

Analiza wpływu temperatury na stan zdrowia ludności Polski

Daniel Rabczenko
NIZP-PZH

Zakład Monitorowania i Analiz Stanu Zdrowia Ludności

Projekt:

**Badanie i ocena wpływu klimatu na stan zdrowia oraz wypracowanie działań związanych z
adaptacją do jego zmian
(Umowa 6/4/5/NPZ/2018/1094/542)**

**Zadanie realizowane ze środków Narodowego Programu Zdrowia na lata 2016-2020,
finansowane przez Ministra Zdrowia**



Plan prezentacji

- Wprowadzenie
 - Badania wpływu temperatury na umieralność
- Badania własne
 - Dane
 - Sformułowanie problemu
 - Metody statystyczne
 - Wyniki
 - Wnioski

Badania wpływu temperatury na dzienną liczbę zgonów

Przykłady literaturowe

Francja

Department	Thermal optimum (°C)
Paris	20.6–23.6
The Hérault	20.3–23.3
The Alpes-Maritimes	17.5–20.5
Finistère	16.5–19.5
Côte-d'Or	16.7–19.7
The Hautes-Alpes	14.8–17.8

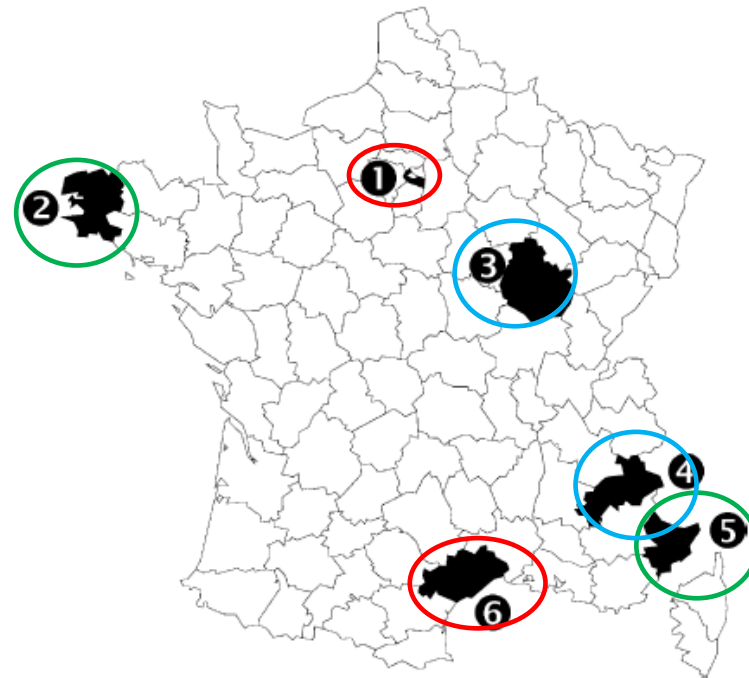
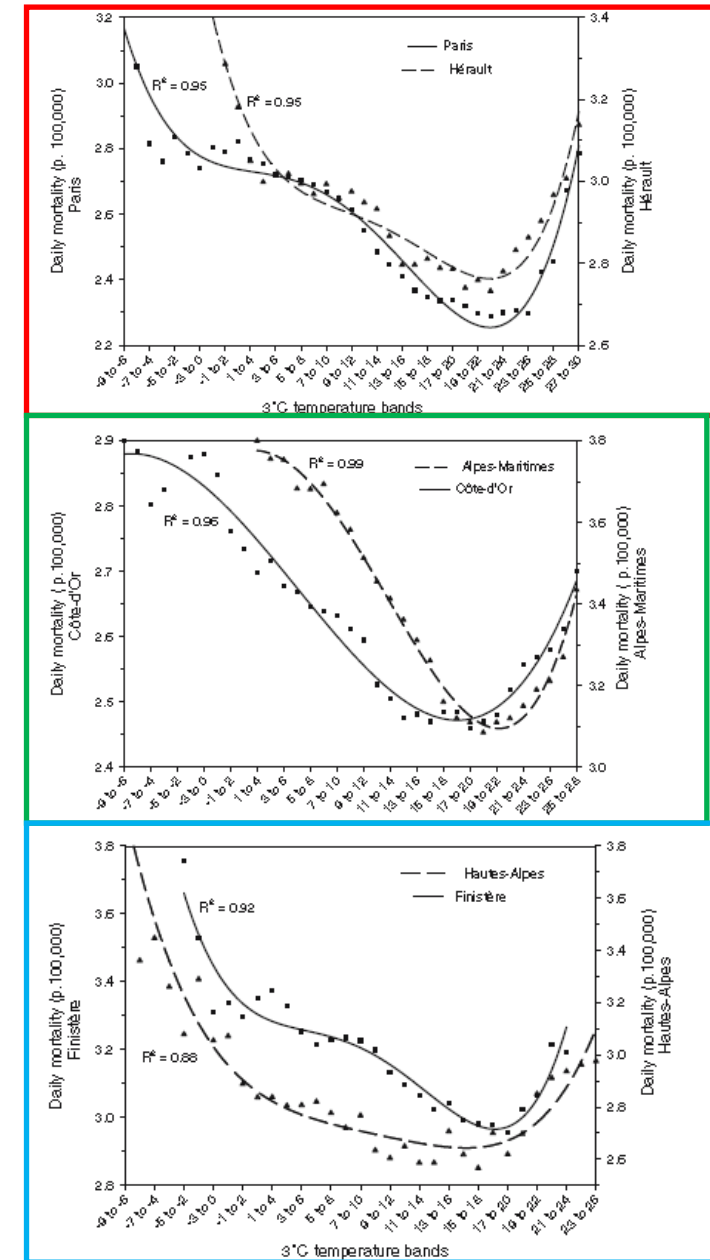


Fig. 1 Study areas in France. Departments: 1 Paris, 2 Finistère, 3 Côte-d'Or, 4 the Hautes-Alpes, 5 the Alpes-Maritimes, 6 the Hérault



Budapest Londyn Mediolan

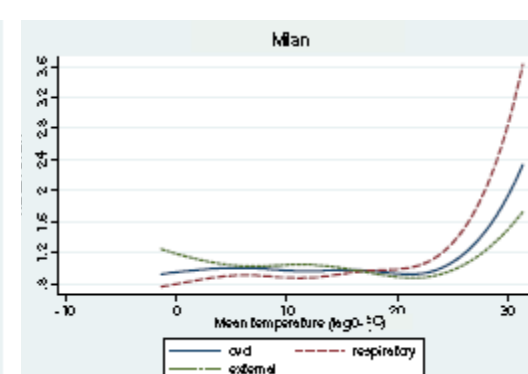
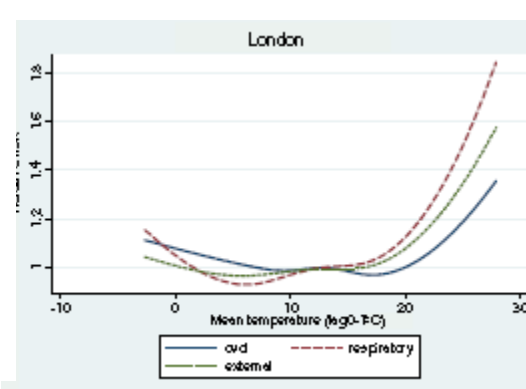
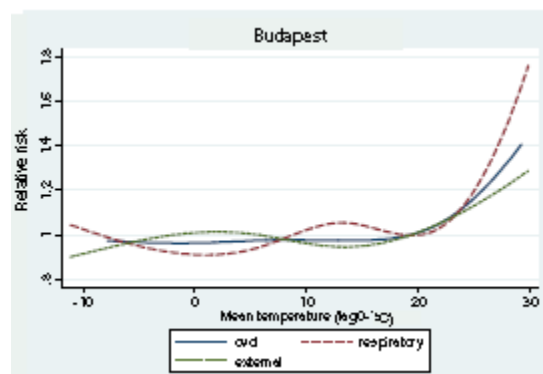


Table 2: Percent change in deaths (95%CI) per °C increase in temperature above cut-point

	Budapest		London		Milan	
	Aged <75 year	Aged ≥ 75 year	Aged <75 year	Aged ≥ 75 year	Aged <75 year	Aged ≥ 75 year
Cause of death						
All cause	1.03 (1.02 to 1.05)	1.06 (1.04 to 1.07)	1.03 (1.02 to 1.04)	1.06 (1.05 to 1.07)	1.12 (1.08 to 1.16)	1.17 (1.14 to 1.20)
CVD	1.04 (0.99 to 1.08)	1.08 (1.04 to 1.12)	1.03 (1.01 to 1.04)	1.06 (1.05 to 1.07)	1.15 (1.07 to 1.24)	1.20 (1.15 to 1.25)
Respiratory	1.06 (0.98 to 1.14)	1.08 (1.01 to 1.15)	1.05 (1.01 to 1.08)	1.08 (1.06 to 1.10)	1.37 (1.15 to 1.62)	1.22 (1.14 to 1.31)
External	1.04 (0.98 to 1.11)	1.02 (0.96 to 1.09)	1.06 (1.02 to 1.10)	1.10 (1.02 to 1.18)	1.21 (1.05 to 1.40)	1.18 (1.03 to 1.34)
Deprivation						
1 (least deprived)	1.03 (1.01 to 1.06)	1.06 (1.03 to 1.09)	1.03 (1.01 to 1.05)	1.06 (1.04 to 1.08)	1.19 (1.11 to 1.27)	1.21 (1.16 to 1.26)
2	1.03 (1.01 to 1.06)	1.04 (1.01 to 1.07)	1.04 (1.02 to 1.06)	1.05 (1.04 to 1.07)	1.13 (1.05 to 1.22)	1.13 (1.08 to 1.20)
3	1.02 (0.99 to 1.06)	1.06 (1.03 to 1.10)	1.02 (0.99 to 1.04)	1.07 (1.05 to 1.09)	1.11 (1.02 to 1.20)	1.11 (1.05 to 1.17)
4	1.04 (1.02 to 1.07)	1.06 (1.03 to 1.08)	1.03 (1.01 to 1.05)	1.07 (1.05 to 1.09)	1.09 (1.00 to 1.19)	1.20 (1.13 to 1.27)
5 (most deprived)	1.03 (1.01 to 1.06)	1.07 (1.04 to 1.10)	1.02 (1.00 to 1.05)	1.04 (1.03 to 1.06)	1.00 (0.90 to 1.12)	1.18 (1.10 to 1.26)

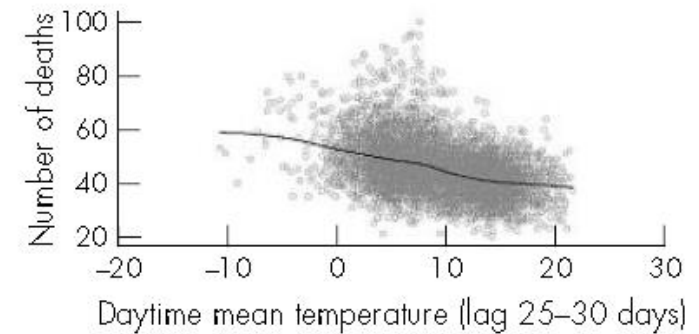
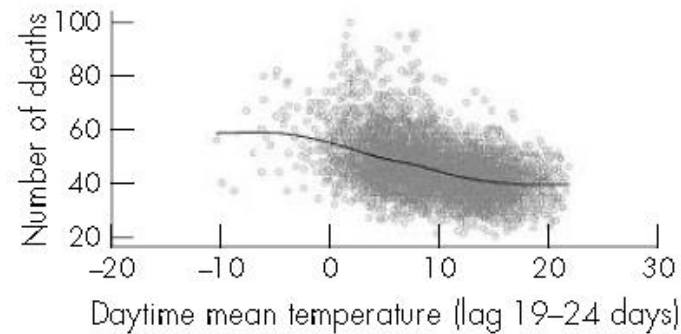
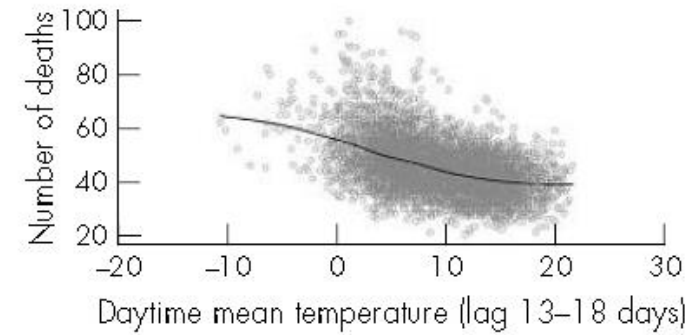
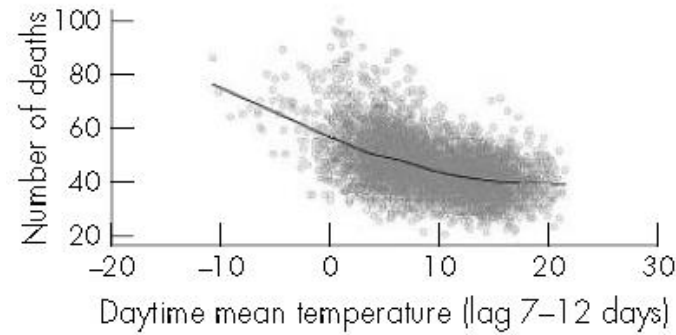
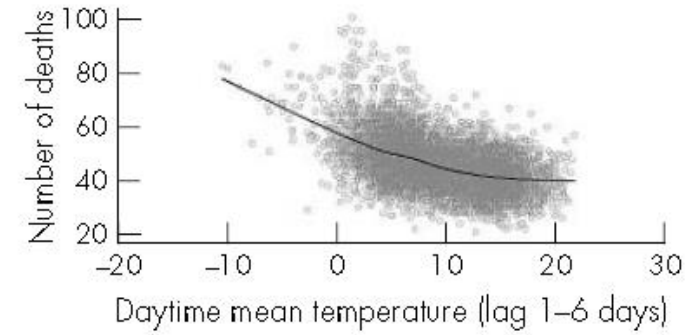
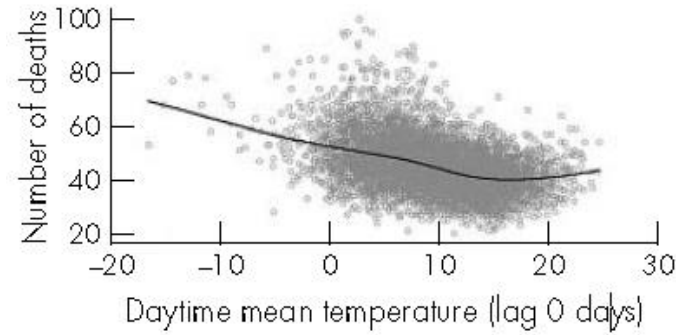
An ecological time-series study of heat-related mortality in three European cities

Ai Ishigami, Shakoor Hajat, R Sari Kovats, Luigi Bisanti,

Magda Rognoni, Antonio Russo and Anna Paldy

Environmental Health 2008, 7:5

Szkocja, Glasgow



The lagged effect of cold temperature and wind chill on
cardiorespiratory mortality in Scotland

M Carder, R McNamee, I Beverland, R Elton, G R Cohen, J Boyd, R M Agius

Occup Environ Med 2005;62:702-710

Miasta azjatyckie: Seul, Tokio, Pekin, Tajpej

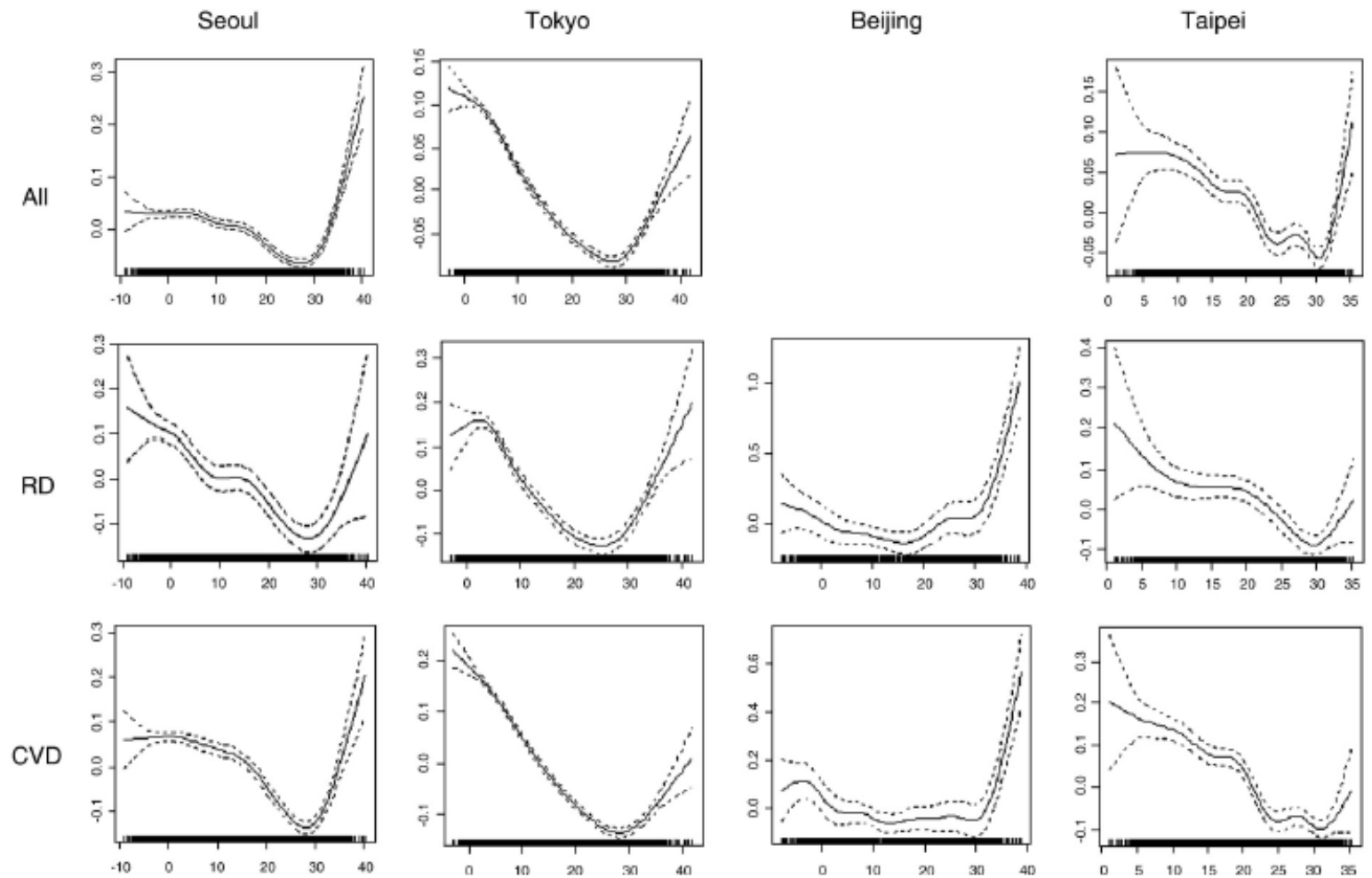
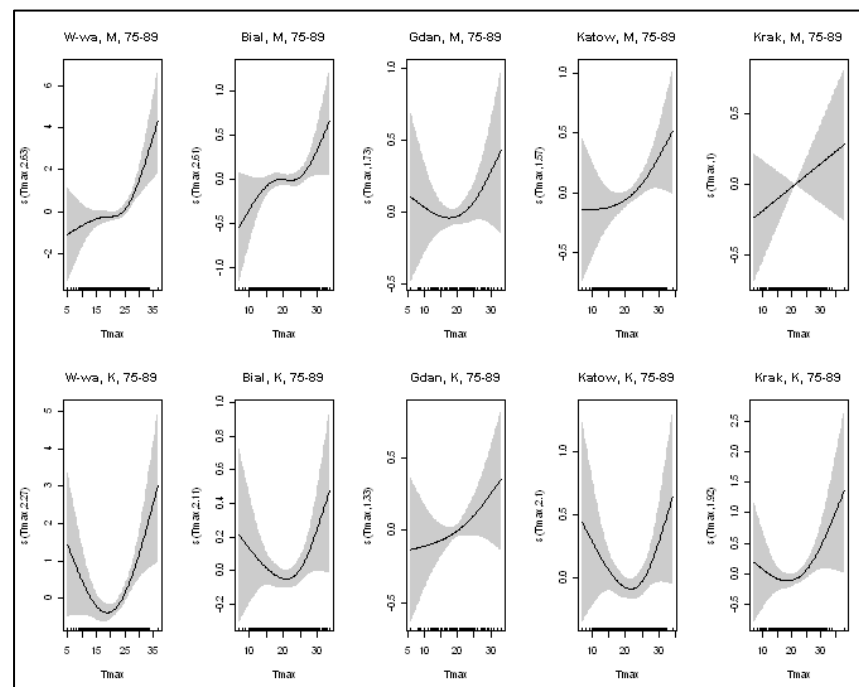
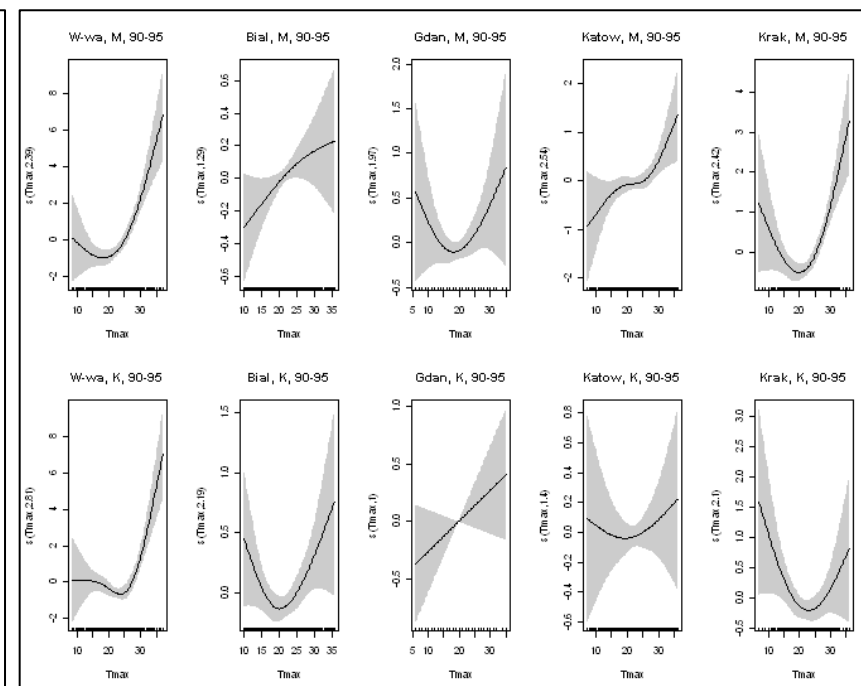
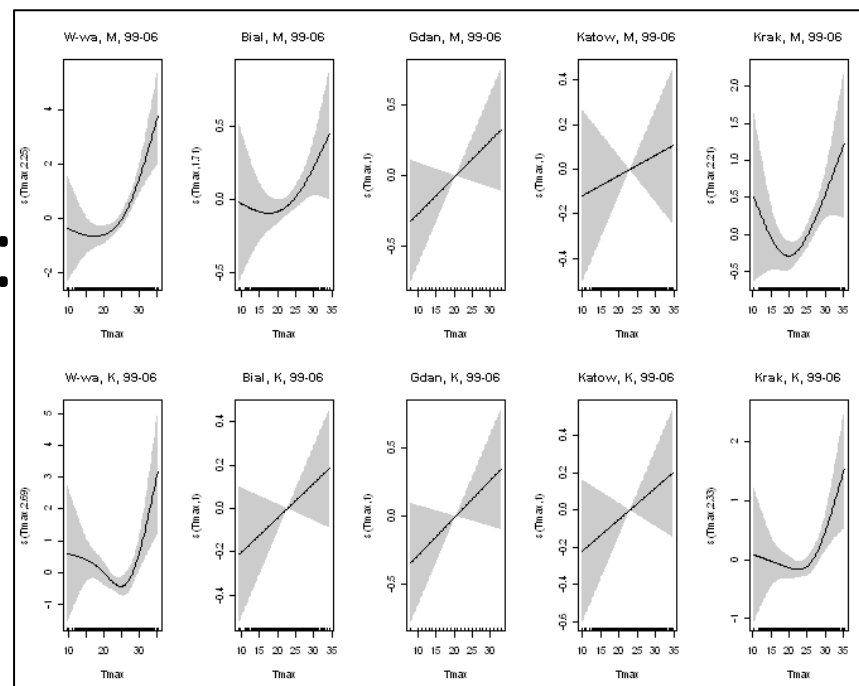


Fig. 2. Relationships between AT and daily mortality in the four cities by cause of death.

Ambient temperature and mortality: An international study in four capital cities of East Asia
 Joo-Youn Chung, Yasushi Honda, Yun-Chul Hong, Xiao-Chuan Pan, Yue-Leon Guo, Ho Kim
 Science of the Total Environment 408 (2009) 390–396

Miasta polskie: 75-89, 90-95 99-06



Kuchcik M., 2017, Warunki termiczne w Polsce na przełomie XX i XXI wieku i ich wpływ na umieralność, Prace Geograficzne, 263, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa, 279 s.

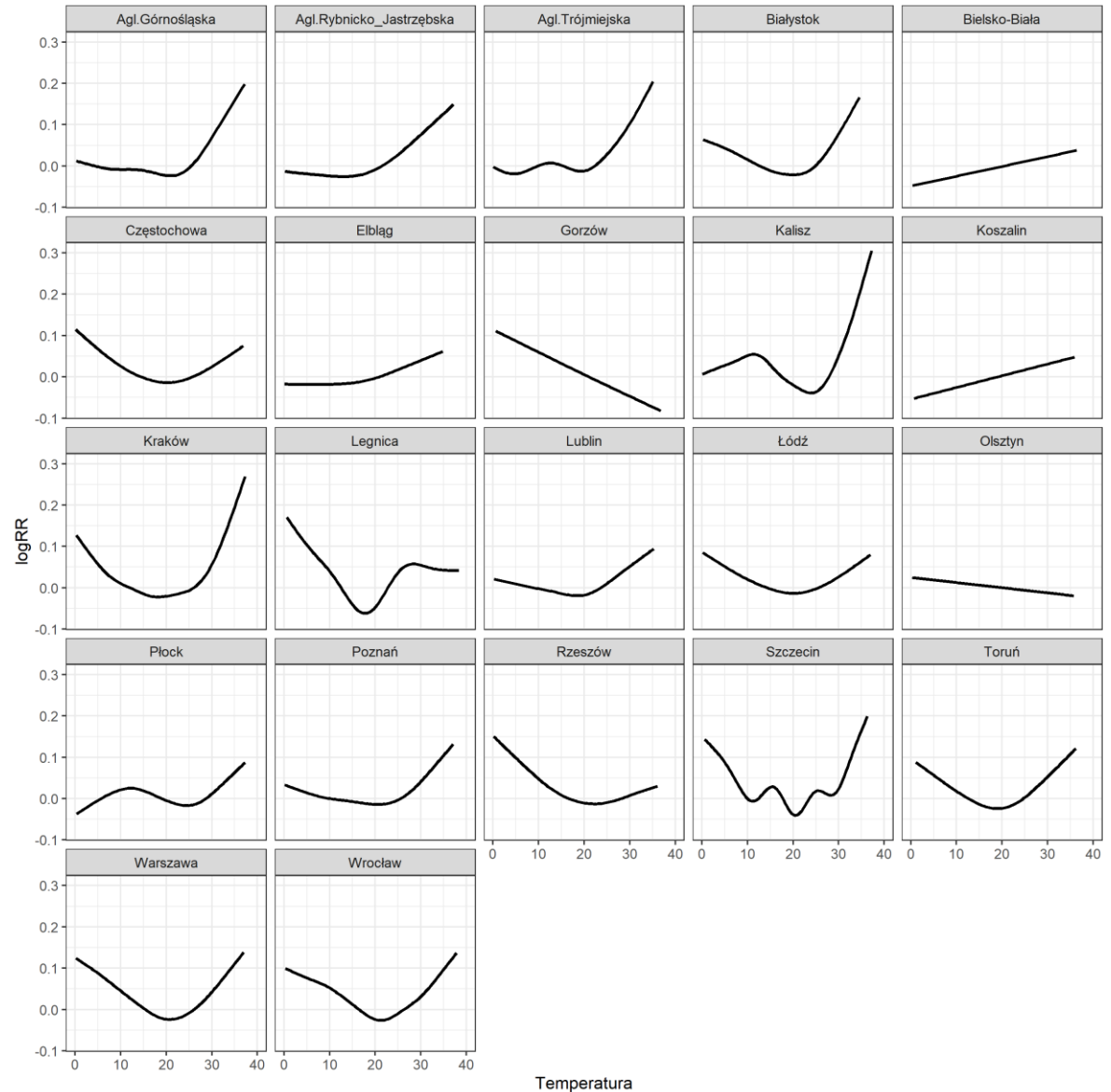
Badania wpływu temperatury na dzienną liczbę zgonów

Badania własne

Miasta objęte analizą

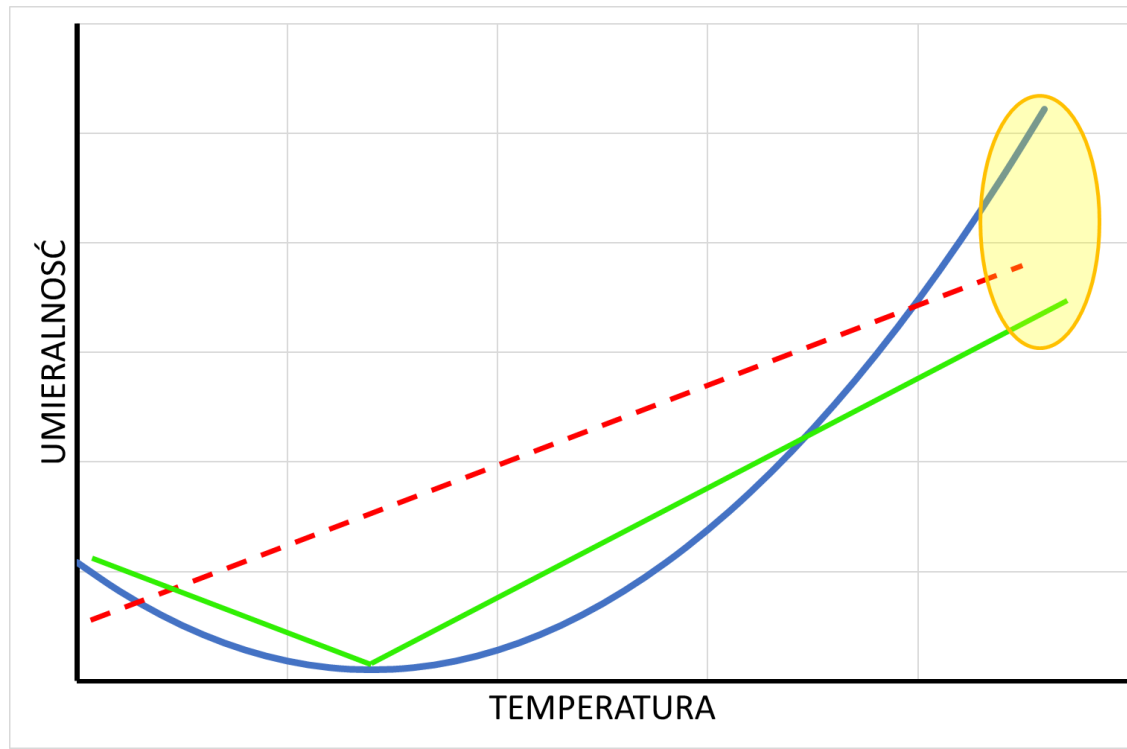


Wpływ temperatury
na umieralność z
powodu ogółu
przyczyn z
wyłączeniem
zewnętrznych

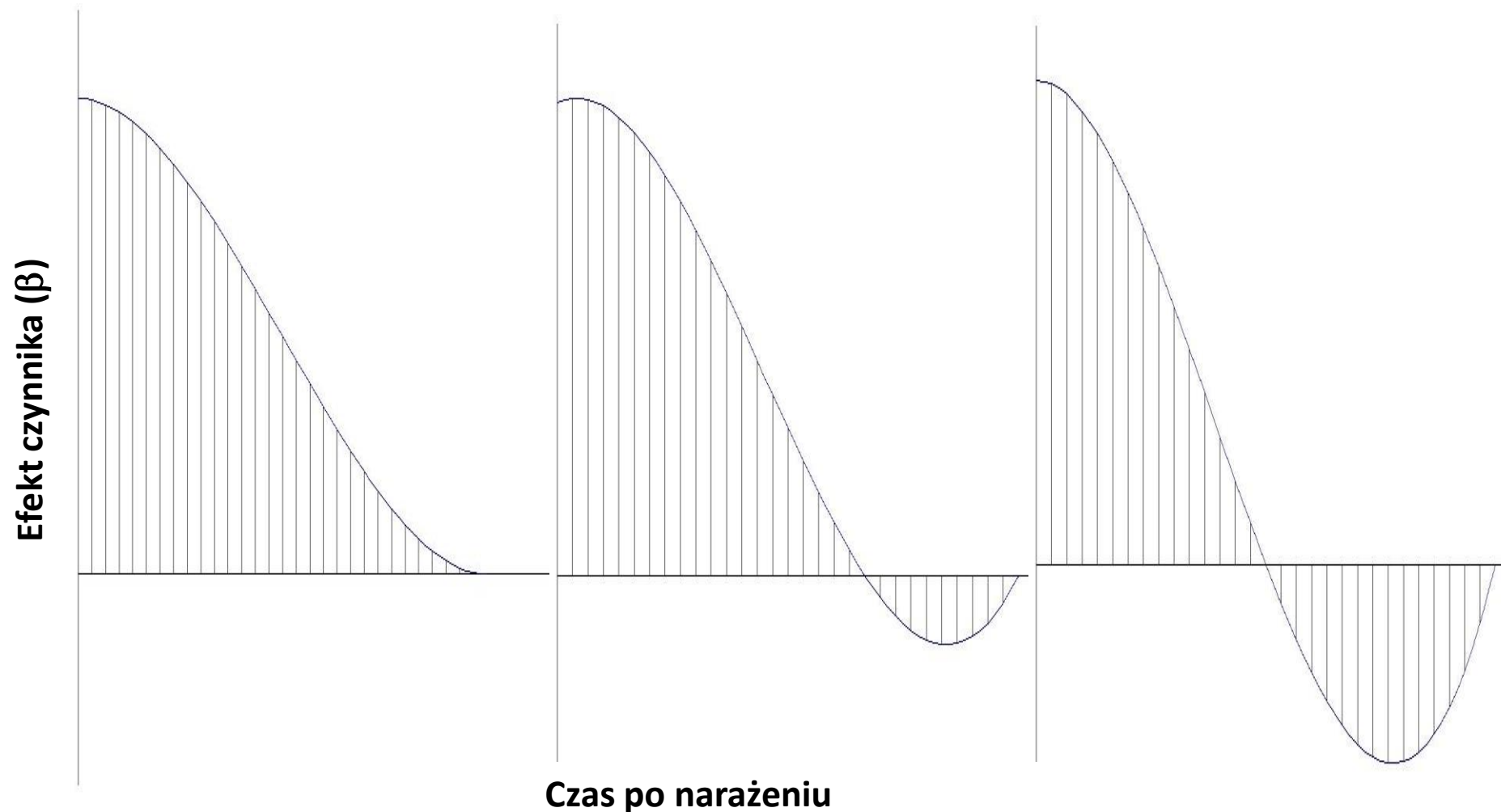


Zagadnienia

- Potencjalnie krzywoliniowa zależność pomiędzy temperaturą a umieralnością
- Czy istnieje efekt dodany bardzo wysokiej temperatury, utrzymującej się przez dłuższy czas
 - Możliwa kumulacja efektu



Ilustracja hipotez dotyczących opóźnionego efektu wybranego czynnika



Materiał i metody: model statystyczny (1)

- W analizie wykorzystano uogólnione modele addytywne (GAM)
- Model uwzględniał:
 - Ogólny trend umieralności
 - Dzień tygodnia
 - Rok kalendarzowy
 - Ciśnienie atmosferyczne
 - Wilgotność powietrza

Materiał i metody: model statystyczny (2)

- Temperatura reprezentowana była w modelu poprzez
 - Dwie funkcje liniowe dla zakresów temperatur poniżej i powyżej pewnego punktu O (O= optimum) (metoda hockey stick)
 - Zmienną wskaźnikową oznaczającą wystąpienia fali upałów
 - Zastosowano odpowiednią metodę umożliwiającą uwzględnienie przeniesienia efektu fali upałów na kolejne dni (distributed lag model)

Uogólniony model addytywny

$$\ln(E(Y_t)) = S_0 + \sum_{i=1}^p S_i(X_{it}, \lambda_i) + \sum_{i=p+1}^k \beta_i X_{it}$$

$Y_t \sim \text{Poiss}$

$E(Y_t)$ wartość oczekiwana dziennej liczby zgonów w dniu t

X_{it} wartość i -tej zmiennej opisującej w dniu t

S_i funkcja opisująca zależność pomiędzy i -tą zmienną zależną a
dzienną liczbą zgonów

λ_i parametr wygładzający w dużym stopniu wpływający na ostateczny
kształt funkcji S_i

β_i współczynnik w równaniu regresji obrazujący kierunek i siłę
wpływu zmiennej X_i na zmiany umieralności

Ryzyko względne

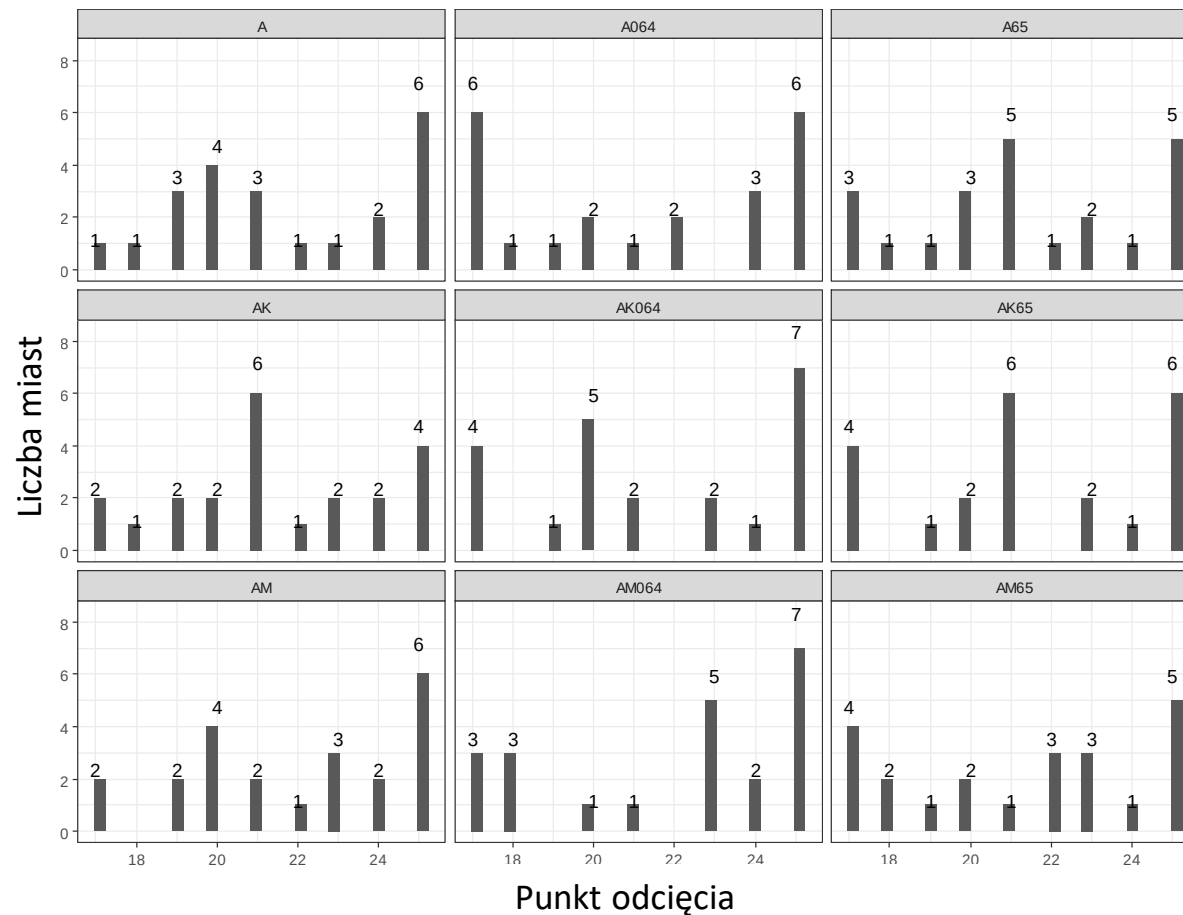
$$\ln(E(Y_{t0})) = \text{model bazowy} + \beta X_{t0}$$

$$\ln(E(Y_{t1})) = \text{model bazowy} + \beta X_{t1}$$

$$\frac{Y_{t1}}{Y_{t0}} = e^{\beta(X_{t1}-X_{t0})}$$

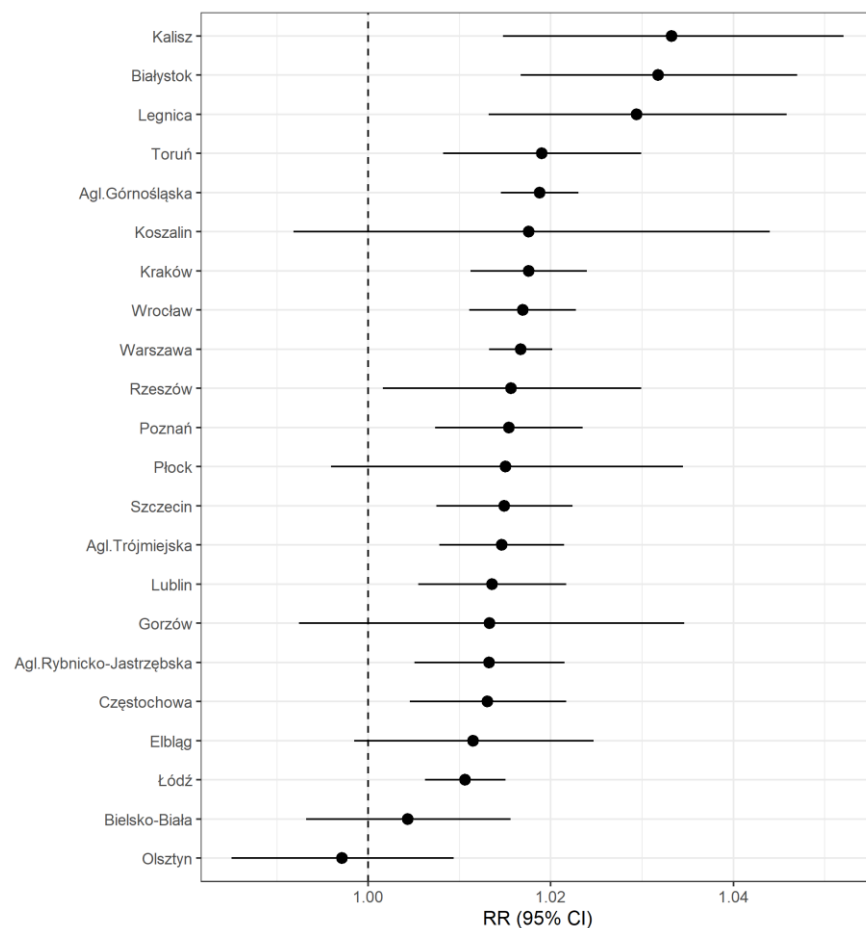
Wartość $e^{\beta \cdot (x_1 - x_0)}$ – **ryzyko względne** zgonu związane ze wzrostem czynnika o $X_1 - X_0$ (dzień z falą vs dzień bez fali lub wzrost temperatury o 1°C

Wartości
temperatury
optymalnej w
rejonach objętych
badaniem, w
zależności od
populacji



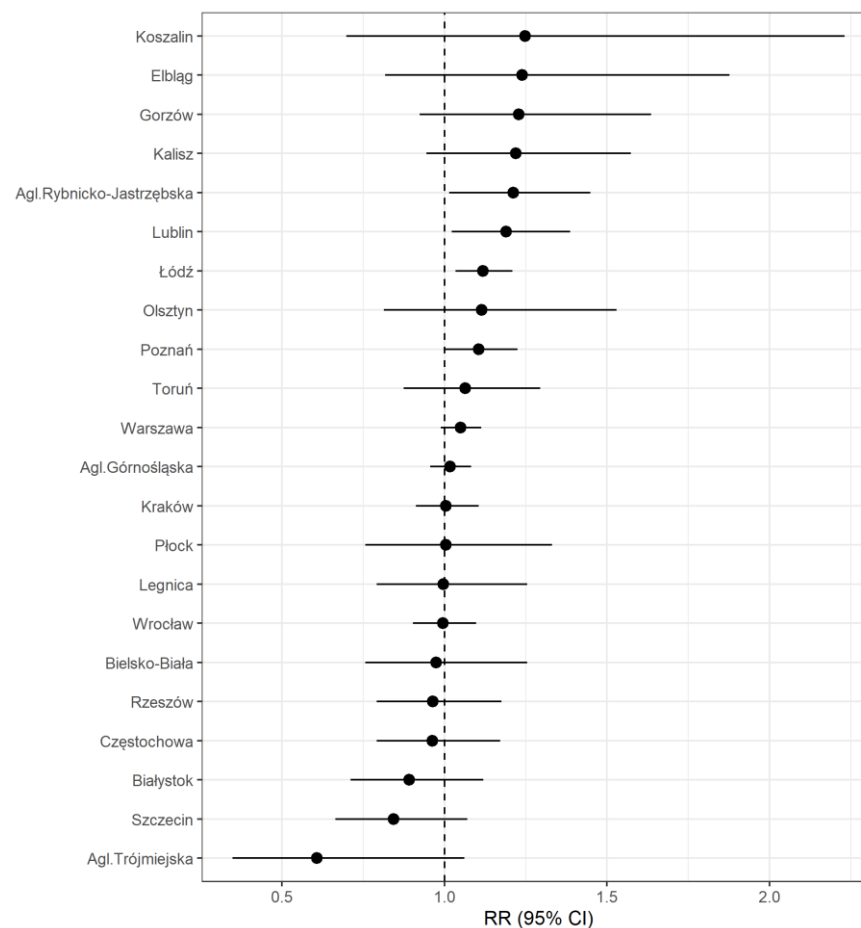
Wpływ wysokiej temperatury na umieralność – populacja ogólna

Ryzyko zgonu związane ze wzrostem temperatury o 1°C ponad optymalną



Średnio: 1.015 (1.014 - 1.017)

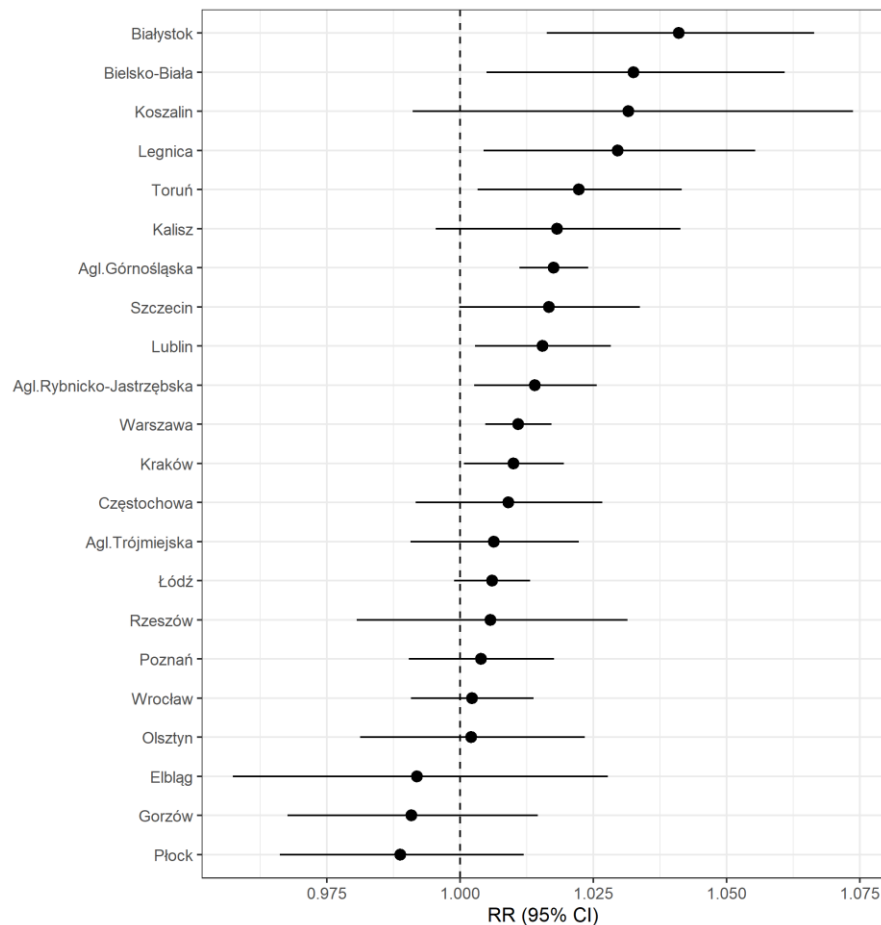
Ryzyko zgonu związane wystąpieniem fali upałów



Średnio: 1.05 (1.02 - 1.08)

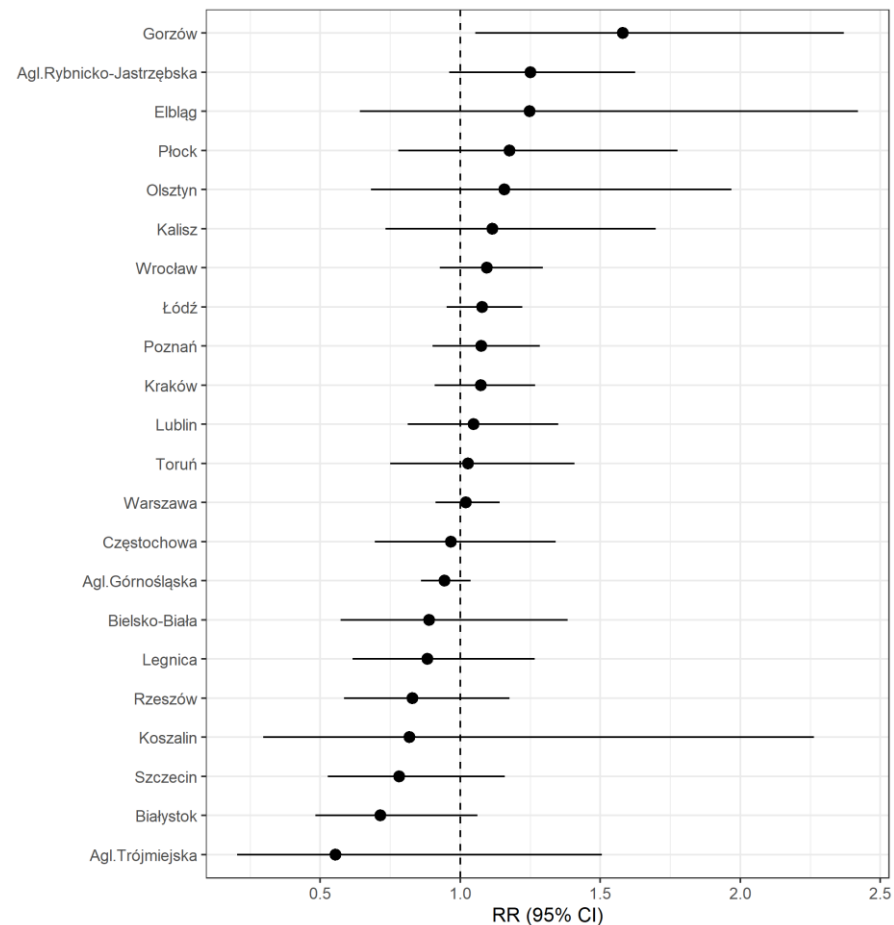
Wpływ wysokiej temperatury na umieralność – populacja osób w wieku 0-64 lat

Ryzyko zgonu związane ze wzrostem
temperatury o 1°C ponad optymalną



Średnio: 1.011 (1.008 - 1.013)

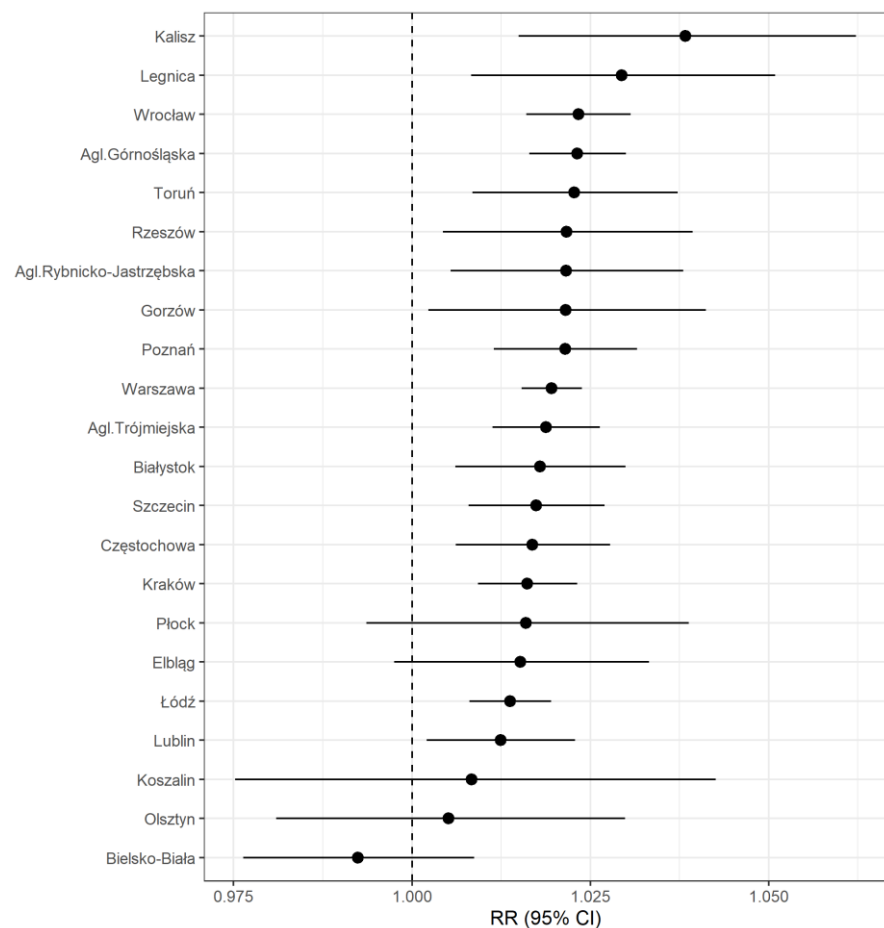
Ryzyko zgonu związane wystąpieniem fali
upałów



Średnio: 1.02 (0.98 - 1.07)

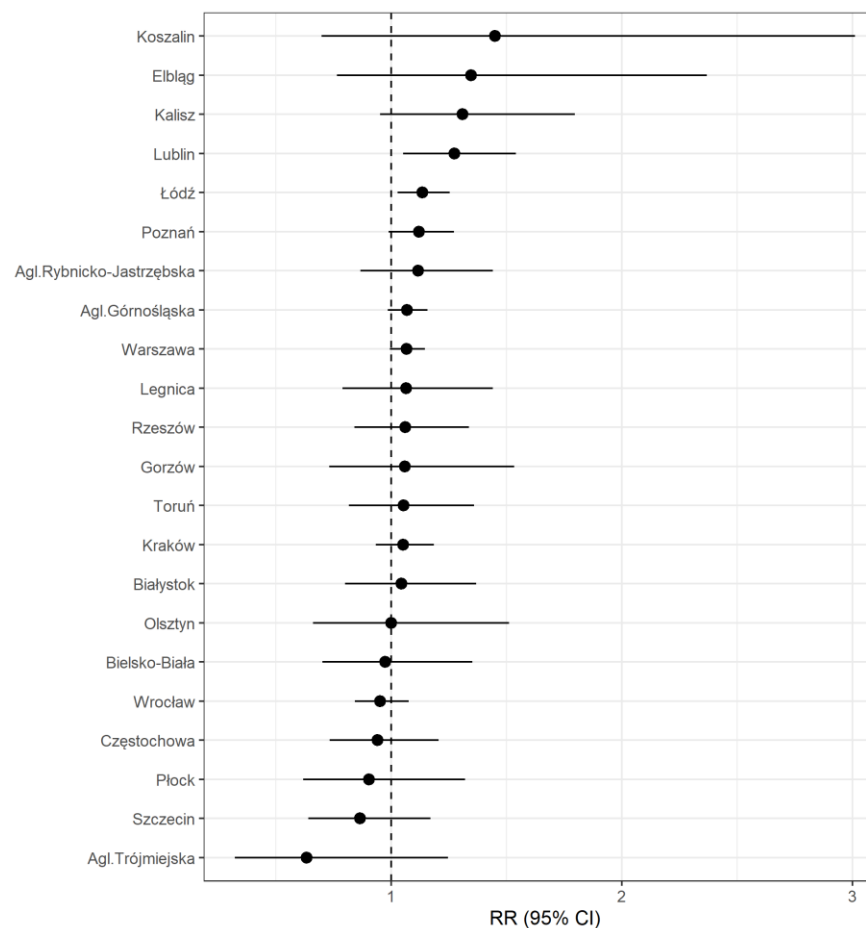
Wpływ wysokiej temperatury na umieralność – populacja osób w wieku 65 lat i więcej

Ryzyko zgonu związane ze wzrostem temperatury o 1°C ponad optymalną



Średnio: 1.018 (1.016 - 1.021)

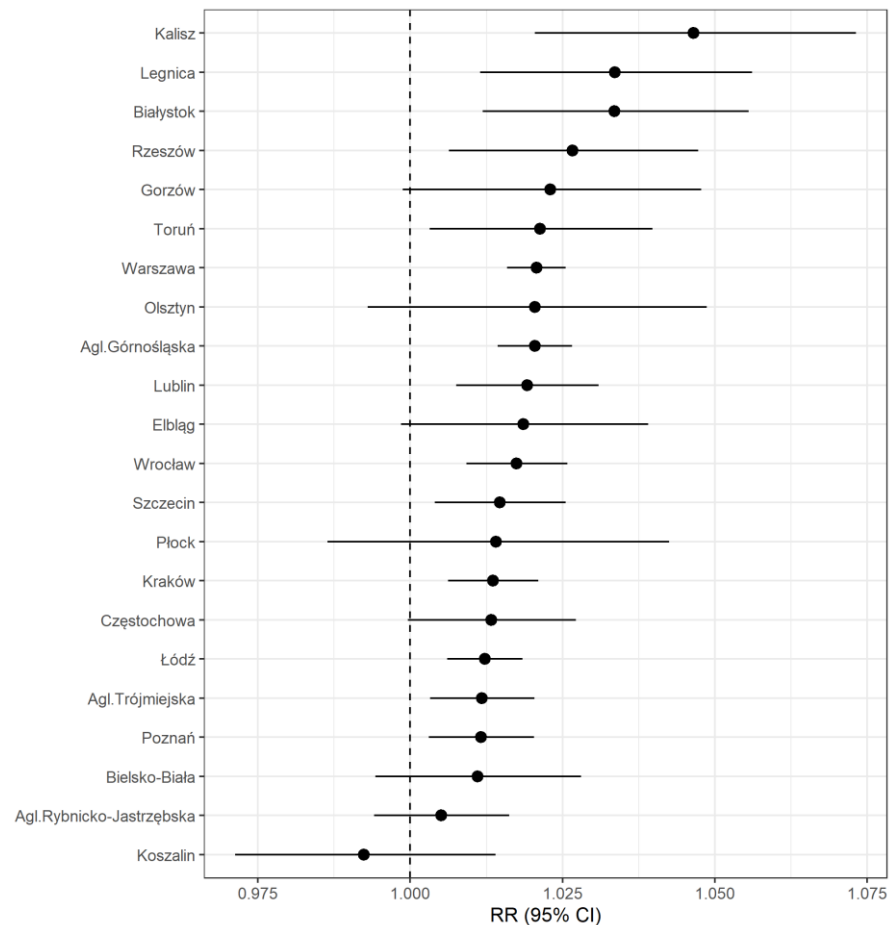
Ryzyko zgonu związane wystąpieniem fali upałów



Średnio: 1.07 (1.03 - 1.11)

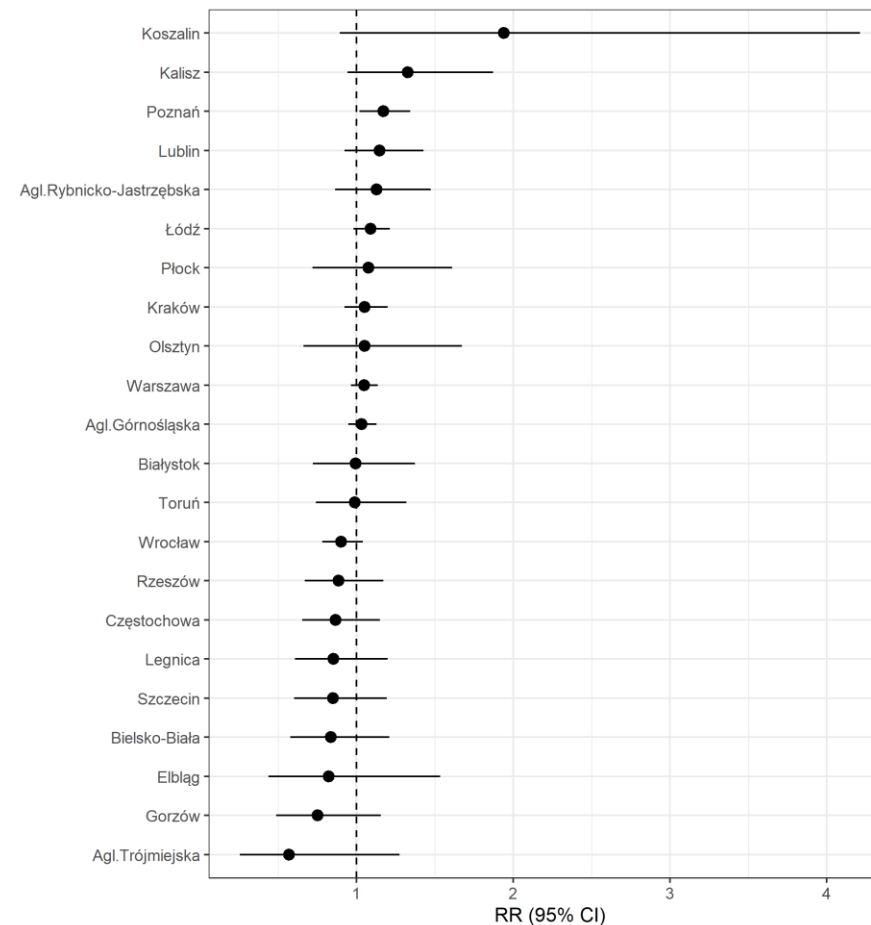
Wpływ wysokiej temperatury na umieralność – populacja kobiet

Ryzyko zgonu związane ze wzrostem temperatury o 1°C ponad optymalną



Średnio: 1.016 (1.014 - 1.019)

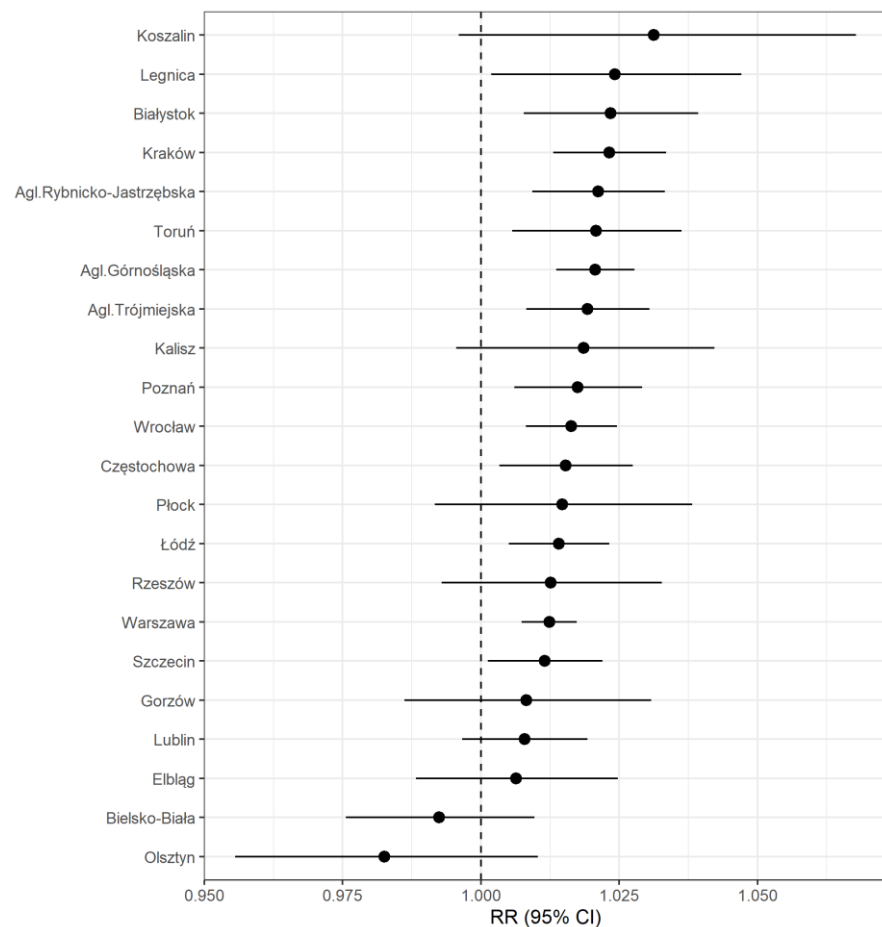
Ryzyko zgonu związane wystąpieniem fali upałów



Średnio: 1.04 (0.996 - 1.08)

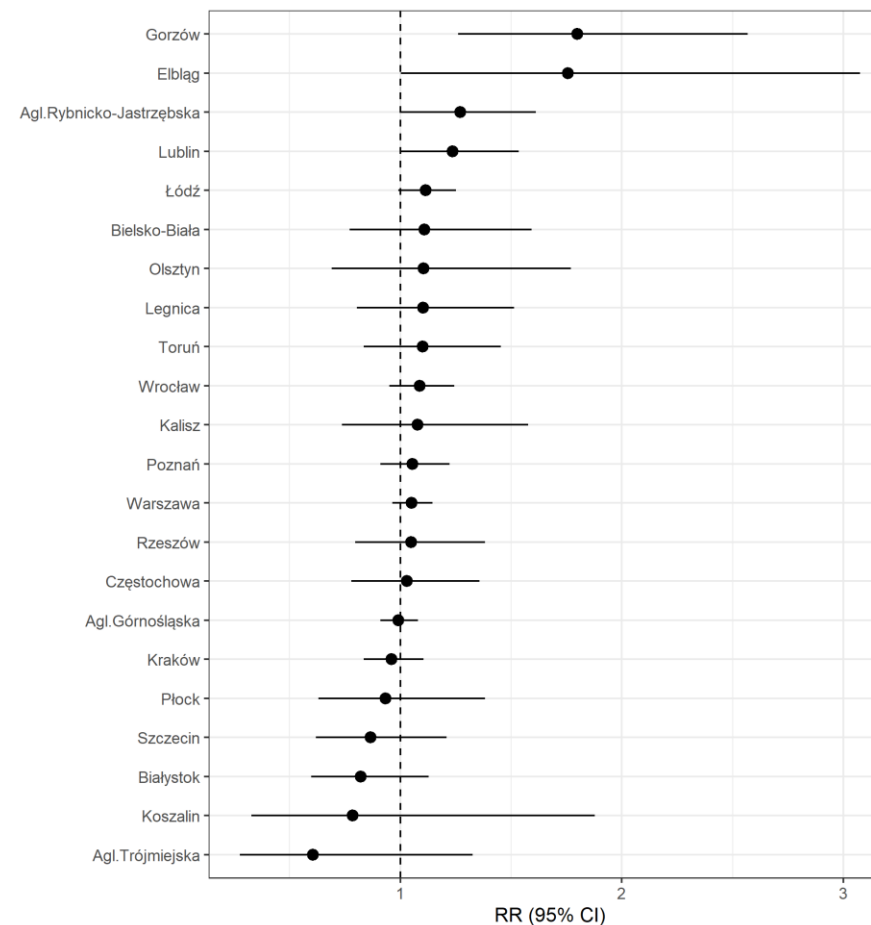
Wpływ wysokiej temperatury na umieralność – populacja mężczyzn

Ryzyko zgonu związane ze wzrostem temperatury o 1°C ponad optymalną



Średnio: 1.015 (1.013 - 1.018)

Ryzyko zgonu związane wystąpieniem fali upałów



Średnio: 1.05 (1.01 - 1.10)

Podsumowanie

	Wzrost temperatury ponad optymalną	Fala upałów
Ogółem	1.015 (1.014 - 1.017)	1.050 (1.020 - 1.080)
0-64 lat	1.011 (1.008 - 1.013)	1.020 (0.980 - 1.070)
65 lat i więcej	1.018 (1.016 - 1.021)	1.070 (1.030 - 1.110)
Kobiety	1.016 (1.014 - 1.019)	1.040 (0.996 - 1.080)
Mężczyźni	1.015 (1.013 - 1.018)	1.050 (1.001 - 1.100)

Wnioski końcowe

- Wyniki analiz
 - W większości miast objętych analizą zależność pomiędzy temperaturą a umieralnością była krzywoliniowa
 - W miastach objętych badaniem wyznaczona temperatura optymalna miała różną wartość
 - Zaobserwowano istotny statystycznie wzrost liczby zgonów związany ze wzrostem temperatury ponad temperaturę optymalną
 - Zaobserwowano wzrost umieralności w czasie fal upałów istotny statystycznie w populacji ogółem, osób starszych oraz mężczyzn