

Poznań 12-02-2024

„Wpływ fal upałów na śmiertelność”

dr inż. Dariusz Graczyk

Uniwersytet Przyrodniczy Poznań

Początki badań nad śmiertelnością podczas fal upałów

Artykuły powstawały w odpowiedzi na fale upałów od początku XXw. Poniżej tabele z artykułu z lat 30-tych

- [1] ROOT, C. J., AND STONE, R. G. (1937). Deaths during the heat wave of July 1936 at Detroit. Bull. Amer. Meteorol. Soc. 18, 232-236.

The Weather Elements and Deaths at Detroit, July 7-16, 1936

| Date | Temperatures in °F. | | | Relative Humidity Max. Noon | Aver. Wind V. 10a-7p | Sun- shine Hours | Dur. Temps., Hrs. > | | | No. Deaths by Heat Causes | Ratio: All Heat All | | | |
|------|------------------------|------|------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|-----------------|----------------|------------------------------|---------------------------|-----|-----|----|
| | Max. | Min. | Mean | | | | Dept. Norm. | Dry Bulb 90° | Wet B. 100° | | | 68° | | |
| 7 | 89° | — | — | — | 55 | 35 | 9.3 | 15.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 | 0% |
| 8 | 104° | 72° | 88° | +16° | 50 | 37 | 5.9 | 15.1 | 11 | 5 | 7 | 2 | 41 | 5 |
| 9 | 102 | 75 | 88 | +16 | 44 | 27 | 8.2 | 15.1 | 12 | 7 | 1 | 8 | 66 | 10 |
| 10 | 102 | 77 | 90 | +18 | 42 | 31 | 10.9 | 14.0 | 12 | 6 | 4 | 18 | 90 | 20 |
| 11 | 101 | 77 | 89 | +17 | 46 | 30 | 6.2 | 14.0 | 12 | 1 | 6 | 35 | 120 | 29 |
| 12 | 100 | 76 | 88 | +16 | 57 | 37 | 8.9 | 15.0 | 12 | 1 | 8 | 67 | 126 | 53 |
| 13 | 102 | 73 | 88 | +16 | 64 | 34 | 7.1 | 14.7 | 12 | 4 | 4 | 70 | 130 | 54 |
| 14 | 104 | 69 | 86 | +14 | 47 | 28 | 11.8 | 9.8 | 7 | 4 | 1 | 67 | 108 | 62 |
| 15 | 87 | — | — | — | 57 | 34 | 8.6 | 10.7 | 0 | 0 | 0 | 17 | 45 | 38 |
| 16 | 90 | — | — | — | 47 | 28 | 6.5 | 12.0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 49 | 12 |

HEAT DEATHS, DETROIT, BY AGE AND SEX AND COLOR, 1936, THROUGH JULY 17

| Age | Total | Males | Females | White | Negro |
|--------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Under 1 yr. | 14 | 10 | 4 | 11 | 3 |
| 1-4 | 1 | 1 | — | 1 | — |
| 5-9 | — | — | — | — | — |
| 10-14 | — | — | — | — | — |
| 15-19 | 1 | 1 | — | 1 | — |
| 20-29 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 30-44 | 33 | 23 | 10 | 28 | 5 |
| 45-54 | 54 | 49 | 5 | 50 | 4 |
| 55-64 | 48 | 32 | 16 | 47 | 1 |
| 65-74 | 63 | 23 | 40 | 61 | 2 |
| 75 and over | 78 | 54 | 24 | 72 | 6 |
| Total | 295 | 195 | 100 | 272 | 23 |

Analizowano te same parametry meteorologiczne, z którymi wiąże się wzrost śmiertelności obecnie, na przykład temperaturę maksymalną czy wilgotność powietrza. Próbowano także ustalić, czy rodzaj wykonywanej pracy ma wpływ na ryzyko zgonu.

HEAT DEATHS BY OCCUPATION, DETROIT, 1936, THROUGH JULY 17

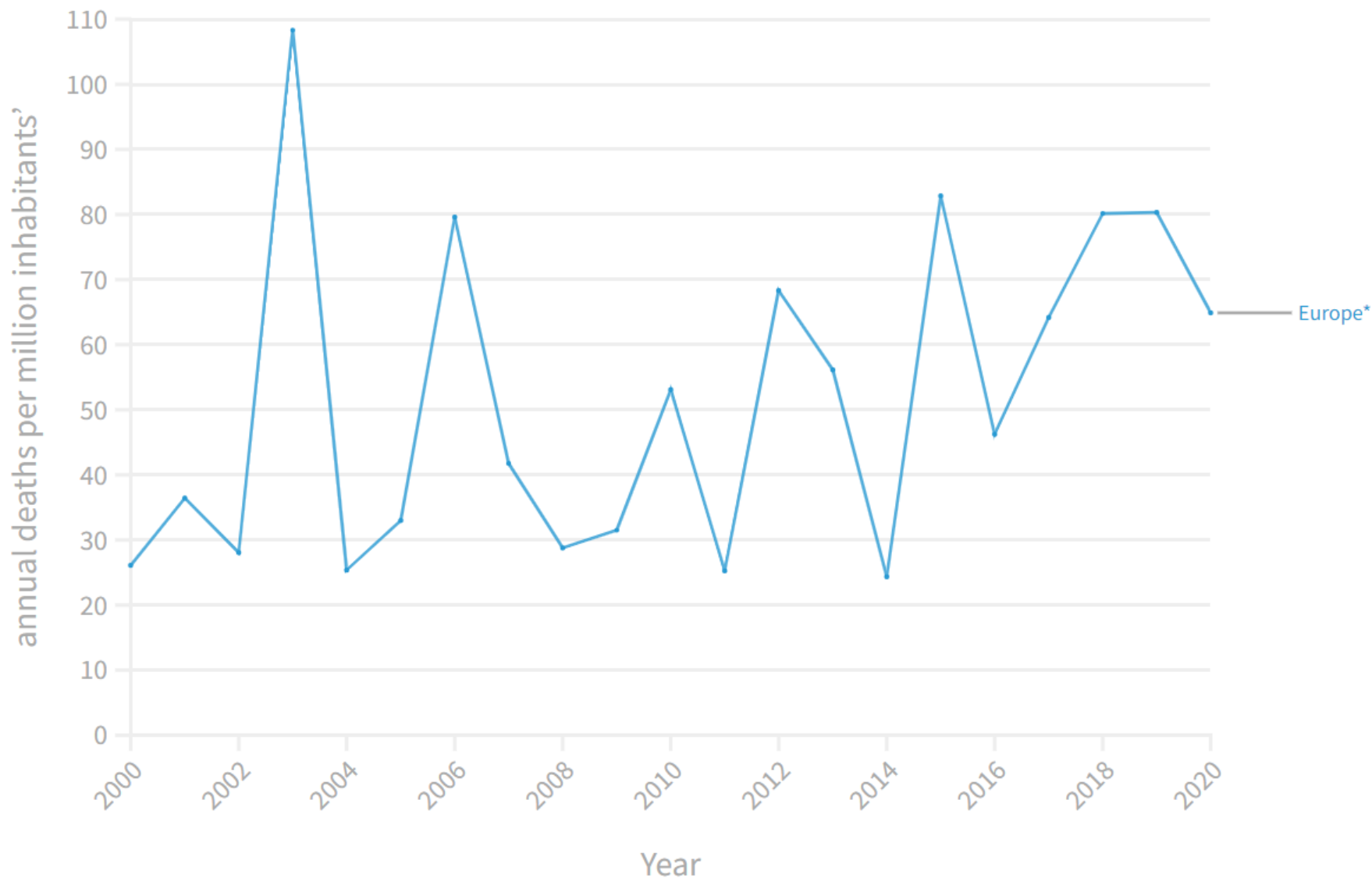
| Occupation | Estimated Tot. Employed* | Heat Deaths* | % , Deaths of Employed | % , Deaths of Tot. Deaths |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------|
| Gardeners and Farmers | 1730 | 3 | .173 | 1.02 |
| Bakers | 2340 | 2 | .086 | .68 |
| Builders and Carpenters | 15200 | 4 | .0026 | 1.36 |
| Foreman | 10475 | 2 | .0019 | .068 |
| Laborers (unspecified) | 30200 | 23 | .0762 | 7.8 |
| Machinists and Die Setters | 47900 | 6 | .0013 | 2.3 |
| Moulders | 1430 | 3 | .210 | 1.02 |
| Painters | 13200 | 4 | .0031 | 1.36 |
| Patternmakers | 1610 | 1 | .062 | .34 |
| Steam fitters | 4775 | 1 | .002 | .34 |
| Cigar makers | 1430 | 1 | .007 | .34 |
| Auto factory workers | 108800 | 16 | .0015 | 5.45 |
| Brewery workers | 2500 | 2 | .008 | .68 |
| Teamsters and store deliverymen | 3590 | 2 | .0056 | .68 |
| Railroad workers | 3910 | 1 | .0026 | .34 |
| Retailers and salesman (stores) | 35800 | 2 | .00056 | .68 |
| U. S. Government official | 510 | 1 | .196 | .34 |
| Other Public service | 25000 | 5 | .002 | 1.70 |
| Writers and Editors | 585 | 2 | .342 | .34 |
| Clergymen | 985 | 3 | .306 | 1.02 |
| Physicians | 2020 | 1 | .005 | .34 |
| Teachers | 9425 | 2 | .0021 | .68 |
| Janitor and porters | 9125 | 4 | .0044 | 1.36 |
| Real Estate agent | 6225 | 1 | .0161 | .34 |
| Cooks and waiters | 7200 | 2 | .0028 | .68 |
| Housewives and housekeepers | no data [500,000 ?] | 66 | [.0013] ? | [22.4 ?] |
| Clerks (not in stores) | 41700 | 2 | .0048 | .68 |
| Retired | — | 55 | — | 18.65 |
| None given | — | 78 | — | 26.40 |
| Total | [1,500,000=Pop.] | 295 | [.0197] | — |

*Dr. Vaughan advises that these figures are very unsatisfactory because in so many cases the occupations are ambiguously specified or

else not given at all; they are thus very approximate but appear to be reasonable and illuminating to our purpose.—C. J. R.

Śmiertelność podczas wybranych fal upałów na świecie

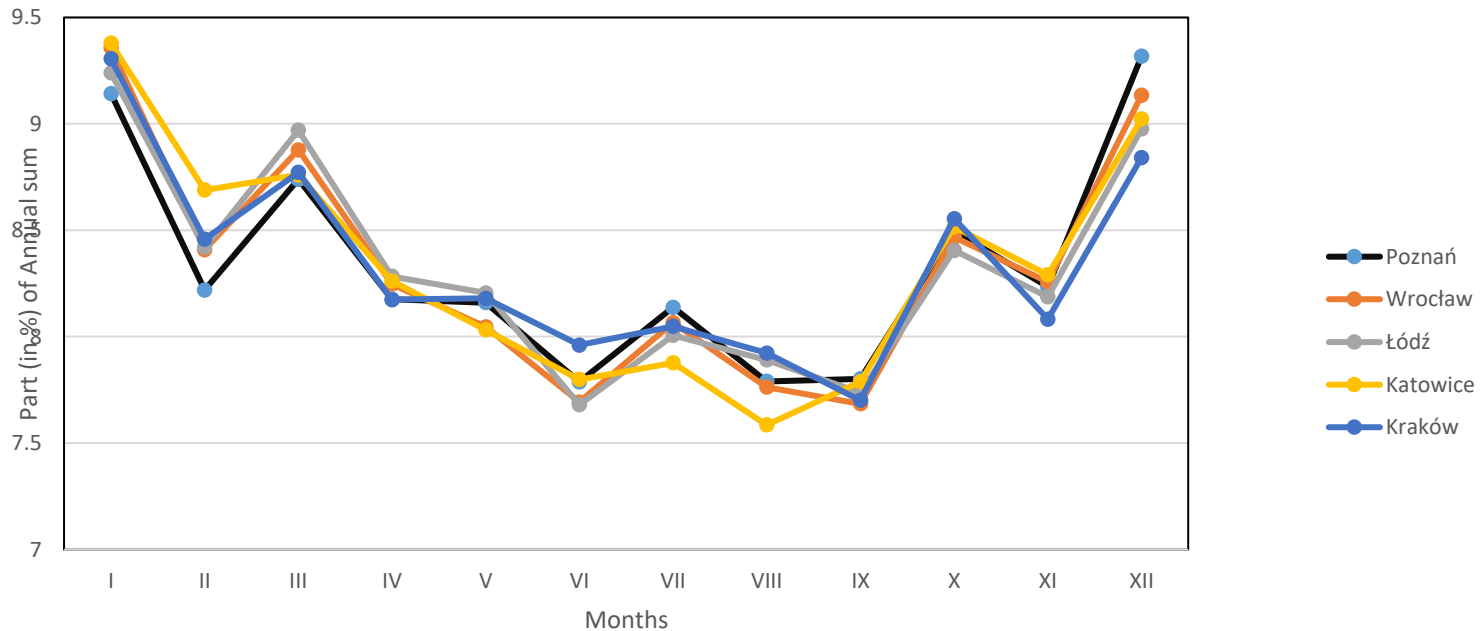
- 14-25 lipca 1743 Pekin; Szacowana liczba nadmiarowych zgonów 11400 [2]
- czerwiec, lipiec 1901 ; wschodnie stany USA; Szacowana liczba nadmiarowych zgonów 9500 [3]
- lato 1911 Europa zachodnia; Liczba nadmiarowych zgonów 40000 tylko we Francji [4]
- czerwiec-wrzesień 1980 wschodnie i centralne stany USA; Szacowana liczba nadmiarowych zgonów 10000 [3]
- sierpień 1994 Polska; Szacowana liczba nadmiarowych zgonów ponad 1000 tylko w 10 największych miastach [5]
- 10-19 lipca 1995 roku Chicago; Szacowana liczba nadmiarowych zgonów 525 [3]
- lipiec-sierpień 2003 zachodnia Europa; Szacowana liczba nadmiarowych zgonów 72000 [6]
- lipiec 2006 Europa Środkowa; Szacowana liczba nadmiarowych zgonów 40000 [7]
- lipiec-sierpień 2010 Europa wschodnia; Szacowana liczba nadmiarowych zgonów 56000 [8]
- lipiec-sierpień 2015 Europa; Szacowana liczba nadmiarowych zgonów 40000 [7]
- Lato 2022 Europa; Szacowana liczba nadmiarowych zgonów ponad 60000 [9]



Zgony związanych z upałami (roczna liczba zgonów na milion mieszkańców) w Europie w latach 2000–2020. Źródło: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/indicators/heat-related-mortality-in-europe> na podstawie: van Daalen i inni 2022 [7]

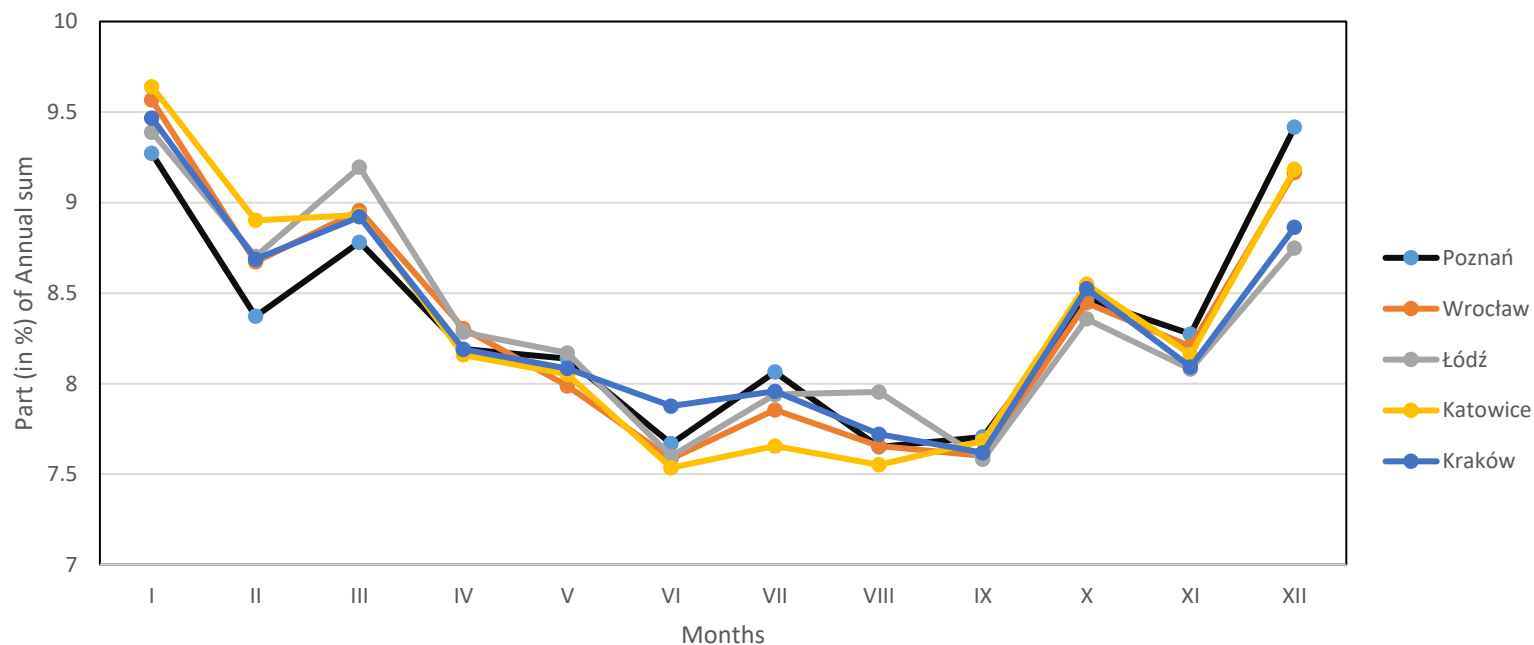
Śmiertelność podczas fal upałów w Polsce

Analiza rocznego przebiegu liczby zgonów w okresie wieloletnim wskazuje że to w miesiącach zimowych a nie letnich liczba zgonów jest najwyższa. Przyczyną może być przypadający w tym okresie sezon grypowy ale także wyraźnie gorsza jakość powietrza.



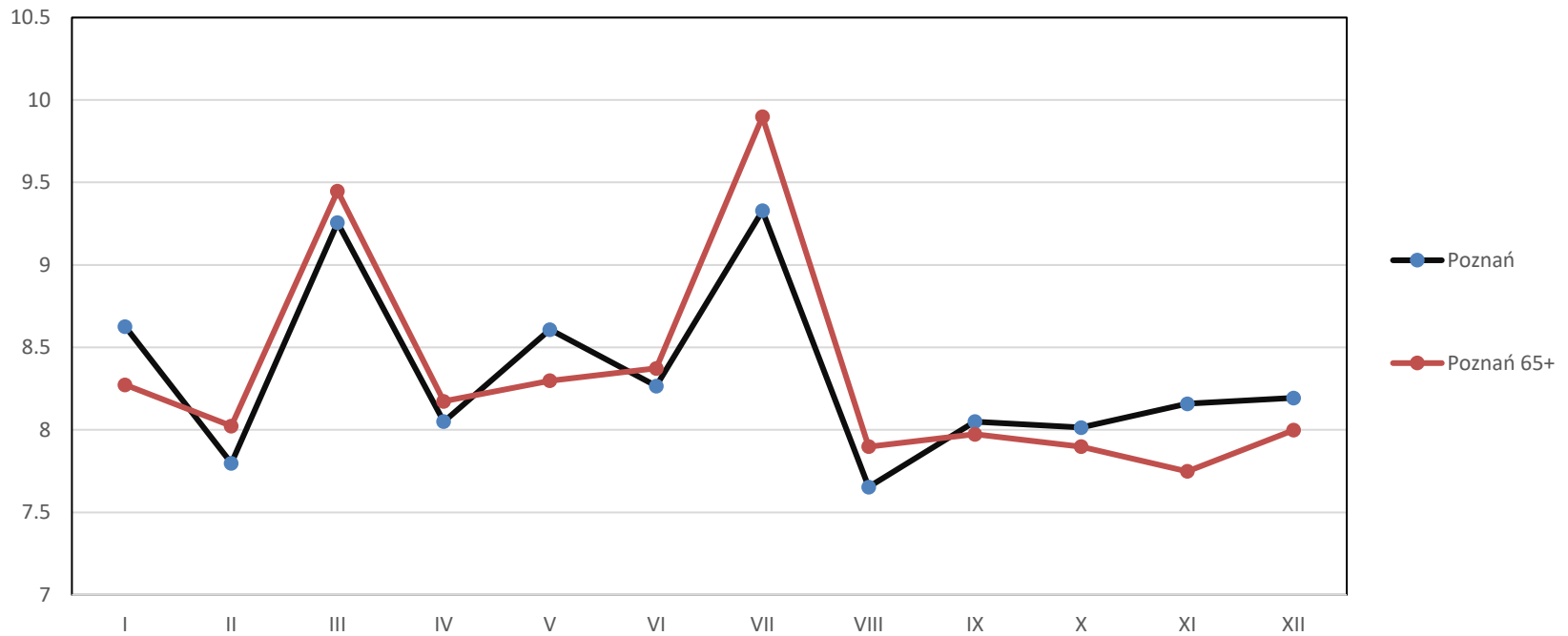
Procentowy udział miesięcznych sum zgonów w sumie rocznej w wybranych miastach Polski w latach 1989-2012 (Graczyk i inni 2019) [5]

Podobny roczny rozkład liczby zgonów obserwujemy także w przypadku grupy wiekowej 65+. Tak jak dla całej populacji największa liczba zgonów występuje w miesiącach zimowych a najmniejsza w miesiącach letnich.



Procentowy udział miesięcznych sum zgonów w sumie rocznej w wybranych miastach Polski w latach 1989-2012 w grupie wiekowej 65+ (Graczyk i inni 2019) [5]

Gdy w okresie letnim wystąpi długa i intensywna fala upałów, roczny przebieg liczby zgonów wygląda inaczej od przedstawionych wcześniej typowych przebiegów. W dalszym ciągu widzimy wysoką śmiertelność w miesiącach zimowych – styczniu i lutym oraz bardzo chłodnym marcu. Największa i wyraźnie przewyższająca pozostałe miesiące śmiertelność wystąpiła jednak w lipcu, który był w Poznaniu najcieplejszy po 1951 roku.



Przebieg roczny liczby zgonów w Poznaniu w 2006 roku – wszystkie przypadki i zmarli w wieku ≥ 65 lat (Graczyk i inni 2019) [5]

Śmiertelność podczas fal upałów w największych polskich miastach

Graczyk, D., Kundzewicz, Z. W., Choryński, A., Førland, E. J., Pińskwar, I., & Szwed, M. (2019). Heat-related mortality during hot summers in Polish cities. *Theoretical and Applied Climatology*, 136, 1259-1273. [5]

Dane o zgonach:

-Przyczyna (ICD9, ICD10) - wszystkie przyczyny, choroby serca i układu krążenia

Wiek zmarłego - wszystkie grupy wiekowe, 65+

okresy referencyjne:

- lato 1992 okres referencyjny 1989-1991 i 1993,1995,1996.

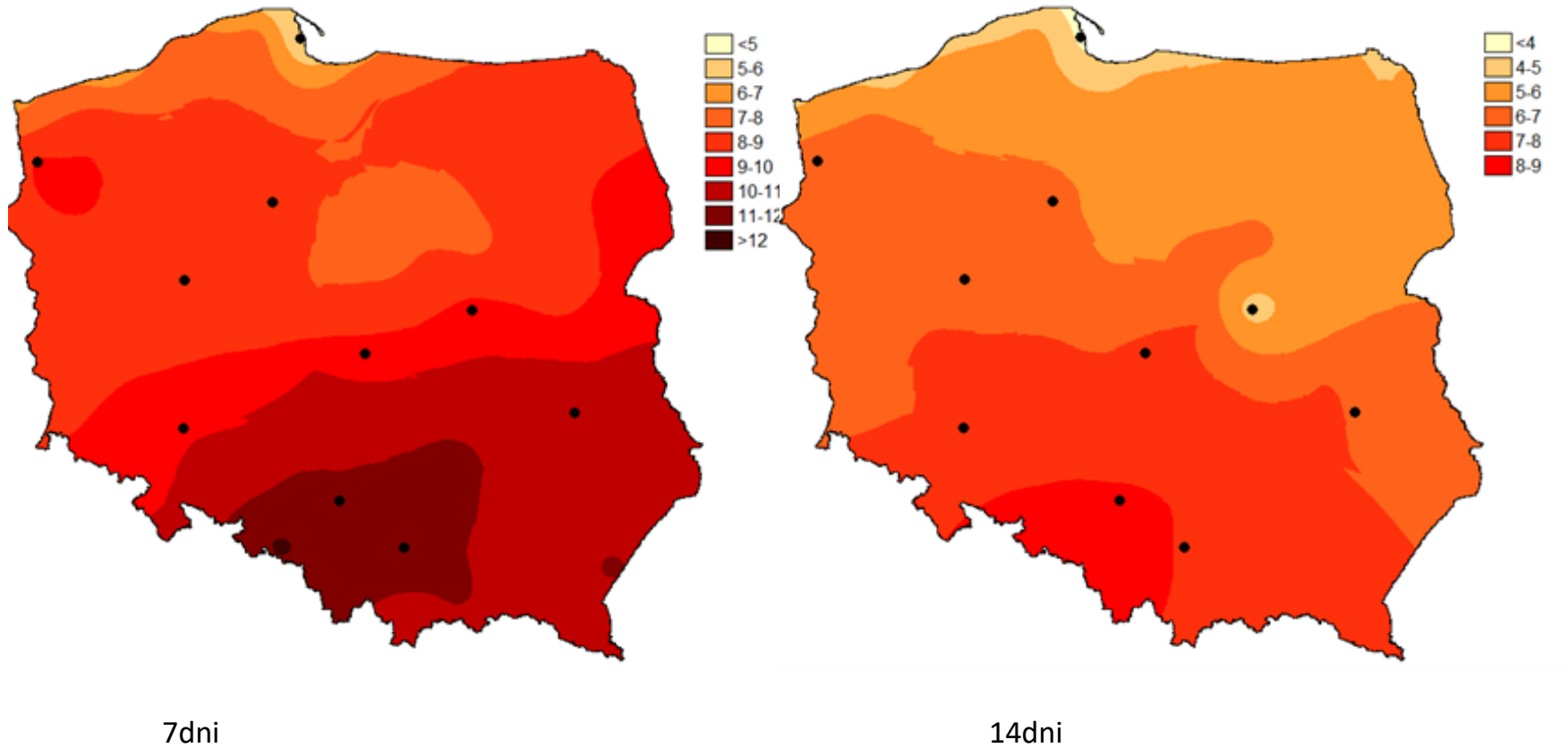
- lato 1994 okres referencyjny 1990,1991,1993 i lata 1995, 1996,1999.

- lato 2006 okres referencyjny 2003-2005 i 2007-2009

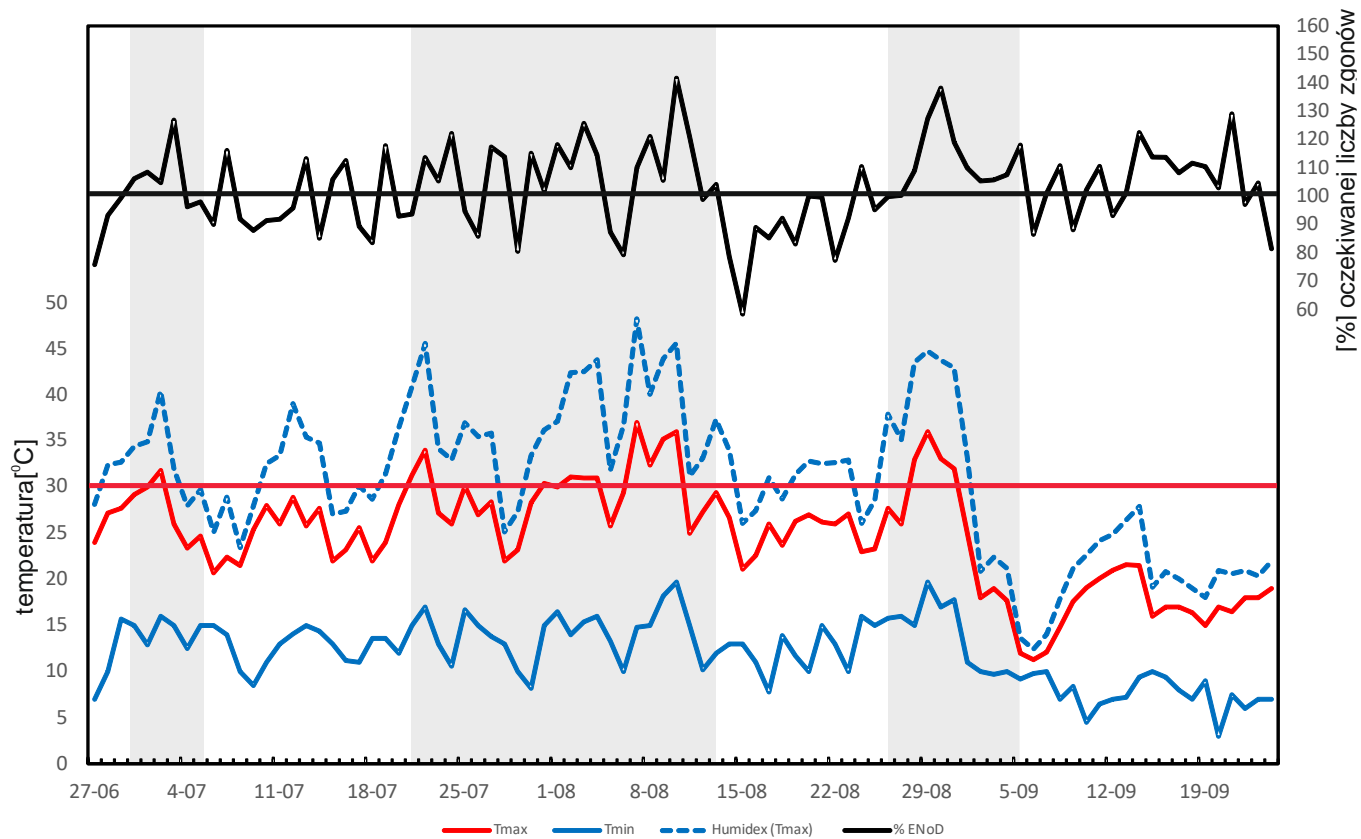
- lato 2010 okres referencyjny 2007-2009 i 2011-2012.

| miasto | Liczba mieszkańców w 1990 | Liczba mieszkańców w 2012 | Zmiana liczby mieszkańców 1992-2012 | Powierzchnia [km ²] | Gęstość zaludnienia |
|------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Warszawa | 1655700 | 1715517 | 3.61% | 517,24 | 3317 |
| Kraków | 750500 | 758463 | 1.10% | 326,85 | 2321 |
| Łódź | 843200 | 718960 | -14.73% | 293,25 | 2452 |
| Wrocław | 643200 | 631188 | -1.87% | 292,82 | 2156 |
| Poznań | 590100 | 550742 | -6.67% | 261,91 | 2103 |
| Gdańsk | 465100 | 460427 | -0.01% | 261,96 | 1758 |
| Szczecin | 413400 | 408913 | -1.09% | 300,55 | 1361 |
| Bydgoszcz | 381500 | 361254 | -5.31% | 175,98 | 2053 |
| Lublin | 351400 | 347678 | -1.06% | 147,47 | 2358 |
| Katowice | 366800 | 307233 | -16.25% | 164,64 | 1866 |

Fala upałów lato 1992

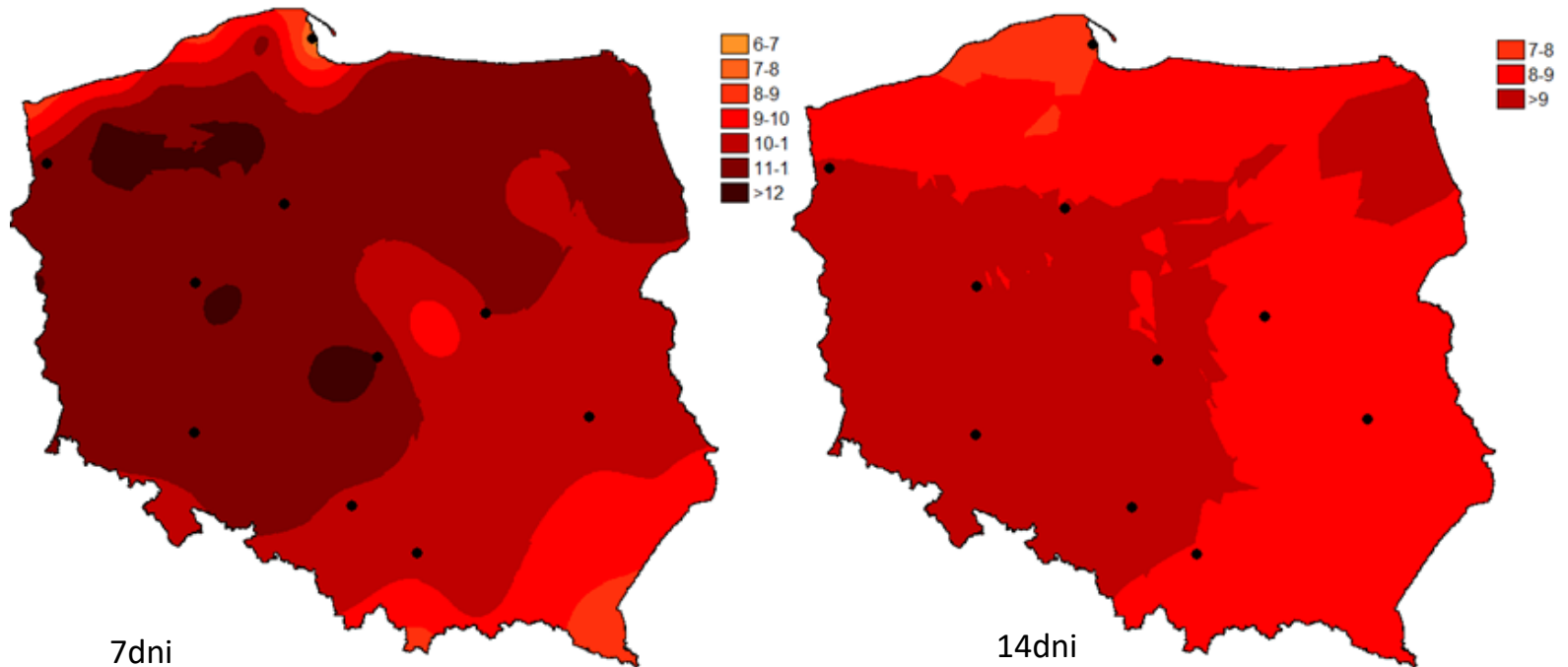


Najwyższe 7-mio i 10-cio dniowe anomalie maksymalnej dobowej temperatury powietrza w lecie 1992 (Graczyk i inni 2019) [5]

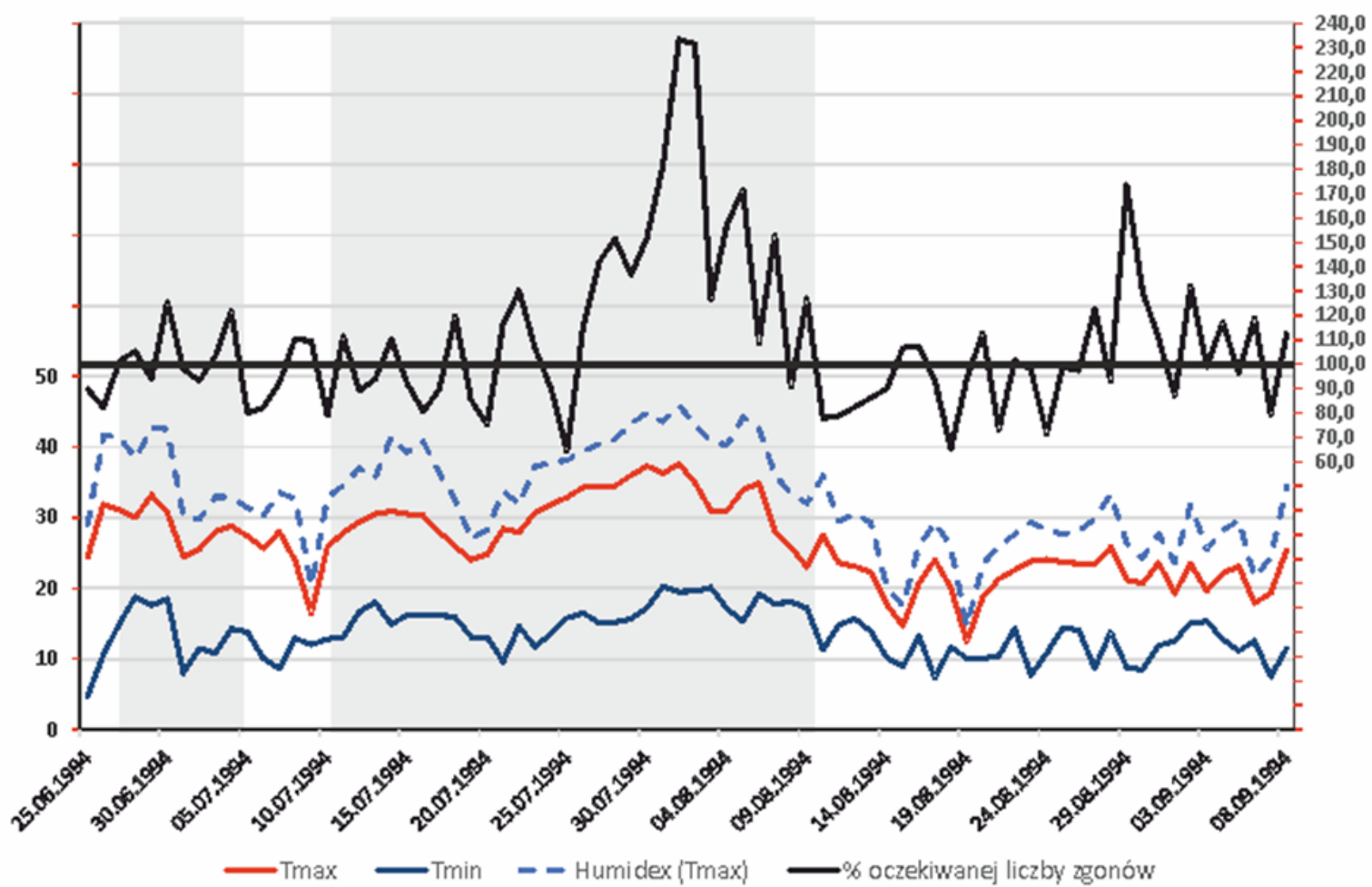


Przebieg temperatur, indeksu Humidex i liczby zgonów w Warszawie w lecie 1992 roku (Graczyk i inni 2019) [5]. Zacięniowane obszary to okresy w których występowała wysoka temperatura powietrza oraz podwyższona liczba zgonów.

Fala upałów sierpień 1994

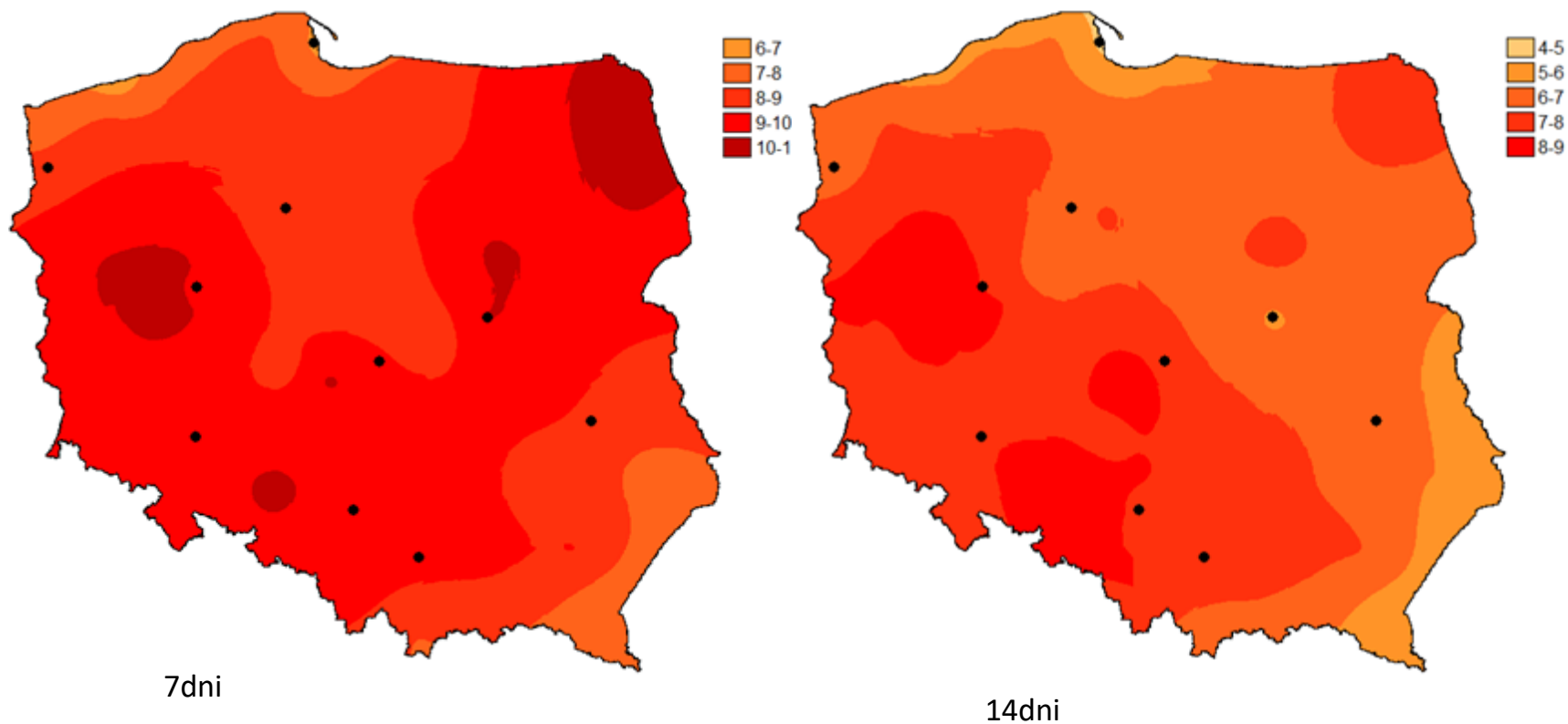


Najwyższe 7-mio i 10-cio dniowe anomalie maksymalnej dobowej temperatury powietrza w lecie 1994 (Graczyk i inni 2019) [5]

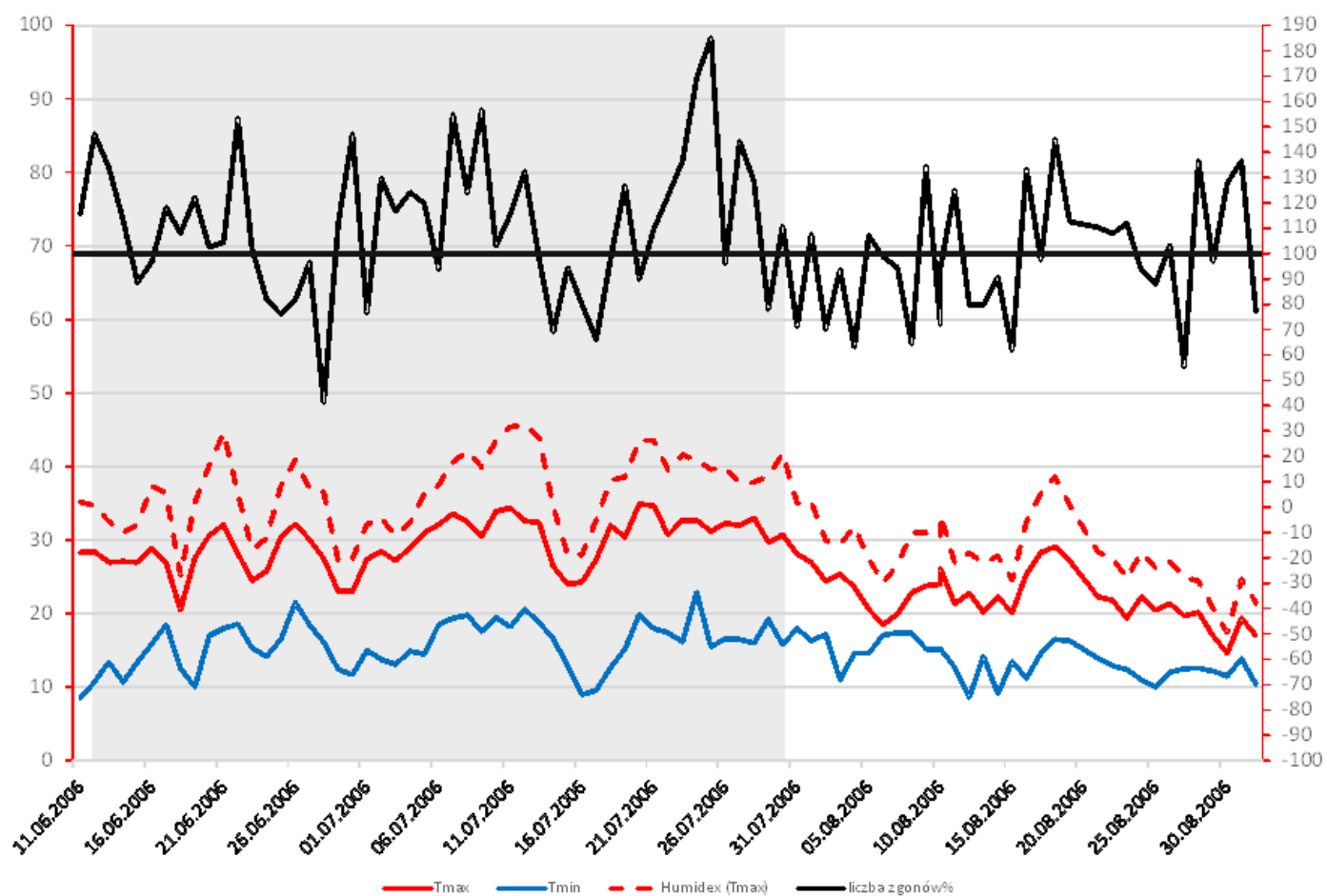


Przebieg temperatur, indeksu Humidex i liczby zgonów w Łodzi w lecie 1994 roku (Graczyk i inni 2019) [5]. Zacięniowane obszary to okresy w których występowała wysoka temperatura powietrza oraz podwyższona liczba zgonów.

Fala upałów lipiec 2006

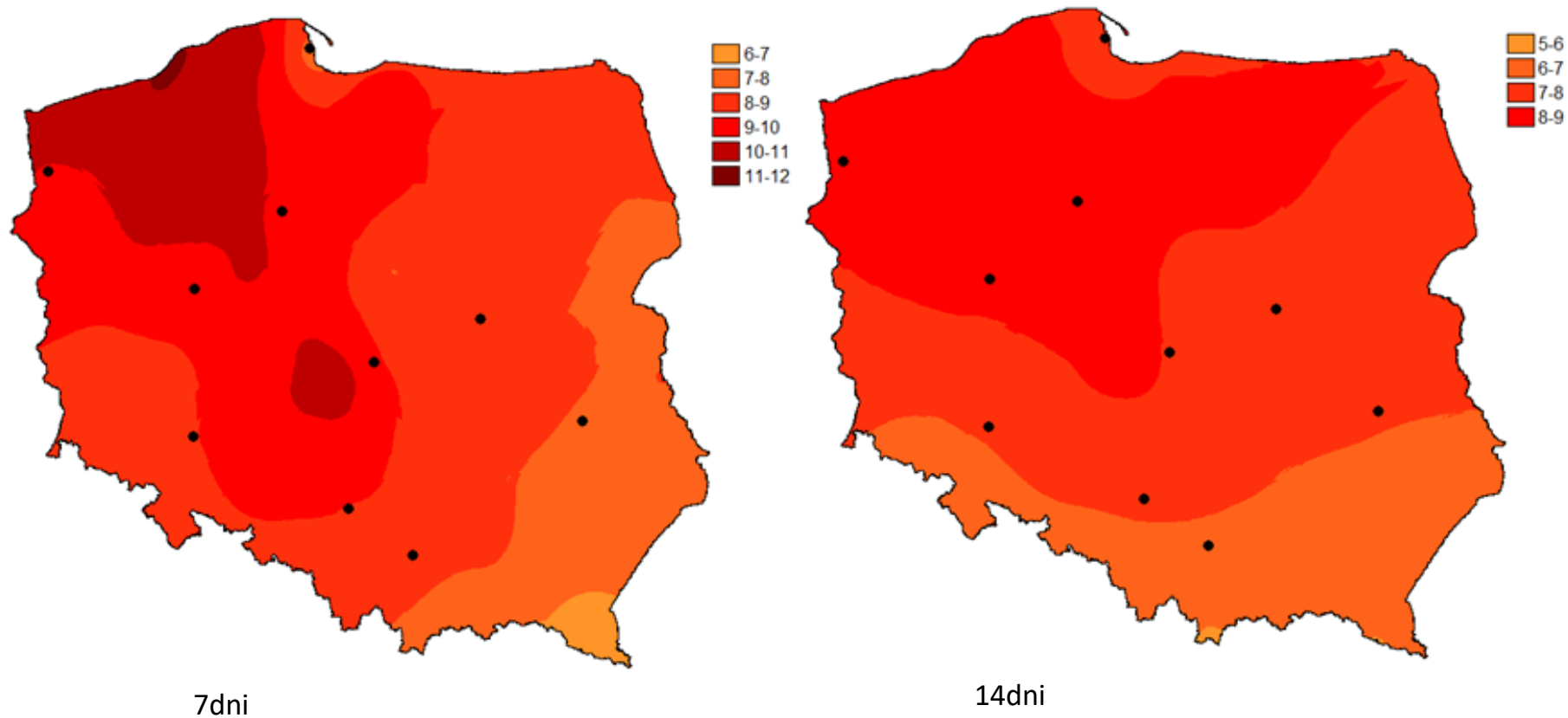


Najwyższe 7-mio i 10-cio dniowe anomalie maksymalnej dobowej temperatury powietrza w lecie 2006 (Graczyk i inni 2019) [5]

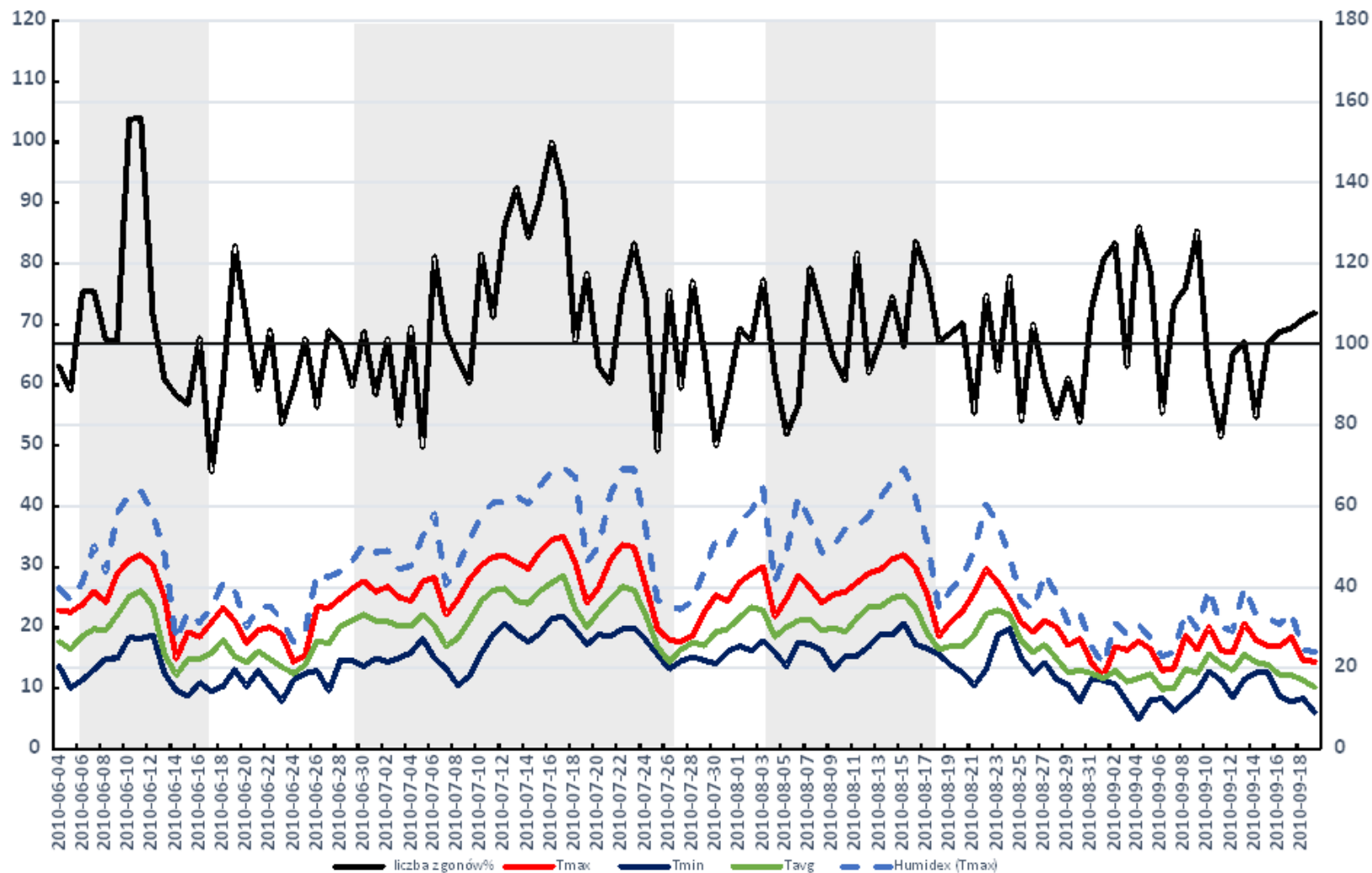


Przebieg temperatur, indeksu Humidex i liczby zgonów w Poznaniu w lecie 2006 roku (Graczyk i inni 2019) [5]. Zaciemnione obszary to okresy w których występowała wysoka temperatura powietrza oraz podwyższona liczba zgonów.

Fala upałów lato 2010



Najwyższe 7-mio i 10-cio dniowe anomalie maksymalnej dobowej temperatury powietrza w lecie 2010 (Graczyk i inni 2019) [5].



Przebieg temperatur, indeksu Humidex i liczby zgonów w Warszawie w lecie 2010 roku (Graczyk i inni 2019) [5]. Zaciemnione obszary to okresy w których występowała wysoka temperatura powietrza oraz podwyższona liczba zgonów.

Szacowany wzrost liczby zgonów podczas fal upałów w 10 polskich miastach w trakcie miesięcy letnich 1992,1994,2006,2010

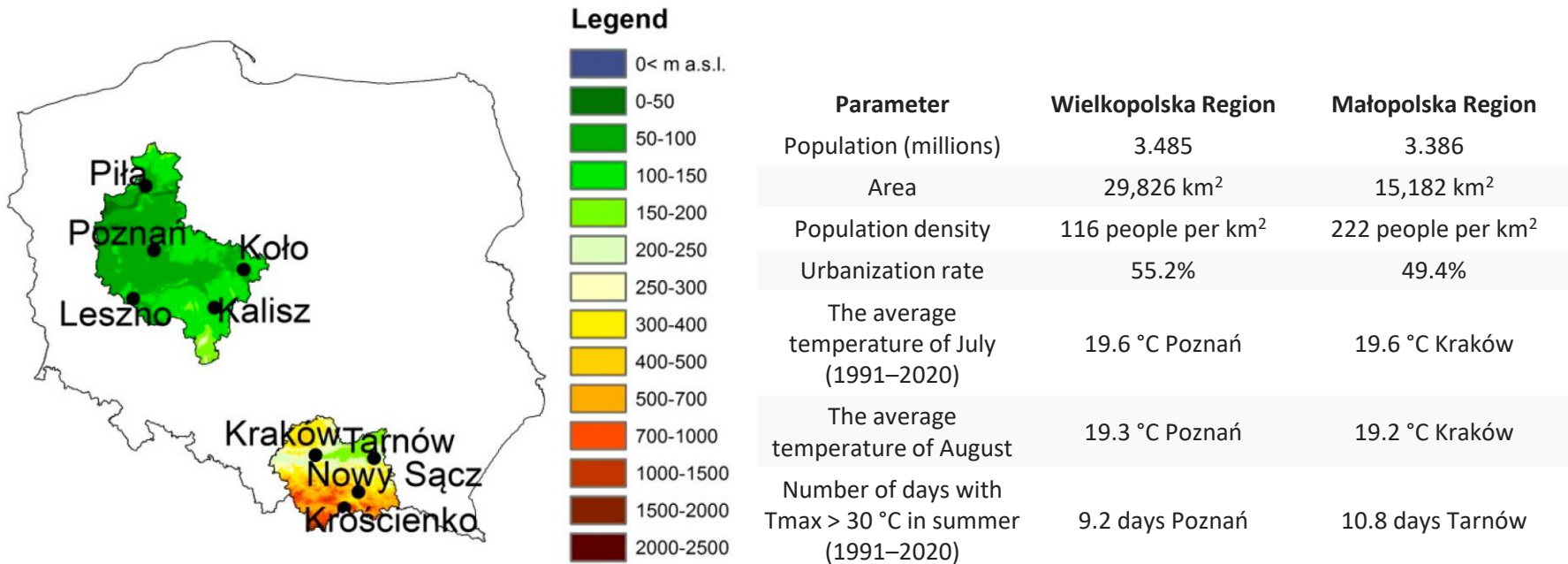
| | | 1992 | 1994 | 2006 | 2010 | Suma |
|-----------|---------------------------|------|------|------|------|------|
| Bydgoszcz | podczas fal upałów | 6 | 90 | 54 | 32 | 183 |
| | podczas fal upałów +30dni | 33 | 66 | 49 | 0 | 148 |
| Gdańsk | podczas fal upałów | 14 | 26 | 0 | 74 | 114 |
| | podczas fal upałów +30dni | 54 | 0 | 0 | 57 | 111 |
| Katowice | podczas fal upałów | 84 | 66 | 38 | 73 | 262 |
| | podczas fal upałów +30dni | 53 | 0 | 1 | 69 | 123 |
| Kraków | podczas fal upałów | 108 | 98 | 81 | 152 | 439 |
| | podczas fal upałów +30dni | 133 | 111 | 57 | 122 | 423 |
| Lublin | podczas fal upałów | 30 | 35 | 18 | 16 | 99 |
| | podczas fal upałów +30dni | 0 | 20 | 30 | 1 | 51 |
| Łódź | podczas fal upałów | 164 | 226 | 180 | 107 | 676 |
| | podczas fal upałów +30dni | 150 | 216 | 215 | 80 | 661 |
| Poznań | podczas fal upałów | 107 | 201 | 84 | 83 | 475 |
| | podczas fal upałów +30dni | 67 | 199 | 82 | 76 | 424 |
| Szczecin | podczas fal upałów | 37 | 47 | 39 | 29 | 151 |
| | podczas fal upałów +30dni | 0 | 43 | 8 | 5 | 56 |
| Warszawa | podczas fal upałów | 165 | 332 | 136 | 237 | 870 |
| | podczas fal upałów +30dni | 172 | 397 | 26 | 155 | 751 |
| Wrocław | podczas fal upałów | 73 | 66 | 79 | 85 | 304 |
| | podczas fal upałów +30dni | 6 | 82 | 93 | 13 | 194 |
| Suma | podczas fal upałów | 790 | 1186 | 709 | 887 | 3572 |
| | podczas fal upałów +30dni | 669 | 1134 | 561 | 577 | 2941 |

Śmiertelność podczas fal upałów w 10-ciu miastach wyrażona jako % oczekiwanej liczby zgonów z wydzieleniem grupy wiekowej 65+ oraz zmarłych z powodu chorób serca i układu krążenia (Graczyk i inni 2019) [5].

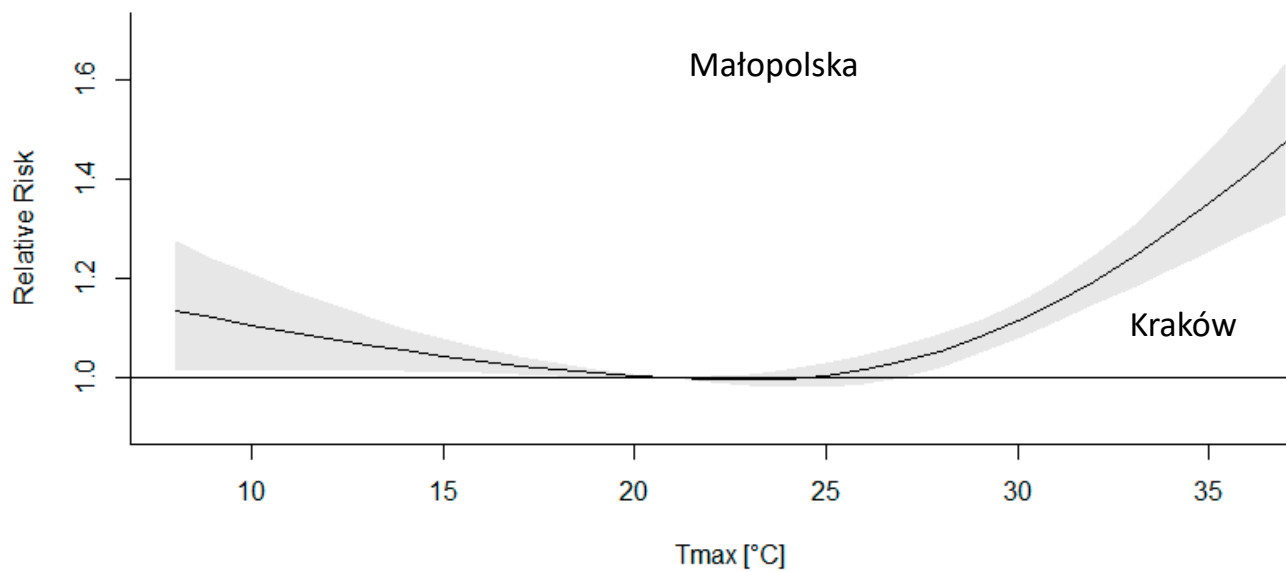
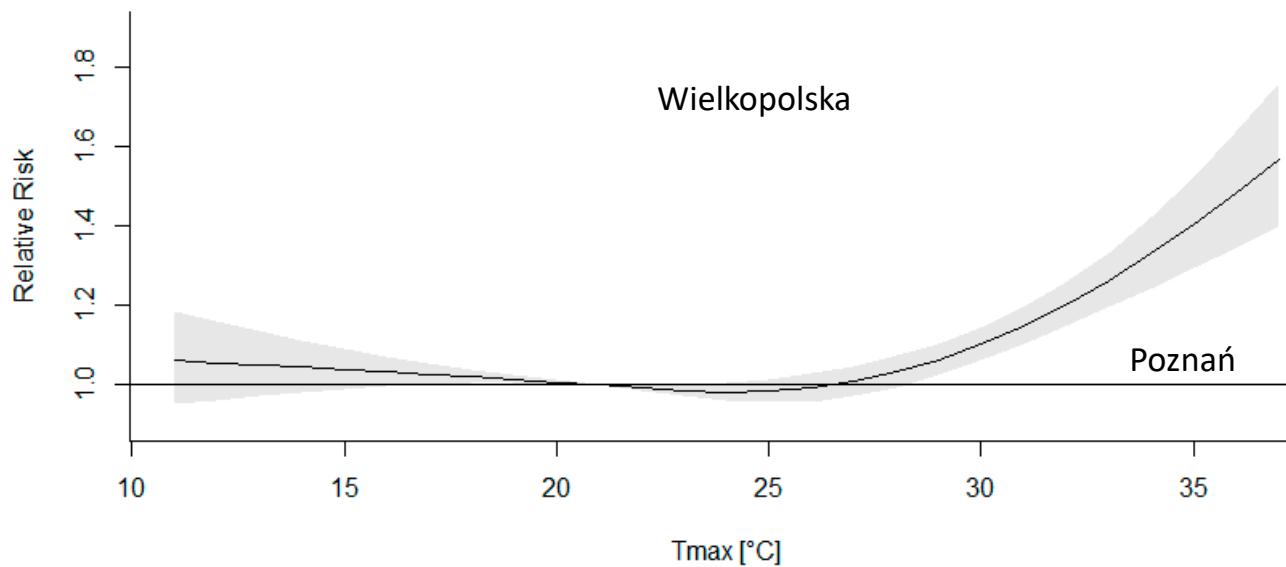
| | | 1992 | | | 1994 | | | 2006 | | | 2010 | | | |
|-----------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|---|
| | | AC | CVD | 65+ | AC | CVD | 65+ | AC | CVD | 65+ | AC | CVD | 65+ | |
| Bydgoszcz | HWdays | 103.1 | 94.7 | 105.1 | 130.7 | 130.7 | 135.3 | 113.5 | 111.8 | 115.9 | 110.5 | 119.6 | 109.0 | AC – wszystkie przyczyny i grupy wiekowe |
| | fHW-IHW+30d | 104.6 | 101.9 | 104.4 | 109.3 | 107.7 | 118.6 | 107.1 | 110.6 | 109.1 | 96.2 | 100.1 | 96.9 | CVD – choroby serca i układu krążenia. |
| | hv | 170.6 | 166.1 | 153.0 | 277.7 | 195.9 | 352.9 | 170.3 | 210.0 | 234.2 | 227.6 | 218.8 | 272.7 | |
| | HWdays | 103.7 | 108.2 | 98.1 | 109.0 | 116.3 | 117.7 | 100.0 | 114.9 | 101.2 | 116.6 | 113.4 | 118.6 | |
| Gdańsk | fHW-IHW+30d | 105.5 | 110.1 | 102.6 | 95.2 | 101.9 | 102.4 | 98.5 | 115.7 | 99.1 | 104.7 | 107.4 | 106.4 | 65+ Zmarli w wieku 65 lat i więcej |
| | hv | 170.6 | 153.1 | 153.0 | 175.4 | 216.0 | 134.0 | 146.5 | 184.4 | 163.3 | 206.9 | 256.1 | 164.4 | |
| | HWdays | 117.1 | 126.0 | 118.0 | 120.6 | 112.1 | 120.5 | 115.2 | 111.6 | 118.9 | 127.5 | 129.3 | 125.4 | |
| Katowice | fHW-IHW+30d | 105.9 | 117.9 | 107.0 | 100.0 | 93.5 | 100.2 | 100.3 | 94.6 | 103.4 | 110.4 | 110.0 | 109.8 | fHW-IHW+30d okres pomiędzy początkiem pierwszej fali upałów a 30-tym dniem po zakończeniu ostatniej |
| | hv | 202.5 | 205.4 | 217.2 | 197.0 | 65.3 | 195.3 | 172.9 | 139.2 | 190.2 | 211.1 | 341.5 | 190.0 | |
| | HWdays | 113.5 | 120.5 | 115.6 | 112.3 | 112.9 | 110.4 | 110.7 | 113.5 | 109.0 | 122.3 | 118.4 | 124.9 | |
| Kraków | fHW-IHW+30d | 110.0 | 117.6 | 110.3 | 108.3 | 109.8 | 107.4 | 104.1 | 103.8 | 103.4 | 106.5 | 105.5 | 108.8 | hv – najwyższa dobową wartość |
| | hv | 170.2 | 155.6 | 161.2 | 163.1 | 160.7 | 158.0 | 152.3 | 163.0 | 136.0 | 168.6 | 135.0 | 157.5 | |
| | HWdays | 113.1 | 119.4 | 111.6 | 119.9 | 141.9 | 121.6 | 107.0 | 122.3 | 104.7 | 114.5 | 108.9 | 112.3 | |
| Lublin | fHW-IHW+30d | 98.8 | 99.5 | 95.6 | 103.7 | 103.7 | 101.4 | 106.1 | 109.8 | 103.2 | 104.1 | 106.7 | 103.2 | Hwdays - dni podczas fal upałów |
| | hv | 215.0 | 310.1 | 315.6 | 189.7 | 169.1 | 148.5 | 196.9 | 182.6 | 221.1 | 242.3 | 170.7 | 242.8 | |
| | HWdays | 110.0 | 110.0 | 110.5 | 121.6 | 128.6 | 121.6 | 114.0 | 118.1 | 112.6 | 120.1 | 119.9 | 120.9 | |
| Łódź | fHW-IHW+30d | 104.9 | 104.9 | 104.9 | 110.1 | 114.3 | 112.6 | 110.3 | 110.6 | 106.9 | 104.0 | 105.3 | 104.4 | Szczególnie wysokie dobowe wartości wyróżniono boldem |
| | hv | 171.6 | 200.3 | 142.0 | 233.3 | 273.6 | 276.6 | 153.6 | 149.1 | 149.2 | 150.7 | 159.9 | 162.6 | |
| | HWdays | 107.9 | 110.0 | 111.0 | 136.9 | 138.9 | 146.6 | 110.3 | 94.3 | 105.9 | 119.1 | 109.3 | 125.4 | |
| Poznań | fHW-IHW+30d | 102.6 | 102.6 | 102.6 | 116.3 | 120.2 | 120.0 | 105.9 | 100.8 | 112.3 | 107.5 | 103.2 | 112.2 | |
| | hv | 169.3 | 223.8 | 178.7 | 220.1 | 204.3 | 265.4 | 185.3 | 185.3 | 208.6 | 196.2 | 227.0 | 179.5 | |
| | HWdays | 110.3 | 116.2 | 113.1 | 112.2 | 108.1 | 122.6 | 109.5 | 107.6 | 108.8 | 112.0 | 116.6 | 106.5 | |
| Szczecin | fHW-IHW+30d | 98.2 | 106.0 | 99.6 | 105.4 | 100.0 | 109.6 | 101.3 | 106.9 | 102.8 | 100.7 | 103.1 | 102.6 | |
| | hv | 170.6 | 153.1 | 153.0 | 217.9 | 189.0 | 192.5 | 171.8 | 167.0 | 198.0 | 206.9 | 256.1 | 164.4 | |
| | HWdays | 110.4 | 117.8 | 114.2 | 118.8 | 121.3 | 124.4 | 110.9 | 109.9 | 112.0 | 112.1 | 112.0 | 108.8 | |
| Warszawa | fHW-IHW+30d | 103.8 | 107.4 | 104.2 | 110.4 | 110.5 | 113.3 | 100.9 | 92.4 | 101.3 | 103.4 | 108.4 | 103.6 | |
| | hv | 138.1 | 133.8 | 141.7 | 160.3 | 170.1 | 188.2 | 132.8 | 158.4 | 131.2 | 156.0 | 113.4 | 164.4 | |
| | HWdays | 111.1 | 114.5 | 112.6 | 113.6 | 128.5 | 126.6 | 110.3 | 111.6 | 111.1 | 123.2 | 128.9 | 125.1 | |
| Wrocław | fHW-IHW+30d | 101.0 | 105.4 | 104.0 | 108.2 | 112.5 | 108.5 | 107.4 | 108.4 | 107.2 | 101.3 | 100.0 | 101.2 | |
| | hv | 164.4 | 135.5 | 161.1 | 201.7 | 232.5 | 227.0 | 180.9 | 189.1 | 193.4 | 165.5 | 229.7 | 167.5 | |

Śmiertelność podczas fal upałów w zależności od regionu i liczby ludności w analizowanych miejscowościach

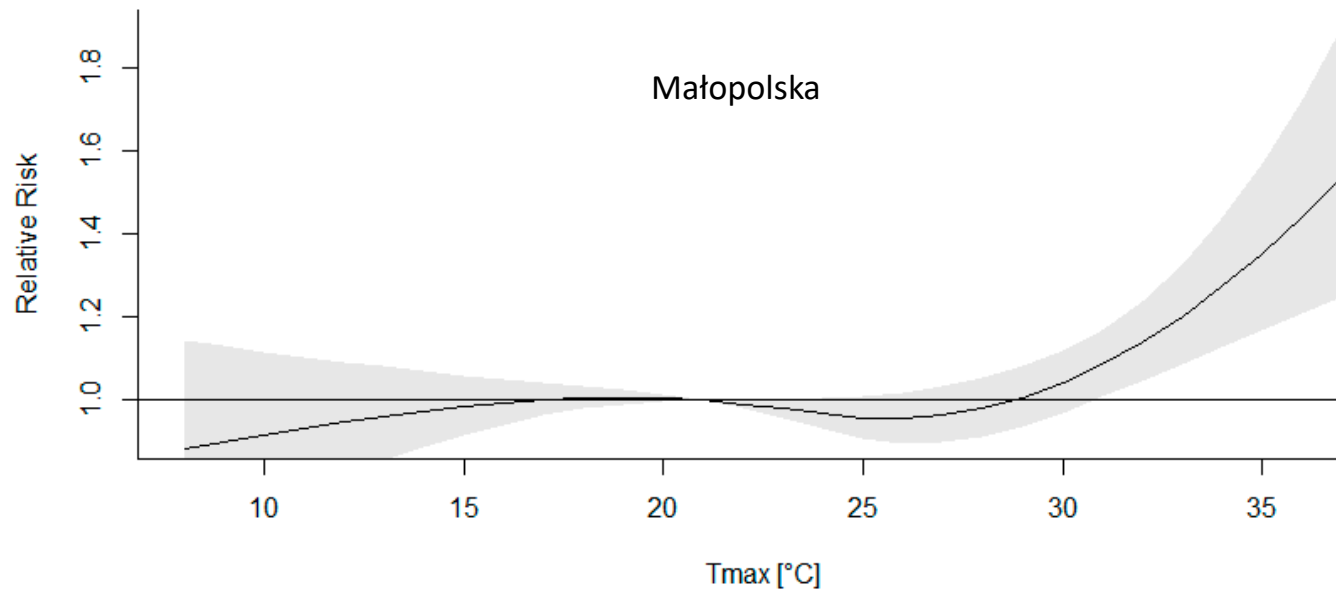
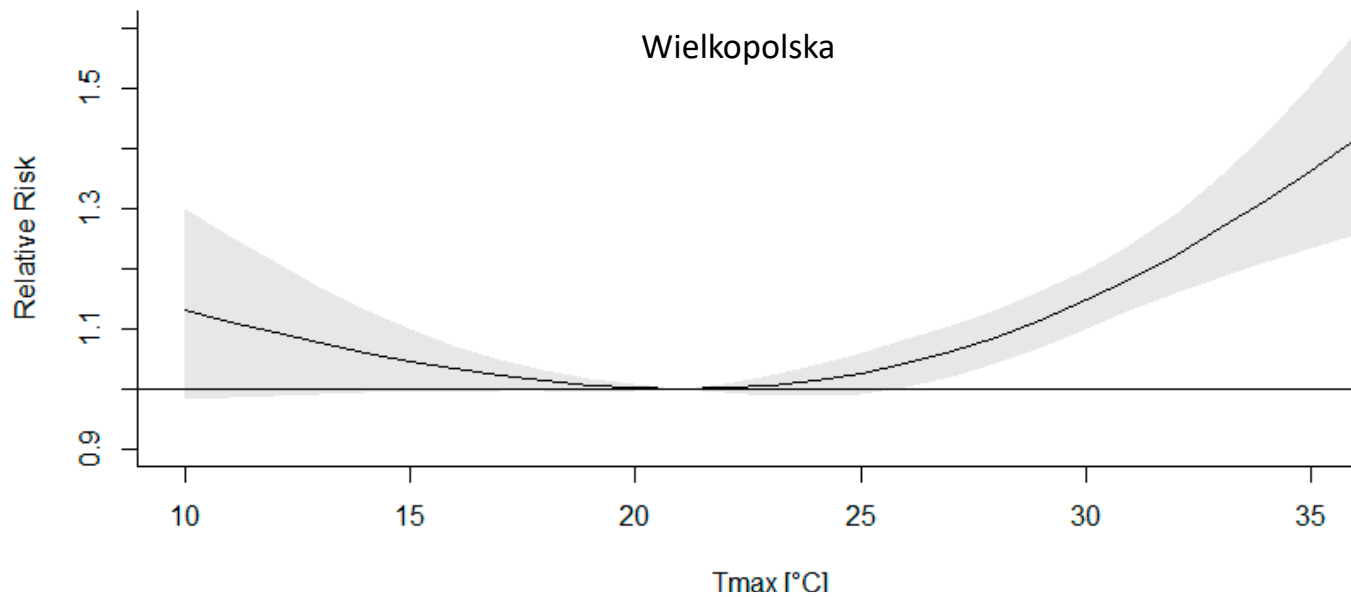
Graczyk, D., Pińskwar, I., & Choryński, A. (2022). Heat-related mortality in two regions of Poland: Focus on urban and rural areas during the most severe and long-lasting heatwaves. *Atmosphere*, 13(3), 390. [10]



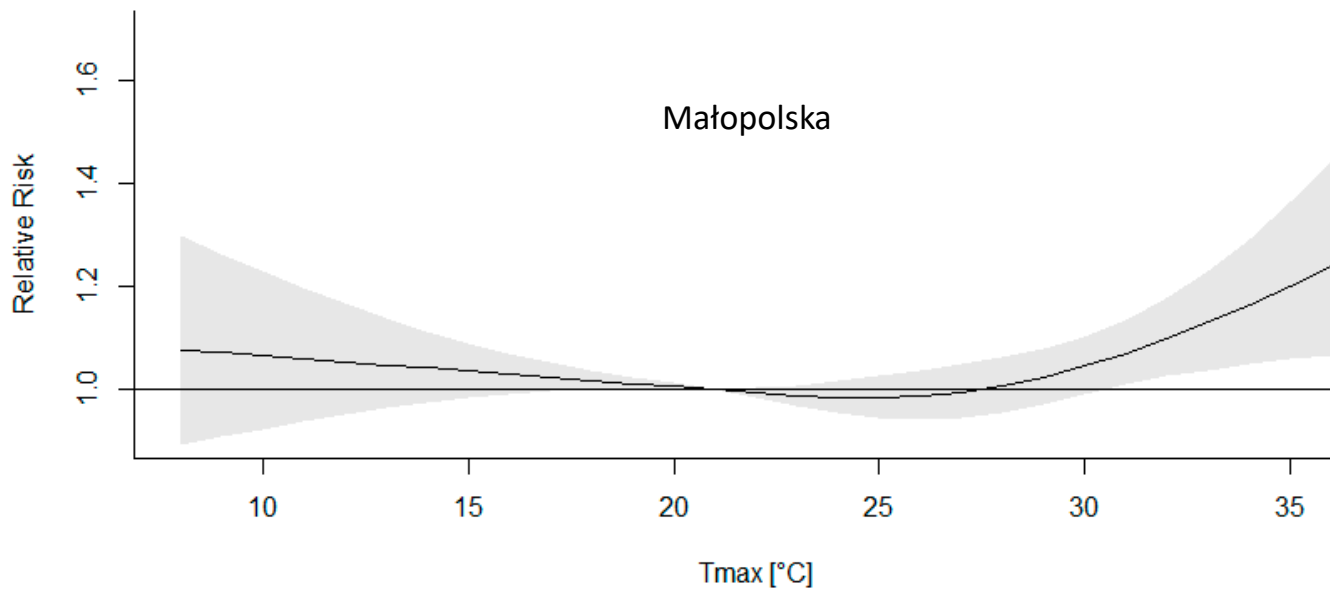
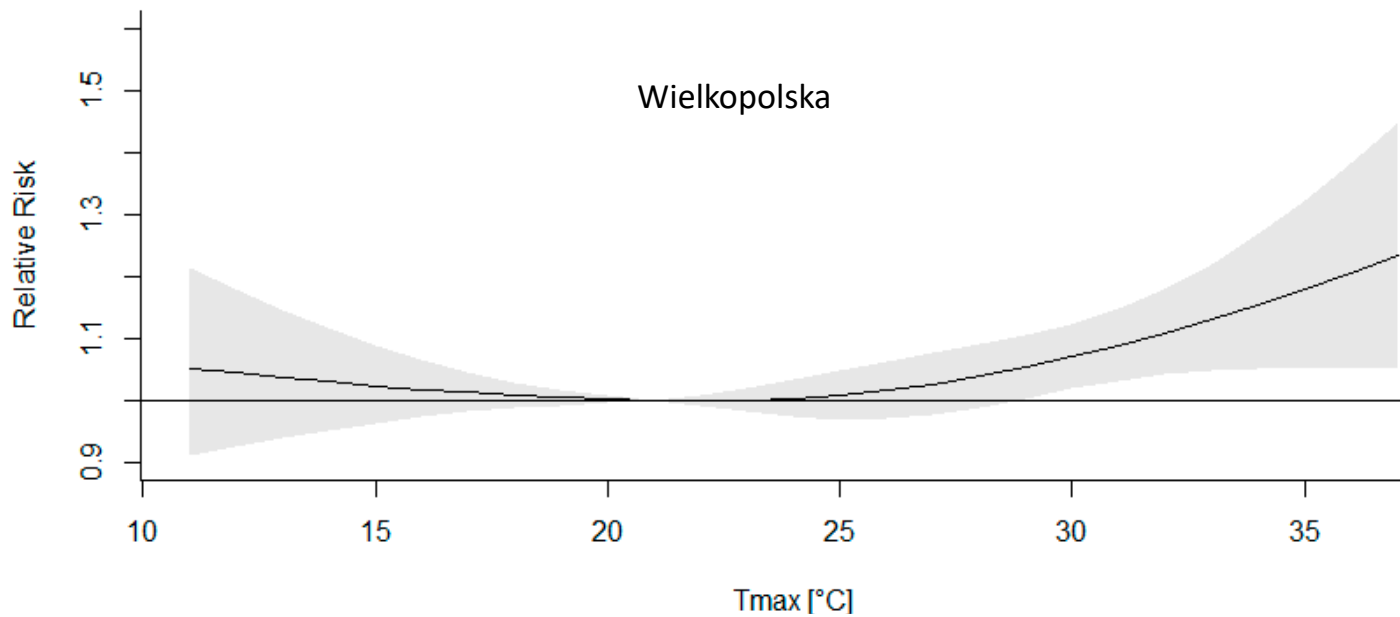
Przedmiotem analizy była śmiertelność podczas pięciu szczególnie upalnych okresów letnich (1992, 1994, 2006, 2010, 2015) w dwóch województwach o zbliżonej liczbie ludności, ale zróżnicowanych pod względem gęstości zaludnienia oraz warunków naturalnych. Miejscowości podzielono na 6 grup w zależności od liczby ludności: miasta powyżej 500 tys. mieszkańców; miasta o liczbie mieszkańców 50 tys. - 100 tys.; miasta o liczbie mieszkańców 25 tys. - 50 tys.; miasta o liczbie mieszkańców 10 tys. - 25 tys.; miasta z liczbą mieszkańców poniżej 10 tys.; wsie.



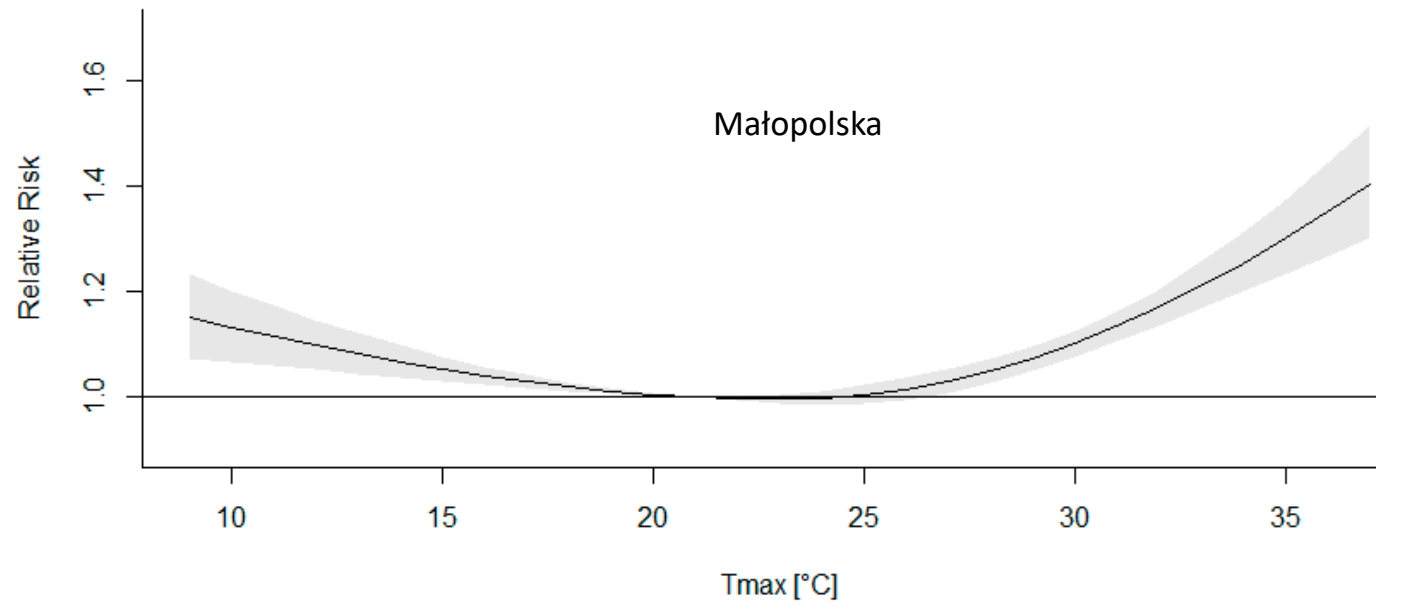
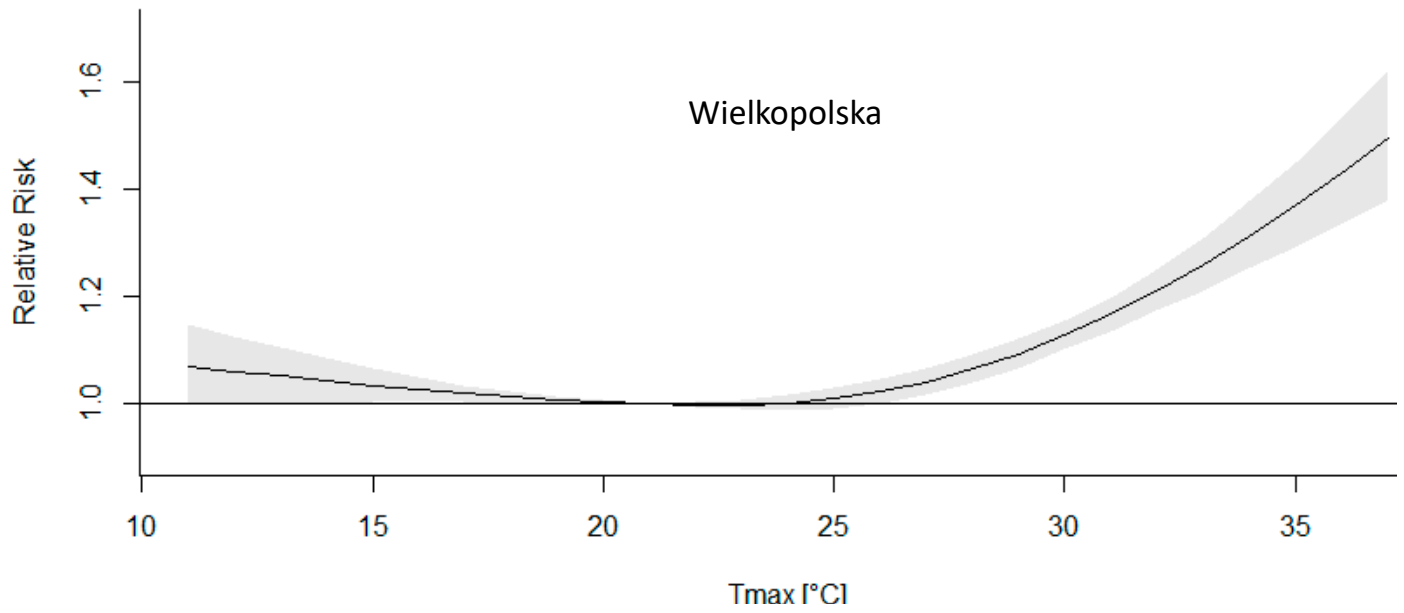
Związek pomiędzy relatywnym ryzykiem zgonu a maksymalną dobową temperaturą powietrza w latach 2001-2016 (Graczyk i inni 2022) [10]



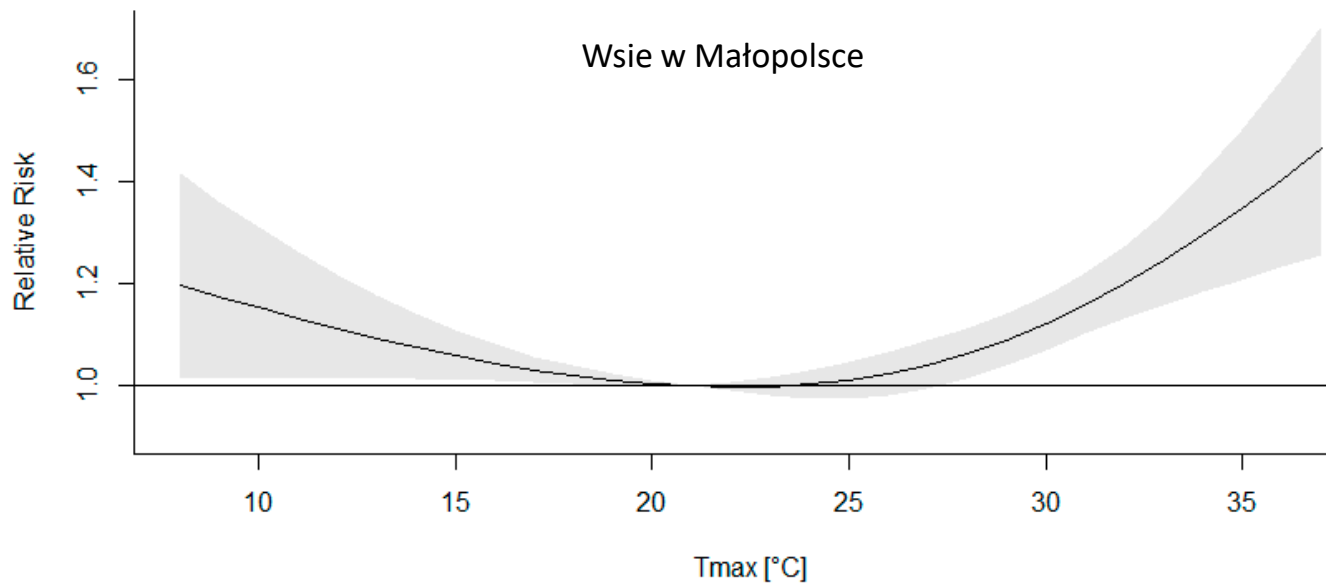
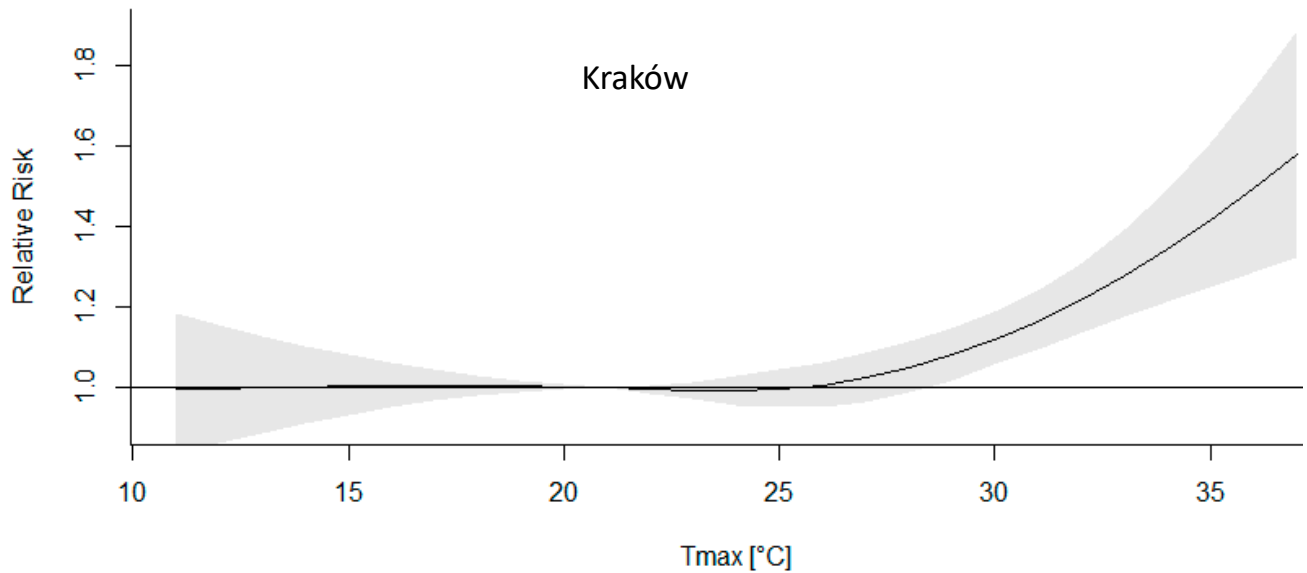
Związek pomiędzy relatywnym ryzykiem zgonu a maksymalną dobową temperaturą powietrza w latach 2001-2016 w miastach o liczbie ludności 50000 – 150000 (Graczyk i inni 2022) [10]



Związek pomiędzy relatywnym ryzykiem zgonu a maksymalną dobową temperaturą powietrza w latach 2001-2016 w miastach o liczbie ludności 10000 – 25000 (Graczyk i inni 2022) [10]



Związek pomiędzy relatywnym ryzykiem zgonu a maksymalną dobową temperaturą powietrza w latach 2001-2016 – wsie (Graczyk i inni 2022)

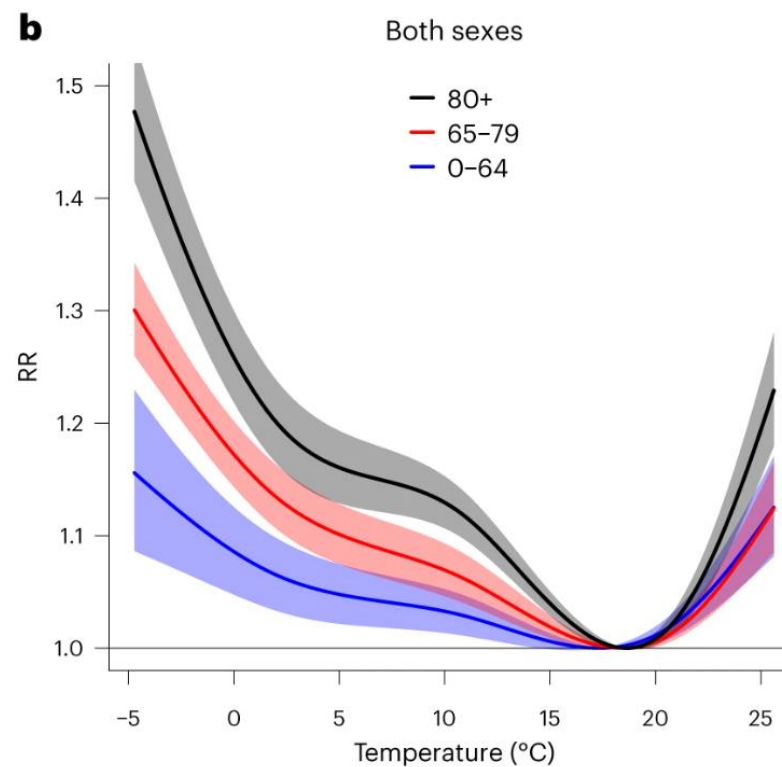
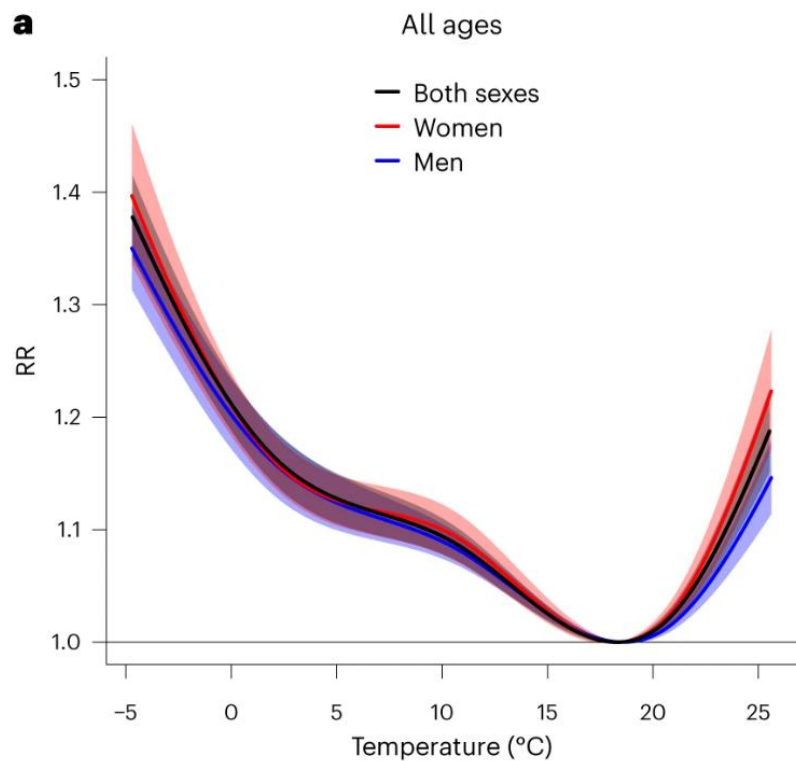


Związek pomiędzy relatywnym ryzykiem zgonu z powodu chorób serca i układu krążenia a maksymalną dobową temperaturą powietrza w latach 2001-2016 (Graczyk i inni 2022)

| Małopolska | | Years | | | |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Population | 1992 | 1994 | 2006 | 2010 | 2015 |
| >500 k | 108.5 (CI ± 2.5) | 113.2 (CI ± 4.4) | 104.4 (CI ± 3.2) | 113.0 (CI ± 4.1) | 119.0 (CI ± 2.4) |
| 50 k–150 k | 109.7 (CI ± 7.3) | * 98.9 (CI ± 4.3) | 114.8 (CI ± 9.3) | 110.1 (CI ± 6.3) | * 104.9 (CI ± 6.1) |
| 25 k–50 k | 117.8 (CI ± 6.4) | 120.3 (CI ± 7.8) | 107.1 (CI ± 6.2) | * 94.9 (CI ± 7.5) | 119.2 (CI ± 6.6) |
| 10 k–25 k | * 102.7 (CI ± 4.0) | 118.7 (CI ± 5.5) | * 104.6 (CI ± 4.8) | 112.6 (CI ± 6.3) | 124.3 (CI ± 4.3) |
| <10 k | * 101.3 (CI ± 5.3) | * 105.3 (CI ± 6.3) | 108.8 (CI ± 4.9) | 127.1 (CI ± 15.2) | 118.0 (CI ± 8.9) |
| Villages | * 102.4 (CI ± 2.3) | 109.1 (CI ± 2.6) | 106.5 (CI ± 1.7) | 117.2 (CI ± 1.7) | 112.1 (CI ± 1.5) |

| Wielkopolska | | Years | | | |
|--------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Population | 1992 | 1994 | 2006 | 2010 | 2015 |
| >500 k | 115.1 (CI ± 3.9) | 139.0 (CI ± 12.5) | 114.5 (CI ± 2.2) | 115.8 (CI ± 4.1) | 120.8 (CI ± 3.5) |
| 50 k–150 k | 108.2 (CI ± 3.8) | 151.7 (CI ± 13.0) | 115.1 (CI ± 3.6) | 107.6 (CI ± 6.2) | 120.6 (CI ± 6.9) |
| 25 k–50 k | 110.2 (CI ± 8.1) | 187.1 (CI ± 22.2) | * 99.1 (CI ± 9.9) | 121.5 (CI ± 8.4) | 116.9 (CI ± 3.0) |
| 10 k–25 k | * 101.9 (CI ± 4.1) | 124.1 (CI ± 8.1) | 117.5 (CI ± 4.0) | * 98.7 (CI ± 3.9) | 114.3 (CI ± 4.7) |
| <10 k | 121.3 (CI ± 9.1) | 139.9 (CI ± 13.4) | 125.3 (CI ± 3.9) | 118.2 (CI ± 8.3) | 124.2 (CI ± 6.7) |
| Villages | 106.8 (CI ± 5.2) | 127.5 (CI ± 8.4) | 116.0 (CI ± 2.6) | 113.5 (CI ± 5.1) | 109.3 (CI ± 2.8) |

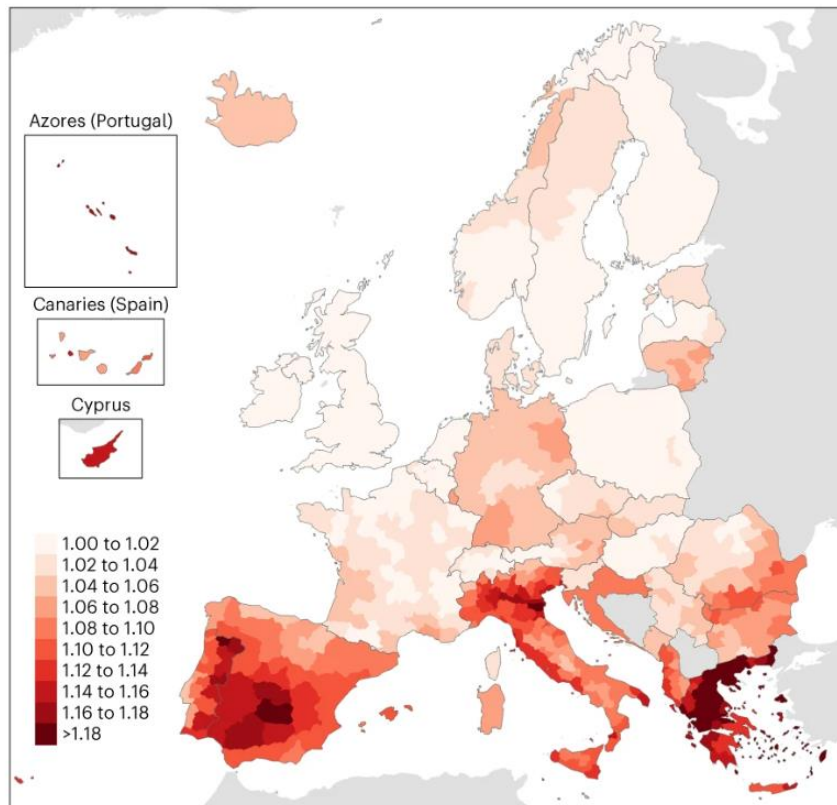
Śmiertelność w grupie wiekowej 65+ związana z falami upałów w pięciu badanych okresach letnich liczona jako procent przewidywanej liczby zgonów w miastach o różnej liczbie ludności i wsiach. (Graczyk i inni 2022)



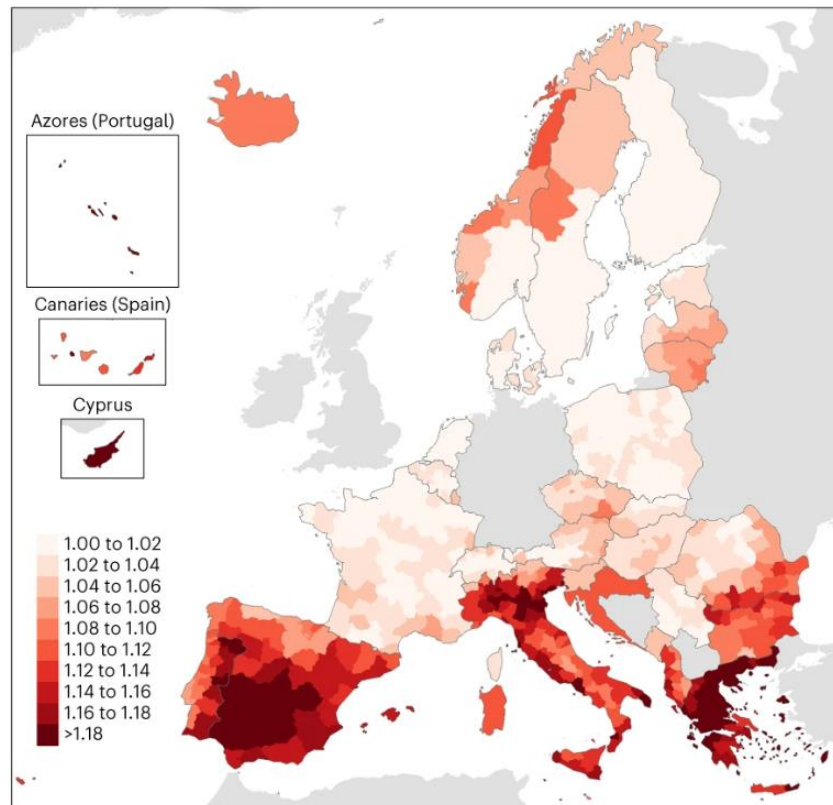
Skumulowane względne ryzyko zgonu w zależności od temperatury powietrza w Europie. (a) Cała populacja (czarny), kobiety (czerwony) i mężczyźni (niebieski) (b) Przedziały wiekowe: wieku 0-64 (niebieski), 65-79 (czerwony) i 80+ (czarny). Cieniowanie pokazuje 95% przedział ufności. Źródło: Ballester i inni 2023[8]

c

All ages, both sexes

**d**

80+, both sexes



Względne ryzyko zgonu w regionach dla 95 percentyla temperatury powietrza dla ogółu populacji (c), osób w wieku 80+ lat (d) Ballester i inni 2023 [8]

Czynniki ryzyka wzrostu śmiertelności podczas fal upałów - Podsumowanie

1) Wiek

- podeszły
- małe dzieci i niemowlęta

2) Choroby przewlekłe

- choroby serca i układu krążenia
- choroby płuc
- cukrzyca

3) Wielkość miasta (gęstość zaludnienia miejska wyspa ciepła)

4) Dostęp do opieki zdrowotnej (ratownictwa medycznego)

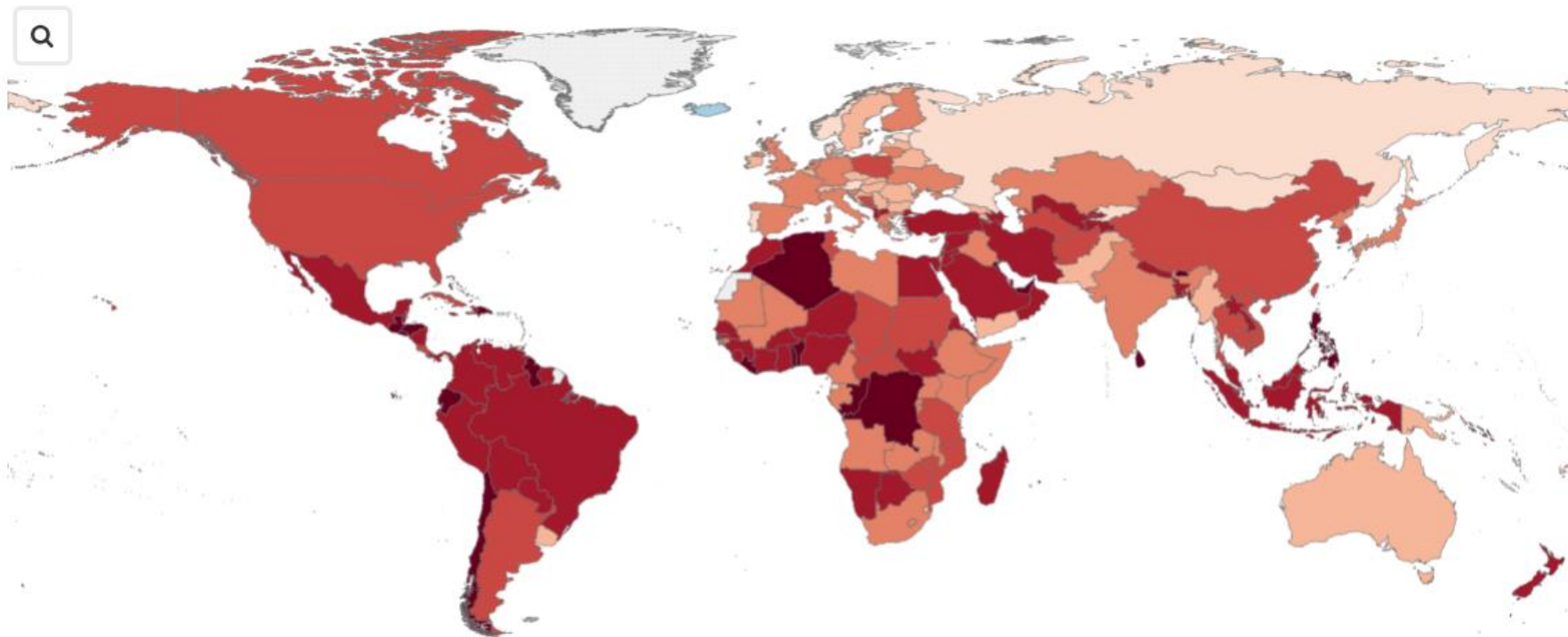
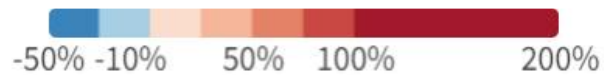
5) Brak działań adaptacyjnych

6) Niska świadomość (społeczna) zagrożeń

7) Brak odpowiedniej infrastruktury

8) Błędy w planowaniu przestrzennym

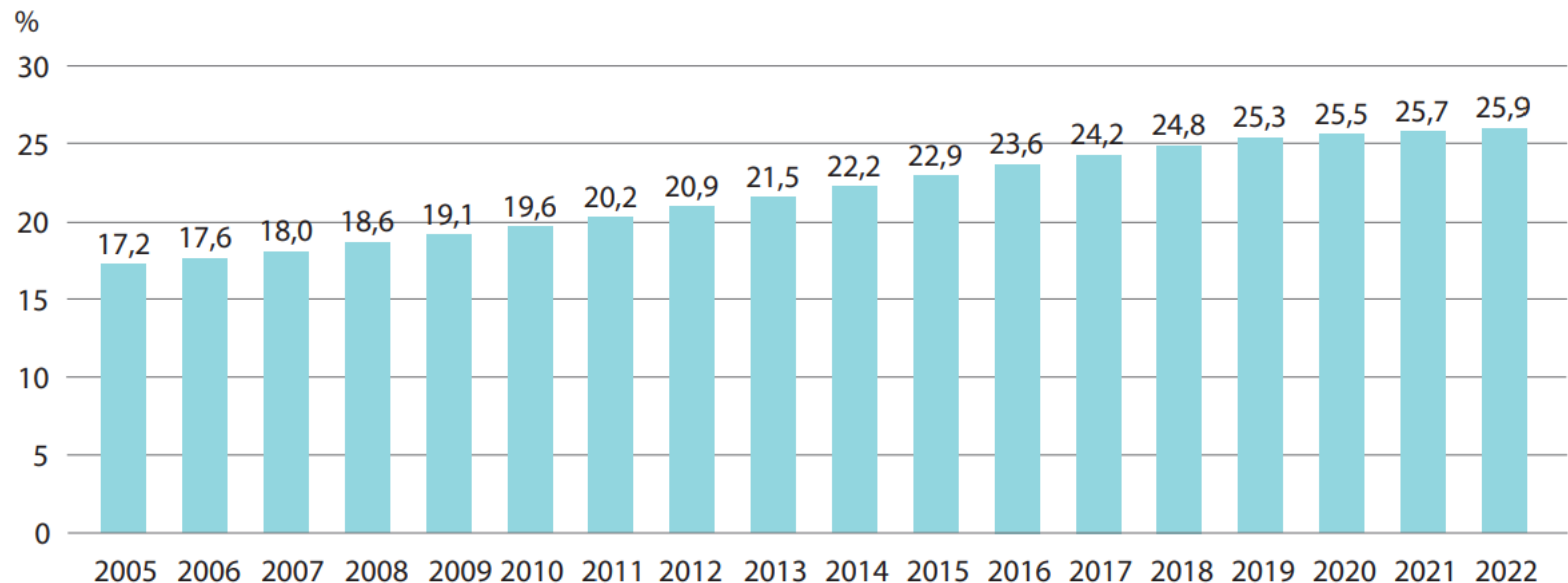
Percent change in annual deaths:



Procentowa zmiana rocznej liczby zgonów związanych z wysoką temperaturą wśród osób powyżej 65 roku życia w latach 2018-2022 w porównaniu do lat 2000-2004. Romanello i inni 2023 [11]

Starzenie się społeczeństwa w Polsce

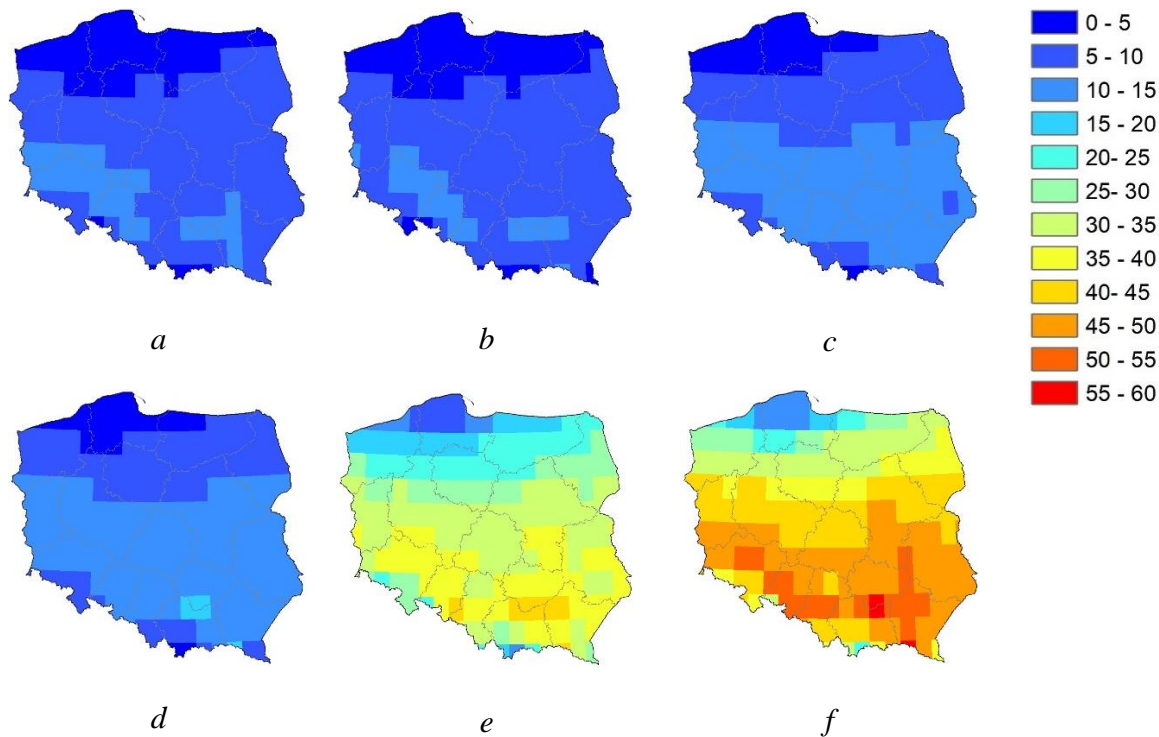
Wzrost udziału osób starszych w społeczeństwie trwa od wielu lat i będzie zachodził w dalszym ciągu. Wzrost liczby ludności w wielu ponad 60 lat zwiększy w przyszłości podatność na negatywne skutki występowania ekstremalnie wysokich temperatur dla zdrowia i życia ludności.



Udział osób w wieku 60+ w ludności Polski (GUS 2023) [12]

Wzrost ilości dni upalnych w przyszłości

Na podstawie projekcji modeli klimatycznych już w najbliższych dziesięcioleciach przewidywany jest wzrost liczby dni upalnych podczas których prędkość wiatru będzie niewielka. Utrudni to zastosowanie pasywnych form ochładzania pomieszczeń takich jak wentylacja i wymusi większe zastosowanie klimatyzacji.



Zmiany średniej liczby dni z maksymalną dobową temperaturą powietrza równą lub wyższą 30°C i wiatrem równym lub mniejszym niż 2 ms⁻¹ w porównaniu do okresu referencyjnego 1971-2000. Górny rząd za lata 2021–2050: a) ssp 126; b) ssp 370; c) ssp 585; dolny rząd za lata 2071-2100: d) ssp 126; e) ssp 370; f) ssp 585.

Bibliografia

- [1] ROOT, C. J., AND STONE, R. G. (1937). Deaths during the heat wave of July 1936 at Detroit. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 18, 232-236.
- [2] Tao, L., Su, Y., Chen, X., & Tian, F. (2024). Process, spatial pattern and impacts of 1743 Extreme heat: From the perspective of historical documents. *Climate of the Past Discussions*, 2024, 1-20.
- [3] Changnon, S. A., Kunkel, K. E., & Reinke, B. C. (1996). Impacts and responses to the 1995 heat wave: A call to action. *Bulletin of the American Meteorological society*, 77(7), 1497-1506.
- [4] Rollet, C. (2010). La canicule de 1911. Observations démographiques et médicales et réactions politiques 1. In *Annales de démographie historique* (No. 2, pp. 105-130). Cairn/Softwin.
- [5] Graczyk, D., Kundzewicz, Z. W., Choryński, A., Førland, E. J., Pińskwar, I., & Szwed, M. (2019). Heat-related mortality during hot summers in Polish cities. *Theoretical and Applied Climatology*, 136, 1259-1273.
- [6] WMO. (2021). Climate and weather related disasters surge five-fold over 50 years, but early warnings save lives. *United Nations News* (World Meteorological Organization [WMO] and UN Office for Disaster Risk Reduction [UNDRR]). <https://news.un.org/en/story/2021/2009/1098662>
- [7] van Daalen, K. R., Romanello, M., Rocklöv, J., Semenza, J. C., Tonne, C., Markandya, A., ... & Lowe, R. (2022). The 2022 Europe report of the Lancet Countdown on health and climate change: towards a climate resilient future. *The Lancet Public Health*, 7(11), e942-e965.
- [8] Munich Re (2011) Natural Catastrophes 2010 Analyses, Assessments, Positions. Munich Re, Munich, Germany
- [9] Ballester, J., Quijal-Zamorano, M., Méndez Turrubiates, R. F., Pegenaute, F., Herrmann, F. R., Robine, J. M., ... & Achebak, H. (2023). Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. *Nature medicine*, 29(7), 1857-1866.
- [10] Graczyk, D., Pińskwar, I., & Choryński, A. (2022). Heat-related mortality in two regions of Poland: Focus on urban and rural areas during the most severe and long-lasting heatwaves. *Atmosphere*, 13(3), 390.
- [11] Romanello, M., Di Napoli, C., Green, C., Kennard, H., Lampard, P., Scamman, D., ... & Costello, A. (2023). The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *The Lancet*, 402(10419), 2346-2394.
- [12] Wyszowska, D., Gabińska, M., Romańska S., Sytuacja osób starszych w Polsce w 2022 r., Analizy Statystyczne GUS., Warszawa, Białystok 2023.