

Struktura zieleni w zabudowie miejskiej a jakość powietrza - fakty i mity w aspekcie efektów projektu MONIT-AIR

The structure of greenery in urban development
and air quality - facts and myths in the aspect of
the results of the MONIT-AIR project

Dr inż. Przemysław Szwako - Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie

foto: J. Gadek
© 2016 ZZM

Czy elewacje budynków mogą wpływać na topoklimat?



fot. P. Szwąłko, Mediolan 2016



Słowniczek wybranych pojęć

Klimat – charakterystyczny dla danego obszaru zespół zjawisk i procesów atmosferycznych, kształtujący się pod wpływem właściwości fizycznych i geograficznych tego obszaru, określony na podstawie wyników wieloletnich obserwacji i pomiarów (Niedźwiedź, 2003).

Klimat lokalny – klimat określonego obszaru geograficznego, o wymiarach liniowych od ok. 100 m do ok. 10 km, kształtujący się głównie pod wpływem rzeźby terenu, szaty roślinnej i mezoskalowych cech podłoża, takich jak np. powierzchnie wodne, zabudowa miejska (Niedźwiedź, 2003).

Topoklimat – klimat miejsca lub stosunkowo niewielkiego terenu (1-100 km²), którego cechy kształtują się pod wpływem czynników występujących na danym obszarze lub w jego najbliższym otoczeniu, takich jak np. rzeźba, rodzaj gleb, szata roślinna, zabudowa (Niedźwiedź, 2003).

Słowniczek wybranych pojęć (c.d.)

Albedo – stosunek ilości promieniowania odbitego do ogólnej ilości promieniowania całkowitego padającego na daną powierzchnię (Lewińska, 2000).

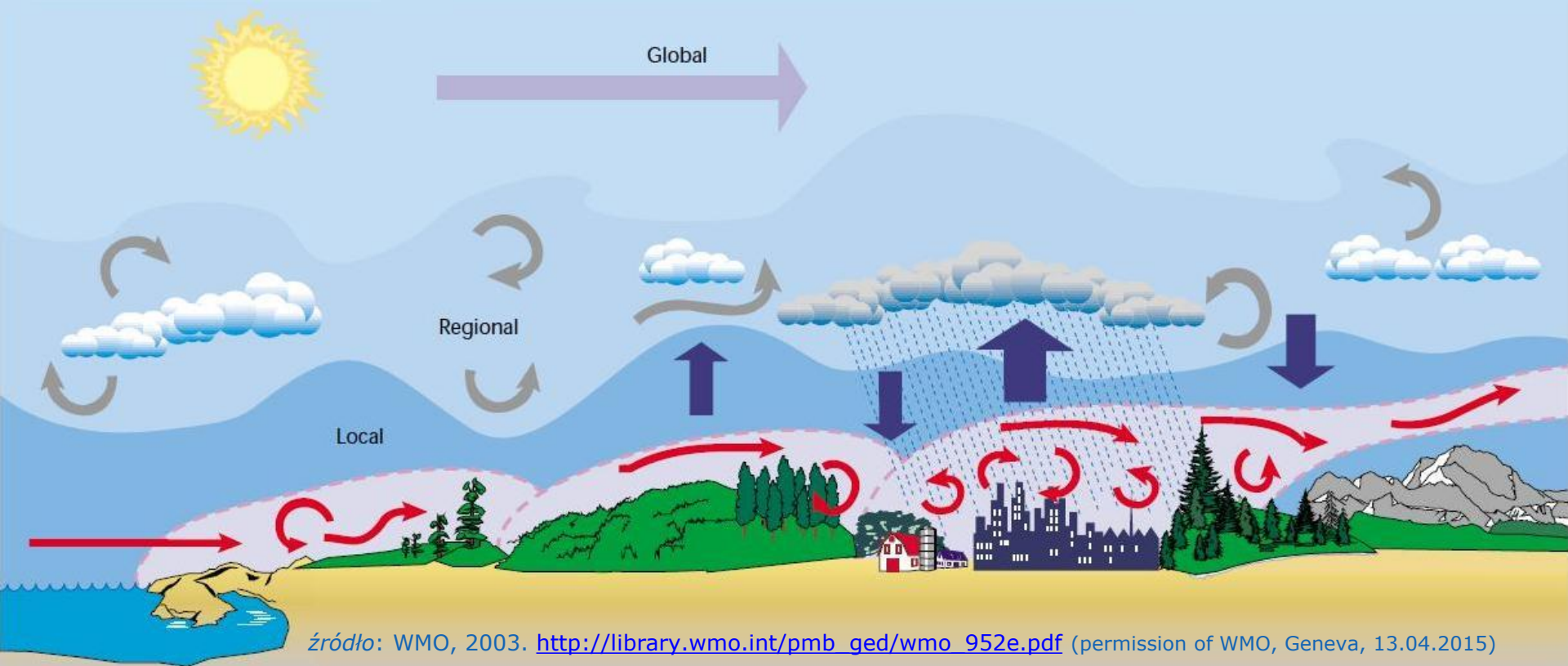
Bryza miejska – okresowy wiatr lokalny wynikający z różnicy temperatury i ciśnienia atmosferycznego dwóch ośrodków: miasta i obszaru zewnętrznego. Wieje przeważnie z obszarów zewnętrznych do wnętrza miasta (Lewińska, 2000).

Pogoda radiacyjna – pogoda bezchmurna lub z niewielkim zachmurzeniem, kiedy to lokalne różnice, np. w odniesieniu do temperatury powierzchni lub powietrza, są najsilniej wyrażone wskutek niejednakowych ilości pochłoniętego promieniowania słonecznego lub uchodzącego promieniowania długofalowego (Niedźwiedź, 2003).



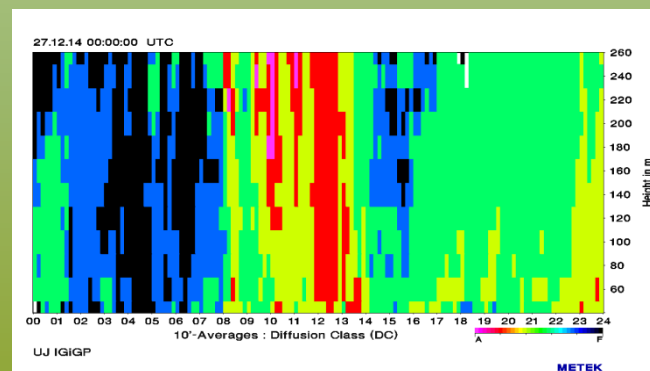
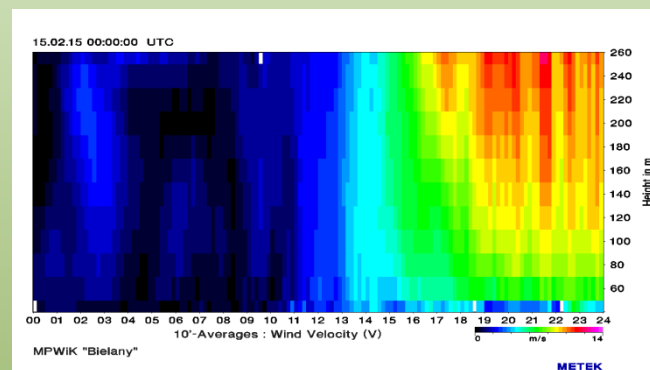
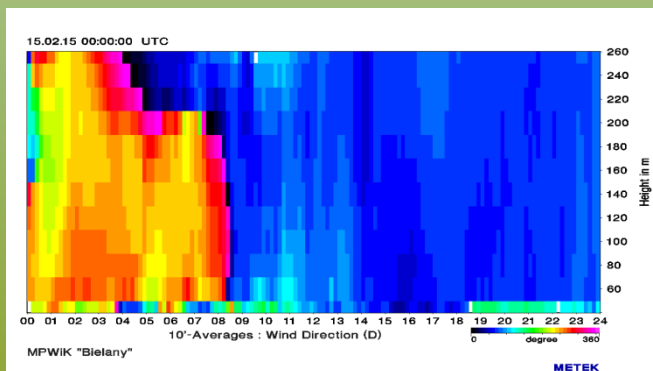
fot. J. Gadek
© 2016 ZZM

Makroklimat, mezoklimat (klimat lokalny), topoklimat (miejscowy), mikroklimat





Sodar akustyczny
i sodarogramy



Testowa domena obliczeniowa



Tereny wiejskie w krajobrazie rolniczym – wartość średniego współczynnika szorstkości aerodynamicznej zazwyczaj nie przekracza 2



foto: P. Szwajko, okolice Balic 2016

Tereny zurbanizowane – wartość średniego współczynnika szorstkości aerodynamicznej często przekracza 2



foto: P. Szwalko, Bergamo 2016



Przykład rozwoju miasta zrównoważonego pod względem wartości średniego współczynnika szorstkości aerodynamicznej

fot. P. Szwałko, Sztokholm, 2016

Filtrujące funkcje zieleni - ZIELEŃ MIEJSKA



Pyły, pyłki

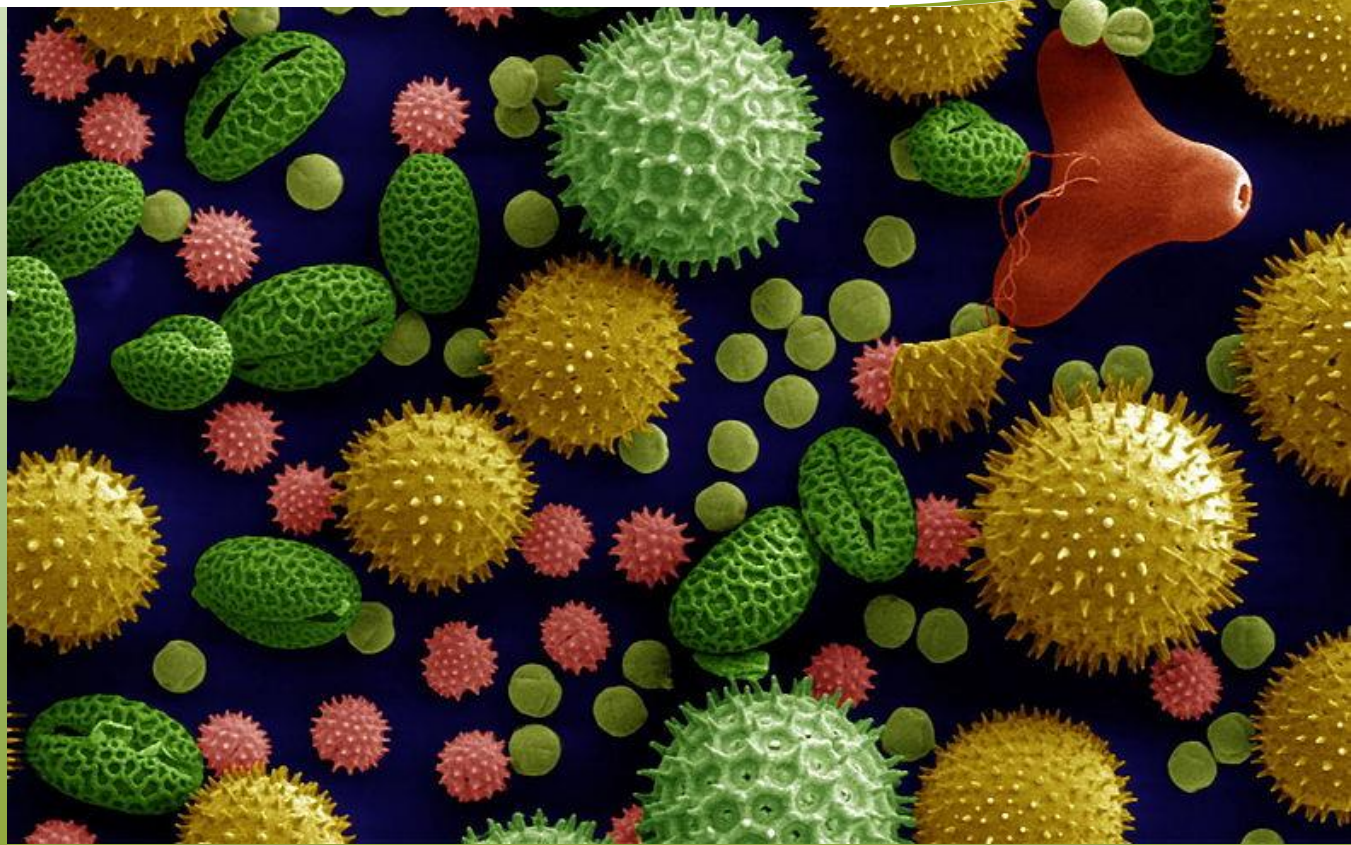
średnica aerodynamiczna

Pył gruby do 100 μm

Pył zawieszony do
10 μm (frakcje PM10,
PM4, PM2,5, MP1)

Pył respirabilny do
2,5 μm (PM2,5, PM1)

Przedstawione na
zdjęciu **ziarna pyłku**
roślin wiatropylnych i
owadopylnych mierzą
od 10 do 70 μm .



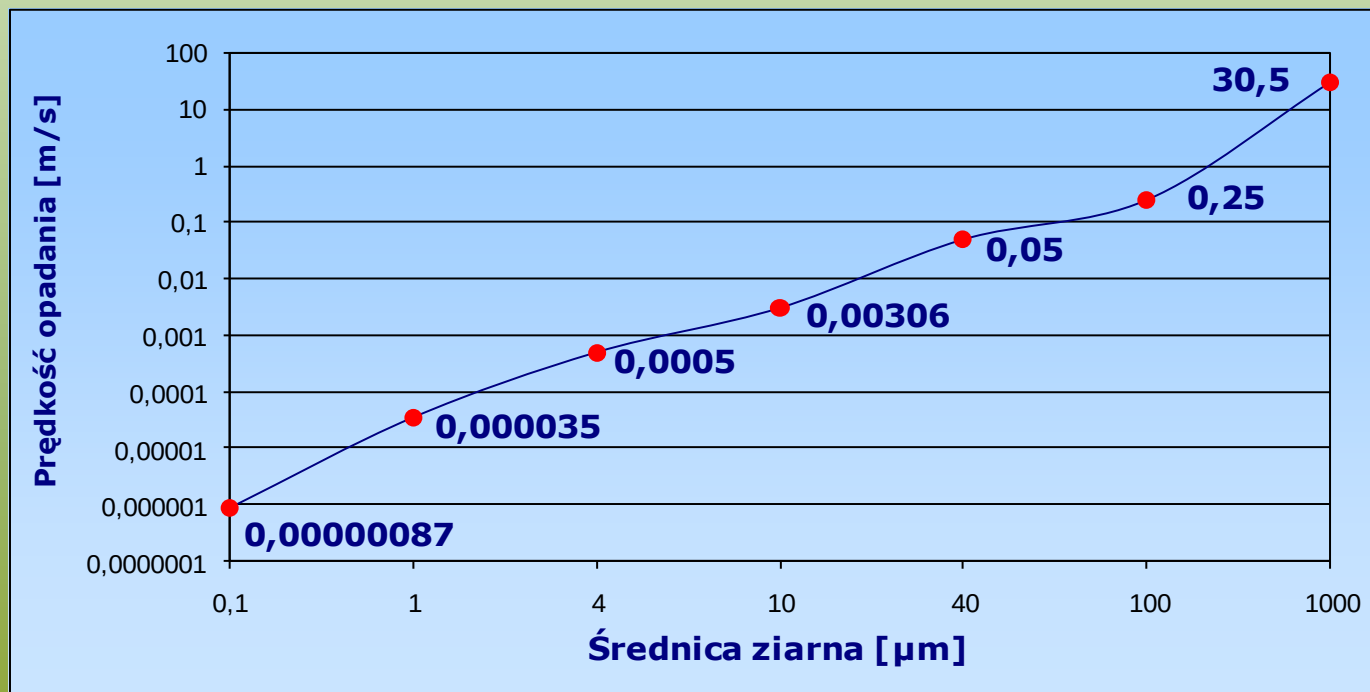
źródło: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Misc_pollen_colorized.jpg William Crochot

Pyły, pyłki

Milimetrowa kulka żywicy opada w powietrzu o temperaturze 20°C z prędkością ok. **30 m/s**.

Ziarno pyłu zawieszonego PM10 o średnicy 10 μm opada z prędkością ok. **11 m/h**.

Prędkość opadania kulistych ziaren ($\rho = 1 \text{ kg/dm}^3$) w powietrzu o temperaturze 293 K i ciśnieniu 1000 hPa



Źródło danych: Juda, Nowicki, 1986 (za Koniecznyńskim, 2010, zmienione)

Zieleń niska i dobór gatunków drzew

Badania na terenie Warszawy wykazały, że na 1 ha trawnika parkowego gromadzi się od 1,5 do 2,5 t pyłu w ciągu roku, a trawnika przyulicznego od 2,6 do 5,0 t pyłu rocznie (Zimny 2005).



Topola

Lipa

Wiąz

0,75 g/m² 8,62 g/m² 10,16 g/m²

Na podstawie badań przeprowadzonych w Krakowie oszacowano, że w okresie wegetacyjnym w mieście poszczególne gatunki drzew zatrzymują na powierzchni liści bardzo różną masę pyłu (ryc.).

Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie uwzględnia specyfikę gatunków przy ich doborze i przy projektowaniu struktury przestrzennej zieleni wysokiej i niskiej.

Zobrazowania satelitarne

Informacje pochodzące z wielospektralnych zobrazowań satelitarnych umożliwiają, poprzez mieszanie w odpowiednich proporcjach luminacji różnych kanałów, obliczanie wskaźników ilościowych, jak indeksy wegetacji (np. RVI, NDVI), albedo, temperatura radiacyjna.

Z wysokorozdzielczych danych satelitarnych można zatem uzyskać rastrowe kompozycje barwne, w tym zbliżone do sposobu postrzegania barw przez człowieka (RGB) a wykorzystując poszczególne kanały, zwłaszcza kanały podczerwieni, obliczyć temperaturę powierzchni wód, pól, łąk, ulic, placów, dachów etc. i dokonać klasyfikacji obiektowej, w tym szczegółowego różnicowania form zieleni w oparciu o analizy wskaźników roślinnych.

Uzyskane informacje przestrzenne można wykorzystywać przy podejmowaniu różnych działań, np. ograniczających efekt miejskiej wyspy ciepła.

Albedo

Śnieg świeży 75-95% (świeży), 50-60% (zleżały)

Las liściasty 15-20%

Trawy 20-25%

Kamień 20-35%

Dachówka 10-35%

Beton 10-35%

Asfalt 5-20%

Gleba 5-10%

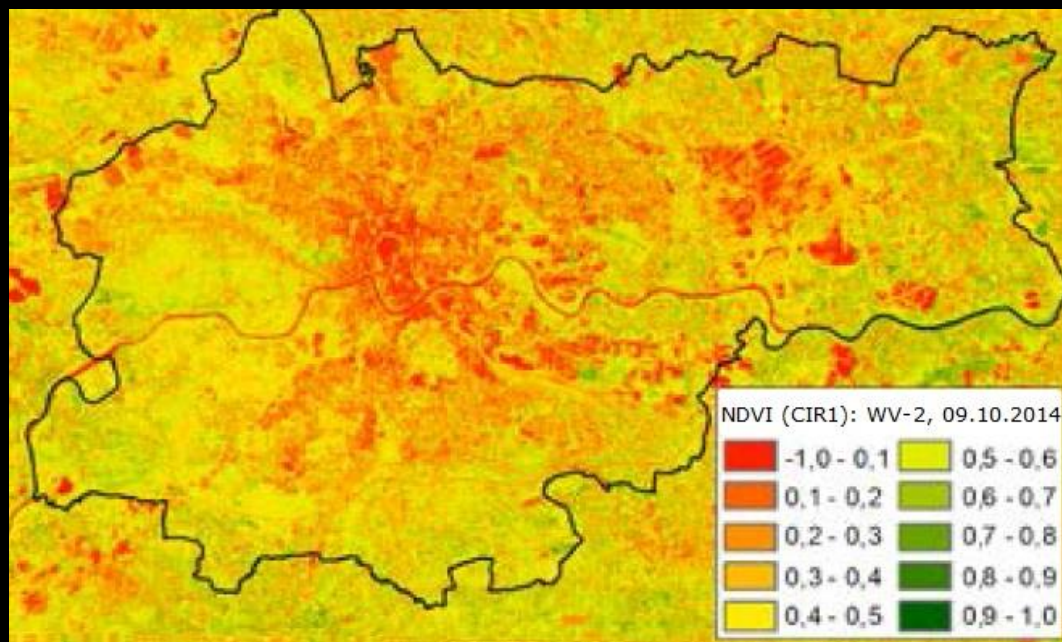
zależy od pory dnia, pory roku (kąta padania słońca), zachmurzenia

Znormalizowany Różnicowy Wskaźnik Wegetacji (NDVI)



źródło: <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=8622>

Znormalizowany Różnicowy Wskaźnik Wegetacji (NDVI)



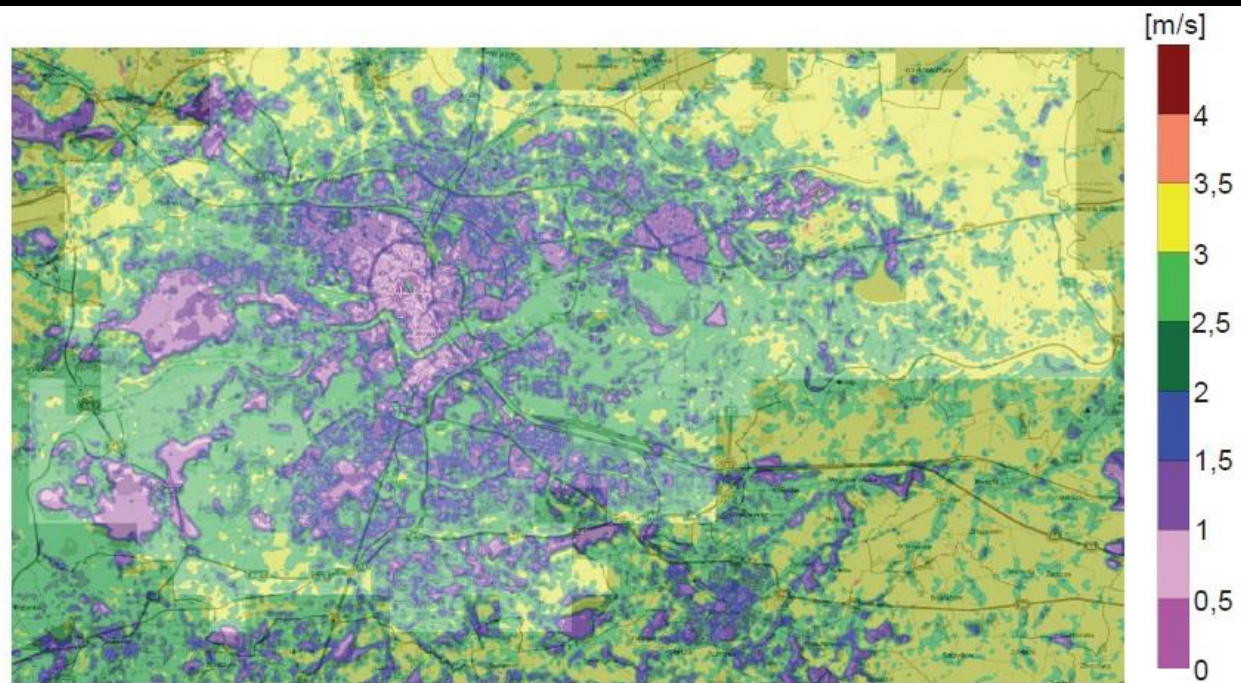
Rastrowe dane opracowane na podstawie zobrażenia satelitarnego WorldView-2 (WV-2; DigitalGlobe) z dnia 9.10.2014 (rozdzielczość terenowa GSD 2,0 m): NDVI (CIR1)

Wskaźnik szorstkości aerodynamicznej Z_0



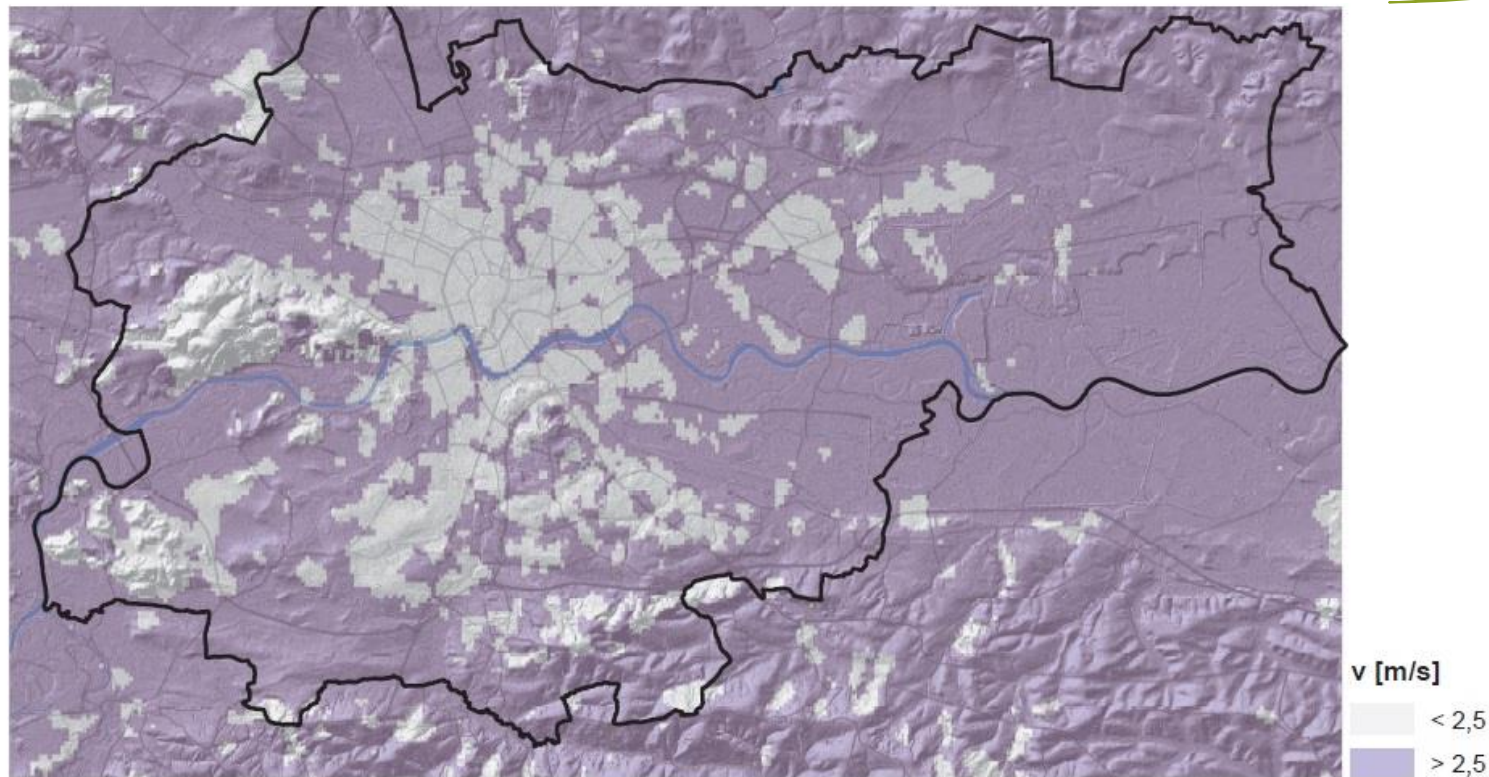
Rastrowe dane opracowane na podstawie wskaźników morfometrycznych pokrycia terenu uzyskanych m.in. z chmury punktów LiDAR (ISOK: 2012) i klasyfikacji OBIA na podstawie zobrażenia satelitarnego WV-2 (2014)

Mapa średniej prędkości wiatru na wysokości 4 m n.p.t.

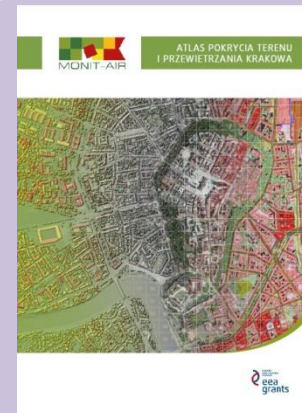


Mapa uśrednionej dla 2013 roku prędkości wiatru na wysokości 4m (na podkładzie OpenStreetMap)

Rastrowe dane opracowane na podstawie wyników modelowania uwzględniających m.in. Wskaźniki morfometryczne pokrycia terenu uzyskane z chmury punktów LiDAR (ISOK: 2012) i zobrażenia satelitarne (2014)

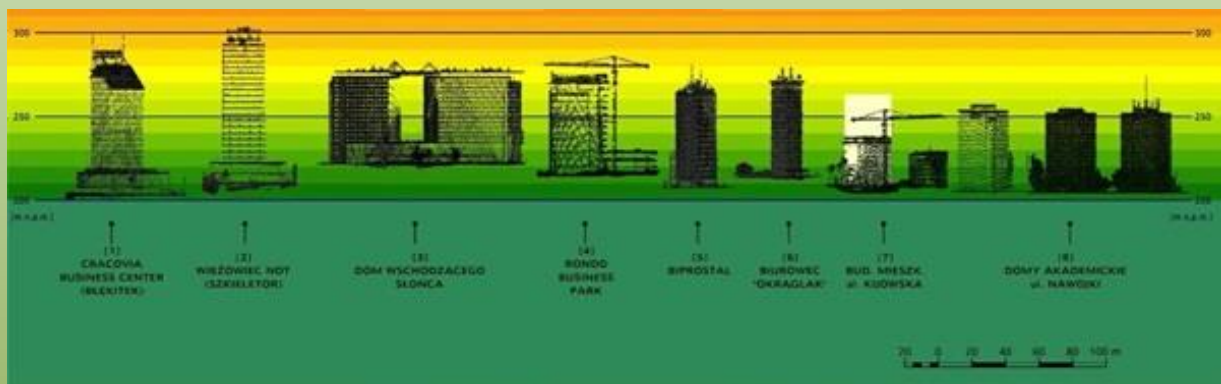
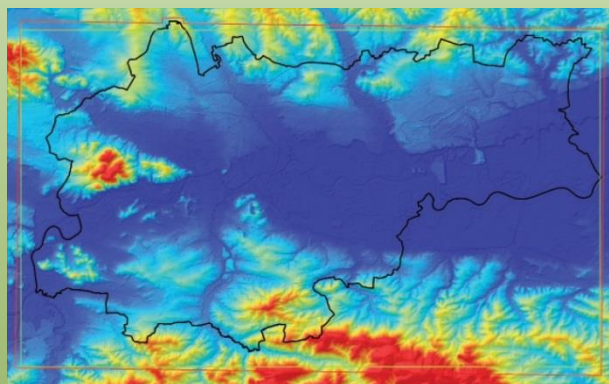


Mapa obszarów istotnych w procesie przewietrzania miasta; główne i drugorzędne obszary przewietrzania miasta oznaczono ciemniejszym kolorem



Więcej danych na mapach w skali 1:10000 w „Atlasie pokrycia terenu i przewietrzania Krakowa

Przykłady wykorzystania danych z lotniczego i naziemnego skanowania laserowego (LIDAR) Krakowa w latach 2006-2016



Hipsometria

Budynki wysokie i wysokościone, zieleń oraz mała architektura w Parku Jordana

źródła: Jędrychowski I., 2008; Możliwości lokalizacji obiektów wysokościowych w aspekcie ochrony panoramy miasta Krakowa BPP UMK, 2009.

Bajorek-Zydroń K., Wężyk P. (red.), 2016: Atlas pokrycia terenu i przewietrzania Krakowa.



Dane o pokryciu terenu Krakowa 2010, 2014 (porównywalne)

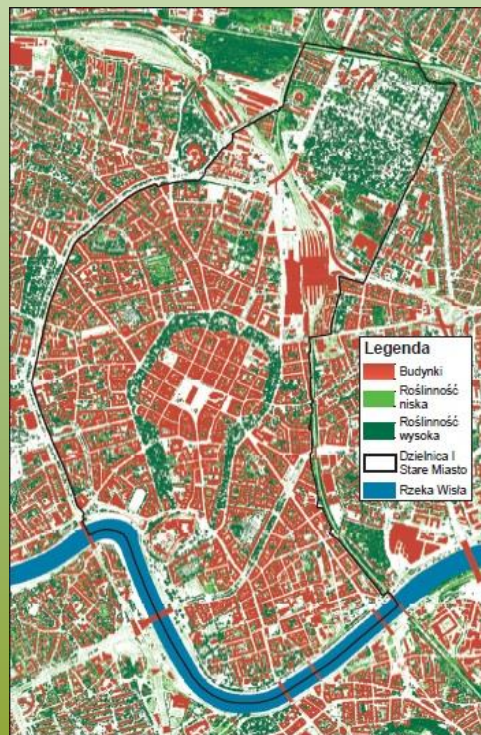
POKRYCIE TERENU - 2010

WERSJA UPROSZCZONA SATELITARNEJ KLASYFIKACJI OBIEKTOWEJ
WYKONANEJ NA PODSTAWIE ZOBRAZOWAŃ
RapidEye (z dnia 21 sierpnia 2010 r.)

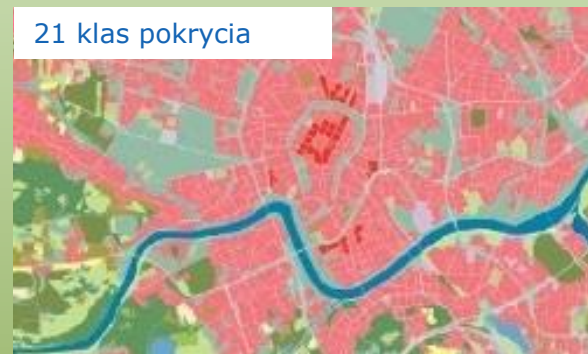
- tereny zainwestowane
- tereny zieleni
- wody
- kolej, drogi

źródło: BPP UMK

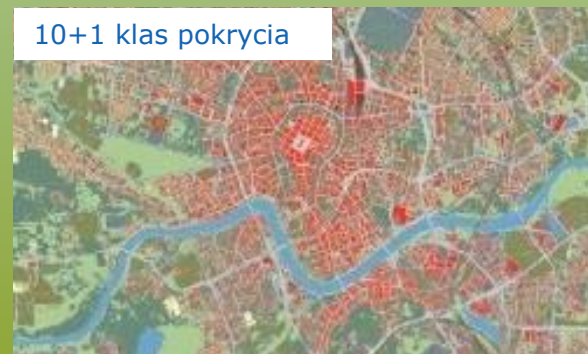
generalizacja BPP



21 klas pokrycia

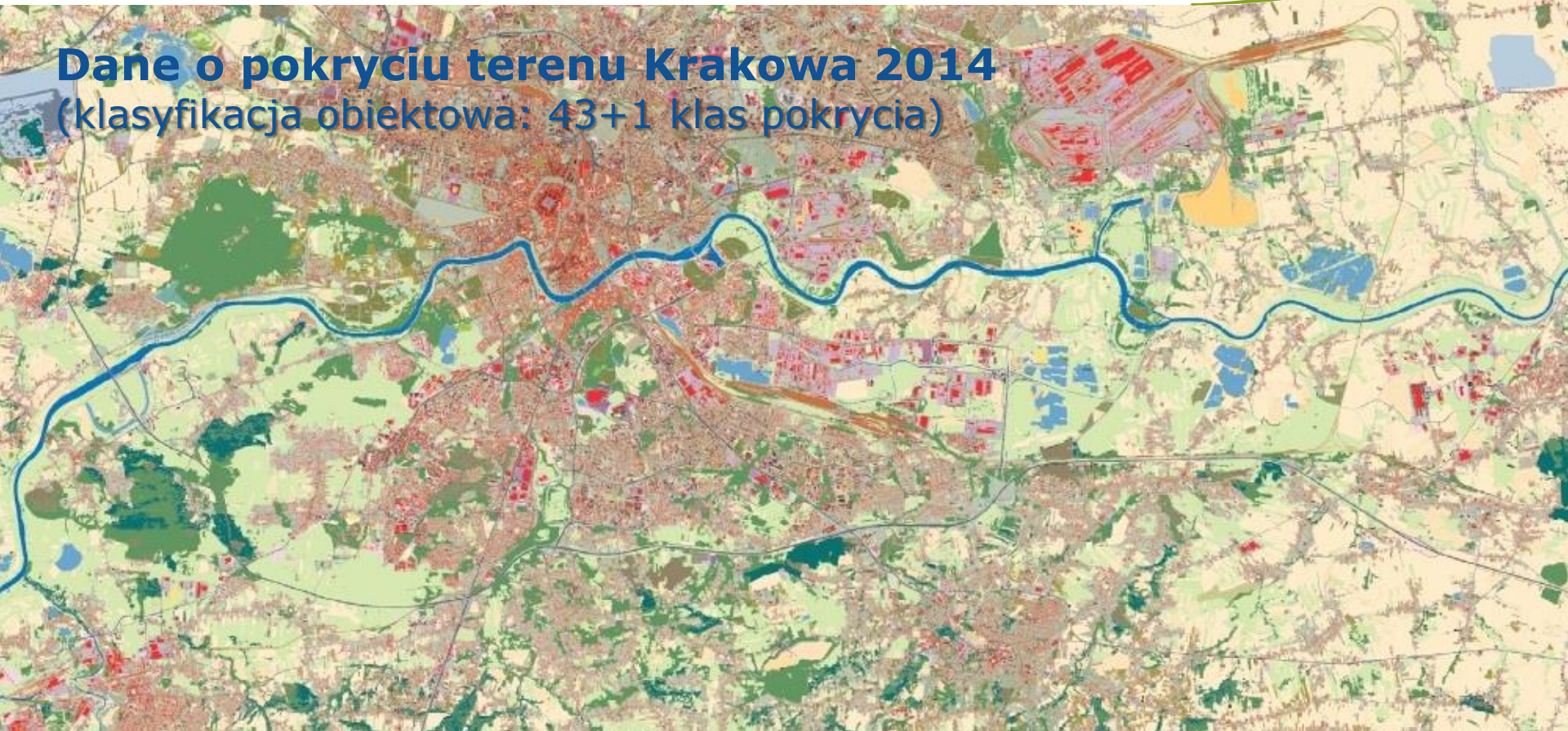


10+1 klas pokrycia



Dane o pokryciu terenu Krakowa 2014

(klasyfikacja obiektowa: 43+1 klas pokrycia)



PRZYKŁAD INTEGRACJI DANYCH PRZESTRZENNYCH - źródła ogrzewania budynków na tle mapy lotniczej



LITERATURA - REFERENCES

Bajorek-Zydroń K., Wężyk P. (red.), 2016: Atlas pokrycia terenu i przewietrzania Krakowa. Urząd Miasta Krakowa, Wydział Kształtowania Środowiska, Kraków 2016, 522 ss.

Błażejczyk K., 2013: Wpływ czynników klimatycznych, orograficznych i pokrycia terenu na jakość powietrza. W: B. Degórska, M. Baścik (red.). Środowisko przyrodnicze Krakowa. Zasoby - Ochrona - Kształtowanie. IGiP UJ, UMK, Kraków, 169-175.

Bokwa A., 2011. Influence of air temperature inversions on the air pollution dispersion conditions in Krakow. Prace Geogr. IGiP UJ, 126: 41-51.

Burian S. J., Ching J., 2009: Development of gridded fields of urban canopy parameters for advanced urban meteorological and air quality models. EPA/600/R-10/007. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.

Dubiel E., Szwagrzyk J. (red.), 2008: Atlas roślinności rzeczywistej Krakowa. UMK, Kraków, 159 ss.

Grimmond C. S. B., Oke T. R., 1999: Aerodynamic properties of urban areas derived from analysis of surface form. *Journal of Applied Meteorology*, 38: 1262-1292.

Halecki W., 2017: Parki rzeczne - jako forma ochrony powietrza w miejskiej wyspie ciepła, *Wszechświat*, 118 (4-6): 133-139.

Krajny E., Ośródka L., Pawlik Ł., Szwalko P., Urbańczyk J., 2014: Zintegrowany system monitorowania danych przestrzennych dla poprawy jakości powietrza w Krakowie - założenia projektu. W: *Ochrona powietrza w teorii i praktyce. Tom 1.* (red. J. Koniecznyński). IPIŚ PAN, Zabrze 2014, 101-105.

Langkamp T., 2013: Contributions towards a downscaling scheme for urban climate modeling integrating mobile measurements and improved roughness representation for Hamburg (Germany). Dissertation, <http://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2013/6095/>.

Niedźwiedź T. (red.), 2003: *Słownik meteorologiczny. Atlasy i Monografie IMGW*, IMGW, Warszawa 2003.

Szwalko P. (w rozmowie z Regimą Cyganik), 2016: Zieleń w mieście. *Aura*, 2016 (4): 15-18.

www.ekocentrum.krakow.pl/244,a,monitoring.htm

DZIĘKUJĘ

www.zzm.krakow.pl



**Zarząd
Zieleni Miejskiej
w Krakowie**

Dr inż. Przemysław Szwałko
Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie
Zespół ds. Lasów i Przyrody
ul. Reymonta 20, 30-059 Kraków
e-mail: pszwalko@zzm.krakow.pl