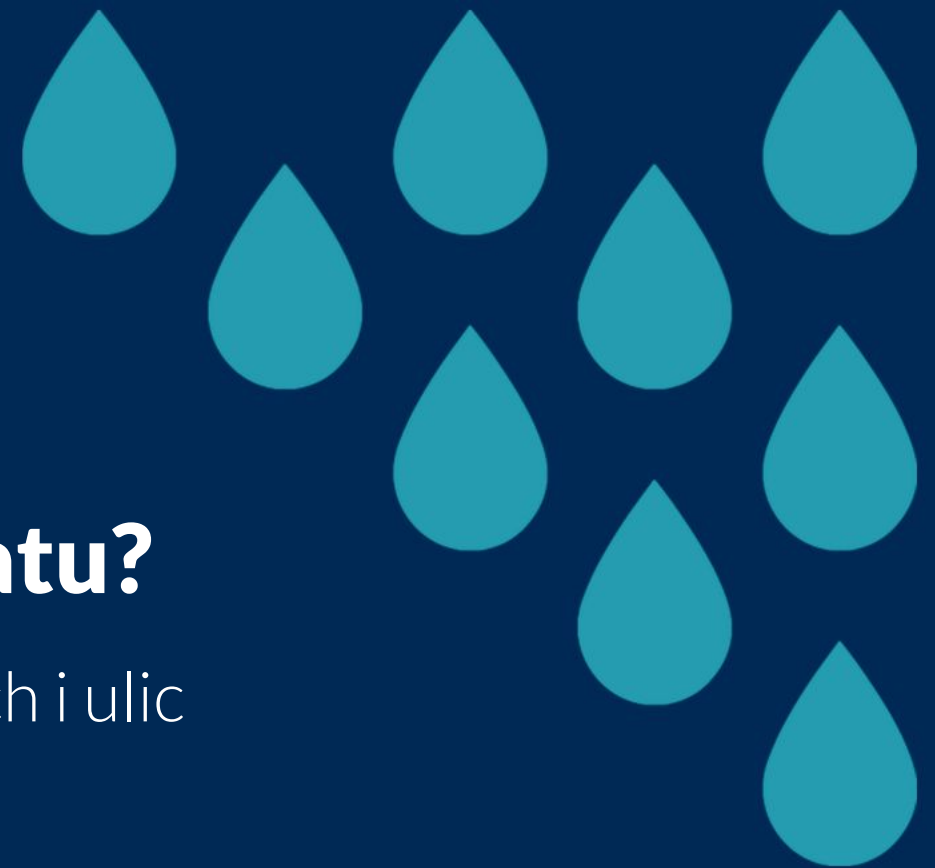


Renata Woźniak-Vecchie



Co inżynier drogowy powinien wiedzieć o deszczach projektując w dobie zmian klimatu?

Nowe wyzwania w odwodnieniu dróg zamiejskich i ulic

Wytyczne rekomendowane WR-D-71

Toruń, 11.12.2023

Co zaleca WR-D-71-1?

5. Podstawy wymiarowania urządzeń do odwodnienia

5.1. Podstawowe charakterystyki opadów i zlewni

5.1.1. Natężenia i prawdopodobieństwa opadów miarodajnych

(1) Wymiary urządzeń do odwodnienia ustala się na podstawie wyników obliczeń miarodajnych spływów powierzchniowych wód opadowych i roztopowych, względnie miarodajnych dopływów wód opadowych i roztopowych. Niezbędne w tym celu jest dysponowanie wiarygodnymi wartościami lokalnych natężeń opadów miarodajnych dla wymaganych do obliczeń kombinacji prawdopodobieństw p (częstości C) występowania deszczów miarodajnych i ich czasów trwania t_d .

(2) Ze względu na obserwowane zmiany klimatyczne, celem spełnienia wymogu akapitu (1) co do wiarygodności przyjmowanych do projektowania natężeń opadów miarodajnych, wartości te należy określać na podstawie odczytu z aktualnego atlasu opadowego dla miejsca inwestycji lub z użyciem lokalnego modelu opadowego.

(3) Atlas opadowy lub model opadowy, będący źródłem danych wymaganych w akapicie (1), powinien bazować na statystycznym opracowaniu maksimów wysokości (natężeń) lokalnych opadów deszczu z ostatnich dziesięcioleci. Lokalne szeregi opadowe, wykorzystane w celu sporządzenia atlasu opadowego lub modelu opadowego, powinny obejmować reprezentatywny statystycznie okres minimum 20-30 lat obserwacji i powinny być nie starsze niż 50 lat.

(4) Do obliczeń urządzeń do odwodnienia dróg zamiejskich, obejmujących odcinki o długości nieprzekraczającej 50 km, za wystarczająco precyzyjne uznaje się przyjęcie pojedynczego lokalnego zestawu natężeń opadów miarodajnych, pod warunkiem, że wartości te odczytano z atlasu opadowego lub modelu opadowego dla lokalizacji odpowiadającej w przybliżeniu środkowi rozpatrywanego odcinka. W przypadku projektowania odwodnienia dłuższych odcinków dróg zamiejskich (ponad 50 km), wprowadza się ich podział na sekcje o długości do 50 km i dla każdej z sekcji przyjmuje się osobny lokalny zestaw natężeń opadów miarodajnych.

(5) Do obliczeń urządzeń do odwodnienia dróg chroniących ich najbardziej wrażliwe na zalania i podtopienia sekcje (np. wjazdy do tuneli) rekomenduje się stosowanie lokalnych zestawów natężeń opadów miarodajnych, odpowiadających lokalizacji tych wrażliwych sekcji.

5. Podstawy wymiarowania urządzeń do odwodnienia

5.1. Podstawowe charakterystyki opadów i zlewni

5.1.1. Natężenia i prawdopodobieństwa opadów miarodajnych

(1) Wymiary urządzeń do odwodnienia ustala się na podstawie wyników obliczeń miarodajnych spływów powierzchniowych wód opadowych i roztopowych, względnie miarodajnych dopływów wód opadowych i roztopowych. Niezbędne w tym celu jest dysponowanie wiarygodnymi wartościami lokalnych natężeń opadów miarodajnych dla wymaganych do obliczeń kombinacji prawdopodobieństw p (częstości C) występowania deszczów miarodajnych i ich czasów trwania t_d .

(2) Ze względu na obserwowane zmiany klimatyczne, celem spełnienia wymogu akapitu (1) co do wiarygodności przyjmowanych do projektowania natężeń opadów miarodajnych, wartości te należy określać na podstawie odczytu z aktualnego atlasu opadowego dla miejsca inwestycji lub z użyciem lokalnego modelu opadowego.

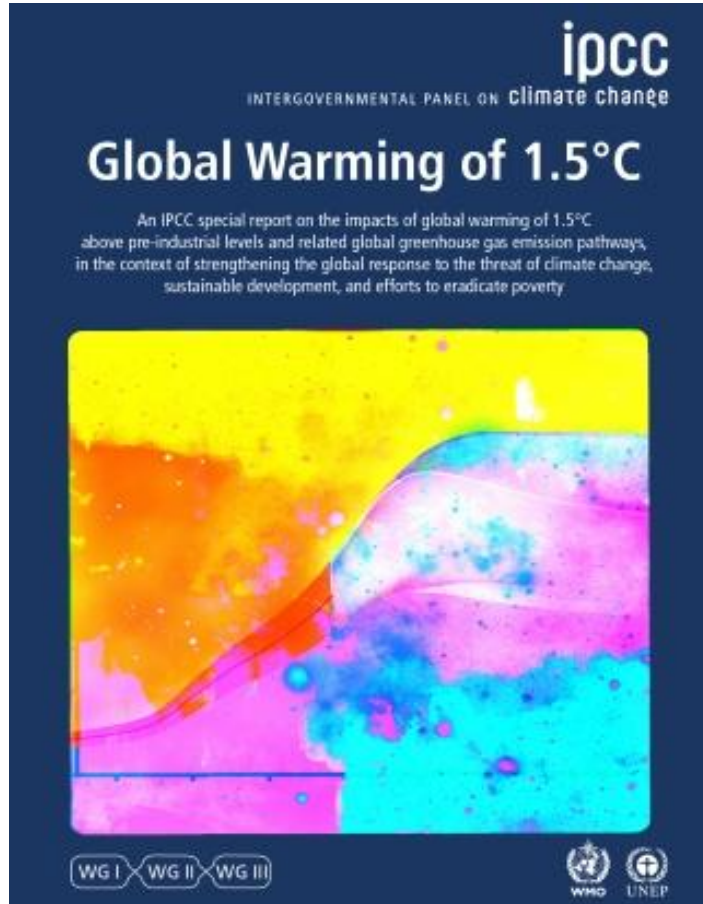
(3) Atlas opadowy lub model opadowy, będący źródłem danych wymaganych w akapicie (1), powinien bazować na statystycznym opracowaniu maksimów wysokości (natężeń) lokalnych opadów deszczu z ostatnich dziesięcioleci. Lokalne szeregi opadowe, wykorzystane w celu sporządzenia atlasu opadowego lub modelu opadowego, powinny obejmować reprezentatywny statystycznie okres minimum 20-30 lat obserwacji i powinny być nie starsze niż 50 lat.

(4) Do obliczeń urządzeń do odwodnienia dróg zamiejskich, obejmujących odcinki o długości nieprzekraczającej 50 km, za wystarczająco precyzyjne uznaje się przyjęcie pojedynczego lokalnego zestawu natężeń opadów miarodajnych, pod warunkiem, że wartości te odczytano z atlasu opadowego lub modelu opadowego dla lokalizacji odpowiadającej w przybliżeniu środkowi rozpatrywanego odcinka. W przypadku projektowania odwodnienia dłuższych odcinków dróg zamiejskich (ponad 50 km), wprowadza się ich podział na sekcje o długości do 50 km i dla każdej z sekcji przyjmuje się osobny lokalny zestaw natężeń opadów miarodajnych.

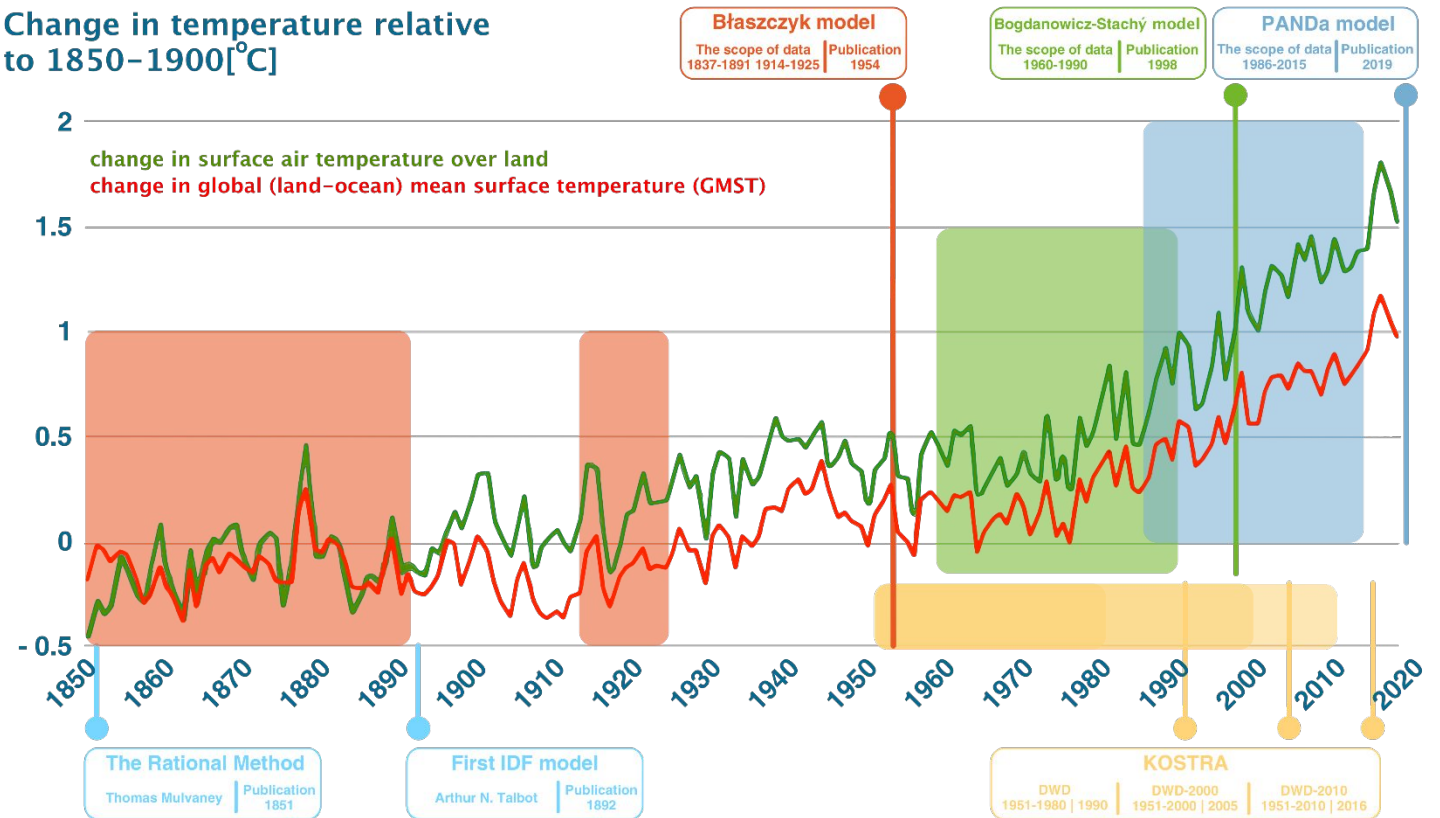
(5) Do obliczeń urządzeń do odwodnienia dróg chroniących ich najbardziej wrażliwe na zalania i podtopienia sekcje (np. wjazdy do tuneli) rekomenduje się stosowanie lokalnych zestawów natężeń opadów miarodajnych, odpowiadających lokalizacji tych wrażliwych sekcji.

Jak pada deszcz?

Zmiany klimatu i modele opadowe



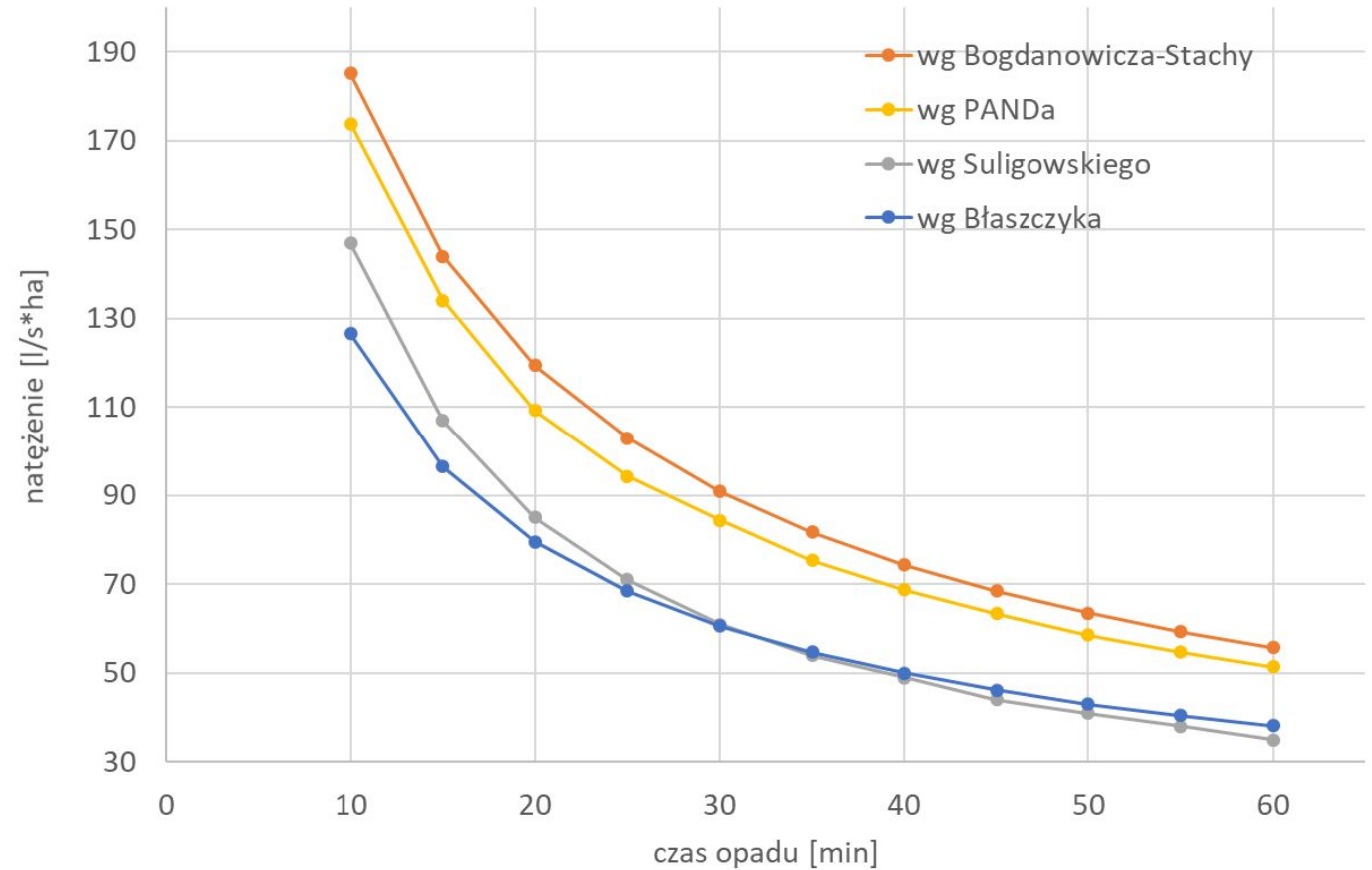
Change in temperature relative to 1850–1900 [°C]



Data from "Climate Change and Land" report made by Intergovernmental Panel on Climate Change

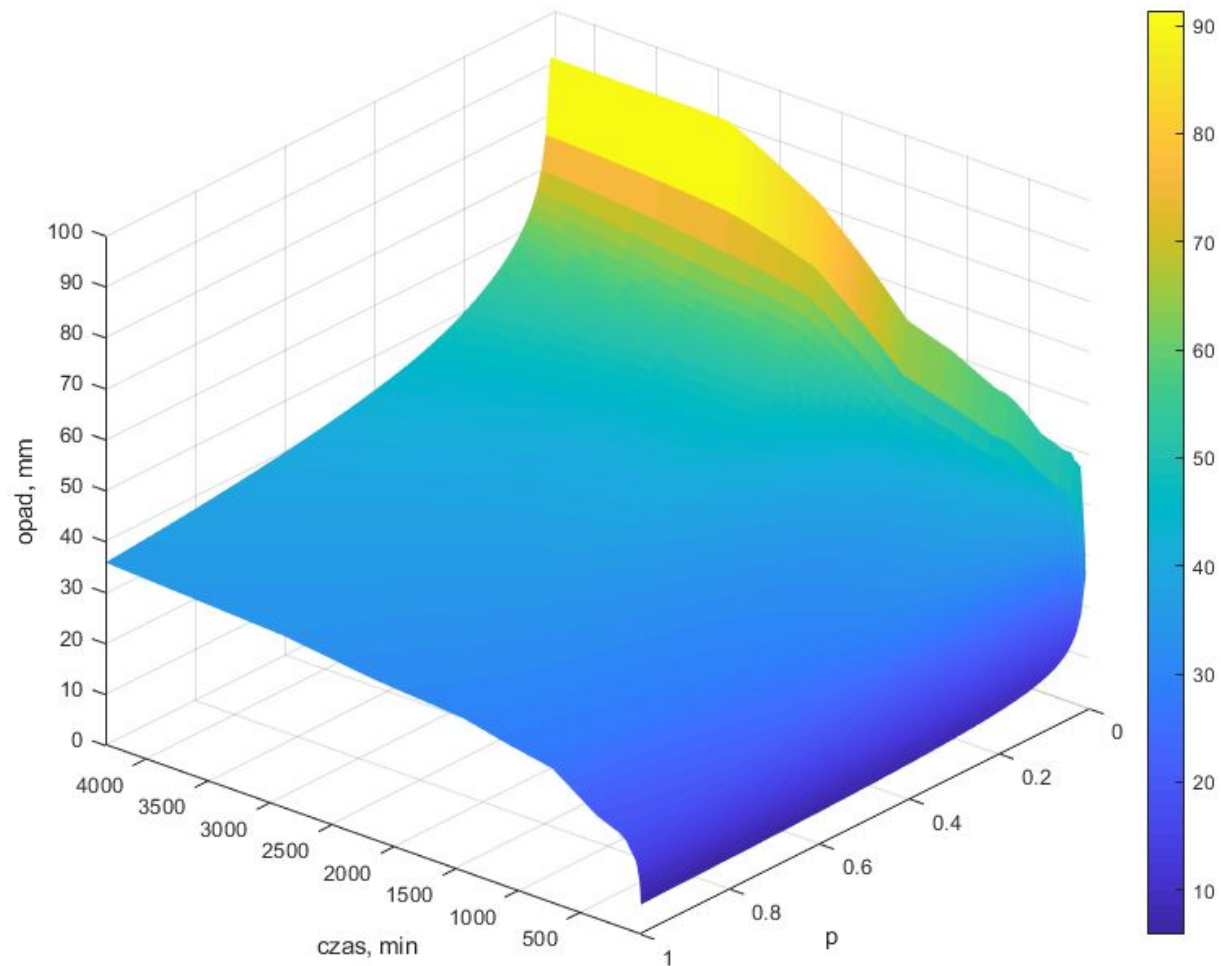
Modele opadów

Krzywe IDF
wg różnych modeli
opadowych dla $p=50\%$



KRZYWE DDF

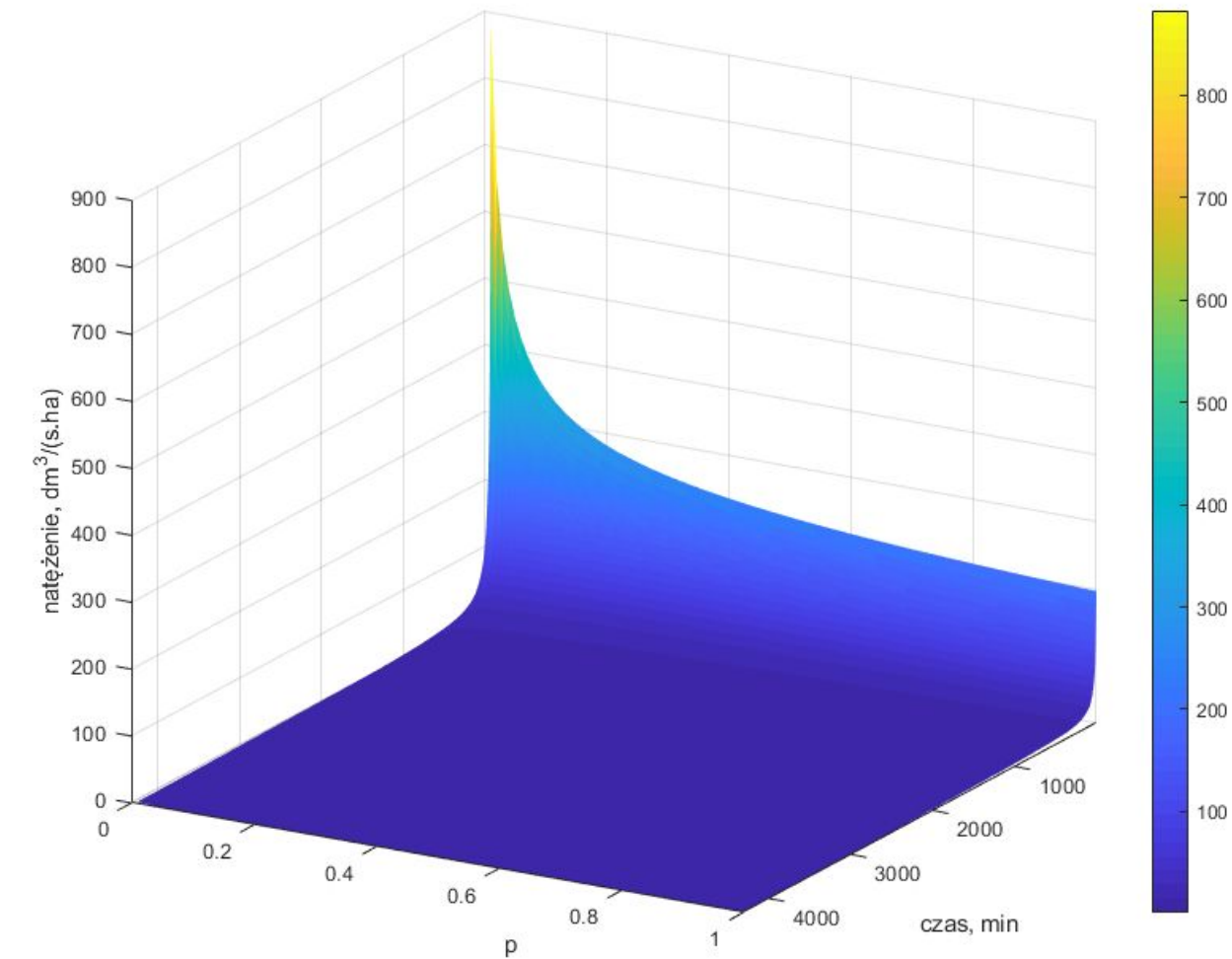
wielkość opadu
czas opadu
prawdopodobieństwo
przewyższenia



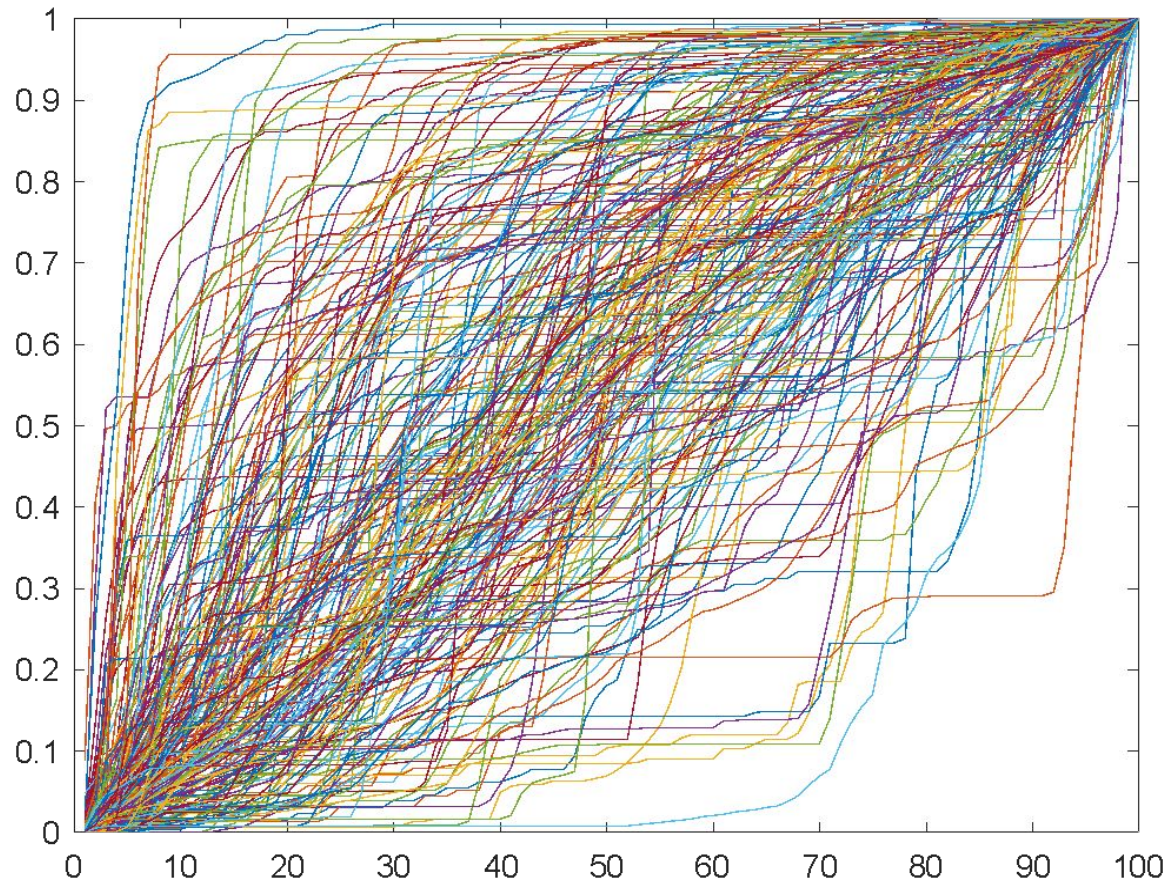
retencja.pl

KRZYWE IDF

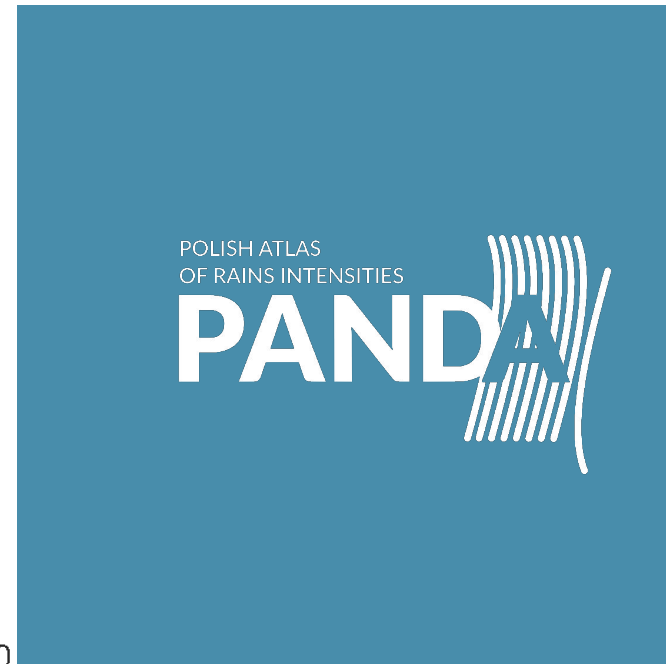
natężenie opadu
czas opadu
prawdopodobieństwo
przewyższenia



240 deszczy w Bydgoszczy



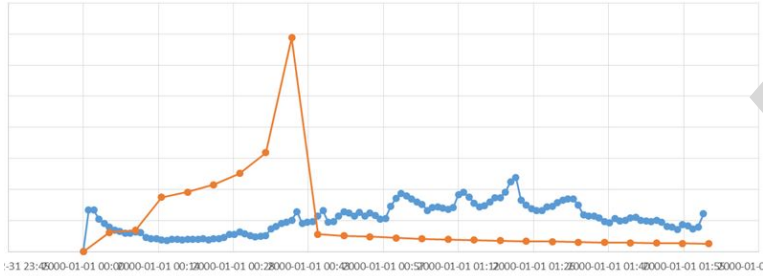
Bydgoszcz: 240 zdarzeń: „deszczy”
Y : 0 do 100% łączna wielkość opadu
X : 0 do 100% czas



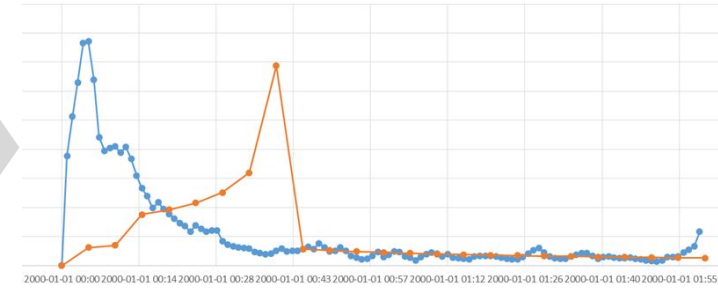
Źródło: prof. Paweł Licznar

Lokalne profile opadów dla Bydgoszczy

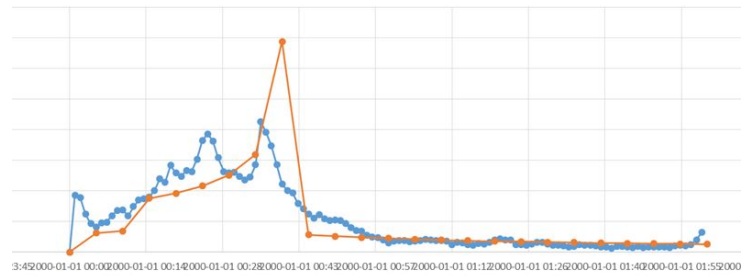
Profil deszczu / skupienie 1 / intensywności



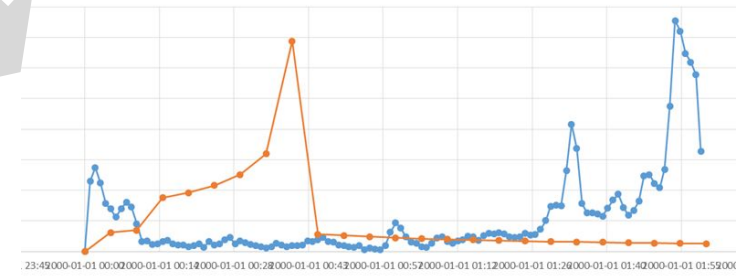
Profil deszczu / skupienie 5 / intensywności



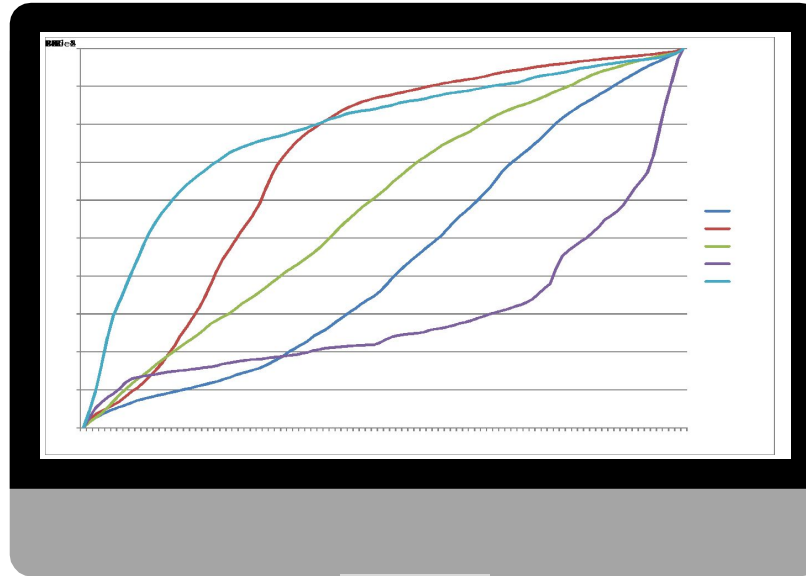
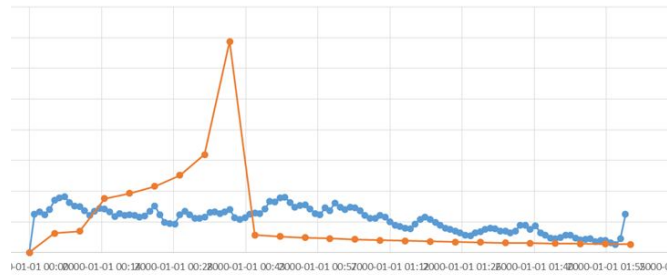
Profil deszczu / skupienie 2 / intensywności



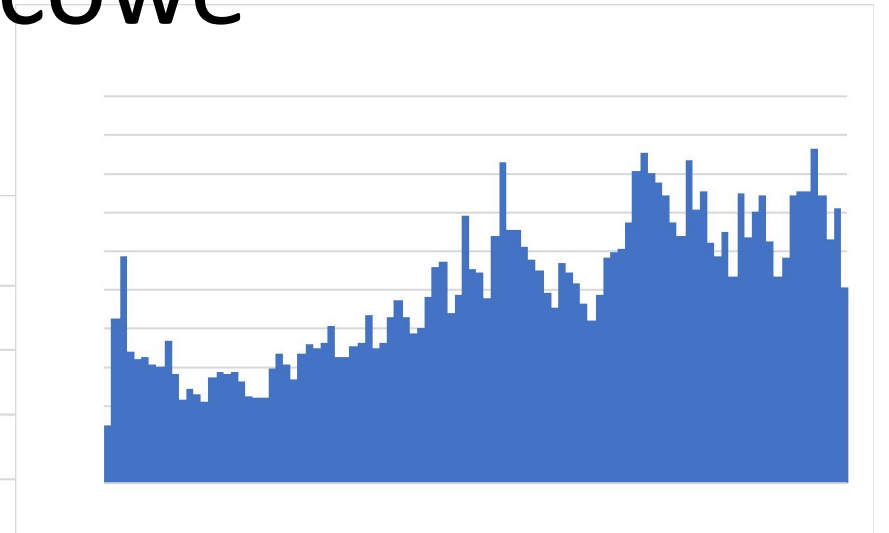
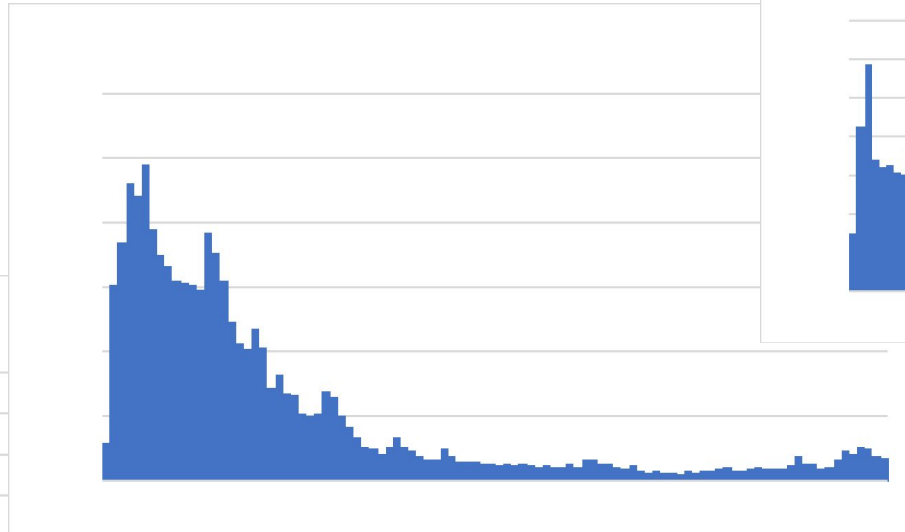
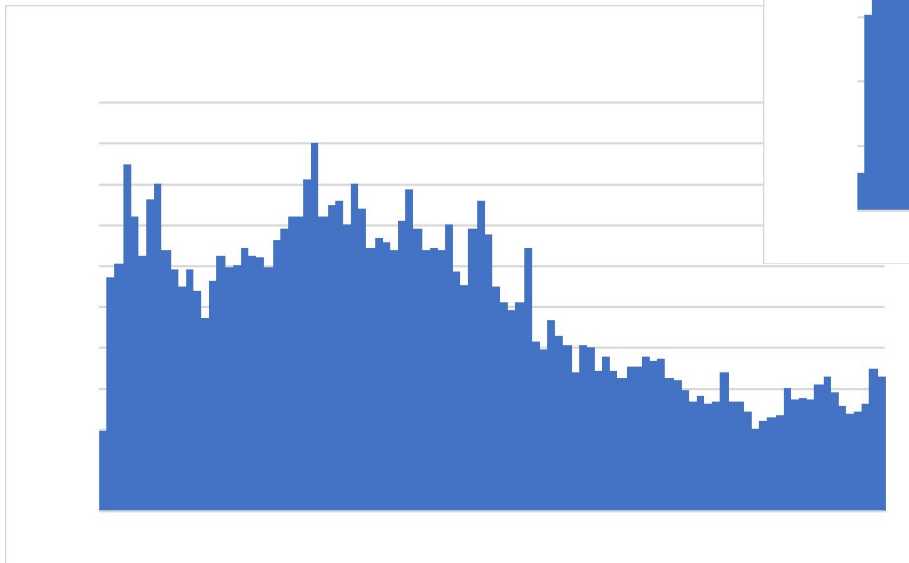
Profil deszczu / skupienie 4 / intensywności



Profil deszczu / skupienie 3 / intensywności



Hietogramy wzorcowe



POLSKI ATLAS
NATEŻEŃ DESZCZÓW

PANDA

Pierwsza w Polsce cyfrowa platforma natężeń deszczów miarodajnych



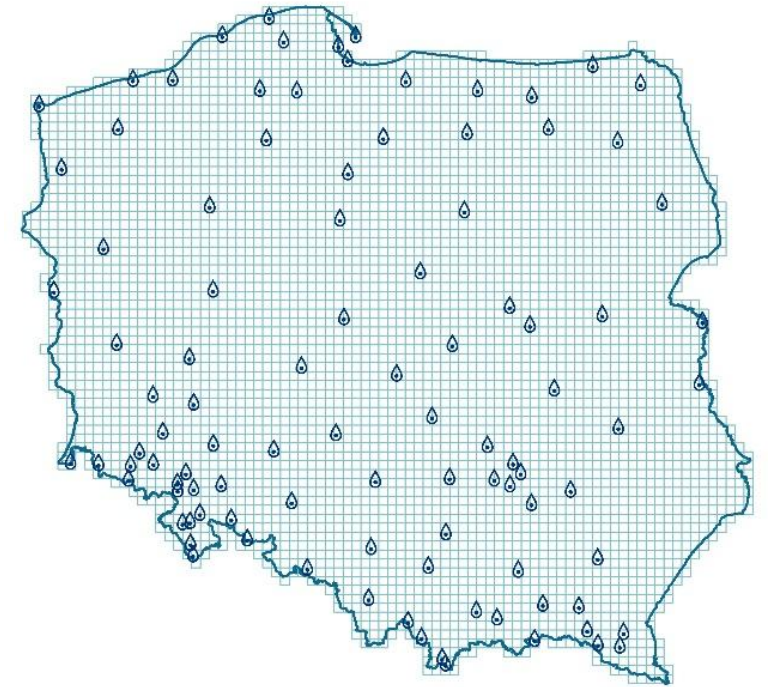
Fundusze
Europejskie
Inteligentny Rozwój

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego





Deszcze lokalne




POLSKI ATLAS
NATEŻEŃ DESZCZÓW



www.portal.atlaspanda.pl/login

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



POLSKI ATLAS
NATEŻEN DESZCZÓW
PANDA

Obejrzyj film

Dowiedz się czym jest PANDa
i jaki problem rozwiązuje!

Logowanie

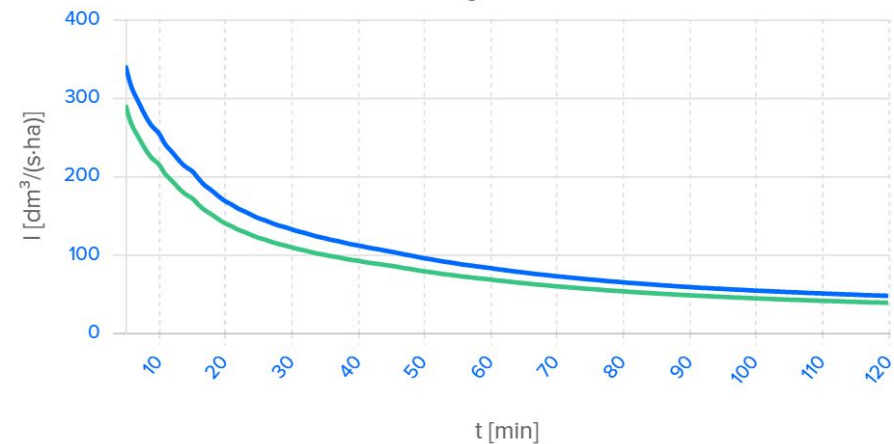
[Zapomniałeś hasła?](#)

ZALOGUJ

[Nie masz jeszcze konta? Zarejestruj się](#)



Nateżenie deszczu I dla różnych czasów trwania t wg modelu PANDa



Skala: liniowa logarymiczna

— p = 10% — p = 20%

Obszar wykresu



Czas (min)
15

5 min

4320 min

Nateżenie deszczu miarodajnego o czasie trwania 15 min dla wybranych prawdopodobieństw (wraz z przedziałem ufności)

10%

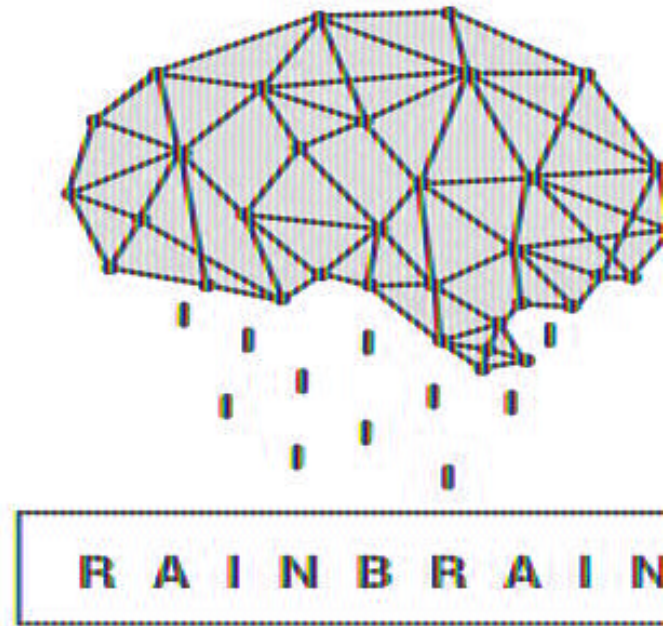
206.1 $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})$
(200.6 - 212.2)

20%

171.4 $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})$
(167.7 - 175.6)

Źródło danych o deszczach

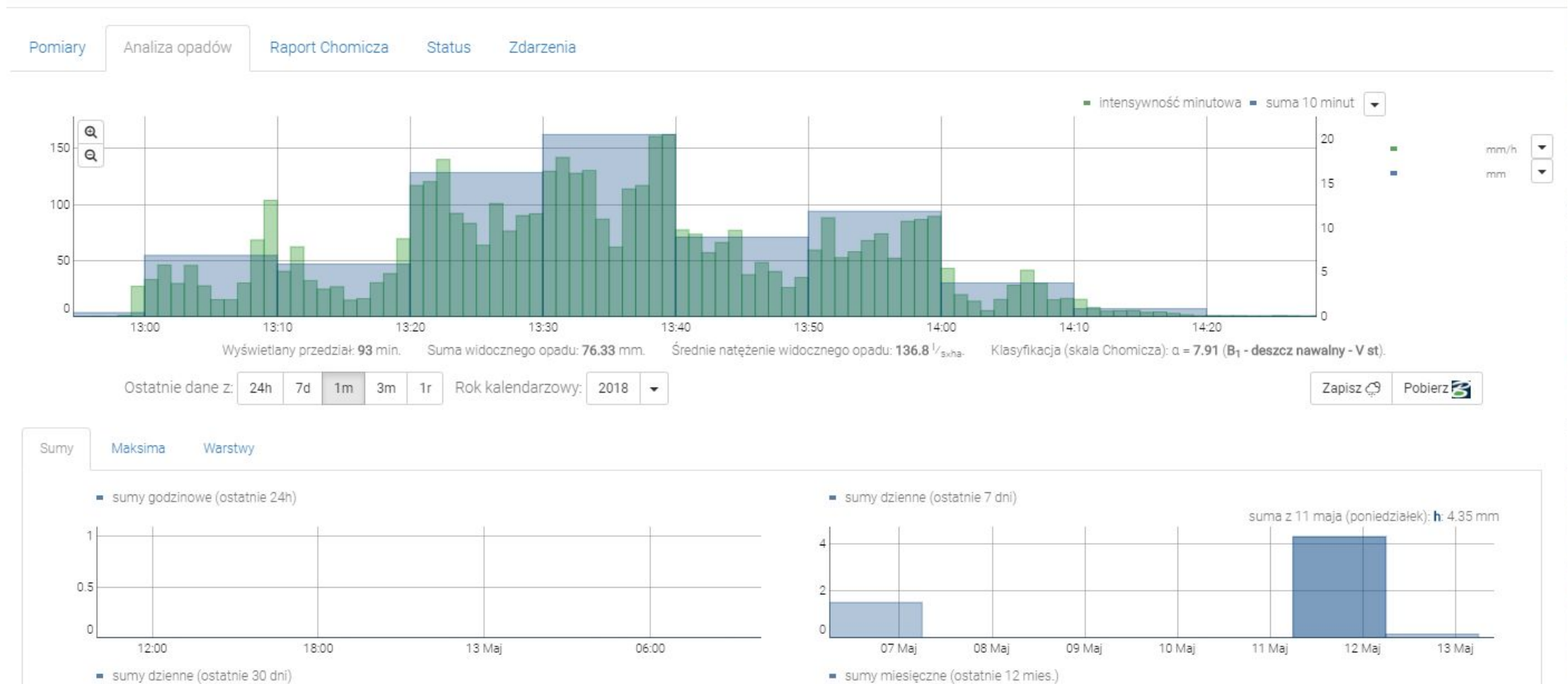
- Własny deszczomierz +
- Aplikacja RainBrain

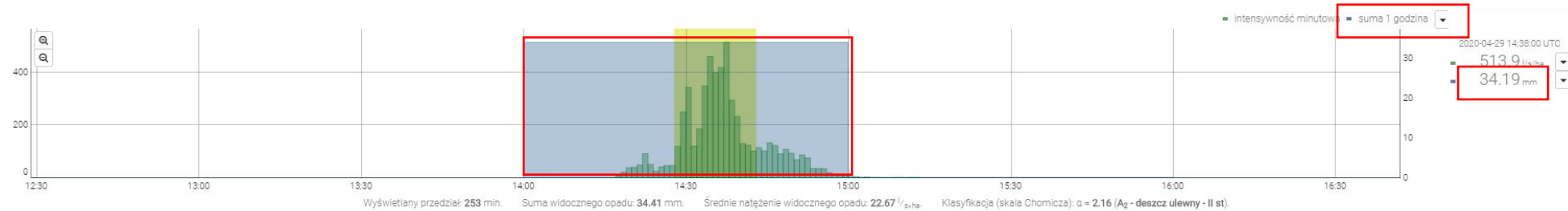


Dane z deszczomierza



Co jest ważne przy pomiarze opadu ?





Wyświetlany przedział: 253 min. Suma widocznego opadu: 34.41 mm. Średnie natężenie widocznego opadu: 22.67 l/s/ha. Klasyfikacja (skala Chomicza): $\alpha = 2.16$ (A_2 - deszcz ulewny - II st).
 Ostatnie dane z: 24h 7d 1m 3m 1r Rok kalendarzowy: 2019

Zapisz Pobierz

Sumy Maksima Warstwy

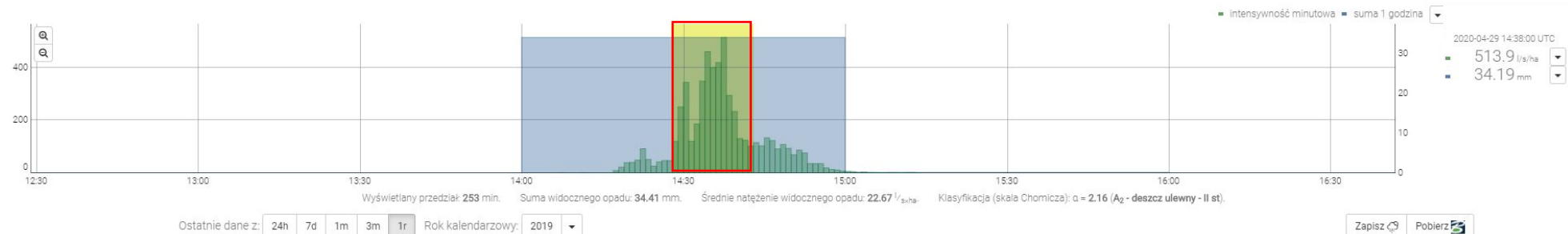
czas	Maksymalne średnie natężenie l/s/ha dla okresu (w min):									
	5	10	15	30	45	60	90	120	180	
Ostatnie 24 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ostatnie 7 dni	12.53	9.087	6.676	4.152	3.28	3.094	2.385	2.062	1.704	
Ostatnie 30 dni	428.1	333.7	269.9	176.2	126.7	95.45	63.72	47.79	31.86	
Ostatnie 90 dni	428.1	333.7	269.9	176.2	126.7	95.45	63.72	47.79	31.86	
Ostatnie 12 mies.	428.1	333.7	269.9	186.7	136.1	121.6	90.58	68.24	45.54	

Dane o małej rozdzielczości czasowej (np. 1h)

Suma 1 h
34,19 mm



Średnia intensywność
tylko 94,99 l/s/ha



czas	Maksymalne średnie natężenie I, l/s/ha dla okresu (w min):									
	5	10	15	30	45	60	90	120	180	
Ostatnie 24 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ostatnie 7 dni	12.53	9.087	6.676	4.152	3.28	3.094	2.385	2.062	1.704	
Ostatnie 30 dni	428.1	333.7	269.9	176.2	126.7	95.45	63.72	47.79	31.86	
Ostatnie 90 dni	428.1	333.7	269.9	176.2	126.7	95.45	63.72	47.79	31.86	
Ostatnie 12 mies.	428.1	333.7	269.9	186.7	136.1	121.6	90.58	68.24	45.54	

Dane o małej rozdzielczości czasowej (np. 1h)

Suma 1 h
34,19 mm

Średnia intensywność
tylko 94,99 l/s/ha

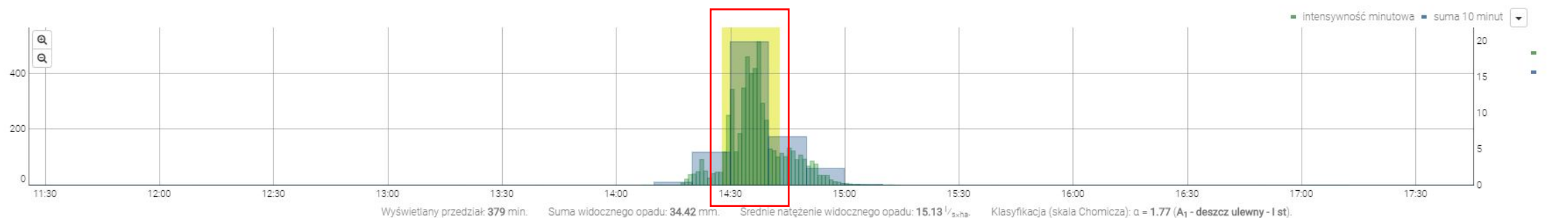
Dane o dużej rozdzielczości czasowej - 1 min

Zmierzona średnia
15 minutowa intensywność
269,9 l/s/ha

Rzeczywiste opady

Opad – Katowice 29.04.2020

Pomiary Analiza opadów Raport Chomicza Status Zdarzenia



Ostatnie dane z: 24h 7d 1m 3m 1r Rok kalendarzowy: 2020

Zapisz Pobierz

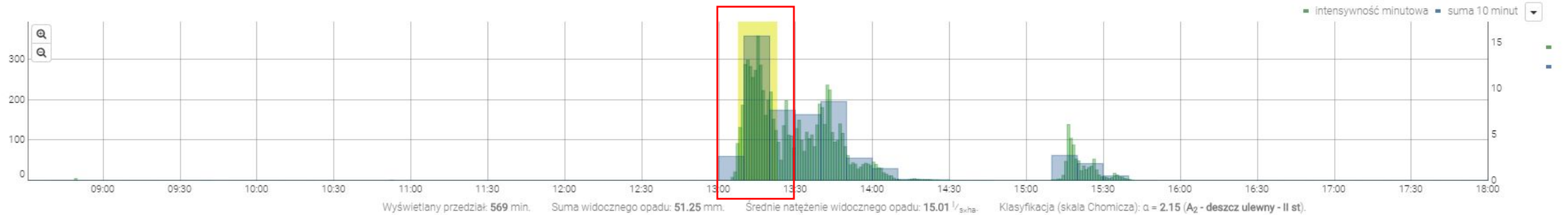
Sumy Maksima Warstwy

czas	Maksymalne średnie natężenie I, l/s/ha dla okresu (w min):								
	5	10	15	30	45	60	90	120	180
Cały rok 2020	428.1	333.7	269.9	176.2	126.7	95.45	63.72	47.79	31.86

Rzeczywiste opady

Opad – Katowice 27.07.2019

Pomiary Analiza opadów Raport Chomicza Status Zdarzenia



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

Zapisz Pobierz

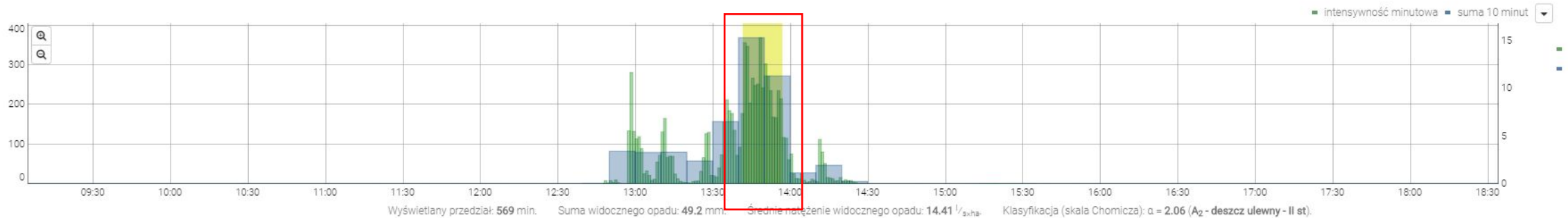
Sumy Maksima Warstwy

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	39.1
Styczeń	53.71	37.87	28.66	12.4	9.872	8.206	6.194	5.025	3.9	3.9

Rzeczywiste opady

Opad – Katowice 7.05.2018

Pomiary Analiza opadów Raport Chemiczna 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
Cały rok 2018	287.8	286.2	258.9	186.7	136.1	121.6	90.58	68.24	45.54
Styczeń	48.82	20.20	21.68	11.21	8.472	7.700	5.808	5.435	4.682

Powszechnie przyjmowane wartości vs. rzeczywistość

P=20% T=15 min

~ 135 l/s/ha

Powszechnie
przyjmowane
jako deszcz „5 letni”

≠

29.04.2020

269,6 l/s/ha

27.07.2019

229,4 l/s/ha

07.05.2018

258,9 l/s/ha

... a jeszcze w każdej dzielnicy pada inaczej



... a jeszcze w każdej dzielnicy pada inaczej



...a jeszcze w każdej dzielnicy pada inaczej



Co zaleca WR-D-71-1?

Co zaleca WR-D-71-1?

korzystanie z modeli opadowych

WIARYGODNYCH

AKTUALNYCH

LOKALNYCH

Co zaleca WR-D-71-1?

korzystanie z modeli opadowych

WIARYGODNYCH

AKTUALNYCH

LOKALNYCH

... bo rzetelne dane wejściowe to podstawa dobrego projektu !

