. All or parts of this book may not be reproduced, printed or distributed by any means mechanical, electronic, photocopying, magnetic paper and/or other methods without prior written permission of the publisher. Tables, figures and graphics cannot be used for commercial purposes without permission. This book is sold with bandedol of Republic of Türkiye Ministry of Culture.*

<b>ISBN</b> 978-625-399-463-1	<b>Page and Cover Design</b> Akademisyen Dizgi Ünitesi
<b>Book Title</b> Tehnologii avansate de procesare si analiza a volumelor mari de date	<b>Publisher Certificate Number</b> 47518
<b>Editör and Project manager</b> Mihaela Tinca UDRISTIOIU ORCID iD: 0000-0002-5811-5930	<b>Printing and Binding</b> Vadi Matbaacılık
<b>Publishing Coordinator</b> Yasin DİLMEN	<b>Bisac Code</b> BUS070030
	<b>DOI</b> 10.37609/akya.2890

**Library ID Card**

**Tinca Udristiou, Mihaela and others.**

Tehnologii avansate de procesare si analiza a volumelor mari de date / Mihaela Tinca Udristiou,

Adam Dudas, Alžbeta Michalíkova [and others] ; editor : Mihaela Tinca Udristiou.

Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2023.

175 page. : figure, table, 195x275 mm.

Includes Bibliography.

ISBN 9786253994631

1. Information Technology.

**GENERAL DISTRIBUTION**

**Akademisyen Kitabevi A.Ş.**

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

[www.akademisyen.com](http://www.akademisyen.com)

# CUPRINS

INTRODUCERE .....	1
<i>Mihaela Tinca Udriștioiu</i>	
CAPITOLUL 1 DATE ȘI PROPRIETĂȚILE ACESTORA.....	3
<i>Adam Dudáš</i>	
CAPITOLUL 2 PROCESAREA ȘI ANALIZA DATELOR .....	9
<i>Adam Dudáš</i>	
CAPITOLUL 3 METODE DE EȘANTIONARE A DATELOR.....	17
<i>Adam Dudáš</i>	
CAPITOLUL 4 BAZELE ANALIZEI EXPLORATORII A DATELOR .....	29
<i>Adam Dudáš</i>	
CAPITOLUL 5 SETURI DE DATE FUZZY .....	63
<i>Alžbeta Michalíková</i>	
CAPITOLUL 6 RAȚIONAMENTUL FUZZY .....	75
<i>Alžbeta Michalíková</i>	
CAPITOLUL 7 UTILIZAREA METODEI SUGENO PENTRU CLASIFICAREA DATELOR.....	79
<i>Alžbeta Michalíková</i>	
CAPITOLUL 8 UTILIZAREA METODEI SUGENO PENTRU APROXIMAREA DATELOR.....	85
<i>Alžbeta Michalíková</i>	
CAPITOLUL 9 INTRODUCERE ÎN OPTIMIZARE .....	93
<i>Fatih Kilic</i>	
CAPITOLUL 10 REȚEAUA NEURONALĂ ÎNTR-UN SINGUR STRAT .....	103
<i>Onder Tutsoy</i>	
CAPITOLUL 11 IMPLEMENTAREA REȚELEI NEURONALE .....	113
<i>Jarmila Škrinárová</i>	
CAPITOLUL 12 ANEXE.....	141
<i>Alžbeta Michalíková - Adam Dudáš - Mihaela Tinca Udriștioiu - Silvia Puiu și Slaveya Petrova</i>	



# INTRODUCERE

Acest manual este unul dintre rezultatele realizate în cadrul proiectului Erasmus+ nr. 2021-1-RO01-KA220-HED-000030286, intitulat “Aplicarea unor tehnologii avansate în predare și cercetare, în legătură cu poluarea aerului”. A fost o colaborare între cei patru parteneri implicați în proiect: Matej Bel University din Banská Bystrica, Slovacia; Universitatea din Craiova, România, Universitatea Paisii Hilendarski din Plovdiv, Bulgaria; și Universitatea Adana de Științe și Tehnologie din Adana, Turcia. Autorii manualului și-au propus să vină în sprijinul profesorilor STEM și să îmbunătățească abilitățile studenților pregătiți de aceștia, în ceea ce privește lucrul cu diferite tipuri de date.

Fiecare dintre noi este copleșit de cantitatea de informație care vine din toate direcțiile. Procesarea și extragerea informației esențiale este vitală. În zilele noastre, este necesar ca studenții să cunoască modalități de procesare a datelor pentru a putea extrage informațiile relevante scopului urmărit. În fiecare secundă, computerele, rețelele de senzori și sateliții adună milioane de valori pentru diverse mărimi și parametri fizici. Bazele de date stochează și organizează datele și informațiile, îmbunătățind calitatea datelor brute. Mai mult ca niciodată, informația este putere; din acest punct de vedere, este necesar ca studenții STEM să învețe să lucreze cu seturi de date.

Comaniile solicită instituțiilor de învățământ superior să furnizeze pieței muncii absolvenți cu calificare înaltă, capabili să rezolve probleme, pe baza informațiilor oferite de bazele de date sau folosind programe sau algoritmi de specialitate. În universități, este necesar ca studenții STEM să studieze modul în care sunt colectate, analizate și interpretate seturile de date. De asemenea, este necesar ca aceștia să înțeleagă cum pot face clasificări, aproximări și estimări ale datelor. Nu în cele din urmă, piața muncii cere absolvenților STEM să fie capabili să facă predicții legate de modul în care procesele evoluează în spațiu și timp sau să ia decizii. Învățarea automată și inteligența artificială au devenit termeni standard în vocabularul de zi cu zi al studenților și cadrelor didactice și necesită formare continuă pentru aceștia.

Manualul cuprinde zece secțiuni, anexe și note bibliografice. Prima parte a manualului este despre diferite tipuri de date și proprietățile acestora, metodele de eșantionare a datelor și modul de procesare și analiză a datelor. Următoarele secțiuni abordează una dintre cele mai semnificative probleme legate de seturile de date mari, analiza datelor. În analiza Big data, este necesară cunoașterea modului de utilizare a unor metode potrivite de analiză statistică, vizualizare a datelor precum și alte metode exploratorii, predictive și estimative. De asemenea, manualul conține secțiuni diferite axate pe abordări moderne precum inteligența artificială, învățarea automată și rețelele neuronale. Au fost incluse anexe care conțin informații legate de descrierea setului de date Iris, exemple de soluții la unele probleme propuse în manual, seturi de date privind schimbările climatice sau poluarea aerului și informații despre impactul poluării aerului asupra sănătății umane. Un exemplu de curriculum pentru un curs de „Tehnologii avansate de procesare și analiză a datelor Big data” încheie acest manual.

## BIBLIOGRAFIE

### References for sections 1 – 4:

- C.J. Date. *An Introduction to Database Systems* (8th. ed.). Addison-Wesley Longman Publishing Co., 2003. ISBN: 978-0-321-19784-9
- Felix Kutsanedzie, Sylvester Achio, Edmund Ameko. *Practical Approaches to Measurements, Sampling Techniques and Data Analysis*. Science Publishing Group, 2016. ISBN: 978-1-940366-58-6.
- William J. Lammers, Pietro Badia. *Fundamentals of Behavioral Research Textbook*. Online: <https://uca.edu/psychology/fundamentals-of-behavioral-research-textbook/>
- Jimin Quian et al. Introducing self-organized maps (SOM) as a visualization tool for materials research and education. *Results in Materials*, Volume 4, 2019, ISSN 2590-048X.
- Naseer Raheem. *Big Data: A tutorial-based approach*. Chapman and Hall/CRC, 2019. ISBN: 978-0-367-67024-5
- Lior Rokach, Oded Maimon. *Data mining with decision trees*. 2015.
- Steven S. Skiena. *The Data Science Design Manual*. Springer, 2017. ISBN: 978-3-319-55443-3
- Karthik Ramasubramanian, Abhishek Singh. *Machine Learning Using R*. Springer, 2019. ISBN: 978-1-4842-4214-8
- Patrik Očenáš. *Parallel and distributed methods of big data sampling* (in Slovak). 2023.
- Bianka Modrovičová. *Decision trees for sizable graph datasets* (in Slovak). 2023.
- Aneta Szolliková. *Explorative data analysis in document databases* (in Slovak). 2023.
- Adam Dudáš, Bianka Modrovičová. *Decision Trees in Proper Edge k-coloring of Cubic Graphs*. In *Proceedings of 33rd FRUCT conference*. 2023.

### References for sections 5 – 8:

- ZADEH, L. A. *Fuzzy Sets*. In: *Information and Control*, 8, 1965, 338-353.
- MICHALÍKOVÁ, A.: *Fuzzy množiny v informatike*. rec. Mirko Navara, Martin Kalina, Martin Klimo. *Belianum*. Matej Bel University in Banská Bystrica, 1, 2020, 206p. ISBN 978-80-557-1707-4
- Sendai Subway. *Japan Visitor* [cit. 2023-02-02]. Online: <https://www.japanvisitor.com/japan-transport/sendai-subway>
- RUAN D.: *Fuzzy Logic Applications in Nuclear Industry*. *Fuzzy Logic Foundations and Industrial Applications*. 1996, 8, ISBN 978-1-4612-8627-1.
- TAKAGI, T., SUGENO, M. *Fuzzy Identifications of Fuzzy Systems and its Applications to Modelling and Control*. In: *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 15(1), 1985, 116-132.
- ROSS, T. J. *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. John Wiley & Sons, 2005, 585s., ISBN 9780470743768.
- ZADEH, L. A., *The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning - 1*, In: *Information Sciences*, 8, 1975, 199–249.

### References for sections 9

- Ahmed, Z. H. (2010). Genetic algorithm for the traveling salesman problem using sequential constructive crossover operator. *International Journal of Biometrics & Bioinformatics (IJBB)*, 3(6), 96.
- Aktaş, M., Yetgin, Z., Kılıç, F., & Sünbül, Ö. (2022). Automated test design using swarm and evolutionary intelligence algorithms. *Expert Systems*, 39(4), e12918.
- Bartz-Beielstein, T., Branke, J., Mehnen, J., & Mersmann, O. (2014). *Evolutionary algorithms*. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 4(3), 178-195.
- Bertsimas, D., & Tsitsiklis, J. (1993). Simulated annealing. *Statistical science*, 8(1), 10-15.
- Blickle, T. (2000). Tournament selection. *Evolutionary computation*, 1, 181-186.
- Cui, Y., Geng, Z., Zhu, Q., & Han, Y. (2017). Multi-objective optimization methods and application in energy saving. *Energy*, 125, 681-704.
- De La Iglesia, B. (2013). Evolutionary computation for feature selection in classification problems. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 3(6), 381-407.
- Gaivoronski, A. A., Lisser, A., Lopez, R., & Xu, H. (2011). Knapsack problem with probability constraints. *Journal of Global Optimization*, 49, 397-413.
- Glover, F., & Laguna, M. (1998). *Tabu search* (pp. 2093-2229). Springer US.
- Hansen P, Mladenović N (1999) An introduction to variable neighborhood search. In: Voß S, Martello S, Osman IH, Roucairol C (eds) *Metaheuristics: advances and trends in local search paradigms for optimization*, chapter 30. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 433–458
- Hayyolalam, V., & Kazem, A. A. P. (2020). Black widow optimization algorithm: a novel meta-heuristic approach for solving engineering optimization problems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 87, 103249.

- ▶ Hinson, J. M., & Staddon, J. E. R. (1983). Matching, maximizing, and hill-climbing. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 40(3), 321-331.
- ▶ Holland JH. Outline for a logical theory of adaptive systems. *J ACM*. 1962;9(3):297-314
- ▶ Holland, J. H. (1973). Genetic algorithms and the optimal allocation of trials. *SIAM journal on computing*, 2(2), 88-105.
- ▶ Hoos, H. H., & Stützle, T. (2004). *Stochastic local search: Foundations and applications*. Elsevier.
- ▶ I. Rechenberg, *Cybernetic solution path of an experimental problem*. Royal Air-craft Establishment, Library Translation 1122, Farnborough, Reprint in: D.B. Fogel (Ed.), *Evolutionary Computation, The Fossil Record*, IEEE Press, Piscataway, NJ, 1965, pp. 301-309
- ▶ I. Rechenberg, *Evolutionstrategie—Optimisierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution*, Frommann-Holzboog, Stuttgart, 1973
- ▶ Kiliç, F., Yılmaz, İ. H., & Kaya, Ö. (2021). Adaptive co-optimization of artificial neural networks using evolutionary algorithm for global radiation forecasting. *Renewable Energy*, 171, 176-190.
- ▶ Kiliç, F., & Gök, M. (2013). A public transit network route generation algorithm. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(25), 162-166.
- ▶ Li, X., Tang, K., Omidvar, M. N., Yang, Z., Qin, K., & China, H. (2013). Benchmark functions for the CEC 2013 special session and competition on large-scale global optimization. *gene*, 7(33), 8.
- ▶ Mirjalili, S. (2016). SCA: a sine cosine algorithm for solving optimization problems. *Knowledge-based systems*, 96, 120-133.
- ▶ Rossi, F., Van Beek, P., & Walsh, T. (Eds.). (2006). *Handbook of constraint programming*. Elsevier.
- ▶ Salkin, H. M., & De Kluyver, C. A. (1975). The knapsack problem: a survey. *Naval Research Logistics Quarterly*, 22(1), 127-144.
- ▶ Sharifi, A. A., & Aghdam, M. H. (2019). A novel hybrid genetic algorithm to reduce the peak-to-average power ratio of OFDM signals. *Computers & Electrical Engineering*, 80, 106498.
- ▶ Wang, L., Cao, Q., Zhang, Z., Mirjalili, S., & Zhao, W. (2022). Artificial rabbits optimization: A new bio-inspired meta-heuristic algorithm for solving engineering optimization problems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 114, 105082.
- ▶ Yang, J., & Soh, C. K. (1997). Structural optimization by genetic algorithms with tournament selection. *Journal of computing in civil engineering*, 11(3), 195-200.

### References for section 10:

- ▶ Basic Neural Networks 1 - <https://docs.google.com/a/atu.edu.tr/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpb-nxpaHNhbnlhc3NpbjJ8Z3g6NGY4MjNjN2Y4ZTdhNWM2MQ>
- ▶ Basic Neural Networks 2 - <http://www.cs.stir.ac.uk/courses/ITNP4B/lectures/>
- ▶ Basic Neural Networks 3  
<https://www.cs.bham.ac.uk/~jxb/inn.html>
- ▶ Basic Neural Network 4  
[https://www.fer.unizg.hr/en/course/neunet\\_a/lecture\\_notes](https://www.fer.unizg.hr/en/course/neunet_a/lecture_notes)
- ▶ Basic Neural Network 5  
<http://users.monash.edu/~cema/courses/FIT3094/lecturePDFs/>

### References for section 11:

- ▶ Paluszek, M., Thomas, S. *Matlab machine learning recepies*. 2019. Plainsboro, NJ, USA. ISBN-13 (pbk): 978-1-4842-3915-5. DOI 10.1007/978-1-4842-3916-2.
- ▶ Kim, P. *MATLAB Deep Learning. With Machine Learning, Neural Networks and Artificial Intelligence*. 2017. Apress Korea ISBN-13 (pbk): 978-1-4842-2844-9. DOI 10.1007/978-1-4842-2845-6.
- ▶ Get Started with Matlab. <https://www.mathworks.com/help/matlab/getting-started-with-matlab.html>
- ▶ Iris Clustering. <https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ug/iris-clustering.html>

### References for Appendices:

- ▶ Fisher, R.A. (1936) "The use of multiple measurements in taxonomic problems". *Annual Eugenics*, 7, Part II, pages 179-188
- ▶ Gates, G.W. (1972) "The Reduced Nearest Neighbor Rule". *IEEE Transactions on Information Theory*, May 1972, pages 431-433
- ▶ Duda, R.O., Hart, P.E. (1973) *Pattern Classification and Scene Analysis*. (Q327.D83) John Wiley & Sons. ISBN 0-471-22361-1, page 218
- ▶ Dasarathy, B.V. (1980) "Nosing Around the Neighborhood: A New System Structure and Classification Rule for Recogni-

- tion in Partially Exposed Environments". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-2, No. 1, pages 67-71
- ▶ <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-3/data-products>
  - ▶ <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-4/data-products>
  - ▶ <https://climexp.knmi.nl/>
  - ▶ <https://www.uradmonitor.com/>
  - ▶ Velea L, Udriștioiu MT, Puiu S, Motișan R, Amarie (2023)D. A Community-Based Sensor Network for Monitoring the Air Quality in Urban Romania. *Atmosphere*; 14(5):840. <https://doi.org/10.3390/atmos14050840>
  - ▶ <https://bookdown.org/floriandierickx/bookdown-demo/climate-data-from-models.html#differences-between-climate-projections-predictions-and-scenarios>
  - ▶ <https://ec.europa.eu/eurostat/web/climate-change/database>
  - ▶ <https://ourworldindata.org/>
  - ▶ <https://ourworldindata.org/data-review-air-pollution-deaths>
  - ▶ <https://ourworldindata.org/outdoor-air-pollution#outdoor-air-pollution-deaths-by-age>
  - ▶ [https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1)
  - ▶ <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/air-pollution>
  - ▶ <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants>
  - ▶ <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>
  - ▶ <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf>
  - ▶ EEA, 2012, The contribution of transport to air quality, EEA Report no. 10/2012, European Environment Agency.
  - ▶ EEA. A closer look at urban transport TERM 2013: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe EEA Report No 11/2013 Copenhagen, ISSN 1725-9177.
  - ▶ <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.012>
  - ▶ [https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1)
  - ▶ Report no. 05/2022, Air quality in Europe 2022. doi: 10.2800/488115. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022>
  - ▶ Xin Zhang, X. Chen, Xiaobo Zhang. The impact of exposure to air pollution on cognitive performance. *Proc. Natl. Acad. Sci. Unit. States Am.*, 115 (2018), pp. 9193-9197, 10.1073/pnas.1809474115
  - ▶ J. Currie, J.S.G. Zivin, J. Mullins, M.J. Neidell. What do we know about short and long term effects of early life exposure to pollution? *NBER Work. Pap.*, 6 (2013), pp. 217-247, 10.3386/w19571
  - ▶ Escamilla-Núñez M-C., Barraza-Villarreal A., Hernandez-Cadena L., Moreno-Macias H., Ramirez-Aguilar M., Siembra-Monge J-J., Cortez-Lugo M., Texcalac J-L., del Rio-Navarro B., Romieu I. Traffic-Related Air Pollution and Respiratory Symptoms Among Asthmatic Children, Resident in Mexico City: The EVA Cohort Study. <http://www.medscape.com/viewarticle/585875>.
  - ▶ Juvin P., Fournier T., Boland S. et al. Diesel particles are taken up by alveolar type II tumor cells and alter cytokines secretion. *Arch Environ Health*. 2002; 57(1):53-60.
  - ▶ Le Tertre A., S. Medina, E. Samoli et al: Short term effects of particulate air pollution on cardiovascular disease in eight European cities. *J. Epidemiol Community Health*, 2002; 56, (10):773-9.
  - ▶ Nordling E., Berglund N., Melén E., Emenius G., Hallberg J., Nyberg F., Pershagen G., Svartengren M., Wickman M., Bellander T. Traffic related air pollution and childhood respiratory symptoms, function and allergies. *Epidemiology*. 2008; 19(3):401-8.
  - ▶ Pan G., Zhang S., Feng Y., Takahashi K., Kagawa J., Yu L., Wang P., Liu M., Liu Q., Hou S., Pan B., Li J. Air pollution and children's respiratory symptoms in six cities of Northern China. *Respiratory Medicine* 2010;104(12):1903-11.
  - ▶ Richardson E.A., Pearce J., Tunstall H., Mitchell R., Shortt N.K.: Particulate air pollution and health inequalities: a Europe-wide ecological analysis. *Int J Health Geogr* 2013;12:34
  - ▶ I. Jáuregui, J. Mullol, I. Dávila, M. Ferrer, J. Bartra, A. Del Cuvillo, J. Montoro, J. Sastre, A. Valero. Allergic rhinitis and school performance. *J Investig. Allergol. Clin. Immunol.*, 19 (2009), pp. 32-39
  - ▶ D.P. Skoner. Allergic rhinitis: definition, epidemiology, pathophysiology, detection, and diagnosis. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 108 (2001), pp. 2-8, 10.1067/mai.2001.115569
  - ▶ I. Beck, S. Jochner, S. Gilles, M. McIntyre, J.T.M. Buters, C. Schmidt-Weber, H. Behrendt, J. Ring, A. Menzel, C. Traidl-Hoffmann. High environmental ozone levels lead to enhanced allergenicity of birch pollen. *PLoS One*, 8 (2013), 10.1371/journal.pone.0080147
  - ▶ P. Sturdy, S. Bremner, G. Harper, L. Mayhew, S. Eldridge, J. Eversley, A. Sheikh, S. Hunter, K. Boomla, G. Feder, K. Prescott, C. Griffiths. Impact of asthma on educational attainment in a socioeconomically deprived population: a study linking health, education and social care datasets. *PLoS One*, 7 (2012), pp. 1-8, 10.1371/journal.pone.0043977
  - ▶ <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2660>
  - ▶ [https://data.europa.eu/data/datasets/s2660\\_97\\_2\\_sp524\\_eng?locale=en](https://data.europa.eu/data/datasets/s2660_97_2_sp524_eng?locale=en)
  - ▶ <https://www.surveymonkey.com/r/airpollutionperceptionsurvey>
  - ▶ <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1350812/retrieve>
  - ▶ [https://www.ab.gov.tr/files/ardb/evt/Attitudes\\_of\\_Europeans\\_towards\\_air\\_quality\\_2013.pdf](https://www.ab.gov.tr/files/ardb/evt/Attitudes_of_Europeans_towards_air_quality_2013.pdf)