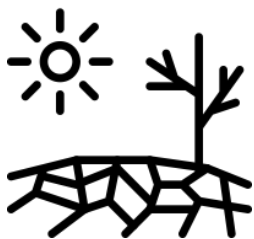


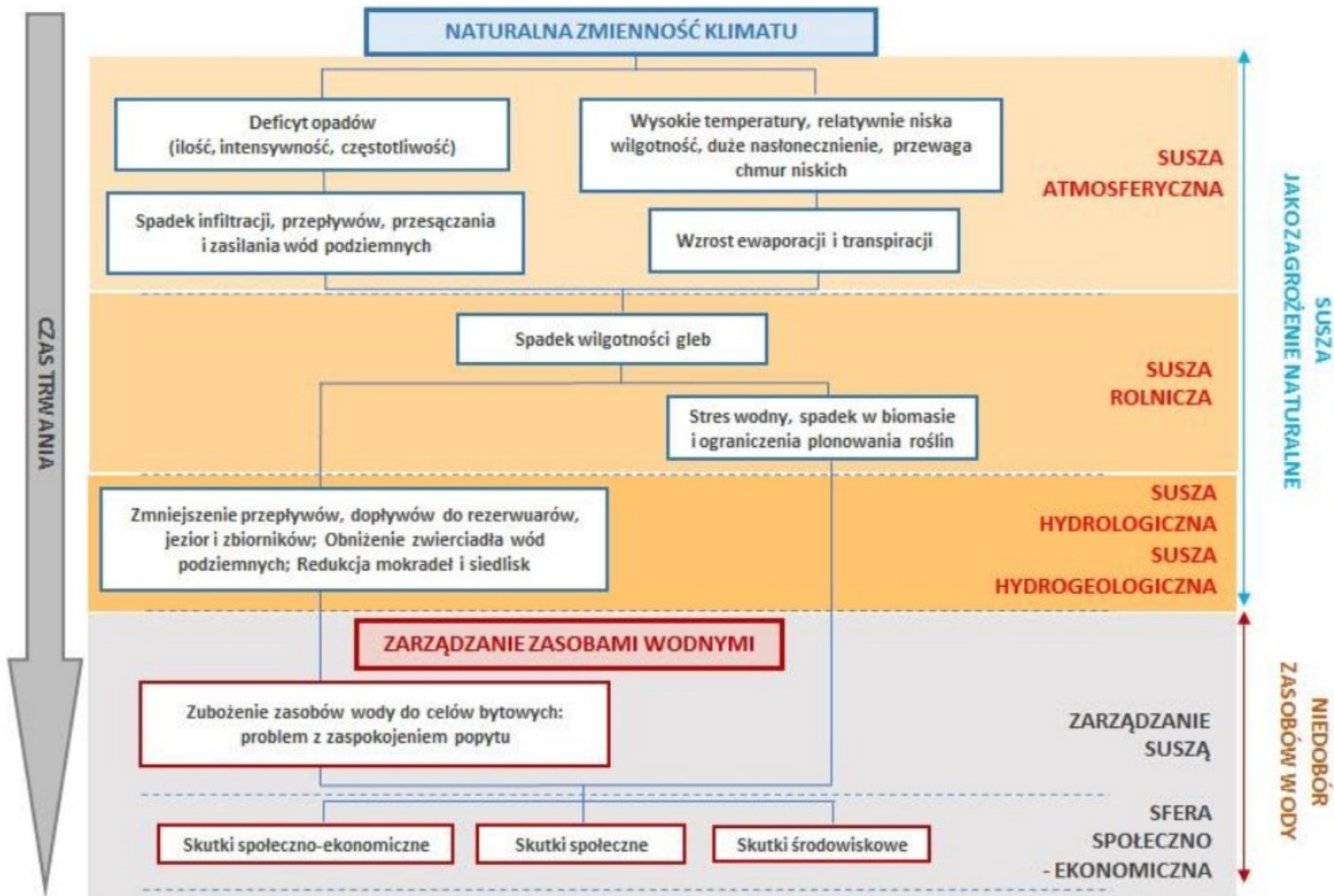
TYPY suszy

- Atmosferyczna
- Rolnicza
- Hydrologiczna
- Hydrogeologiczna

Susza atmosferyczna - definicja



- Powstaje bezpośrednio na skutek sytuacji meteorologicznej – **braku opadów** lub ich **długotrwałego niedoboru** w relacji do warunków normalnych w wieloleciu w analizowanym obszarze.
- Suszę atmosferyczną można rozpatrywać w poszczególnych przedziałach czasu: rok, sezon wegetacyjny, dekada (...)
- Bezpośrednim skutkiem niedoboru opadów jest narastający w czasie **niedosyt wilgotności**, ujawniający się szczególnie intensywnie w ciepłej porze roku, wzmagający intensywne parowanie oraz ewapotranspirację, prowadzące do naruszenia zasobów wód glebowych i powierzchniowych.
- W zależności od warunków środowiska przyrodniczego, zmienności przestrzennej oraz zagospodarowania i zapotrzebowania na wodę, susza atmosferyczna może aktywować kolejno suszę rolniczą, hydrologiczną oraz hydrogeologiczną

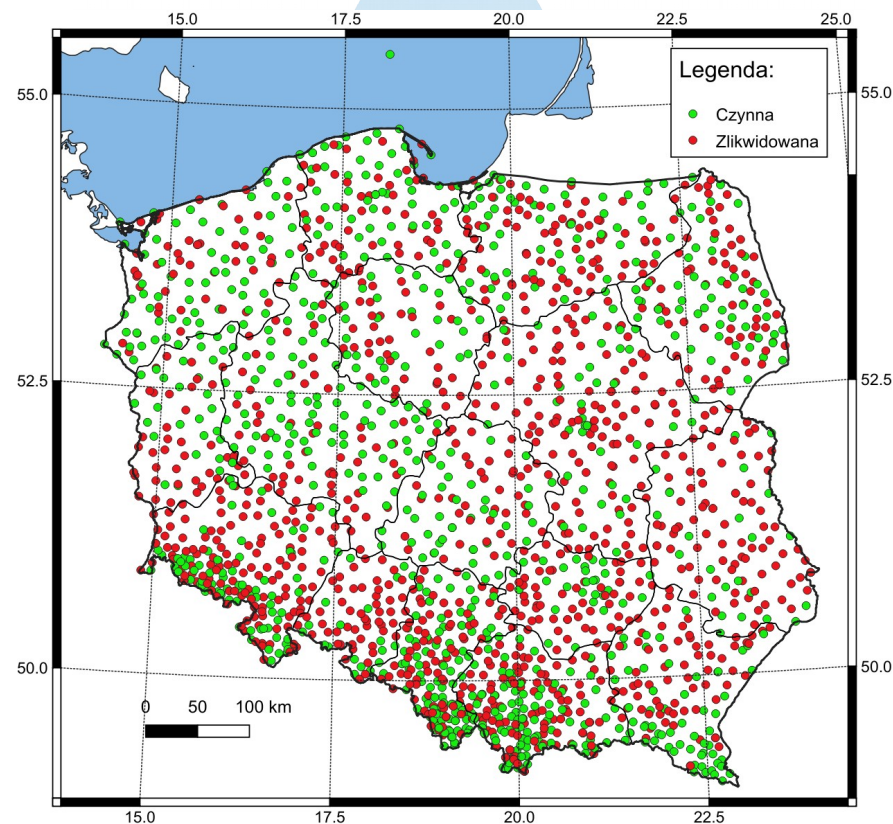
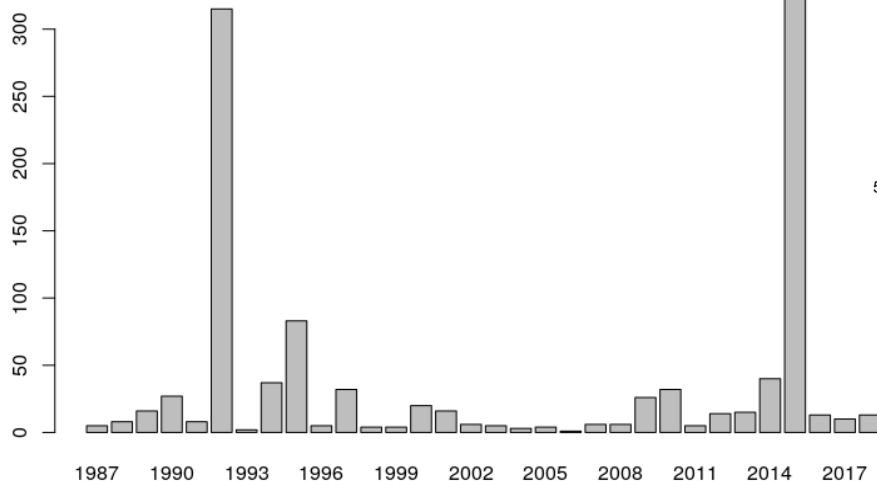


02

Dane źródłowe analizy suszy atmosferycznej

- Po 1987 roku zlikwidowano 885 z 1495 posterunków
- < 300 z kompletnymi seriami danych
- 464 stacje z brakami < 5 lat

Liczba likwidowanych stacji w latach 1987-2018



Czynne i likwidowane stacje oraz posterunki pomiarowe IMGW-PIB w latach 1987-2018

Finalny wybór stacji oraz uzupełnienie braków danych

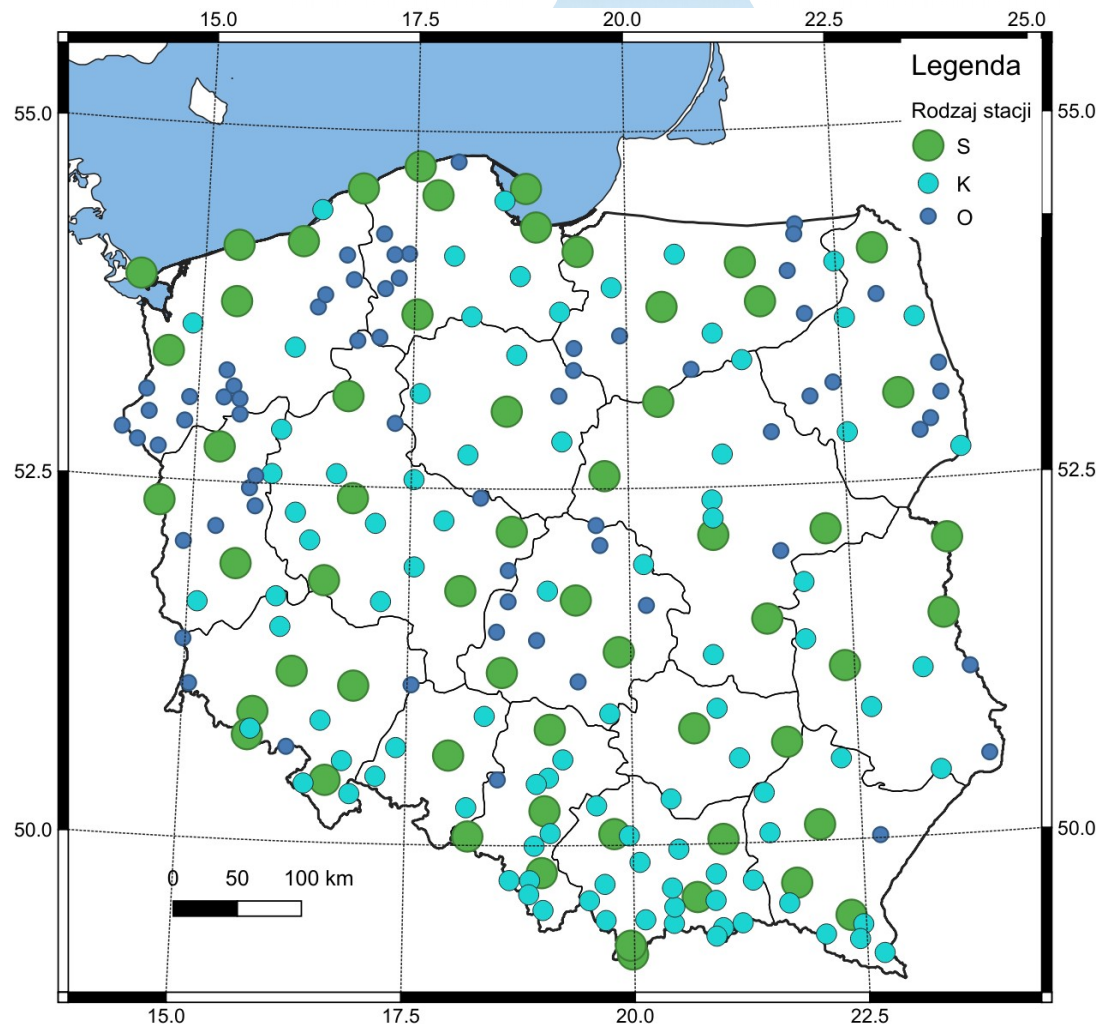
- Finalny wybór 214 stacji możliwie równomiernie rozmieszczonych:
 - 57 Synoptycznych
 - 92 Klimatyczne
 - 65 Opadowych
- Uzupełnienie braków danych:

Interpolacja dostępnych danych:

 - IDW
 - kriging regresyjny (DEM)
 - kriging blokowy (DEM)



Stworzenie syntetycznej bazy danych



03

Wskaźniki identyfikujące suszę atmosferyczną

- Opad standardyzowany (SPI, *Standardized Precipitation Index*); [McKee i in. 1993]
 - Wykorzystywany w wielu krajach do operacyjnego monitorowania zagrożenia suszą,
 - Kluczowy wskaźnik suszy wg WMO
 - Rekomendowany w ramach Ramowej Dyrektywy Wodnej przez KE
 - Podstawowa składowa Zintegrowanego Wskaźnika Suszy (CDI, Combined Drought Indicator)
 - Bazuje na historycznych wartościach opadów atmosferycznych
 - Na podstawie wieloletnich serii obserwacji dokonuje się skalowania i standaryzacji w oparciu o wybraną funkcję przekształcającą (np. *probability-weighted moments, PWMs*)
 - Popularność SPI wynika z porównywalności dla obszarów o różnych zasobach wodnych [Hayes i in. 1999; Łabędzki i Bąk 2004], a także możliwości wyznaczenia jego wartości w różnych skalach czasowych (SPI-1, SPI-3, SPI-6, SPI-12, SPI-24)
 - **Minus:** nie uwzględnia ewapotranspiracji [Trenberth i in. 2014]

Przedziały ostrości suszy atmosferycznej	Wartość wskaźnika SPI
wilgotny	$\geq 0,5$
normalny (brak oznak suszy)	$(0,5 \div - 0,5)$
umiarkowanie suchy	$[- 0,5 \div - 1,5)$
bardzo suchy	$[- 1,5 \div - 2,0)$
ekstremalnie suchy	$\leq - 2,0$

- Skrajne wartości w miesiącach na wybranych stacjach:
 - Warszawa: min = -5.4, max = 2.8
 - Łódź: min = -5.7, max = 2.8
 - Wrocław: min = -2.9, max = 3.1
 - Poznań: min = -4.5, max = 2.7

Przykładowa klasyfikacja lat na podstawie wartości SPI:

Analizowany rok wielolecia	SPI ≤ -2	SPI $[-1,5 \div -2)$	SPI $[-0,5 \div -1,5)$	SPI $> -0,5$
	ekstremalnie suchy	bardzo suchy	umiarkowanie suchy	brak oznak suszy
2011	X1	X2	X3	X4
2010	X1	X2	X3	X4
2009	X1	X2	X3	X4
2008	X1	X2	X3	X4

X1 – X4 - udział % powierzchni w danych przedziałach SPI

- **Lata normalne i wilgotne:** X4 $> 65\%$ powierzchni
- Lata z umiarkowaną suchością: X3 $\geq 35\%$ powierzchni
- **Lata bardzo suche:** X1 $> X2$, przy X1+X2 $> 10\%$ oraz X1+X2+X3 $\geq 60\%$
- **Silna susza atmosferyczna:** X1+X2 $> 10\%$ oraz X1+X2+X3 $\geq 50\%$

- Przestrzenna intensywność suszy atmosferycznej w ujęciu rocznym – ocena ilościowa dla lat z silną suszą atmosferyczną (dla każdego km^2):
 - $\text{SPI} \leq -2,0$ ekstremalnie suchy – 1 punkt
 - $\text{SPI} [-1,5 \div -2,0)$ (bardzo suchy) – 0,1 punktu
 - $\text{SPI} (-0,5 \div -1,5)$ (umiarkowanie suchy) – 0,01 punktu
 - $\text{SPI} [0,5 \div -0,5)$ (brak oznak suszy) – 0,001 punktu
- Wynik końcowy jest iloczynem punktów w latach ze stwierdzoną silną suszą atmosferyczną
- Obszar bardzo silnie i silnie zagrożony suszą atmosferyczną przy wartościach > 0.01
- Poniżej 0,001 – brak oznak suszy

Kryterium		Silnie zagrożone	Bardzo zagrożone	Umiarkowanie zagrożone	Słabo zagrożone
Udział procentowy miesięcy bardzo i ekstremalnie suchych w wieloleciu	przedział	Percentylowy	Percentylowy	Percentylowy	Percentylowy
	punktacja	1	0,1	0,01	0,001
Udział procentowy lat bardzo i ekstremalnie suchych w wieloleciu	punktacja	1	0,1	0,01	0,001
Zasięgi susz lat ze stwierdzoną suszą atmosferyczną (czyli, zasięgi SPI $\leq -1,5$ w latach ze stwierdzoną suszą atmosferyczną)	przedziały	obszary zasięgu SPI $\leq -1,5$	obszary zasięgu SPI $(-0,5 \div -1,5)$		n.a.
	punktacja	1	0,1		–
Klasy zagrożenia wystąpienia zjawiska suszy atmosferycznej	Przedział sumy punktów	[3-1,2)	[1,2-0,12)	[0,12- 0,020)	0,020
	Klasa zagrożenia obszaru	IV Silnie zagrożone	III Bardzo zagrożone	II Umiarkowanie zagrożone	I Niezagrożone

04

Przykładowe wyniki analiz

- Lata sklasyfikowane jako:

ekstremalnie suche:

- 1996, 2002

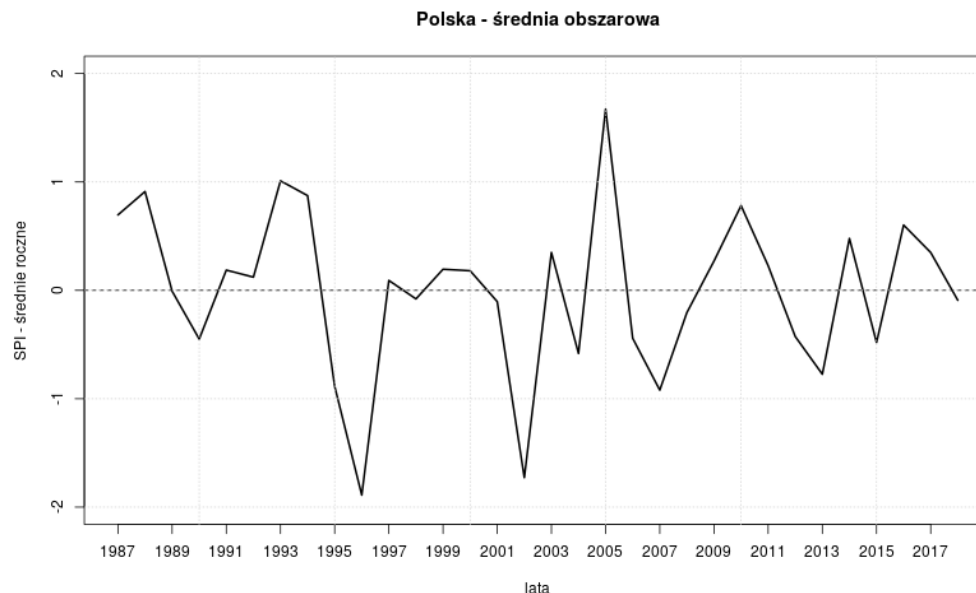
bardzo suche:

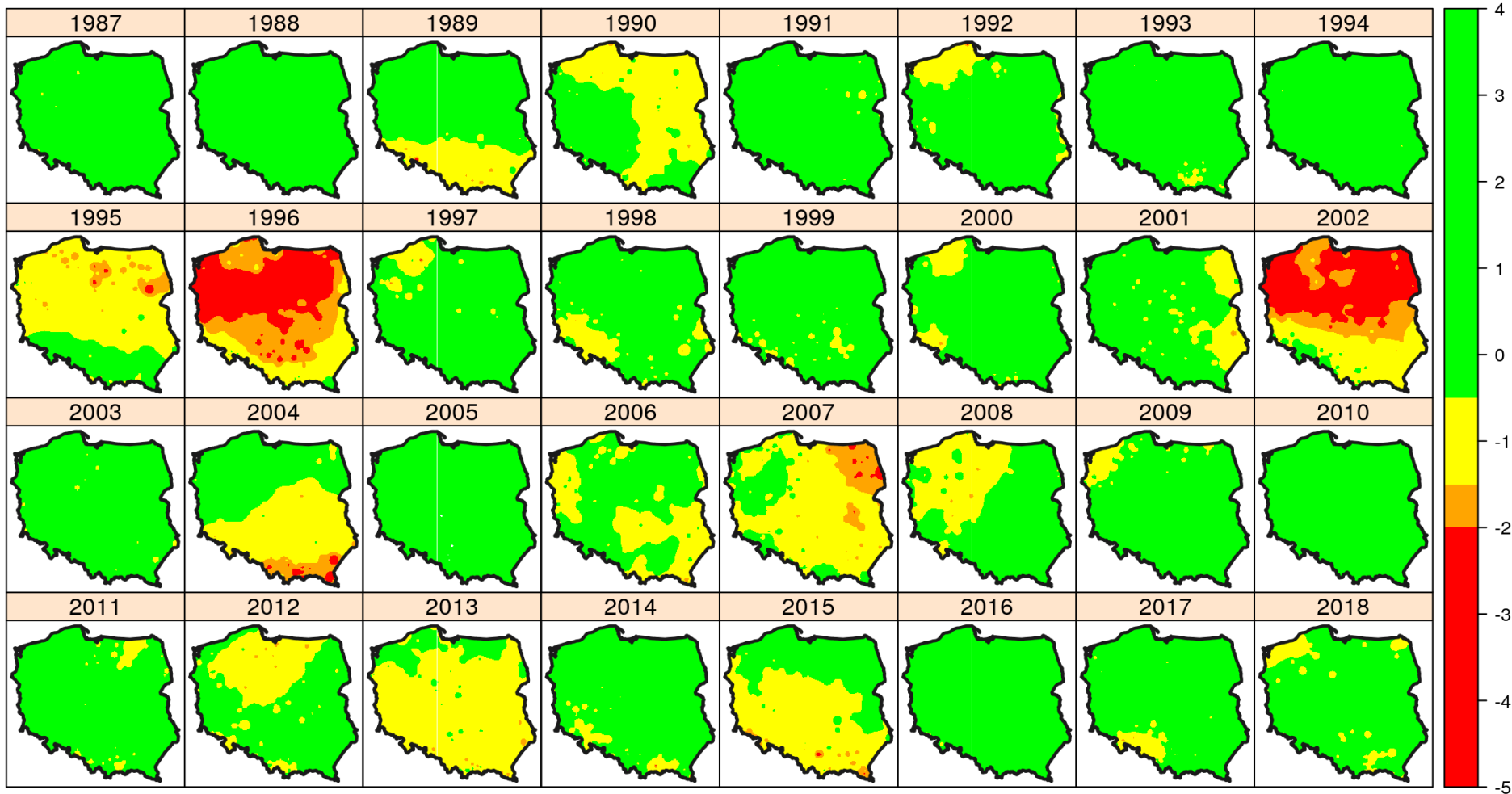
- 2007

umiarkowanie suche:

- 1990, 1995, 2004, 2006, 2013, 2015

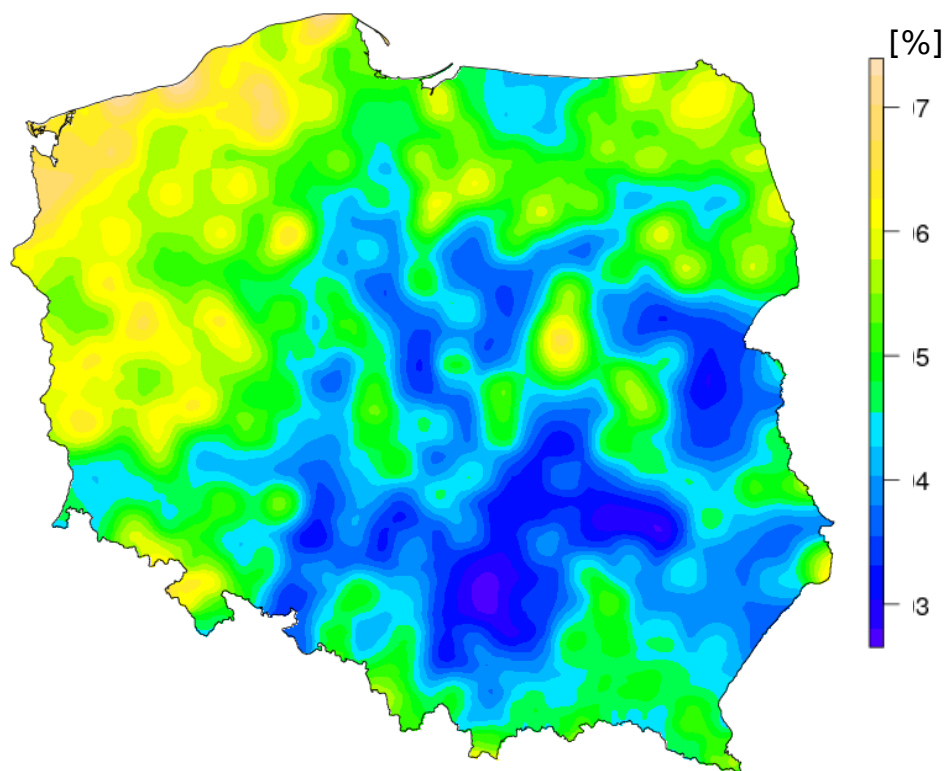
brak oznak suszy w pozostałych 23 z 32 lat



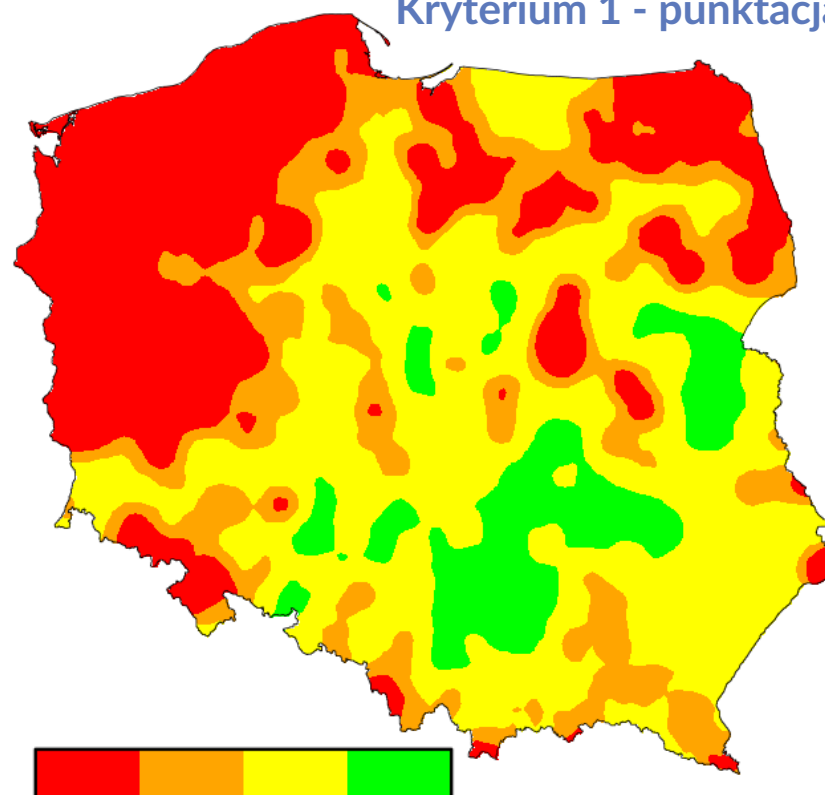


Analiza wielokryterialna - obszary zagrożone suszą atmosferyczną (1)

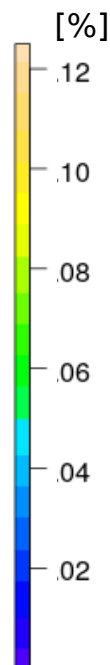
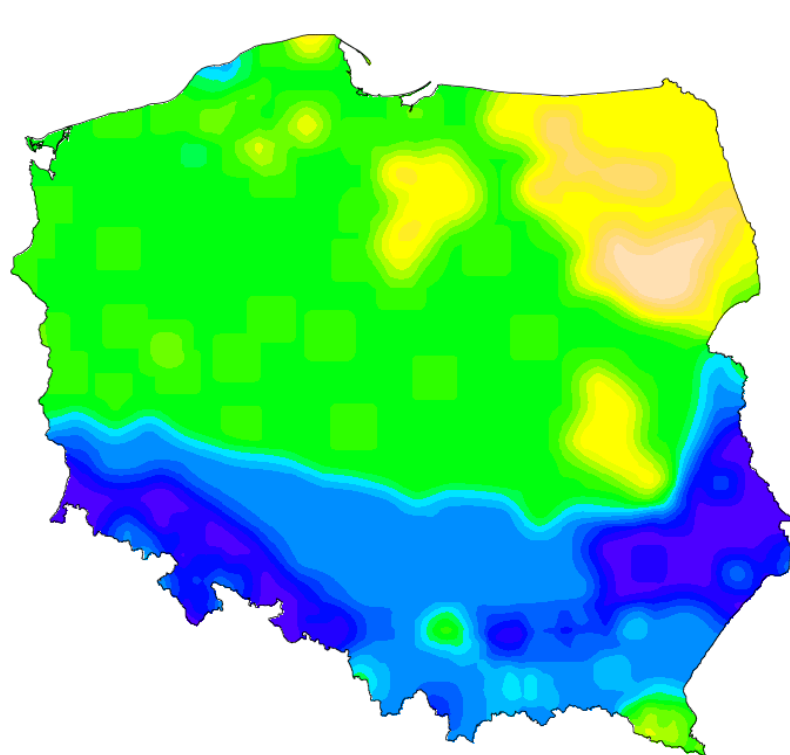
Kryterium 1 - udział procentowy miesięcy
bardzo i ekstremalnie suchych w wieloleciu
wg SPI



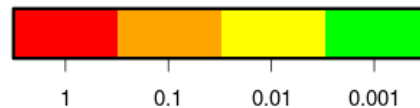
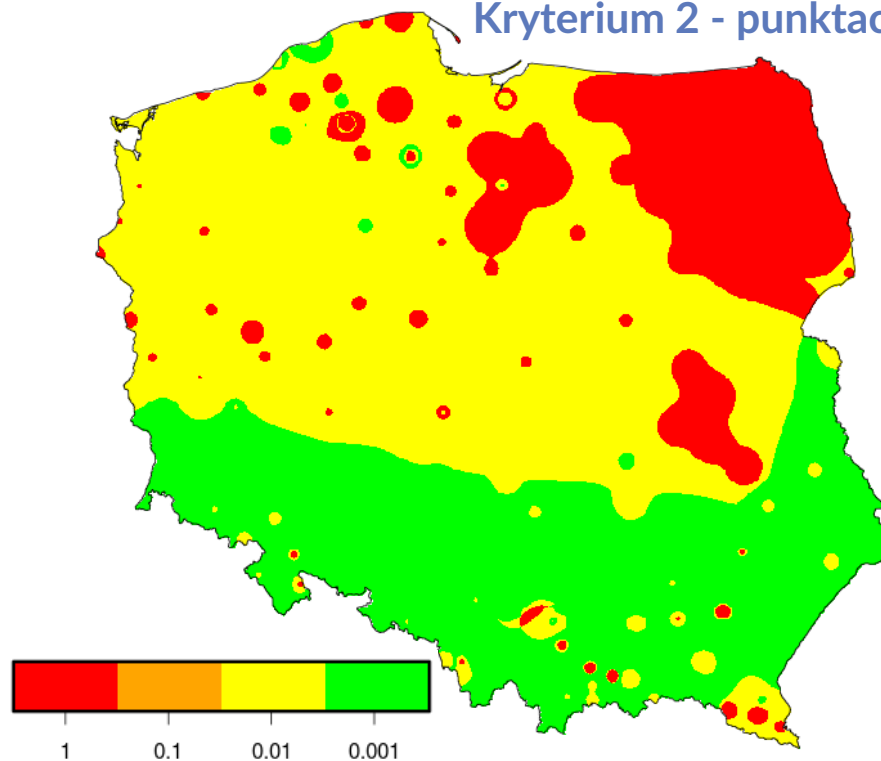
Kryterium 1 - punktacja



Kryterium 2 – udział procentowy lat bardzo i ekstremalnie suchych w wieloleciu wg SPI

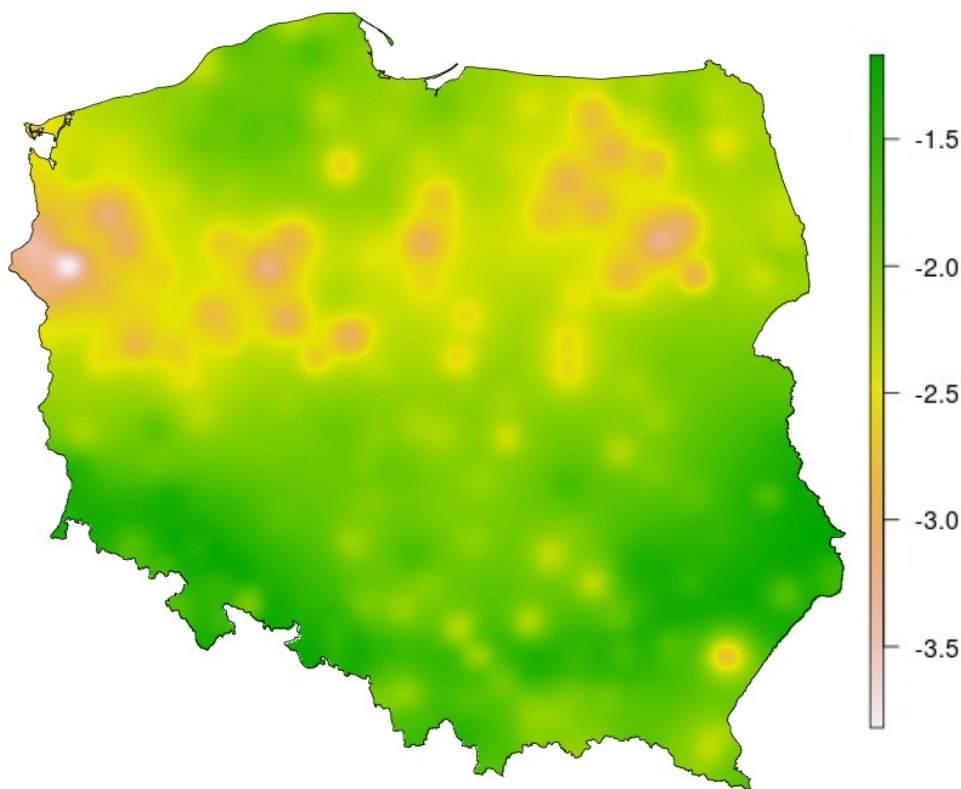


Kryterium 2 - punktacja

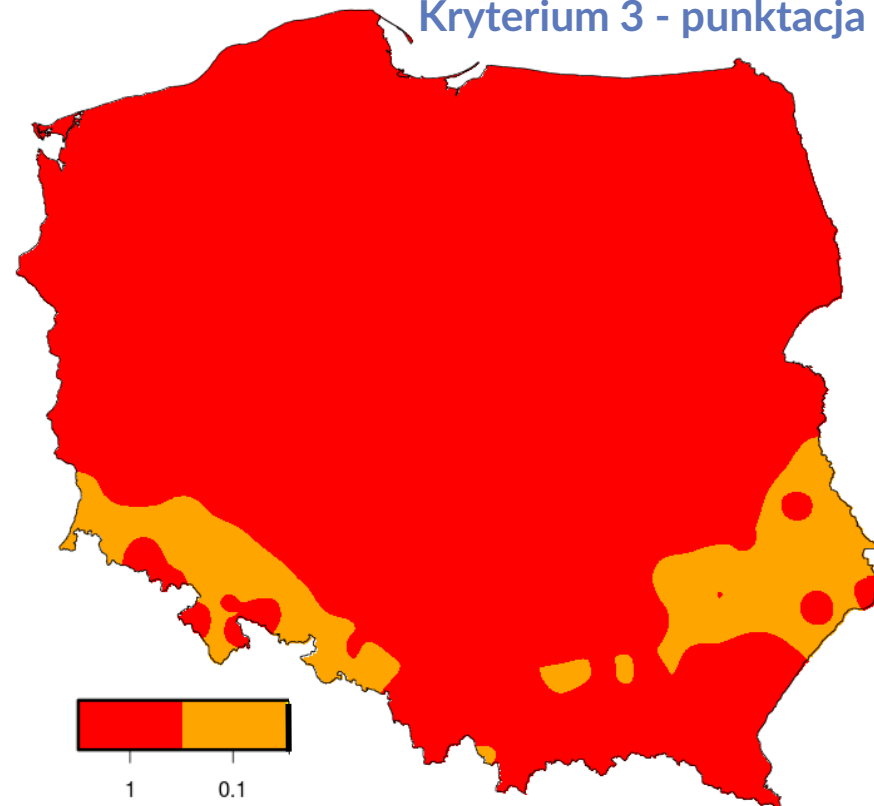


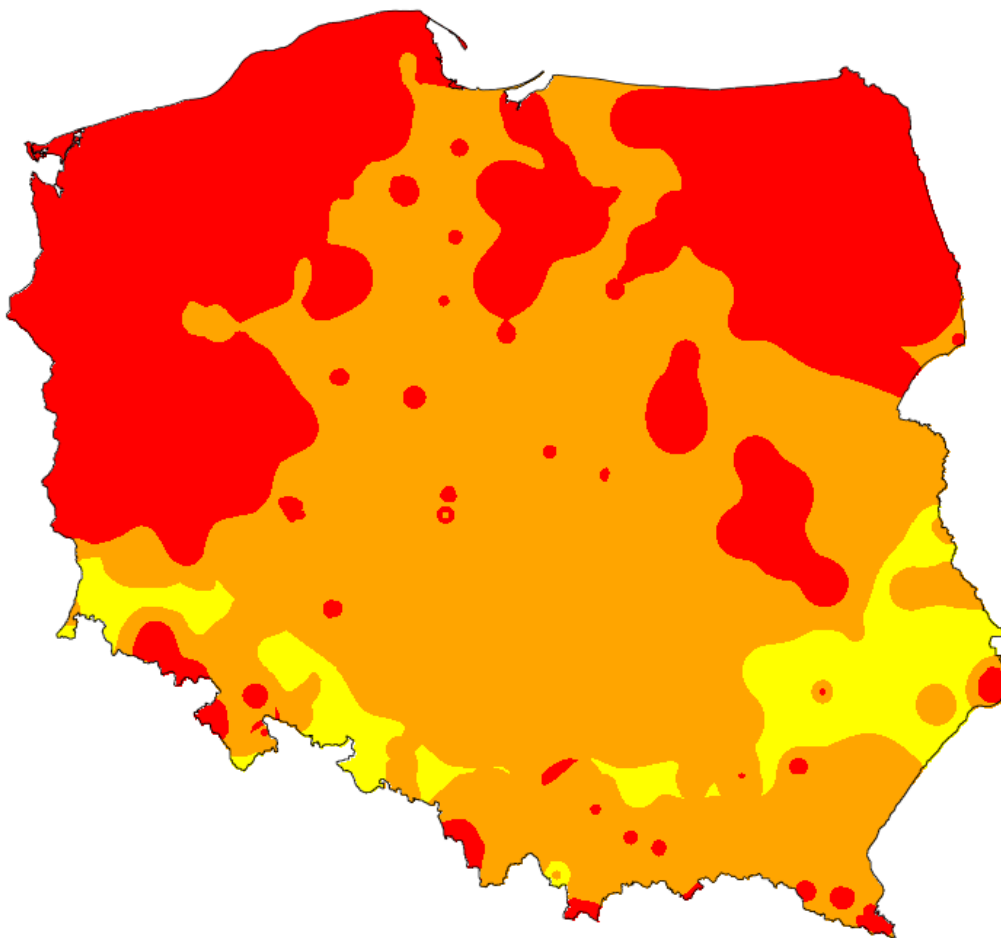
Analiza wielokryterialna - obszary zagrożone suszą atmosferyczną (3)

Kryterium 3 - zasięgi lat z silnymi i bardzo silnymi (SPI < - 1.5) oraz umiarkowanymi (SPI [-1.5, -0.5]) suszami atmosferycznymi



Kryterium 3 - punktacja





Klasa zagrożenia wystąpieniem suszy

IV	III	II	I
silnie zagrożone	bardzo zagrożone	umiarkowanie zagrożone	niezagrożone

Procentowy udział klas zagrożenia według zajmowanej powierzchni:

IV	III	II	I
38,3%	54,4%	7,3%	0,0%

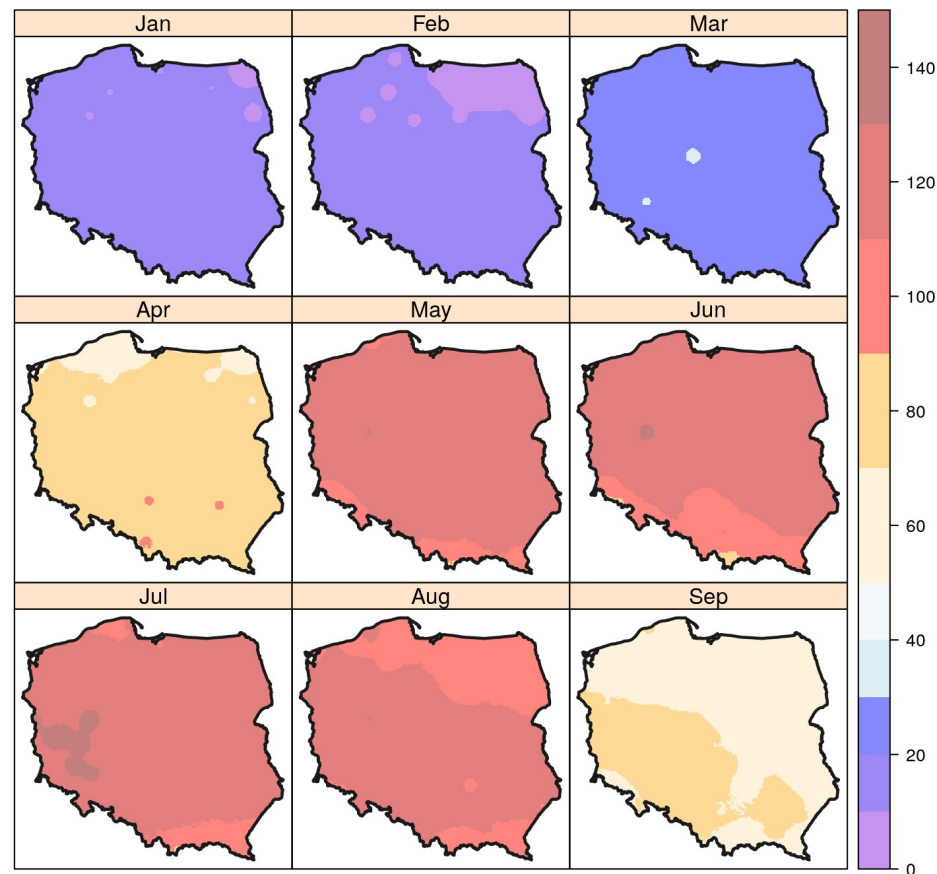
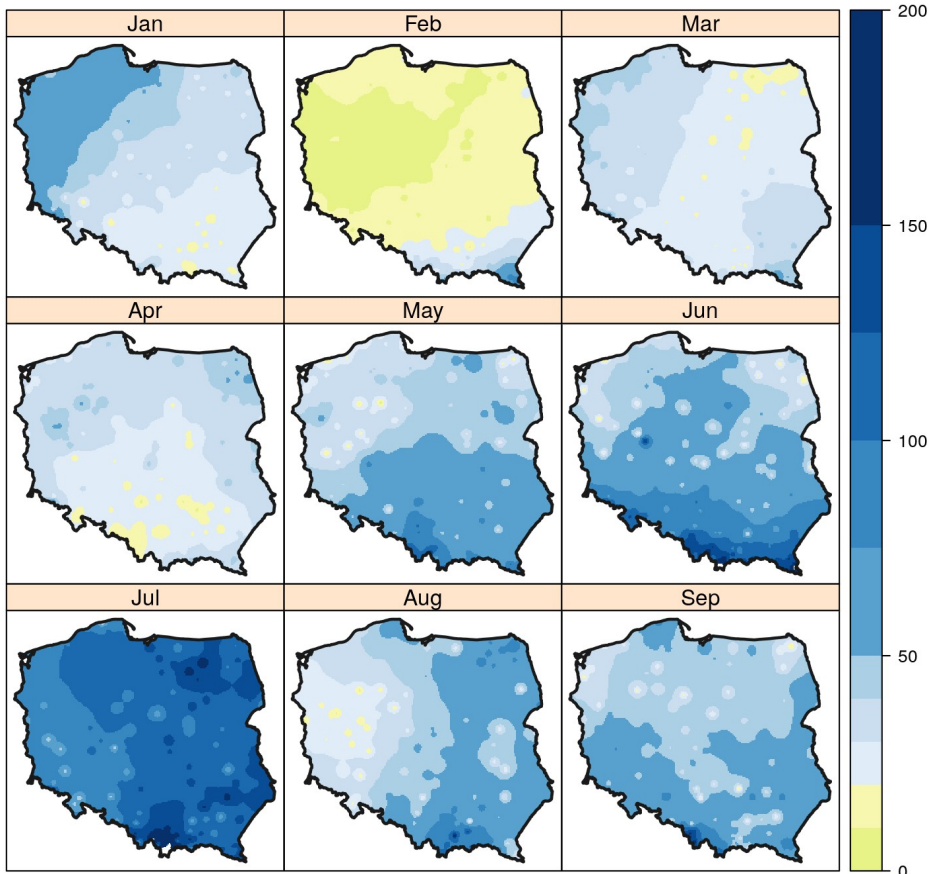
- KBW – Klimatyczny Bilans Wodny

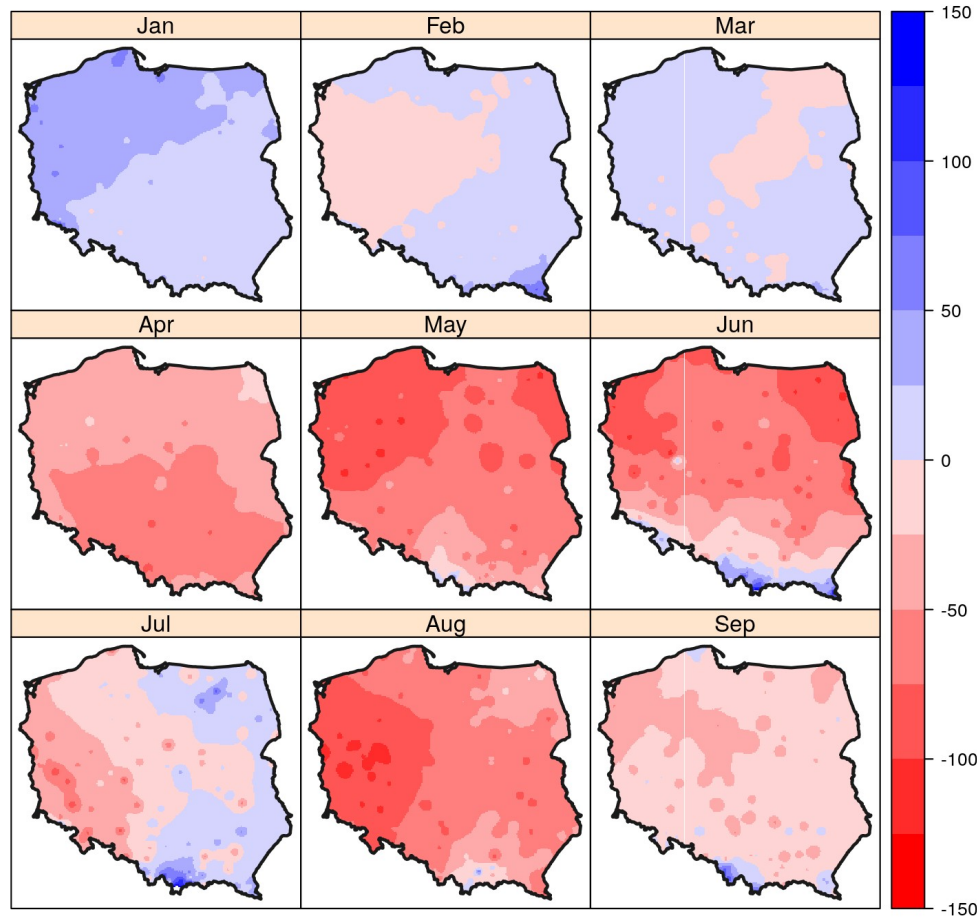
- Kompleksowy wskaźnik uwilgotnienia atmosfery
- Jest różnicą między sumą opadu i ewapotranspiracją potencjalną w zadanym przedziale czasu
- Podstawa szacowania szkód w uprawach (Dz.U. 2017 r. poz. 732)
- **Problem:** wymaga obliczenia ewapotranspiracji potencjalnej zgodnie z formułą FAO-56 (Penman-Monteith) lub ekwiwalentną -> duże wymagania odnośnie danych wsadowych
- **Zalety:** pozwala na określenie ilościowe niedoboru lub nadmiaru opadów atmosferycznych





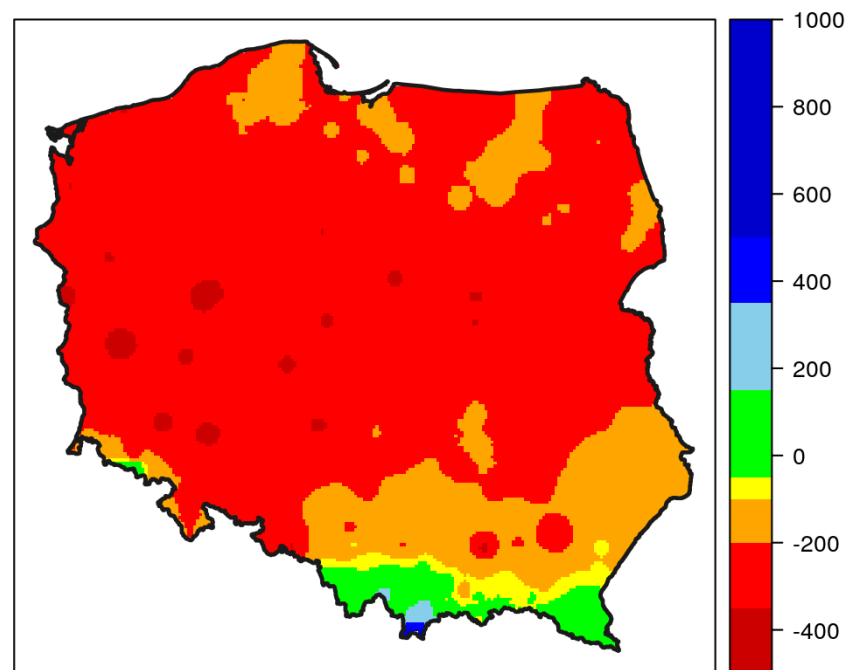
Suma opadu atmosferycznego - Ewapotranspiracja potencjalna



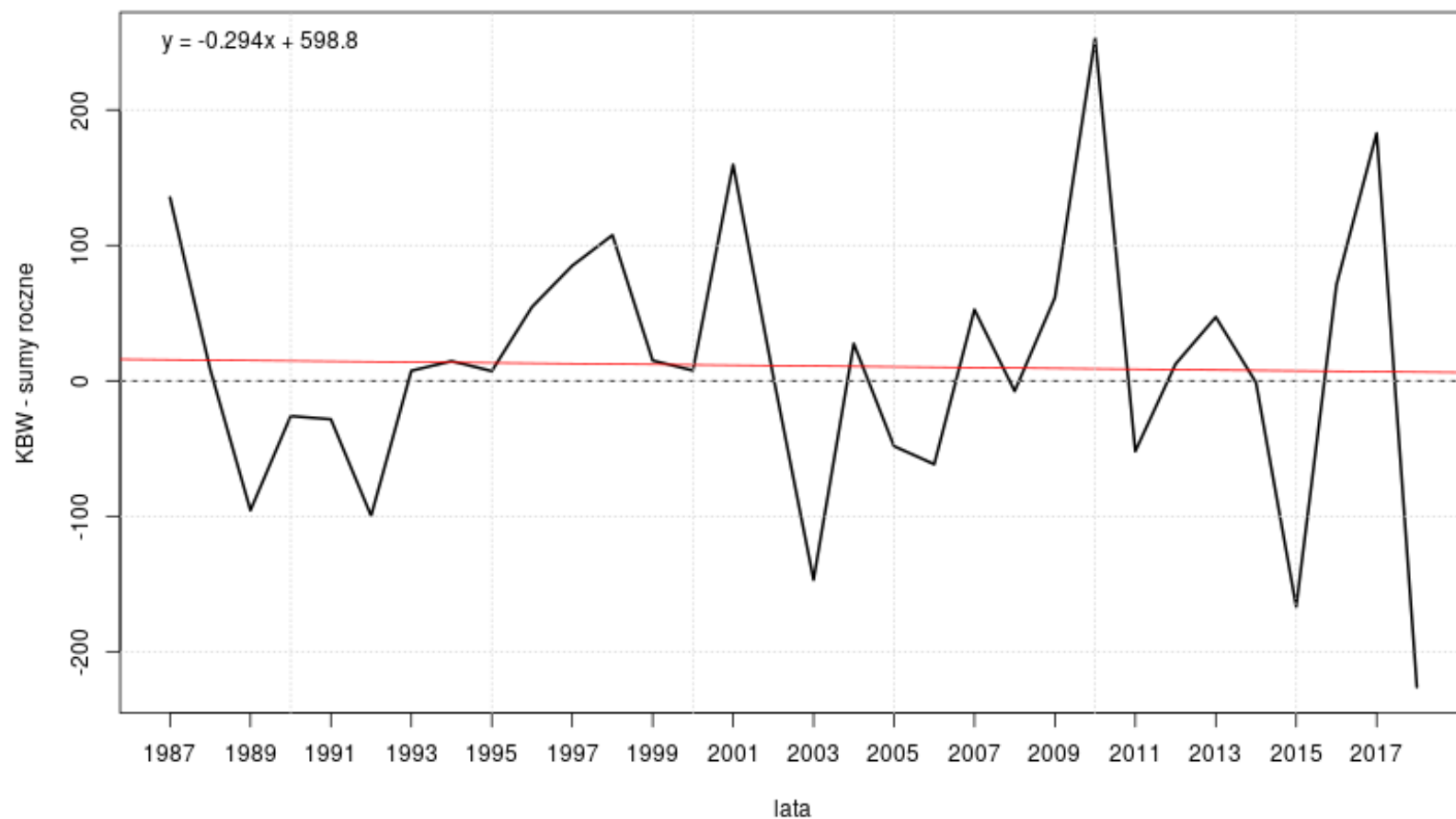


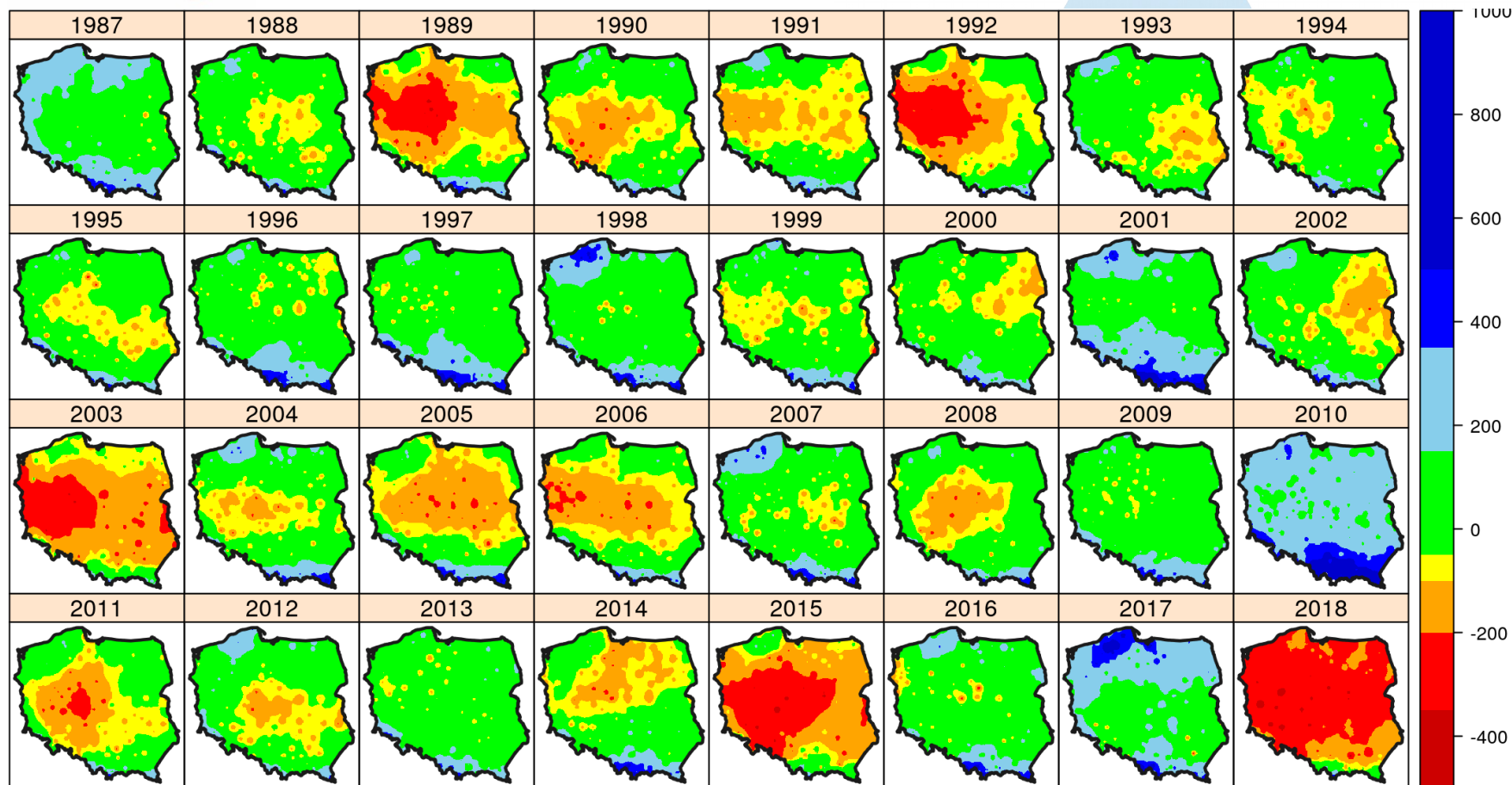
KBW (I 2018 – IX 2018)

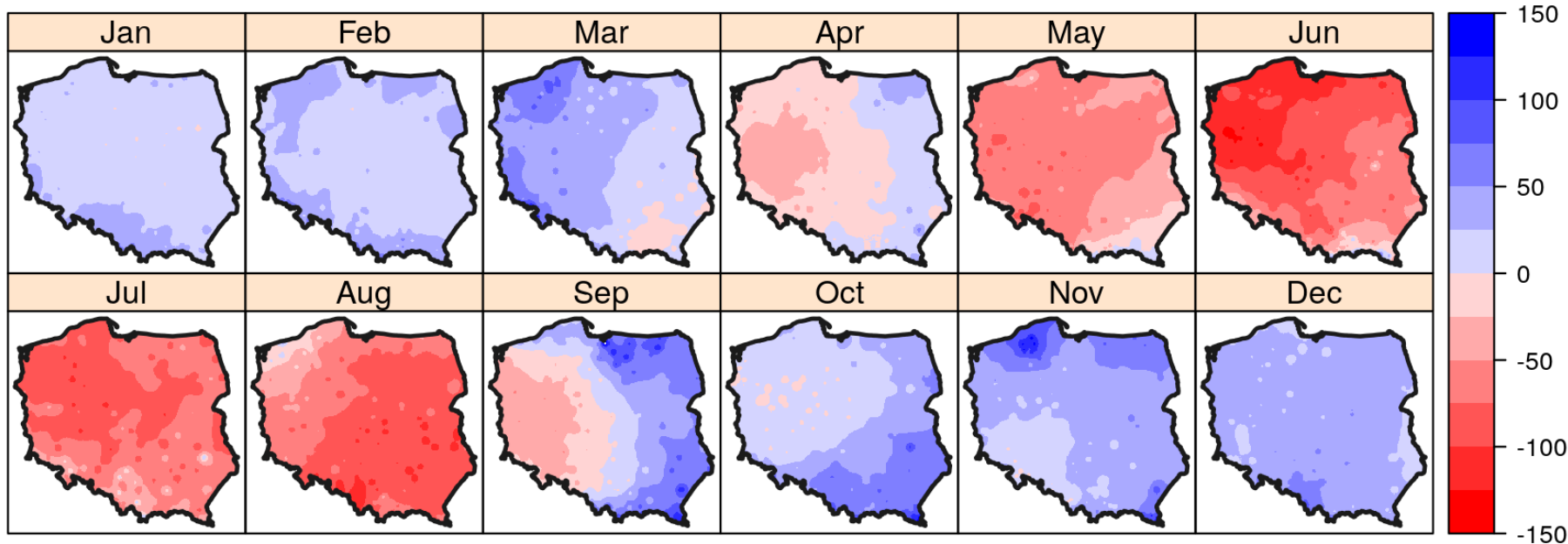
Średnia: -226.1 mm



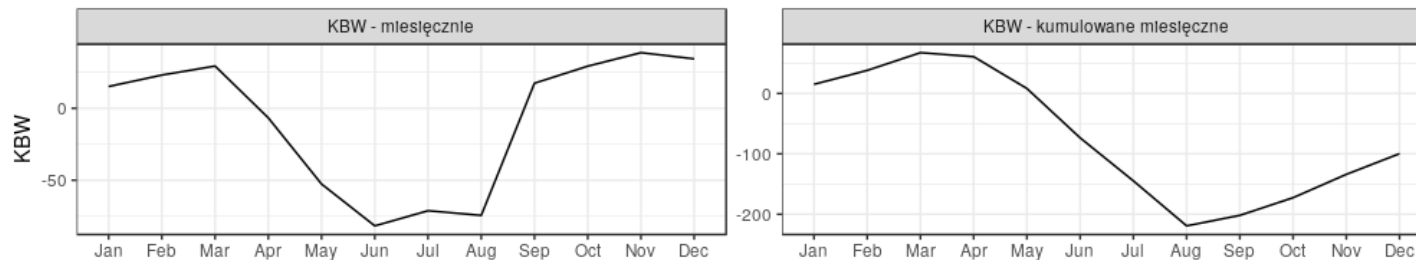
Polska - średnia obszarowa

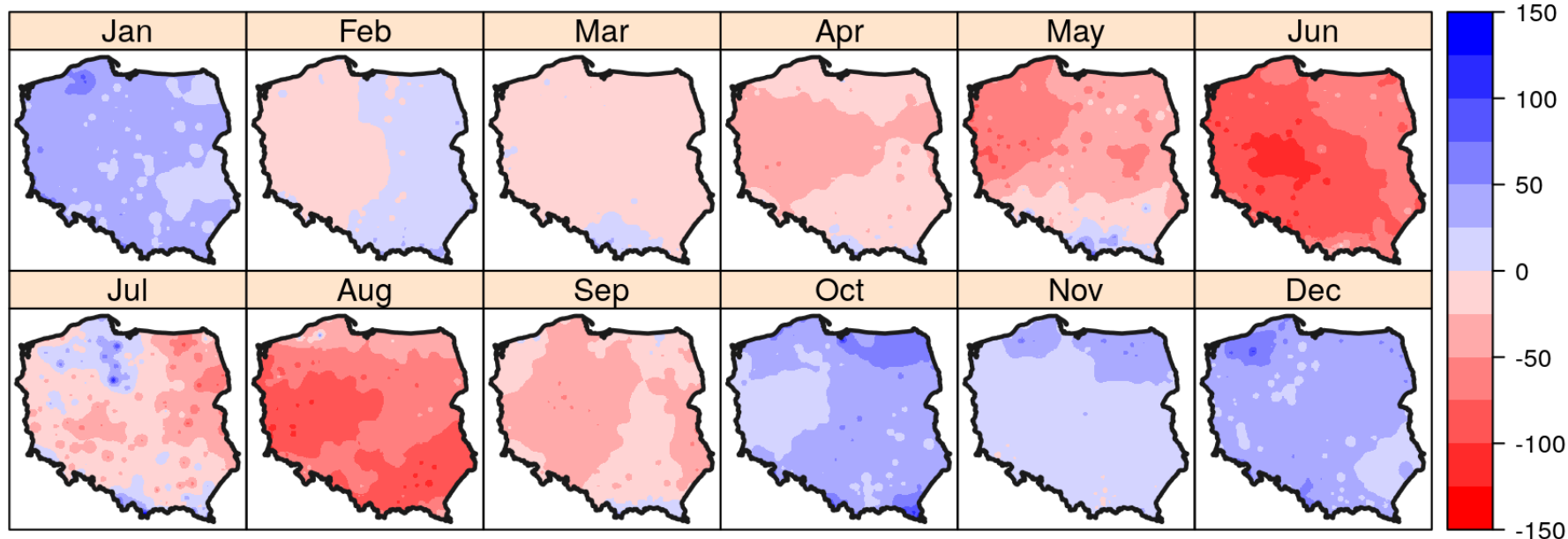




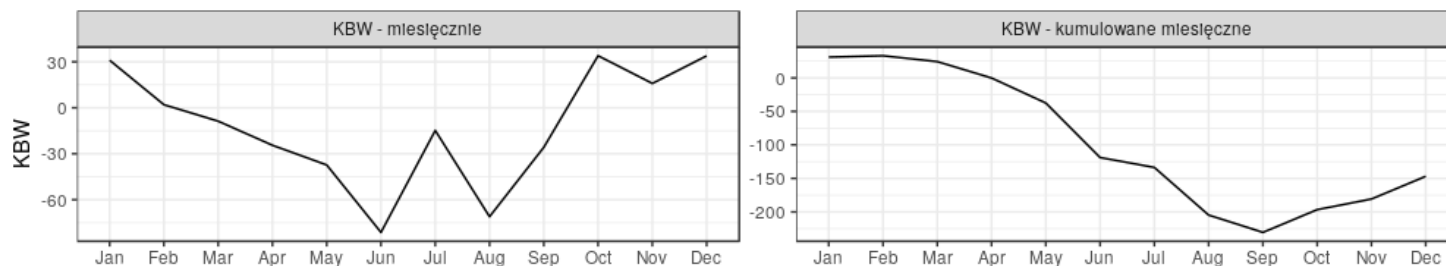


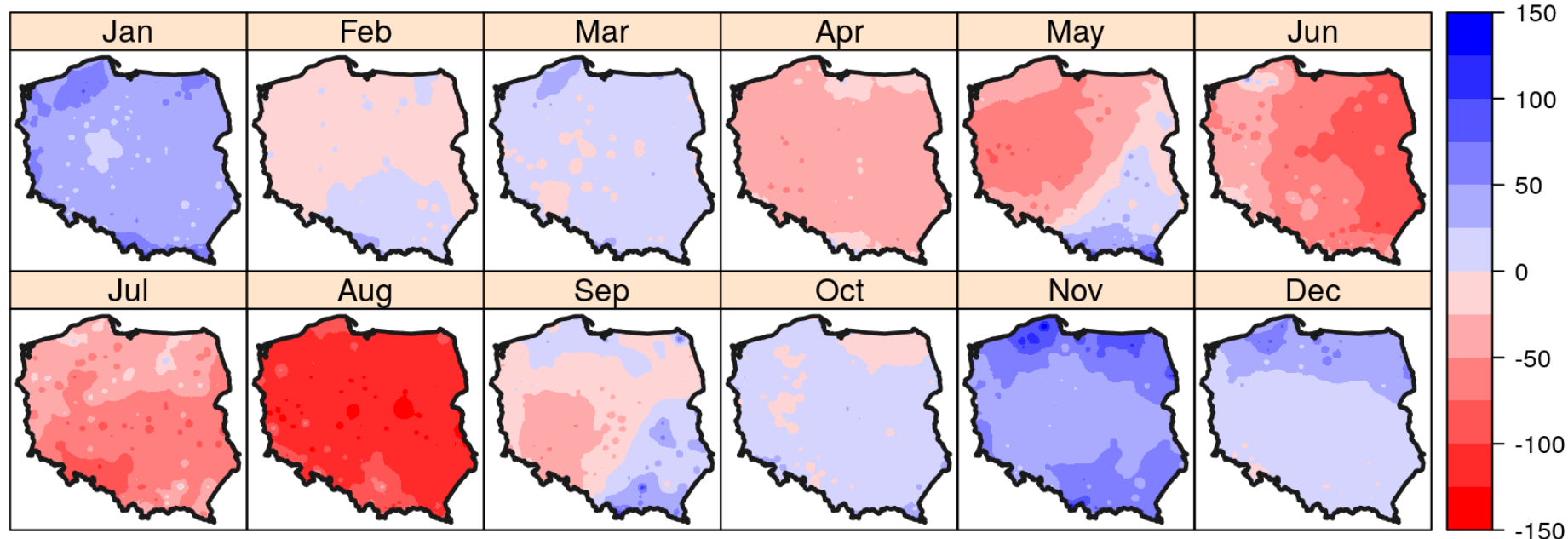
Przebieg średniego obszarowego





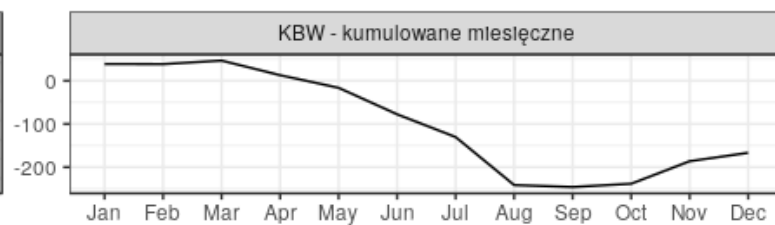
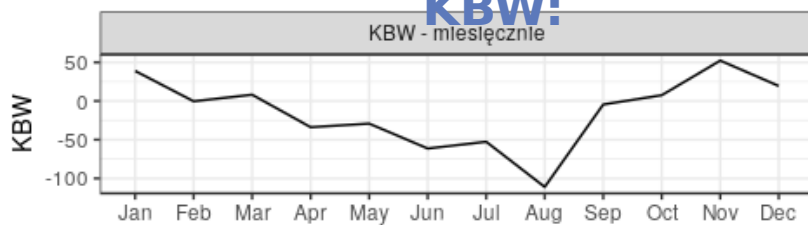
Przebieg średniego obszarowego





Przebieg średniego obszarowego

KBW:



Prawdopodobieństwo
wystąpienia wartości

KBW < -150 mm/rok

