

Deszcze nawalne i miarodajne do projektowania i modelowania systemów odwodnienia

Prof. dr hab. inż. Paweł Licznar

Zakład Budownictwa Wodnego i Hydrauliki

Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska

Politechnika Warszawska

RETENCJAPL Sp. z o.o.

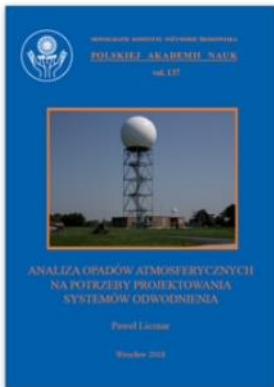
www.retencja.pl

Bibliografia



Metodyka opracowania Polskiego Atlasu Natężeń Deszczów (PANDa), Seria Publikacji Naukowo-Badawczych IMGW-PIB, praca zbiorowa pod redakcją P. Licznara i J. Zaleskiego, Wydawnictwo IMGW-PIB, Warszawa 2020

<https://www.imgw.pl/index.php/badania-nauka/publikacje-ksiazkowe/metodyka-opracowania-polskiego-atlasu-natezenia-deszczow-panda>



Licznar P., 2018: Analiza opadów atmosferycznych na potrzeby projektowania systemów odwodnienia. Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk Nr 137, Wrocław

<https://www.dbc.wroc.pl/dlibra/publication/60142/edition/42864>



Licznar P., 2009: Generatory syntetycznych szeregów opadowych do modelowania sieci kanalizacji deszczowych i ogólnospławnych. Monografie LXXVII. UP we Wrocławiu

<https://www.dbc.wroc.pl/dlibra/publication/3775/edition/3673>

Powszechna wiedza o deszczach

Poznań pływał po największej czerwcowej ulewie w historii. Burze poczyniły szkody nie tylko tam

22 czerwca 0 komentarze

Gigantyczna ulewa całkowicie sparaliżowała Poznań. Spadło więcej deszczu niż powinno przez cały miesiąc. Burze, ulewy, gradobicia i wichury szkody poczyniły również w innych regionach kraju. Zobacz zdjęcia i filmy.



Potop na ulicach Swarzędza pod Poznaniem. Fot. Facebook / Spotted. MPK Poznań

We wtorek (22.06) po południu do prawdziwego potopu doszło na ulicach Poznania, gdzie przez 3 godziny przechodziła największa czerwcowe ulewa w historii pomiarów. W ciągu zaledwie 30 minut spadły tam 64 litry deszczu na metr kwadratowy, czyli więcej niż powinno przez cały czerwiec.

Poznań: 64 mm/30 min
(<https://www.twojapogoda.pl/>)



O nas | Eksperti | PANDa



Powódź w Niemczech – co się właściwie stało?

Tragiczny bilans raptownej powodzi w Niemczech i Belgii od razu rodzi pytanie: jak mogło się to stać? I co właściwie się wydarzyło? Z sytuacji, w której w Niemczech ginie w powodzi 156 osób, w Belgii ponad 30 i wciąż napływają doniesienia o kolejnych, a setki ludzi są zaginione, koniecznie trzeba wyciągnąć wnioski szersze, także dla nas. Szczególnie, że nagle burze i powodzie w tym roku dotknęły już Poznań, Kraków, Szczecin, Lubin, Warszawę, a w weekend Głogoców, Myślenice i miejscowości wzdłuż Zakopianki. Szczęśliwie u nas obyło się bez ofiar, jednak strach pomyśleć, jak wyglądałyby te miejsca, w warunkach jakie dotknęły miejscowości nadreńskie. Co właściwie stało się w Niemczech, w Nadrenii Północnej-Westfalii i w Nadrenii-Palatynacie?

Niemcy: 130 mm/24 h
(<https://blog.retencja.pl/>)

Burze z ulewnym deszczem i gradem przemieszczają się od rana na północny-wschód. W Gorzowie Wielkopolskim ostatniej doby spadło 130,4 mm deszczu. "Pobity prawie dwukrotnie dobowy rekord opadu" - donoszą Lubuscy Łowcy Burz. Skutkiem jest powódź błyskawiczna w mieście.



Aktualnie nad Gorzowem Wielkopolskim przechodzi komórka burzowa w formie

Gorzów Wielkopolski: 130,4 mm/24 h
(<https://wiadomosci.radiozet.pl/>)

Komentarz:

1. **Wiemy więcej o skutkach niż o przyczynach**
2. **Krótką pamięć**
3. **Internet jest bardzo pomocny**

Inspiracja



IBM 7090 operator's console at the NASA Ames Research Center in 1961, with two banks of IBM 729 magnetic tape drives. The card reader is in front of the man and woman at right.

https://en.wikipedia.org/wiki/IBM_7090#

Dimensionless Depth and Time

These rainfall curve distributions are typically developed based on statistical analyses of storm data for different durations. When developed properly for a specific location, these types of rainfall distributions provide the flexibility of modeling a variety of storms other than the standard 24-hour event.

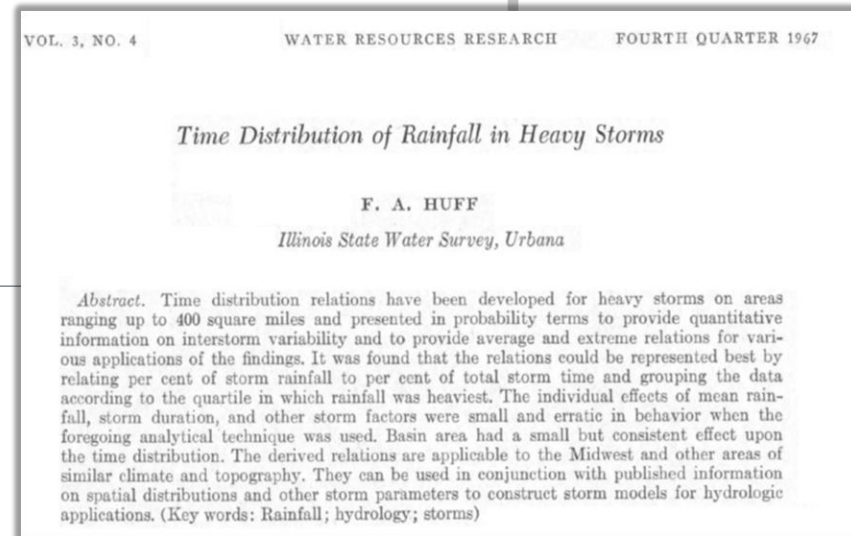
The basic philosophy of this approach is that longer-duration storms are expected to behave differently than shorter-duration storms. For example, the most intense portion of a 24-hour storm is expected to differ from the most intense portion of a 1-hour storm.

Typically, these types of curves are dimensionless on both the X and Y axes, so they can be applied to a wide range of durations and rainfall depths. The following graph displays dimensionless rainfall curves established for different ranges of durations. To create a rainfall depth curve, select the curve for the desired duration. Then, multiply the X-axis by total storm duration and multiply the Y-axis by the total rainfall depth for that given duration.

Statistically Derived Distributions For Various Ranges of Durations

Dimensionless Time and Depth Curve

- **IBM 7090/7094 – NASA – kontrola lotów kosmicznych programów Mercury i Gemini, początki programu Apollo (1961 – realizacja: 1966–1972, lądowanie 1969)**
- **IBM 7094 – Huff – analiza deszczy nawalnych i ich hietogramów, 1967 rok**

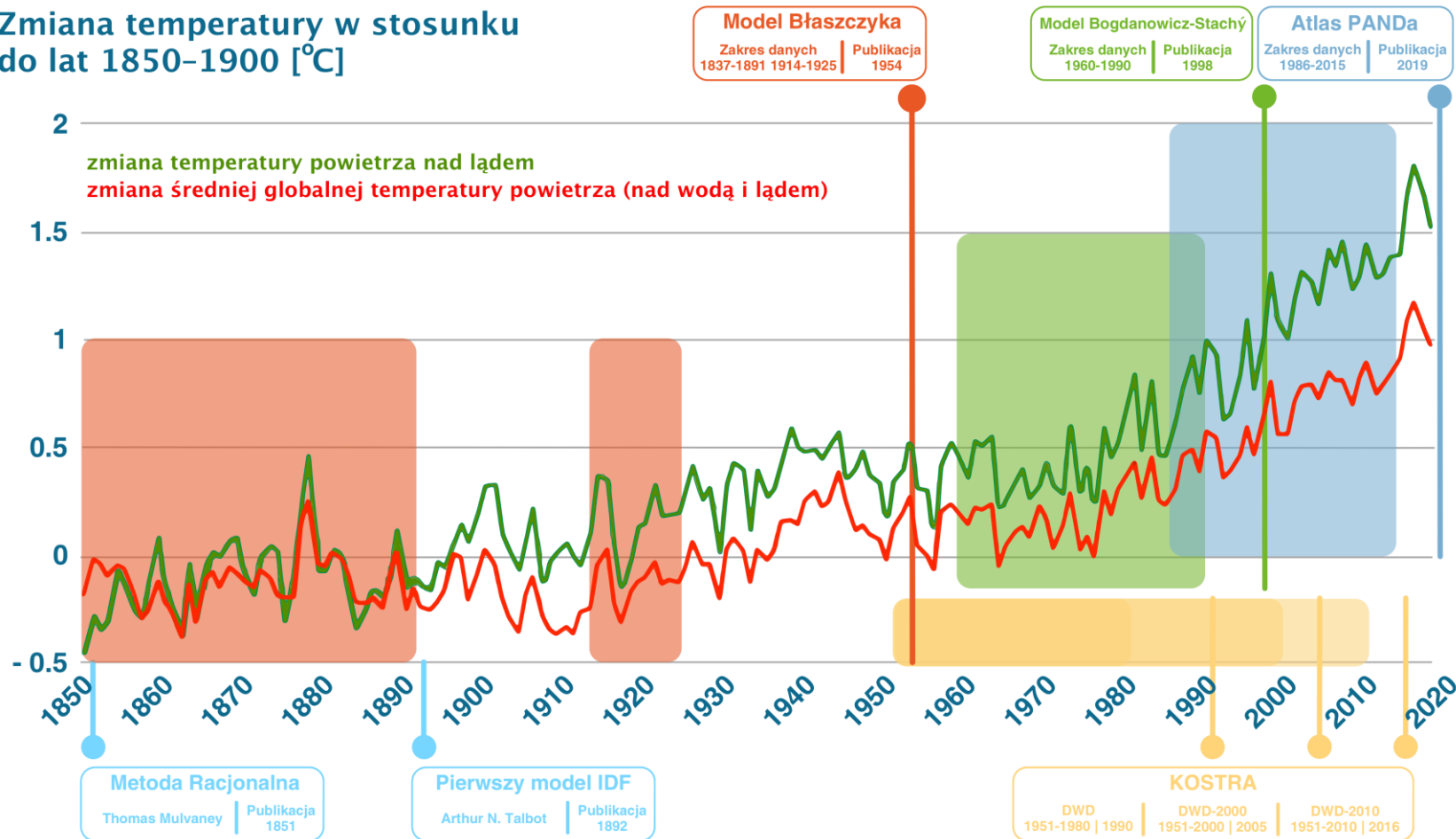


Komentarz:

- 1) Warto zdobywać wiedzę o opadach!**
- 2) Warto do tego stosować najlepszy warsztat!**

Może deszcze się zmieniają?

Zmiana temperatury w stosunku do lat 1850–1900 [°C]

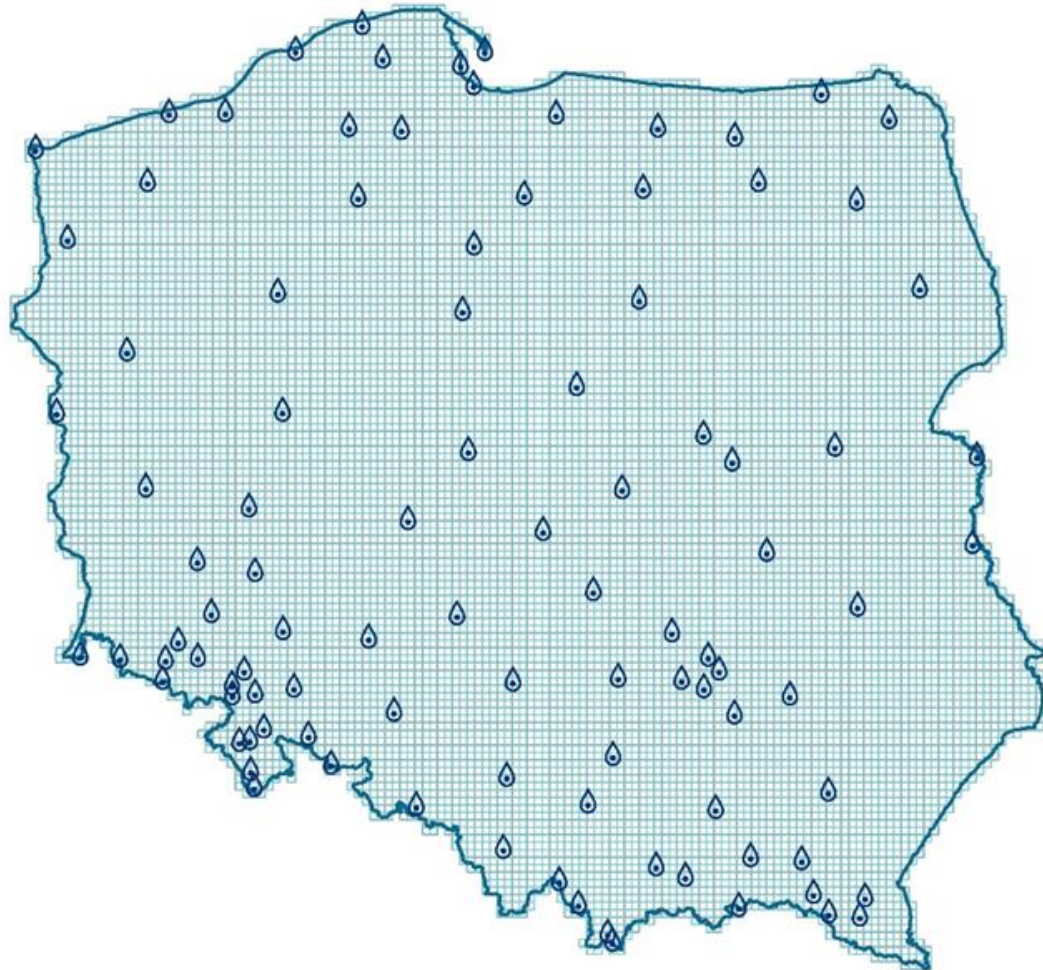


Dane z raportu "Climate Change and Land" opracowanego przez Międzynarodowy zespół ds. zmian klimatu

Komentarz:

1. W XIX powstała idea deszczu miarodajnego do projektowania
2. Warto nadążać za zmianami klimatu
3. Warto nadążać za zmianami trendów projektowania
4. Zmiana w podejściu do udostępniania wiedzy

Cyfrowa baza opadowa



**Projekt POIR.01.01.01-00-1428/15
dofinansowany przez NCBiR:
Opracowanie i wdrożenie Polskiego Atlasu
Natężeń Deszczów (PANDa)**

<https://portal.atlaspanda.pl/login>



Fundusze Europejskie
Inteligentny Rozwój

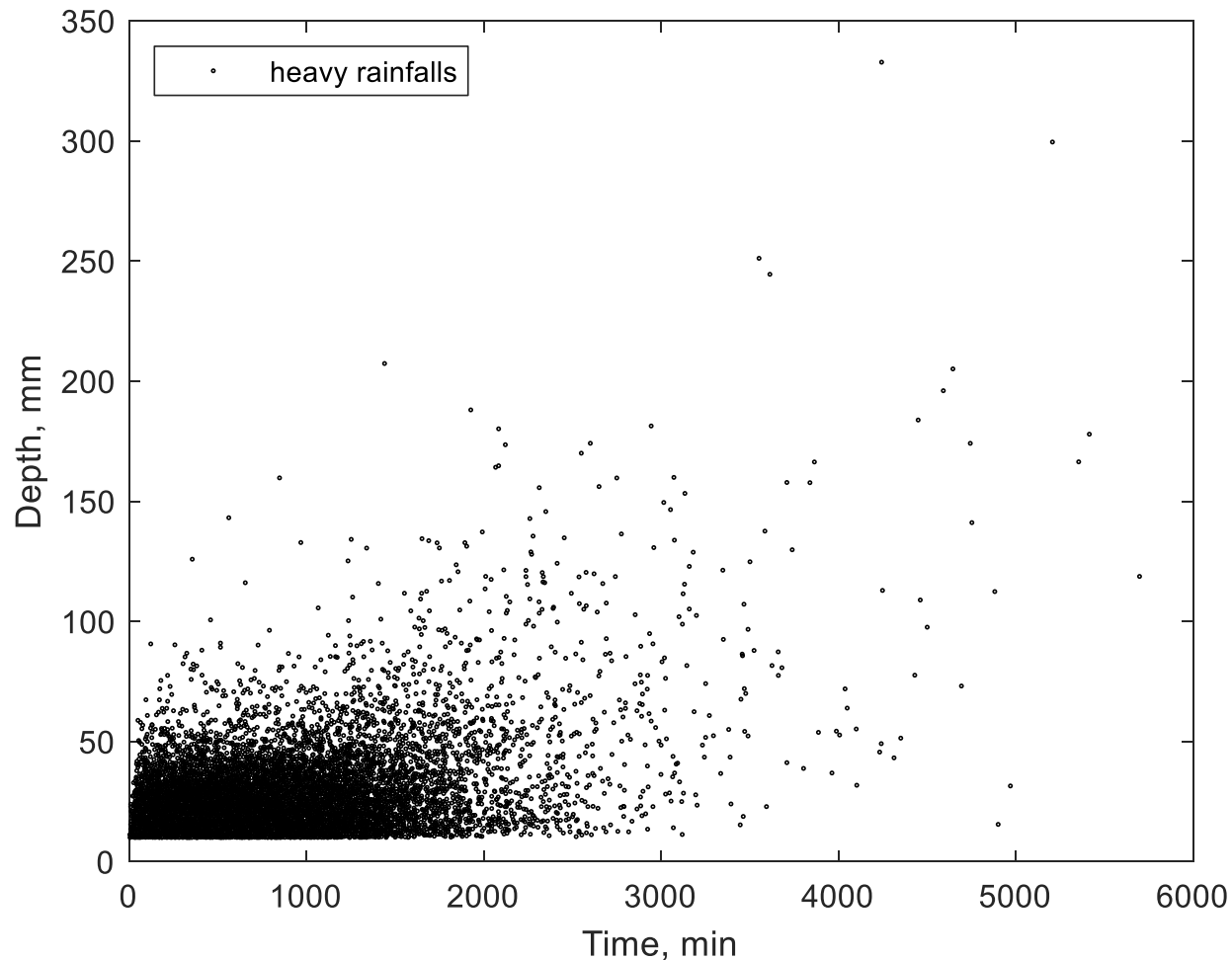
Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Komentarz:

- 1. 100 deszczomierzy 30-letnie szeregi (1986-2015)**
- 2. Wysoka rozdzielczość**
- 3. Zweryfikowane dane**

Wydzielenie opadów nawalnych



Definicja opadu nawalnego:

**Całkowita wysokość większa równa 10 mm,
minimalna przerwa pomiędzy opadami 4 h**

Całkowita liczba:

31624 deszczy nawalnych

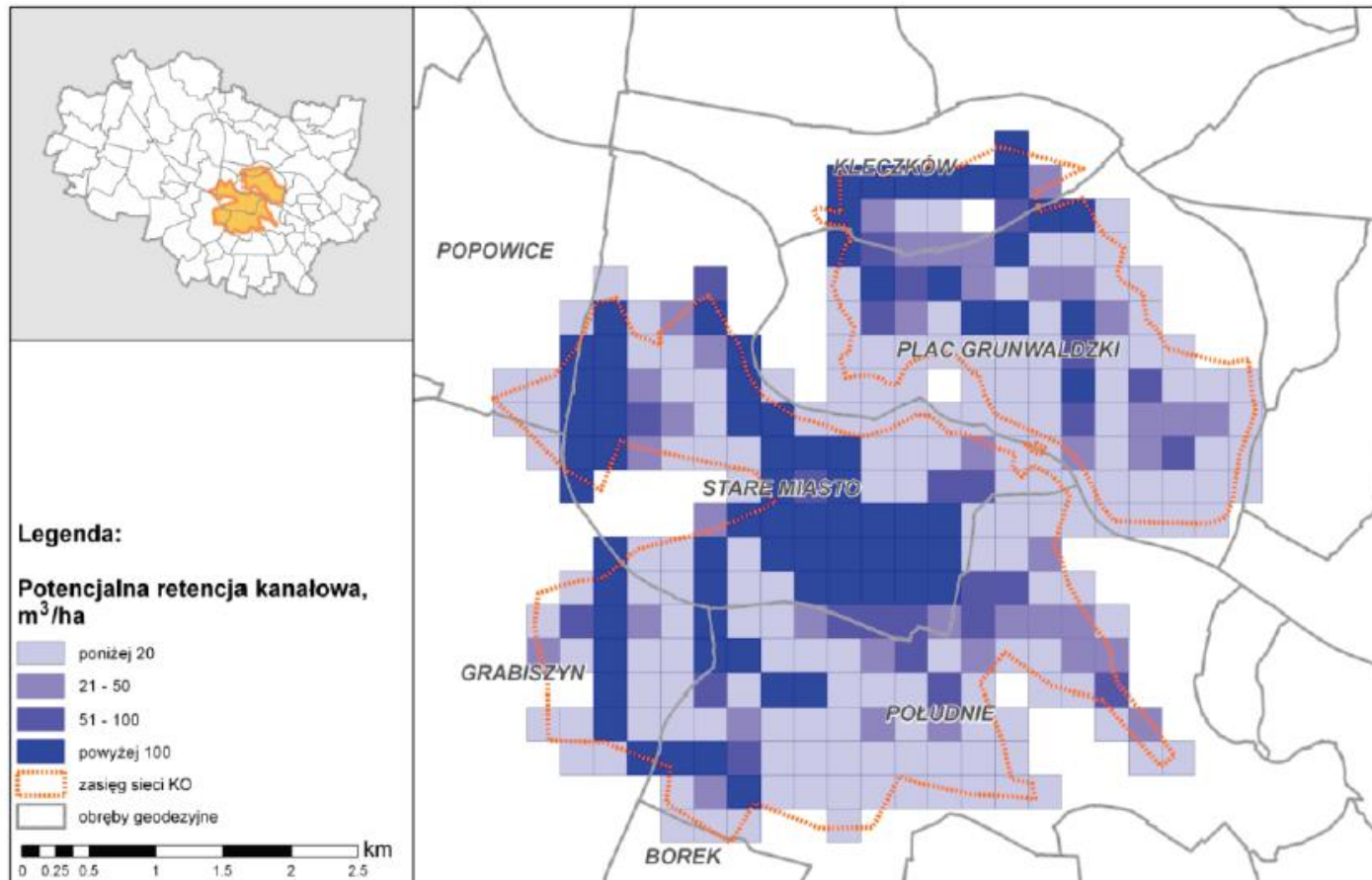
Średnia częstotliwość:

**10.5 deszczu na rok i deszczomierz events per
year and gauge**

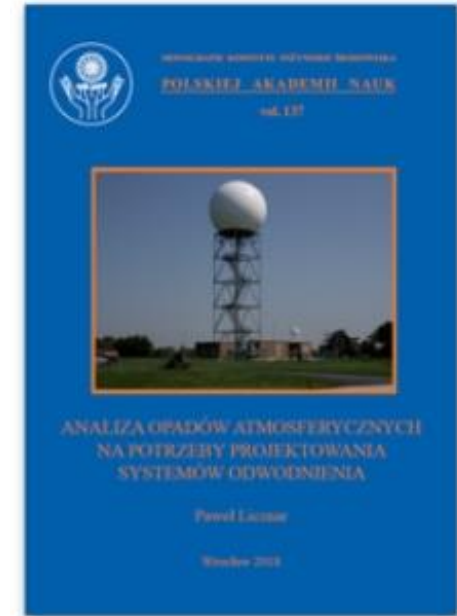
Komentarz:

1. „czarna chmura” i „outliery” - osobliwości
2. zwykły wykres jest bezsensowny

Definicja opadu nawalnego

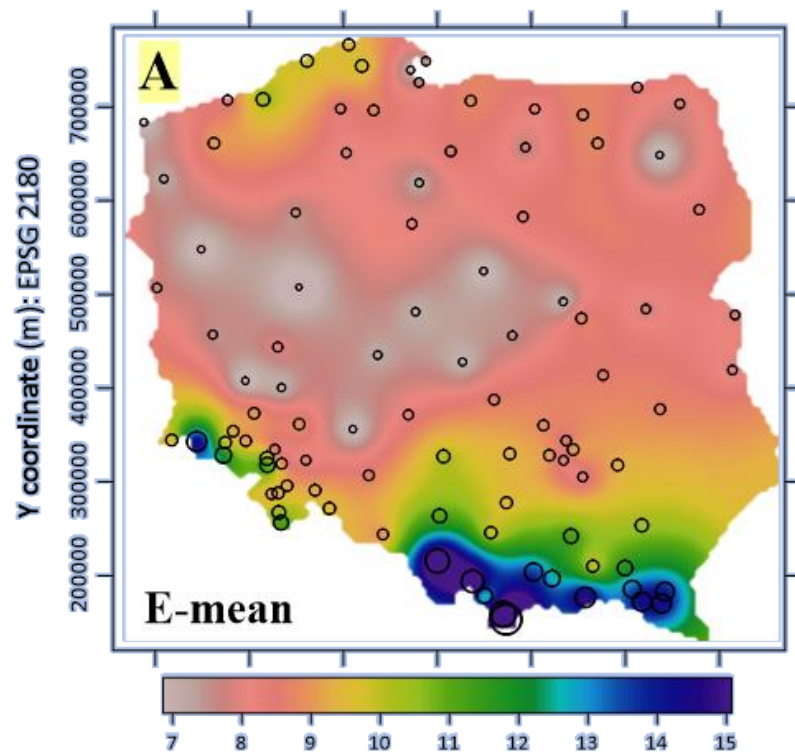


Rys. 1.2. Potencjalna retencja kanałowa w obszarze kanalizacji ogólnospławnej we Wrocławiu w przeliczeniu na powierzchnię uszczelnioną zlewni (wyniki uzyskane dla wielkości komórek rastra o wymiarze 250×250 m)

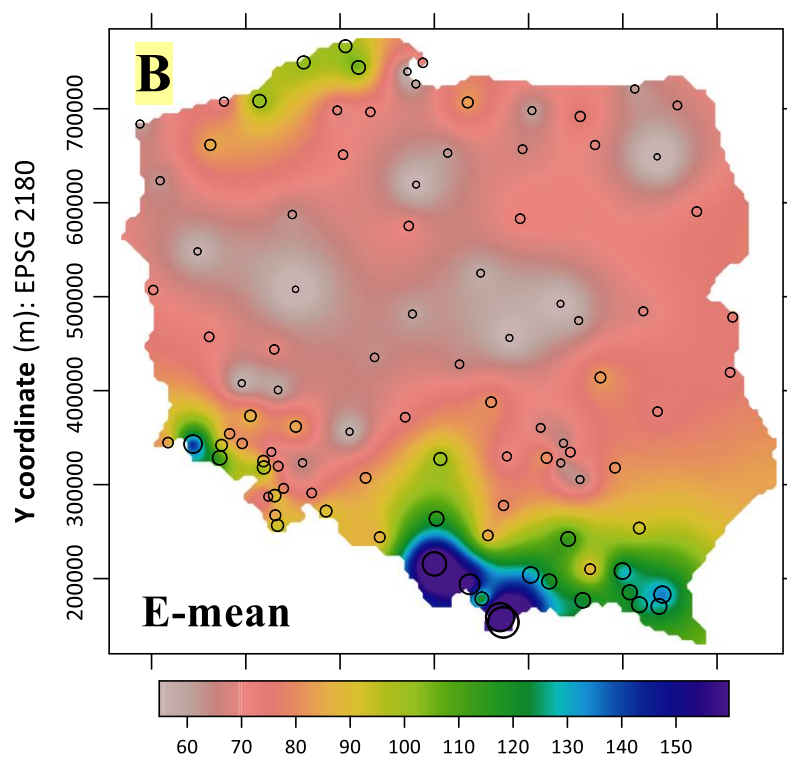


Średnia wartość potencjalnej retencji kanałowej w systemie kanalizacji ogólnospławnej w centrum Wrocławia wynosi ok. $75 m^3 \cdot ha^{-1}$ w odniesieniu do powierzchni uszczelnionej zlewni

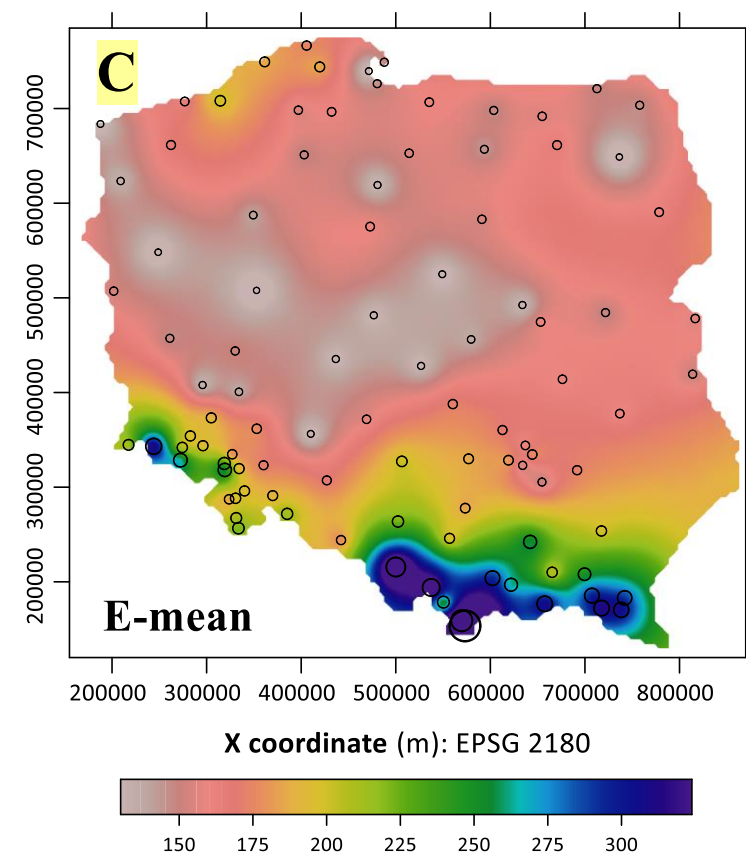
Rozkłady przestrzenne



Częstość deszczy nawalnych na 1 rok



Średni czas trwania deszczy nawalnych, min

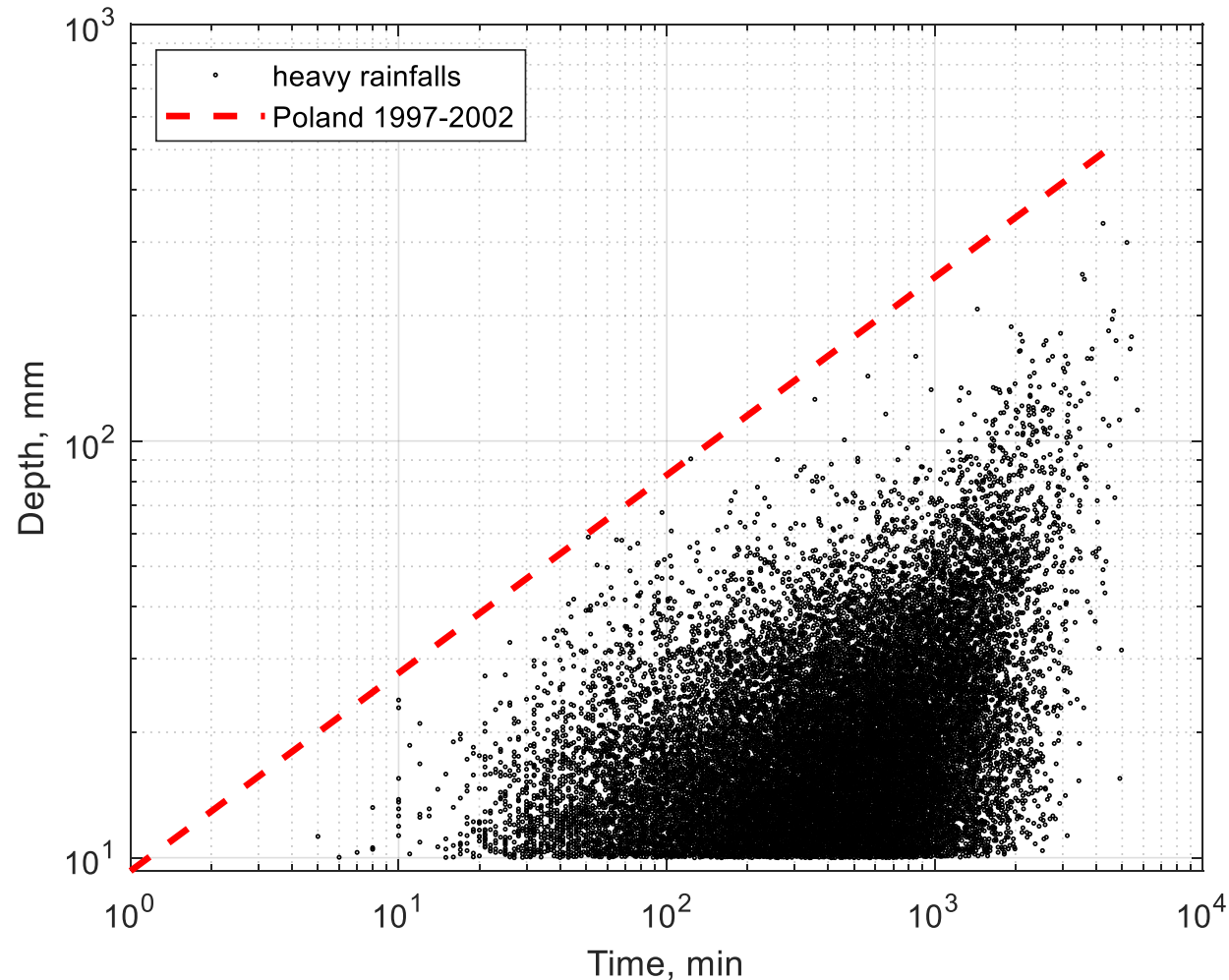


Średnia wydajność deszczy nawalnych, mm

Komentarz:

Częstości deszczy nawalnych warto śledzić pod kątem zmian klimatu

Krzywa graniczna



PMF (probable maximum flood) oraz
PMP (probable maximum precipitation)

$$P_D = 65 \cdot D^{0.475}$$

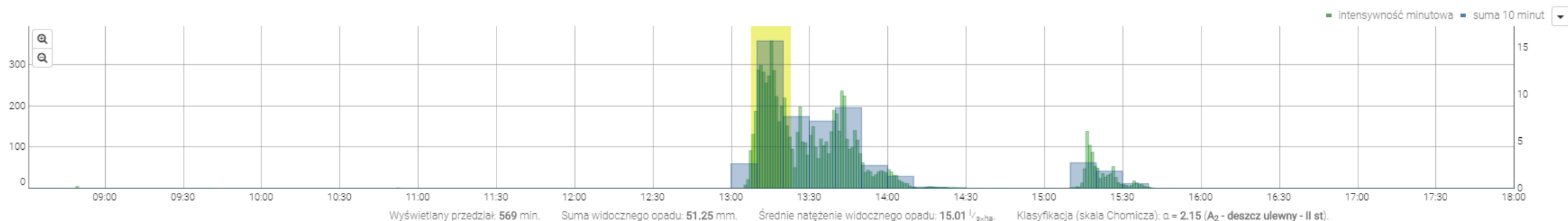
Formuła zaproponowana przez Banasika
(Banasik and Ostrowski 2010)
bazująca na bazie opadów z okresów
ostatnich powodzi około 2000 roku

Komentarz:

1. Wykres log-log jest lepszy
2. Opady są multifraktalami, a ich maksima się skalują

Maksima chwilowe

Pomiary Analiza opadów Raport Chomicza Status Zdarzenia



Ostatnie dane z: 24h 7d 1m 3m 1r Rok kalendarzowy: 2019

Zapisz Pobierz

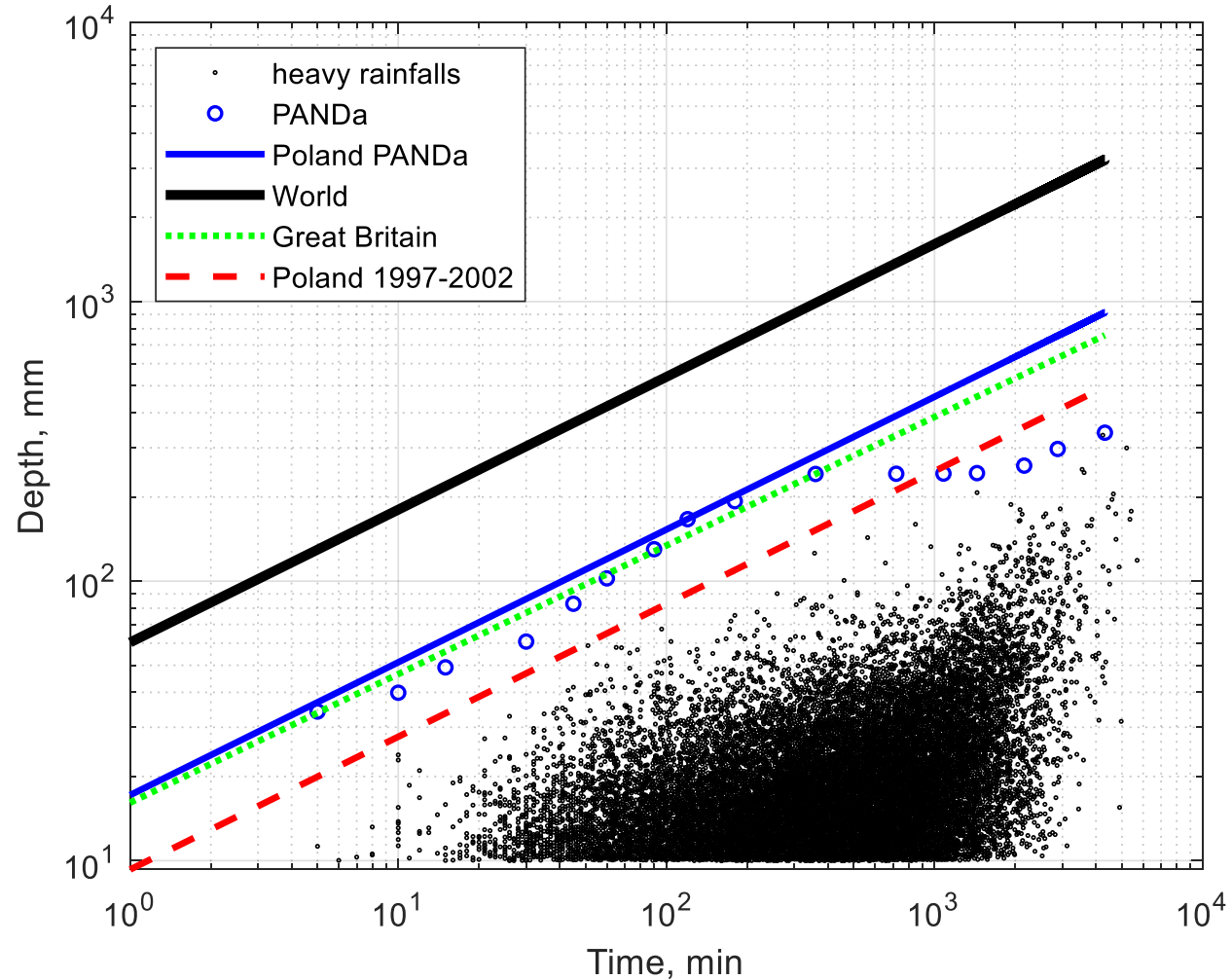
Sumy Maksima Warstwy

czas	Maksymalne średnie natężenie I, l/s/ha dla okresu (w min):									
	5	10	15	30	45	60	90	120	180	240
Cały rok 2019	305.3	262.6	229.4	170.3	156.9	126.3	85.16	63.88	47.1	39.9
Styczeń	53.71	32.87	23.66	12.4	9.822	8.206	6.194	5.025	3.9	3.9

Komentarz:

1. Krótkoterminowe maksima natężeń (PANDa) mogą być nawet kilka razy większe od średnich natężeń dla całych opadów
2. Deszcze są multifraktalami – ich natężenia są silnie zmienne (nieciągłe) w czasie i w przestrzeni

Harfa krzywych granicznych



$$P_D = 422 \cdot D^{0.475}$$

$$P_D = 120 \cdot D^{0.475}$$

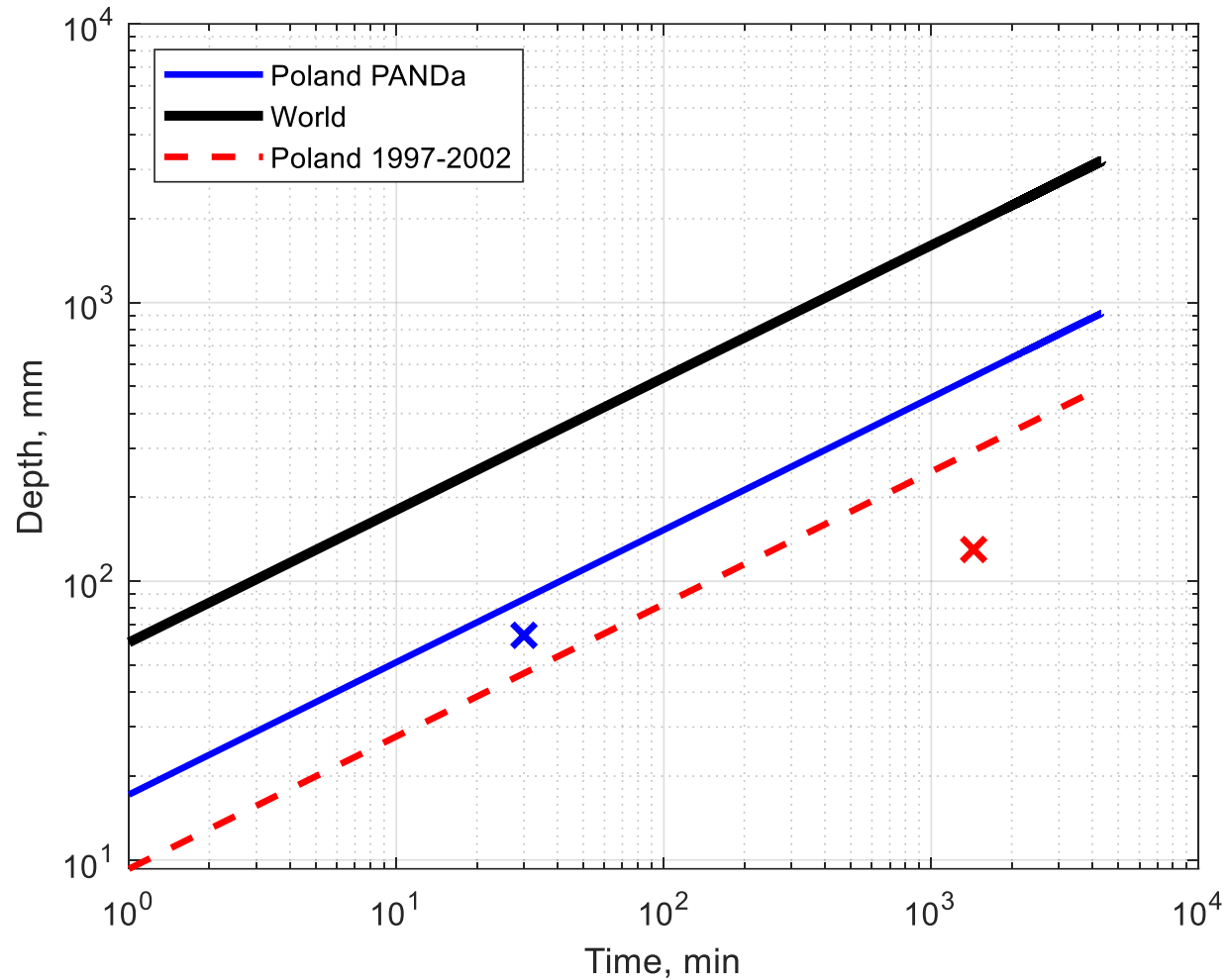
$$P_D = 106 \cdot D^{0.46}$$

$$P_D = 65 \cdot D^{0.475}$$

Komentarz:

1. Krótkoterminowe PMP przewyższa blisko dwukrotnie PMP bazujące na całych opadach nawałnych
2. Rekordy opadowe w Polsce są zdecydowanie niższe od rekordów światowych

Współczesne rekordy opadowe



$$P_D = 120 \cdot D^{0.475}$$

Poznań (22.06.2021)

64 mm/30 min

$$P_D = 65 \cdot D^{0.475}$$

Niemcy (15.07.2021)

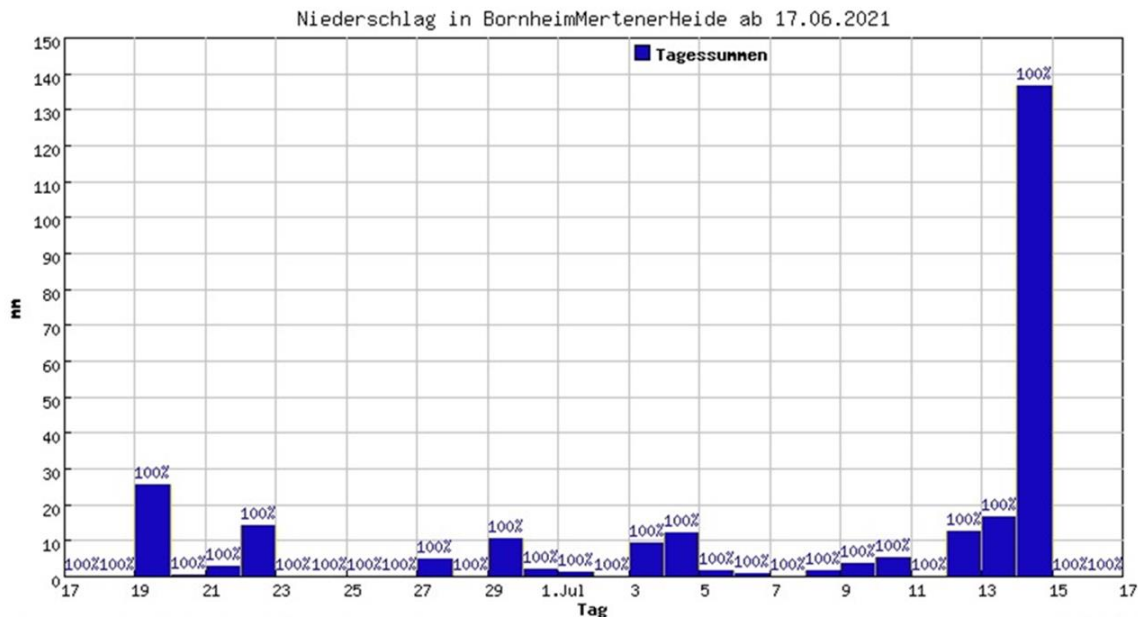
Gorzów Wielkopolski (8.09.2022)

130 mm/24 h

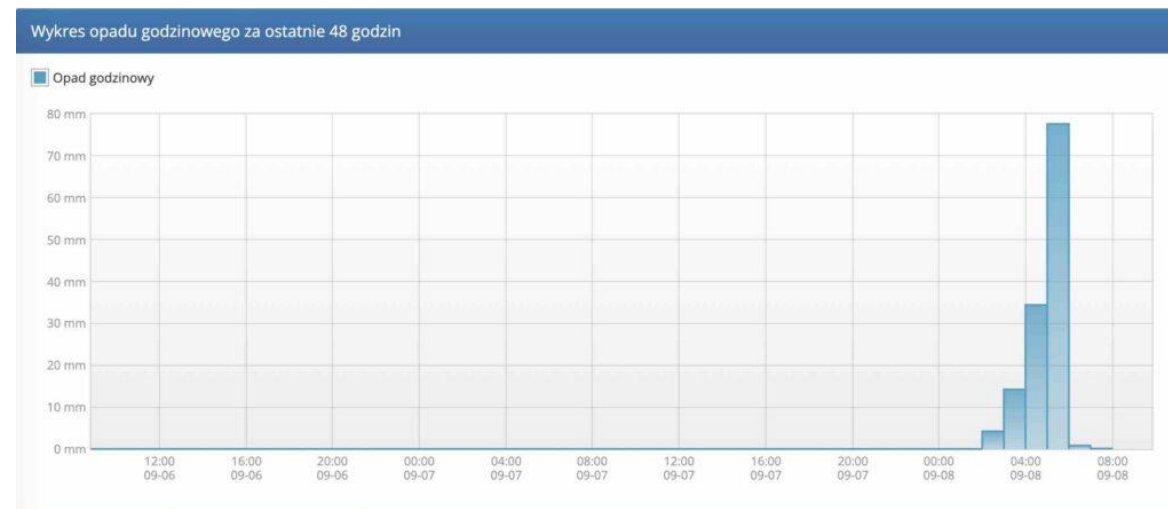
Komentarz:

1. Jak wytłumaczyć powódzie w Niemczech i Gorzowie Wielkopolskim?
2. Może sama wysokość opadu to za mało?

Rozkład opadu w czasie



Deszczomierz Bornheim, 20 km na północ od Kolonii
<https://blog.retencja.pl/2021/07/23/powodz-niemczech-sie-wlasciwie-stalo/>

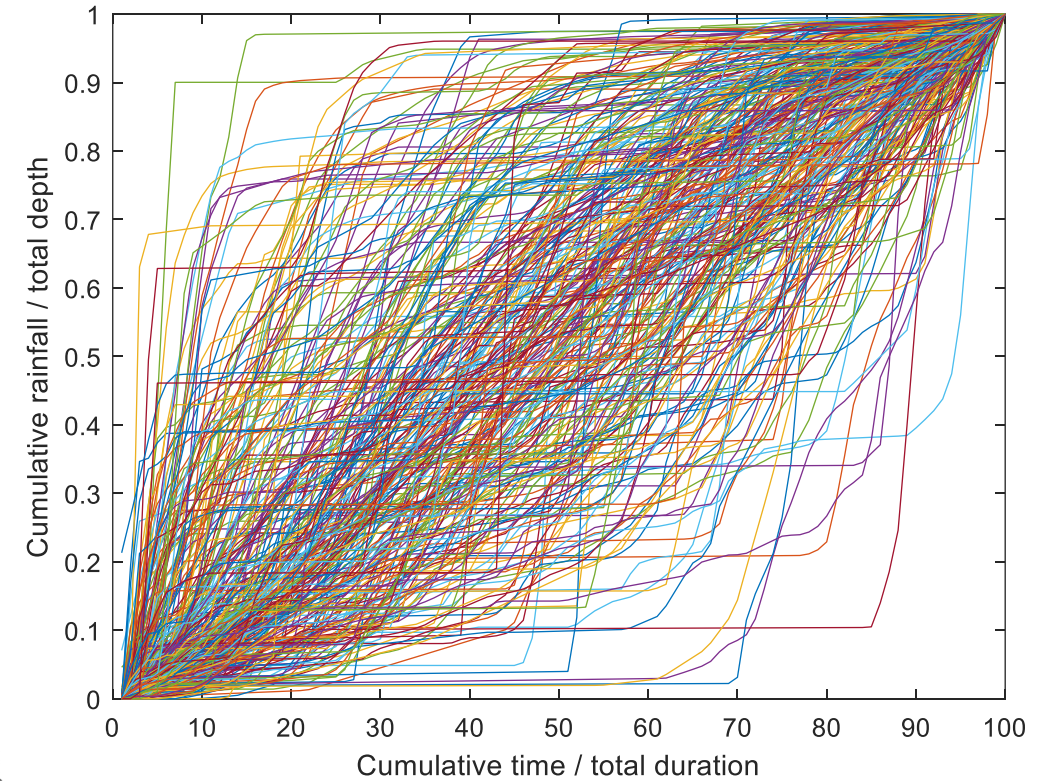
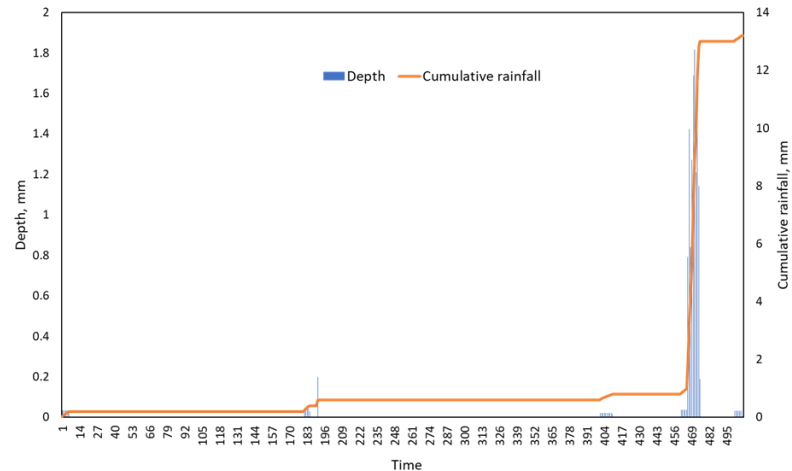
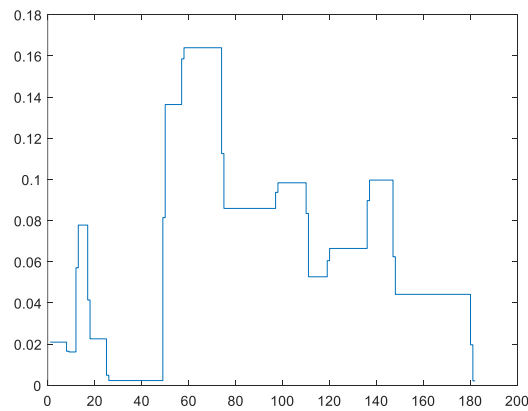
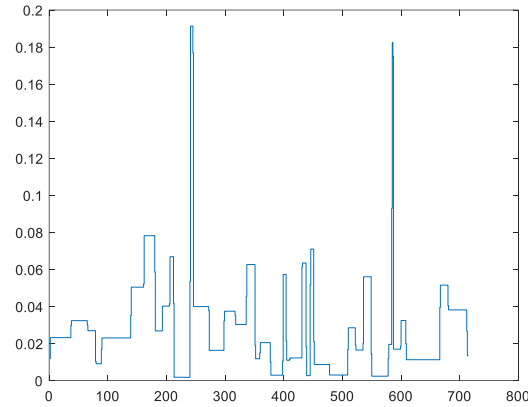
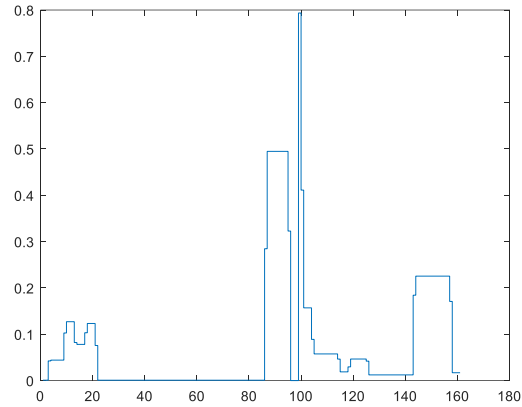


Stacja IMGW w Gorzowie Wielkopolskim
<https://fanipogody.pl/powodz-blyskawiczna-gorzow-wlkp-polska-8-wrzesnia-2022-polska-gdzie-jest-burza/>

Komentarz:

1. Utrat retencji przed kumulacją opadu
2. Hietogram opadu jest fundamentalny – musimy dysponować bardziej precyzyjną informacją o opadach!

Hietogramy opadów



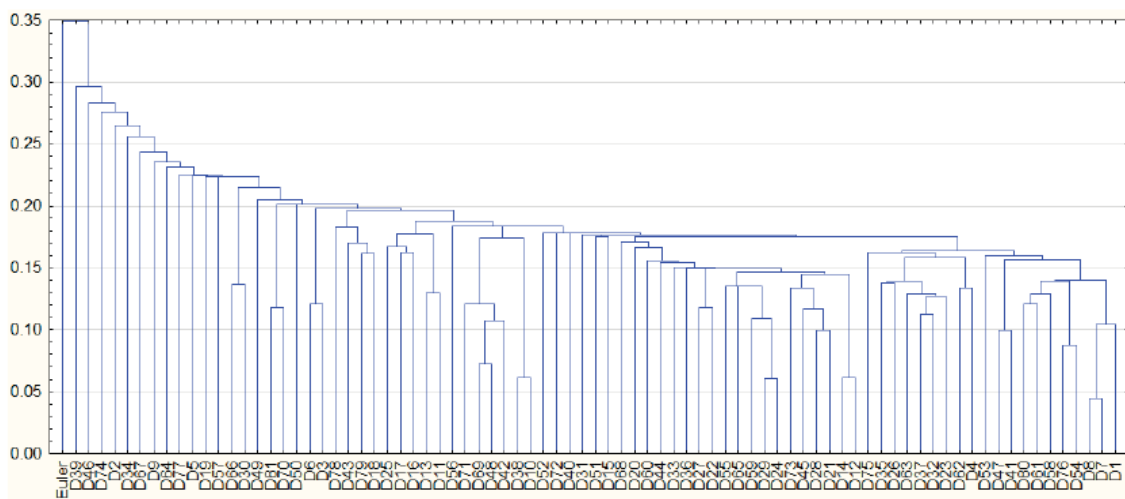
Komentarz:

1. Każdy opad nawałny jest unikalny
2. Hietogramy realnych opadów nie pokrywają się z opadem modelowym Eulera typ II

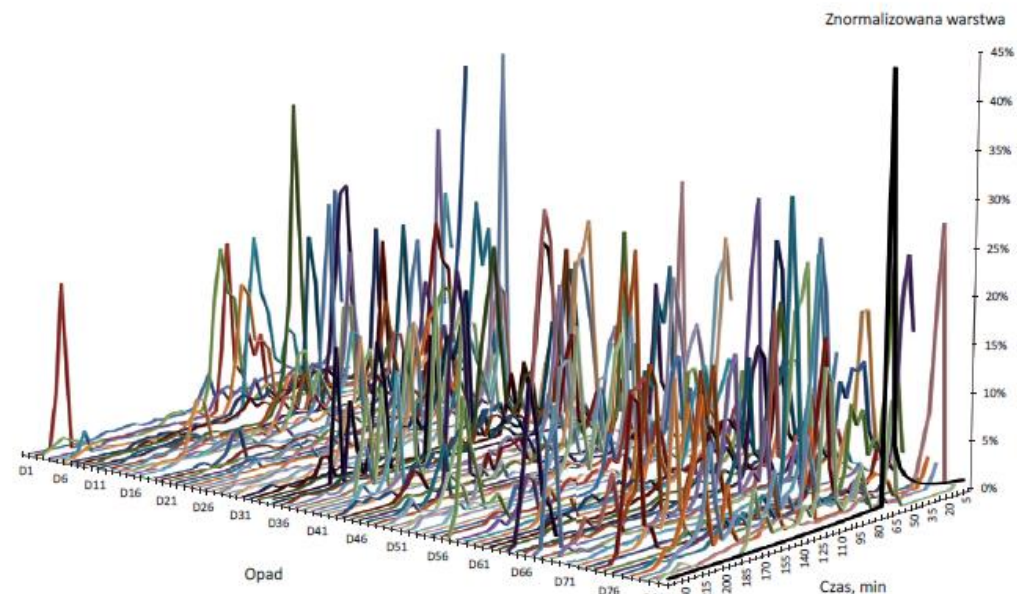
Opad modelowy Eulera typ II

Paweł Licznar, Bartosz Szelaąg

Analiza zmienności czasowej opadów atmosferycznych w Warszawie

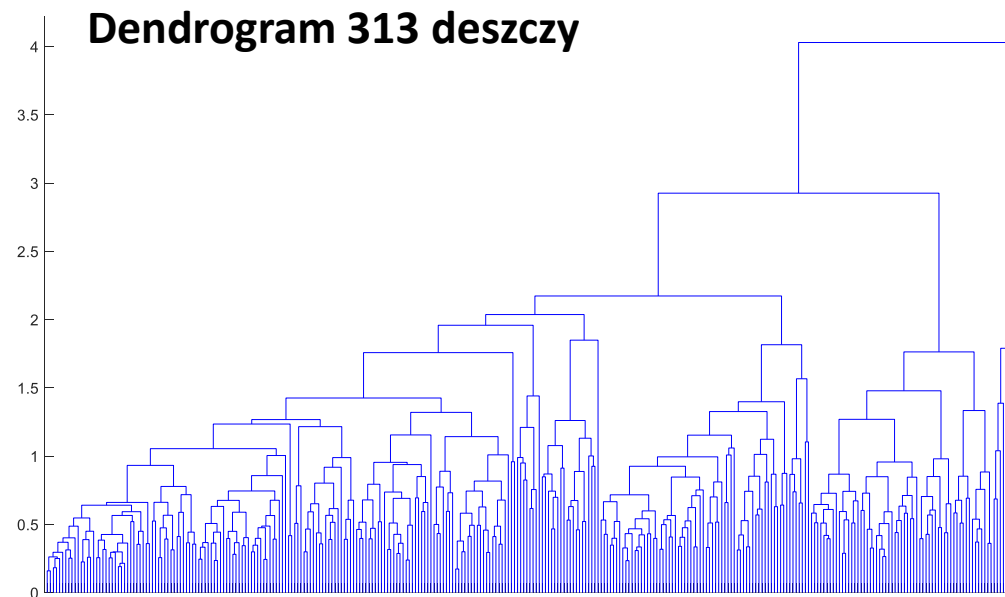


Rys. 5.3. Dendrogram uzyskany dla opadów o całkowitych czasach trwania od 180 do 240 min; na osi pionowej dendrogramu zaznaczono odległość wiązania obliczoną zgodnie z miarą euklidesową, a na osi poziomej – numery kolejnych opadów (Licznar i Szelaąg 2016)



Rys. 5.2. Kształty wydzielonych hietogramów dla 82 opadów z Warszawy o czasach trwania od 180 do 240 min włącznie; na pierwszym planie przedstawiony jest przebieg czasowy opadu modelowego Eulera typu II dla czasu 240 min (Licznar i Szelaąg 2014)

Analiza skupień



Komentarz:

- 1. Hietogramy wzorcowe są zgodne na obszarze całego miejskiego pola opadowego (np. Krakowa)**
- 2. Analiza skupień sprawdza się przy porządkowaniu hietogramów, ale gdy mamy obiektywną miarę ustalania optymalnej liczby skupień**



Science of The Total Environment

Volume 829, 10 July 2022, 154588



Development of cluster analysis methodology for identification of model rainfall hyetographs and its application at an urban precipitation field scale

Karol Mikołajewski ^{a, b}, Marek Ruman ^b, Klaudia Kosek ^c, Marcin Glixelli ^d, Paulina Dzimińska ^e, Piotr Ziętara ^d, Paweł Licznar ^e

Show more ▾

+ Add to Mendeley Share Cite

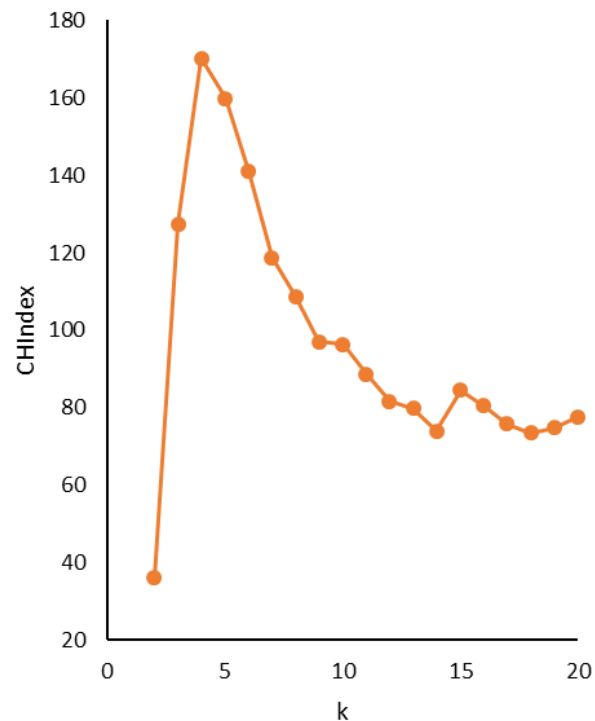
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154588>

[Get rights and content](#)

Highlights

- With monitoring networks installation, high resolution rainfall series are available.
- The methodology is demonstrated at a scale of a large urban precipitation field.

Indeks Calińskiego i Harabasza



Taylor & Francis Online

Home ▶ All Journals ▶ Communications in Statistics ▶ List of Issues ▶ Volume 3, Issue 1 ▶ A dendrite method for cluster analysis

Communications in Statistics >
Volume 3, 1974 - Issue 1

Journal homepage

5,538 Views

2,326 CrossRef citations to date

37 Altmetric

Original Articles

A dendrite method for cluster analysis

T. Caliński & J Harabasz
Pages 1-27 | Received 01 Sep 1972, Published online: 27 Jun 2007

Download citation

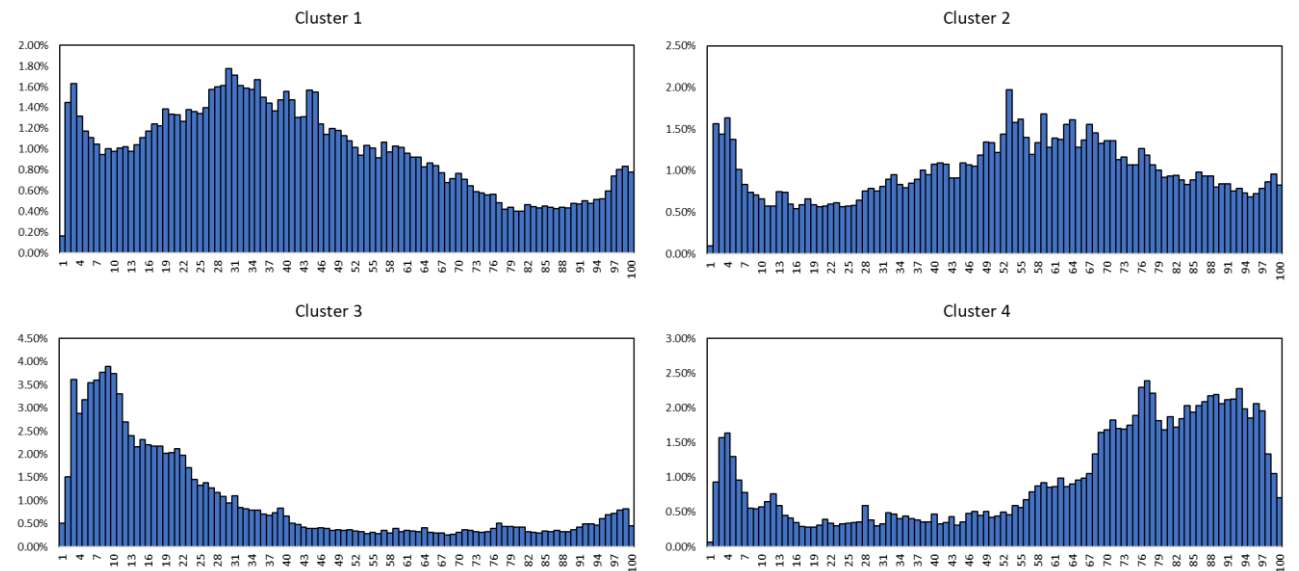
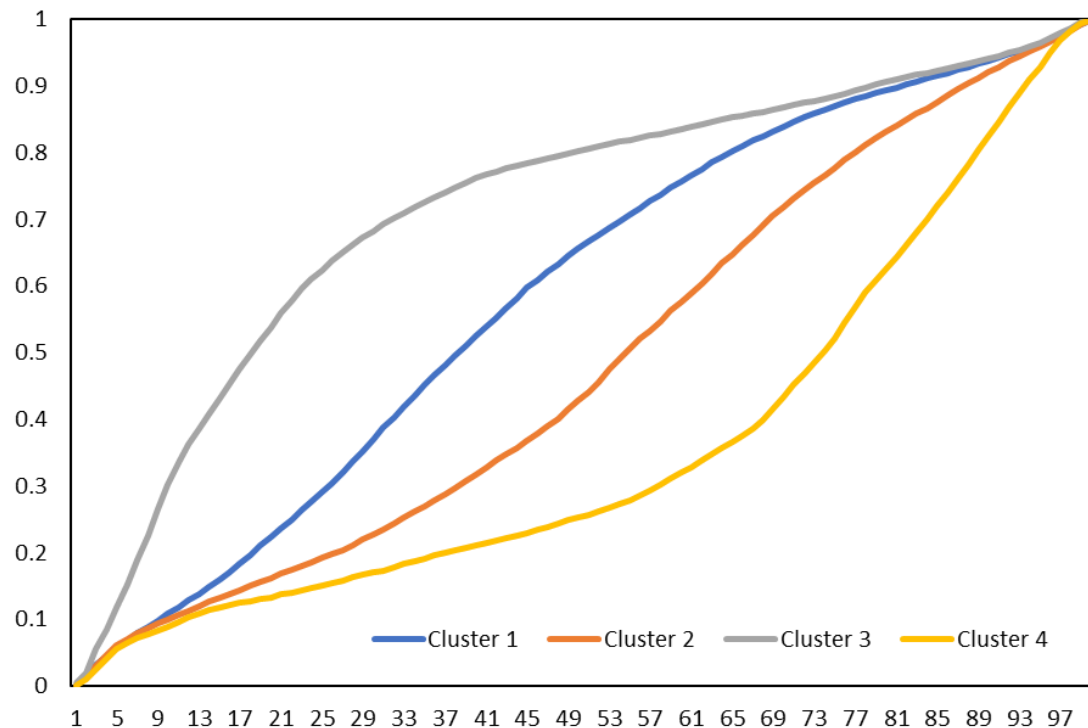
References Citations Metrics Reprints & Permissions Get access

Komentarz:
Czy wiemy, gdzie powstał indeks Calińskiego i Harabasza?

Abstract

A method for identifying clusters of points in a multidimensional Euclidean space is described and its application to taxonomy considered. It reconciles, in a sense, two different approaches to the investigation of the spatial relationships between the points, viz., the agglomerative and the divisive methods. A graph, the shortest dendrite of Florek et al. (1951a), is constructed on a nearest neighbour basis and then divided into

Lokalne hietogramy wzorcowe



Komentarz:

1. Wiemy ile uwzględniać hietogramów wzorcowych
2. Wiemy jaki jest ich udział w całym zbiorze opadów nawaalnych
3. Badania na dwóch niezależnych zbiorach 313 i 1493 deszcze
4. Możliwe jest profilowanie klas
5. Modelowanie systemów odwodnienia staje się bardziej elastyczne

Nowe otwarcie modelowania

docs.bentley.com/LiveContent/web/Bentley%20StormCAD%20S55-v1/en/GUID-FD11B05A761F4A93B2C675EA1DFEAECEB.html

Bentley StormCAD CONNECT Edition Help

Home > Theory > Hydrograph Methods > Rainfall > Rainfall Curves > Dimensionless Depth and Time

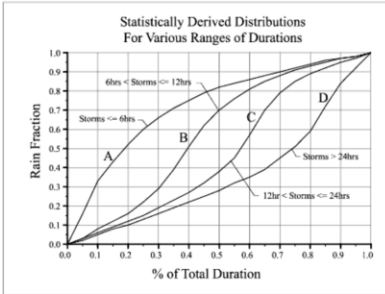
- Getting Started
- Introducing the Workspace
- Starting a Hydraulic Model
- Using Modelbuilder
- Creating Your Model
- Loading
- Using Scenarios and Alternatives
- Calculating Your Model
- Presenting Your Results
- Features of the MicroStation
- Version
- Working in AutoCAD Mode
- Editing Attributes in the Property Editor
- Theory
 - Fundamental Solution of the Gravity Flow System
 - Surface (Gutter) System
 - Hydraulic Boundaries
 - Dynamic Storage Routing
 - Hydrograph Methods
 - Rainfall
 - Design Storms
 - I-D-F Data
 - Rainfall Curves

Dimensionless Depth and Time

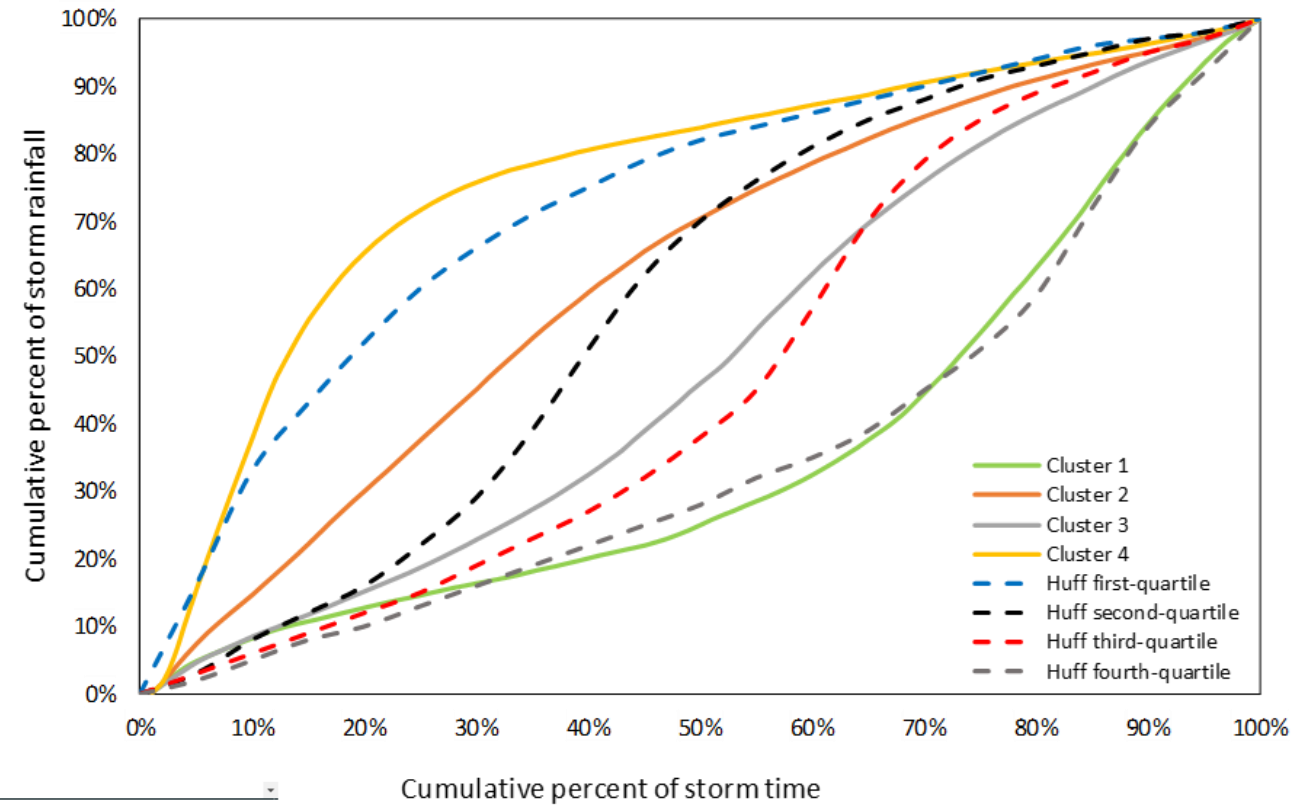
These rainfall curve distributions are typically developed based on statistical analyses of storm data for different durations. When develop distributions provide the flexibility of modeling a variety of storms other than the standard 24-hour event.

The basic philosophy of this approach is that longer-duration storms are expected to behave differently than shorter-duration storms. For expected to differ from the most intense portion of a 1-hour storm.

Typically, these types of curves are dimensionless on both the X and Y axes, so they can be applied to a wide range of durations and rainfa rainfall curves established for different ranges of durations. To create a rainfall depth curve, select the curve for the desired duration. Then multiply the Y-axis by the total rainfall depth for that given duration.



Dimensionless Time and Depth Curve



Komentarz:

1. Eliminacja bariery zasilania modeli hydrodynamicznych (PANDa + hietogramy wzorcowe)
2. Przejście ku rozwiązaniom probabilistycznym

Projekt WaterFolder Connect

Projekt POIR.01.01.01-00-0119/21

WaterFolder Connect – zintegrowana platforma projektowania i modelowania systemów odwodnienia

Instytucja Pośrednicząca: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Program Operacyjny: Inteligentny Rozwój 2014-2020

Oś priorytetowa: Wsparcie prowadzenia prac B+R przez przedsiębiorstwa

Działanie: Projekty B+R przedsiębiorstw

Poddziałanie: Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa

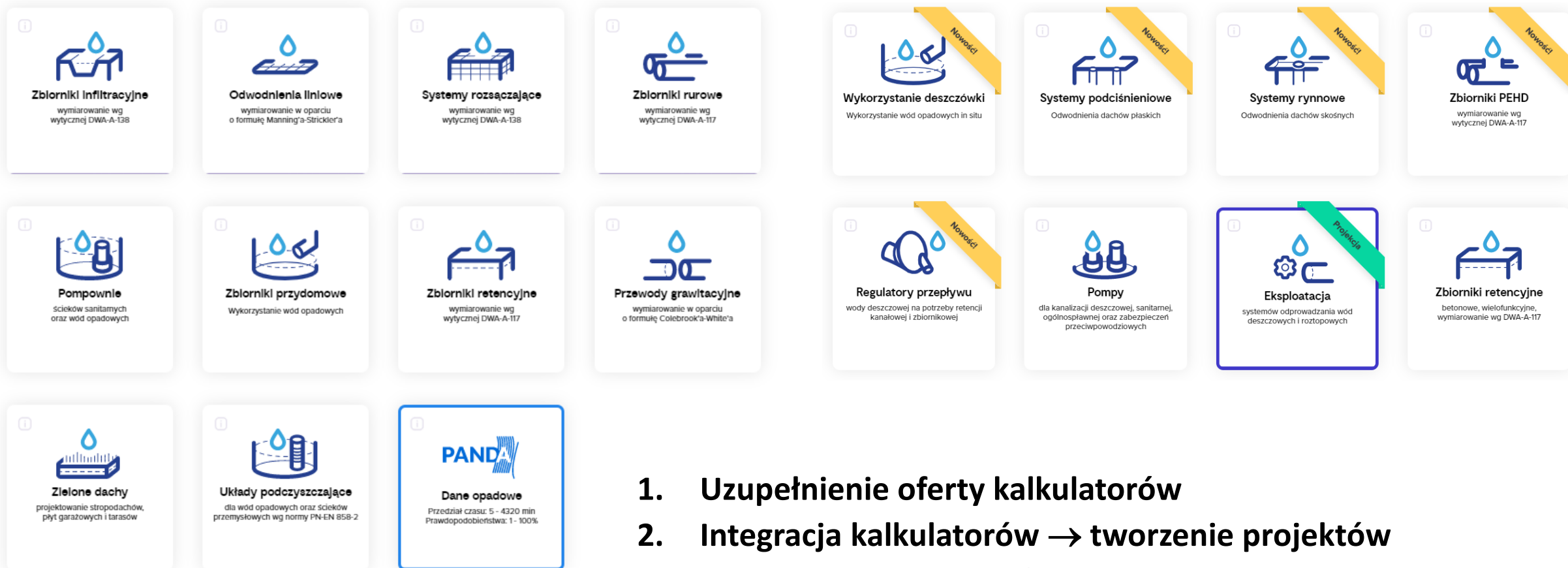
Działanie: Projekty B+R przedsiębiorstw

Konkurs: 1/1.1.1/2021 – Szybka ścieżka

Okres realizacji: 2021 - 2023

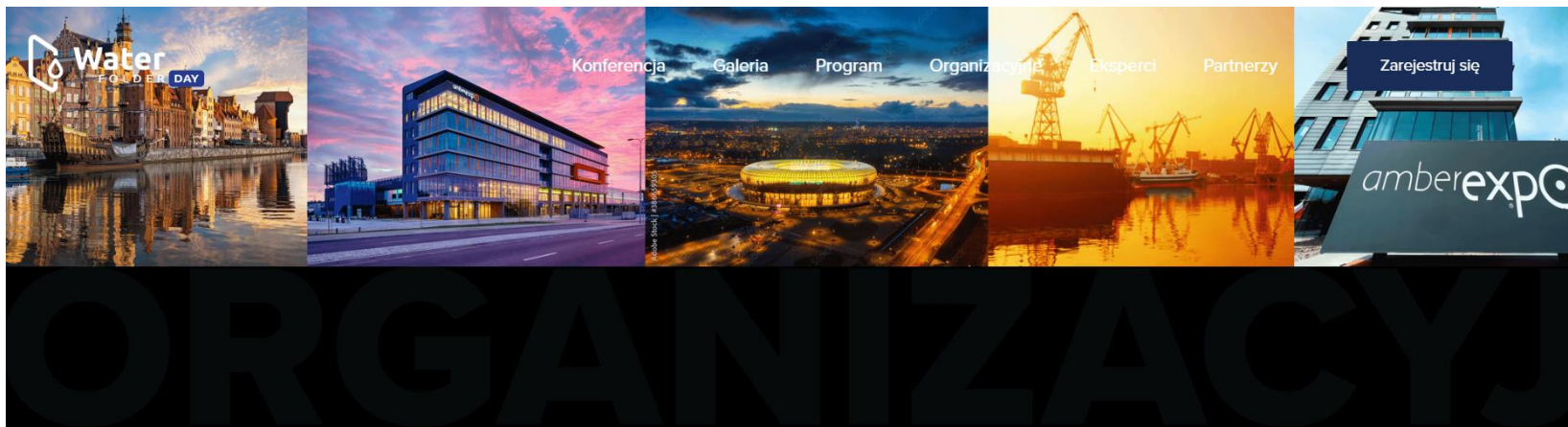


WaterFolder.com



1. **Uzupełnienie oferty kalkulatorów**
2. **Integracja kalkulatorów → tworzenie projektów**
3. **Transformacja projektów w modele hydrodynamiczne i modelowanie on-line (weryfikacja projektów)**

WaterFolder Day



Informacje organizacyjne

Konferencja organizowana jest w AmberExpo w Gdańsku 28-29.03.2023.

Centrum Wystawienniczo-Kongresowe AmberExpo

Ul. Żaglowa 11
80-560 Gdańsk



[Konferencja](#) [Galeria](#) [Program](#) [Organizacyjne](#) [Eksperti](#) [Partnerzy](#)

[Zarejestruj się](#)



Dziękuję za uwagę