

# Wykorzystanie systemów informacji geograficznej w badaniu klimatu lokalnego obszarów zurbanizowanych

*The application of geographic information system in  
investigating the local climate of urban areas*

**Kaja Czarnecka**





## Wskaźniki zagospodarowania przestrzennego jako narzędzie kształtowania warunków termicznych

### *Spatial development indicators as a tool to determine thermal conditions in an urban environment*

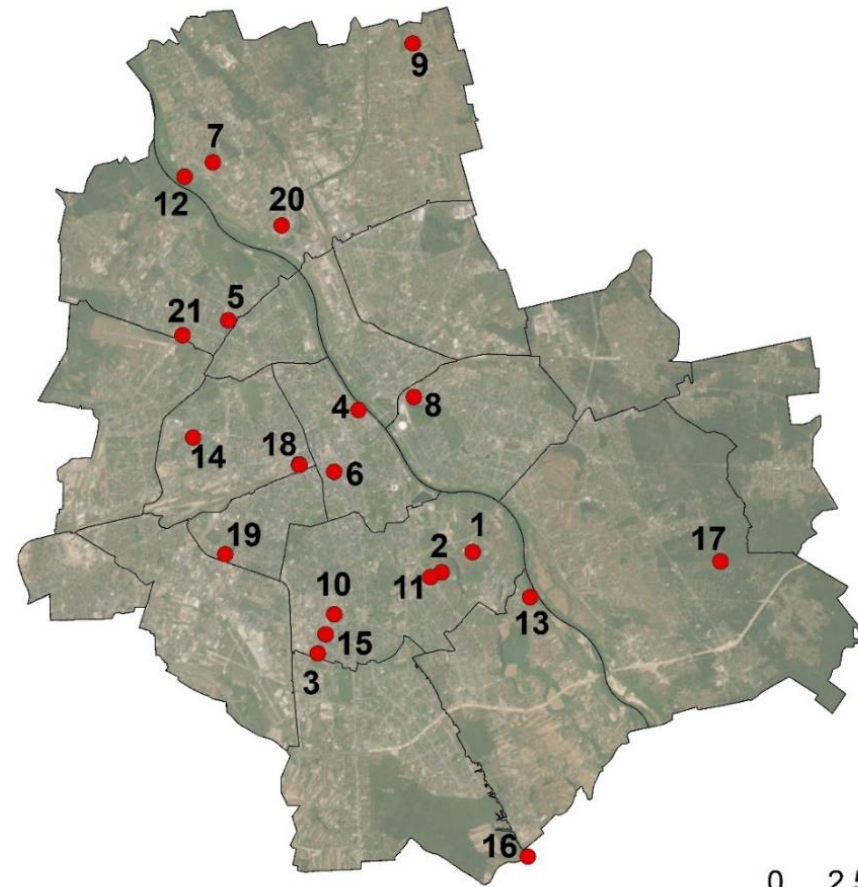
#### CELE:

- Wskazanie elementów otoczenia punktu pomiarowego, zdefiniowanych przez wskaźniki zagospodarowania przestrzennego, które wykazują największy wpływ na warunki termiczne.
- Określenie, jak duży obszar należy rozpatrywać badając wpływ otoczenia na lokalne warunki termiczne.

#### GOALS:

- *Indication of the elements of the measurement site's surroundings, defined by spatial development indicators, that have the greatest impact on thermal conditions.*
- *Determining how large an area should be considered when examining the impact of the surroundings on local thermal conditions.*

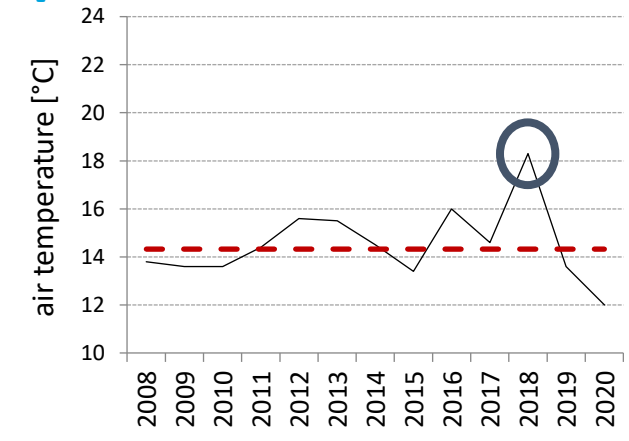
# STUDY AREA



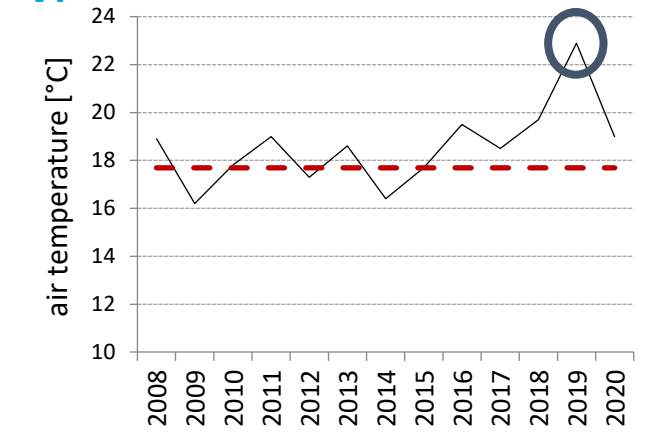
1. Antoniewska
2. Bernardyńska
3. Bokserska
4. Dobra
5. Duracza
6. Hoża
7. Kamińskiego
8. Kamionek
9. Kobiałka
10. Langego
11. Limanowskiego
12. Nowodwory
13. Oczyszczalnia
14. Olbrachta
15. Orzycka
16. Powsin
17. Radość
18. Twarda
19. Włodarzewska
20. Żerań
21. Zgr. Żmija

# RESERACH PERIOD

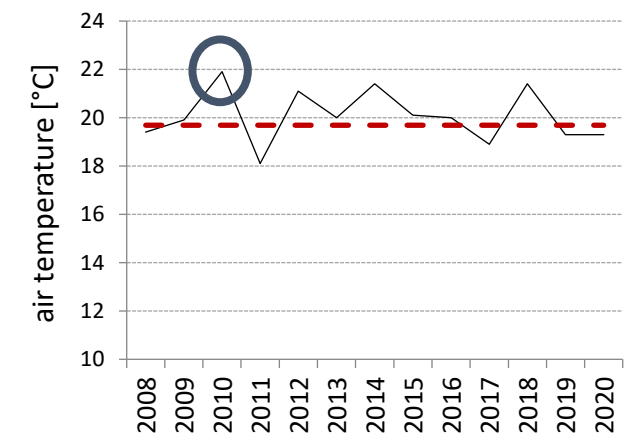
V



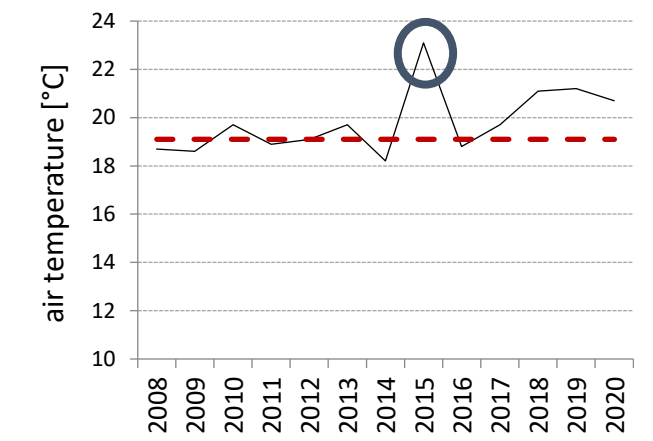
VI



VII



VIII



Zgr. Żmija

Radość

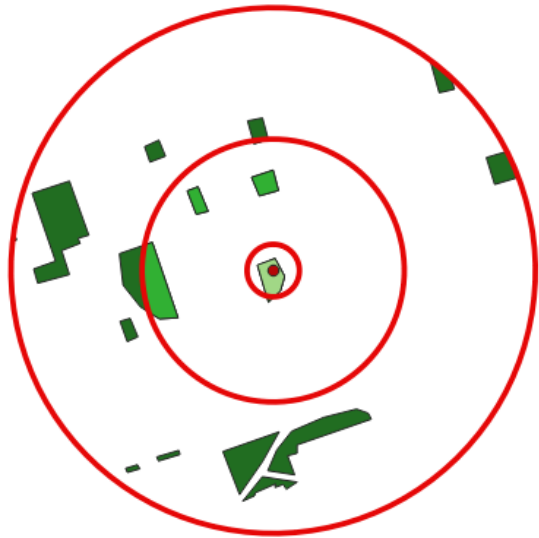
HOBO U23 Pro v2

Powsin

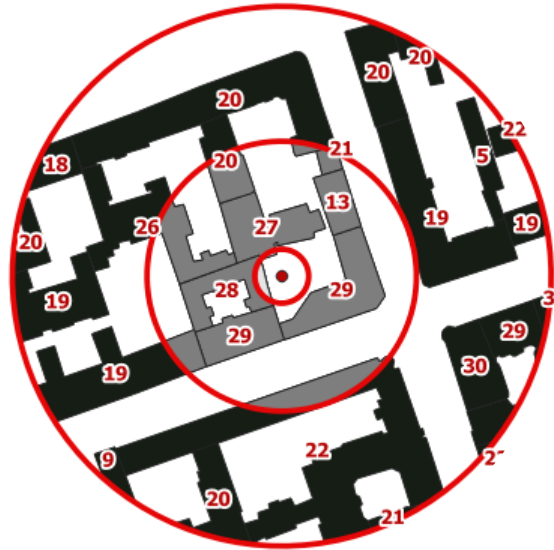
Langego

# MATERIALS AND METHODS

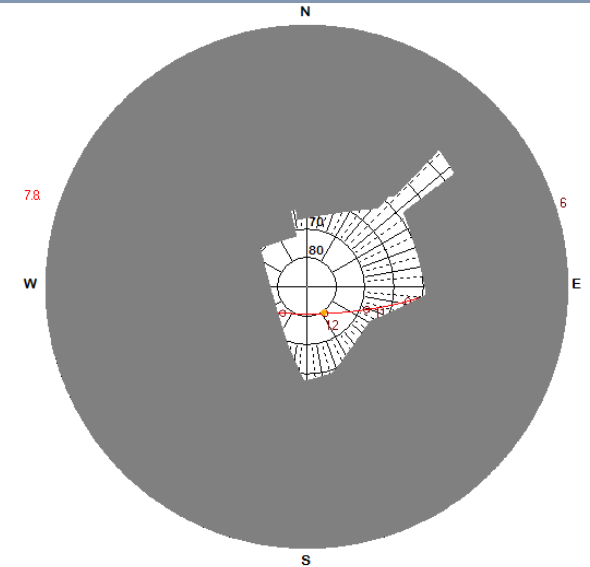
## Wskaźniki zagospodarowania przestrzennego / *Spatial development indicators*



Ratio of Biologically Vital Area (**RBVA**)



Building Coverage Ratio (**BCR**), Mean Building Height (**BHmean**),  
Maximum Building Height (**BHmax**), Floor Area Ratio (**FAR**)



Sky View Factor (**SVF**)

## Charakterystyki termiczne / *Thermal characteristics*

- average air temperature (**avg**)
- average minimum air temperature (**min**)
- average maximum air temperature (**max**)
- time (in minutes) required for the air temperature to decrease from max to min (**down**)
- time (in minutes) required for the air temperature to increase from min to max (**up**)
- value of the difference between max of two consecutive days: the module/ when the parameter goes down/ when the parameter goes up (**max\_a/max\_d/max\_u**)
- value of the difference between min of two consecutive days: the module/ when the parameter goes down/ when the parameter goes up (**min\_a/min\_d/min\_u**)
- number of 10-minute air temperatures at a given station under the 1st/5th/10th percentile from the monthly dataset of all the stations (**k1/k5/k10**)
- number of 10-minute air temperatures at a given station above the 90th/ 95th/ 99th percentile from the monthly dataset of all the stations (**k90/k95/k99**)

# RESULTS

Spatial development indicators	confidence level (numer of pairs)		correlation coefficient (numer of pairs)		
	P<0,05	P<0,01	<0.5	0.5-0.7	>0.7
FAR 10	1	-	1	-	-
FAR 50	20	8	3	17	-
FAR 100	<b>26</b>	<b>14</b>	1	18	7
BCR 10	4	-	-	4	-
BCR 50	17	6	1	16	-
BCR 100	<b>22</b>	<b>12</b>	3	15	4
BHmax 10	13	2	3	10	-
BHmax 50	24	12	1	21	2
BHmax 100	<b>30</b>	<b>15</b>	2	19	9
BHavg 10	15	3	5	10	-
BHavg 50	18	9	2	16	-
BHavg 100	<b>19</b>	<b>12</b>	4	14	1

Spatial development indicators	confidence level (numer of pairs)		correlation coefficient (numer of pairs)		
	P<0,05	P<0,01	<0.5	0.5-0.7	>0.7
RBVA 10	5	-	2	3	-
RBVA 50	28	18	2	13	13
RBVA 100	<b>32</b>	<b>20</b>	2	16	14
SVF	9	3	4	5	-

min - 49  
k10 - 43  
k5 - 36  
avg - 35

# Conclusions

- Wielkość terenu biologicznie czynnego wykazała najsilniejszy wpływ na charakterystyki termiczne.
- Najsilniejszą korelację ze wskaźnikiem RBVA wykazuje minimalna temperatura powietrza oraz liczba wartości poniżej 10 i 5 percentyla.
- Promień 100 m w wypadku wszystkich wskaźników okazuje się być najodpowiedniejszy do oceny wpływu otoczenia punktu na warunki termiczne.
- Wskaźniki zagospodarowania przestrzennego dla obszaru w promieniu 10 m od stacji najrzadziej wykazują istotność statystyczną.
- *The size of the biologically vital areas showed the strongest impact on the thermal characteristics.*
- *The RBVA showed the strongest correlation with minimum temperatures and numbers of values under the 10th and 5th percentile.*
- *For all the indicators, a radius of 100 m turned out to be the most appropriate for assessing the influence of the site's surroundings on the thermal conditions.*
- *Spatial development indicators calculated for an area of up to 10 m from stations were rarely correlated with the thermal characteristics.*



## Ogólna charakterystyka termiczna doliny Wisły w obszarze Warszawy

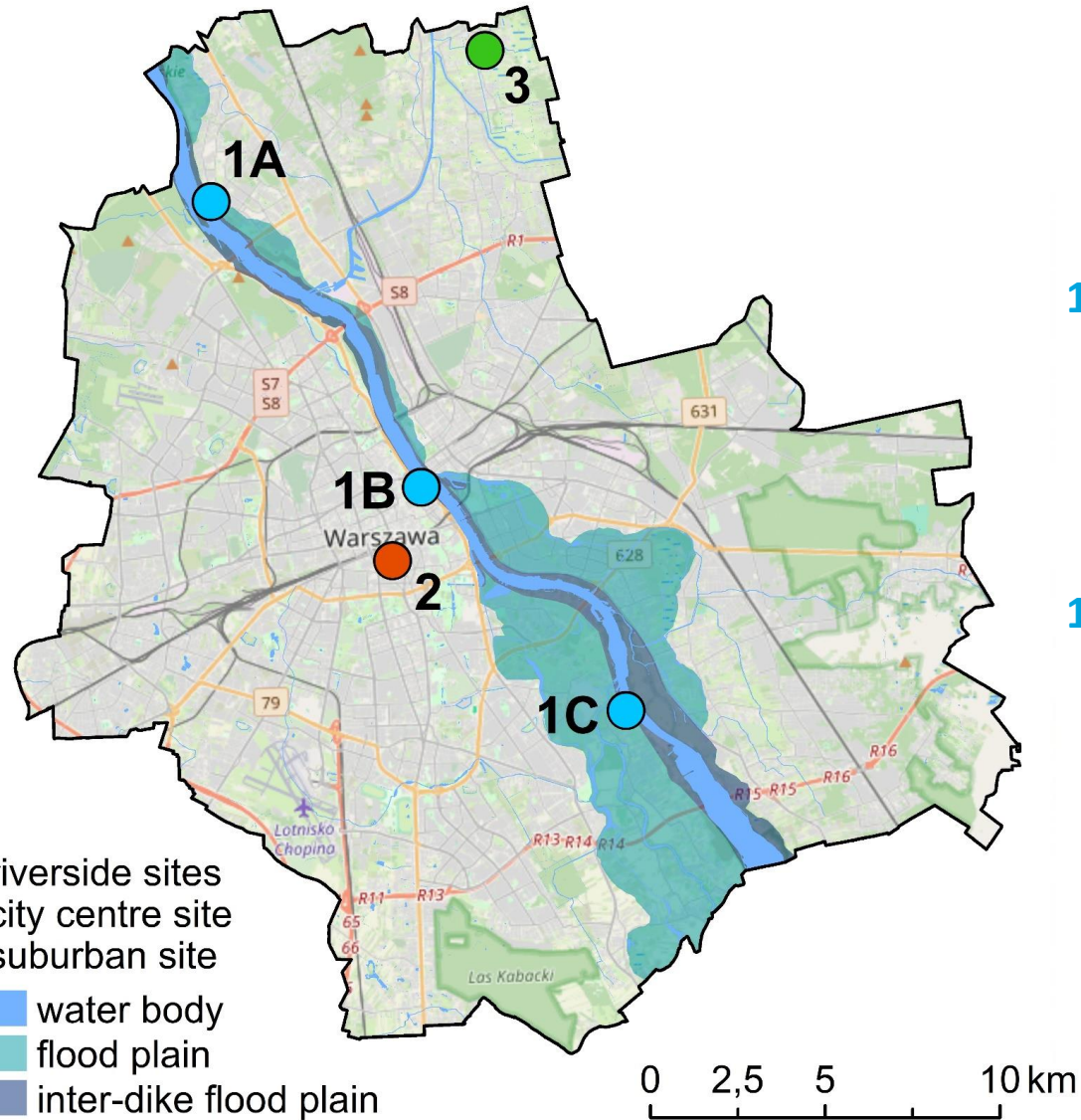
### *A general thermal characterisation of the Vistula Valley in Warsaw*

#### **CELE:**

- Zbadanie różnic w reżimie termicznym w dolinie Wisły oraz w innych częściach Warszawy.
- Określenie, które elementy najbliższego otoczenia punktów nadrzecznych mają wpływ na kształtowanie warunków termicznych.

#### **GOALS:**

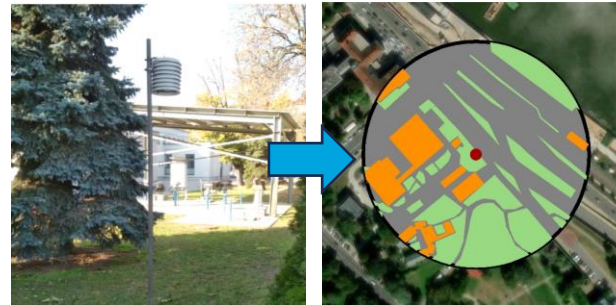
- *Investigate the differences in the thermal regime in the Vistula Valley and other parts of Warsaw.*
- *Determine which elements of the immediate surroundings of the riverside sites impact the thermal environment.*



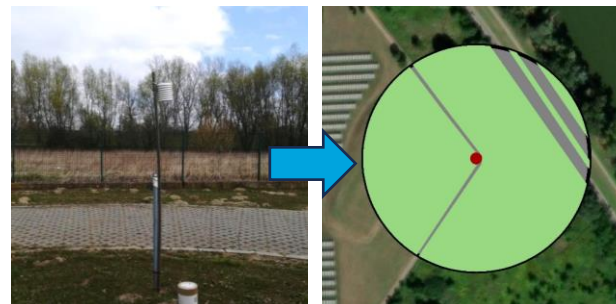
1A



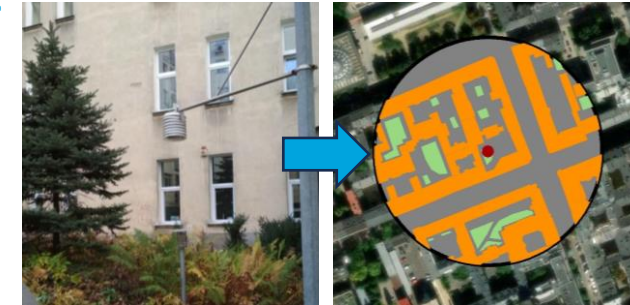
1B



1C



2



3



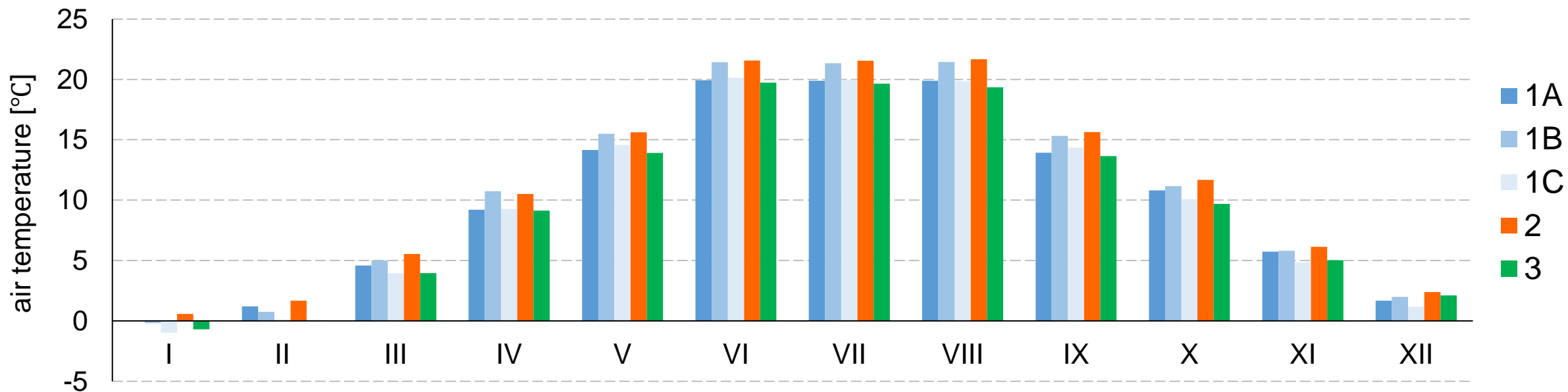
Spatial development within a radius of 100 m around the measurement sites in the riverside (1A-1C), in the city centre (2) and in the suburbs (3); green – biologically vital areas, orange – buildings, grey – other non-permeable surfaces



# RESULTS

Selected thermal characteristics of the measurement sites in the Vistula Valley (1A-1C), city centre (2) and suburbs (3); 2017-2022

site	avg [°C]	min[°C]	max[°C]	average daily amplitude[°C]	absolute amplitude[°C]
<b>1A</b>	10.3	5.7	15.4	8.6	56.0
<b>1B</b>	<b>11.3</b>	7.2	<b>15.7</b>	7.8	55.0
<b>1C</b>	10.2	5.1	15.1	8.6	56.8
<b>2</b>	11.2	<b>7.8</b>	14.7	6.8	52.0
<b>3</b>	10.1	4.7	15.3	<b>9.9</b>	<b>58.9</b>



Mean monthly air temperatures on measurements sites in Warsaw, 2017-2022

# Funkcjonowanie niejednorodnych „Cold Spotów” na obszarze zurbanizowanym – Dolina Wisły

## *The functioning of heterogeneous Cold Spots in an urban area – Vistula Valley*

### CELE:

- Wykrycie termicznych „Cold Spotów” w Warszawie na podstawie temperatury powierzchni ziemi.
- Określenie częstości występowania efektu „Cold Spot” oraz jego zasięgu w dolinie Wisły.

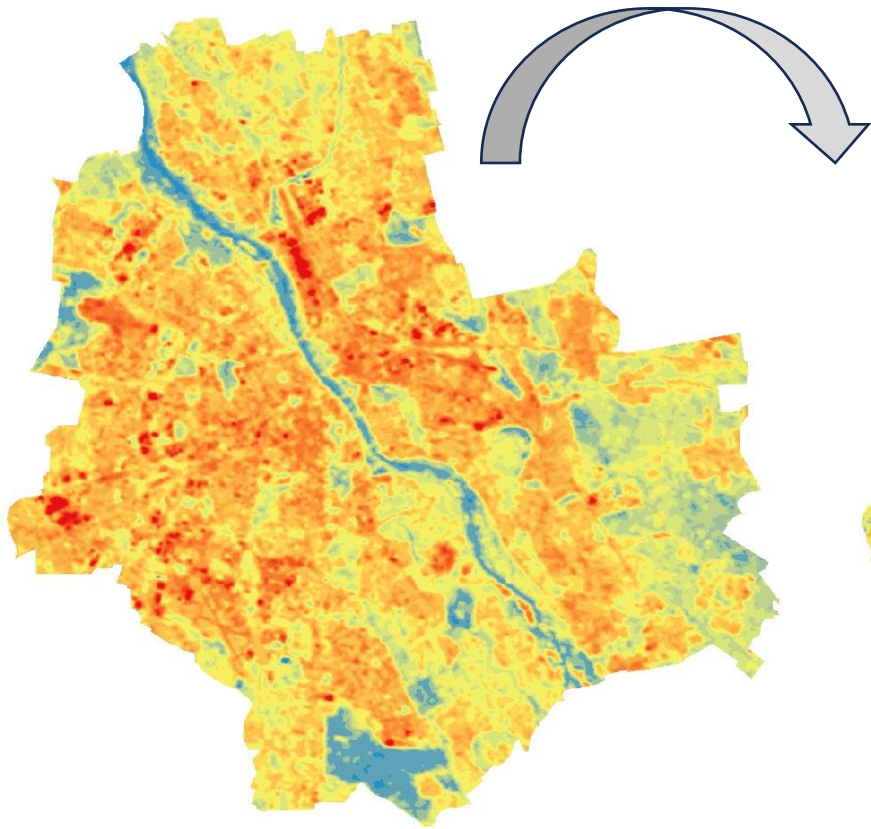
### GOALS:

- *Detection of thermal Cold Spots in Warsaw based on land surface temperature.*
- *Determining the frequency of Cold Spot effect and its range in the Vistula Valley.*

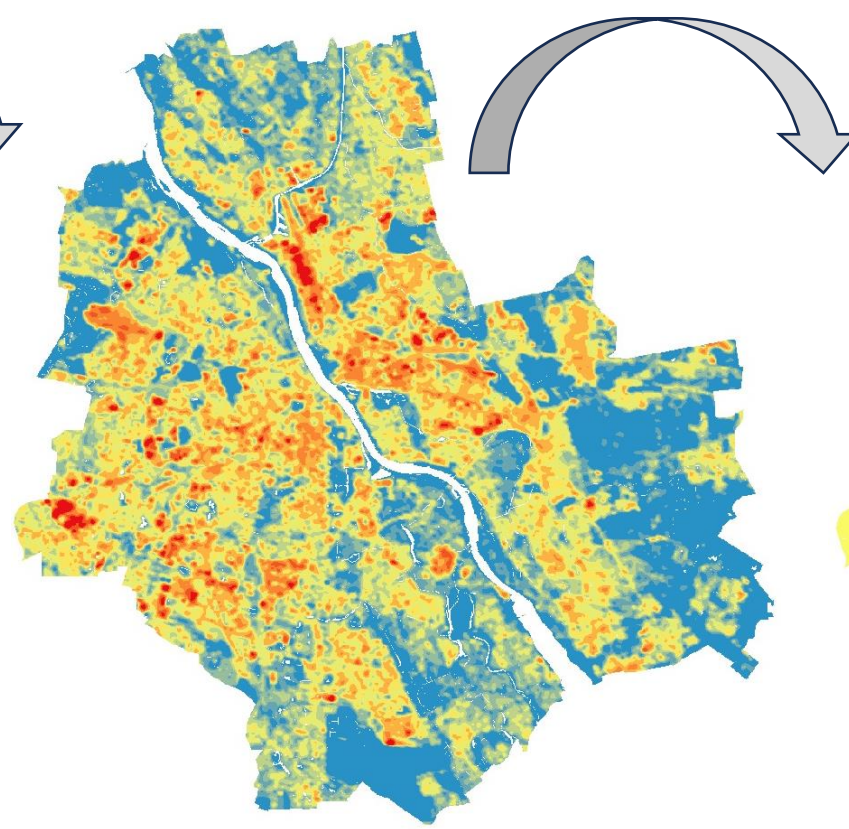
Kuchcik M., Czarnecka K. 2023. Ogólna charakterystyka termiczna doliny Wisły w obszarze Warszawy. Przegląd Geograficzny 95(3) 313-334 <https://doi.org/10.7163/PrzG.2023.3.6>

Czarnecka K. 2024. The functioning of heterogeneous Cold Spots in an urban area – in the search for solutions modifying city climate. – in progress

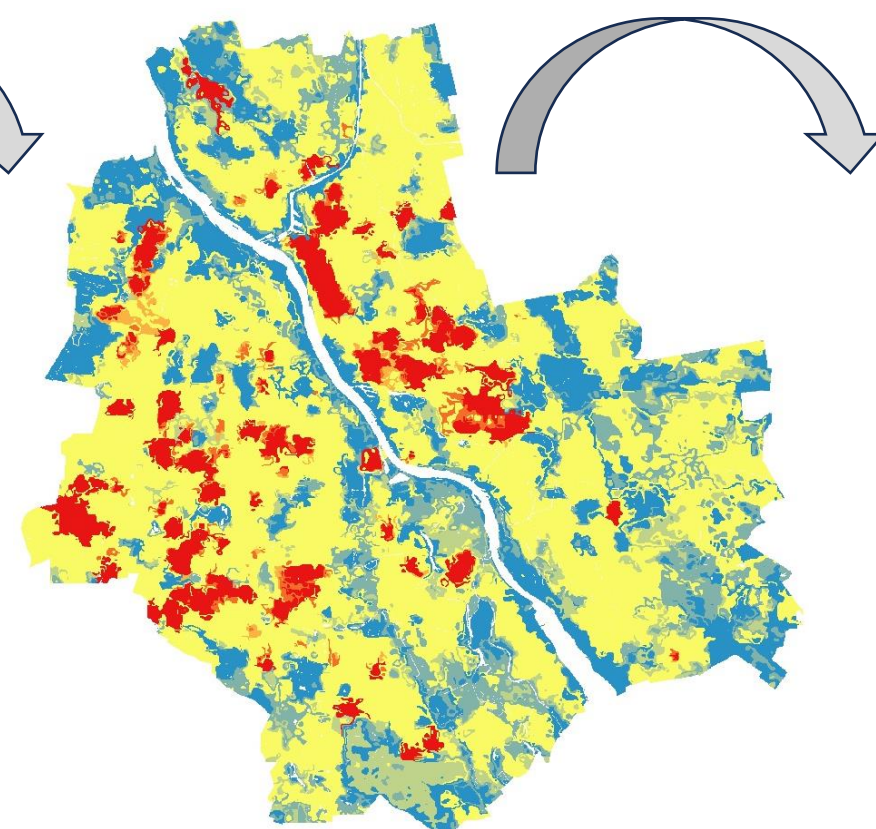
# MATERIALS AND METHODS



LST maps for Warsaw\*  
2002-2018

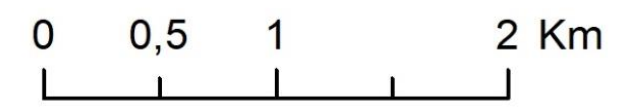
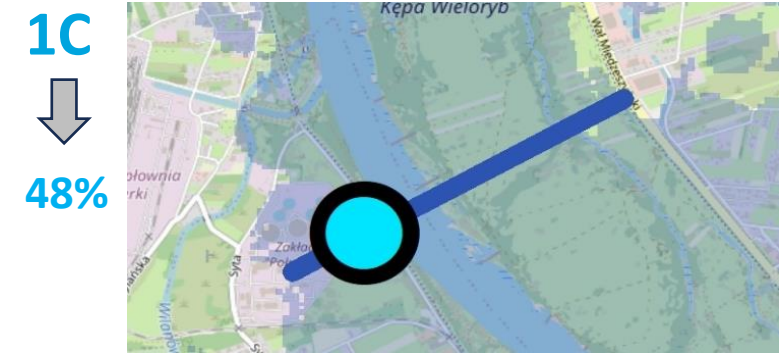
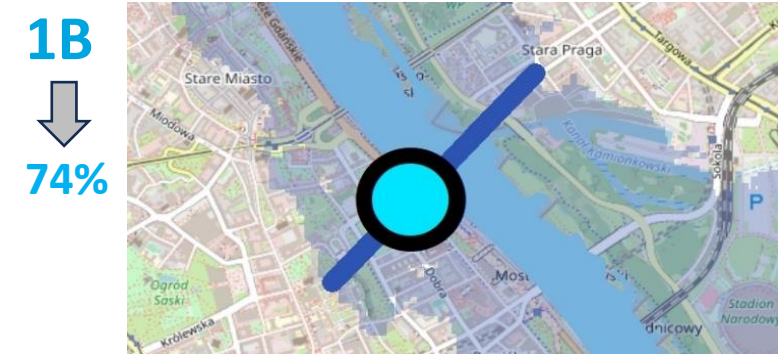
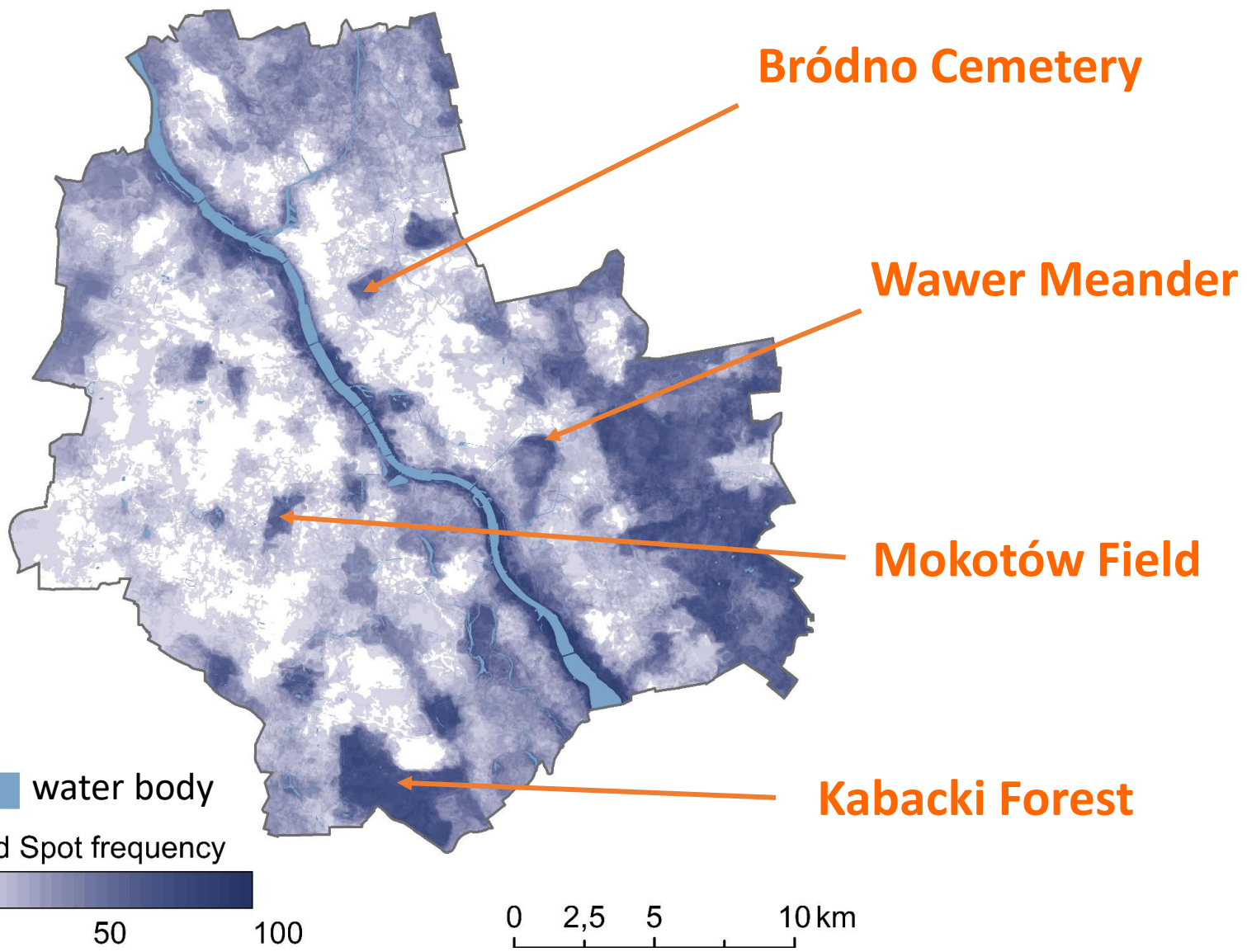


polygons without  
water body



Hot Spot Analysis  
Getis-Ord  $G_i^*$

# RESULTS



Profiles of the range of Cold Spots with a frequency of over 25% on both sides of the river passing through the measurement sites

# Conclusions

- Największe różnice w reżimie termicznym między lokalizacjami odzwierciedlają proces ochładzania obszaru, a nie ogrzewania.
- Północną i południową część warszawskiego odcinka doliny Wisły charakteryzują podobne warunki termiczne. Zdecydowanie wyróżnia się punkt środkowy – jest cieplejszy i najczęściej pojawia się zjawisko „Cold Spot”.
- Zjawisko „Cold Spot” obejmuje znacznie większy obszar niż najbliższe otoczenie punktu. Na jego kształtowanie wpływa nie tylko rzeka, lecz właściwości tkanki miejskiej.
- *The greatest differences in thermal regime between sites reflect the process of cooling of an area, rather than warming.*
- *The northern and southern parts of the Vistula Valley in Warsaw are characterized by similar thermal conditions. The middle one stands out significantly – it is warmer and the Cold Spot effect occurs most often.*
- *The Cold Spot effect covers a much larger area than the site's immediate surroundings. Its formation is influenced not only by the river but also by the properties of the urban fabric.*

## References

- Czarnecka, K., Kuchcik, M., Baranowski J. 2024. Spatial development indicators as a tool to determine thermal conditions in an urban environment. *Sustainable Cities and Society* 100, 105014.
- Dąbrowska-Zielińska, K., Gurdak, R., Grzybowski, P., Olszewski, D. 2019. Opracowanie końcowe określające stan ekosystemu m.st. Warszawy w kontekście zmian klimatu w ramach projektu LIFE\_ADAPTCTY\_PL. IGIK, Centrum Teledetekcji. Warsaw.
- Dąbrowska-Zielińska, K., Hościło, A., Tomaszewska, M., Kiryła, W. 2015. LIFE ADAPTCITY PL –Przygotowanie strategii adaptacji do zmian klimatu miasta metropolitarne przy wykorzystaniu mapy klimatycznej i partycypacji społecznych. Sprawozdanie z realizacji projektu. IGIK, Centrum Teledetekcji. Warsaw.
- Kuchcik M., Czarnecka K. 2023. Ogólna charakterystyka termiczna doliny Wisły w obszarze Warszawy = A general thermal characterisation of the Vistula Valley in Warsaw. *Przegląd Geograficzny* 95(3) 313-334
- Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H. (2007). Modelling radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model. *Int J Biometeorol* 51, 323–334.
- Mitchell, Andy. *The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2*. ESRI Press, 2005.
- Qi, F., Zhai, J., Dang, G. 2016. Building height estimation using Google Earth. *Energy and Buildings*, 118, 123–132.
- Xu, Y., Ren, C., Ma, P., Ho, J., Wang, W., Ka-Lun Lau, K., Lin, H., Ng, E. 2017. Urban morphology detection and computation for urban climate research. *Landscape and Urban Planning* 167, 212-224.

