

Rozwój retencji miejskiej – jedno z podstawowych działań adaptacyjnych w miastach

Katarzyna Samborska-Goik (IETU)

Rafał Ulańczyk (IOS-PIB)

Żaneta Kozak (UM Wyszków)

Konferencja podsumowująca projekt
pn. *Doradztwo strategiczne w ramach projektu Miasto z Klimatem - etap II*


12 września 2023







- Obecnie niezwykle cenną koncepcją jest miasto gąbka, koncept został stworzony w Chinach (2000). Może być realizowany w każdym miejscu przez instalację obiektów błękitno-zielonej infrastruktury i odpowiednie kształtowanie krajobrazu
- Kolejnym etapem będzie nie tylko zatrzymywanie, ale oczyszczanie do poziomu, który spowoduje, że woda będzie mogła być ponownie wykorzystana.
- Pytania zasadnicze: gdzie, jakie obiekty i jakie działania

Diagnoza – problemy i ich lokalizacja, jak zwiększyć potencjał retencyjny miasta



Zespół wykonawczy ekspertów z IETU


Zespół doradczy ekspertów z miasta

Przedmiot diagnozy miasto



Przyczyna diagnozy Zmiany klimatu



- **Zespół wykonawczy: wiedza, doświadczenie, narzędzia**
→ **Metodyka**
- **Zespół doradczy: wiedza, doświadczenie, czas, dane**
→ **zakres prac, problemy**
- **Miasto: projekty, dokumenty strategiczne, unikalność**
- **Działania mają charakter zaradczy, nie możemy wpłynąć na przyczynę**

Miasta

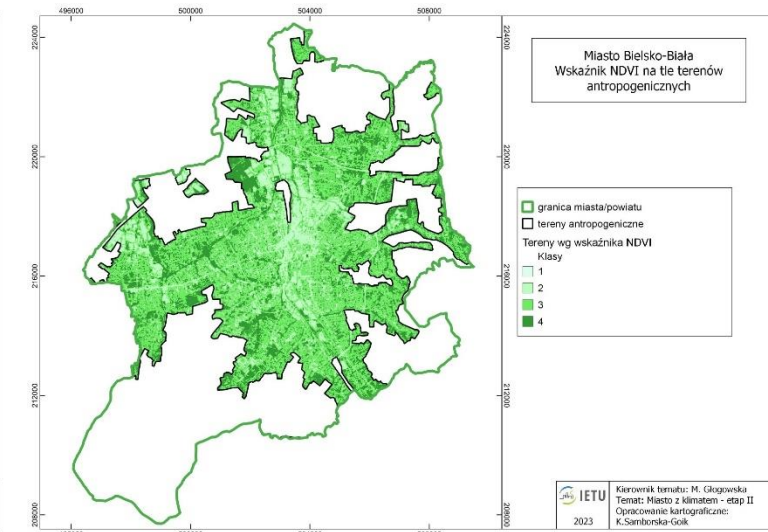
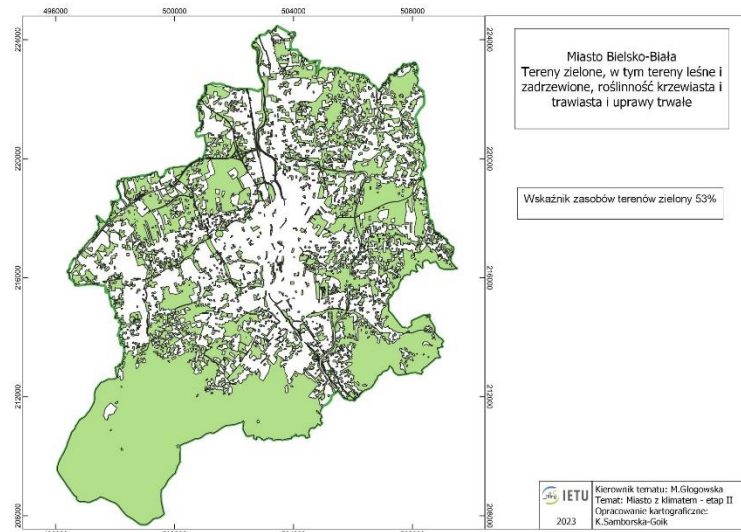
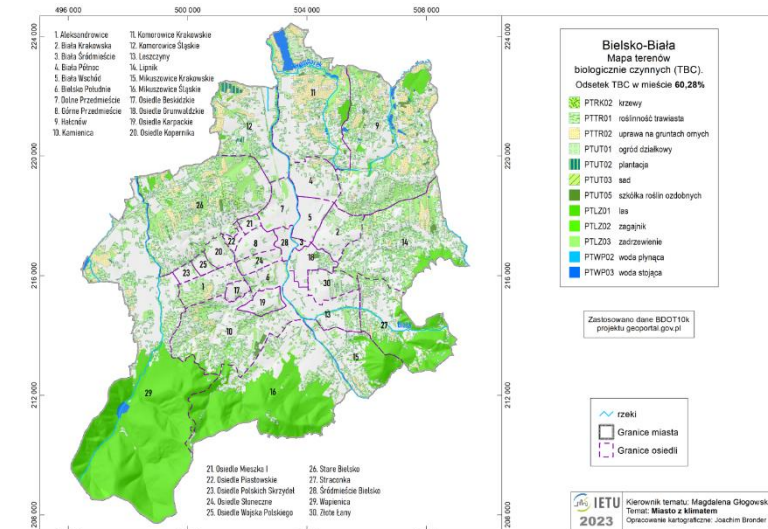
- Diagnoza w kategorii retencji miejskiej została przeprowadzona dla 9 miast: Bielsko-Biała, Czemiń, Hrubieszów, Jasień, Knurów, Rzeszów, Sztum, Ustka, Wyszaków.



Miasto	Liczba mieszkańców [tys.]	Powierzchnia [km ²]
Rzeszów	195,1	128
Bielsko-Biała	166,8	124
Knurów	35,9	34
Hrubieszów	16,2	33
Wyszaków	26,1	21
Ustka	13,9	11
Sztum	9,2	5
Jasień	4,1	5
Czemiń	5,1	4

Metodyka

- Charakterystyka miasta – prace studialne, położenie geograficzne, warunki hydrologiczne, hydrogeologiczne, gospodarka wodno-ściekowa;
- Wskaźniki (Ministerstwo Klimatu i Środowiska (2022). **Przyrodniczo-klimatyczne wskaźniki zrównoważonego rozwoju miast. Przewodnik dla miast, 31 p.)**
 - (1) procentowy udział obszarów zielonych w powierzchni miasta,
 - (2) powierzchnia lasów o pow. powyżej 1 ha przypadająca na jednego mieszkańca,
 - (3) wskaźnik NDVI - obszary zielone występujące na obszarach antropogenicznych,
 - (4) wskaźnik potencjału retencyjnego miasta na podstawie terenów biologicznie czynnych,
 - (5) wskaźnik SCI, udział powierzchniowej wyspy chłodu w sezonie letnim,
 - (6) wskaźnik UHIER - udział powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła (PMWC) o różnym stopniu intensywności, w powierzchni miasta, w sezonie letnim,
 - (7) wskaźnik NDBI, udział powierzchni nieprzepuszczalnych w obszarze zurbanizowanym miasta.

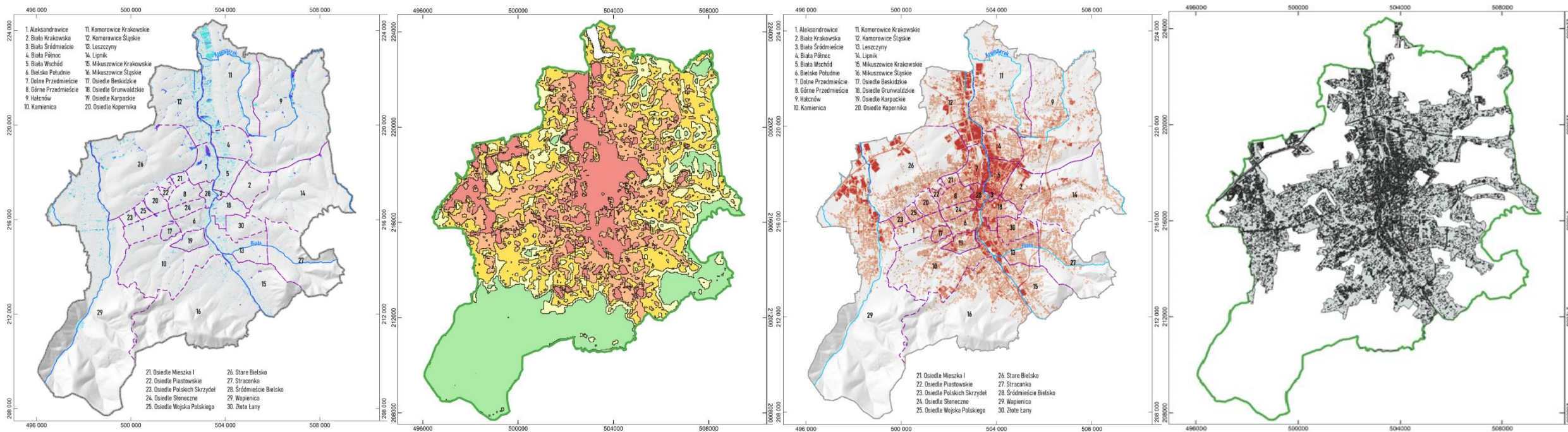


Metodyka

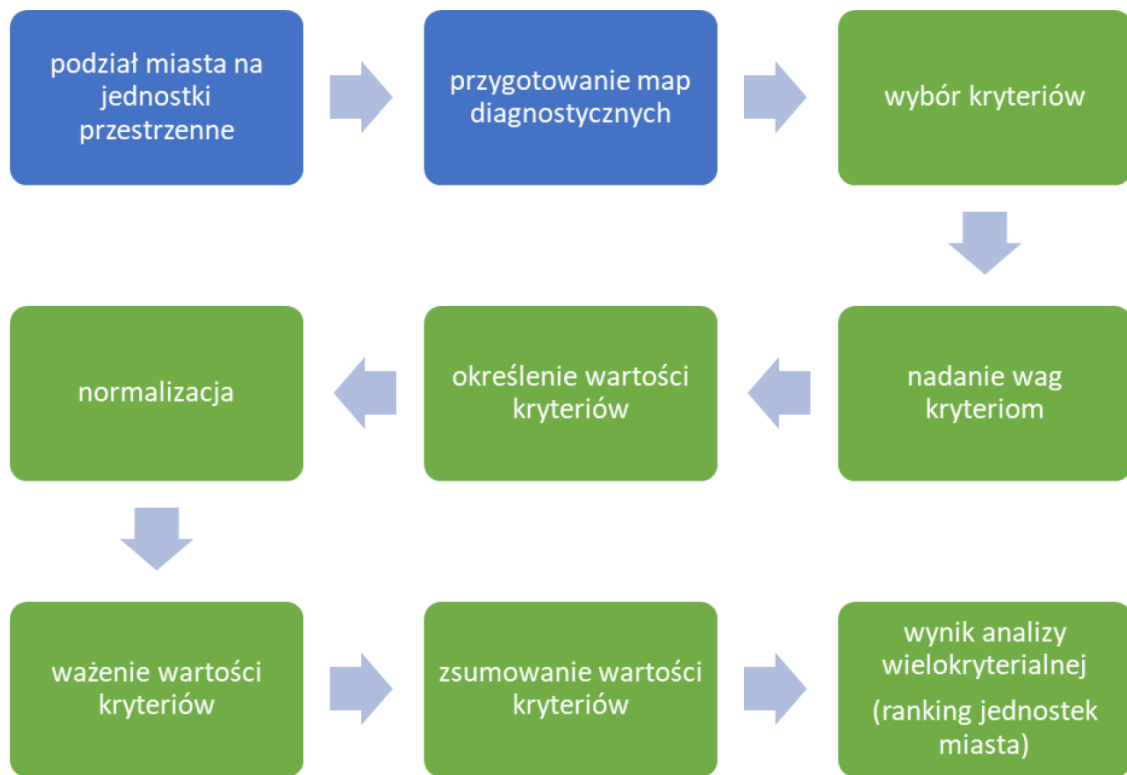
Mapy:

- (1) ukształtowania terenu
- (2) występowania niecek bezodpływowych
- (3) zagrożeń powodziowych
- (4) wyspy ciepła,
- (5) klasy intensywności wyspy ciepła wg wskaźnika UHIER

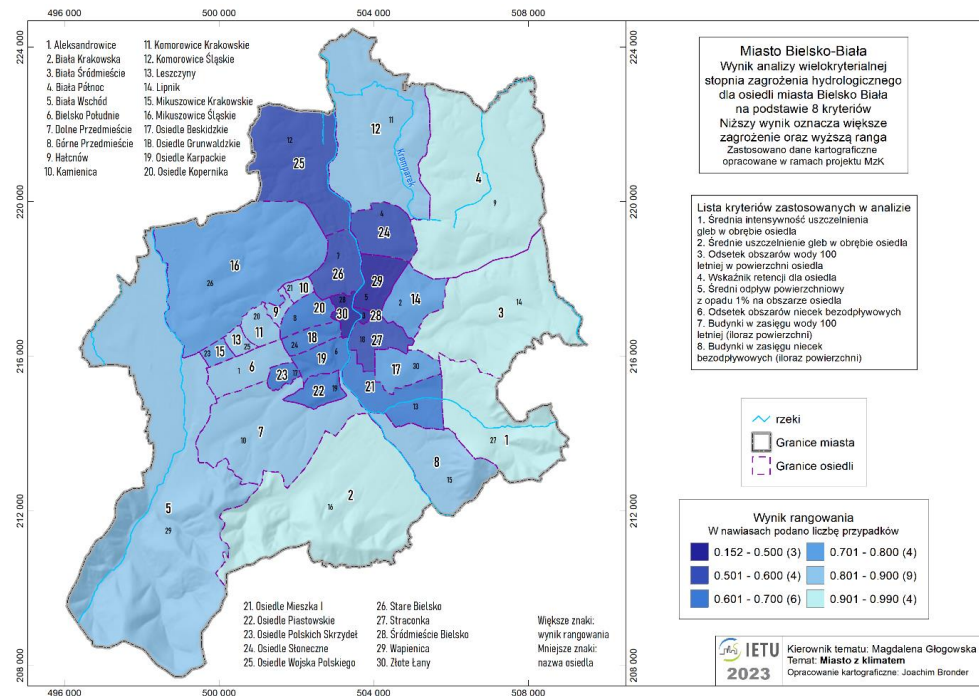
- (6) pokrycia terenu
- (7) uszczelnienia gruntu
- (8) rozkładu wskaźnika NDVI
- (9) rozkładu wskaźnika NDBI



Metodyka – analiza wielokryterialna



ID	Nazwa kryterium	Wagi
K1	Średnia intensywność uszczelnienia gleb	0,2968
K2	Średnie uszczelnienie gleb w obrębie	0,1502
K3	Odsetek obszarów wody 100 letniej w powierzchni osiedla	0,1352
K4	Wskaźnik retencji (odsetek obszary czynnie biologicznie)	0,0967
K5	Średni odpływ powierzchniowy z opadu 1% na obszarze osiedla	0,0477
K6	Odsetek obszarów niecek bezodpływowych	0,1282
K7	Budynki w zasięgu wody 100 letniej (iloraz powierzchni)	0,0465
K8	Budynki w zasięgu niecek bezodpływowych (iloraz powierzchni)	0,0987



Analiza zagrożeń powodzią nagłą

- Ponad 6,5 tys. niecek bezodpływowych

Analizy geoprzestrzenne

- 118 załączników mapowych

Analizy geostatystyczne

- 9 analiz wielokryterialnych

Analizy termiczne

- 3 mapy ciepła i innych wskaźników termicznych

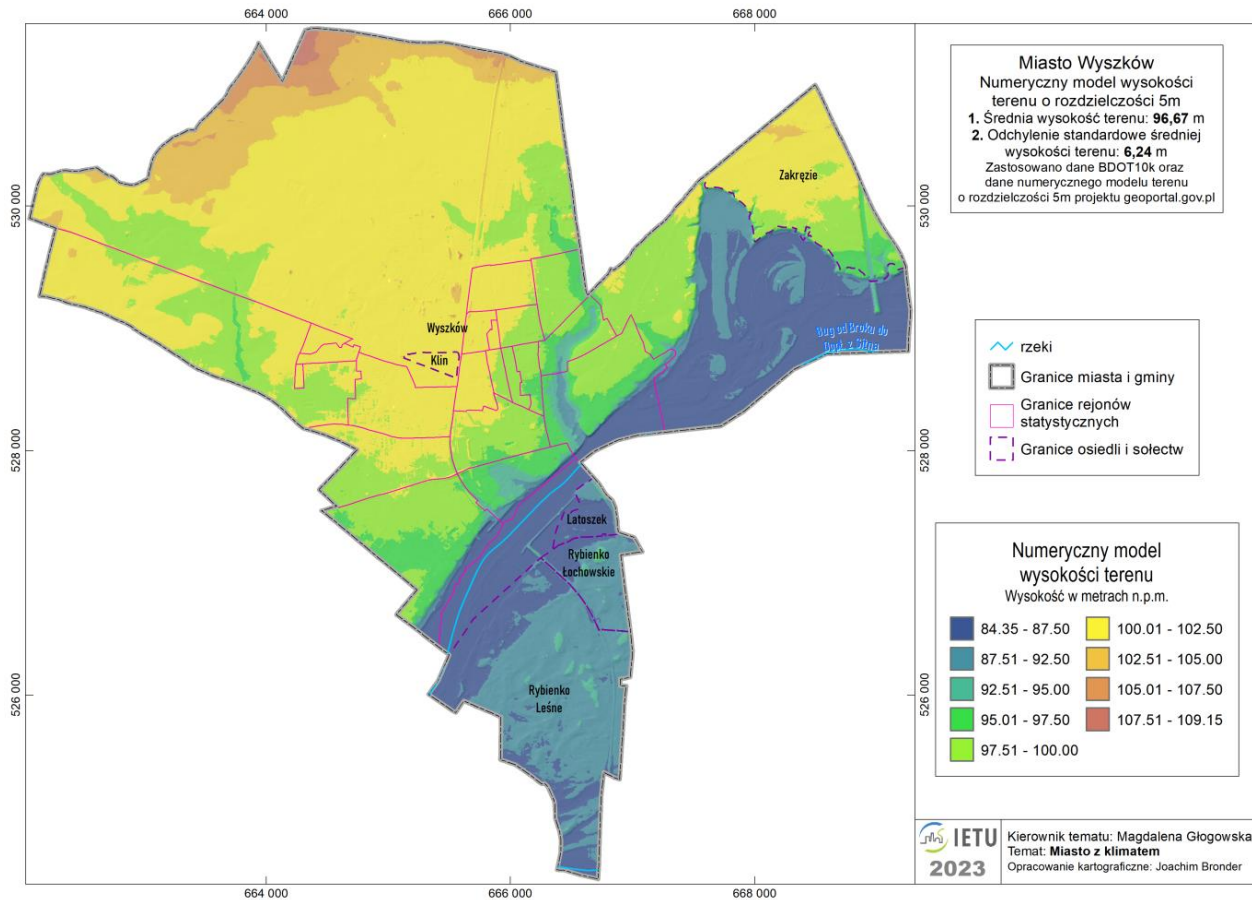
Analiza poziomu uszczelnienia

- Średnie uszczelnienie wynosi od 8 do 47%

- Diagnoza problemów (powodzie nagłe, MWC, uszczelnienie miasta, brak terenów zielonych w centrach miast, ryzyko powodzi ze strony rzek)
- Wskazanie obszarów problematycznych (analiza wielokryterialna, mapy zróżnicowania przestrzennego parametrów)
- Rekomendacje działań – próba dopasowania rozwiązań BZI do potrzeb miasta



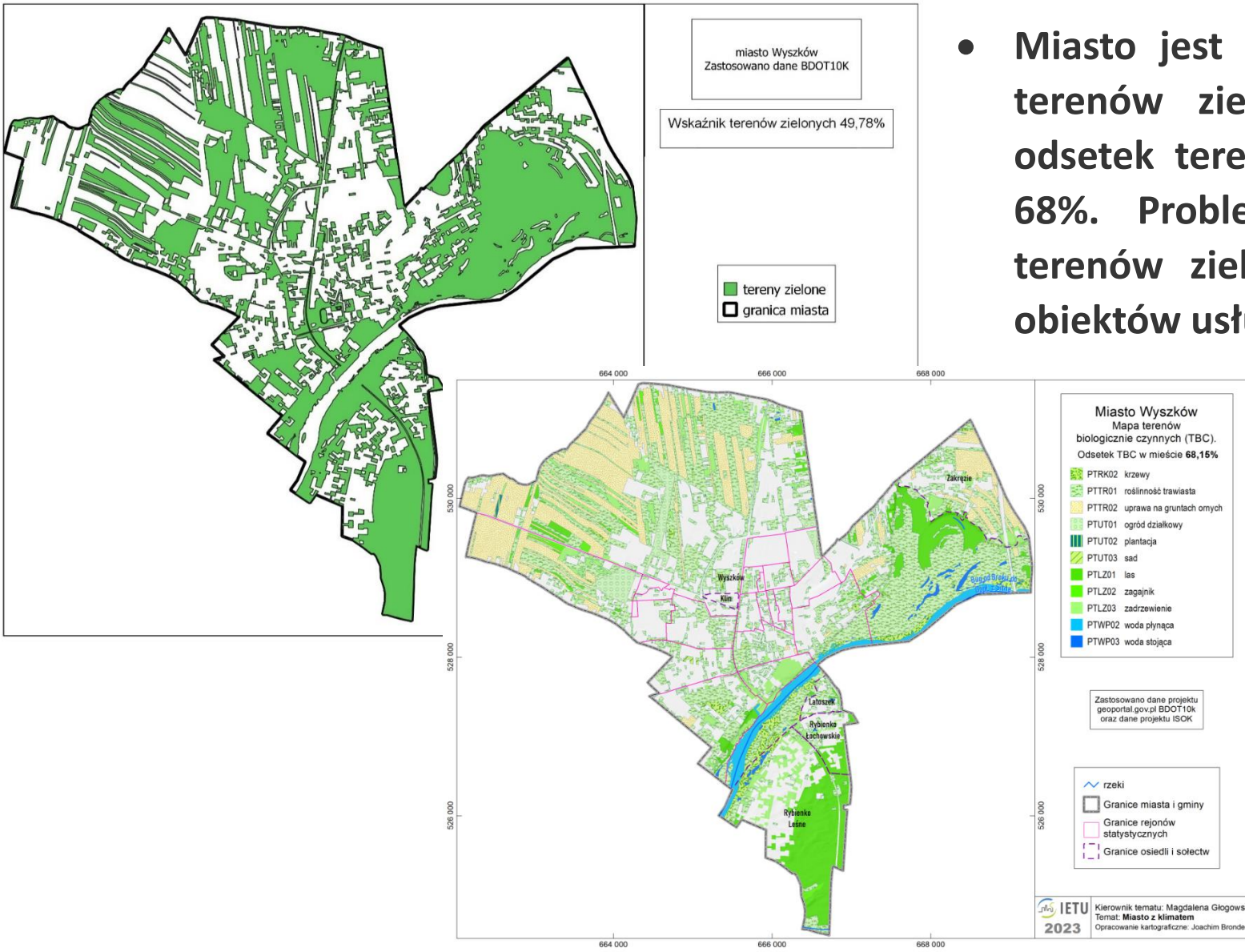
Studium miasta - Wyszaków



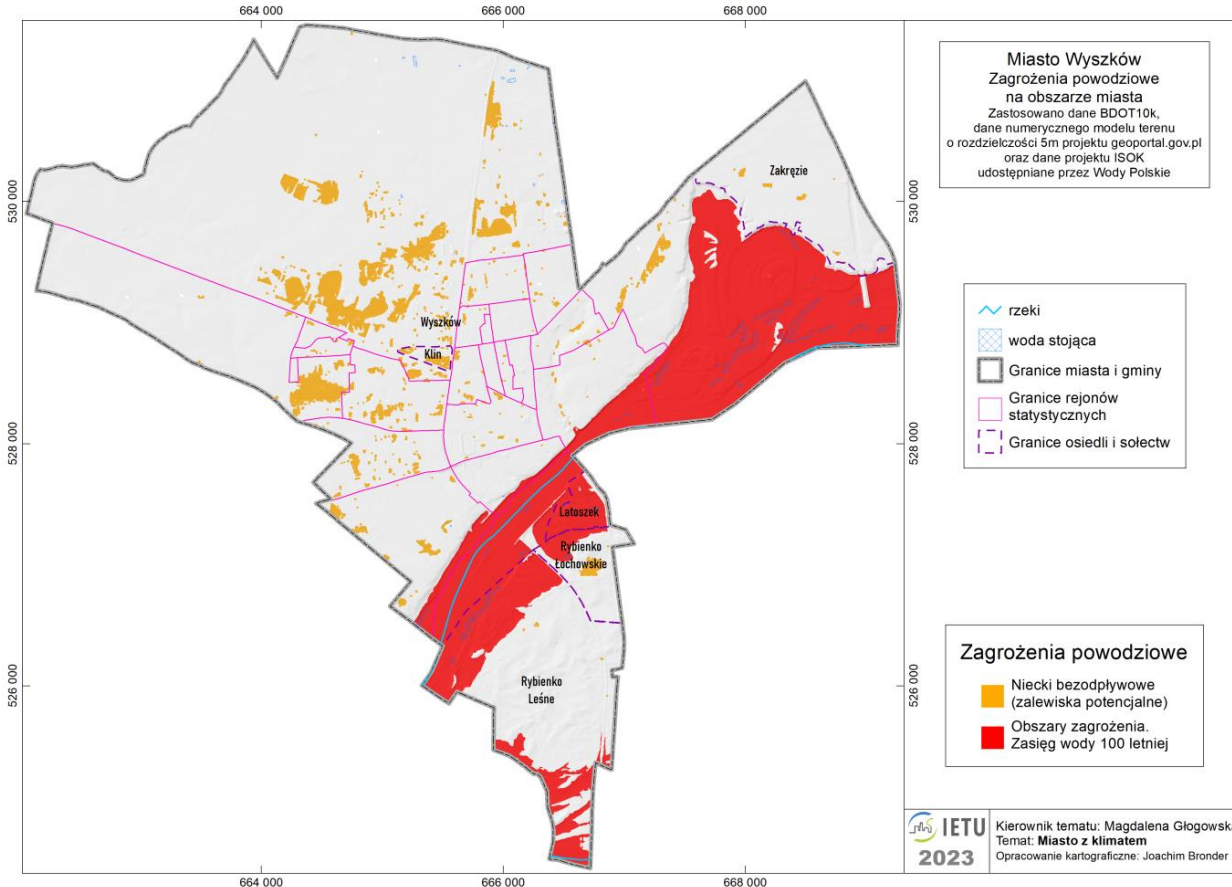
- Miasto ma tylko 21 km²; jest położone we wschodniej części województwa mazowieckiego w obrębie powiatu wyszkowskiego, w odległości 55 km od Warszawy.
- Morfologia miasta jest zdominowana przez Dolinę Dolnego Bugu, występują tu liczne starorzecza i meandry. W czasie wiosennych powodzi powierzchnie tarasów zalewowych znajdują się pod wodą.
- Południowa granica Doliny Dolnego Bugu jest niezwykle dobrze widoczna w morfologii: jest to bowiem wysoka (10 do 15 m) krawędź oddzielająca Dolinę Dolnego Bugu od Równiny Wołomińskiej.

Studium miasta - Wyszków

- Miasto jest zasobne w tereny zielone, wskaźnik terenów zielonych to prawie 50%. Natomiast odsetek terenów biologicznie czynnych to ponad 68%. Problemem jest prawie całkowity brak terenów zieleni w centrum miasta i w rejonie obiektów usługowych i przemysłowych.

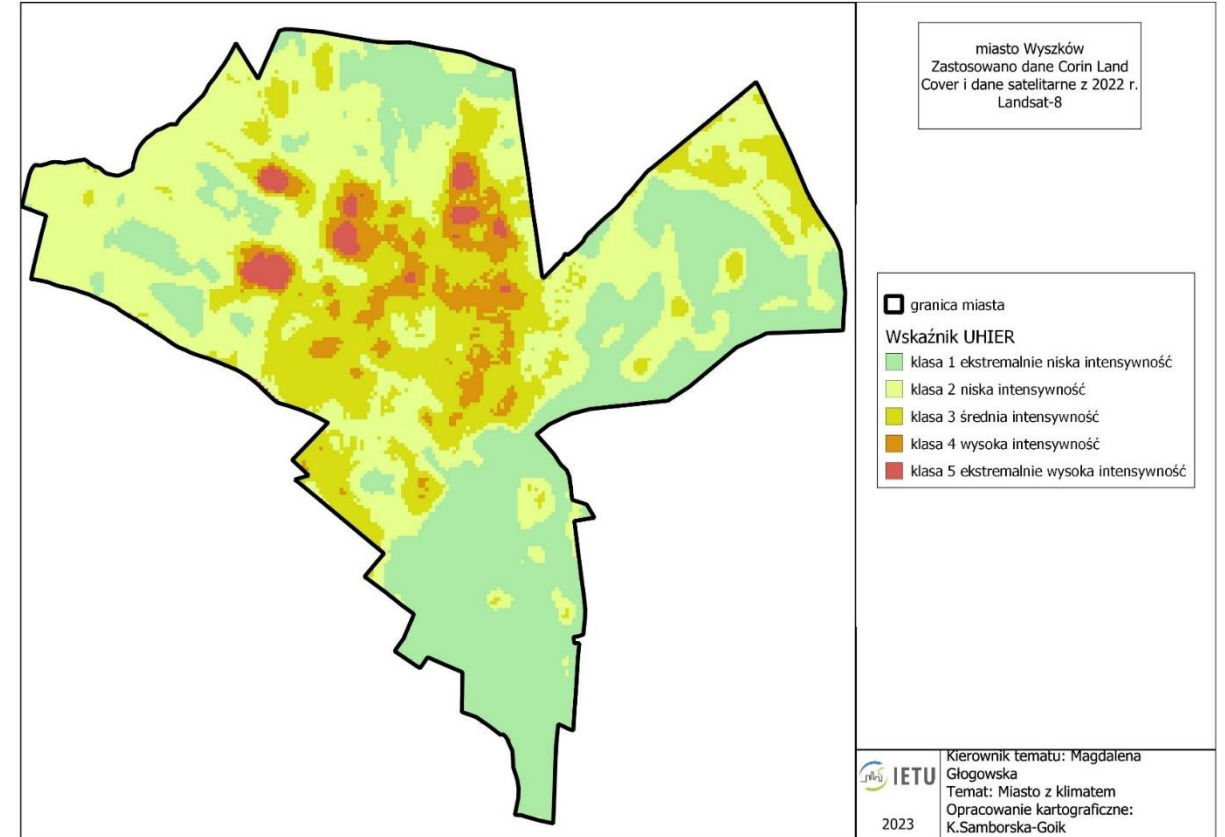
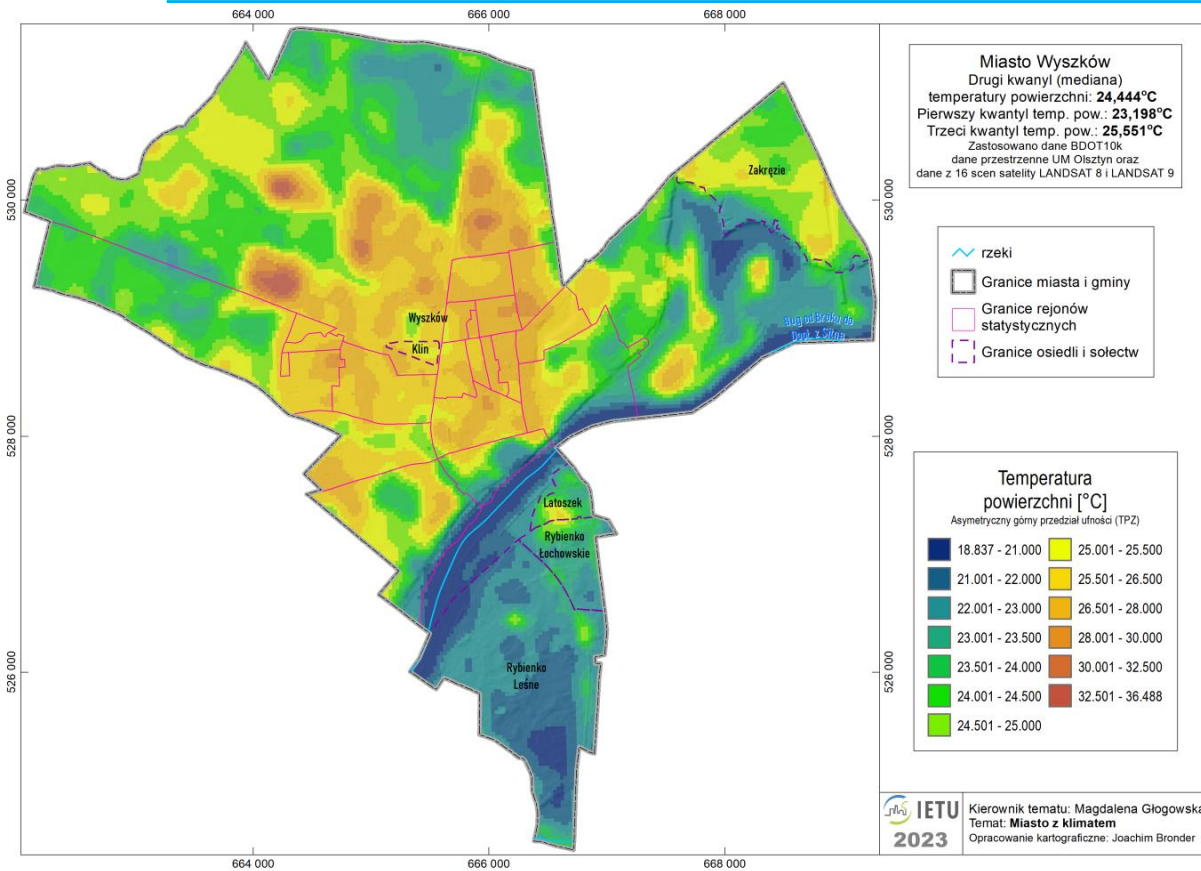


Studium miasta - Wyszaków



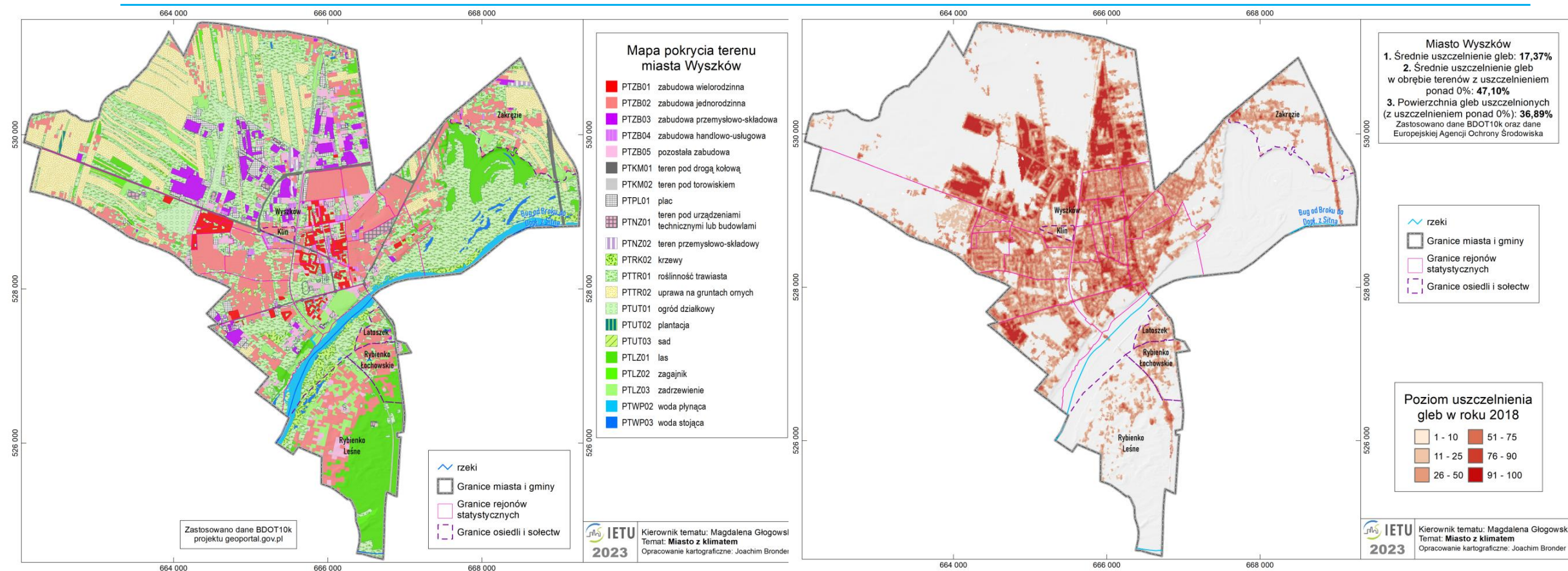
Miasto zagrożone jest powodzią ze strony rzeki, W przypadku wystąpienia powodzi o zasięgu wody 100 letniej duża część południowych i wschodnich krańców miasta może znaleźć się pod wodą. Natomiast potencjalne zalewiska wynikające z istnienia zagłębień bezodpływowych dość dobrze korelują się ze zgłaszanymi w przeszłości interwencjami związanymi z lokalnymi podtopieniami ulic i piwnic. W przypadku wystąpienia bardzo intensywnych deszczy największe zalewiska mogą utworzyć się w rejonach ulic: Pięknej, Geodetów, Centralnej, Spacerowej, Granicznej, Przemysłowej, Leśnej, Świętojańskiej, Stolarskiej, Komunalnej.

Studium miasta - Wyszków



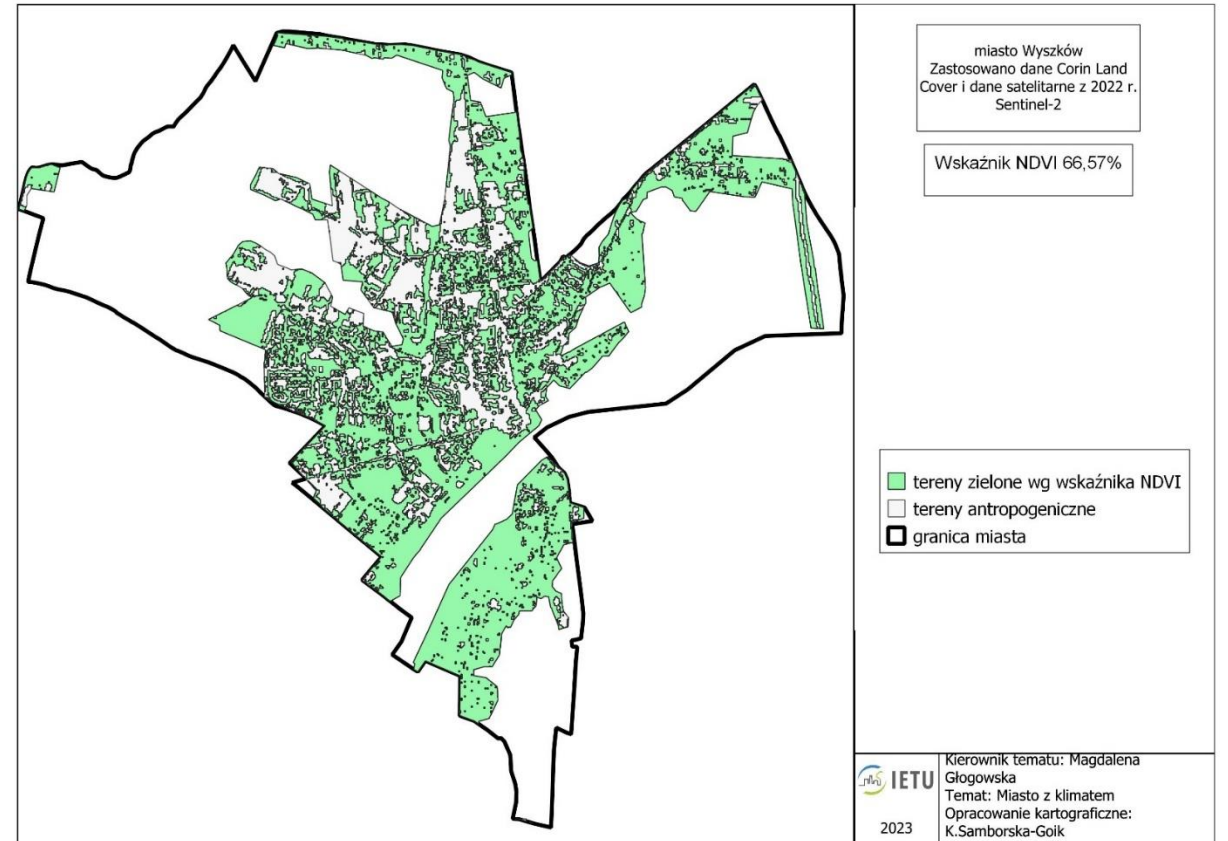
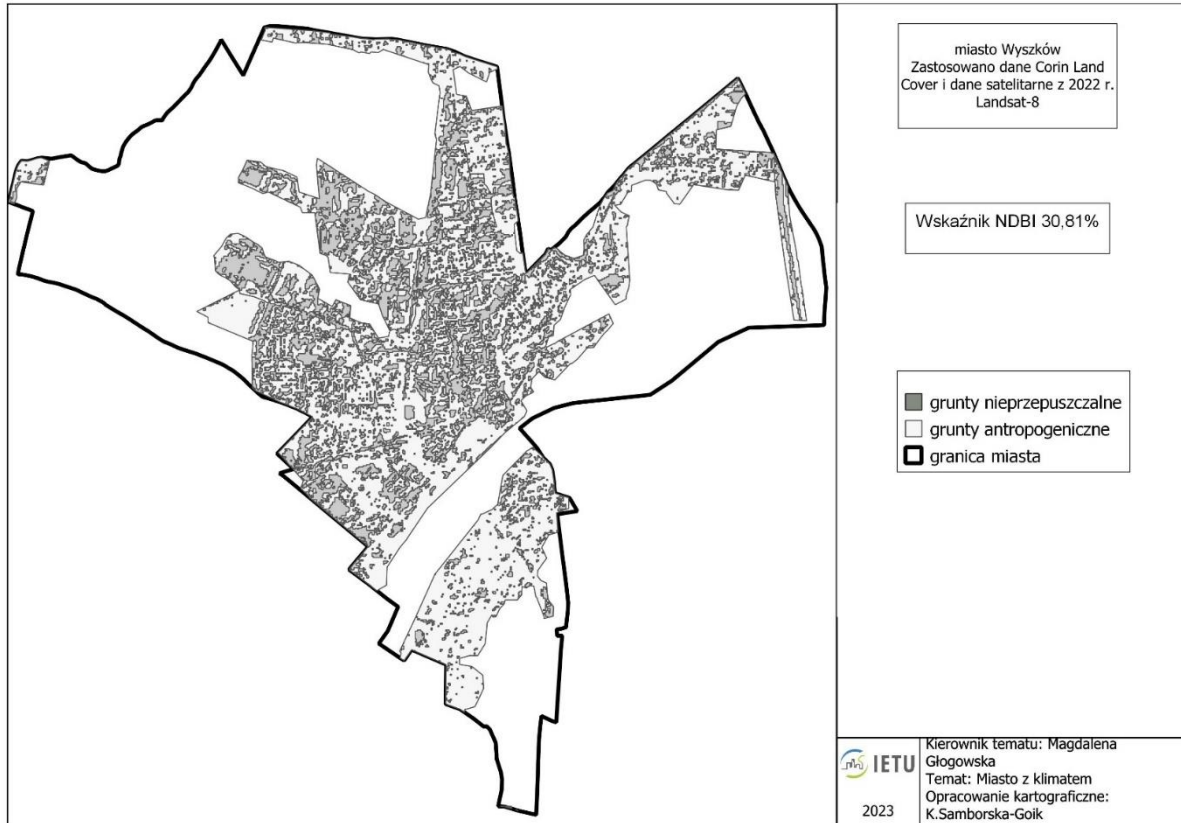
- Utrzymujące się wysokie temperatury, czyli tzw. fale upałów, potęgują zjawisko miejskiej wyspy ciepła (MWC – UHI – ang. *Urban Heat Island*), polegające na występowaniu wyższej temperatury powietrza w mieście w porównaniu z terenami otaczającymi miasto. Klasa 5 wskaźnika UHIER to obszary najcieplejsze i one według analizy mapy wskaźnika UHIER zajmują ok. 1,54% powierzchni miasta, Wskaźnik SCI (powierzchniowej wyspy chłodu) dla miasta Wyszaków wynosi 18,21% (obszary SCI to 321 ha, obszary zajęte przez wody powierzchniowe to 61 ha).

Studium miasta - Wyszków



- **Miasto Wyszków jest w dużej mierze miastem uszczelnionym, na terenach zurbanizowanych średnie uszczelnienie jest duże i wynosi 47%, najbardziej zasklepione są rejony obiektów przemysłowych, użytkowych i zabudowy wielorodzinnej. Problem uszczelnienia pokrywa się przestrzennie z MWC.**

Studium miasta - Wyszaków



- Na terenie miasta wskaźnik NDVI jest niższy niż dla całej gminy Wyszaków i wynosi ok 66%. Analiza rozmieszczenia terenów zielonych wg danych satelitarnych pokazuje brak roślinności na północnych obszarach miasta w pobliżu budynków usługowych, przemysłowych i magazynowych.
- Wskaźnik NDBI informuje o udziale powierzchni nieprzepuszczalnych w obszarze zurbanizowanym miasta, dla miasta wynosi 30,81% (grunty antropogeniczne 989,89 ha, grunty nieprzepuszczalne 304,95 ha).

Studium miasta - Wyszaków

Rekomendacje/ koncepcje działań w miejscach problematycznych zostały opisane w sposób szczegółowy w pakiecie programowym.

Czynnik podstawowy	Czynnik dodatkowy	Zjawisko	Element BZI/zagospodarowania przestrzennego	Lokalizacja
Intensywne, częste opady	Duże deniwelacje/spływ powierzchniowy	Powódź opadowa ze strony rzek	Renaturyzacja rzeki lub pozostawienie jej w naturalnym korycie, pasy buforowe.	Dolina Bugu
	Niedrożne systemy odprowadzania wód deszczowych, obecność zagłębień bezodpływowych	Powódź błyskawiczna	Ogród deszczowy, muldy chłonne, niecki retencyjne	W chwili obecnej miasto zgłasza problemy z zalewanymi ulicami i nieruchomościami. We wskazanych miejscach i w przypadku zagłębień bezodpływowych można rozpatrzyć realizację miejsc małej retencji

Studium miasta - Wyszaków

Rekomendacje/ koncepcje działań w miejscach problematycznych zostały opisane w sposób szczegółowy w pakiecie programowym.

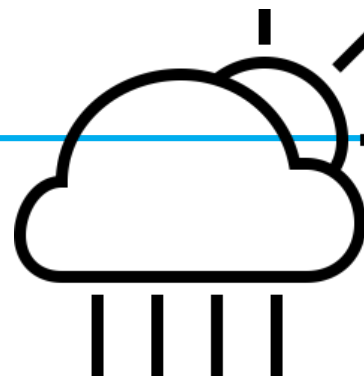
Czynnik podstawowy	Czynnik dodatkowy	Zjawisko	Element BZI/zagospodarowania przestrzennego	Lokalizacja
Długotrwały brak opadów	Uszczelnienie, wysoka temperatura	Susza atmosferyczna/hydrologiczna	Zbiorniki na deszczówkę, ogrody deszczowe, zbiorniki retencyjne, systemy rozsączająco-retencyjne	Analiza map zagrożenia suszą atmosferyczną obiekty powinny być instalowane na osiedlu Sowińskiego, Klin, Polonez, Latoszek, Rybienko Leśne
Wysoka temperatura	Duże uszczelnienie gruntu, duże zagęszczenie budynków	Miejska wyspa ciepła	Zielone dachy, zielone ściany, zbiorniki retencyjne, rozwój terenów zieleni	Rejon ulic Pułtuskiej, Sosnowej, Leśnej, Przemysłowej, Graficznej
Pokrycie terenu	Duży udział terenów zielonych i lasów, wód lądowych	Miejska wyspa chłodu/naturalna bariera przeciwpowodziowa	Tereny zielone i wody powierzchniowe	Obszary zieleni zajmują duży odsetek powierzchni miasta. Powinny podlegać szczególnej ochronie.

Metodyka – odpływ wód opadowych

Jaka będzie objętość wód odpływających z obszaru miasta i poszczególnych jego części na skutek opadów?

Metodyka – odpływ wód opadowych

Jaka będzie objętość wód odpływających z obszaru miasta i poszczególnych jego części na skutek opadów?

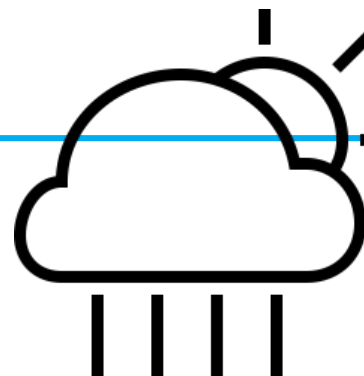


Dane wejściowe:

- **Opad, temperatura, wilgotność, wiatr**
(dobowe dane meteorologiczne 1981-2020
źródło: Państwowa Służba Hydrologiczno-Meteorologiczna)
- **Zmiany klimatu**
(scenariusze RCP 4.5 i 8.5 dla dekad
od 2021-2030 do 2091-2100
źródło: Projekt KLIMADA 2.0)
- **Nachylenie terenu** (Numeryczny Model Terenu o rozdzielczości 1 m)
- **Właściwości podłoża** (m.in. miąższość, skład granulometryczny, przewodność, porowatość;
źródło: bazy danych LUCAS i SGDBE – Program Copernicus)
- **Pokrycie terenu** (Baza Danych Obiektów Topograficznych w skali 1:10 000)

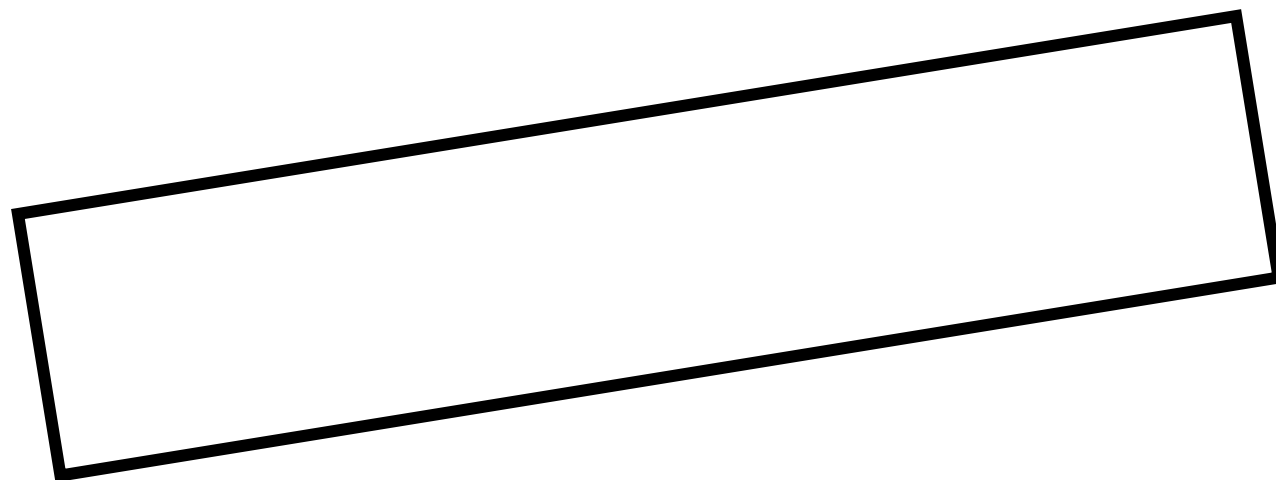
Metodyka – odpływ wód opadowych

Jaka będzie objętość wód odpływających z obszaru miasta i poszczególnych jego części na skutek opadów?



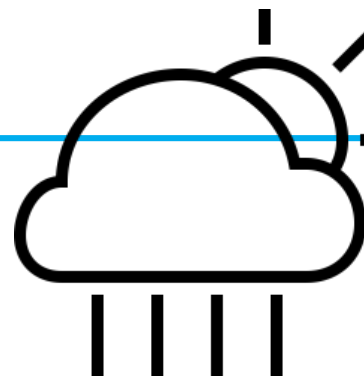
Dane wejściowe:

- **Opad, temperatura, wilgotność, wiatr**
(dobowe dane meteorologiczne 1981-2020
źródło: Państwowa Służba Hydrologiczno-Meteorologiczna)
- **Zmiany klimatu**
(scenariusze RCP 4.5 i 8.5 dla dekad
od 2021-2030 do 2091-2100
źródło: Projekt KLIMADA 2.0)
- **Nachylenie terenu** (Numeryczny Model Terenu o rozdzielczości 1 m)
- **Właściwości podłoża** (m.in. miąższość, skład granulometryczny, przewodność, porowatość;
źródło: bazy danych LUCAS i SGDBE – Program Copernicus)
- **Pokrycie terenu** (Baza Danych Obiektów Topograficznych w skali 1:10 000)



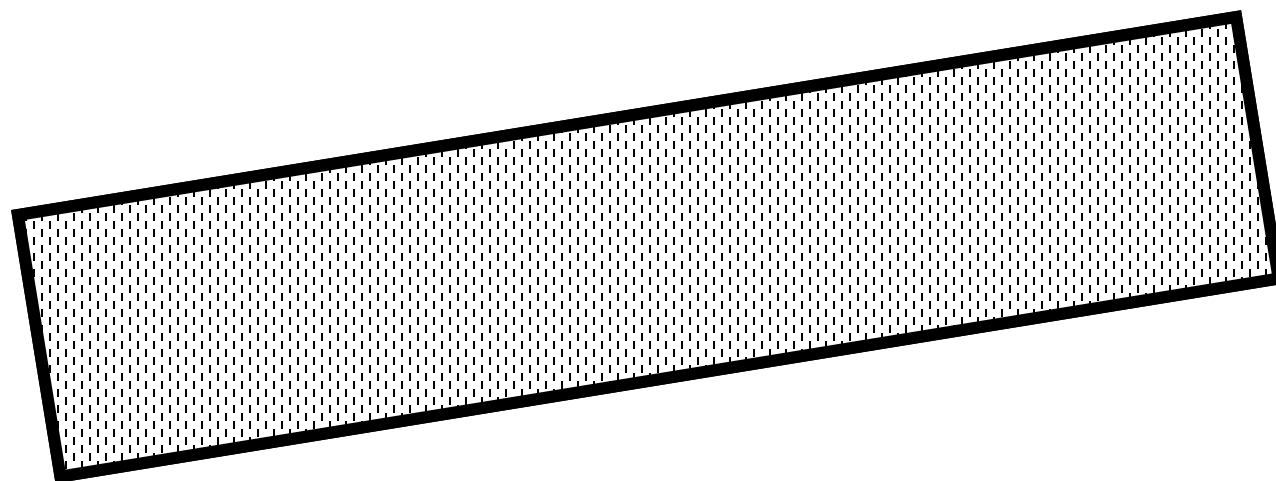
Metodyka – odpływ wód opadowych

Jaka będzie objętość wód odpływających z obszaru miasta i poszczególnych jego części na skutek opadów?



Dane wejściowe:

- **Opad, temperatura, wilgotność, wiatr**
(dobowe dane meteorologiczne 1981-2020
źródło: Państwowa Służba Hydrologiczno-Meteorologiczna)
- **Zmiany klimatu**
(scenariusze RCP 4.5 i 8.5 dla dekad
od 2021-2030 do 2091-2100
źródło: Projekt KLIMADA 2.0)
- **Nachylenie terenu** (Numeryczny Model Terenu o rozdzielczości 1 m)
- **Właściwości podłoża** (m.in. miąższość, skład granulometryczny, przewodność, porowatość;
źródło: bazy danych LUCAS i SGDBE – Program Copernicus)
- **Pokrycie terenu** (Baza Danych Obiektów Topograficznych w skali 1:10 000)



Metodyka – odpływ wód opadowych

Jaka będzie objętość wód odpływających z obszaru miasta i poszczególnych jego części na skutek opadów?

Dane wejściowe:

- **Opad, temperatura, wilgotność, wiatr** (dobowe dane meteorologiczne 1981-2020
źródło: Państwowa Służba Hydrologiczno-Meteorologiczna)
- **Zmiany klimatu** (scenariusze RCP 4.5 i 8.5 dla dekad od 2021-2030 do 2091-2100
źródło: Projekt KLIMADA 2.0)
- **Nachylenie terenu** (Numeryczny Model Terenu o rozdzielczości 1 m)
- **Właściwości podłoża** (m.in. miąższość, skład granulometryczny, przewodność, porowatość;
źródło: bazy danych LUCAS i SGDBE – Program Copernicus)
- **Pokrycie terenu** (Baza Danych Obiektów Topograficznych w skali 1:10 000)

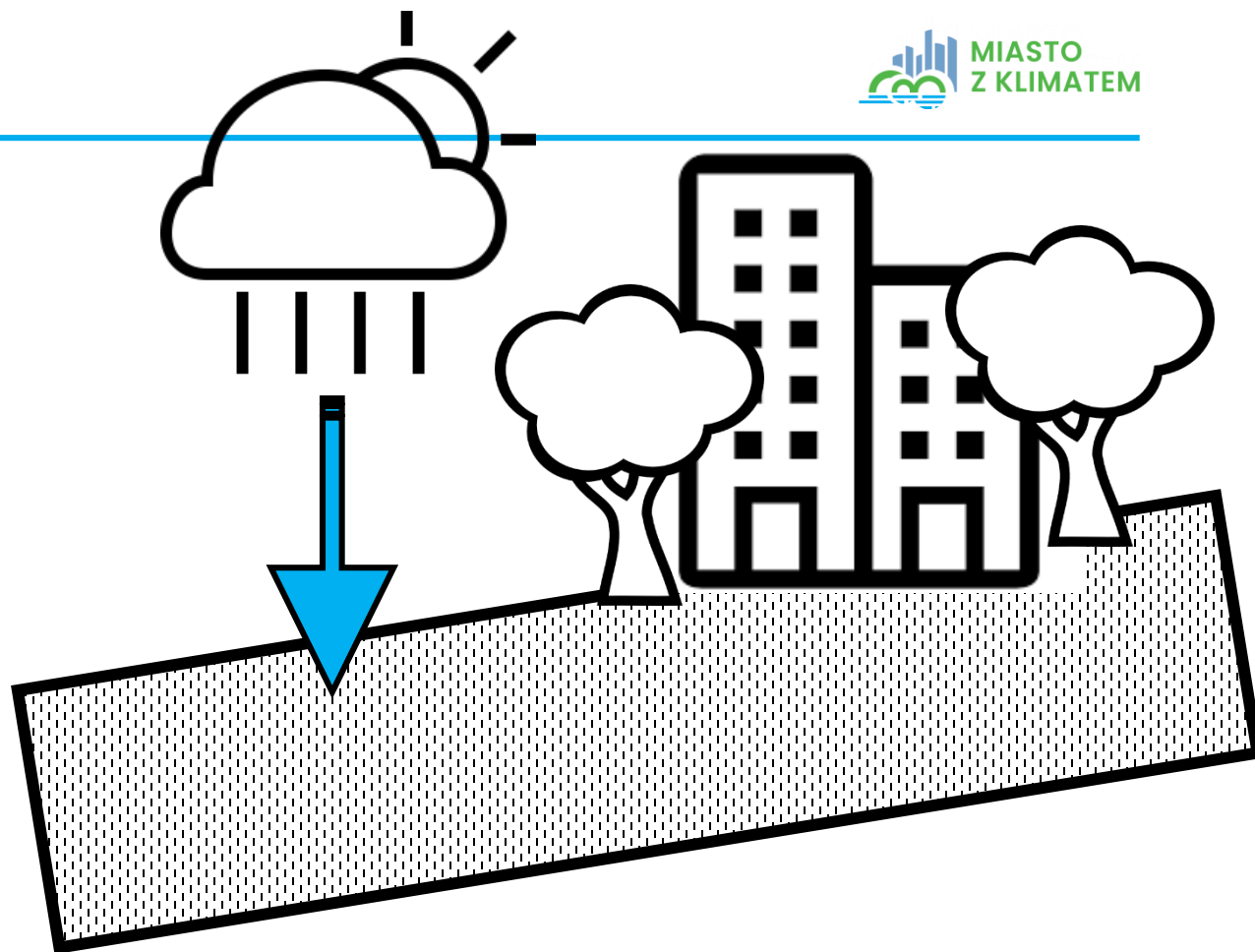


Metodyka – odpływ wód opadowych

Jaka będzie objętość wód odpływających z obszaru miasta i poszczególnych jego części na skutek opadów?

Obliczenia:

- **Opad na poszczególne powierzchnie**
- **Parowanie**
(na podstawie dobowej temperatury powietrza i dobowego niedosytu wilgotności powietrza, zawartości wody w profilu glebowym na początku kroku obliczeniowego, wilgotności przy poziomie punktu wędnięcia, wilgotności gleby przy poziomie punktu wędnięcia)
- **Spływ powierzchniowy** (obliczany metodą Soil Conservation Service, zależny od nachylenia, pokrycia terenu i nasycenia podłoża)
- **Odpływ podpowierzchniowy** (obliczany na podstawie zawartości wody w podłożu, właściwości podłoża i nachylenia terenu)

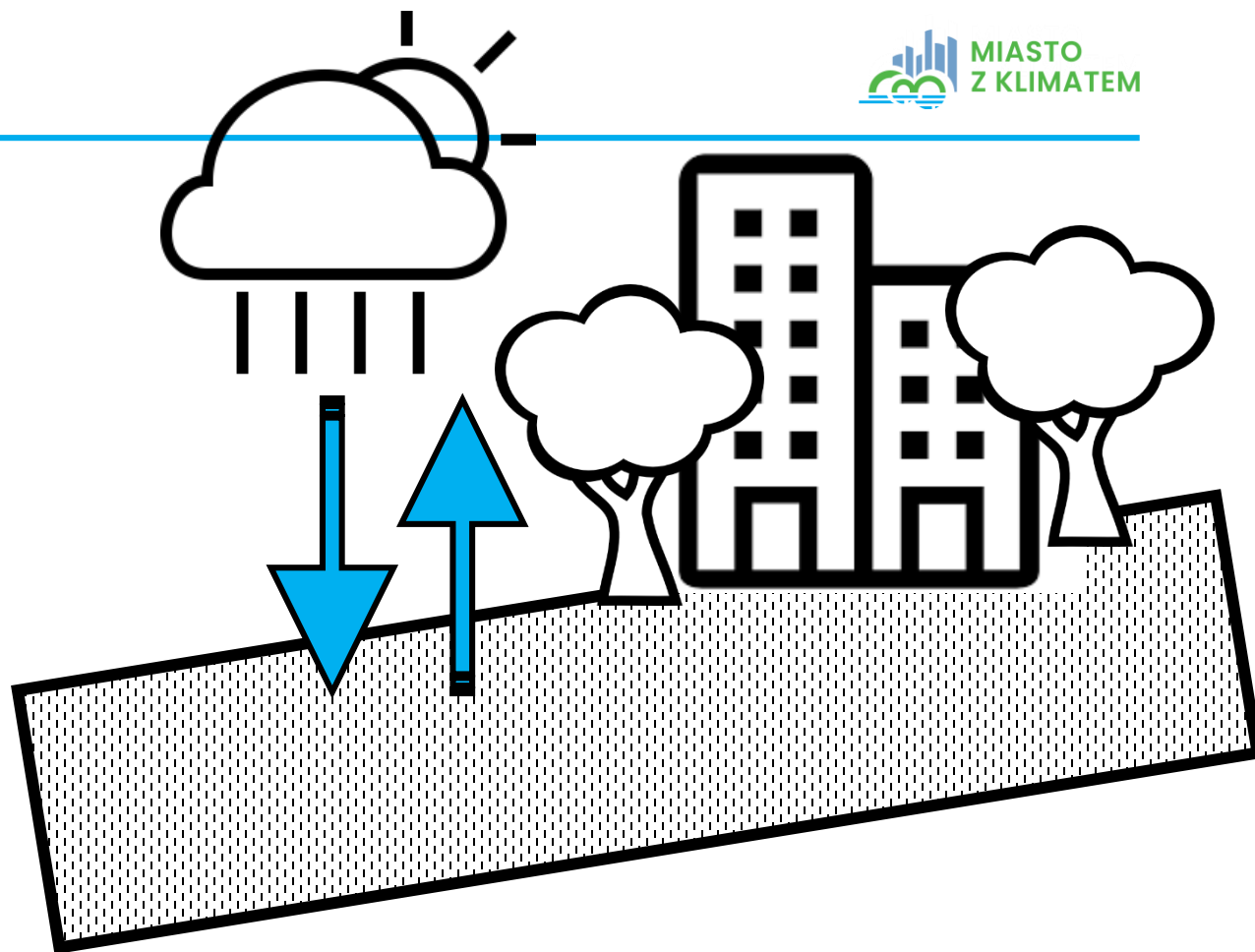


Metodyka – odpływ wód opadowych

Jaka będzie objętość wód odpływających z obszaru miasta i poszczególnych jego części na skutek opadów?

Obliczenia:

- **Opad na poszczególne powierzchnie**
- **Parowanie**
(na podstawie dobowej temperatury powietrza i dobowego niedosytu wilgotności powietrza, zawartości wody w profilu glebowym na początku kroku obliczeniowego, wilgotności przy poziomie punktu wędnięcia, wilgotności gleby przy poziomie punktu wędnięcia)
- **Spływ powierzchniowy** (obliczany metodą Soil Conservation Service, zależny od nachylenia, pokrycia terenu i nasycenia podłoża)
- **Odpływ podpowierzchniowy** (obliczany na podstawie zawartości wody w podłożu, właściwości podłoża i nachylenia terenu)

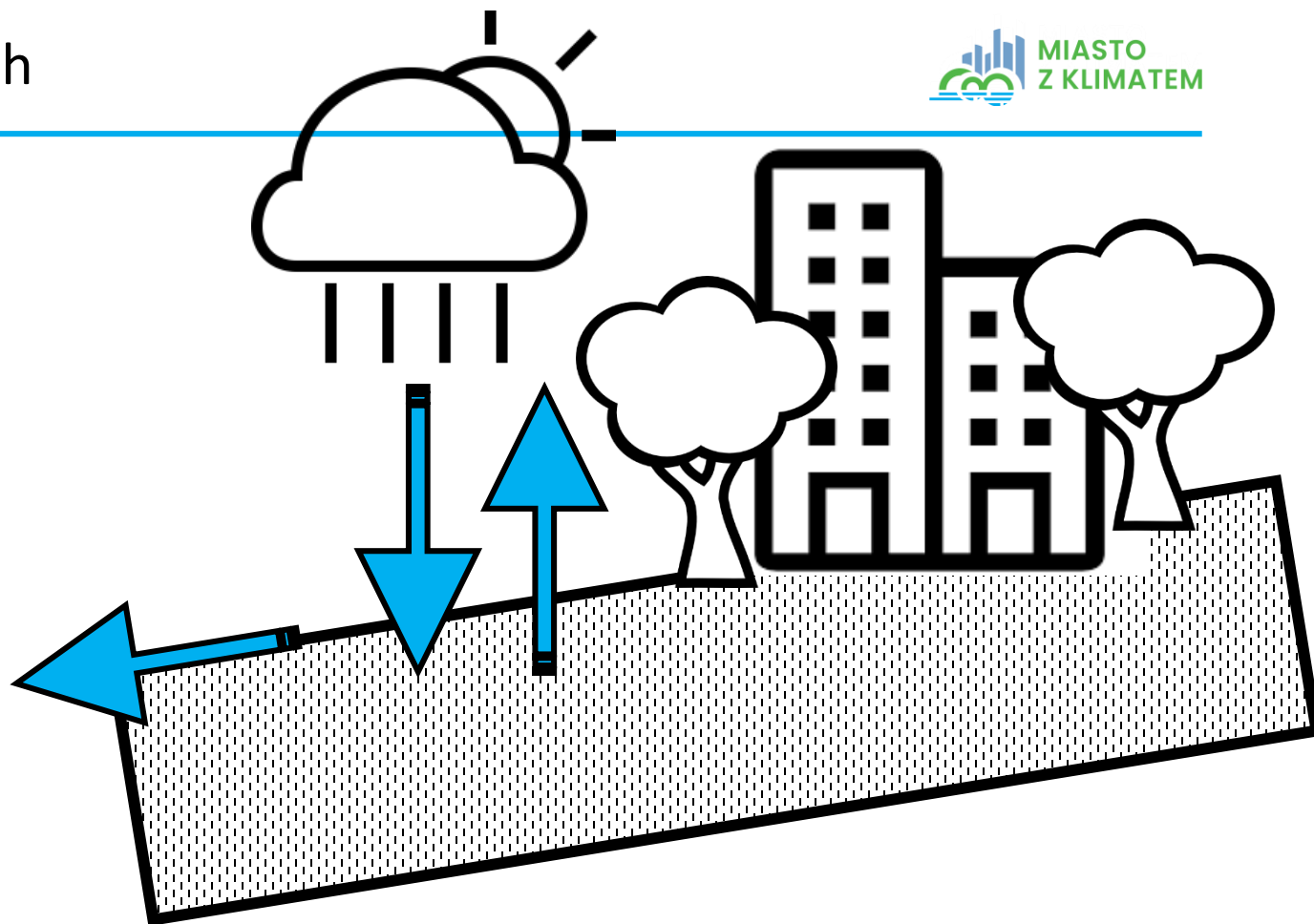


Metodyka – odpływ wód opadowych

Jaka będzie objętość wód odpływających z obszaru miasta i poszczególnych jego części na skutek opadów?

Obliczenia:

- **Opad na poszczególne powierzchnie**
- **Parowanie**
(na podstawie dobowej temperatury powietrza i dobowego niedosytu wilgotności powietrza, zawartości wody w profilu glebowym na początku kroku obliczeniowego, wilgotności przy poziomie punktu wędnięcia, wilgotności gleby przy poziomie punktu wędnięcia)
- **Spływ powierzchniowy** (obliczany metodą Soil Conservation Service, zależny od nachylenia, pokrycia terenu i nasycenia podłoża)
- **Odpływ podpowierzchniowy** (obliczany na podstawie zawartości wody w podłożu, właściwości podłoża i nachylenia terenu)

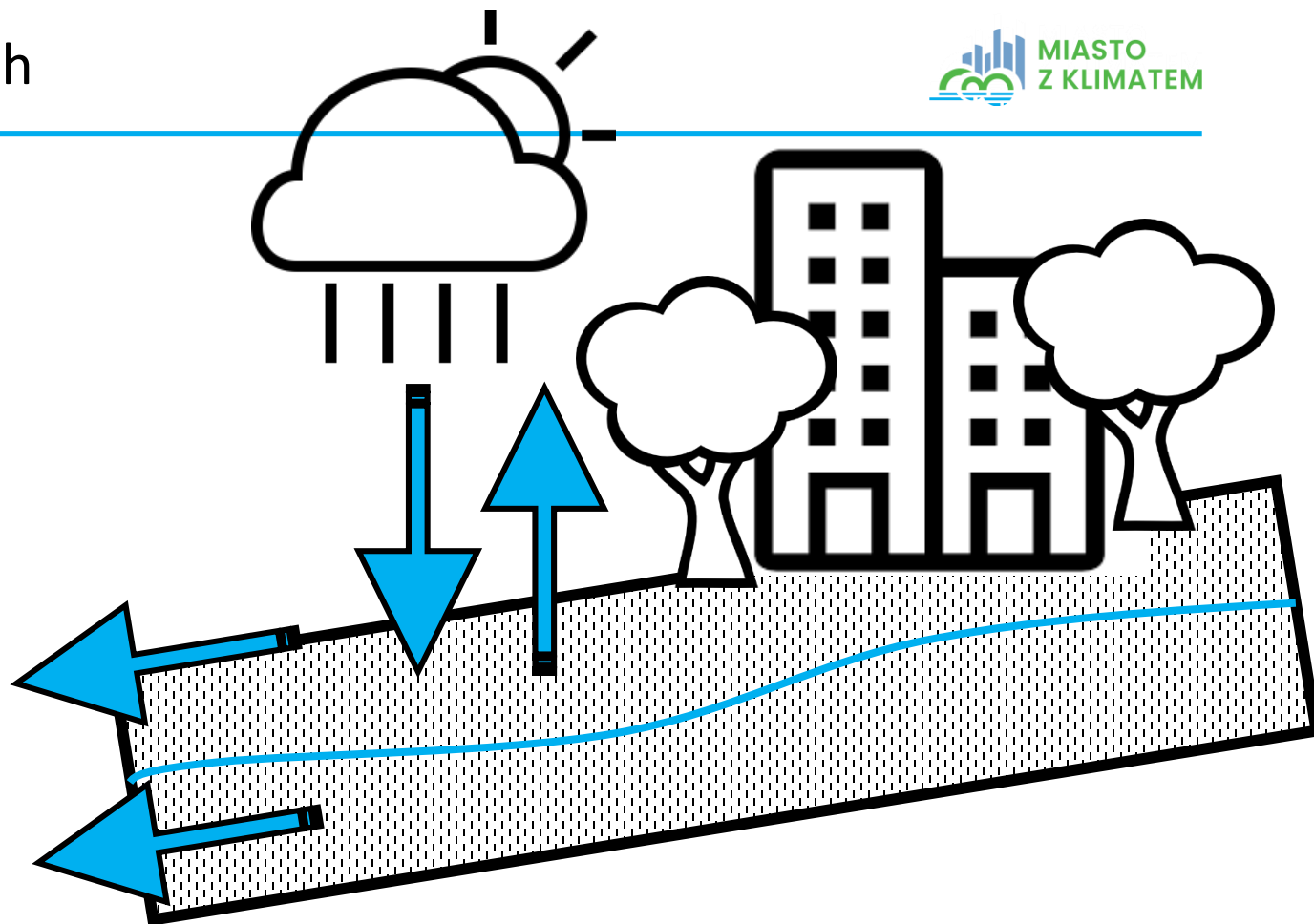


Metodyka – odpływ wód opadowych

Jaka będzie objętość wód odpływających z obszaru miasta i poszczególnych jego części na skutek opadów?

Obliczenia:

- **Opad na poszczególne powierzchnie**
- **Parowanie**
(na podstawie dobowej temperatury powietrza i dobowego niedosytu wilgotności powietrza, zawartości wody w profilu glebowym na początku kroku obliczeniowego, wilgotności przy poziomie punktu wędnięcia, wilgotności gleby przy poziomie punktu wędnięcia)
- **Spływ powierzchniowy** (obliczany metodą Soil Conservation Service, zależny od nachylenia, pokrycia terenu i nasycenia podłoża)
- **Odptyw podpowierzchniowy** (obliczany na podstawie zawartości wody w podłożu, właściwości podłoża i nachylenia terenu)

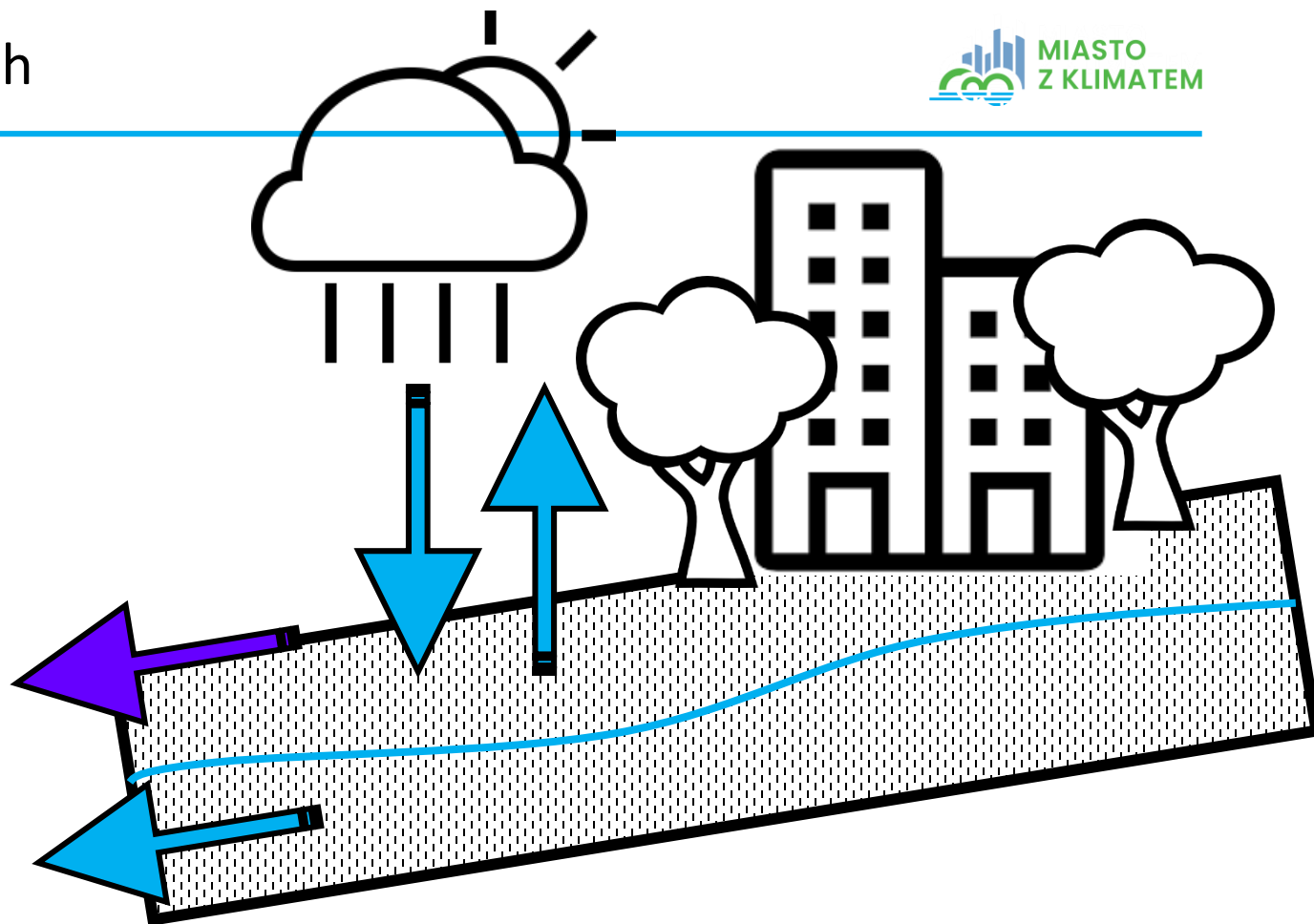


Metodyka – odpływ wód opadowych

Jaka będzie objętość wód odpływających z obszaru miasta i poszczególnych jego części na skutek opadów?

Obliczenia:

- **Opad na poszczególne powierzchnie**
- **Parowanie**
(na podstawie dobowej temperatury powietrza i dobowego niedosytu wilgotności powietrza, zawartości wody w profilu glebowym na początku kroku obliczeniowego, wilgotności przy poziomie punktu wędnięcia, wilgotności gleby przy poziomie punktu wędnięcia)
- **Spływ powierzchniowy** (obliczany metodą Soil Conservation Service, zależny od nachylenia, pokrycia terenu i nasycenia podłoża)
- **Odpływ podpowierzchniowy** (obliczany na podstawie zawartości wody w podłożu, właściwości podłoża i nachylenia terenu)



Metodyka – odpływ wód opadowych

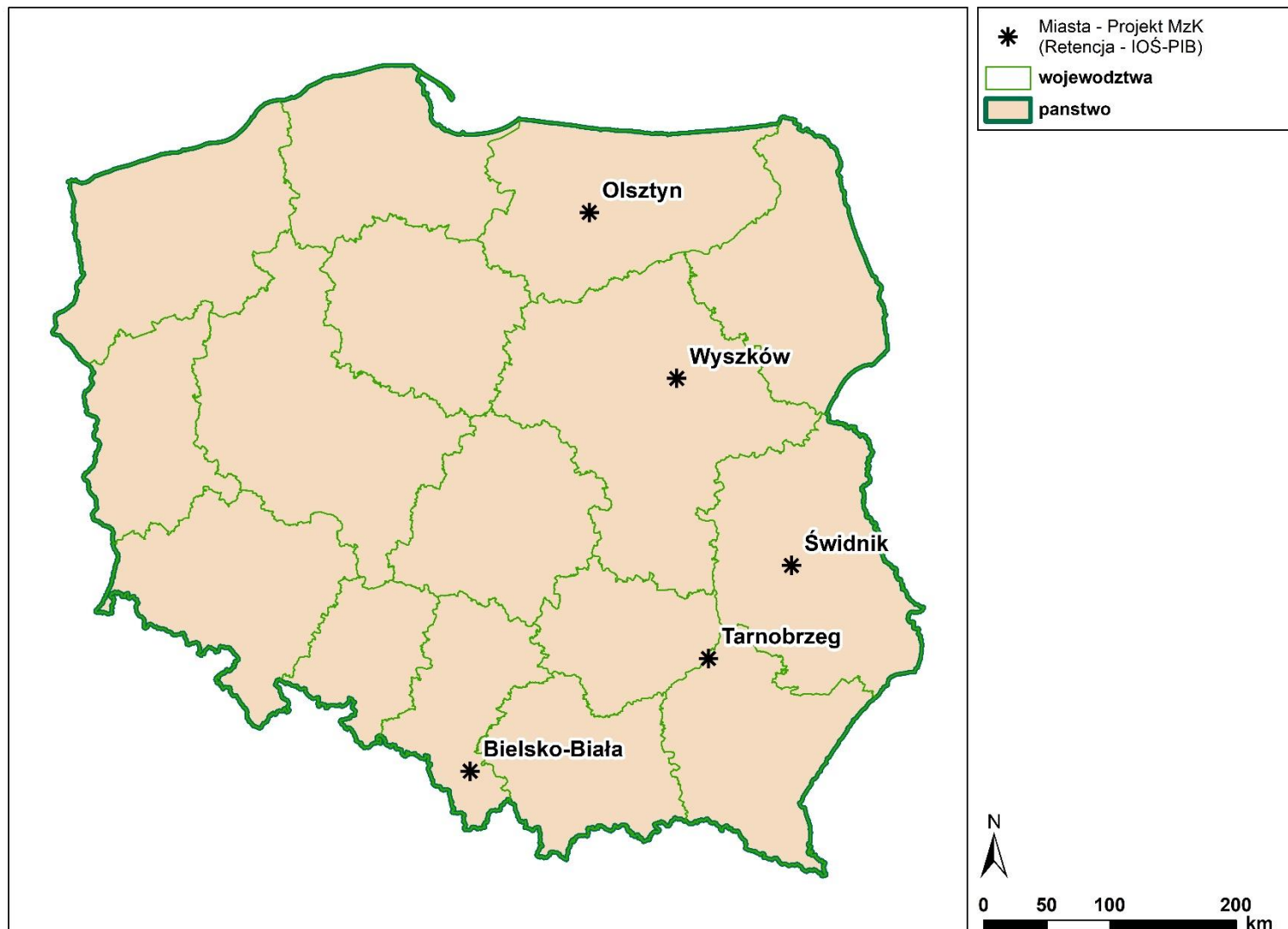
Obliczenia wykonano dla pięciu miast.

W każdym mieście obliczenia wykonano dla wszystkich poligonów Bazy Danych Obiektów Topograficznych (łącznie ponad 21 000 obszarów)

Obliczono odpływ wód opadowych:

- Średnia, minimalna i maksymalna suma roczna odpływu dla okresu 1981-2020.
- Średnia suma odpływu dla lat:
 - 1981-2020
 - 2011-2020 (traktowane jako „stan aktualny”)
 - 8 dekad, od 2021-2030 do 2091-2100
- Suma odpływu dla opadów dobowych o prawdopodobieństwie wystąpienia 1%, 2%, 4%, 5%, 10%, 20%, 25%, 50%

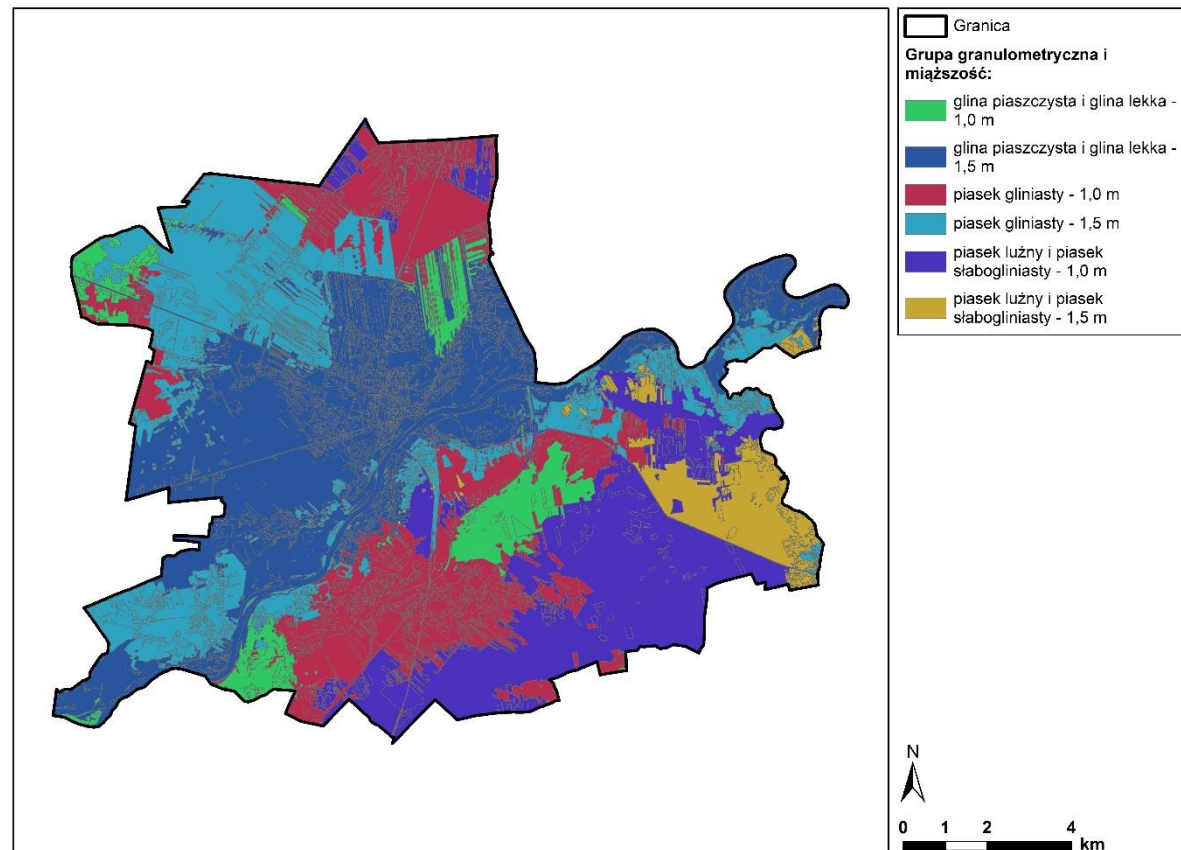
Wyniki zestawiono w postaci tabel, map i załączono w postaci warstw mapowych GIS, co pozwala na dalsze, swobodne wykorzystanie.



Odptyw wód opadowych – Wyszaków

Przykłady danych wejściowych dla Wyszakowa:

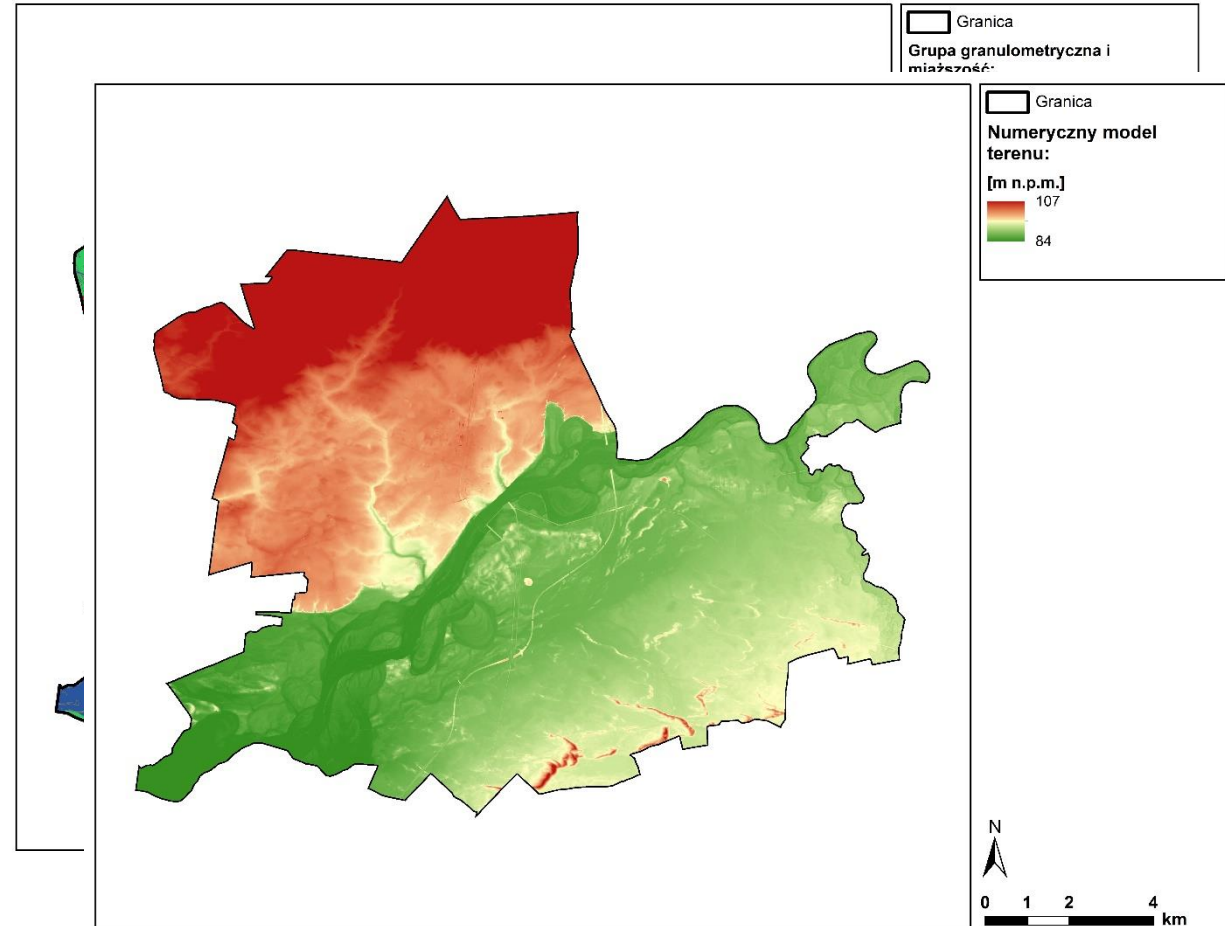
- Grupa granulometryczna podłoża (na podstawie bazy LUCAS)



Odptyw wód opadowych – Wyszaków

Przykłady danych wejściowych dla Wyszakowa:

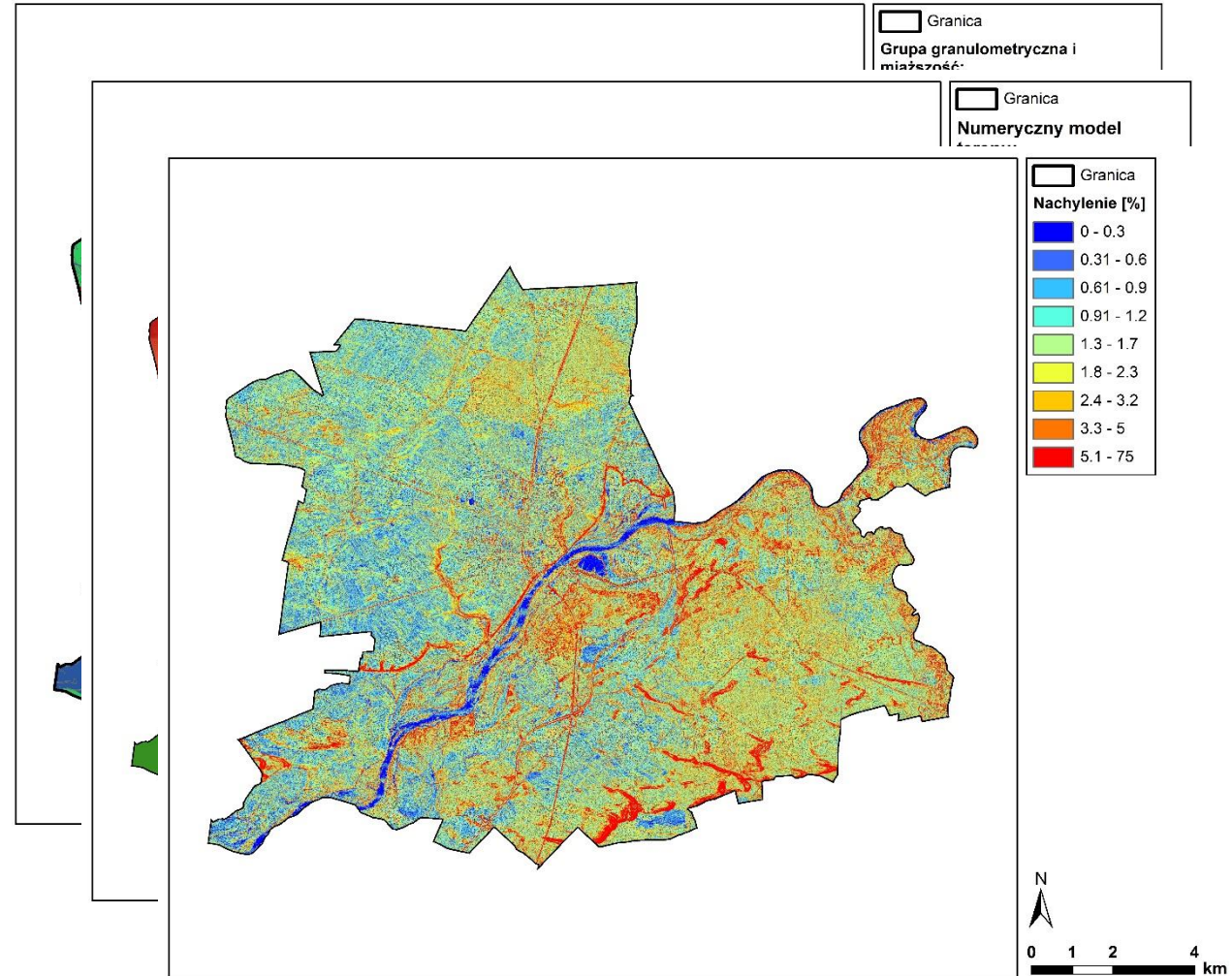
- Grupa granulometryczna podłoża (na podstawie bazy LUCAS)
- Numeryczny Model Terenu



Odptyw wód opadowych – Wyszaków

Przykłady danych wejściowych dla Wyszakowa:

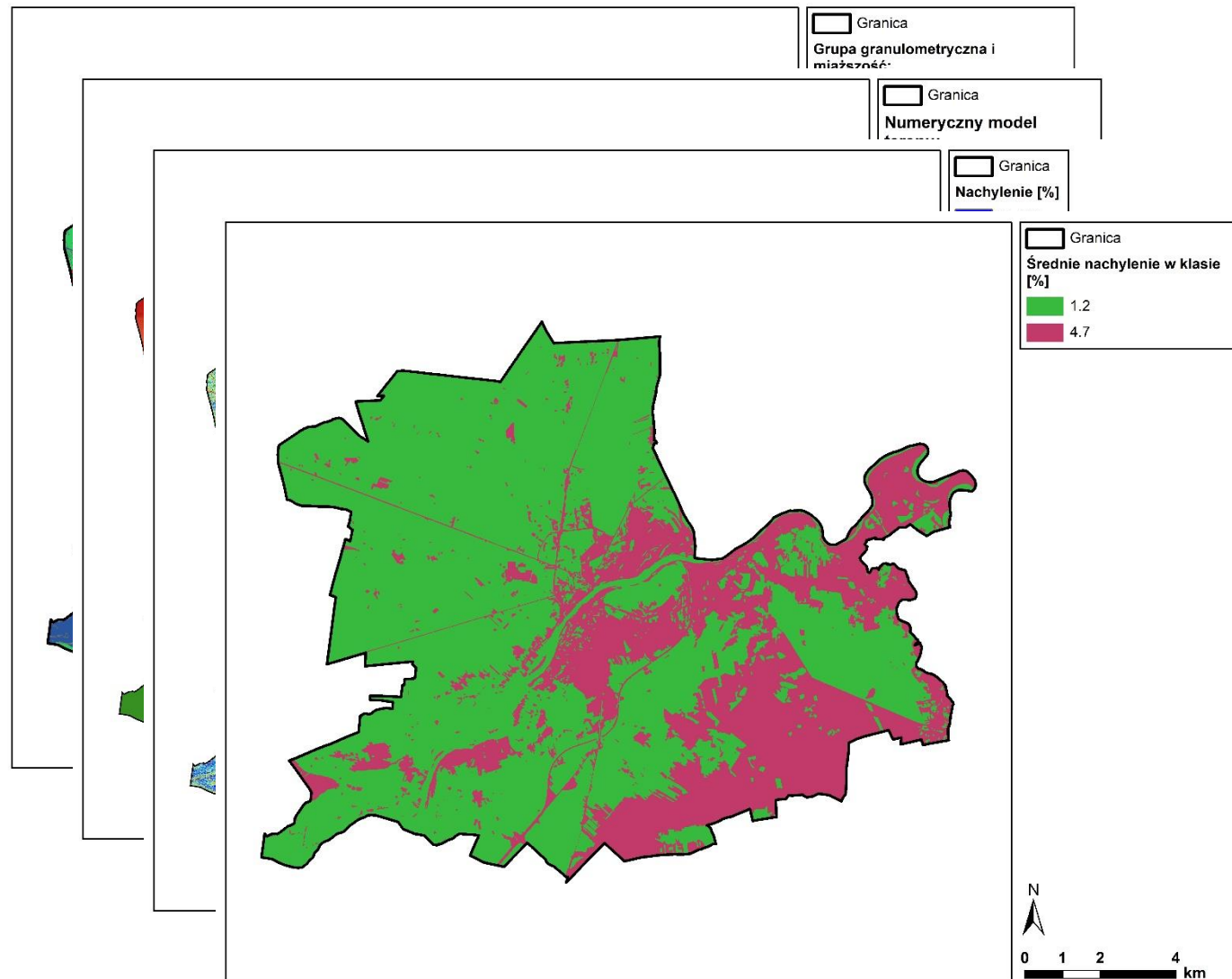
- Grupa granulometryczna podłoża (na podstawie bazy LUCAS)
- Numeryczny Model Terenu służący do obliczeń spadków



Odptyw wód opadowych – Wyszaków

Przykłady danych wejściowych dla Wyszakowa:

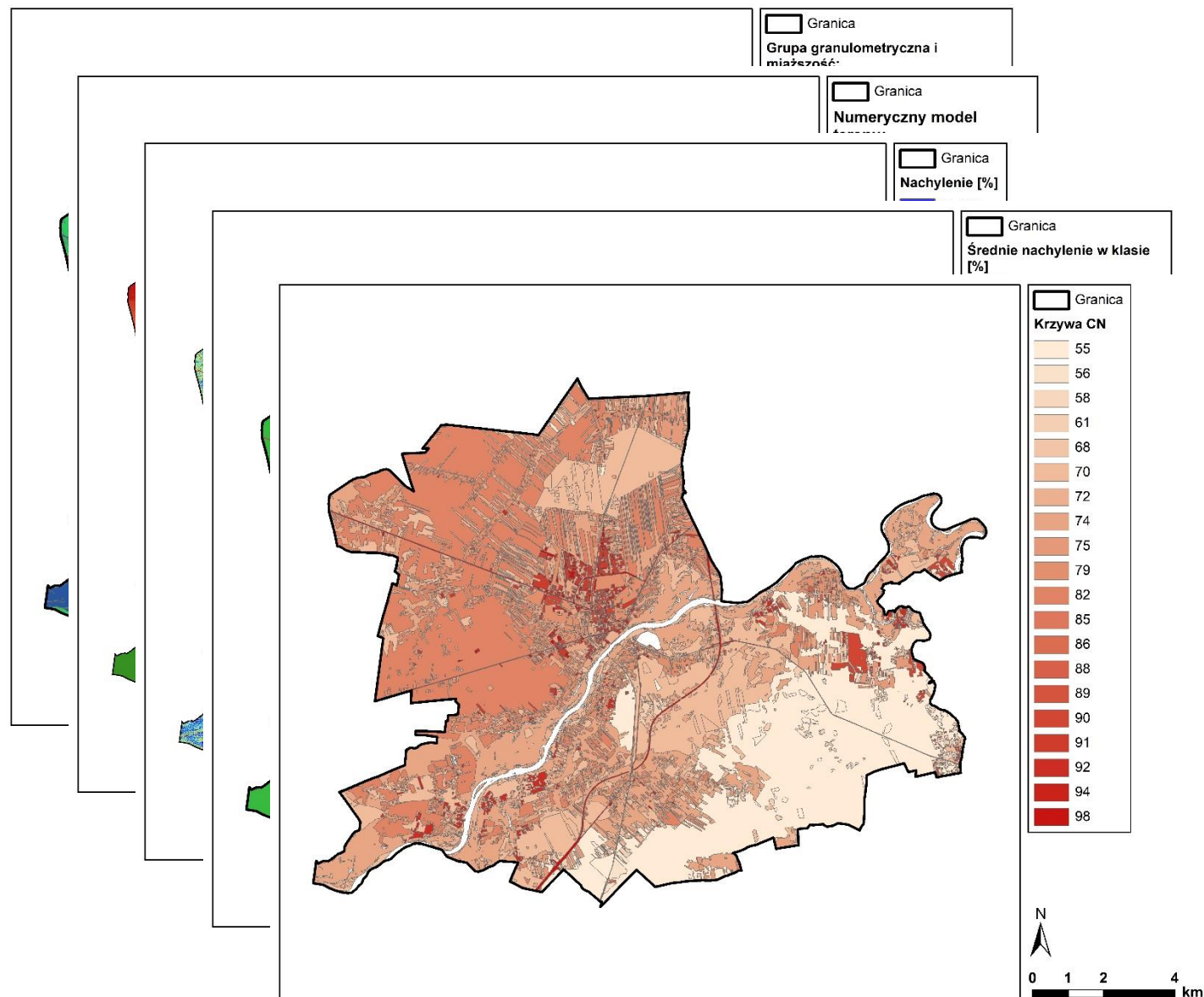
- Grupa granulometryczna podłoża (na podstawie bazy LUCAS)
- Numeryczny Model Terenu służący do obliczeń spadków i wyznaczenia klas spadków



Odptyw wód opadowych – Wyszaków

Przykłady danych wejściowych dla Wyszakowa:

- Grupa granulometryczna podłoża (na podstawie bazy LUCAS)
- Numeryczny Model Terenu służący do obliczeń spadków i wyznaczenia klas spadków
- Wartości krzywej CN na podstawie klas pokrycia terenu BDOT10k

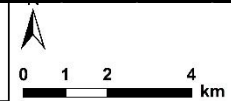


Odptyw wód opadowych – Wyszaków

Przykłady danych wejściowych dla Wyszakowa:

- Grupa granulometryczna podłoża (na podstawie bazy LUCAS)
- Numeryczny Model Terenu służący do obliczeń spadków i wyznaczenia klas spadków
- Wartości krzywej CN na podstawie klas pokrycia terenu BDOT10k
- Prognozowane zmiany klimatu w scenariuszach RCP 4.5 i 8.5 dla 8 dekad

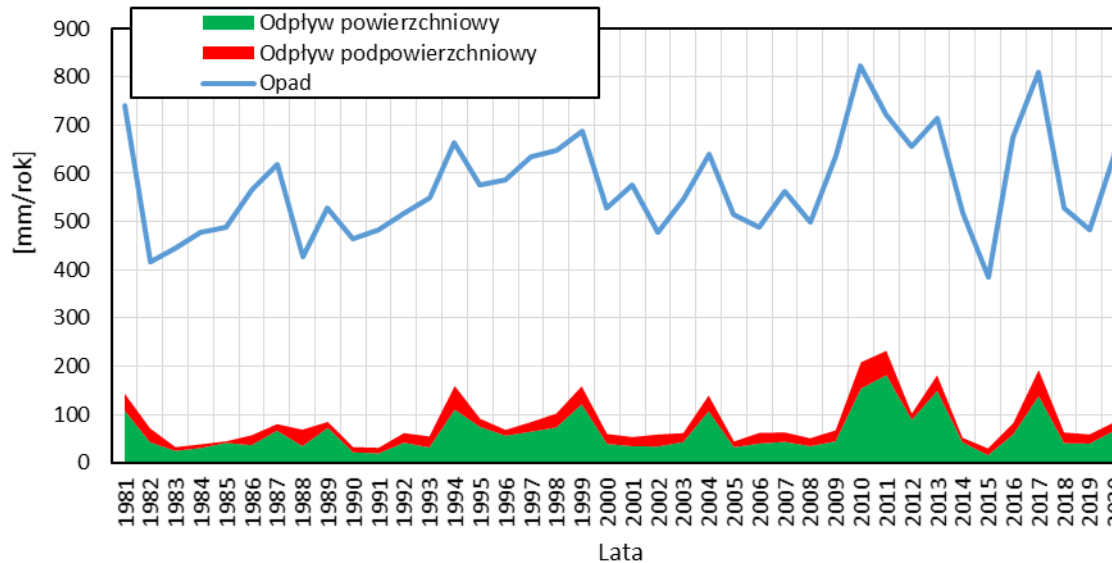
Miesiące	rcp45									rcp85								
	2011	2021	2031	2041	2051	2061	2071	2081	2091	2011	2021	2031	2041	2051	2061	2071	2081	2091
	opad - zmiana [ułamek]																	
rok	0.00	0.02	0.04	0.01	0.06	0.00	0.11	0.07	0.05	0.00	0.00	0.02	0.08	0.06	0.07	0.08	0.10	0.16
1	0.00	-0.02	0.07	-0.02	0.10	0.04	0.16	0.07	0.02	0.00	-0.05	0.03	0.11	-0.01	0.11	0.11	0.10	0.19
2	0.00	0.19	0.16	0.20	0.24	0.16	0.19	0.14	0.21	0.00	-0.02	-0.03	0.16	0.11	0.10	0.16	0.17	0.22
3	0.00	-0.05	0.02	0.00	0.11	-0.05	0.12	0.11	0.00	0.00	-0.08	-0.06	0.04	0.05	0.00	0.12	0.17	0.20
4	0.00	-0.18	-0.17	-0.15	-0.15	-0.14	-0.11	-0.09	-0.14	0.00	-0.02	0.05	0.08	0.10	0.11	0.10	0.22	0.19
5	0.00	-0.07	-0.04	-0.12	0.03	0.04	0.09	0.07	0.05	0.00	-0.03	0.01	0.03	0.10	0.01	0.08	0.16	0.17
6	0.00	0.10	0.06	-0.07	0.00	-0.05	0.13	0.14	-0.01	0.00	0.02	0.01	0.04	0.02	0.05	0.08	0.09	0.11
7	0.00	0.04	0.17	0.05	0.08	-0.01	0.15	0.07	0.01	0.00	0.04	0.00	0.08	0.07	0.04	0.05	-0.02	0.05
8	0.00	0.07	-0.07	0.00	-0.04	-0.02	0.10	0.01	0.07	0.00	0.00	0.07	0.02	0.01	0.02	-0.10	0.05	0.08
9	0.00	0.15	0.12	0.13	0.13	-0.04	0.24	0.14	0.11	0.00	0.06	0.02	0.16	0.05	0.11	0.05	0.02	0.18
10	0.00	-0.02	0.07	0.07	0.11	0.06	0.04	-0.04	0.10	0.00	0.10	0.09	0.18	0.10	0.11	0.23	0.17	0.36
11	0.00	0.13	0.11	0.15	0.21	0.08	0.21	0.09	0.21	0.00	0.01	0.06	0.11	0.08	0.15	0.07	0.09	0.21
12	0.00	0.00	0.07	0.04	0.08	0.06	0.01	0.17	0.13	0.00	-0.02	-0.03	0.00	0.03	0.13	0.07	0.11	0.17
	temperatura - zmiana [C]																	
rok	0.00	0.11	0.66	0.65	0.96	1.18	1.25	1.35	1.54	0.00	-0.13	0.50	0.68	1.21	1.66	2.21	2.70	3.23
1	0.00	-0.35	1.10	0.59	0.95	1.37	1.69	2.05	2.03	0.00	-0.66	0.32	0.30	1.14	2.17	3.46	3.52	4.37
2	0.00	-0.17	1.24	0.79	1.07	1.28	1.94	1.99	2.15	0.00	-0.53	0.73	0.96	1.94	2.03	2.33	4.07	4.29
3	0.00	0.11	0.60	0.22	1.25	1.28	1.64	1.60	1.88	0.00	-0.10	0.76	1.08	2.02	1.90	2.77	3.26	3.89
4	0.00	-0.25	0.53	0.29	0.92	0.62	0.79	1.46	1.27	0.00	-0.13	0.61	0.61	1.09	1.35	1.57	1.92	2.67
5	0.00	0.05	0.44	0.67	0.50	0.52	1.22	0.98	1.16	0.00	0.15	0.29	0.35	0.43	1.01	1.37	1.42	2.39
6	0.00	0.26	0.44	0.95	0.68	1.15	1.01	1.17	1.23	0.00	-0.10	0.37	0.53	0.97	1.09	1.80	2.01	2.27
7	0.00	0.23	0.50	0.91	0.82	1.27	0.92	0.95	1.47	0.00	-0.19	0.25	0.53	0.63	1.25	1.74	2.41	2.55
8	0.00	0.16	0.32	0.81	0.87	1.19	0.95	0.98	1.13	0.00	0.02	0.52	0.85	1.07	1.66	2.45	2.82	3.24
9	0.00	-0.32	0.17	0.21	0.26	0.71	0.40	0.81	0.86	0.00	-0.03	0.48	0.65	1.07	1.93	2.12	2.57	3.12
10	0.00	0.01	0.35	0.44	0.79	1.07	1.12	0.81	1.13	0.00	-0.44	0.27	0.83	1.11	1.56	1.80	1.74	2.52
11	0.00	0.64	0.71	0.83	1.33	1.38	1.57	1.05	1.95	0.00	0.46	0.62	0.95	1.46	1.92	2.06	2.94	3.55
12	0.00	0.95	1.53	1.06	2.01	2.22	1.76	2.33	2.14	0.00	-0.01	0.75	0.52	1.55	2.00	2.99	3.63	3.85



Odptyw wód opadowych – Wyszaków

Przykłady wyników:

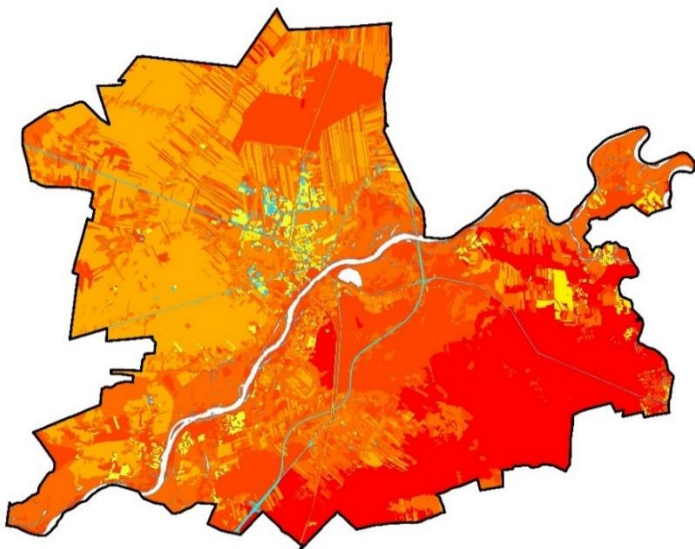
- Odptyw roczny wód opadowych w okresie 1981-2020



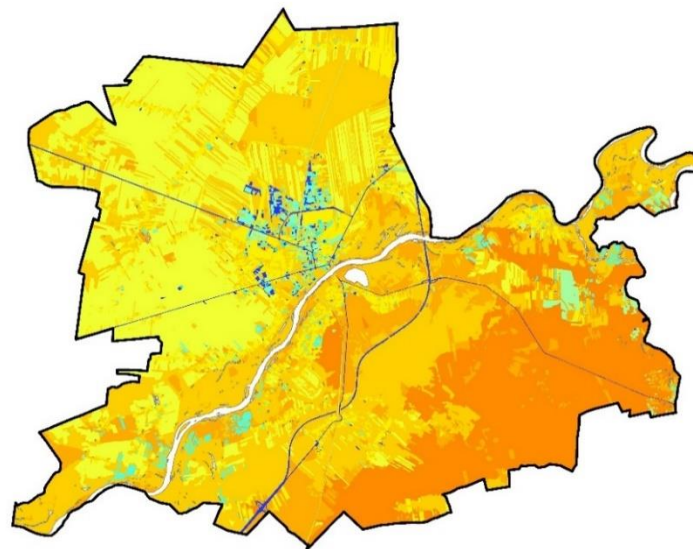
Roczne sumy opadu i odpływu z obszaru miasta

Zróznicowanie przestrzenne sumy rocznej odpływu powierzchniowego wód opadowych w okresie 1981-2020

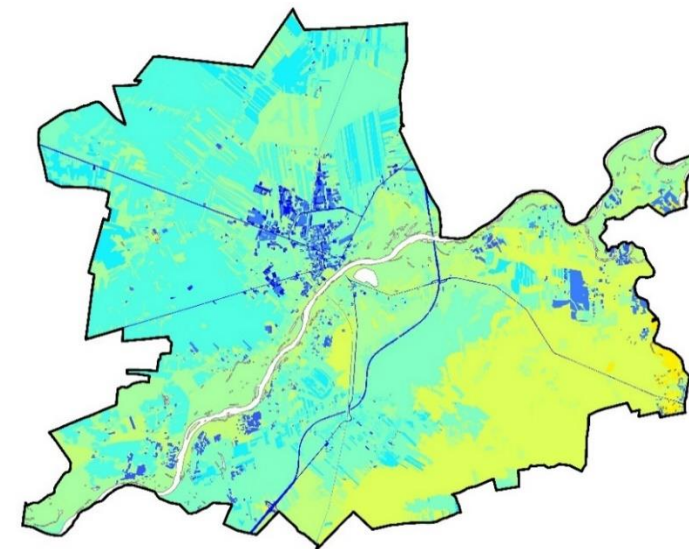
Minimalna suma roczna



Średnia suma roczna



Maksymalna suma roczna



Odptyw wód opadowych – Wyszków

Przykłady wyników:

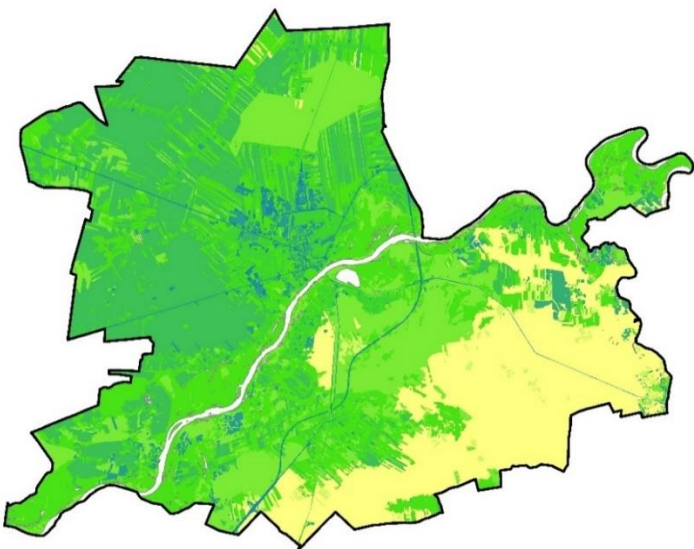
- Odptyw powierzchniowy wód opadowych dla opadów dobowych o określonym prawdopodobieństwie

p [%]	Częstość [raz na X lat]	Opad		Odptyw powierzchniowy		
		[M m ³ /d]	[mm]	[M m ³ /d]	[mm]	[% opadu]
50	2	6.047	37.5	2.283	14.2	37.7
25	4	7.805	48.4	3.541	22.0	45.4
20	5	8.287	51.4	3.906	24.2	47.1
10	1	9.628	59.7	4.959	30.8	51.5
5	20	10.808	67.0	5.921	36.7	54.8
4	25	11.163	69.2	6.216	38.5	55.7
2	50	12.205	75.7	7.095	44.0	58.1
1	100	13.172	81.7	7.926	49.1	60.2

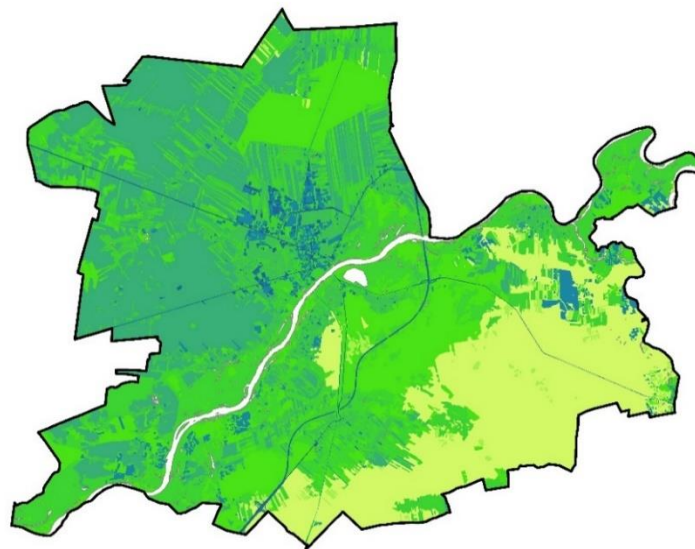
Dobowe sumy opadu i odpływu z obszaru miasta

Zróżnicowanie przestrzenne sumy dobowej odpływu powierzchniowego wód opadowych dla opadu występującego raz na:

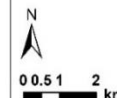
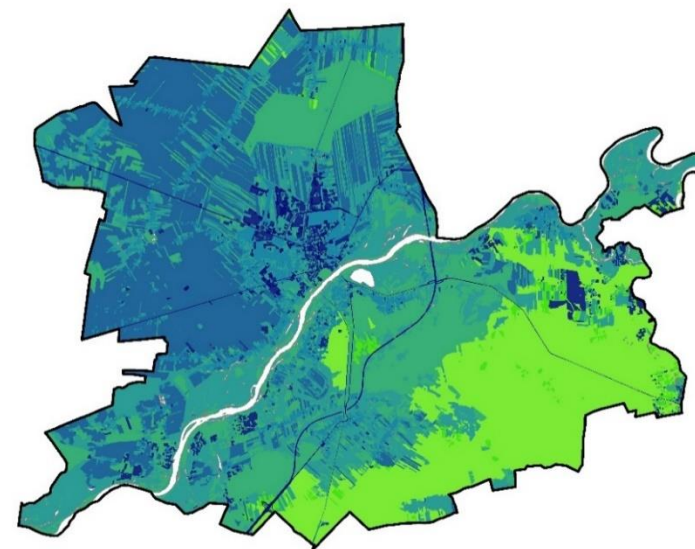
10 lat (p=10%)



20 lat (p=5%)



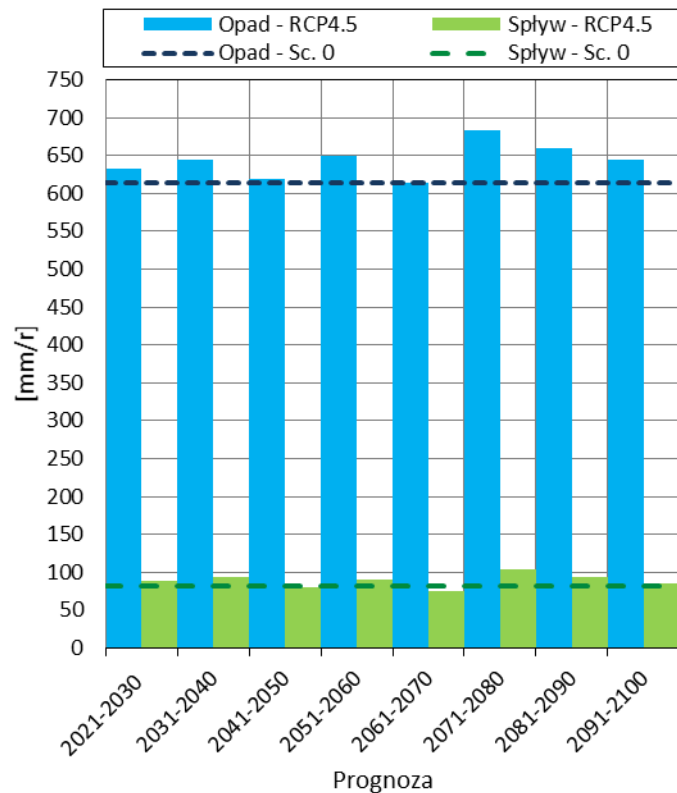
100 lat (p=1%)



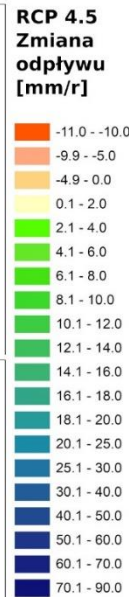
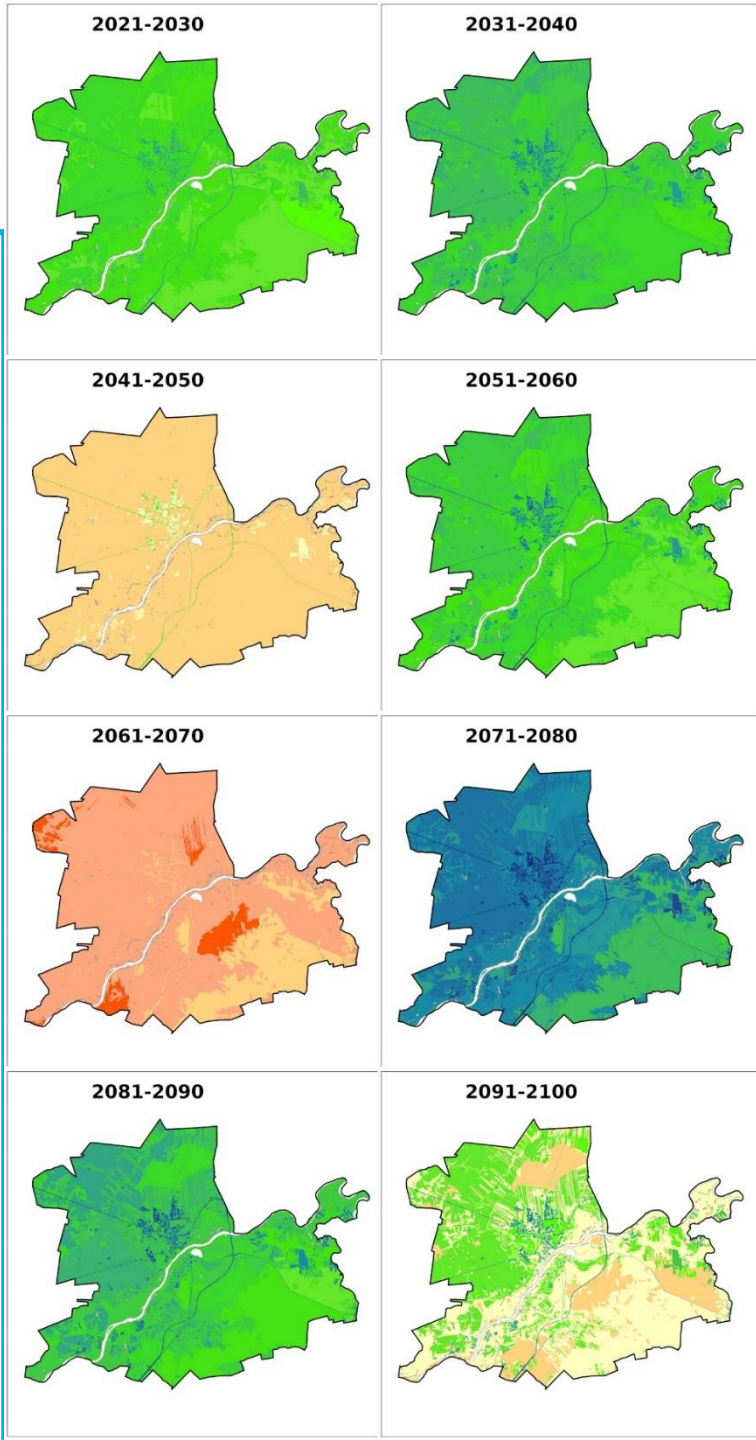
Odptyw wód opadowych – Wyszków

Przykłady wyników:

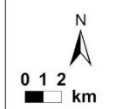
- Zmiany odptywu na skutek prognozowanych zmian klimatu
- Scenariusz **RCP 4.5**
- Tylko dla dekad 2041-2050 i 2061-2070 prognozowane jest zmniejszenie odptywu



Roczne sumy opadu i odptywu z obszaru miasta



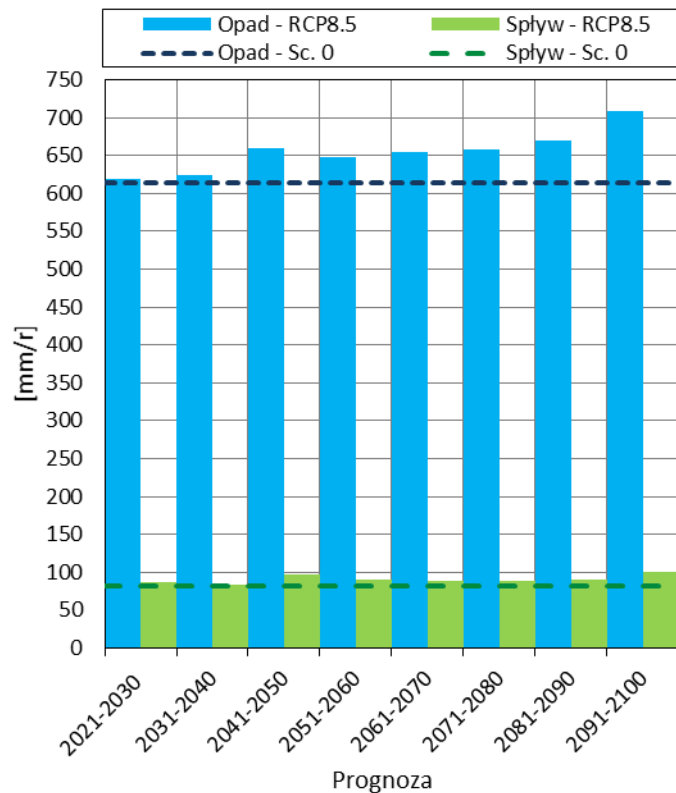
Zróżnicowanie przestrzenne sumy rocznej odptywu powierzchniowego



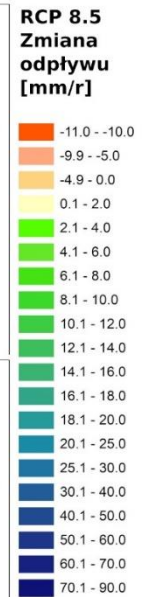
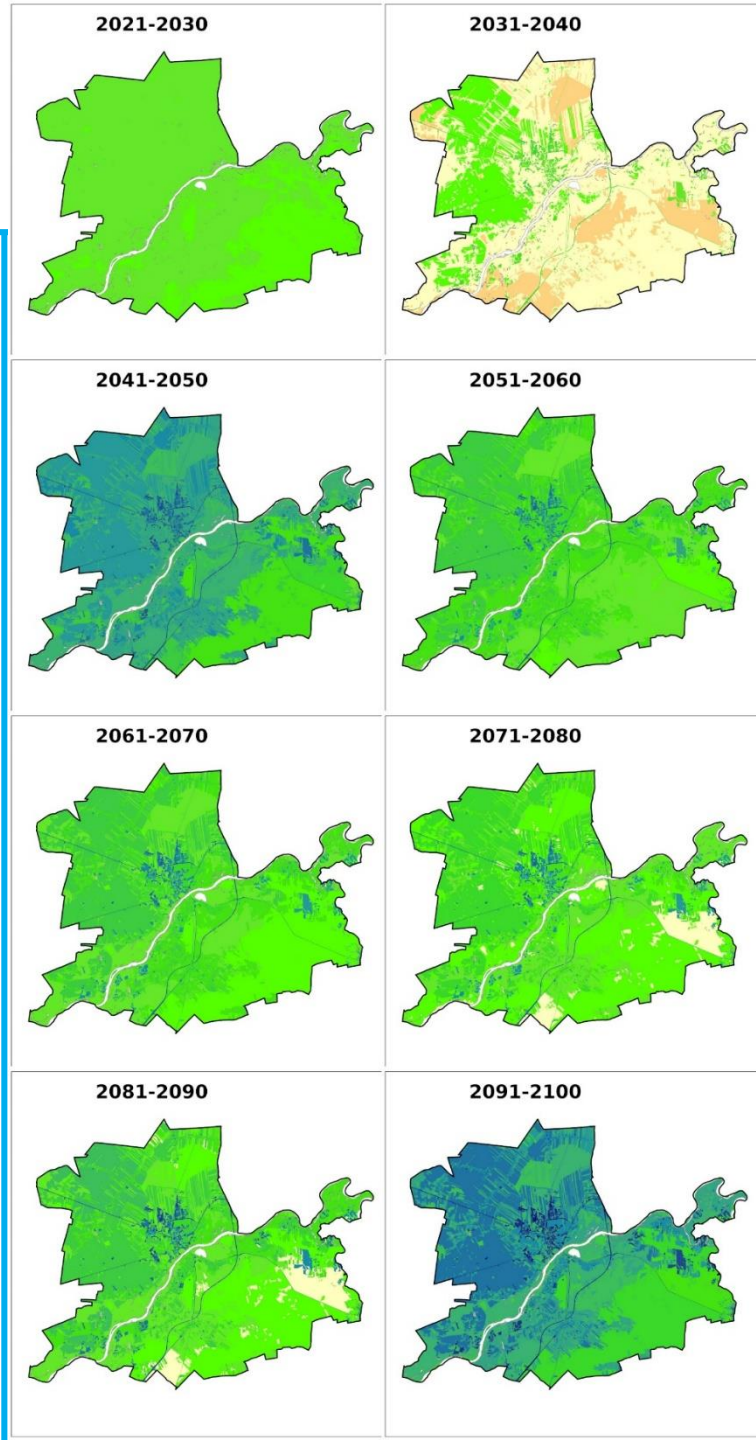
Odptyw wód opadowych – Wyszków

Przykłady wyników:

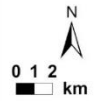
- Zmiany odpływu na skutek prognozowanych zmian klimatu
- Scenariusz **RCP 8.5**
- Istotny trend rosnący opadu i odpływu



Roczne sumy opadu i odpływu z obszaru miasta



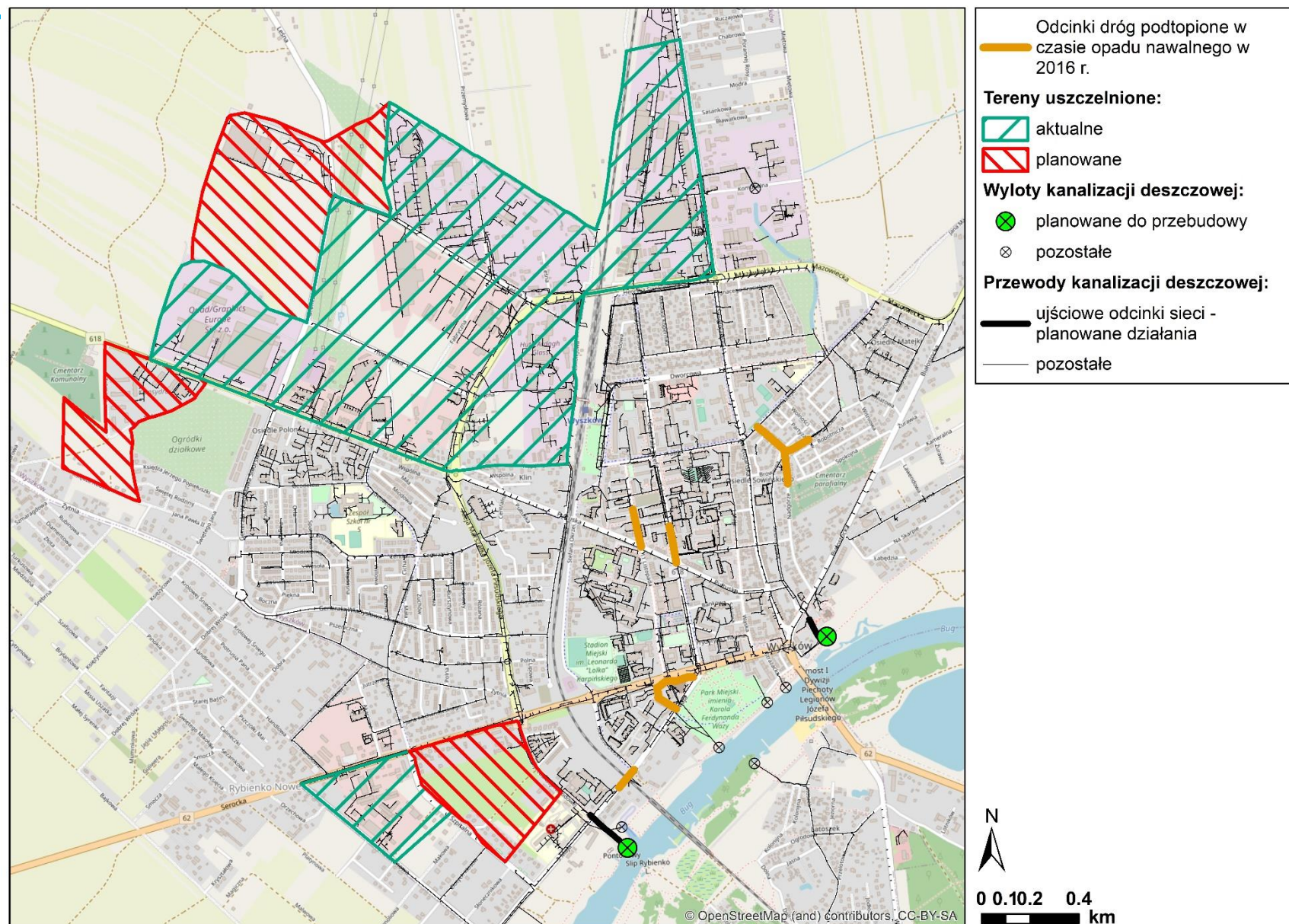
Zróżnicowanie przestrzenne sumy rocznej odpływu powierzchniowego



Odptyw wód opadowych – Wyszków

Przykłady wyników:

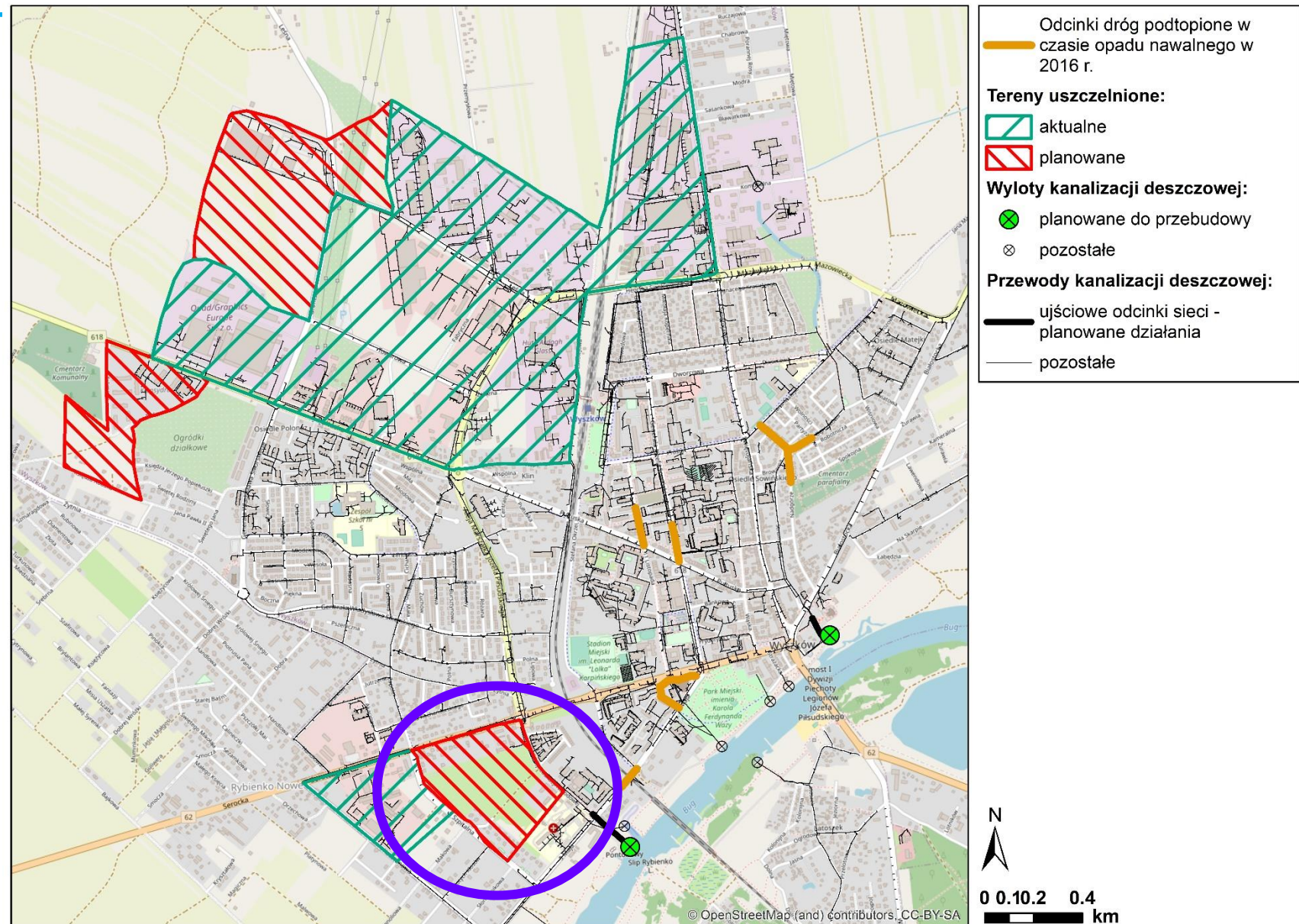
- Odptyw wód opadowych z „obszarów problemowych” wskazanych przez Miasto
 - 2 obszary aktualnie zabudowane
 - 3 obszary planowane do zabudowy
 - 2 odcinki ujściowe kanalizacji deszczowej
- Uwzględnienie zmian klimatu
- Uwzględnienie planowanych zmian zagospodarowania terenu (MPZP)
- Zaproponowanie działań zwiększających retencję



Odptyw wód opadowych – Wyszków

Przykłady wyników:

„Obszar problemowy” pomiędzy
ul. Szpitalną i Komisji Edukacji
Narodowej

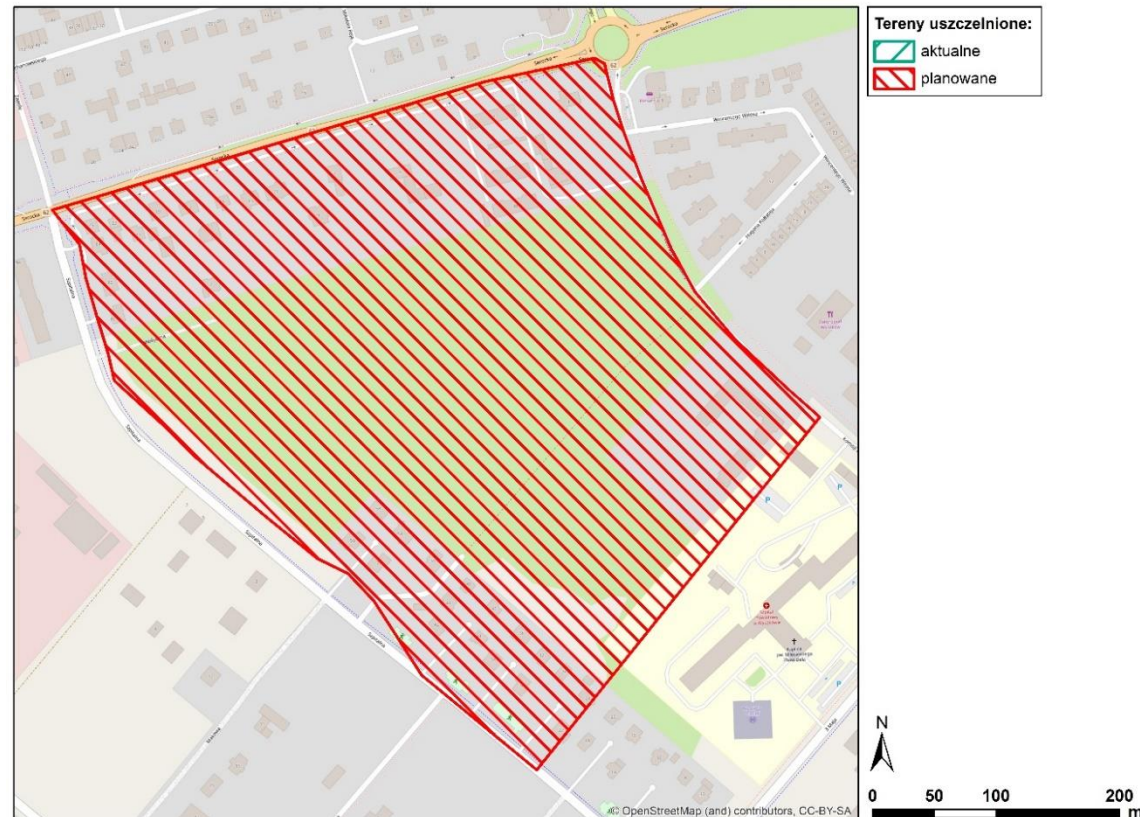


Odptyw wód opadowych – Wyszaków

Przykłady wyników:

„Obszar problemowy” pomiędzy ul. Szpitalną i Komisji Edukacji Narodowej

- 19,2 ha
- 8,5 ha to planowana zabudowa mieszkaniowa (głównie wielorodzinna) i usługowa (do roku 2020 było to 11 ha - rysunek)



„obszar problemowy” z planowanym terenem na zabudowę mieszkaniową i usługową

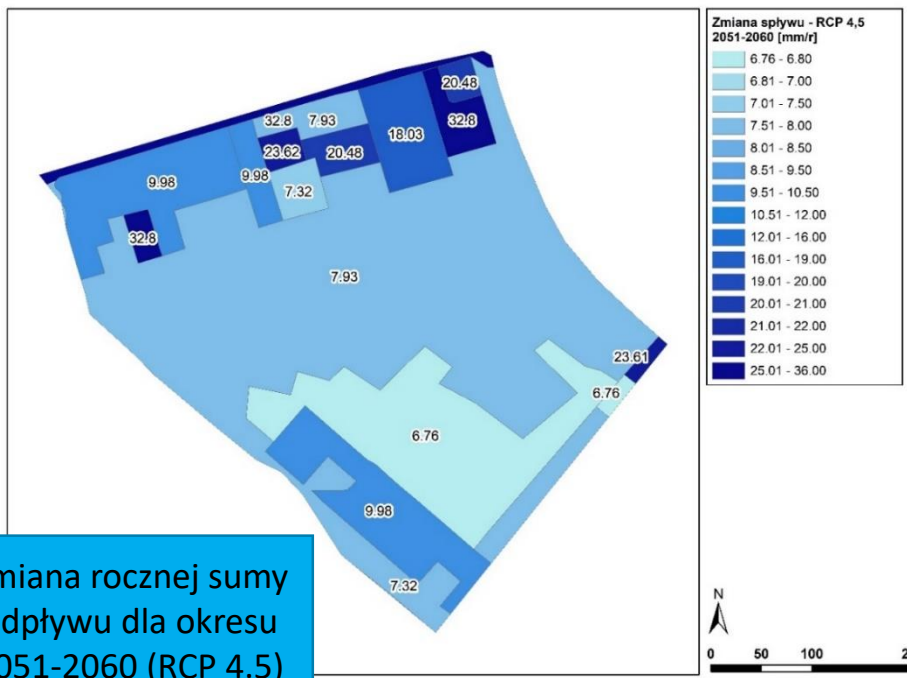
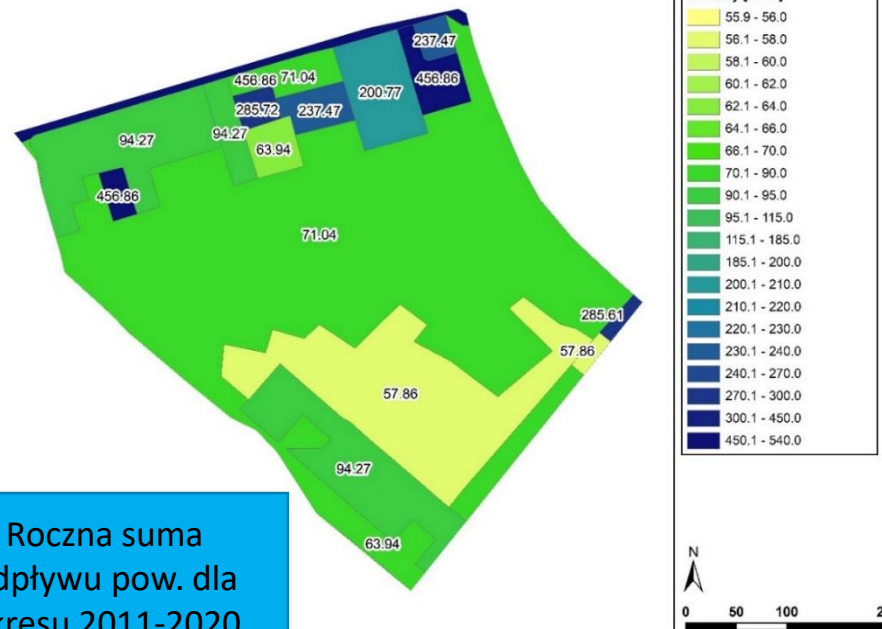
Odptyw wód opadowych – Wyszków



Przykłady wyników:

„Obszar problemowy” pomiędzy ul. Szpitalną i Komisji Edukacji Narodowej

- Odptyw roczny z planowanego do zabudowy obszaru **stanowi**
 - **Przed zabudową:** 41% całego odptywu z obszaru
 - **Po zabudowie:** 66% całego odptywu z obszaru
- Szacowany wzrost odptywu rocznego na **skutek zabudowy o 174%** (13 631 m³/rok, 124 mm)
- Szacowany wzrost odptywu rocznego na **skutek zabudowy i maksymalnych zmian klimatu o 238%** (18 568 m³/rok, 169 mm)



- Zmiana odptywu dobowego dla opadu o określonym prawdopodobieństwie

p [%]	Suma opadu [mm/d]	Częstość wystąpienia [raz na X lat]	Przed zabudową	Po zabudowie
Cały "obszar problemowy"				
50	37,5	2	3 166	4 573
25	48,4	4	4 814	6 451
20	51,4	5	5 286	6 976
10	59,7	10	6 638	8 457
5	67,0	20	7 863	9 779
4	69,2	25	8 237	10 178
2	75,7	50	9 348	11 359
1	81,7	100	10 392	12 462
Obszar planowanej zabudowy (11 ha) w tym 2,5 ha zabudowana do roku 2023				
50	37,5	2	1 596	3 003
25	48,4	4	2 511	4 148
20	51,4	5	2 775	4 465
10	59,7	10	3 534	5 353
5	67,0	20	4 224	6 140
4	69,2	25	4 435	6 376
2	75,7	50	5 063	7 075
1	81,7	100	5 654	7 724

Odptyw wód opadowych

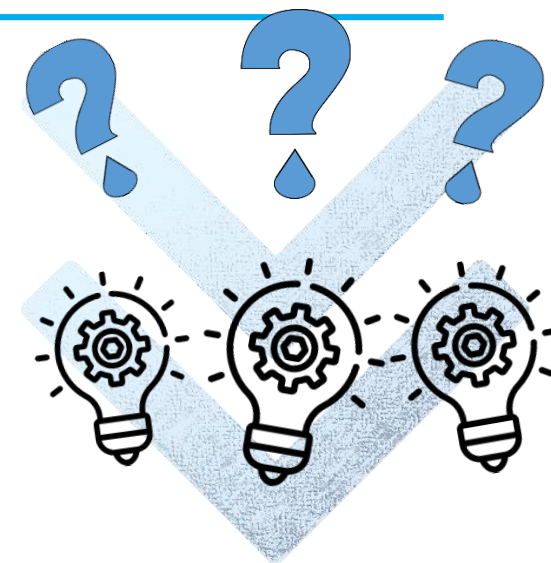
– Wyszaków

Co dalej?

- Dla każdego z siedmiu „obszarów problemowych” zaproponowano działania zwiększające retencję wód opadowych (głównie BZI) odpowiadające aktualnemu lub planowanemu zagospodarowaniu.
- Dla obszarów, w których Miasto ma ograniczoną rolę w wyborze metody retencji (zabudowa mieszkaniowa, usługowa, przemysłowa), możliwym działaniom (np. ogrody deszczowe, powierzchnie przepuszczalne, rowy infiltracyjne, studnie chłonne) przypisano orientacyjny zakres skuteczności, który może być użyty do działań informacyjnych, skierowanych do jednostek dysponujących danym terenem
- Dla obszarów, o których losie może decydować lub współdecydować Miasto wykonano obliczenia potencjalnej pojemności retencyjnej.

Przykłady:

- Przekierowanie wód opadowych i roztopowych do zbiorników powierzchniowych otwartych i kaskad z roślinnością
- Budowa suchych zbiorników
- Budowa na terenie szkoły podstawowej demonstracyjnych obiektów błękitno-zielonej infrastruktury odciążającej główne kolektory wód opadowych



Odptyw wód opadowych

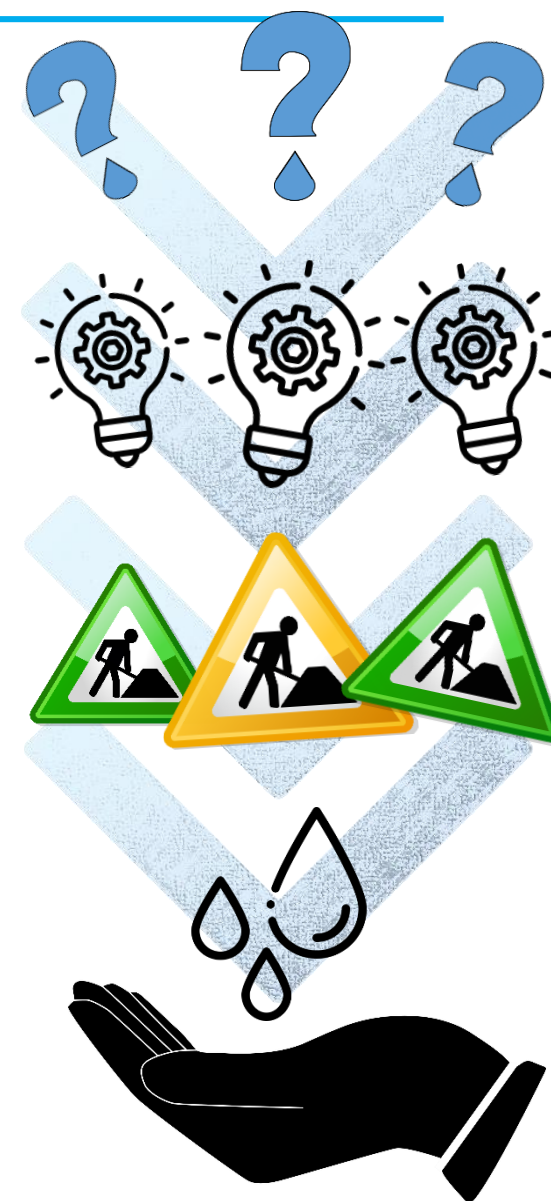
– Wyszaków

Co dalej?

- Dla każdego z siedmiu „obszarów problemowych” zaproponowano działania zwiększające retencję wód opadowych (głównie BZI) odpowiadające aktualnemu lub planowanemu zagospodarowaniu.
- Dla obszarów, w których Miasto ma ograniczoną rolę w wyborze metody retencji (zabudowa mieszkaniowa, usługowa, przemysłowa), możliwym działaniom (np. ogrody deszczowe, powierzchnie przepuszczalne, rowy infiltracyjne, studnie chłonne) przypisano orientacyjny zakres skuteczności, który może być użyty do działań informacyjnych, skierowanych do jednostek dysponujących danym terenem
- Dla obszarów, o których losie może decydować lub współdecydować Miasto wykonano obliczenia potencjalnej pojemności retencyjnej.

Przykłady:

- Przekierowanie wód opadowych i roztopowych do zbiorników powierzchniowych otwartych i kaskad z roślinnością
 - Budowa suchych zbiorników
 - Budowa na terenie szkoły podstawowej demonstracyjnych obiektów błękitno-zielonej infrastruktury odciążającej główne kolektory wód opadowych
- **Czy działania mają szansę na wdrożenie?**



Wyszków – Miasto z Klimatem

BRZMI DUMNIE



RETENCJA MIEJSKA

NOWE WYZWANIE



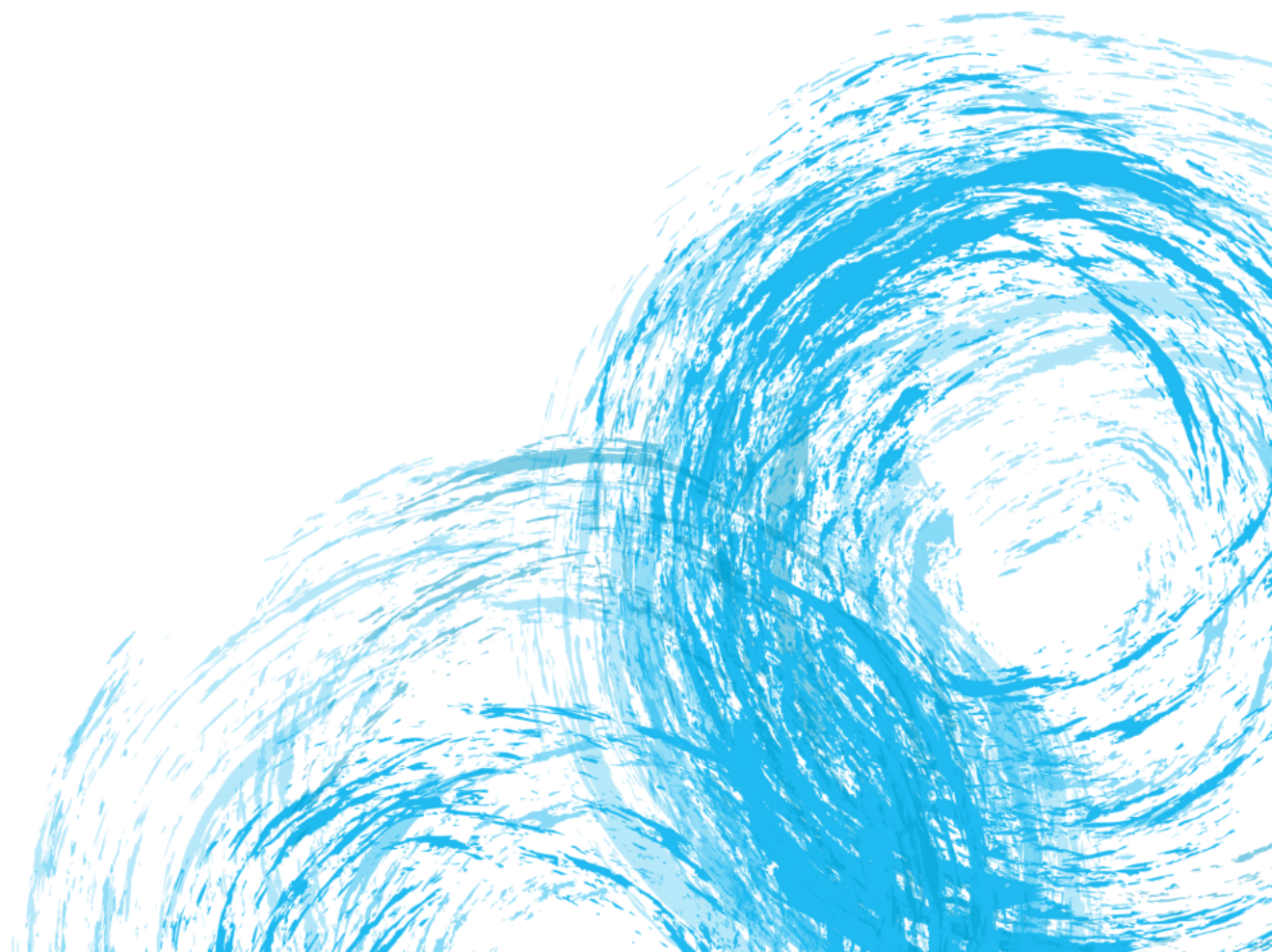
MIASTO Z KLIMATEM – CO ZYSKAŁ WYSZKÓW

- pakiet szczegółowych opracowań w zakresie retencji miejskiej,
- usystematyzowanie wiedzy,
- propozycje konkretnych działań,
- nawiązanie relacji z partnerami merytorycznymi,
- Mapa drogowej transformacji miasta w kierunku neutralności klimatycznej!



TRANSFORMACJA MIASTA

- co dalej?
- czego potrzebujemy?



Dziękujemy za uwagę!



Magdalena Głogowska

Jacek Borgulat

Joachim Bronder

Angelika Grajoszek

Wanda Jarosz

Janusz Krupanek

Beata Michaliszyn

Patrycja Obłój

Joanna Piasecka-Rodak

Katarzyna Samborska-Goik

Katarzyna Sitko

Ewa Strzelecka-Jastrzęb

Karolina Szaton-Orlińska



GMINA WYSZAKÓW

Żaneta Kozak

Marta Ciuraj-Makarewicz

Mirostaw Wysocki

Robert Garbarczyk



IOŚ-PIB

Instytut Ochrony Środowiska
Państwowy Instytut Badawczy

Rafał Ulańczyk

Michał Marcinkowski

Tomasz Pecka



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej



IOŚ-PIB
Instytut Ochrony Środowiska
Państwowy Instytut Badawczy

