



**INSTYTUT METEOROLOGII I GOSPODARKI WODNEJ**

**Państwowy Instytut Badawczy**

# **SUSZE I OPADY MAKSYMALNE W POLSCE**



**Halina Lorenc**  
**CENTRUM MONITORINGU KLIMATU**

# SUSZE

Okresowe pojawianie się **susz** jest charakterystyczną cechą klimatu Polski. Z zapisków historycznych wynika, że zjawisko to (definiowane niejednolicie) wystąpiło:

w XIV wieku	-	20 razy
w XV wieku	-	25 razy
w XVI wieku	-	19 razy
w XVII wieku	-	24 razy
w XVIII wieku	-	22 razy
w XIX wieku	-	23 razy
w XX wieku	-	24 razy

**Zapisy historyczne w kronikach i annałach klasztornych oraz dokonane przez takich historyków, jak Jan Długosz, na temat groźnych zjawisk pogodowych wskazują, że zjawisko suszy (oczywiście definiowane niejednolicie) towarzyszyło historii Polski od początku jej istnienia. Przykłady opisów suszy na ziemiach polskich zaczerpnięte ze źródeł kronikarskich i historycznych [1] tak ją np. charakteryzują:**



ROK 1473 – rok ten pamiętny był dla całej Europy i dla Królestwa Polskiego nadzwyczajnymi słońca upały i suszą nieprzerwaną; pojawienie się bowiem komety zrządziło niesłychane skwary i brak wody, tak że źródła wszystkie powysychały i największe rzeki w Polsce można było w bród przebywać. Nie tylko pod Krakowem, Sandomierzem, Warszawą, Płockiem i Toruniem Wisła była tak płytka, że można ją było przejechać. Palily się we wszystkich stronach lasy, bory, krzewy i zarośla ogniem niewstrzymanem, który nie dał się ugasić, póki wszystkiej drzewiny z korzeniami nie strawił. Słychać było wszędy trzask i łomot padających drzew. Pasieki i barcie także w lasach pogorzały, a zasiewy zbytnia susza powypalała.

ROK 1535 – w czasie wielkiego głodu na skutek suszy ludność żywiła się chlebem z liści dębowych i starych strzech,

ROK 1683 - w obawie przed klęską głodu spowodowanego suszą, Jan III Sobieski wydaje zakaz wywozu zboża z Polski,

ROK 1686 r - długotrwałe susze w Mołdawii i na Wołochach były przyczyną przerwania wyprawy króla do Mołdawii, której celem było osadzenie na tronie hospodara Mołdawii – syna Jakuba.

Analiza materiałów historycznych (różnych i rzecz jasna niejednorodnych) od XIV do XX wieku pozwala stwierdzić, że susza pojawiała się w tych wiekach na obszarze ziem polskich **średnio co 4 - 5 lat**, przy czym już wówczas występowała w kilkuletnich cyklach – **kilka lat pod rząd**.

**Przyczyny utrzymywania się serii lat suchych** obserwowane również współcześnie są trudne do określenia. Wstępne studia wskazują, że należy dopatrywać się **raczej przyczyn naturalnych**, do których można zaliczyć występowanie tzw. **epok cyrkulacyjnych** z którymi związana jest wzmożona lub osłabiona częstość pojawiania się typów cyrkulacji sprzyjających tworzeniu się i rozwojowi susz ( okresy bardziej i mniej suche).

Natomiast **na częstość** ich pojawiania się wpływ może wywierać również ocieplanie się klimatu.

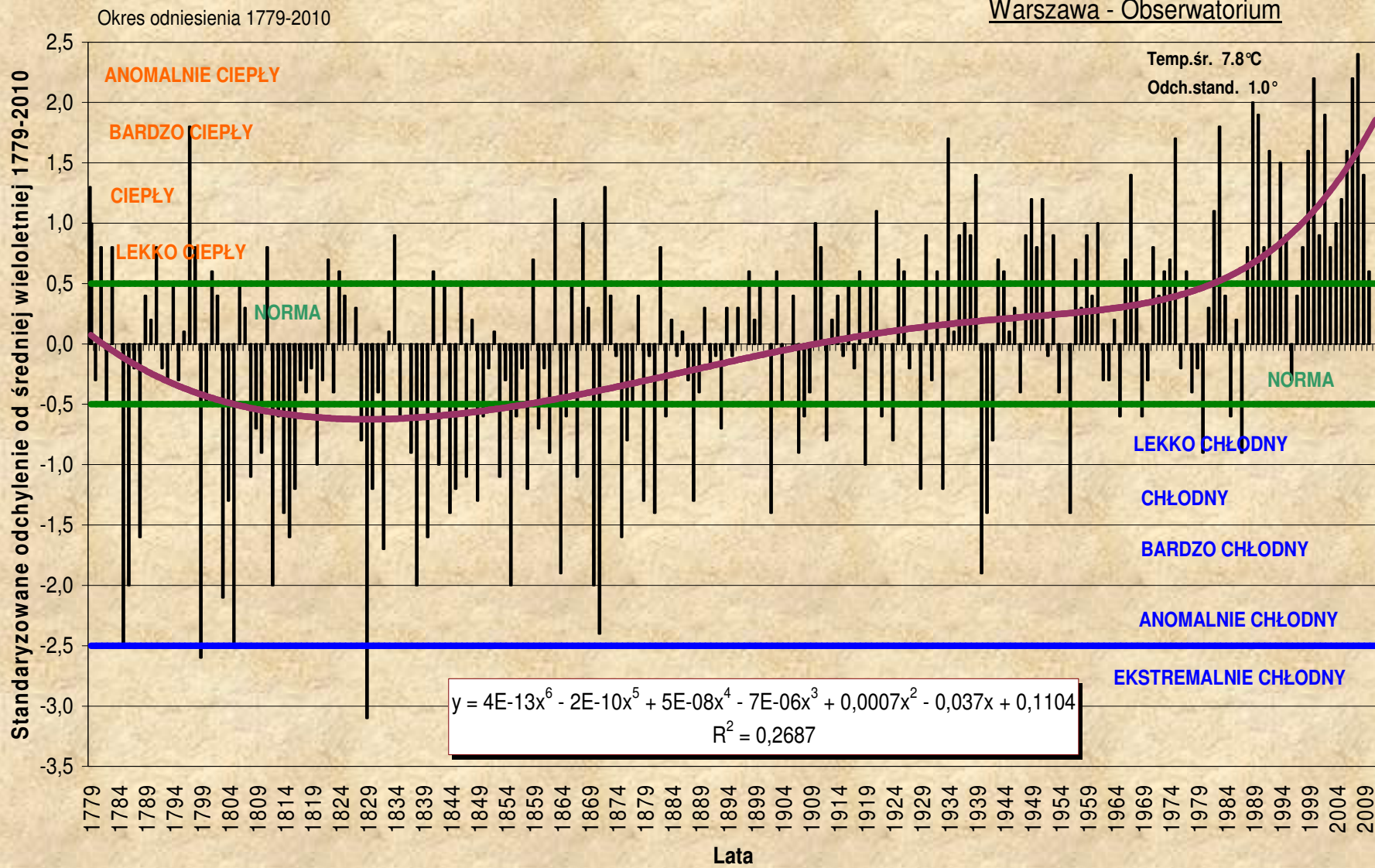


**Mimo, że klimat oscyluje w sposób naturalny w pewnym zakresie wartości danego elementu klimatu w danej strefie klimatycznej, musimy jednak przyjąć do wiadomości fakt, że :**

**ocieplenie klimatu jest udowodnionym procesem, którego następstwem, oprócz wzrostu temperatury w skalach od lokalnej do globalnej jest wzrost częstości i intensywności występowania zjawisk ekstremalnych na świecie, również w naszym kraju oraz gwałtowna dynamika następujących po sobie typów pogód.**

# Ocena termiczna roku za okres 1779 - 2010 (wg klasyfikacji H. Lorenc)

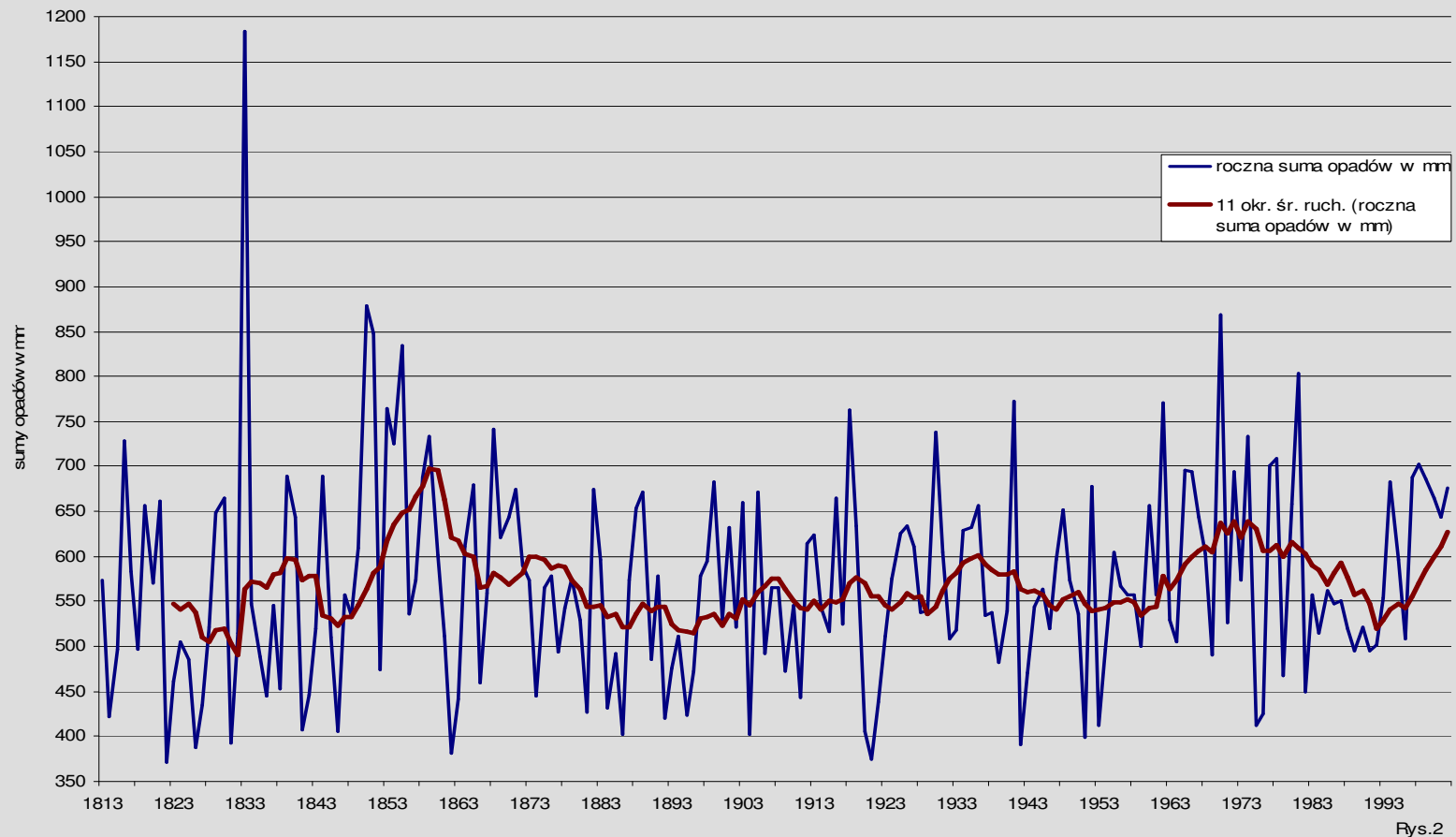
Warszawa - Obserwatorium



źródło: dane IMGW-PIB



ZMIENNOŚĆ WIELOLETNICH SUM OPADÓW W mm  
Warszawa-Observatorium Astronomiczne



Wyrównująca krzywa ruchoma 11-letnia niedwuznacznie wykazuje pewną quaziokresowość, czy też „epoki” bardziej suche lub bardziej wilgotne w uwzględnionym 190-leciu.

# SUSZE WSPÓŁCZESNE

## **Stadia rozwoju suszy**

**Prawie każda susza posiada pewien cykl rozwoju polegający na stopniowym zwiększaniu się ujemnego bilansu wodnego, czyli powiększaniu się różnicy pomiędzy zasobami wodnymi jakiegoś obszaru a ich stratami. Poprzedza ją brak lub bardzo małe opady deszczu powodujące zmniejszanie się nie tylko zapasów wody hydrosfery ale również zawartości pary wodnej w atmosferze. Stan ten jest określany, jako **susza atmosferyczna.****



## Stadia rozwoju suszy

Jeśli okres niedoborów opadów zbiegnie się z upałami i dodatkowo wzmożonymi prędkościami wiatru, wówczas wzrasta intensywność parowania, zaznacza się coraz dotkliwsze przesychnanie powierzchniowych, a następnie w wyniku transpiracji roślin, głębszych warstw gleby, powodując wzrost natężenia suszy. Stan ten powoduje, że susza przeradza się w **suszę glebową** (rolniczą).

Przedłużający się w dalszym ciągu okres trwania niedoborów opadów może spowodować straty w zapasach wody w głębszych warstwach gleby i doprowadzić do **suszy hydrologicznej** (zmniejszenie odpływu wód gruntowych do wód powierzchniowych i zmniejszenie przepływu wody w rzekach).

(Bobiński, Meyer, Słota, Żelaziński, Mierkiewicz, Sasim, Stachy, Przedpeńska, Tomaszewska)

**Pierwsze symptomy suszy letniej** pojawiają się już w okresie zimy i wczesną wiosną. Symptodem tym są utrzymujące się i zalegające przez dłuższe okresy prawie suche, **bezopadowe antycyklony** z niską temperaturą powietrza i często brakiem wcześniej utworzonej pokrywy śnieżnej. W takich sytuacjach nie ma procesu nagromadzenia się wilgoci w okresie zimy, jako rezerw wodnych w czasie utrzymywania się suszy letniej. Układy te blokują strefowy ruch atmosfery – utrudniają zachodni spływ wilgotnego i cieplejszego powietrza znad Atlantyku .

**W okresie wiosny, lata i wczesnej jesieni** okresy suszy związane są w zasadzie z podobnymi układami cyrkulacyjnymi co w zimie z tą jedynie różnicą, że w tym okresie roku na pogodę półkuli północnej, Europy i Polski decydujący wpływ wywiera oczywiście zmiana pozycji astronomicznej Ziemi, a tym samym rozkład wartości temperatury powietrza i rodzaju opadów oraz letni rozkład głównych układów barycznych.



Jak wykazuje analiza meteorologiczna lat suchych okresu **1951-2011**, długotrwałość antycyklonalnych typów cyrkulacji oscylowała w granicach maksymalnych czasów ich zalegania tj. **7 do 27 dni bez przerwy**.

Studia te wykazały także, że **na przestrzeni ostatnich 30** lat nastąpiło przeorientowanie na obszarze Europy Środkowej, nie tylko zresztą w okresie lata, układów cyrkulacyjnych. Nastąpił spadek udziału cyrkulacji ze strumieniem zachodnim, natomiast wzrost występowania układów blokujących (wyżowych), które sprzyjają utworzeniu się południkowego przepływu mas powietrza przez obszar Europy i uniemożliwiają cyrkulację zachodnią.

Opracowano „**Katalog występowania susz w Polsce w okresie 1951 - 2011**” który zawiera informacje o:

- **częstości pojawiania się suszy,**
- **cyklach jej występowania,**
- **przebiegu w skali roku i miesięcy w których się utrzymywała.**

**Katalog ten ma także na celu wskazanie, że pojawienie się suszy w klasycznej postaci w okresie ciepłej pory roku, swoje symptomy, jak wcześniej powiedziano „zapowiada” dużo wcześniej tj. w miesiącach zimowych lub wczesno - wiosennych. Znaczne i długotrwałe niedobory opadów obserwowane szczególnie podczas ostatnich 15-20 bezśnieżnych zim powodują obniżanie się zwierciadła wód podziemnych i stwarzają potencjalne zagrożenie do powstania suszy.**

# SUSZE W POLSCE

KATALOG WYSTĘPOWANIA SUSZ W POLSCE

H.Lorenc

LATA	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1951												
1952												
1953												
1954												
1955												
1956												
1957												
1958												
1959												
1960												
1961												
1962												
1963												
1964												
1965												
1966												
1967												
1968												
1969												
1970												
1971												
1972												
1973												
1974												
1975												
1976												
1977												
1978												
1979												
1980												
1981												
1982												
1983												
1984												
1985												
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												

» w okresie 1951-1981 (30 lat) – okresów posusznych było 6, (co 5 lat susza);

» w okresie 1982–2011 (29 lat) - lat posusznych było 18, (co 2 lata susza);

» susze występują w cyklach – po kilka lat pod rząd

» od roku 1982 obserwujemy permanentne letnie susze, jedynie z dwoma 4 – 5 letnimi okresami, w których susze nie wystąpiły na większym obszarze kraju



**Fazy rozwoju suszy glebowej** charakteryzuje kompleks wskaźników agrometeorologicznych. W wyniku badań poświęconych stadiom rozwoju suszy i jej negatywnych skutków dla rolnictwa, sadownictwa, leśnictwa określono charakterystykę warunków agrometeorologicznych wyróżniających **cztery fazy rozwoju suszy glebowej:**

- 1. brak** objawów suszy
- 2. susza** – utrudniony dostęp roślin do wody, a tym samym utrudniony ich wzrost i rozwój.
- 3. susza silna** – rośliny więdną w ciągu dnia, w nocy odzyskują turgor,
- 4. susza głęboka** – rośliny więdną trwale i w konsekwencji zasychają.

## OPRACOWANO:

UPROSZCZONE, CZTEROSTOPNIOWE KRYTERIUM OCENY SUSZY GLEBOWEJ KLASYFIKUJĄCE DANY OBSZAR POD WZGLĘDEM JEJ NASILENIA.

KRYTERIUM TEGO STADIUM SUSZY JEST OPARTE GŁÓWNIEM NA WSKAŹNIKACH METEOROLOGICZNYCH:

- 1. Brak objawów suszy.**
- 2. Susza** – występuje wówczas, gdy co najmniej przez okres kolejnych 20 dni niedobory opadu stanowią mniej niż 75 % normy, a wśród nich w ciągu jednej dekady opady stanowią jedynie  $\leq 25$  % normy, temperatura średnia dobowa utrzymuje się w tym czasie co najmniej o  $1.0^{\circ} \text{C}$  ponad normę, czas trwania godzin ze Słońcem stanowi  $> 110$  % normy.

**3. Susza silna** – występuje wówczas, gdy co najmniej przez okres 4 kolejnych dekad niedobory opadu stanowią mniej niż 75 % normy na tych samych obszarach, a przez 20 dni stanowią jedynie  $\leq 25\%$  normy, temperatura średnia dobową utrzymuje się w tym czasie co najmniej o  $1^{\circ}\text{C}$  ponad normę, a maksymalna dobowa w ciągu 10 dni  $> 25^{\circ}\text{C}$ , czas trwania godzin ze Słońcem w miesiącu stanowi 120 % normy.

**4. Susza głęboka** – występuje wówczas, gdy co najmniej przez 6 kolejnych dekad niedobory opadu stanowią mniej niż 75 % normy na tych samych obszarach, a wśród nich przez 3 dekady stanowią jedynie  $\leq 25\%$  normy, temperatura średnia dobową utrzymuje się w tym czasie co najmniej o  $1^{\circ}\text{C}$  ponad normę, a maksymalna dobowa  $> 25^{\circ}\text{C}$ , a czas trwania godzin ze Słońcem w miesiącu stanowi  $> 120\%$  normy.



**OBECNA SUSZA 2011R, KTÓRA TRWA DALEJ =**  
w początkowej fazie jej powstawania (koniec sierpnia) spełniała przyjęte kryteria, które jednak nie miały już zastosowania do dalszego cyklu jej trwania.








Sytuacja meteorologiczna - utrzymujące się gigantyczne wyże nad Europą Środkową i Polską z wysoką temperaturą powietrza w dzień i przymrozkami w nocy, która była jej bezpośrednią przyczyną - zmusi nas prawdopodobnie do określenia nowego kryterium OCENY tego typu suszy.

**Opadowa klasyfikacja listopada w Polsce na podstawie wybranych stacji meteorologicznych w okresie 1966 - 2011** wg klasyfikacji Z. Kaczorowskiej

Lata	Łeba	Szczecin	Wrocław	Poznań	Wa - wa	Olsztyn	Suwałki	Białystok	Włodawa	Rzeszów	Kielce	Bielsko	Katowice	Kraków
1966	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1967	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1968	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1969	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1970	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1971	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1972	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1973	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1974	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1975	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1976	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1977	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1978	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1979	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1980	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1981	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1982	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1983	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1984	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1985	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1986	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1987	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1988	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1989	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1990	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1991	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1992	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1993	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1994	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1995	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1996	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1997	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1998	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1999	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2000	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2001	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2002	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2003	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2004	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2005	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2006	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2007	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2008	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2009	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2010	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2011	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>norm.</b>	<b>58,2</b>	<b>39,7</b>	<b>36,8</b>	<b>32,8</b>	<b>36,6</b>	<b>48,7</b>	<b>45,6</b>	<b>39,5</b>	<b>32,7</b>	<b>35,1</b>	<b>40,0</b>	<b>57,1</b>	<b>48,6</b>	<b>40,3</b>
<b>2011</b>	<b>6,9</b>	<b>1,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>	<b>11,6</b>	<b>20,6</b>	<b>9,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>

Norma 1971-2000

**SKALA KLASYFIKACJI OPADOWEJ**

1		skrajnie sucho	% normy < 50
2		bardzo sucho	50-74
3		sucho	75-89
4		norma	90-110
5		wilgotno	111-125
6		bardzo wilgotno	126-150
7		skrajnie wilgotno	> 150

źródło: dane IMGW-PIB

**W okresie analizowanych 60 lat, największe susze, obejmujące większą część kraju (co najmniej 75% powierzchni obszaru kraju) odnotowano w latach: 1951, 1959, 1969, 1982, 1983, 1984, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994, 2000, 2002, 2003, 2005, 2006 i obecna susza od września do 25 listopada 2011 r czeka na ostateczną ocenę.**

**Za najbardziej katastrofalne w tym okresie uznaje się susze w roku: 1951, 1969, 1982, 1992, 1994, suszę 2006 i prawdopodobnie obecną w roku 2011.**

**Kryterium:** katastrofalna susza – stan warunków atmosferyczno-glebowo- hydrologicznych w okresie którego susza osiągnęła wszystkie trzy stadia rozwoju doprowadzając do obniżenia się stanu wód gruntowych co najmniej o 0,5 m w stosunku do średniej wieloletniej.



**Niedobór opadów determinujący wystąpienie suszy atmosferycznej, może w określonych warunkach, głównie przy braku opadów przerywających suszę i dostatecznych zasobów retencyjnych, po okresie suszy atmosferycznej i glebowej (gruntowej), wywoływać**

**opóźnioną suszę hydrologiczną,**

**której efektem jest tzw.**

**niżówka hydrologiczna**

**Niżówka** jest okresem występowania niskiego stanu wody i przepływu w rzekach, a rzeki zasilane są prawie wyłącznie wodami podziemnymi.

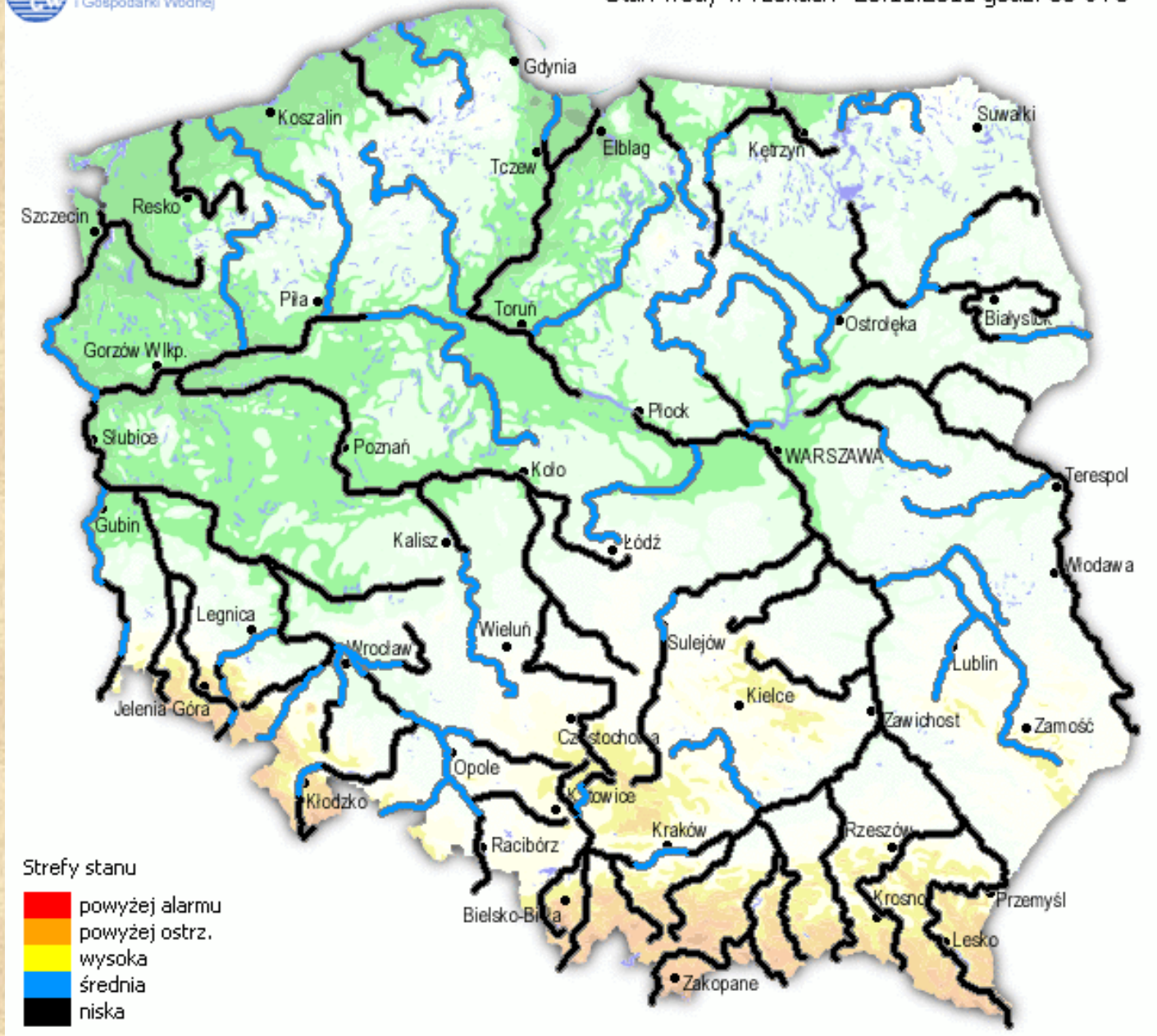
Dla zidentyfikowania takiego okresu przyjmuje się pewien arbitralnie założony poziom (wartość przepływu), poniżej którego przepływy uznawane są za niżówkowe.

Zgodnie z kryterium hydrologicznym, jako przepływ graniczny przyjmuje się zazwyczaj przepływ średni niski z wielolecia (ozn. SNQ).

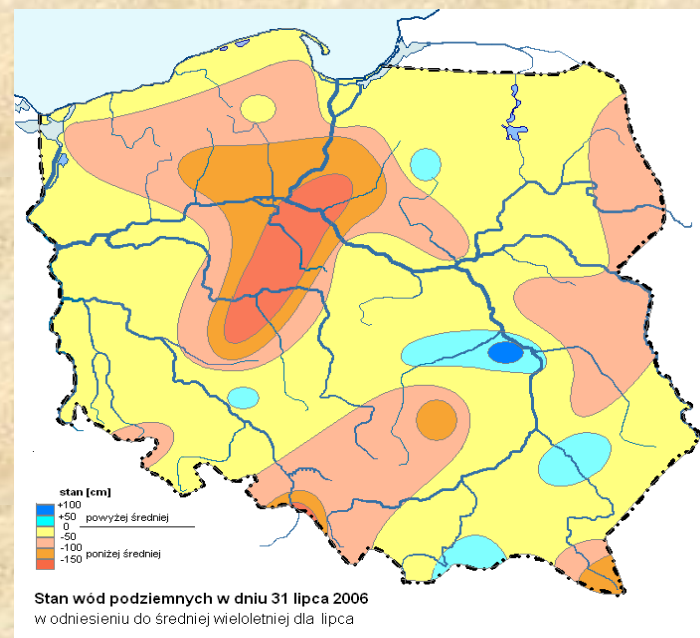
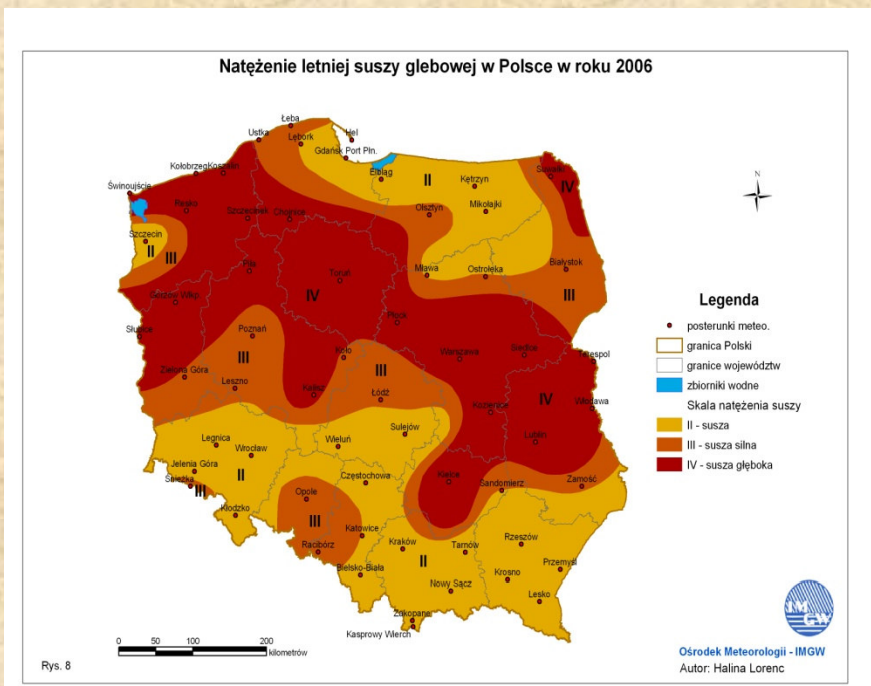
**O ile susza atmosferyczna i glebowa zanika stosunkowo szybko, po niewielkich nawet opadach, susza hydrologiczna trwa zwykle bardzo długo i może obejmować kilka sezonów hydrologicznych, a proces odbudowy zasobów wodnych wymaga obfitych i długotrwałych opadów deszczu lub śniegu**



# **AKTUALNA SYTUACJA NA RZEKACH POLSKI**



# Natężenie letniej suszy w Polsce w 2006 roku



Zgodnie z przyjętą klasyfikacją zostały spełnione warunki, by stan suszy trwający od połowy czerwca do 30 lipca 2006 roku ocenić, jako silną suszę atmosferyczną, suszę, silną suszę i głęboką suszę glebową oraz zaznaczającą się suszę hydrologiczną, objawiającą się zarówno obniżeniem poziomu wód płynących, jak i poziomu wód podziemnych w zależności od rejonu kraju od 50 do ponad 150 cm.



## Wnioski i konkluzje

1. Przeprowadzane studia oceny suszy oraz szerokie tło charakteryzujące to ekstremalne zjawisko pogodowe upoważnia do wyrażenia opinii, że powtarzające się coraz częściej, okresowo występujące niedobory (w skrajnych przypadkach susze) lub nadmiary opadów ( w skrajnych przypadkach wezbrania powodziowe) – **to współcześnie zaznaczająca się cecha klimatu Polski.**

**2.** Tendencja pojawiania się susz w ostatnim 30 – leciu wykazuje, że statystycznie może się ona pojawiać co 2-3 lata. Praktycznie, jak wykazano, susze w Polsce pojawiają się w cyklach kilkuletnich.

Aby z tego powodu ponieść najmniejsze straty ekonomiczne i społeczne, fakt ten musi być uwzględniony w strategiach gospodarczych kraju. Należy przy tym rozróżnić **działania doraźne** – podejmowane w trybie operacyjnym, gdy występują ostre deficyty wody i przedsięwzięcia **długofalowe** – podejmowane profilaktycznie celem ograniczenia strat na skutek głębokości i częstości występowania deficytów wody

**3.** Powinno zwrócić się również uwagę na zaznaczającą się tendencję wyraźnej zmiany struktury opadów w Polsce. Występują wydłużające się okresy bezopadowe, po których następują opady o charakterze ulew powodując lokalne podtopienia, niszcząc uprawy rolne, powodując rozliczne szkody.

**4.** W okresie suszy, istotnego znaczenia nabierają zatem „**nadwyżki opadowe**” zgromadzone podczas deszczu w małych i dużych zbiornikach retencyjnych.



**5. Jedynym sposobem ochrony przed skutkami społecznymi, ekonomicznymi i ekologicznymi suszy jest racjonalna gospodarka posiadanymi zasobami wodnymi poprzez:**

- utworzenie systemu gromadzenia nadmiaru wód podczas deszczu i umożliwienie wykorzystania zretencjonowanych zasobów do nawodnień , gdy pojawi się deficyt wody w glebie – nawadnianie przez deszczownie (co oczywiście wymaga jako inwestycji – zbiorników retencyjnych),**
- rozwijanie różnych form „małej retencji” – stawy, spiętrzenia małych rzek, nawet rowy melioracyjne.**

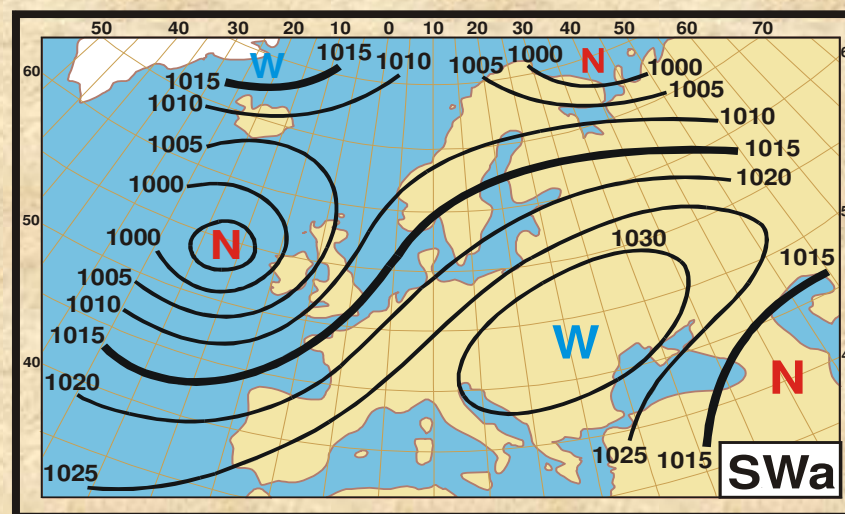
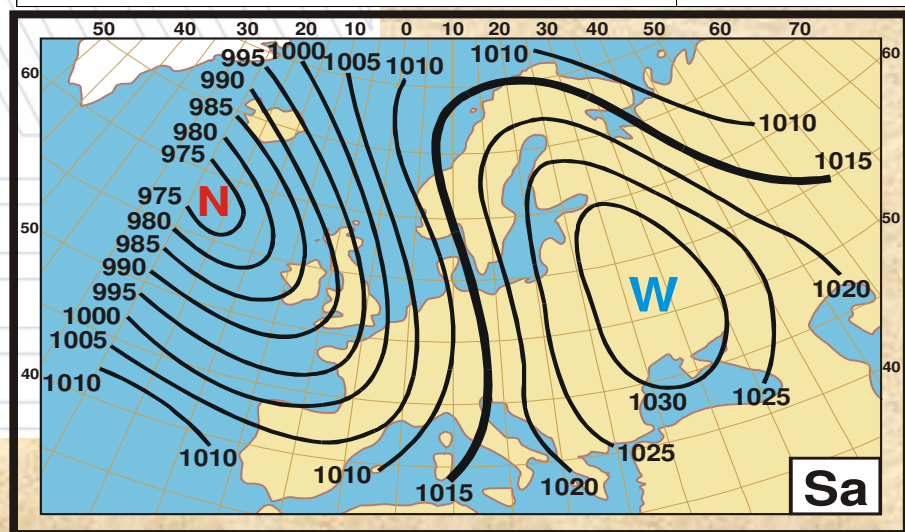
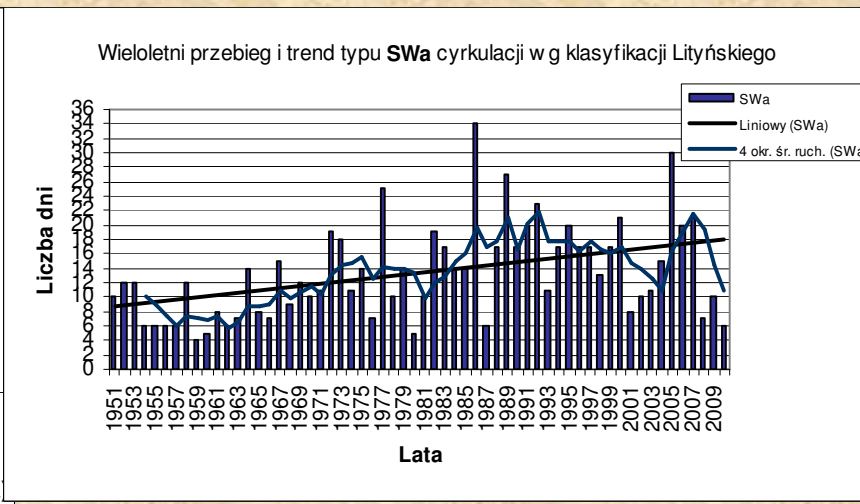
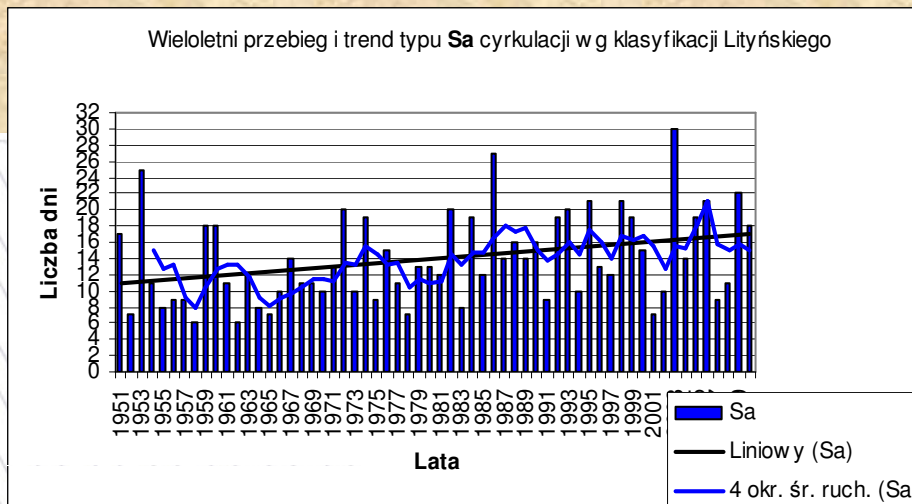
- **woda nie może być dobrem bezpłatnym,**
- **gospodarowanie zasobami wodnymi powinno być zdecentralizowane,**
- **opracowanie dla społeczeństwa i gospodarki jasnych przepisów prawnych i ich akceptacja, jako sposobu na istotne podniesienie standardu życia w sytuacjach kryzysowych**
- **wprowadzanie obiegów zamkniętych w przemyśle - technologie wodnooszczędne.**

**Działania takie muszą  
być rozpoczęte już,  
natychmiast !!**

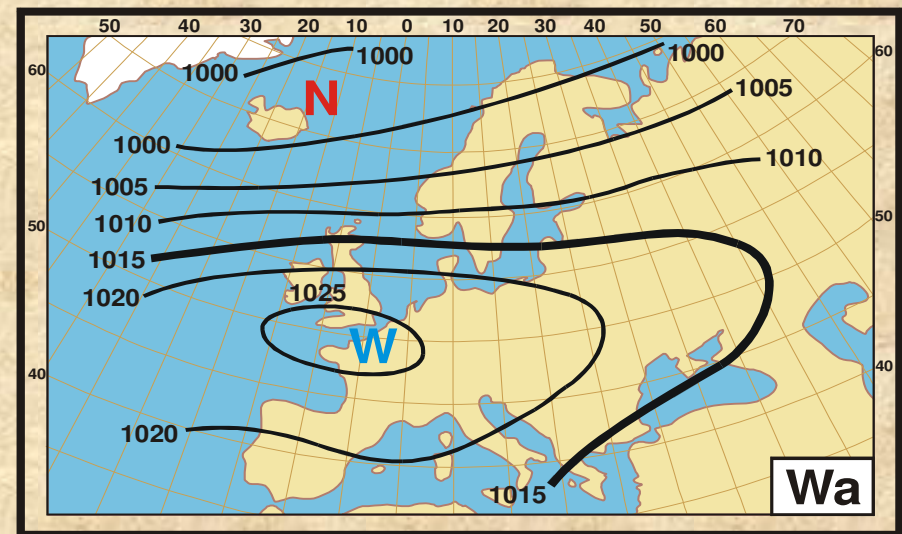
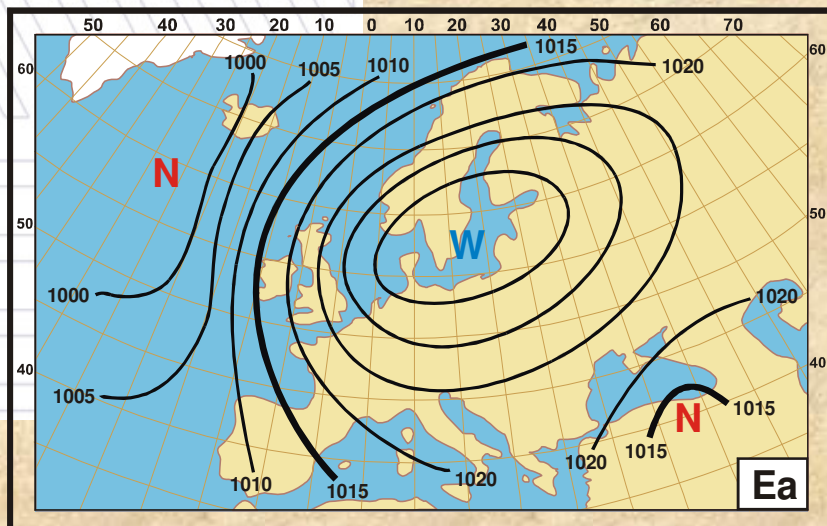
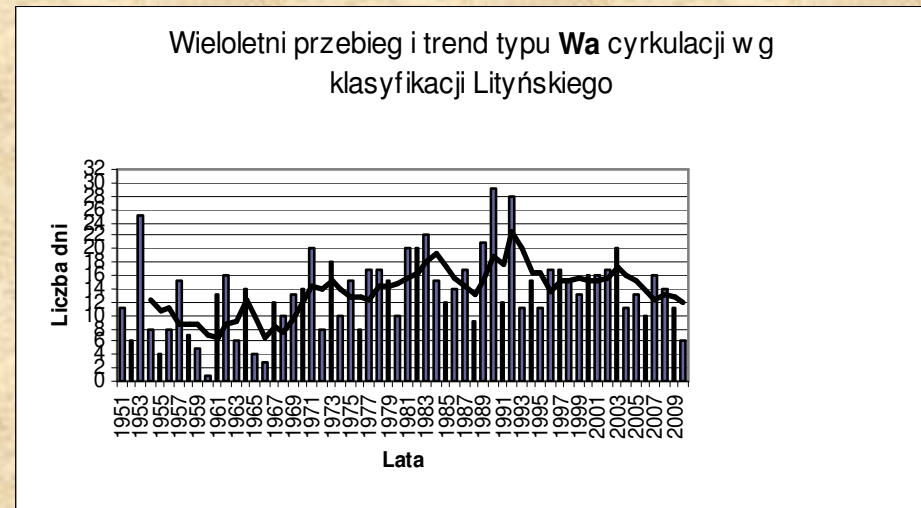
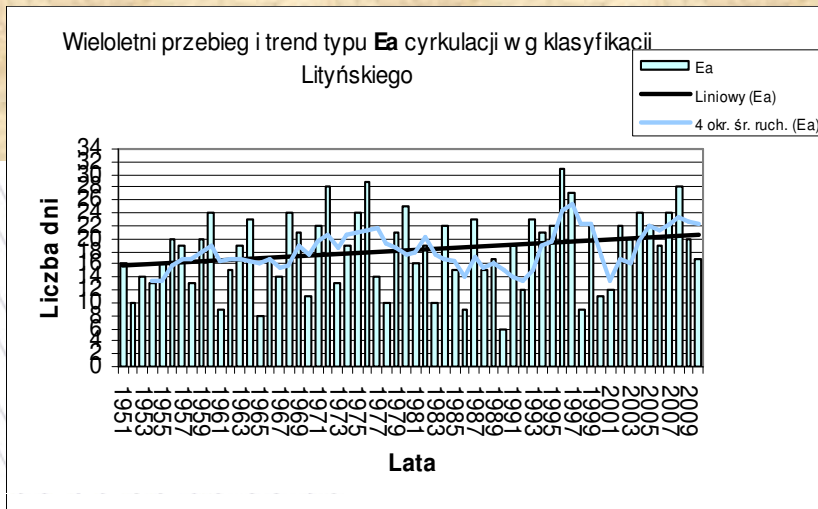
**JAKIE BOWIEM SĄ PROGNOZY ?**



Fale upałów, susze, ocieplenia jesiennie-zimowe



Wieloletnia zmienność typów cyrkulacji wg klasyfikacji Lityńskiego (1951-2010)



**Wieloletnia zmienność typów cyrkulacji wg klasyfikacji Lityńskiego (1951-2010)**

## Wyniki dotychczasowych badań:

Ea	$y = 0,0844x + 15,621$	SWa	0,1793	12,93
Ec	$y = -0,0442x + 10,19$	Wa	0,1228	12,28
Eo	$y = -0,0469x + 10,508$	Sa	0,1043	10,43
Na	$y = 0,0781x + 15,995$	NWa	0,0987	9,87
Nc	$y = -0,0757x + 18,542$	SWo	0,0919	9,19
No	$y = -0,0382x + 12,636$	Ea	0,0844	8,44
NEa	$y = -0,0365x + 20,128$	Na	0,0781	7,81
NEc	$y = -0,1662x + 15,985$	Wo	0,0672	6,72
NEo	$y = -0,065x + 12,053$	NWo	0,0432	4,32
NWa	$y = 0,0987x + 12,378$	NWc	0,0411	4,11
NWc	$y = 0,0411x + 17,903$	Oa	0,0164	1,64
NWo	$y = 0,0432x + 11,686$	SWc	0,0141	1,41
Oa	$y = 0,0164x + 15,202$	Oo	-0,0074	-0,74
Oc	$y = -0,0968x + 14,128$	Wc	-0,0102	-1,02
Oo	$y = -0,0074x + 8,4413$	NEa	-0,0365	-3,65
Sa	$y = 0,1043x + 10,736$	No	-0,0382	-3,82
Sc	$y = -0,0683x + 17,982$	Ec	-0,0442	-4,42
So	$y = -0,0518x + 13,384$	Eo	-0,0469	-4,69
SEa	$y = -0,0725x + 18,956$	So	-0,0518	-5,18
SEc	$y = -0,0932x + 12,475$	NEo	-0,0650	-6,5
SEo	$y = -0,0803x + 11,663$	Sc	-0,0683	-6,83
SWa	$y = 0,1793x + 8,0462$	SEa	-0,0725	-7,25
SWc	$y = 0,0141x + 18,915$	Nc	-0,0757	-7,57
SWo	$y = 0,0919x + 10,123$	SEo	-0,0803	-8,03
Wa	$y = 0,1228x + 9,7908$	SEc	-0,0932	-9,32
Wc	$y = -0,0102x + 13,593$	Oc	-0,0968	-9,68
Wo	$y = 0,0672x + 8,4367$	NEc	-0,1662	-16,62

Tab.5 Równania regresji dla 27 typów cyrkulacji ukazujące trendy zmian

**Analiza trendów typów cyrkulacji wykazuje, iż największe przyrosty liczby przypadków obserwowane są w typach cyrkulacji antycyklonalnej; spadki natomiast notowane są przy typach o charakterze cyklonalnym.**

**Równocześnie obserwuje się:  
-wzrost napływu mas powietrza z sektorów zachodnich,  
-spadek napływu mas powietrza z sektorów wschodnich**



# **OPADY MAKSYMALNE**

# **SKALA OPADÓW POWODZIOWYCH WEDŁUG KRYTERIUM SUM DOBOWYCH:**

<b>I. <math>\geq</math> 30 mm</b>	<b>-</b>	<b>zagrożający</b>
<b>II. <math>\geq</math> 50 mm</b>	<b>-</b>	<b>groźny powodziowo</b>
<b>III. <math>\geq</math> 70 mm</b>	<b>-</b>	<b>powodziowy</b>
<b>IV. <math>\geq</math> 100 mm</b>	<b>-</b>	<b>katastrofalny</b>

# Rodzaje zniszczeń spowodowanych opadem deszczu określonych według skali wysokości w ciągu doby, jako przyczyny nagłych powodzi lokalnych

## I. $\geq 30$ mm/dobę - zagrażający

Lokalne podtopienia i zalania terenów niżej położonych; na ulicach i powierzchniach zwartych tworzy się stojąca warstwa wody: utrudnienia w ruchu drogowym, deszcz osiąga okresami różne stopnie natężenia

## II. $\geq 50$ mm/dobę - groźny powodziowo

Woda opadowa zaczyna tworzyć trajektorie w postaci „rzek” w dogodnych dla siebie miejscach, szerokie powierzchniowo zalania terenu i niżej położonych pomieszczeń, pierwsze zniszczenia urządzeń infrastruktury miast, wsi i pól uprawnych, możliwe lawiny błotne.



### **III. $\geq 70$ mm/dobę - powodziowy**

**Powierzchnia gruntu nie zdąży wchłaniać spadającej masy wody, studzienki burzowe i przekroje rur kanalizacji nie zdążają odbierać tak dużej masy wody, ulice stają się korytami „rzek opadowych”. Przy spadkach terenu tworzą się rwące potoki niszczące wszystko co napotkają po drodze: domy, samochody, podmywają tory kolejowe i tramwajowe. Następuje nagły przybór wody w rzece odprowadzającej wody z danego terenu, która staje się szalejącą kipiela. Potrzebna pomoc jednostek zorganizowanych.**

### **IV. $\geq 100$ mm/dobę - katastrofalny**

**Na skutek natychmiastowego spływu masy wody do rzeki w czasie trwania ulewy następuje nagły przybór wody w tym cieku przekraczając poziom wody brzegowej. Następstwem jest błyskawiczne zalanie terenów wokół cieku z katastrofalnymi zniszczeniami całej infrastruktury tego terenu, w tym mostów. Jest to klęska żywiołowa podczas której ludzie tracą życie. Wymagana jest pomoc jednostek zorganizowanych z danego terenu oraz krajowych, a nawet międzynarodowych. Potrzebna pomoc fizyczna, medyczna, psychologiczna, finansowa i opieka rządu poszkodowanej ludności.**

# Charakterystyka wyróżnionych sytuacji meteorologicznych powodujących opady o dużym natężeniu

**Typ I** - niż przemieszczające się z południowej Europy w kierunku Polski szlakiem Vb, Van Bebbera - powodzie głównie w obszarach górskich,

**Typ II** – bruzda niskiego ciśnienia z zafalowanym chłodnym frontem atmosferycznym,

**Typ III** - sytuacja słabogradientowa nad obszarem Polski

**Typ IV** – sytuacja blokadowa, zablokowany ruch ośrodków niżowych przemieszczających się z zachodu Europy przez silnie rozbudowany wyż nad Skandynawią lub Rosją .

**Typ V** - napływ arktycznego powietrza w cieplej porze roku nad obszar Polski

**Typ VI** - utworzenie się lokalnego, aktywnego ośrodka niżowego nad Zatoką Gdańską z frontem okluzji związanym z ośrodkiem niżowym znad Skandynawii.

**Typ VII** – rozległy i głęboki ośrodek niżowy znad Skandynawii, obejmujący prawie całą Europę z równoleżnikowo ułożonym frontem chłodnym.

<b>KATALOG EKSTREMALNYCH OPADÓW DESZCZU W POLSCE</b>			
<b>Karta dokumentacyjna wystąpienia opadu dobowego <math>\geq 50</math> mm w 2003 r.</b>		Nr ewidencyjny karty: 10/2003	
<b>Obszar: Polska</b>		Data wystąpienia opadu: 2003-07-18	
<b>Zasięg katastrofalnego opadu (regiony):</b>			
<b>Zestawienie najwyższych sum dobowych opadów i miejsce ich wystąpienia</b>			
Suma dobową [w mm]	Posterunek/stacja	Region fizyczno-geograficzny	Dorzecze
97,8	Orzechówka	Pogórze Środkowobeskidzkie – 513.6	Wisłok
88,0	Wisłok Wielki	Beskidy Średnie - 513.7	Wisłok
83,9	Działdowo	Nizina Północnomazowiecka - 318.6	Wkra
70,9	Starogard Gdański	Pojezierze Wschodniopomorskie - 314.5	Wierzyca
66,3	Oblęgorek	Niecka Nidziańska - 342.2	Nida
<b>Typ cyrkulacji atmosferycznej według klasyfikacji Lityńskiego: E<sub>A</sub></b>			
<b>Sytuacja meteorologiczna</b>	Gwałtowne kilkudziesięciominutowe ulewy związane z przemieszczającym się z W na E zafalowanym frontem chłodnym, duży kontrast termiczny przy powierzchni ziemi.		
<b>Rozkład przestrzenny sum dobowych opadów i lokalizacja stacji pomiarowych</b>			
			





BOGATYNIA, rzeka Miedzianka – 7.08.1010 r  
Źródło: internet





*Seminarium PK GWP, 16.12.2011*

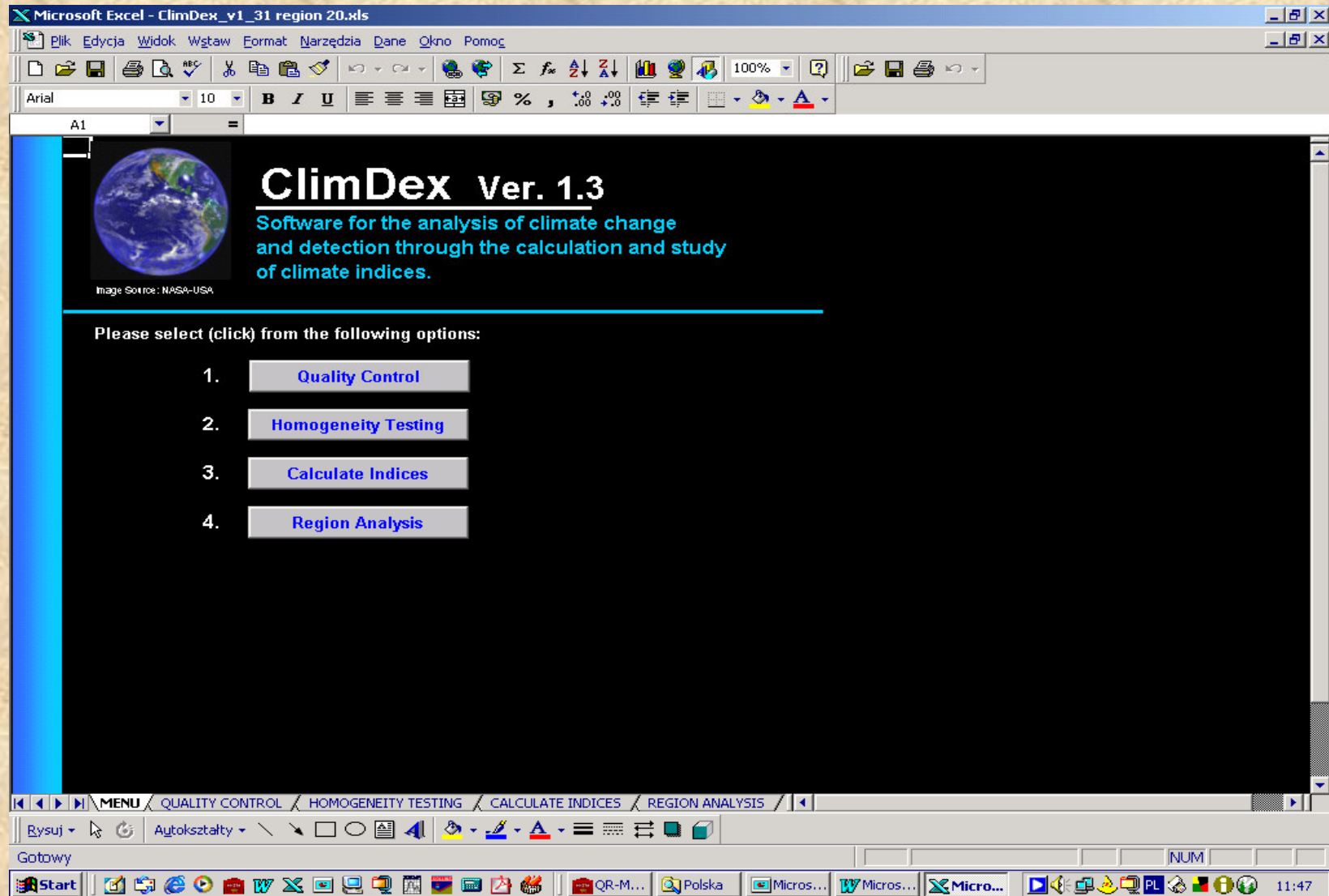
*Halina Lorenc, IMGW*



**Częstość występowania określonych klas intensywnych opadów dobowych na obszarze Polski w półroczu ciepłym (od maja do października) w kolejnych latach okresu 2001-2009**

Rok	Liczba dni z opadem o wysokości			
	$\geq 30\text{mm}$	$\geq 50\text{mm}$	$\geq 70\text{mm}$	$\geq 100\text{mm}$
2001	79	44	23	7
2002	73	41	18	12
2003	52	21	6	0
2004	58	27	13	1
2005	54	32	15	3
2006	66	33	14	2
2007	77	43	19	4
2008	76	29	8	2
2009	80	41	20	5

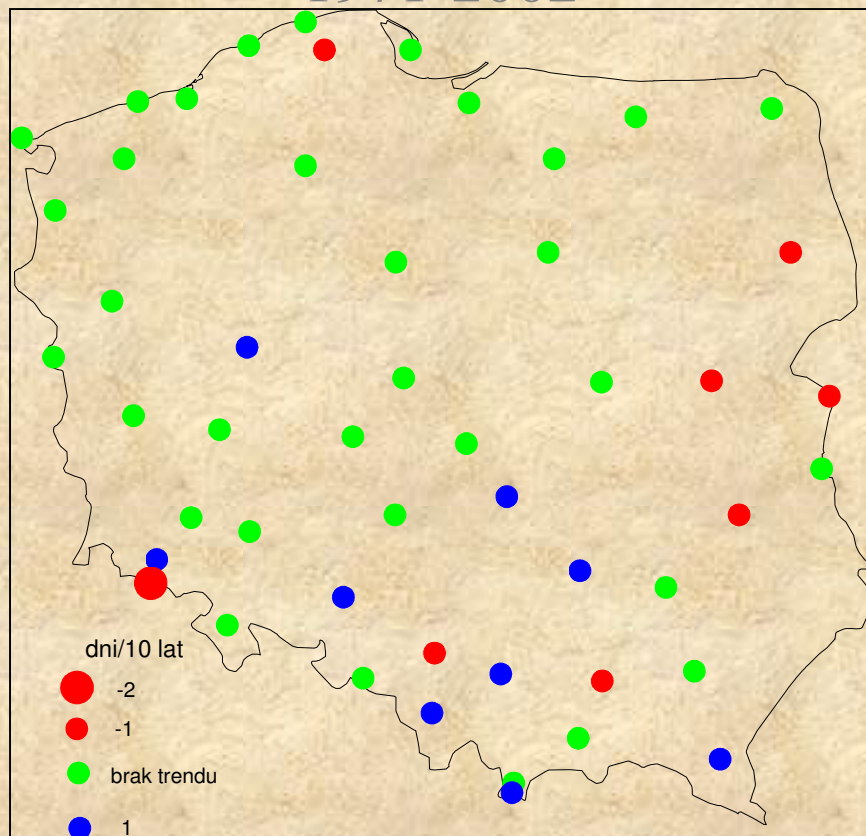
W celu obliczenia wskaźników określających trendy zmian silnych opadów dobowych zastosowano **model ClimDex\***



\*opracowany w 2001 r. przez B. Gleason'a, (U.S. NCDC/NOAA)

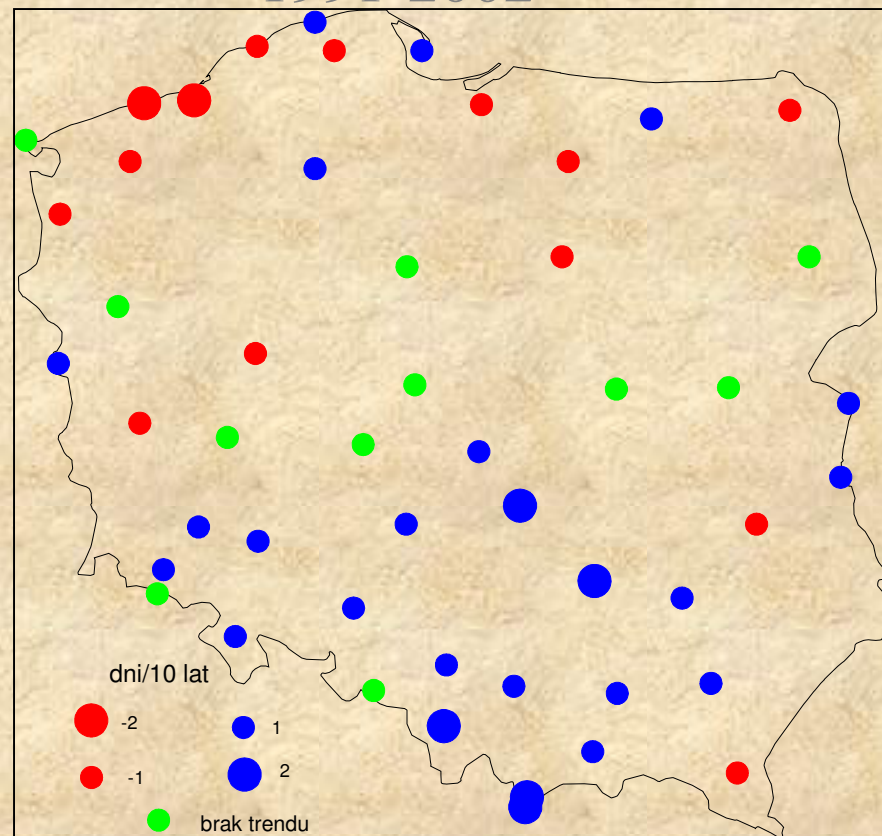
# Liczba dni z opadem $\geq 50$ mm

1971-2002



**Tendencja spadkowa** na wschodzie kraju (rejon Podlasia) oraz **wzrost** miejscami w południowej Polsce.

1991-2002

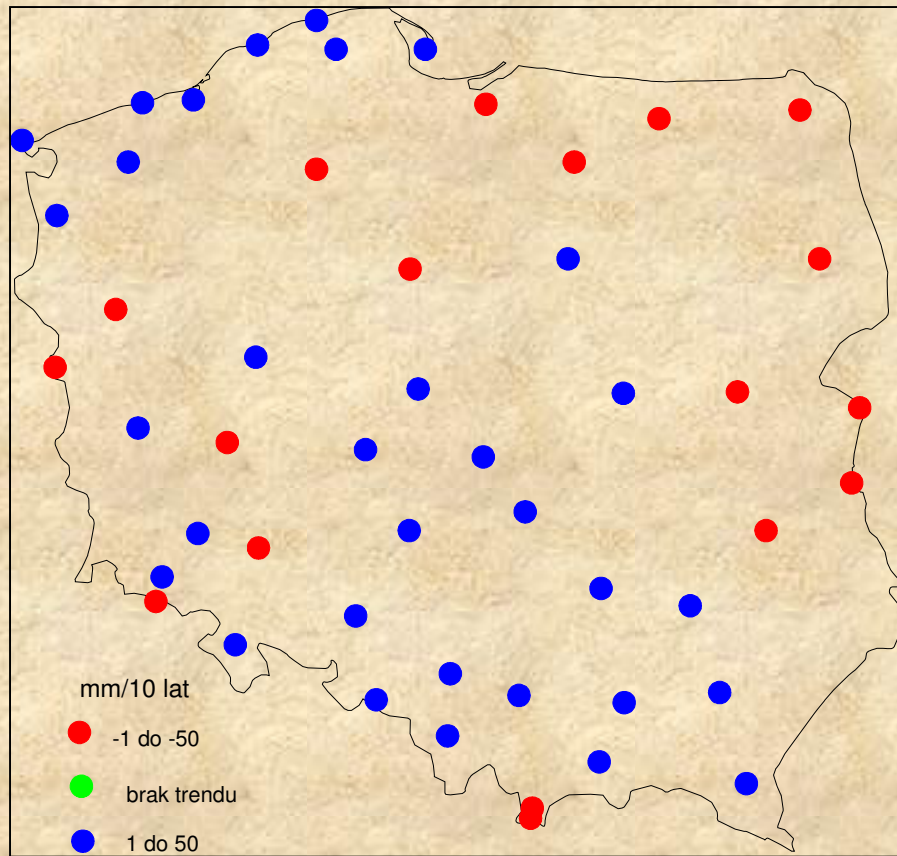


Niemal w całej południowej części kraju **tendencja wzrostowa** (1-2 dni/dekadę).



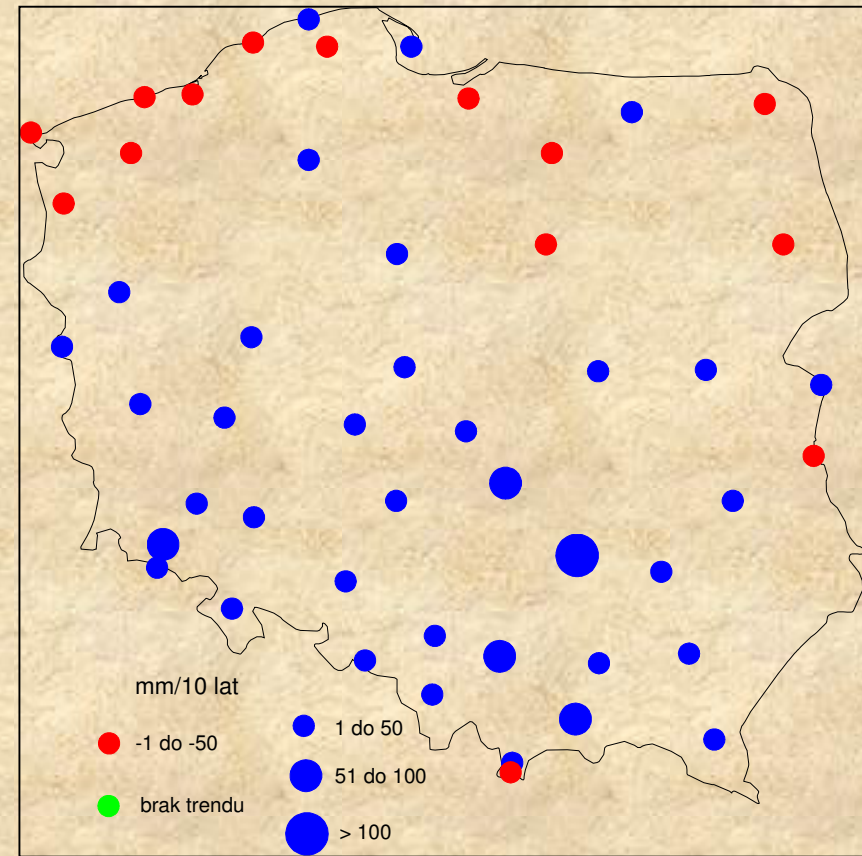
## 5-ciodobowy opad maks.

1971-2002



**Tendencja wzrostowa:** na wybrzeżu oraz generalnie w południowej połowie Polski do 15 mm/5 dni na dekadę. **Tendencja spadkowa** przebiega pasem od Słubic i Gorzowa Wlkp., poprzez Suwalszczyznę, po południową część Podlasia.

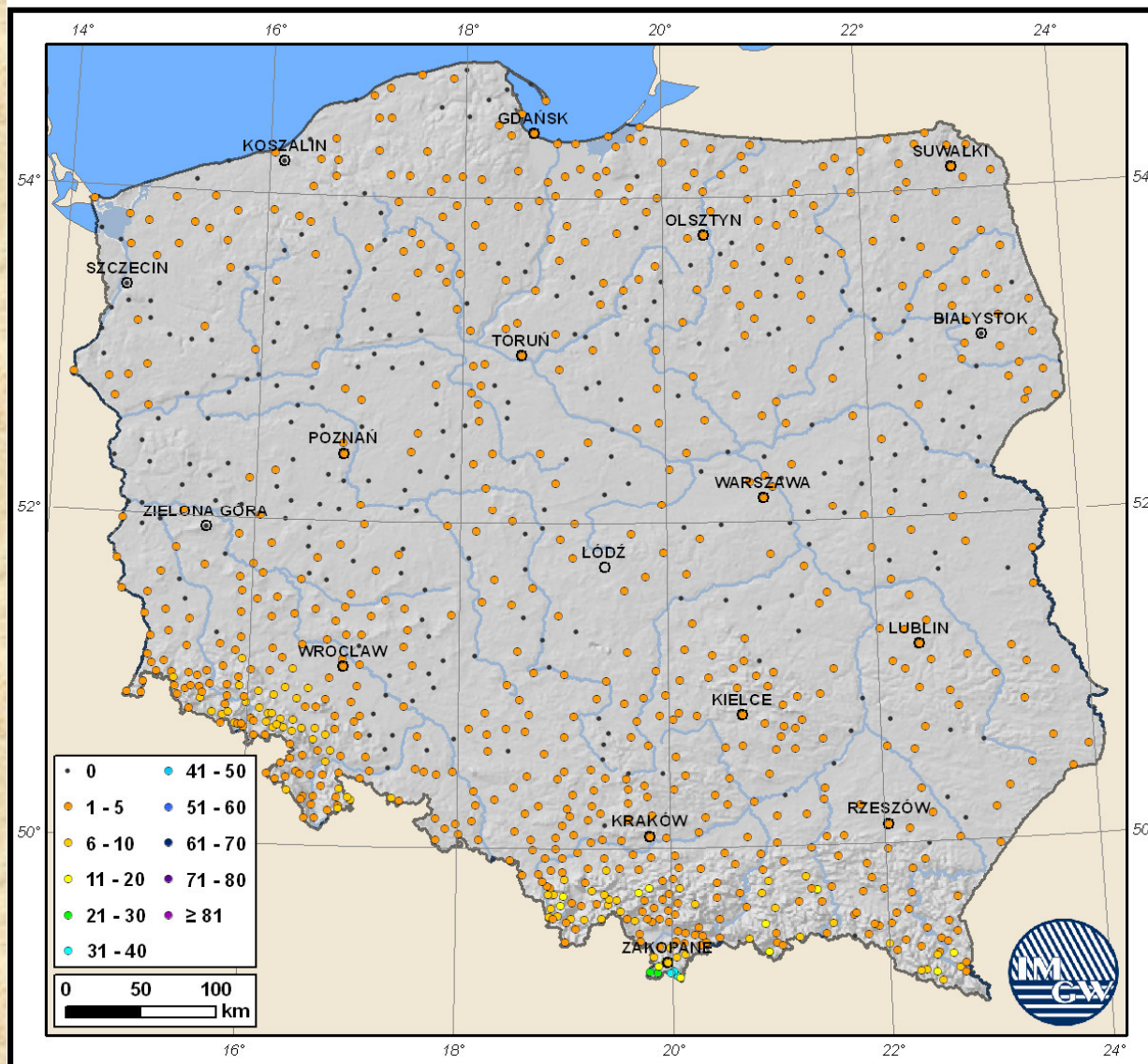
1991-2002



**Tendencja malejąca:** na Mazurach i Suwalszczyźnie (poza Kętrzynem) oraz prawie na całym wybrzeżu kraju. **Tendencja wzrostowa** utrzymuje się w całej środkowej i południowej Polsce, gdzie zmiany przewyższają miejscami 100 mm/5 dni w dekadzie (tereny górskie i podgórskie).

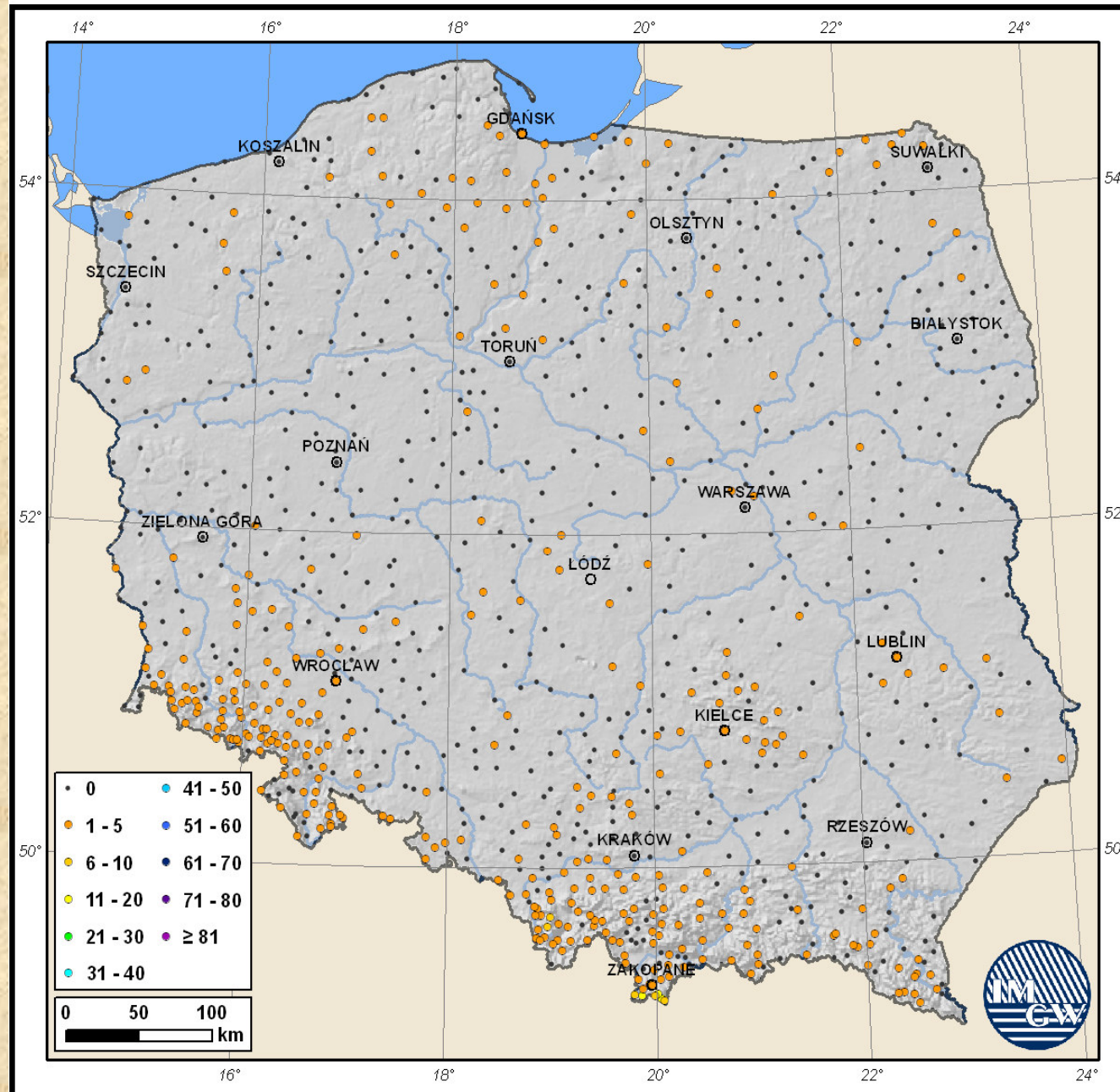
# **MATERIAŁ DO OPRACOWANIA MAP RYZYKA (PRZYKŁAD)**

LICZBA DNI Z OPADEM DOBOWYM O WYSOKOŚCI  $\geq 50\text{mm}$   
W PÓLROCZACH CIEPŁYCH (V-X) OKRESU 2001 – 2007

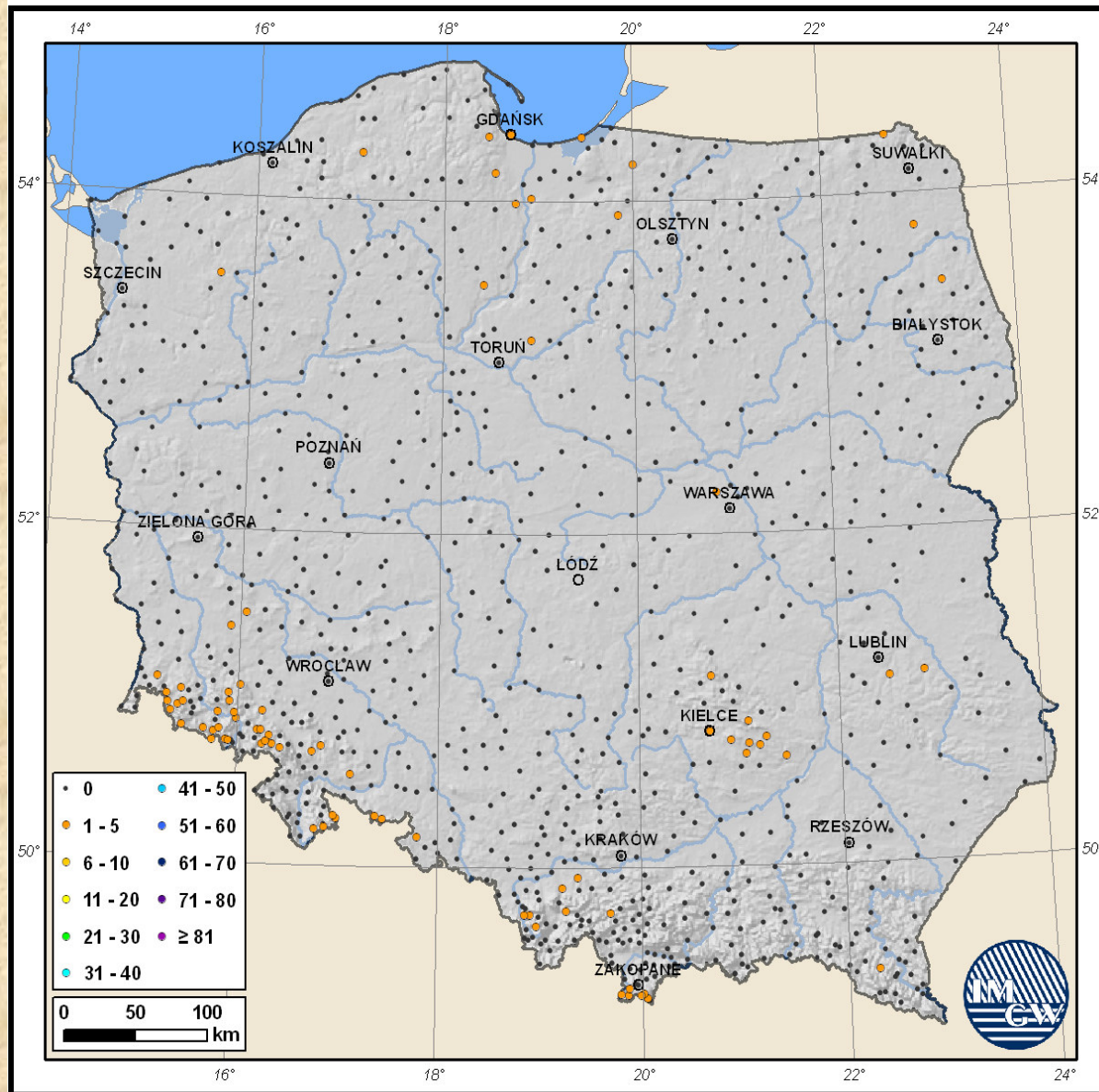




LICZBA DNI Z OPADEM DOBOWYM O WYSOKOŚCI  $\geq 70$ mm  
W PÓLROCZACH CIEPŁYCH (V-X) OKRESU 2001 – 2007



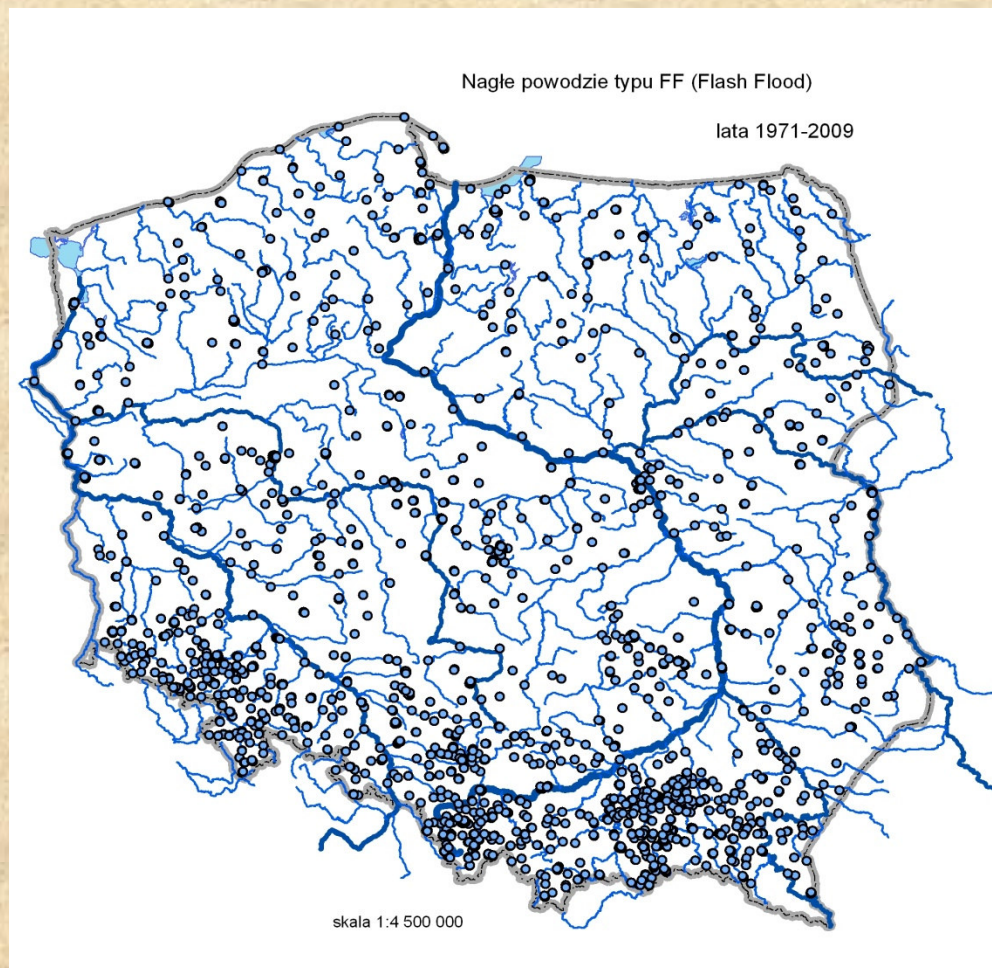
LICZBA DNI Z OPADEM DOBOWYM O WYSOKOŚCI  $\geq 100\text{mm}$   
W PÓŁROCZACH CIEPŁYCH (V-X) OKRESU 2001 – 2007





Nagła powódź (Flash Flood) jest to NAGŁY, przyczynowo-skutkowy proces hydrologiczny, będący reakcją na lokalny opad o dużej wydajności, powodujący gwałtowny przybór wód w rzece, które po przekroczeniu poziomu wody brzegowej powodują zalanie terenów przyległych. Proces ten jest równoznaczny ze zjawiskiem powodzi lokalnej w małej zlewni, a w przypadku obszaru bez cieków wodnych powoduje podtopienia i zalania terenu oraz obszarów zurbanizowanych.



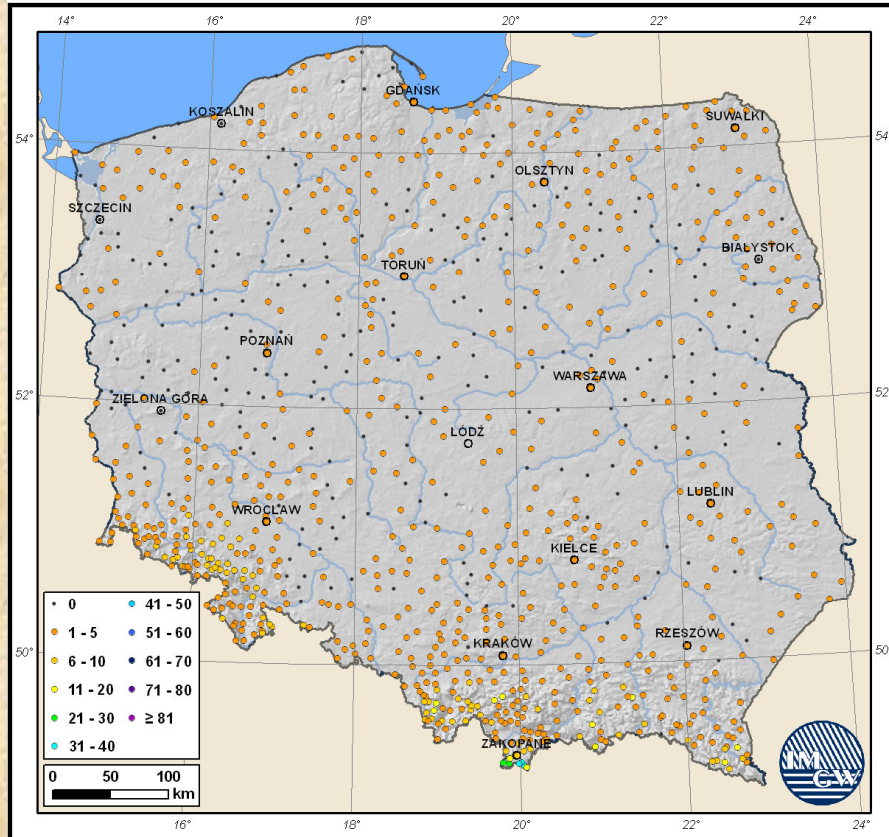


## Autorzy:

Halina Czarnecka  
Barbara Głowacka  
Jolanta Krupa-  
Marchlewska  
Janusz Ostrowski

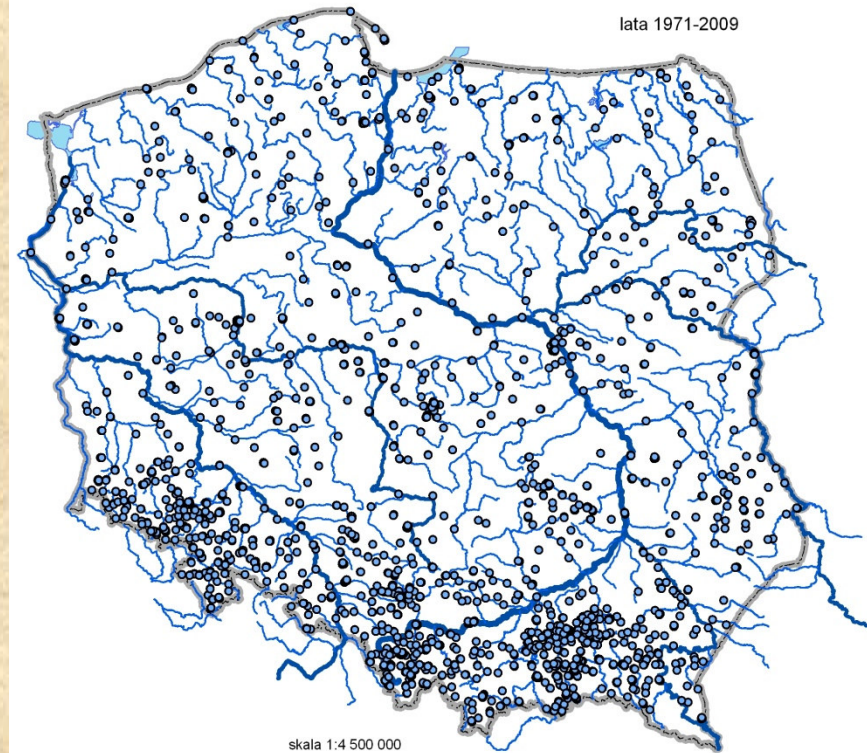
# Rozkład przestrzenny wystąpień nagłych powodzi lokalnych FF w latach 1971-2009

LICZBA DNI Z OPADEM DOBOWYM O WYSOKOŚCI  $\geq 50\text{mm}$   
W PÓLROCZACH CIEPŁYCH (V-X) OKRESU 2001 – 2007



Nagle powodzie typu FF (Flash Flood)

lata 1971-2009





# WNIOSKI



MUSIMY NAUCZYĆ SIĘ ŻYĆ ZE  
ZJAWISKAMI  
EKSTREMALNYMI, KTÓRE BĘDĄ  
CORAZ BARDZIEJ  
INTENSYWNE I KTÓRE BĘDĄ  
WYSTĘPOWAŁY CORAZ  
CZĘŚCIEJ

# **\_\_1. przedsięwzięcia długofalowe, podejmowane profilaktycznie:**

- » **poznanie rejonów najczęściej nawiedzanych przez opady o intensywności powodującej powodzie typu flash flood,**
- » **opracowanie SZCZEGÓŁOWYCH map ryzyka ich występowania, by przedsięwziąć odpowiednie działania zabezpieczające – w budownictwie, obszarach upraw,**
- » **poprawa infrastruktury ochronnej, w tym edukacja społeczeństwa !!!!!**
- » **opracowanie dla społeczeństwa i gospodarki jasnych przepisów prawnych i administracyjnych i ich akceptacja oraz konsekwentne przestrzeganie,**
- » **nowelizacja przepisów ubezpieczeniowych,**
- ♦ **???**

- 2. działania doraźne** - podejmowane w trybie operacyjnym (dopracowanie systemów ostrzeżeń przed – podczas i po zaistnieniu sytuacji nagłej powodzi):
- udoskonalenie systemów ostrzeżeń od najwyższego do najniższego szczebla administracyjnego,
  - angażowanie do pomocy, oprócz służb mundurowych i spontanicznej pomocy sąsiadów, wyedukowanego już społeczeństwa.



**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**