

Wpływ zmian klimatu na środowisko przyrodnicze, jak wykorzystać potencjał przyrody w łagodzeniu zmian klimatu

Bogdan H. Chojnicki prof. UPP
Jacek Leśny prof. UPWR

Wzmacnianie odporności na zmiany klimatu poprzez wykorzystanie potencjału małej retencji i środowiska przyrodniczego w skali lokalnej i regionalnej



Konferencja Wrocław 14.11.2019

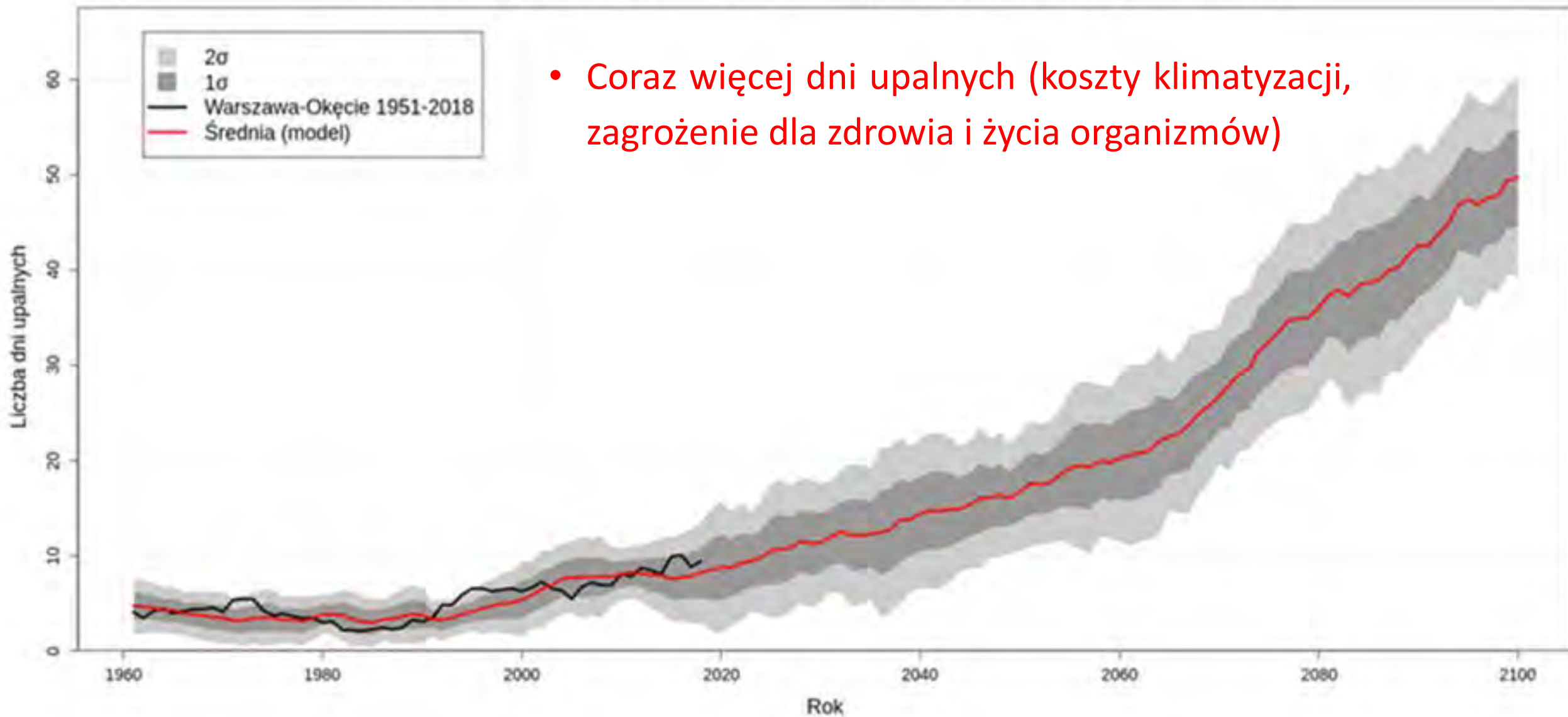
Projekt pn. „Współdziałanie środowisk na rzecz adaptacyjności do zmian klimatycznych poprzez małą retencję i ochronę bioróżnorodności” współfinansowany ze środków Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.



Unia Europejska
Fundusz Spójności



Zmiana klimatu



- Coraz więcej dni upalnych (koszty klimatyzacji, zagrożenie dla zdrowia i życia organizmów)

Liczba dni upalnych ($T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$) na stacji Warszawa-Okęcie na tle wyników wszystkich realizacji modelu CSIRO MK3.6.0. (dla punktu 21E,51N) (źródło Djakov 2018)

Zmiana klimatu

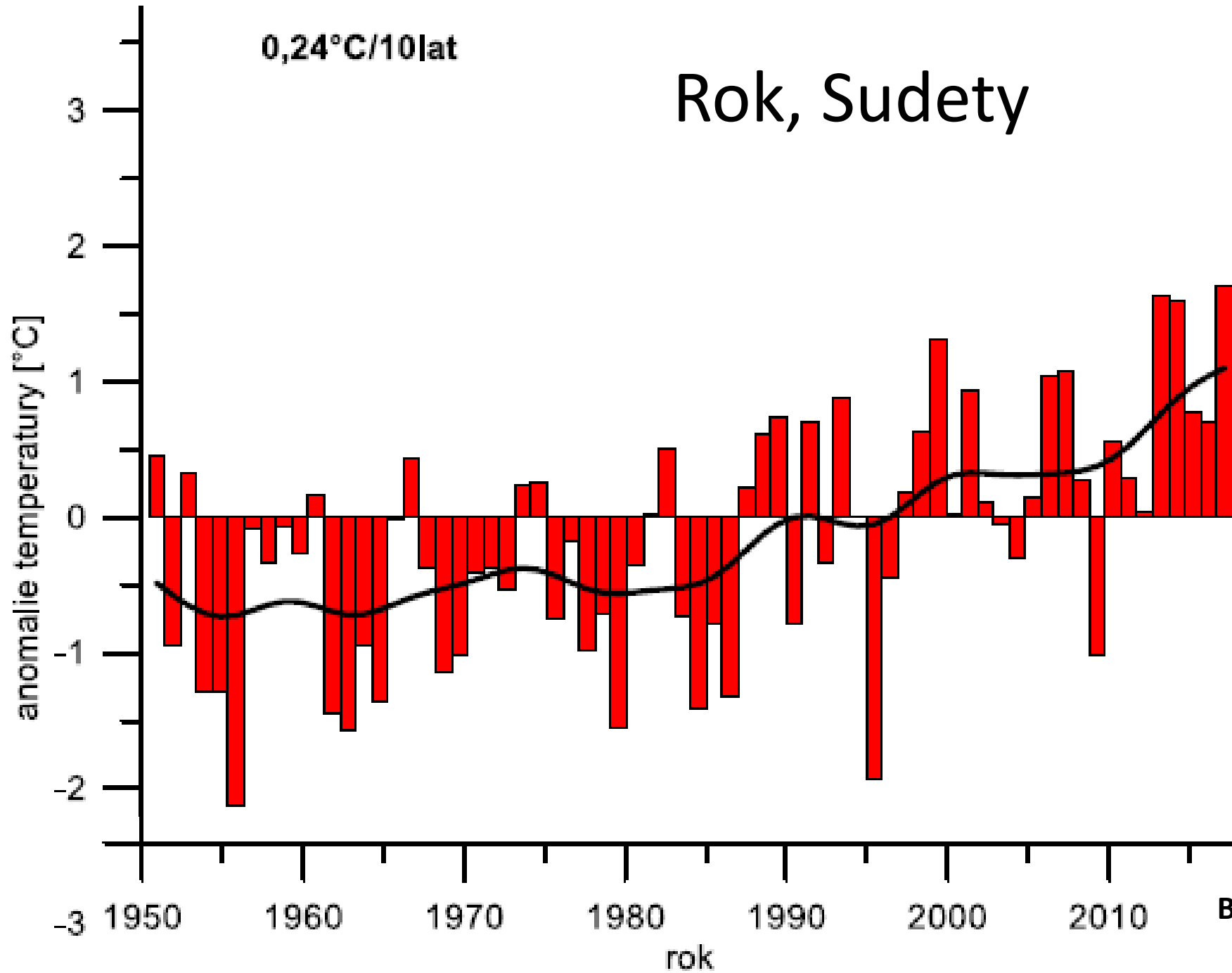
Średnie miesięczne temperatury powietrza w Warszawie dla okresu 1951-2019 (ciepłe kolory oznaczają wartość powyżej średniej, zimne poniżej) (źródło: meteomodel.pl)

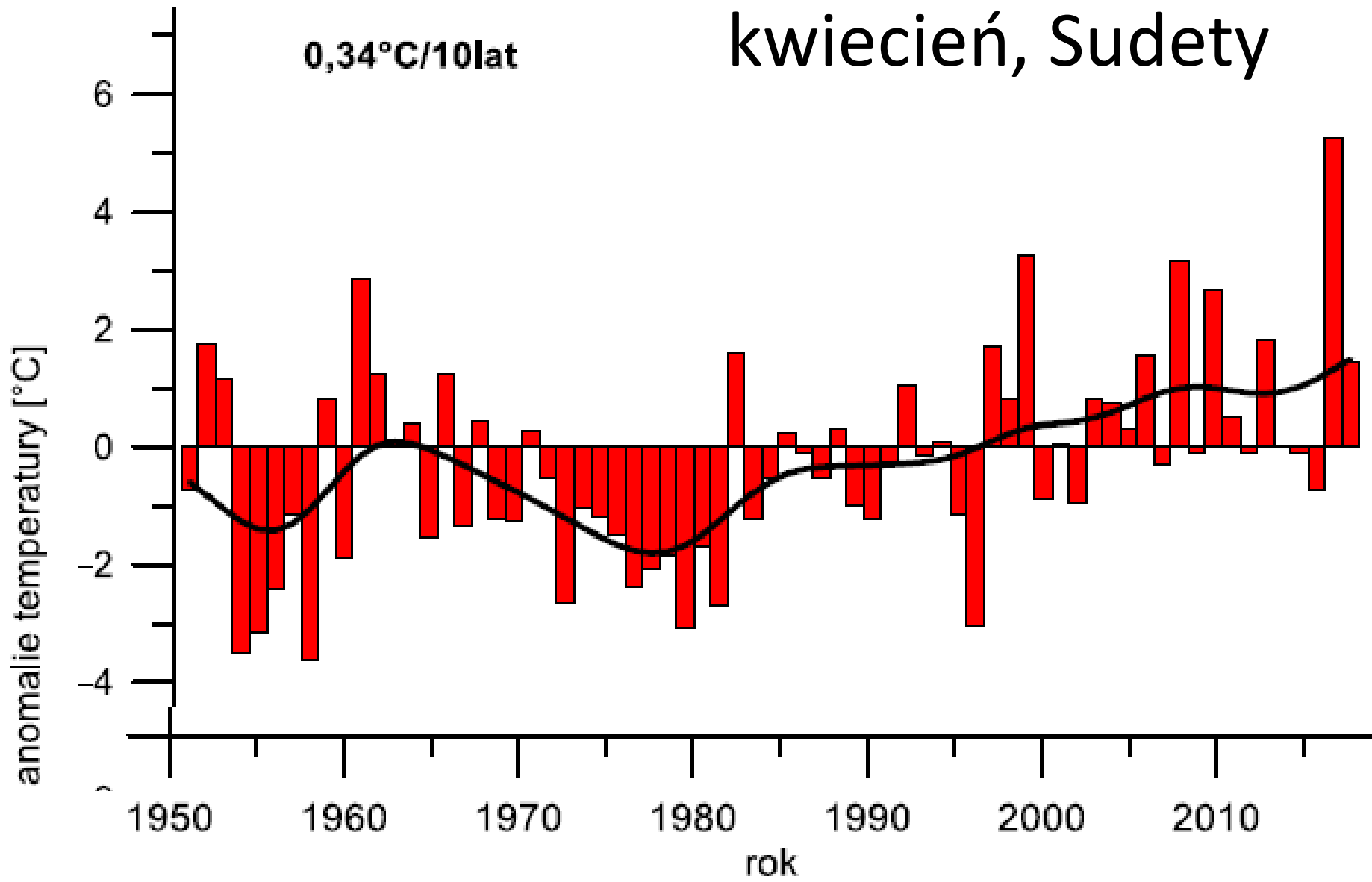
| Rok | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | I-XII |
|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1951 | -1.9 | -0.7 | 0.3 | 8.9 | 12.5 | 18.1 | 18.6 | 20.4 | 15.5 | 6.6 | 5.8 | 2.0 | 8.8 |
| 1952 | -0.1 | -2.2 | -3.0 | 10.8 | 11.8 | 15.8 | 19.3 | 19.0 | 11.8 | 7.2 | 1.8 | -1.5 | 7.5 |
| 1953 | -2.3 | -2.6 | 2.6 | 8.8 | 13.4 | 18.8 | 20.3 | 17.2 | 13.6 | 9.3 | 2.5 | -0.9 | 8.4 |
| 1954 | -7.7 | -9.6 | 2.0 | 5.2 | 14.5 | 19.2 | 17.3 | 17.7 | 14.5 | 8.3 | 2.2 | 2.7 | 7.2 |
| 1955 | -3.1 | -2.6 | -0.9 | 4.7 | 11.4 | 16.0 | 19.2 | 19.3 | 14.6 | 8.3 | 3.4 | 0.7 | 7.6 |
| 1956 | -1.4 | -12.2 | -1.4 | 5.9 | 12.7 | 17.4 | 17.4 | 15.5 | 12.3 | 8.1 | -0.6 | -0.3 | 6.1 |
| 1957 | -1.1 | 2.6 | 2.7 | 8.6 | 11.0 | 17.9 | 18.8 | 16.2 | 11.8 | 8.6 | 4.3 | -1.3 | 8.3 |
| 1958 | -2.6 | -0.1 | -2.9 | 4.5 | 14.9 | 15.5 | 18.5 | 17.2 | 12.8 | 9.6 | 3.8 | 1.2 | 7.7 |
| 1959 | -0.9 | -1.8 | 4.3 | 8.4 | 13.3 | 16.8 | 21.0 | 18.8 | 11.7 | 7.2 | 2.1 | -1.3 | 8.3 |
| 1960 | -3.0 | -3.3 | 1.8 | 6.9 | 13.2 | 17.4 | 16.9 | 16.5 | 11.9 | 8.7 | 5.0 | 2.9 | 7.9 |
| 1961 | -3.1 | 1.5 | 5.3 | 9.9 | 12.1 | 17.7 | 16.2 | 16.2 | 14.0 | 10.2 | 3.6 | -3.4 | 8.4 |
| 1962 | -0.2 | -2.5 | -1.6 | 10.5 | 11.0 | 14.8 | 16.2 | 16.5 | 12.2 | 8.0 | 4.0 | -4.5 | 7.0 |
| 1963 | -12.4 | -8.1 | -1.7 | 8.2 | 15.7 | 17.1 | 20.7 | 19.3 | 14.7 | 8.3 | 6.3 | -5.2 | 6.9 |
| 1964 | -3.6 | -4.8 | -2.9 | 7.5 | 13.3 | 20.0 | 18.7 | 16.4 | 13.4 | 7.6 | 3.4 | -0.3 | 7.4 |
| 1965 | -1.3 | -5.7 | 0.4 | 6.2 | 10.1 | 16.2 | 16.5 | 15.7 | 14.5 | 7.1 | -1.1 | 0.2 | 6.6 |
| 1966 | -4.9 | -0.8 | 2.6 | 8.5 | 13.6 | 17.6 | 18.9 | 17.4 | 12.5 | 11.0 | 2.6 | -0.1 | 8.2 |
| 1967 | -4.9 | 0.3 | 5.0 | 7.8 | 14.4 | 16.6 | 19.7 | 17.4 | 16.4 | 11.3 | 3.7 | -1.3 | 8.9 |
| 1968 | -4.0 | -0.8 | 2.9 | 9.5 | 12.0 | 18.4 | 17.0 | 18.3 | 13.9 | 8.2 | 3.7 | -4.1 | 7.9 |
| 1969 | -6.4 | -4.3 | -2.0 | 6.7 | 14.8 | 17.1 | 19.0 | 17.3 | 13.8 | 8.2 | 5.4 | -8.5 | 6.8 |
| 1970 | -6.1 | -5.6 | 0.2 | 7.1 | 12.6 | 17.2 | 17.3 | 17.3 | 12.2 | 7.6 | 4.7 | 0.7 | 7.1 |
| 1971 | -3.8 | -0.0 | 0.0 | 7.7 | 15.5 | 16.1 | 18.8 | 19.5 | 11.1 | 8.3 | 2.3 | 3.1 | 8.2 |
| 1972 | -7.4 | -0.7 | 3.7 | 7.8 | 13.7 | 17.1 | 20.7 | 17.0 | 11.8 | 6.1 | 4.2 | -0.4 | 7.8 |
| 1973 | -2.8 | 1.3 | 3.9 | 7.0 | 13.0 | 16.4 | 18.2 | 17.8 | 12.8 | 6.2 | 1.4 | -0.8 | 7.9 |
| 1974 | -1.2 | 2.1 | 4.6 | 7.3 | 11.3 | 14.7 | 15.8 | 18.1 | 13.4 | 6.7 | 3.4 | 2.3 | 8.2 |
| 1975 | 2.6 | -0.6 | 4.4 | 7.0 | 15.0 | 16.5 | 19.6 | 18.9 | 15.6 | 8.0 | 1.5 | 0.8 | 9.1 |
| 1976 | -2.5 | -4.2 | -0.9 | 7.9 | 12.2 | 15.2 | 18.8 | 15.8 | 13.1 | 6.9 | 4.6 | -1.2 | 7.1 |
| 1977 | -1.9 | 0.1 | 5.4 | 6.4 | 12.7 | 17.5 | 16.3 | 16.1 | 11.2 | 9.0 | 5.2 | -0.8 | 8.1 |
| 1978 | -1.4 | -4.5 | 3.2 | 6.4 | 12.2 | 15.5 | 16.2 | 15.9 | 11.1 | 8.5 | 5.1 | -4.1 | 7.0 |
| 1979 | -6.2 | -5.9 | 1.7 | 6.8 | 14.7 | 19.8 | 15.0 | 16.8 | 13.7 | 6.1 | 2.9 | 1.4 | 7.2 |
| 1980 | -6.2 | -1.6 | -0.4 | 6.6 | 2.9 | 15.6 | 16.6 | 16.4 | 12.6 | 8.4 | 1.9 | -0.7 | 6.6 |
| 1981 | -3.3 | -0.9 | 3.9 | 5.9 | 14.1 | 17.0 | 18.0 | 16.6 | 14.0 | 8.8 | 3.4 | -3.6 | 7.8 |
| 1982 | -3.6 | -2.0 | 3.5 | 5.6 | 14.2 | 15.8 | 19.2 | 19.3 | 15.1 | 8.7 | 4.6 | 1.1 | 8.5 |
| 1983 | 3.2 | -2.6 | 4.0 | 9.7 | 15.6 | 17.0 | 19.4 | 18.5 | 14.6 | 8.7 | 2.0 | -0.8 | 9.1 |
| 1984 | 0.2 | -1.7 | 1.1 | 9.1 | 13.7 | 14.4 | 15.7 | 18.0 | 13.3 | 10.3 | 2.1 | -1.3 | 7.9 |
| 1985 | -8.3 | -9.2 | 2.0 | 8.4 | 15.2 | 14.8 | 17.3 | 18.0 | 12.2 | 8.0 | 0.7 | 1.6 | 6.7 |
| 1986 | -1.5 | -9.6 | 1.9 | 8.9 | 14.7 | 16.8 | 17.8 | 17.3 | 11.2 | 8.0 | 5.1 | -0.3 | 7.5 |
| 1987 | -12.3 | -0.9 | -2.2 | 7.1 | 12.1 | 15.8 | 17.9 | 15.2 | 12.8 | 8.5 | 4.0 | 0.8 | 6.6 |
| 1988 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 7.2 | 15.3 | 16.9 | 19.4 | 17.4 | 13.6 | 7.7 | 0.1 | 0.9 | 8.4 |
| 1989 | 2.0 | 4.0 | 5.5 | 9.1 | 14.4 | 15.7 | 18.7 | 17.9 | 14.3 | 10.3 | 1.4 | 1.1 | 9.5 |
| 1990 | 1.8 | 4.7 | 6.6 | 8.9 | 14.0 | 17.1 | 17.0 | 17.7 | 11.1 | 9.1 | 4.5 | -0.3 | 9.4 |
| 1991 | -0.3 | -4.2 | 3.9 | 7.8 | 10.8 | 15.5 | 19.1 | 18.2 | 14.4 | 7.8 | 4.1 | -1.5 | 8.0 |
| 1992 | -1.1 | 0.8 | 3.4 | 7.3 | 13.6 | 18.3 | 20.1 | 21.5 | 12.6 | 5.7 | 3.6 | -0.7 | 8.8 |
| 1993 | 0.1 | -1.5 | 0.9 | 9.0 | 16.5 | 15.6 | 16.8 | 16.6 | 12.0 | 7.8 | -2.7 | 2.0 | 7.8 |
| 1994 | 2.0 | -2.6 | 3.7 | 9.1 | 12.4 | 15.8 | 22.0 | 18.3 | 14.5 | 6.5 | 3.6 | 0.6 | 8.8 |
| 1995 | -1.7 | 3.2 | 2.9 | 7.8 | 12.6 | 17.3 | 20.1 | 18.6 | 13.4 | 9.9 | -0.2 | -5.3 | 8.2 |
| 1996 | -5.8 | -5.6 | -1.6 | 8.2 | 15.1 | 16.6 | 16.1 | 18.6 | 10.6 | 9.2 | 6.0 | -5.4 | 6.8 |
| 1997 | -4.4 | 1.7 | 2.7 | 5.0 | 13.7 | 16.6 | 17.9 | 19.1 | 13.0 | 6.1 | 2.8 | -0.2 | 7.8 |
| 1998 | 0.3 | 3.2 | 1.8 | 9.9 | 14.6 | 17.7 | 17.7 | 16.4 | 13.2 | 7.7 | -1.9 | -2.5 | 8.2 |
| 1999 | -0.2 | -1.3 | 4.6 | 10.0 | 12.6 | 18.0 | 20.7 | 17.9 | 15.8 | 8.3 | 1.5 | 0.7 | 9.0 |
| 2000 | -1.4 | 2.5 | 3.4 | 12.4 | 15.3 | 17.8 | 16.6 | 18.1 | 12.0 | 11.6 | 5.9 | 1.4 | 9.6 |
| 2001 | -0.5 | -0.8 | 2.2 | 8.0 | 14.7 | 15.2 | 20.7 | 19.3 | 12.1 | 10.9 | 2.4 | -4.2 | 8.3 |
| 2002 | -0.7 | 3.6 | 4.5 | 9.0 | 17.5 | 17.6 | 21.1 | 20.7 | 13.7 | 7.2 | 4.1 | -6.6 | 9.3 |
| 2003 | -2.9 | -4.9 | 1.9 | 7.3 | 15.7 | 18.0 | 20.2 | 18.7 | 13.8 | 5.4 | 4.9 | 0.9 | 8.3 |
| 2004 | -5.1 | -0.0 | 3.5 | 8.7 | 12.0 | 15.8 | 17.9 | 19.0 | 13.5 | 10.0 | 3.7 | 1.8 | 8.4 |
| 2005 | 0.9 | -3.1 | -0.0 | 9.0 | 13.7 | 16.0 | 20.9 | 17.7 | 15.9 | 9.4 | 3.2 | -0.3 | 8.6 |
| 2006 | -8.3 | -3.2 | -0.6 | 9.1 | 14.2 | 18.2 | 23.5 | 17.9 | 16.1 | 10.7 | 5.9 | 3.9 | 9.0 |
| 2007 | 3.7 | -1.1 | 7.2 | 9.7 | 15.7 | 19.0 | 18.8 | 19.0 | 13.3 | 8.3 | 1.8 | 0.2 | 9.6 |
| 2008 | 1.1 | 3.1 | 3.8 | 9.4 | 13.8 | 18.9 | 19.4 | 18.7 | 12.8 | 10.1 | 5.2 | 1.3 | 9.8 |
| 2009 | -2.7 | -0.6 | 2.7 | 11.3 | 13.6 | 16.2 | 19.9 | 18.6 | 13.5 | 6.9 | 5.6 | -1.0 | 8.8 |
| 2010 | -8.0 | -1.9 | 3.9 | 9.5 | 13.6 | 17.8 | 21.9 | 19.7 | 12.4 | 6.1 | 5.8 | -5.4 | 7.9 |
| 2011 | -0.6 | -3.8 | 3.3 | 11.1 | 14.4 | 19.0 | 18.1 | 18.9 | 15.1 | 8.5 | 3.0 | 2.6 | 9.1 |
| 2012 | -1.0 | -6.1 | 4.7 | 9.4 | 15.6 | 17.3 | 21.1 | 19.1 | 14.7 | 8.2 | 5.8 | -3.1 | 8.8 |
| 2013 | -3.5 | -0.4 | -1.8 | 8.0 | 15.5 | 18.6 | 20.0 | 19.7 | 12.4 | 10.4 | 5.6 | 2.4 | 8.9 |
| 2014 | -2.6 | 1.9 | 7.0 | 10.7 | 14.5 | 16.4 | 21.4 | 18.2 | 15.1 | 9.7 | 4.8 | 0.9 | 9.8 |
| 2015 | 1.4 | 1.1 | 5.5 | 8.6 | 13.4 | 17.7 | 20.1 | 23.1 | 15.4 | 7.6 | 5.3 | 4.7 | 10.3 |
| 2016 | -2.9 | 3.6 | 4.2 | 9.7 | 16.0 | 19.5 | 20.0 | 18.8 | 16.4 | 7.6 | 3.2 | 1.2 | 9.8 |
| 2017 | -3.7 | -0.8 | 6.1 | 7.7 | 14.6 | 18.5 | 18.9 | 19.7 | 14.0 | 10.0 | 4.9 | 2.5 | 9.4 |
| 2018 | 0.8 | -3.2 | 0.9 | 13.7 | 18.3 | 19.7 | 21.4 | 21.1 | 16.2 | 10.4 | 4.4 | 1.6 | 10.4 |
| 2019 | -1.7 | 3.2 | 6.1 | 10.6 | 13.6 | 22.9 | 19.3 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

0,24°C/10lat

Rok, Sudety

Zmiany klimatu



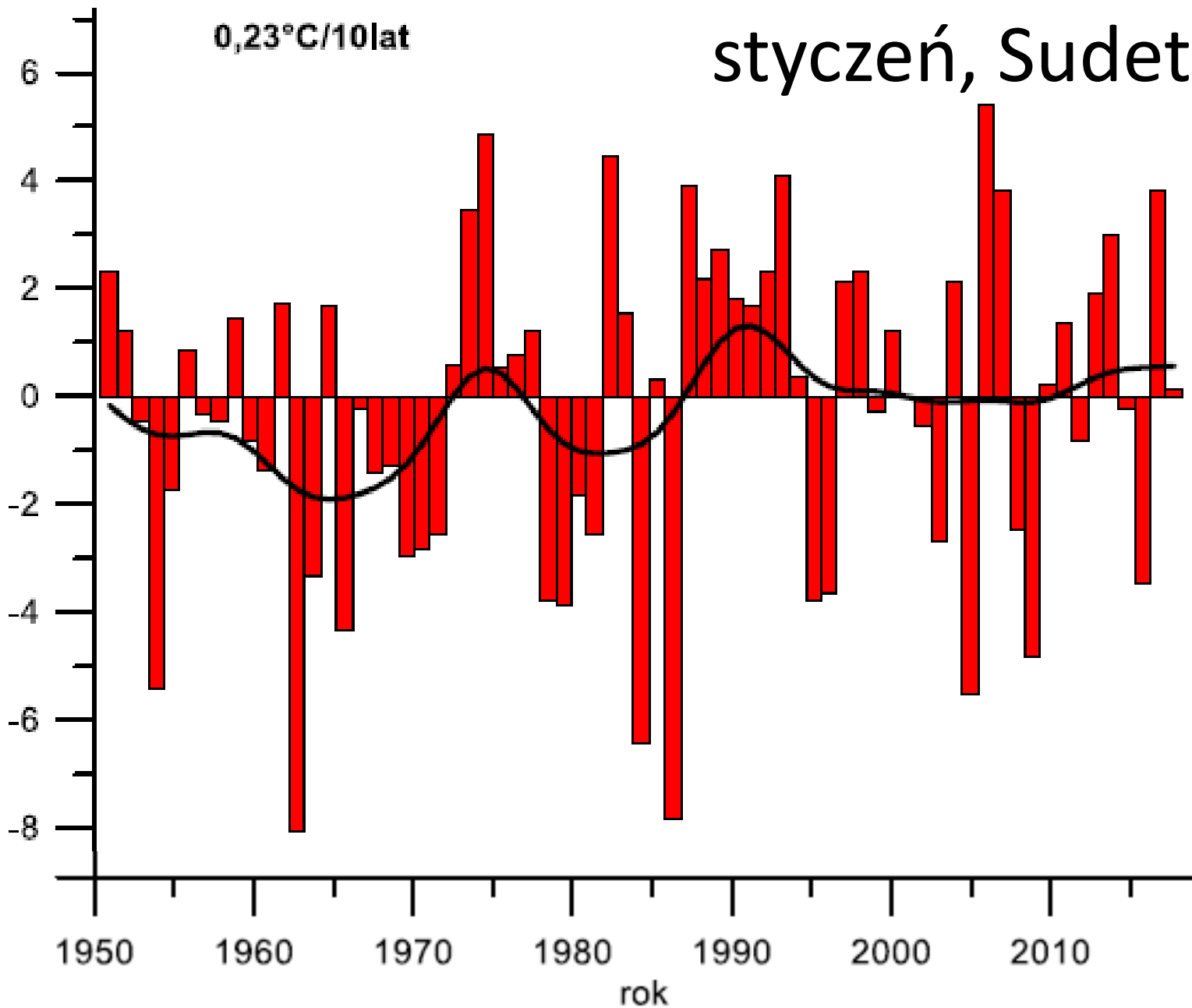


Skutki:
wcześniej
zaczyna
się
okres
wegetacyjny

0,23°C/10lat

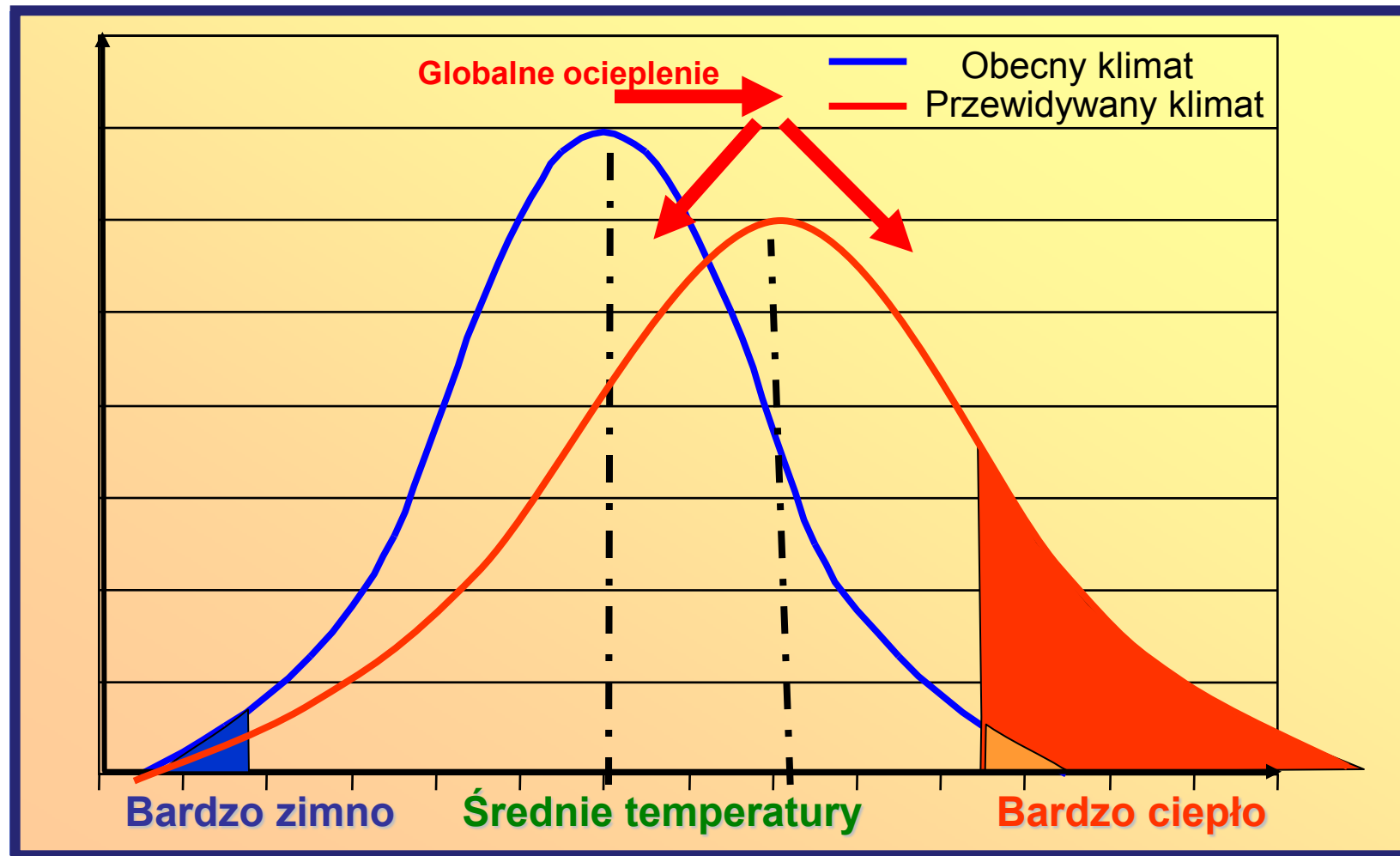
styczeń, Sudety

anomalie temperatury [°C]



Skutki:
bardzo
duża
zmienność
zimą

Rozkład temperatury i częstości występowanie temperatur ekstremalnych



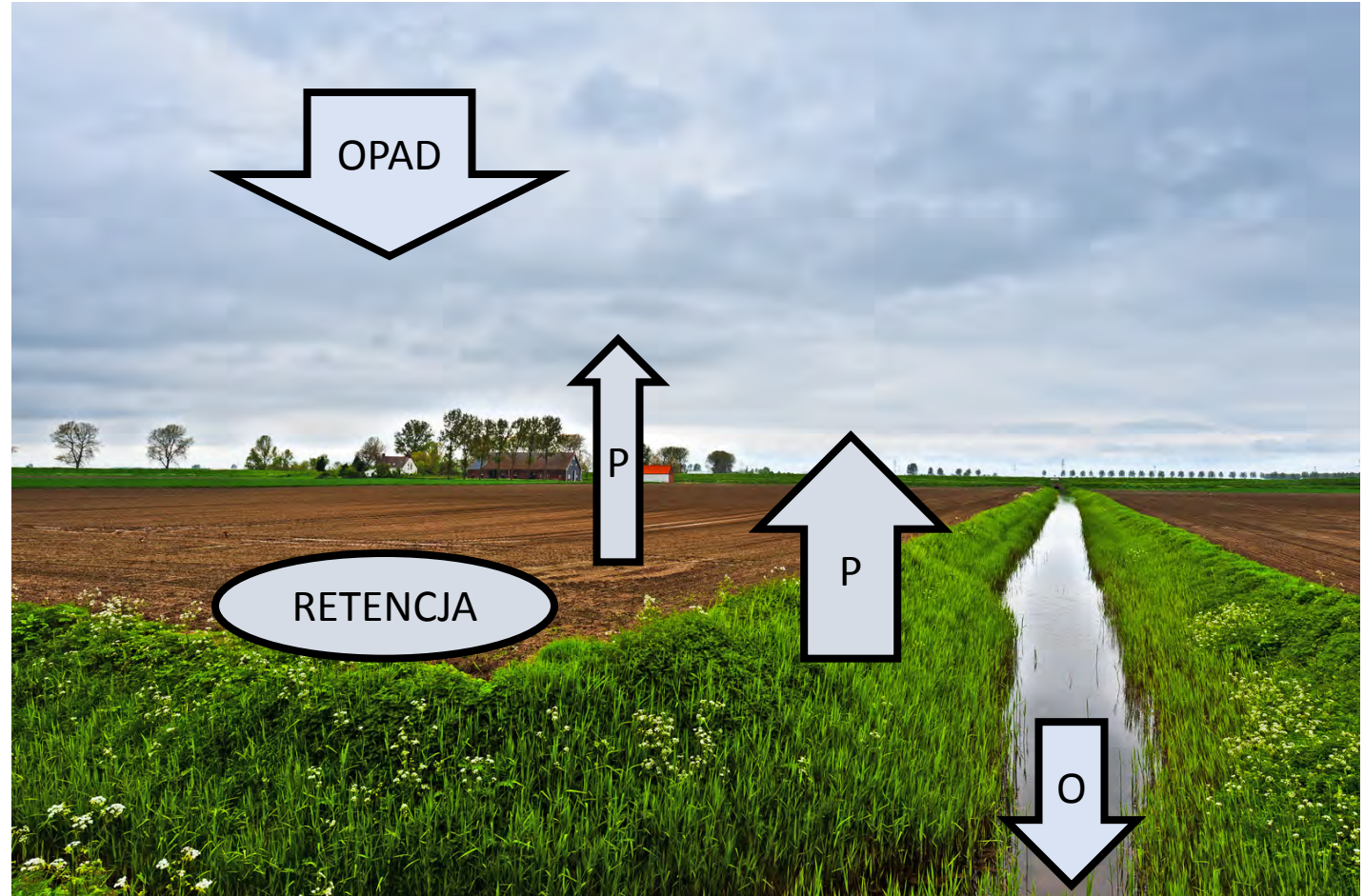
Zmiana klimatu i skutki

Wzrost temperatury spowoduje:

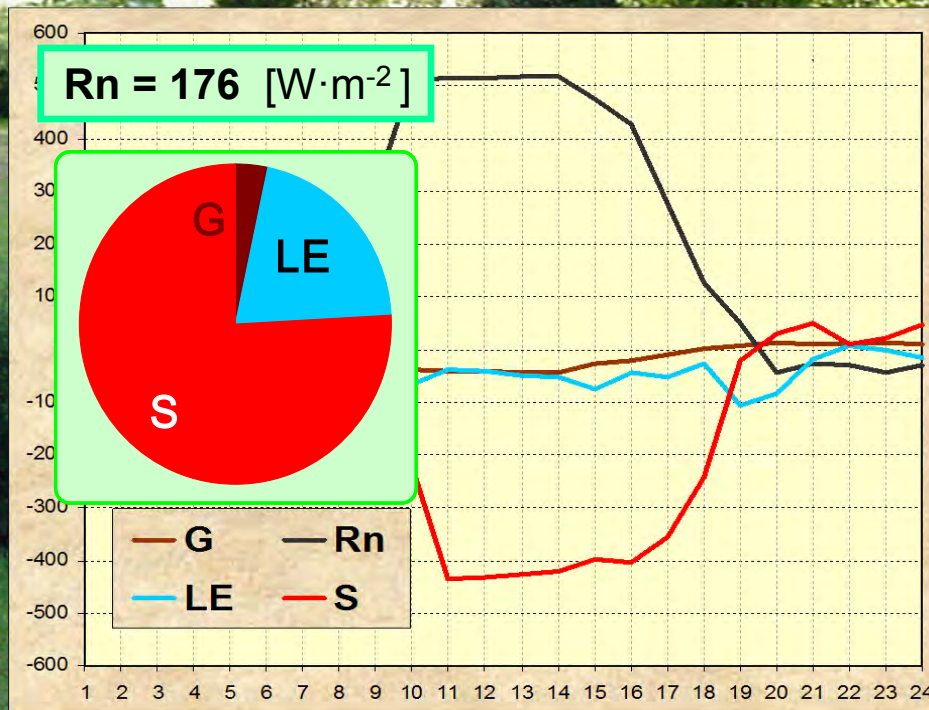
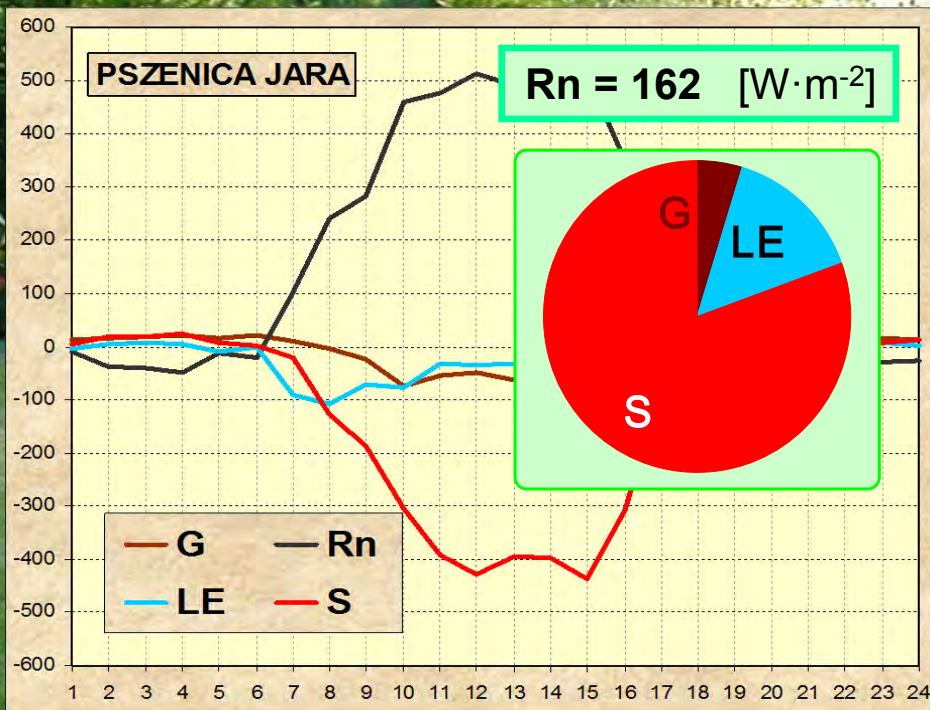
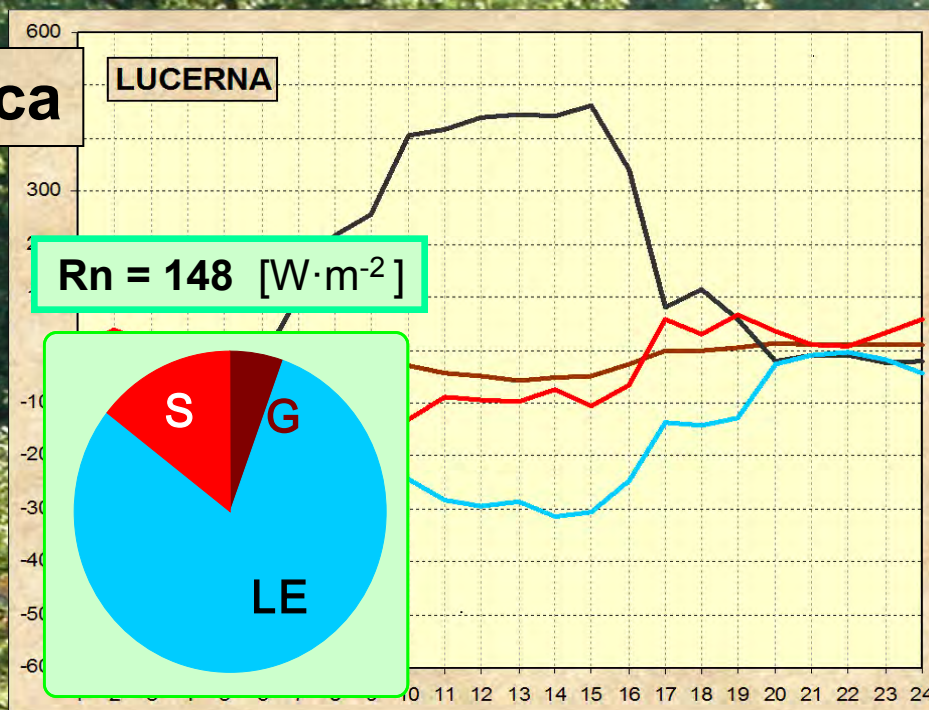
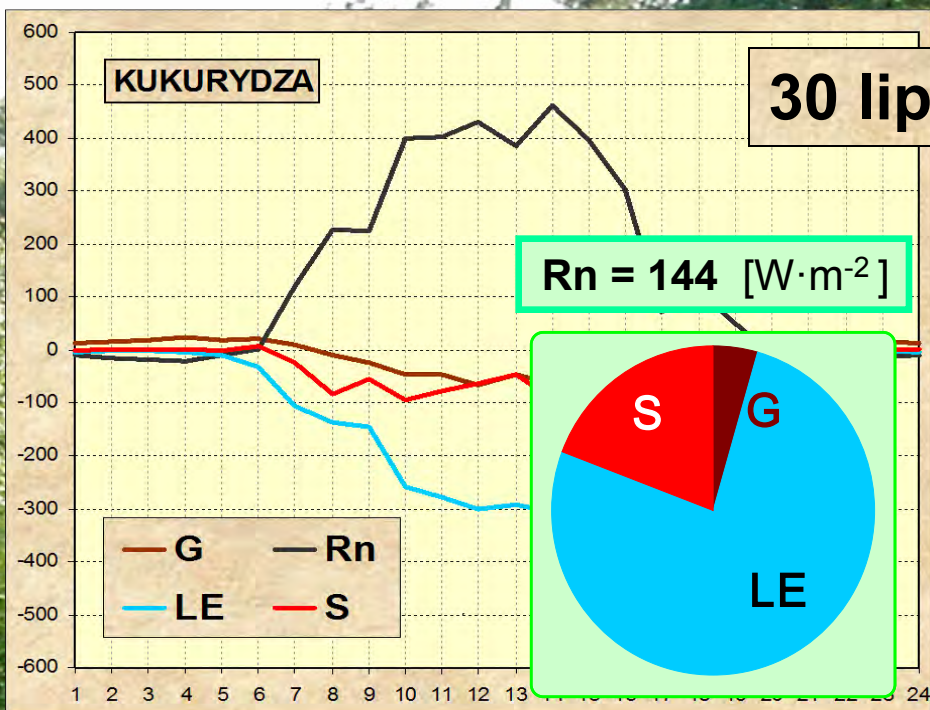
- niewielki **wzrost** sumy rocznej **opadów**;
- częstsze występowanie **opadów nawalnych** w okresie letnim, a co za tym idzie wzrost zagrożenia **erozją wodną, powodziami i potencjalnie większy odpływ**;
- coraz częstsze i dotkliwsze **susze** (dłuższe przerwy między opadami) oraz wynikające z nich **starty w rolnictwie** oraz **ograniczenia w dostępie do wody**.

Bilans wodny krajobrazu

- Opad
- Parowanie
- Odpływ
- Retencja



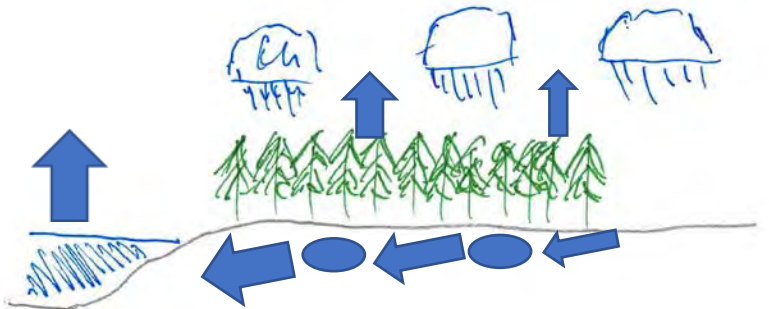
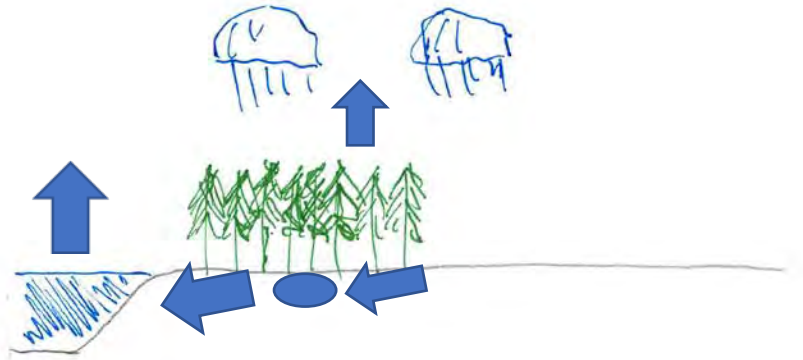
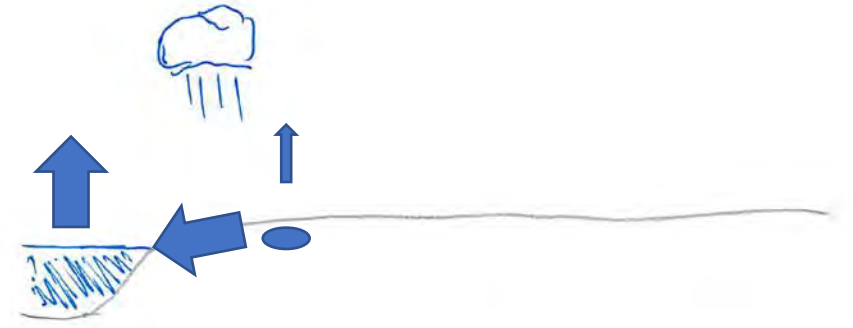
30 lipca



Wpływ roślinności na bilans wodny

Wprowadzanie drzew i krzewów do krajobrazu:

- Poprawia retencję wody w krajobrazie
- Zwiększa efektywne parowanie wody



Wprowadzenie roślinności drzewiastej i krzewiastej do krajobrazu

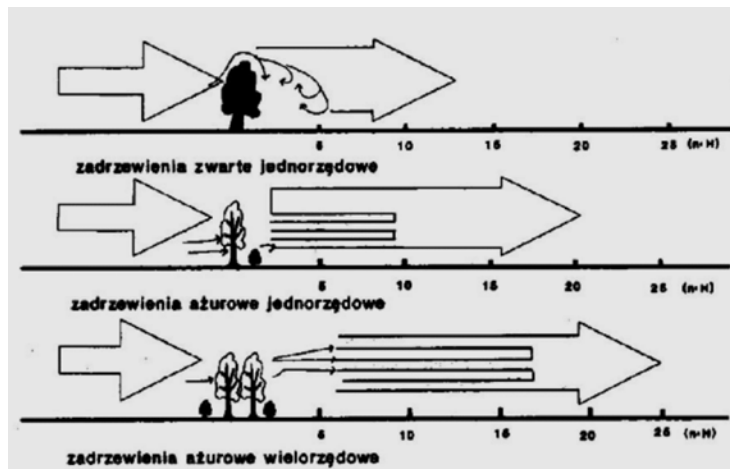
Ochrona mikroklimatu:

- redukcja prędkości wiatru,
- ograniczenie strat wody wskutek parowania z gleby,
- zwiększenie wilgotności powietrza w warstwie przygruntowej,
- ograniczenie parowania i odpływ wody w czasie suszy latem,
- zwolnienie tempa topnienia śniegu wiosną,
- zmniejszenie dobowych amplitud temperatury powietrza.

Wprowadzenie roślinności drzewiastej i krzewiastej do krajobrazu

Ochrona gleb:

- redukcja średniej prędkości wiatru
- pasy drzew i krzewów w poprzek stoków zmniejszają erozję wodną,
- pasy drzew i krzewów prostopadłe do kierunku wiatrów – erozję wietrzną.



Wprowadzenie roślinności drzewiastej i krzewiastej do krajobrazu

Ochrona wody:

- zmniejszanie parowania (np. na terenach źródliskowych)
- spływu powierzchniowego,
- przeciwdziałanie chemicznemu i biologicznemu zanieczyszczeniu wód.



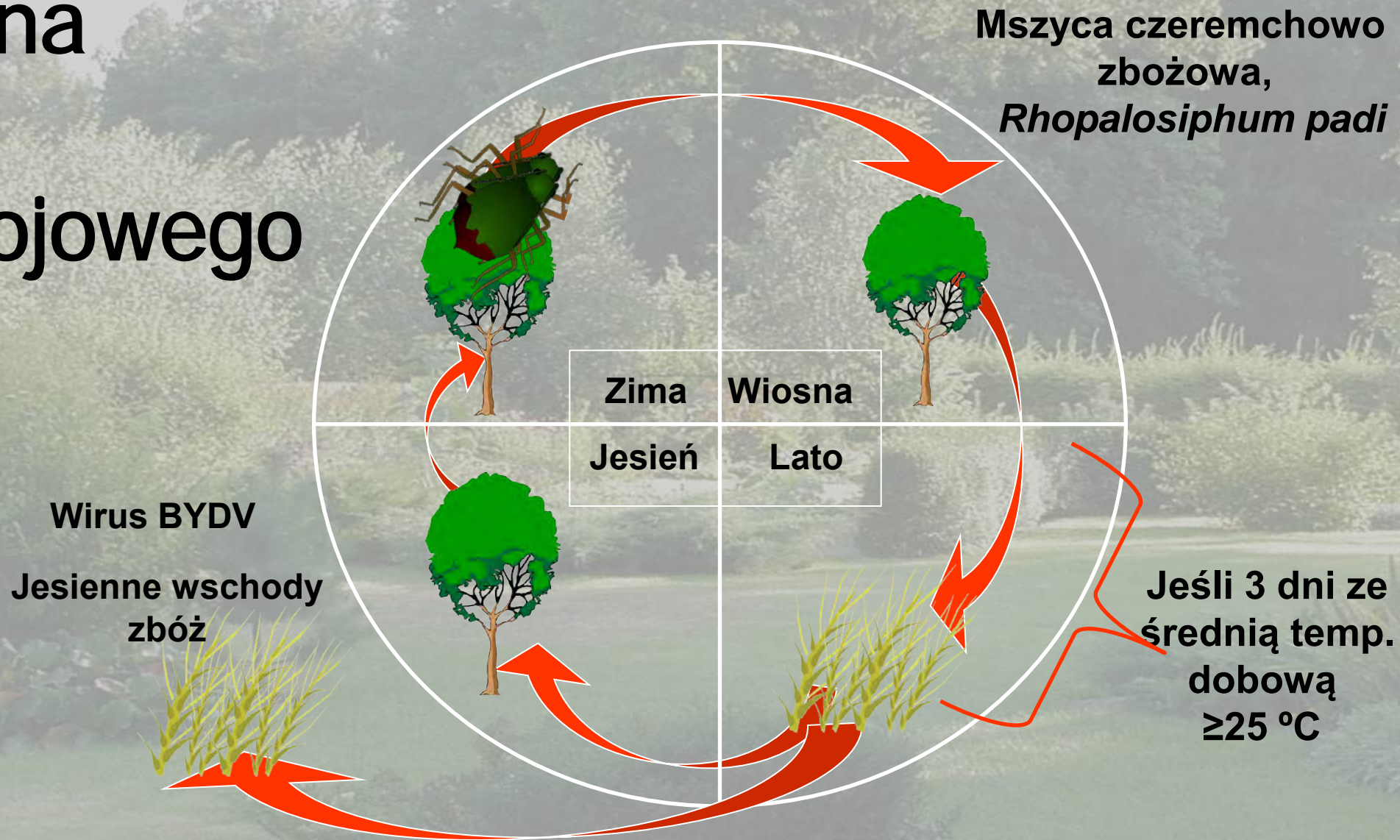
Wprowadzenie roślinności drzewiastej i krzewiastej do krajobrazu

Ochrona biocenozy (bioróżnorodność)

- tworzenie gniazdowisk i miejsc żerowania ptaków,
- tworzenie, powiązaniu ze zbiornikami/ciekami wodnymi, środowisk bytowania dla płazów,
- tworzenie środowisk dla owadów np. zapylaczy,
- tworzenie refugium,
- tworzenie korytarzy ekologicznych,
- Ekotony.



Zmiana cyklu rozwojowego



Ruszkowska M. 2006: *Uwarunkowania klimatyczne w rozprzestrzaniu najważniejszych wektorów chorób wirusowych na zbożach w badanych regionach Polski.*

Progress in plant protection vol.46 no.1

Gatunki inwazyjne

Wzrost temperatury spowoduje pojawienie się **nowych gatunków** roślin i zwierząt **lepiej dostosowanych** do cieplejszych warunków. Będą one często wygrywać konkurencję z organizmami dotychczas występującymi na tym terenie.



Aleksandretta obrożna



Żółw ozdobny

Zadrzewienie pasowe w Parku Krajobrazowym im. Gen. Dezyderego Chłapowskiego

Udana modyfikacja
krajobrazu poprzez
zastosowanie zadrzewień
pasowych (bariery
biogeochemiczne)



Roślinność odporniejsza na zmianę klimatu drzewa

Gatunki rodzime:

- Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.),
- Buk pospolity (*Fagus sylvatica* L.),
- Jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior* L.),
- Dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.),
- Dąb bezszypułkowy (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.).

Gatunki obce:

- Daglezja zielona (*Pseudotsuga menziesii*),
- Dąb czerwony (*Quercus rubra* L.),
- Robinia akcyjowa (*Robinia pseudoacacia* L.).

Dziękuję za uwagę

Bogdan H. Chojnicki prof. UPP

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Jacek Leśny prof. UPWR

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu