



PORADNIK W ZAKRESIE IDENTYFIKACJI OBSZARÓW ZAGROŻONYCH WODAMI OPADOWYMI NA TERENACH ZURBANIZOWANYCH

Załącznik nr 1

Wybrane zagadnienia metodyczne

Spis treści

Wstęp	3
1. Dane opadowe	3
1.1. Opady miarodajne	3
1.2. Rozkład opadu	5
2. Mapa szorstkości	8
3. Infiltracja	10
4. Wytyczne techniczne w zakresie opracowania baz danych i prezentacji kartograficznych dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi	14
4.1. Opracowanie baz danych przestrzennych	14
4.2. Opracowanie prezentacji kartograficznych	28
4.2.1. Obszar zagrożenia wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%, 10%, 20%, 1%CC i 10%CC	28
4.2.2. Obszary potencjalnej retencji dla prawdopodobieństwa 10% i czasu trwania opadu 120 min	31
Spis Tabel	34
Spis Rysunków	35

Wstęp

Przebieg prac analitycznych dla wszystkich analizowanych w ramach Poradnika wariantów, zawiera szereg złożonych zadań, związanych z przygotowaniem danych oraz opracowaniem wyników analiz. Poniżej przedstawiono opisy dotyczące przygotowania danych opadowych, mapy szorstkości, informacji o infiltracji oraz wytycznych w zakresie opracowania bazy danych przestrzennych oraz prezentacji kartograficznych dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi.

1. Dane opadowe

Dane opadowe są wymagane dla wszystkich analizowanych wariantów. Przygotowanie danych opadowych do modelowania hydrodynamicznego przebiega w dwóch krokach:

1. opracowanie lub pozyskanie danych o opadach maksymalnych o określonym czasie trwania i prawdopodobieństwie przewyższenia (prawdopodobieństwo przewyższenia opadu to parametr dotyczący prawdopodobieństwa wystąpienia deszczu np. dla prawdopodobieństwo wystąpienia opadu równego 50% prawdopodobieństwo przewyższenia opadu będzie wynosiło 0,5),
2. przeprowadzenie rozkładu opadu miarodajnego.

Na potrzeby wykonania analiz dla zlewni pilotażowych wykorzystano opady pozyskane z rekomendowanych modeli probabilistycznych opadów maksymalnych o określonym czasie trwania i prawdopodobieństwie przewyższenia, stanowiących wyniki projektu PMACTP. W zależności od doboru scenariuszy obliczeniowych, pozyskuje się właściwe dla analiz dane o średnim natężeniu deszczu [$\text{dm}^2 \cdot (\text{s} \cdot \text{ha})^{-1}$] i sumie opadu [mm]. W przypadku analiz dla zlewni pilotażowych, wykorzystano opad o prawdopodobieństwie $p = 1\%$, $p = 10\%$ i $p = 20\%$ o czasie trwania $t = 15 \text{ min}$ i $t = 120 \text{ min}$.

1.1. Opady miarodajne

Dane opadowe z modeli probabilistycznych opadów maksymalnych o określonym czasie trwania i prawdopodobieństwie przewyższenia wykorzystuje się w niezmienionej postaci w Wariancie 2 i Wariancie 3, natomiast Wariant 1 zakłada uwzględnienie infiltracji w sposób uproszczony poprzez zastosowanie do obliczeń hydrodynamicznych opadu netto. Aby uzyskać opad netto konieczne jest na początku pozyskanie opadu brutto, np. z modeli probabilistycznych opadów maksymalnych o określonym czasie trwania i prawdopodobieństwie przewyższenia.

Następnie należy obliczyć wielkość infiltracji na terenach nieuszczelnionych wykorzystując do obliczeń model Hortona. W przypadku Wariantu 1, podejście do infiltracji jest uproszczone.

Wyliczanie opadu netto oparte jest na zredukowaniu opadu brutto o wielkość infiltracji na terenach nieuszczelnionych bez uwzględnienia innych czynników (np. ewaporacji, transpiracji).

Dla oszacowania wartości infiltracji wód opadowych można zastosować uproszczony model Hortona, powstały w oparciu o empiryczne obserwacje, zgodnie z którym zdolność infiltracji gruntu maleje wykładniczo od wartości początkowej do wartości minimalnej. Równanie tego modelu w ogólnej postaci jest opisane za pomocą wzoru:

$$f = f_c + (f_0 - f_c) \cdot e^{-k \cdot t}$$

gdzie:

f – intensywność infiltracji w czasie (t) [mm/h]

f_0 – początkowa intensywność infiltracji [mm/h]

f_c – końcowa intensywność infiltracji [mm/h]

k – 0,069 stała recesji w modelu Hortona [min^{-1}]

t – czas trwania opadu [h].

Analizę powinno się przeprowadzać dla najbardziej niekorzystnego scenariusza pod kątem możliwości infiltracji wód opadowych, czyli scenariusza, w którym infiltracja będzie najniższa. W tym celu należy zastosować następujące założenia:

- symulowany opad występuje po krótkim czasie po wystąpieniu opadu wcześniejszego, zatem nie dochodzi jeszcze do odbudowania początkowej wartości intensywności infiltracji f_o , a mianowicie $f_o = f_c$,
- należy założyć wartość infiltracji końcowej, w tym miejscu warto zweryfikować rodzaje gleb występujące na danym obszarze,
- infiltracja będzie występowała na terenach nieuszczelnionych, do której według klasyfikacji obiektów z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) zalicza się:
 - ▶ teren leśny i zadrzewiony (PTLZ),
 - ▶ roślinność krzewiasta (PTRK),
 - ▶ uprawa trwała (PTUT),
 - ▶ roślinność trawiasta i uprawa rolna (PTTR),
 - ▶ grunt nieużytkowany (PTGN),
 - ▶ wyrobisko i zwałowisko (PTWZ),
 - ▶ pozostały teren niezabudowany (PTNZ),
- wartość infiltracji na terenach uszczelnionych będzie wynosiła 0 [mm/h], do tej grupy według klasyfikacji BDOT10k zalicza się:
 - ▶ zabudowa (PTZB),
 - ▶ teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi (PTKM),
 - ▶ plac (PTPL),
 - ▶ składowisko odpadów (PTSO).

W tabeli poniżej ([Tabela 1](#)) przedstawiono końcową intensywność infiltracji f_c w zależności od rodzaju powierzchni/gleb.

Tabela 1 Końcowa intensywność infiltracji f_c

Rodzaj powierzchni terenu	f_c [mm/h]
Gleby o bardzo małej zdolności infiltracji, składające się głównie z warstw uniemożliwiających wsiąkanie wody (zwarte iły lub gliny)	0,0 – 1,3
Gleby o małej zdolności infiltracji, składające się głównie z warstw utrudniających wsiąkanie wody (gliny, iły piaszczyste)	1,3 – 3,8
Gleby o umiarkowanej zdolności infiltracji, składające się głównie z glin piaszczystych)	3,8 – 7,6
Gleby o wysokiej zdolności infiltracji, składające się głównie z piasków i żwirów	7,6 – 11,4

źródło: Wykorzystanie i rozbudowa modelu sieci kanalizacyjnej, Nowogoński, 2018

Stosując opisaną metodykę, końcową wysokość opadu miarodajnego o czasie trwania 2h (120 min) obliczono ze wzoru:

$$h_{mo} = \frac{(h_{mn} * A_n) + (h_{mp} * A_p)}{(A_n + A_p)}$$

gdzie:

h_{mo} – wysokość opadu miarodajnego dla całego obszaru [mm],

h_{mn} – wysokość opadu miarodajnego dla terenów nieprzepuszczalnych [mm],

h_{mp} – wysokość opadu miarodajnego dla terenów przepuszczalnych [mm],

A_n – powierzchnia nieprzepuszczalna obszaru [km²],

A_p – powierzchnia przepuszczalna obszaru [km²].

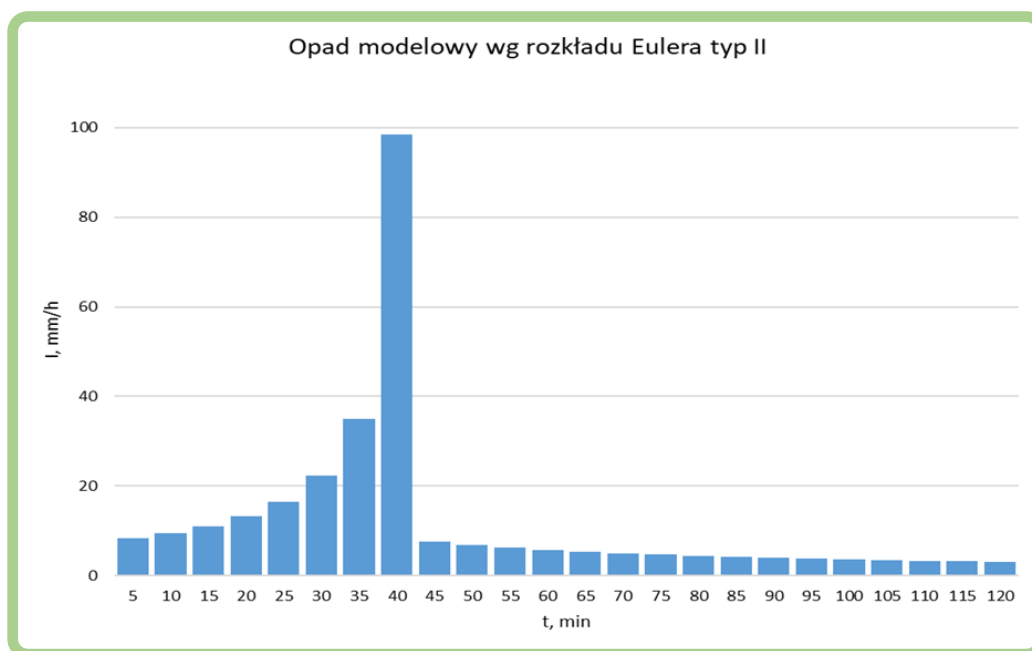
1.2. Rozkład opadu

Po uzyskaniu opadu z modeli probabilistycznych opadów maksymalnych o określonym czasie trwania i prawdopodobieństwie przewyższenia dla Wariantu 2 i 3 oraz po obliczeniu opadu netto dla Wariantu 1 należy dokonać rozkład opadu.

Rozkładu opadów można dokonać różnymi metodami, z czego najczęściej stosowanymi w kraju jest rozkład Eulera typu II oraz rozkład DVWK. Wspomniane oba wzorce opadów charakteryzują się pojedynczymi tzw. pikami szczytowych wartości intensywności deszczu oraz nieliniowym bądź liniowym wzrostem i spadkiem intensywności, odpowiednio przed i po pik. Dla opadów modelowych Eulera typu II pik ten występuje w jednej trzeciej całkowitego czasu trwania deszczów, natomiast dla „miarodajnego” wzorca DVWK – w połowie tego czasu.

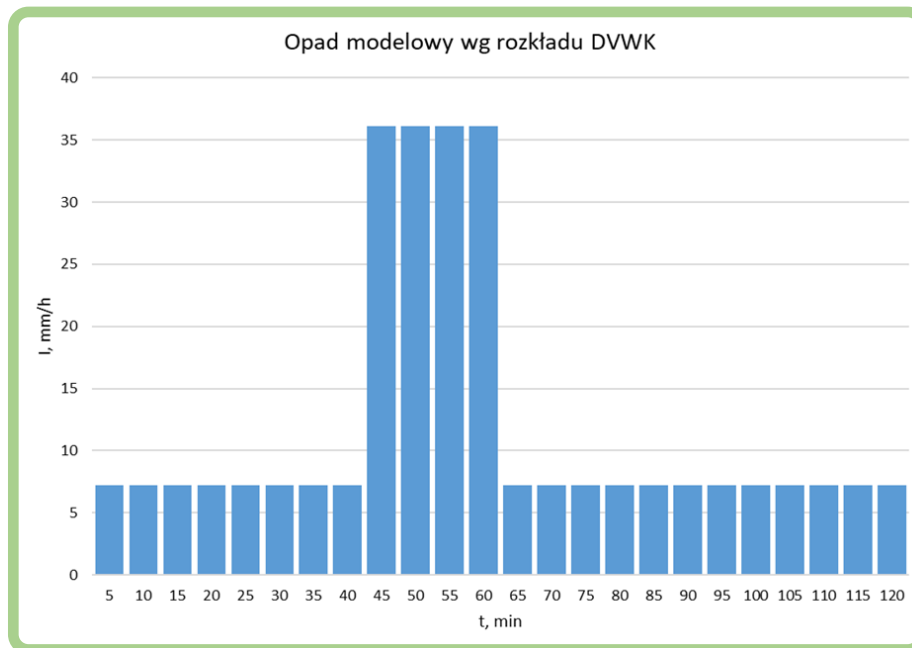
Na poniższych rysunkach przedstawiono przykładowe wykresy opadu z wykorzystaniem rozkładu Eulera typu II ([Rysunek 1](#)) oraz DVWK ([Rysunek 2](#)).

Rysunek 1 Przykładowy wykres opadu z wykorzystaniem rozkładu Eulera typu II



źródło: opracowanie własne

Rysunek 2 Przykładowy wykres opadu z wykorzystaniem rozkładu DVWK



źródło: opracowanie własne

Tworzenie hietogramów wzorcowych (tj. wykresów wysokości opadu w czasie) wymaga określenia zmian parametrów opadu w czasie jego trwania, a w tym ustalenia położenia piksu maksymalnej intensywności deszczu. Rekomendowanym rozkładem jest rozkład Eulera typu II. Opad modelowy Eulera jest uznawany za odpowiadający rzeczywistym, zmierzonym seriom opadów nawalnych z wielolecia. W rozkładzie tym ustala się chwilę czasową o najwyższym natężeniu, po upływie 0,3 czasu trwania opadu obliczeniowego i zaokrągla do 5 minut. Do przedziału dołącza się z lewej strony na osi czasu następane przedziały o mniejszych natężeniach opadu, aż osiągnięta zostaje chwila czasowa $t = 0$. Kolejne przedziały deszczu występują na osi czasu z prawej strony w stosunku do przedziału szczytowego i wypełniają okres do końca opadu modelowego.

W tabeli i na rysunku poniżej ([Tabela 2](#) i [Rysunek 3](#)) przedstawiono przykładowy opad modelowy o prawdopodobieństwie $p = 10\%$ i czasie trwania $t = 120$ min, który wykorzystany został do przeprowadzenia symulacji w Wariancie 3 dla Nowego Sącza.

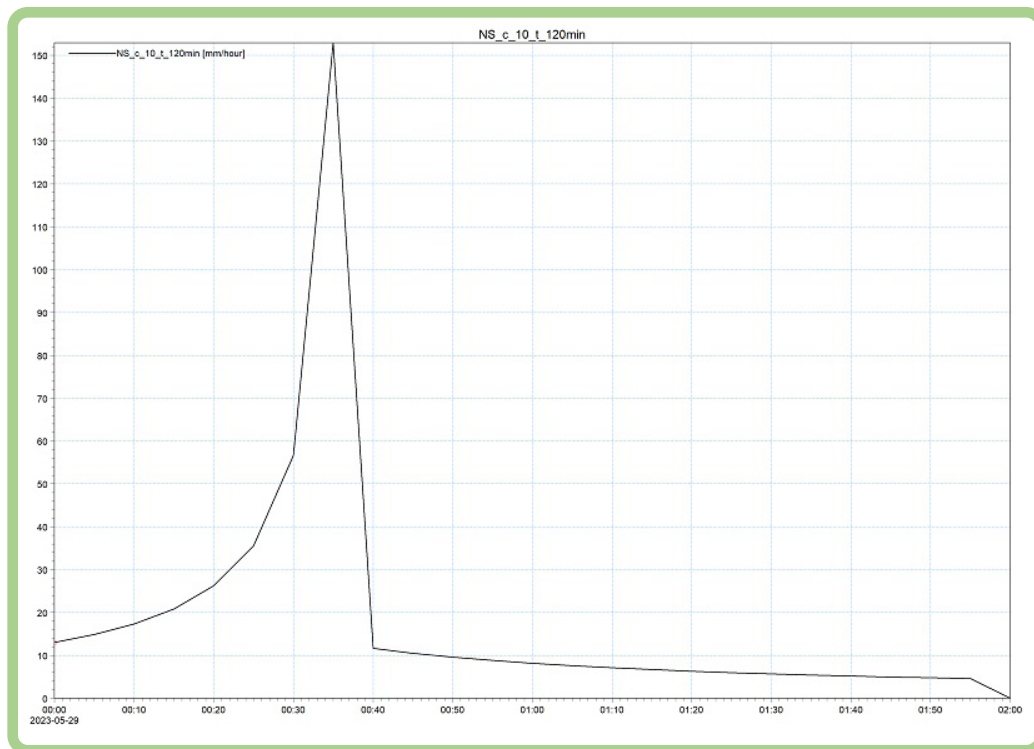
Tabela 2 Przykładowy opad modelowy $p = 10\%$ i $t = 120$ min wykorzystany do przeprowadzenia symulacji w Wariancie 3 dla miasta Nowy Sącz

Czas	Intensywność opadu
[h:m]	[mm/h]
00:05	13,04
00:10	14,88
00:15	17,34
00:20	20,85
00:25	26,23
00:30	35,65
00:35	56,68
00:40	152,88
00:45	11,63
00:50	10,50
00:55	9,58
01:00	8,81
01:05	8,16
01:10	7,60

Czas	Intensywność opadu
01:15	7,12
01:20	6,70
01:25	6,33
01:30	5,99
01:35	5,70
01:40	5,43
01:45	5,19
01:50	4,97
01:55	4,77
02:00	4,58

źródło: opracowanie własne

Rysunek 3 Graficzna prezentacja przykładowego opadu modelowego $p = 10\%$ i $t = 120$ min wykorzystanego do przeprowadzenia symulacji w Wariancie 3 dla miasta Nowy Sącz



źródło: opracowanie własne

2. Mapa szorstkości

W celu odwzorowania hydrodynamiki spływu powierzchniowego dla każdego wariantu należy opracować mapę szorstkości (w wykorzystywanym przy analizie pilotażowej modelu MIKE+ została opracowana mapa w postaci pliku dfs2). Informacje dotyczące przestrzennego rozmieszczenia pokrycia terenu oraz klas użytkowania terenu można pozyskać z bazy danych obiektów topograficznych (BDOT10k). Natomiast wartości współczynników szorstkości Manninga „n” można przypisać do odpowiednich klas użytkowania, zgodnie z „Metodyką opracowania map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego w II cyklu planistycznym” (2020).

W poniższej tabeli (Tabela 3) przedstawiono zestawienie warstw .shp z BDOT10k, które zostały wykorzystane do przygotowania mapy szorstkości.

Tabela 3 Warstwy BDOT10k wykorzystane w procesie opracowania mapy szorstkości

Kod	Nazwa klasy obiektów
Warstwa liniowa	
SKJZ	Jezdnia
Warstwy poligonowe	
BUBD	Budynek
PTPL	Plac
PTKM	Teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi
PTWP	Woda powierzchniowa
PTZB	Zabudowa
PTUT	Uprawa trwała
PTWZ	Wyrobisko i zwałowisko
PTTR	Roślinność trawiasta i uprawa rolna
PTSO	Składowisko odpadów
PTRK	Roślinność krzewiasta
PTLZ	Teren leśny i zadrzewiony
PTNZ	Pozostały teren niezabudowany
PTGN	Grunt nieużytkowany

źródło: opracowanie własne

Kolejne etapy przygotowania mapy szorstkości:

- przycięcie wskazanych wyżej warstw poligonowych z BDOT do granicy obszaru opracowania, analogicznej do granicy siatki obliczeniowej,
- wykorzystanie warstwy liniowej z jezdniami (BDOT) odwzorowującej oś jezdni, ze względu na brak warstwy poligonowej przedstawiającej przebieg dróg,
- weryfikacja szerokości dróg (dla brakujących odcinków jezdni przyjęcie szerokości 2 m) na podstawie informacji zawartych w tabeli atrybutów, w kolumnie „SZERNAWIE” (kolumna z informacją o szerokości nawierzchni), oraz wykonanie buforu i uzyskanie poligonów wyznaczających przebieg dróg,
- połączenie przygotowanych poligonów na podstawie atrybutów zawartych w kolumnie z informacją o materiale nawierzchni oraz w kolumnie z kodem informującym o klasie obiektu,
- wykorzystanie ortofotomapy i rozszerzenie powstałych poligonów dróg w miejscach istotnych skrzyżowań, w celu odwzorowania ich rzeczywistego kształtu,

- ujednoczenie (funkcja dissolve) pokrycia terenu we wszystkich warstwach plików przestrzennych (.shp) za pomocą atrybutów „RODZAJ” (kolumna z opisem pokrycia terenu) oraz „X_KOD” (kolumna z kodem informującym o klasie obiektu) oraz dodanie atrybutu „pokrycie”, określającego szczegółową klasę pokrycia terenu,
- na podstawie przygotowanych informacji w tabeli atrybutów tj. „RODZAJ” (kolumna z opisem pokrycia terenu), „X_KOD” (kolumna z kodem informującym o klasie obiektu), „pokrycie” (kolumna ze szczegółową klasą pokrycia terenu) oraz „MATNAWIERZ” (kolumna z informacją o materiale nawierzchni), w kolumnie „Manning_n” przypisanie wartości współczynników szorstkości – bardzo dobrym źródłem tej informacji jest metodyka projektu aMZPIMRP (opracowanej w trakcie II cyklu planistycznego wdrażania Dyrektywy Powodziowej),
- wartości współczynników szorstkości wg Manninga przedstawia (Tabela 4); dla warstw plac (PTPL) oraz jezdnia (SKJZ) wartości współczynników Manninga są oparte o informacje o typie pokrycia terenu, dzięki temu zostaje uzyskane dokładniejsze zróżnicowanie współczynnika Manninga,
- połączenie wszystkich przygotowanych warstw do jednego pliku oraz wycięcie nakładających się poligonów,
- konwertowanie powstałej warstwy przestrzennej do rastra; w zależności od wykorzystanego oprogramowania do modelowania należy plik dostosować do wymaganego formatu i wprowadzić do modelu; w przypadku wykorzystanego w analizach pilotażowych MIKE+, przygotowany plik rastrowy został przekonwertowany do pliku w formacie oprogramowania MIKE (.dfs2) za pomocą narzędzia Grd2Mike dostępnego w oprogramowaniu MIKE+ w sekcji MIKE Zero toolbox.

Tabela 4 Zestawienie kodów pokrycia terenu wraz z wartościami współczynników szorstkości wg Manninga oraz przypisanymi informacjami o pokryciu terenu z BDOT10k

KOD (pokrycia terenu)	Wartość współczynnika szorstkości n	Opis pokrycia terenu	Kod BDOT10k	Nazwa obiektu w BDOT10k
T01	0,025	Beton, asfalt	PTPL01	Plac
			PTKM01	Teren pod drogą kołową
			PTKM03	Teren pod drogą kołową i torowiskiem
			PTKM04	Teren pod drogą lotniskową
T03	0,120	Las	PTLZ01	Las
			PTLZ02	Zagajnik
T04	0,080	Zadrzewienie	PTLZ03	Zadrzewienie
			PTUT03	Sad
T06	0,120	Krzaki	PTRK01	Kosodrzewina
			PTRK02	Krzewy
			PTUT04	Szkółka leśna
			PTUT05	Szkółka roślin ozdobnych
T07	0,045	Trawa	PTTR01	Roślinność trawiasta
T08	0,090	Nieużytki	PTGN04	Pozostały grunt nieużytkowany
T09	0,200	Ogródki działkowe	PTUT01	Ogród działkowy
T10	0,035	Piasek/żwir	PTGN03	Teren piaszczysty lub żwirowy
			PTWZ01	Wyrobisko
			PTWZ02	Zwałowisko
T11	0,200	Zabudowa jednorodzinna, tereny zagrodzone	PTZB02	Zabudowa jednorodzinna

KOD (pokrycia terenu)	Wartość współczynnika szorstkości n	Opis pokrycia terenu	Kod BDOT10k	Nazwa obiektu w BDOT10k
T12	0,050	Uprawa na gruntach ornych	PTUT02	Plantacja
			PTTR02	Uprawa na gruntach ornych
T14	0,020	Woda	PTWP01	Woda morska
			PTWP02	Woda płynąca
			PTWP03	Woda stojąca
T15	0,090	Kamienie	PTKM02	Teren pod torowiskiem
			PTGN01	Piarg, usypisko lub rumowisko skalne
			PTGN02	Teren kamienisty
T16	0,100	Składowiska odpadów	PTSO01	Teren składowania odpadów komunalnych
			PTSO02	Teren składowania odpadów przemysłowych
			PTNZ01	Teren pod urządzeniami technicznymi lub budowlami
T17	0,300	Zabudowa wielkokubaturowa,	PTZB01	Zabudowa wielorodzinna
			PTZB03	Zabudowa przemysłowo-składowa
			PTZB04	Zabudowa handlowo-usługowa
			PTZB05	Zozostała zabudowa
				Zeren przemysłowo-składowy

źródło: opracowanie własne na podstawie „Metodyki opracowania map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego w II cyklu planistycznym” (2020).

3. Infiltracja

W Wariancie 1 infiltracja uwzględniana jest w sposób uproszczony poprzez zmniejszenie opadu. Szczegółowy opis sposobu przygotowania danych opadowych z uwzględnieniem infiltracji znajduje się w [podrozdziale 1.1.](#)

W przypadku Wariantów 2 i 3 dane o infiltracji są bardziej szczegółowe, aniżeli w Wariancie 1, gdyż infiltracja wprowadzana jest do modelu, a nie uwzględniana poprzez zmniejszenie opadu.

W Wariancie 2 opad jest warunkiem brzegowym siatki obliczeniowej (opad trafia bezpośrednio na siatkę obliczeniową). W siatce tej nie ma możliwości zawarcia informacji o infiltracji, dlatego konieczne jest przygotowanie osobnego pliku zawierającego takie informacje. Plik ten to mapa infiltracji, która umożliwi podział obszaru analizy na tereny o różnych parametrach infiltracji. Po wprowadzeniu mapy infiltracji do modelu możliwe jest określenie osobnych parametrów infiltracji dla terenów wskazanych na tej mapie i tym samym uwzględnienie infiltracji w trakcie obliczeń.

W Wariancie 3 opad jest warunkiem brzegowym zlewni hydrologicznych (opad trafia na zlewnie hydrologiczne a nie jak w przypadku Wariantu 2 na siatkę obliczeniową). Woda pojawia się na siatce obliczeniowej dopiero w momencie jej wydostania się ze studzienek na przeciążonych odcinkach kanalizacji deszczowej. Zlewnie hydrologiczne umożliwiają wprowadzenie parametrów infiltracji, dlatego dla tego wariantu nie opracowuje się mapy infiltracji. Konieczne jest jednak określenie parametrów infiltracji dla zlewni hydrologicznych.

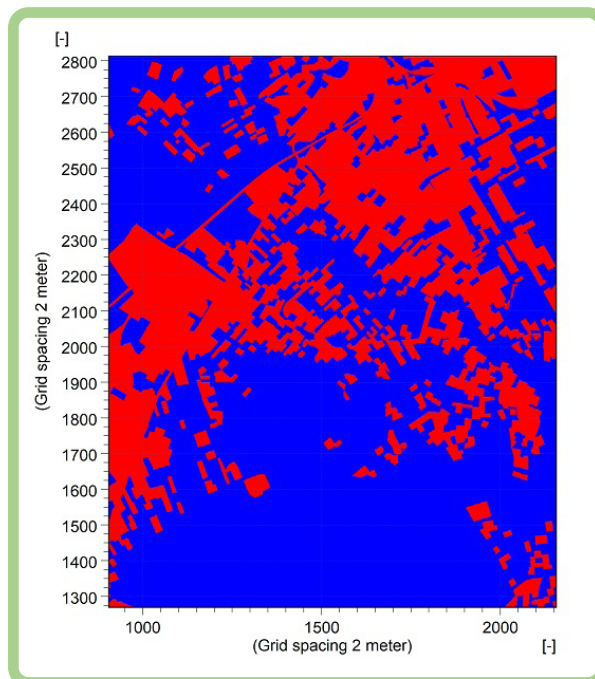
Dokładne kroki przygotowania mapy infiltracji zależne są od zastosowanego oprogramowania do modelowania, dlatego proces tworzenia mapy infiltracji należy przeprowadzić zgodnie z wytycznymi do danego oprogramowania. W przypadku wykorzystywanego w analizach pilotażowych narzędzia MIKE+ konieczne jest opracowanie mapy infiltracji zawierającej informacje o terenach zurbanizowanych i niezurbanizowanych w postaci

pliku dfs0. Informacje dotyczące występowania terenów zurbanizowanych pozyskać można z bazy danych obiektów topograficznych (BDOT10k).

Pierwszym etapem przygotowania mapy infiltracji jest przycięcie warstw poligonowych do granicy obszaru opracowania, analogicznej do granicy siatki obliczeniowej. Kolejnym etapem jest ujednoczenie (dissolve) wszystkich warstw plików przestrzennych (.shp) za pomocą kolumny z kodem informującym o klasie obiektu. Do terenów zurbanizowanych przypisuje się obszary opisane atrybutem „X_KOD”: PTKM, PTPL, PTSO i PTZB, natomiast do terenów niezurbanizowanych obszary opisane atrybutem „X_KOD”: PTGN, PTLZ, PTNZ, PTRK, PSTR, PTUT, PTWP i PTWZ. Określonym w ten sposób obszarom przypisuje się odpowiednie wartości: dla terenów niezurbanizowanych wartość 1, natomiast dla zurbanizowanych 2.

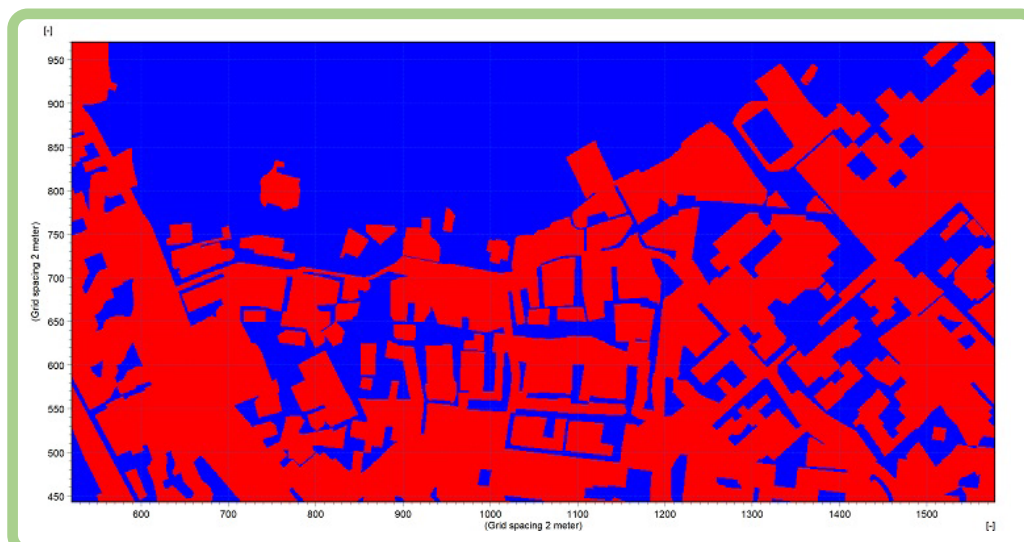
Kolejnym etapem opracowania mapy infiltracji jest połączenie wszystkich przygotowanych warstw do jednego pliku oraz wycięcie nakładających się poligonów. Następnie powstałą warstwę przestrzenną konwertuje się do rastra. Tak przygotowany plik rastrowy konwertuje się do rozszerzenia .dfs2 za pomocą narzędzia Grid2Mike dostępnego w oprogramowaniu MIKE+ w sekcji MIKE Zero toolbox. Plik .dfs2 należy wczytać do programu MIKE+, gdzie z uwagi na występującą zmienność infiltracji w czasie zostały określone parametry takie jak infiltracja początkowa, infiltracja końcowa, miąższość strefy infiltracji (głębokość zwierciadła wód gruntowych) oraz porowatość.

Rysunek 4 Przykładowy fragment rastra infiltracji z części 1 miasta Nowy Sącz



źródło: opracowanie własne

Rysunek 5 Przykładowy fragment rastra infiltracji z części 1 miasta Puławy



źródło: opracowanie własne

Parametry infiltracji zależne są od rodzaju gleb występujących na terenie analizy. Gleby te identyfikuje się na podstawie mapy glebowej. Informację o rodzaju gleb można pozyskać z różnych źródeł. W kraju informacje te dostępne są na mapie glebowo-rolniczej opracowanej przez Zakład Gleboznawstwa Eroзии i Ochrony Gruntów w IUNG (dane płatne). Na poziomie europejskim dostępna jest także ogólnodostępna baza danych o glebach - European Soil Data Centre (ESDAC).

W poniższej tabeli ([Tabela 5](#)) przedstawiono rodzaje gleb stanowiące daną grupę gleb.

Tabela 5 Rodzaje gleb stanowiące daną grupę gleb

Grupa glebowa	Rodzaj gleby
A	żwiry piaszczyste żwiry gliniaste piaski luźne
B	piaski słabogliniaste piaski gliniaste lekkie piaski gliniaste mocne pyły zwykłe lessy zwykłe
C	gliny lekkie iły pylaste pyły ilaste lessy ilaste
D	gliny średnie gliny ciężkie iły zwykłe

źródło: opracowanie własne

Do grupy glebowej „A” zaliczane są żwiry piaszczyste, żwiry gliniaste i piaski luźne. Charakteryzują się dużą przepuszczalnością wody. Dzięki dużej ilości przestrzeni pomiędzy ziarnami woda może łatwo przenikać w głąb gleby, co prowadzi do szybkiej infiltracji. Posiadają one niską zdolności do zatrzymywania wody, co w połączeniu z ich wysoką przepuszczalnością sprawia, że są podatne na erozję.

Do grupy glebowej „B” zaliczane są piaski słabo gliniaste, piaski gliniaste lekkie, piaski gliniaste mocne, pyły zwykłe i lessy zwykłe. Ze względu na dużą porowatość i przepuszczalność wody gleby te mają tendencje do szybkiej infiltracji oraz do ograniczonego zatrzymywania wody w porach między ziarnami. Pomimo szybkiej infiltracji gleby te są mniej podatne na erozję niż gleby z grupy „A” ze względu na występującą w nich glinę i inne substancje organiczne.

Do grupy glebowej „C” zaliczane są gliny lekkie, iły pylaste, pyły ilaste i lessy ilaste. Charakteryzują się niską przepuszczalnością wody ze względu na drobne cząstki ilaste, które tworzą strukturę gleby. Ze względu na dużą powierzchnię cząsteczek ilastych, gleby te mają zdolność do znacznego zatrzymywania wody w porach glebowych.

Do grupy glebowej „D” zaliczane są gliny średnie, gliny ciężkie i iły zwykłe. Ze względu na wysoką zawartość drobnych cząstek ilastych gleby te mają bardzo niską przepuszczalność, a ich struktura utrudnia przenikanie wody w głąb gleby. Mają one zdolność do znacznego zatrzymywania wody w porach glebowych, co w przypadku intensywnych opadów deszczu prowadzi do gromadzenia się wody na powierzchni gleby, tworząc warunki do spływu powierzchniowego i prowadząc do erozji.

Rodzaj gleb jest kluczowy dla określenia poziomu infiltracji w modelu. Na przykład gleby składające się głównie ze zwartych iłów, iłów piaszczystych i glin mają małą zdolność infiltracji. Parametry infiltracji należy dobrać na podstawie literatury dla zidentyfikowanych gleb na terenie analizy.

W przypadku analizowanych zlewni pilotażowych, w Nowym Sączu oraz w Puławach występują gleby o bardzo małej zdolności infiltracyjnej, składające się głównie ze zwartych iłów lub glin oraz gleby o małej zdolności infiltracji, składające się głównie z glin lub iłów piaszczystych. Parametry infiltracji dobrano na podstawie literatury dla zidentyfikowanych gleb na terenie analizy. Gleby te wykazują bardzo podobne właściwości infiltracyjne, dlatego do obliczeń przyjęto uśrednione wartości parametrów dla wszystkich rodzajów gleb na terenie analizy. Infiltrację początkową przyjęto na poziomie 18 mm/h natomiast infiltrację końcową na poziomie 1,3 mm/h. Parametry przypisano do obszarów wykorzystując wcześniej ustalone oznaczenia, 1 – obszary niezurbanizowane, 2 – obszary zurbanizowane. Na terenach zurbanizowanych występuje bardzo wiele obszarów, które są w 100% uszczelnione np. drogi asfaltowe, betonowe place. Z uwagi na to infiltracja na tych terenach została wyłączona (przypisane jej parametry wynoszą 0). Brak uwzględnienia infiltracji na terenach zurbanizowanych pozwolił na przeprowadzenie obliczeń dla najbardziej niekorzystnej sytuacji, w której infiltracja została wyczerpana.

W poniższych tabelach przedstawiono typowe wartości początkowej i końcowej infiltracji przyjmowane w literaturze ([Tabela 6](#) i [Tabela 7](#)).

Tabela 6 Początkowa intensywność infiltracji

Rodzaj powierzchni terenu	I_0 [mm/h]
Suche gleby piaszczyste z niewielką ilością roślinności	127
Suche gleby piaszczysto-gliniaste z niewielką ilością roślinności	76
Suche gleby gliniaste z niewielką ilością roślinności	25
Suche gleby piaszczyste z gęstą roślinnością	254
Suche gleby piaszczysto-gliniaste z gęstą roślinnością	152
Suche gleby gliniaste z gęstą roślinnością	51
Wilgotne gleby piaszczyste z niewielką ilością roślinności	43
Wilgotne gleby piaszczysto-gliniaste z niewielką ilością roślinności	25
Wilgotne gleby gliniaste z niewielką ilością roślinności	7,6
Wilgotne gleby piaszczyste z gęstą roślinnością	84
Wilgotne gleby piaszczysto-gliniaste z gęstą roślinnością	51
Wilgotne gleby gliniaste z gęstą roślinnością	18
Wilgotne gleby lessowe pozbawione roślinności	40

źródło: Metodyka i zasady modelowania odwodnienia terenów zurbanizowanych, Nowakowska i Kotowski, 2017

Tabela 7 Końcowa intensywność infiltracji

Rodzaj powierzchni terenu	I_k [mm/h]
Gleby o bardzo małej zdolności infiltracji, składające się głównie ze zwartych glin lub iłów	0,0 – 1,3
Gleby o małej zdolności infiltracji, składające się głównie z glin lub iłów piaszczystych	1,3 – 3,8
Gleby o umiarkowanej zdolności infiltracji, składające się głównie z glin piaszczystych	3,8 – 7,6
Gleby o wysokiej zdolności infiltracji, składające się głównie z piasków i żwirów	7,6 – 11,4

źródło: Metodyka i zasady modelowania odwodnienia terenów zurbanizowanych, Nowakowska i Kotowski, 2017

4. Wytyczne techniczne w zakresie opracowania baz danych i prezentacji kartograficznych dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi

W ramach przeprowadzonych analiz w miastach pilotażowych (Nowy Sącz i Puławy) wypracowano zakres i strukturę baz danych przestrzennych oraz sposób prezentacji kartograficznej wyznaczonych obszarów. Oczywiście, zarówno baza danych przestrzennych, jak również prezentacje kartograficzne mogą zostać dostosowane w zależności od potrzeb i możliwości oraz przyjętych scenariuszy obliczeniowych.

4.1. Opracowanie baz danych przestrzennych

Opis bazy danych przestrzennych przedstawiono na podstawie Wariantu 2, który zawiera największą liczbę scenariuszy obliczeniowych.

Baza danych przestrzennych dla Wariantu 2 zawiera poniższe warstwy:

- granice gmin,
- zasięg opracowania,
- zasięg siatek obliczeniowych,
- obszary zagrożone wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%,
- obszary zagrożone wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 10%,
- obszary zagrożone wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 20%,
- obszary zagrożone wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%CC,
- obszary zagrożone wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 10%CC,
- zagrożone obiekty,
- zalane ciągi komunikacyjne dla prawdopodobieństwa 1%,
- zalane ciągi komunikacyjne dla prawdopodobieństwa 10%,
- zalane ciągi komunikacyjne dla prawdopodobieństwa 20%,
- zalane ciągi komunikacyjne dla prawdopodobieństwa 1%CC,
- zalane ciągi komunikacyjne dla prawdopodobieństwa 10%CC,
- obszary potencjalnej retencji dla prawdopodobieństwa 10% i czasu trwania opadu 120 min,
- głębokość wody w przedziałach dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%,
- głębokość wody w przedziałach dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 10%,
- głębokość wody w przedziałach dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 20%,
- głębokość wody w przedziałach dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%CC,
- głębokość wody w przedziałach dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 10%CC,
- głębokość wody w przedziałach dla obszarów potencjalnej retencji dla prawdopodobieństwa 10% i czasu trwania opadu 120 min,
- miejsce i wartość głębokości maksymalnej dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%,

- miejsce i wartość głębokości maksymalnej dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 10%,
- miejsce i wartość głębokości maksymalnej dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 20%,
- miejsce i wartość głębokości maksymalnej dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%CC,
- miejsce i wartość głębokości maksymalnej dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 10%CC,
- miejsce i wartość głębokości maksymalnej dla obszarów potencjalnej retencji dla prawdopodobieństwa 10% i czasu trwania opadu 120 min.

Poniżej przedstawiono opis oraz strukturę atrybutową dla każdej z wyżej wymienionej warstwy.

Granice gmin

- Warstwa: granice_gmin,
- Typ warstwy: powierzchniowa,
- Opis: granice gmin w zasięgu siatek obliczeniowych,
- Źródło danych: PRG, TERYT.

Tabela 8 Struktura atrybutowa warstwy granice gmin

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
1	ID	Long integer	Identyfikator	
2	TERYT	Text (20)	Numer gminy w Krajowym Rejestrze Urzędowym Podziału Terytorialnego	TERYT
3	NAZWA	Text (128)	Nazwa gminy	TERYT

Zasięg opracowania

- Warstwa: zasięg_opracowania,
- Typ warstwy: powierzchniowa,
- Opis: zasięg opracowania,
- Źródło danych: opracowanie własne.

Tabela 9 Struktura atrybutowa warstwy zasięg opracowania

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
1	ID	Long integer	Identyfikator	Opracowanie własne
2	POW_KM2	Float	Powierzchnia zasięgu opracowania [km ²]	Opracowanie własne

Zasięg siatek obliczeniowych

- Warstwa: zasięg_siatek_obl,
- Typ warstwy: powierzchniowa,
- Opis: zasięg przygotowanych siatek obliczeniowych trójkątnych (MESH),
- Źródło danych: opracowanie własne.

Tabela 10 Struktura atrybutowa warstwy zasieg_siatek_obl

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
1	ID	Long integer	Identyfikator	Opracowanie własne
2	POW_KM2	Float	Powierzchnia zakresu siatek obliczeniowych [km ²]	Opracowanie własne

Obszary zagrożone wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%, 10%, 20%, 1%CC i 10%CC

- Warstwy;
 - ▶ obszary_zagrozone_wodami_opadowymi_1,
 - ▶ obszary_zagrozone_wodami_opadowymi_10,
 - ▶ obszary_zagrozone_wodami_opadowymi_20,
 - ▶ obszary_zagrozone_wodami_opadowymi_1_CC,
 - ▶ obszary_zagrozone_wodami_opadowymi_10_CC.
- Typ warstwy: powierzchniowa,
- Opis: obszary zagrożone wodami opadowymi, o głębokości zalania powyżej 30 cm i powierzchni 500 m² znajdujące się na terenach zabudowanych wyznaczone dla prawdopodobieństwa 1%, 10%, 20%, 1%CC i 10%CC,
- Źródło danych: opracowanie własne.

Tabela 11 Struktura atrybutowa warstwy obszary_zagrozone_wodami_opadowymi

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
1	ID	Long integer	Identyfikator	Opracowanie własne
2	SIATKA	Text (20)	Informacja o zastosowanej siatce obliczeniowej: - „MESH”	Opracowanie własne
3	WYS_OPAD	Float	Suma opadu [mm]	Opracowanie własne
4	PRAWD_OPAD	Text (4)	Prawdopodobieństwo wystąpienia opadu [%]: 1 - opad o częstotliwości występowania 1 raz na 100 lat; 10 - opad o częstotliwości występowania 1 raz na 10 lat; 20 - opad o częstotliwości występowania 1 raz na 5 lat; 1CC - opad o częstotliwości występowania 1 raz na 100 lat z uwzględnieniem zmian klimatu; 10CC - opad o częstotliwości występowania 1 raz na 10 lat z uwzględnieniem zmian klimatu	Opracowanie własne
5	CZAS_OPAD	Long integer	Czas trwania opadu [min]	Opracowanie własne
6	H_MIN	Float	Minimalna głębokość wody, dla jakiej wyznaczono obszary zagrożone wodami opadowymi [m]	Opracowanie własne
7	H_MAX	Float	Maksymalna głębokość wody w danym obszarze zagrożonym wodami opadowymi [m]	Opracowanie własne

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
8	H_SR	Float	Średnia głębokość wody w danym obszarze zagrożonym wodami opadowymi [m]	Opracowanie własne
9	POW_M2	Double	Powierzchnia danego obszaru zagrożonego wodami opadowymi [m ²]	Opracowanie własne
10	V_M3	Double	Objętość wody w danym obszarze zagrożonym wodami opadowymi [m ³]	Opracowanie własne
11	ULICA	Text (50)	Nazwa ulicy	Opracowanie własne
12	L_BUD	Long integer	Liczba zagrożonych obiektów	Opracowanie własne
13	DL_DR	Float	Długość zalanych ciągów komunikacyjnych [m]	Opracowanie własne

Zagrożone obiekty

- Warstwa: zagrożone_obiekty,
- Typ warstwy: powierzchniowa,
- Opis: obiekty znajdujące się na obszarach zagrożonych wodami opadowymi,
- Źródło danych: opracowanie własne na podstawie BDOT10k.

Tabela 12 Struktura atrybutowa warstwy zagrożone_obiekty

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
1	ID	Long integer	Identyfikator	Opracowanie własne
2	ID_OZ_1	Long integer	Identyfikator obszaru zagrożonego wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%. W przypadku braku zalania danego obiektu dla prawdopodobieństwa 1% w kolumnie tej wprowadzono wartość -7777.	Opracowanie własne
3	ID_OZ_10	Long integer	Identyfikator obszaru zagrożonego wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 10%. W przypadku braku zalania danego obiektu dla prawdopodobieństwa 10% w kolumnie tej wprowadzono wartość -7777.	Opracowanie własne
4	ID_OZ_20	Long integer	Identyfikator obszaru zagrożonego wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 20%. W przypadku braku zalania danego obiektu dla prawdopodobieństwa 20% w kolumnie tej wprowadzono wartość -7777.	Opracowanie własne
5	ID_OZ_1CC	Long integer	Identyfikator obszaru zagrożonego wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1% z uwzględnieniem zmian klimatu.	Opracowanie własne
6	ID_OZ_10CC	Long integer	Identyfikator obszaru zagrożonego wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 10% z uwzględnieniem zmian klimatu. W przypadku braku zalania danego obiektu dla prawdopodobieństwa 10% z uwzględnieniem zmian klimatu w kolumnie tej wprowadzono wartość -7777.	Opracowanie własne

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
7	X_KOD	Text (50)	<p>Kod klasy obiektu z BDOT10k:</p> <ul style="list-style-type: none"> • BUBD01 budynki mieszkalne jednorodzinne • BUBD02 budynki o dwóch mieszkaniach • BUBD03 budynki o trzech i więcej mieszkaniach • BUBD04 budynki zbiorowego zamieszkania • BUBD05 budynki hoteli • BUBD06 budynki zakwaterowania turystycznego, pozostałe • BUBD07 budynki biurowe • BUBD08 budynki handlowo - usługowe • BUBD09 budynki łączności, dworców i terminali • BUBD10 budynki garaży • BUBD 11 budynki przemysłowe • BUBD12 zbiorniki, silosy i budynki magazynowe • BUBD13 ogólnodostępne obiekty kulturalne • BUBD14 budynki muzeów i bibliotek • BUBD15 budynki szkół i instytucji badawczych • BUBD16 budynki szpitali i zakładów opieki medycznej • BUBD17 budynki kultury fizycznej • BUBD18 budynki gospodarstw rolnych • BUBD19 budynki przeznaczone do sprawowania kultu religijnego i czynności religijnych • BUBD20 obiekty budowlane wpisane do rejestru zabytków i objęte indywidualną ochroną konserwatorską oraz nieruchome, archeologiczne dobra kultury • BUBD21 pozostałe budynki niemieszkalne, gdzie indziej nie wymienione • BUSP01 basen odkryty • BUSP02 basen z czaszą foliową • BUSP03 bieżnia • BUSP04 kort tenisowy • BUSP05 kort tenisowy z czaszą foliową • BUSP06 plac gier i zabaw • BUSP07 plac sportowy • BUSP08 skocznia narciarska • BUSP09 stadion • BUSP10 sztuczny stok • BUSP11 tor samochodowy • BUSP12 tor saneczkowy • BUSP13 tor żużlowy • BUWT01 chłodnia kominowa • BUWT02 komin przemysłowy • BUWT03 maszt oświetleniowy 	BDOT10k

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
			<ul style="list-style-type: none"> • BUWT04 maszt telekomunikacyjny • BUWT05 turbina wiatrowa • BUWT06 słup energetyczny • BUWT07 podpora kolei linowej • BUWT08 wieża ciśnień • BUWT09 wieża przeciwpożarowa • BUWT 10 wieża szybu kopalnianego • BUWT11 wieża telekomunikacyjna • BUWT 12 wieża widokowa • BUZT01 osadnik • BUZT02 zbiornik na ciecz • BUZT03 zbiornik na materiały pędne lub gaz • BUZT04 zbiornik na materiały sypkie • BUIT01 szyb naftowy lub gazowy • BUIT02 ujęcie wody • BUIT03 transformator • BUIT04 zespół transformatorów • BUIT05 zespół dystrybutorów paliwa • BUIT06 zespół urządzeń stacji meteorologicznej • BUIT07 zespół urządzeń terminalu ropy naftowej lub materiałów ropopochodnych • BUCM01 zespół nagrobków cmentarnych • BUIB01 estrada • BUIB02 ogrodzenie trwałe • BUIB03 peron kolejowy • BUIB04 platforma widokowa • BUIB05 rampa • BUIB06 trybuna 	
8	FUNOGBUD	Text (50)	<p>Funkcja ogólna budynku z BDOT10k:</p> <ul style="list-style-type: none"> • nie dotyczy • budynkiMieszkalneJednorodzinne • budynkiODwochMieszkaniach • budynkiOTrzechIWiecejMieszkaniach • budynkiZbiorowegoZamieszkania • budynkiHoteli • budynkiZakwaterowaniaTurystycznegoPozostale • budynkiBiurowe • budynkiHandlowoUslugowe • budynkiLacznosciDworcowITerminali • budynkiGarazy • budynkiPrzemyslowe 	BDOT10k

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
			<ul style="list-style-type: none"> • zbiornikSilosIBudynkiMagazynowe • ogolnodostepneObiektyKulturalne • budynkiMuzeowIBibliotek • budynkiSzkolIIInstytucjiBadawczych • budynkiSzpitaliIZakladowOpiekiMedycznej • budynkiKulturyFizycznej • budynekGospodarstwaRolnego • budynkiKultuReligijnego • budynekZabytkowy • pozostaleBudynkiNiemieszkalne 	
9	FUNSZCZ	Text (50)	<p>Funkcja szczegółowa budynku z BDOT10k:</p> <ul style="list-style-type: none"> • nie dotyczy • budynekJednorodzinny • domLetniskowy • lesniczowka • budynekODwochMieszkaniach • budynekWielorodzinny • bursaSzkolna • domDlaBezdomnych • domDziecka • domOpiekiSpolecznej • domParafialny • domStudencki • domZakonny • hotelRobotniczy • internat • klasztor • koszary • placowkaOpiekunczoWychowawcza • rezydencjaAmbasadora • rezydencjaBiskupia • rezydencjaPrezydencka • zakladKarny • zakladPoprawczy • domWeselny • hotel • motel • pensjonat • restauracja • zajazd 	BDOT10k

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
			<ul style="list-style-type: none"> • domRekolekcyjny • domWypoczynkowy • osrodekSzkoleniowoWypoczynkowy • schroniskoTurystyczne • bank • centrumKonferencyjne • kuriaMetropolitarna • ministerstwo • placowkaDyplomatycznaLubKonsularna • policja • prokuratura • przejścieGraniczne • sad • siedzibaFirmyLubFirm • starostwoPowiatowe • strazGraniczna • strazPozarna • urzadzCelny • urzadzGminy • urzadzMiasta • urzadzMiastaIGminy • urzadzMarszalkowski • placowkaOperatoraPocztowego • urzadzWojewodzki • innyUrzadzAdministracjiPublicznej • apteka • centrumHandlowe • domTowarowyLubHandlowy • halaTargowa • halaWystawowa • hipermarketLubSupermarket • pawilonHandlowoUslugowy • stacjaObslugiPojazdow • stacjaPaliw • budynekKontroliRuchuKolejowego • dworzecLotniczy • hangar • latarniaMorska • lokomotywowniaLubWagonownia • stacjaKolejkiGorskiejLubWyciaguKrzeselekowego 	

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
			<ul style="list-style-type: none"> • stacjaNadawczaRadiaITelewizji • terminalPortowy • zajezdniaAutobusowa • zajezdniaTramwajowa • zajezdniaTrolejbusowa • garaz • parkingWielopoziomowy • elektrocieplownia • elektrownia • kotlownia • mlyn • produkcyjny • rafineria • spalarniaSmieci • warsztatRemontowoNaprawczy • wiatrak • budynekSpedycji • chlodnia • elewator • magazyn • silos • zbiornikNaGaz • zbiornikNaCiecz • budynekOgroduZooLubBotanicznego • budynekOgroduZooLubBotanicznego • filharmonia • halaWidowiskowa • kasyno • klubDyskoteka • opera • schroniskoDlaZwierzat • teatr • archiwum • biblioteka • centrumInformacyjne • galeriaSztuki • muzeum • obserwatoriumLubPlanetarium • placowkaBadawcza • przedszkole • stacjaHydrologiczna 	

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
			<ul style="list-style-type: none"> • stacjaMeteorologiczna • szkolaPodstawowa • szkolaPonadpodstawowa • szkolaWyzsza • hospicjum • izbaWytrzezwien • jednostkaRatownictwaMedycznego • klinikaWeterenaryjna • osrodekOpiekiSpolecznej • placowkaOchronyZdrowia • sanatorium • stacjaKrwiodawstwa • stacjaSanitarnoEpidemiologiczna • szpital • zlobek • halaSportowa • halowyTorGokartowy • klubSportowy • kortyTenisowe • kręgielnia • pływalnia • salaGimnastyczna • strzelnica • sztuczneLodowisko • ujezdzalnia • budynekGospodarczy • budynekProdukcyjnyZwierzatHodowlanych • stajnia • szklarniaLubCieplarnia • budynkiCmentarne • cerkiew • domPogrzebowy • dzwonnica • innyBudynekKultuReligijnego • kaplica • koscioł • krematorium • meczet • synagoga 	

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
			<ul style="list-style-type: none"> • zabytekBezFunkcjiUzytkowej • aresztSledczy • bacowka • schroniskoDlaNieletnich • stacjaGazowa • stacjaPomp • stacjaTransformatorowa • toaletaPubliczna • zabudowaniaKoszarowe • zakladKarnyLubPoprawczy 	

Zalane ciągi komunikacyjne dla prawdopodobieństwa 1%, 10%, 20%, 1%CC i 10%CC

- Warstwa;
 - ▶ zalane_ciagi_komunikacyjne_1,
 - ▶ zalane_ciagi_komunikacyjne_10,
 - ▶ zalane_ciagi_komunikacyjne_20,
 - ▶ zalane_ciagi_komunikacyjne_1_CC,
 - ▶ zalane_ciagi_komunikacyjne_10_CC.
- Typ warstwy: liniowa,
- opis: ciągi komunikacyjne znajdujące się na obszarach zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%, 10%, 20%, 1%CC i 10%CC,
- źródło danych: opracowanie własne na podstawie BDOT10k.

Tabela 13 Struktura atrybutowa warstwy zalane_ciagi_komunikacyjne

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
1	ID	Long integer	Identyfikator	Opracowanie własne
2	ID_OZWO	Long integer	Identyfikator obszaru zagrożonego wodami opadowymi	Opracowanie własne
3	X_KOD	Text (50)	Kod klasy obiektu z BDOT10k: <ul style="list-style-type: none"> • SKJZ01 jezdnia autostrady • SKJZ02 jezdnia drogi ekspresowej • SKJZ03 jezdnia drogi głównej ruchu przyśpieszonego • SKJZ04 jezdnia drogi głównej • SKJZ05 jezdnia drogi zbiorczej • SKJZ06 jezdnia drogi lokalnej • SKJZ07 jezdnia drogi dojazdowej • SKJZ08 jezdnia drogi innej • SKRP01 alejka • SKRP02 pasaż 	BDOT10k

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
			<ul style="list-style-type: none"> • SKRP03 ścieżka • SKTR01 tor kolejowy • SKTR02 tor metra • SKTR03 tor tramwajow 	
4	KATZARZ	Text (50)	Kategoria zarządzania drogi z BDOT10k: <ul style="list-style-type: none"> • nie dotyczy • krajowa • wojewodzka • powiatowa • gminna • zakladowa • inna 	BDOT10k
5	KLASADROGI	Text (50)	Klasa drogi z BDOT10k: <ul style="list-style-type: none"> • nie dotyczy • autostrada • ekspresowa • glownaRuchuPrzyspieszonego <ul style="list-style-type: none"> • glowna • zbiorcza • lokalna • dojazdowa • inna 	BDOT10k
6	MATNAWIERZ	Text (50)	Materiał nawierzchni drogi z BDOT10k: <ul style="list-style-type: none"> • nie dotyczy • beton • bruk • klinkier • kostkaKamienna • kostkaPrefabrykowana • masaBitumiczna • płytyBetonow <ul style="list-style-type: none"> • tłuczen • zwir • gruntNaturalny • stabilizacjaZwiremLubZuzlem 	BDOT10k
7	DLUGOSC_M	Double	Długość [m] na jakiej dany ciąg komunikacyjny znajduje się na obszarze zagrożonym wodami opadowymi	Opracowanie własne

źródło: opracowanie własne

Obszary potencjalnej retencji

- Warstwa: obszary_potencjalnej_retencji,
- typ warstwy: powierzchniowa,
- opis: obszary potencjalnej retencji o głębokości zalania powyżej 30 cm i powierzchni 500 m² znajdujące się na terenach niezabudowanych,
- źródło danych: opracowanie własne.

Tabela 14 Struktura atrybutowa warstwy obszary_potencjalnej_retencji

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
1	ID	Long integer	Identyfikator	Opracowanie własne
2	SIATKA	Text (20)	Informacja o zastosowanej siatce obliczeniowej: - „MESH”	Opracowanie własne
3	WYS_OPAD	Float	Suma opadu [mm]	Opracowanie własne
4	PRAWD_OPAD	Long Integer	Prawdopodobieństwo wystąpienia opadu [%]: 10% - opad o częstotliwości występowania 1 raz na 10 lat	Opracowanie własne
5	CZAS_OPAD	Long integer	Czas trwania opadu [min]	Opracowanie własne
6	H_MIN	Float	Minimalna głębokość wody, dla której wyznaczono obszary potencjalnej retencji [m]	Opracowanie własne
7	H_MAX	Float	Maksymalna głębokość wody w danym obszarze potencjalnej retencji [m]	Opracowanie własne
8	H_SR	Float	Średnia głębokość wody w danym obszarze potencjalnej retencji [m]	Opracowanie własne
9	POW_M2	Double	Powierzchnia danego obszaru potencjalnej retencji [m ²]	Opracowanie własne
10	V_M3	Double	Objętość wody w danym obszarze potencjalnej retencji [m ³]	opracowanie własne
11	SKARB_PANS	Long integer	Informacja o tym, czy dany obszar potencjalnej retencji znajduje się na terenie skarbu państwa: 0 – nie znajduje się 1 – znajduje się	Opracowanie własne
12	ULICA	Text (50)	Nazwa ulicy	Opracowanie własne

źródło: opracowanie własne

Głębokość wody w przedziałach dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%, 10%, 20%, 1%CC i 10%CC

- Warstwa;
 - ▶ przedzialy_glebokosci_wody_1,
 - ▶ przedzialy_glebokosci_wody_10,
 - ▶ przedzialy_glebokosci_wody_20,
 - ▶ przedzialy_glebokosci_wody_1_CC,
 - ▶ przedzialy_glebokosci_wody_10_CC.
- Typ warstwy: powierzchniowa,
- Opis: warstwa powierzchniowa z głębokościami wody [m] w przedziałach dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%, 10%, 20%, 1%CC i 10%CC,
- Źródło danych: opracowanie własne.

Tabela 15 Struktura atrybutowa warstwy przedzialy_glebokosci_wody

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
1	ID	Long integer	Identyfikator	Opracowanie własne
2	MIN	Float	Wartość początkowa głębokości [m] dla danego przedziału	Opracowanie własne
3	MAX	Float	Wartość końcowa głębokości [m] dla danego przedziału	Opracowanie własne
4	PRZEDZIAL	Text (20)	Zakres przedziału [m]	Opracowanie własne

źródło: opracowanie własne

Głębokość wody w przedziałach dla obszarów potencjalnej retencji

- Warstwa: przedzialy_glebokosci_wody_obszary_potencjalnej_retencji,
- typ warstwy: powierzchniowa,
- opis: warstwa powierzchniowa z głębokościami wody [m] w przedziałach dla obszarów potencjalnej retencji,
- źródło danych: opracowanie własne.

Tabela 16 Struktura atrybutowa warstwy przedzialy_glebokosci_wody_obszary_potencjalnej_retencji

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
1	ID	Long integer	Identyfikator	Opracowanie własne
2	MIN	Float	Wartość początkowa głębokości [m] dla danego przedziału	Opracowanie własne
3	MAX	Float	Wartość końcowa głębokości [m] dla danego przedziału	Opracowanie własne
4	PRZEDZIAL	Text (20)	Zakres przedziału [m]	Opracowanie własne

źródło: opracowanie własne

Miejsce i wartość głębokości maksymalnej dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%, 10%, 20%, 1%CC i 10%CC

- Warstwa;
 - ▶ h_max_1,
 - ▶ h_max_10,
 - ▶ h_max_20,
 - ▶ h_max_1_CC,
 - ▶ h_max_10_CC.
- Typ warstwy: punktowa,
- opis: miejsca i wartości głębokości maksymalnej [m] dla obszarów zagrożonych wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%, 10%, 20%, 1%CC i 10%CC,
- źródło danych: opracowanie własne.

Tabela 17 Struktura atrybutowa warstwy h_max

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
1	ID	Long integer	Identyfikator	Opracowanie własne
2	H_MAX	Float	Maksymalna głębokość wody w danym obszarze zagrożonym wodami opadowymi [m]	Opracowanie własne

źródło: opracowanie własne

Miejsce i wartość głębokości maksymalnej dla obszarów potencjalnej retencji

- Warstwa: h_max_obszary_potencjalnej_retencji,
- typ warstwy: punktowa,
- opis: miejsca i wartości głębokości maksymalnej [m] dla obszarów potencjalnej retencji,
- źródło danych: opracowanie własne.

Tabela 18 Struktura atrybutowa warstwy h_max_obszary_potencjalnej_retencji

Lp.	Nazwa atrybutu	Typ pola	Opis	Źródło
1	ID	Long integer	Identyfikator	Opracowanie własne
2	H_MAX	Float	Maksymalna głębokość wody w danym obszarze potencjalnej retencji [m]	Opracowanie własne

źródło: opracowanie własne

4.2. Opracowanie prezentacji kartograficznych

Wyznaczone obszary, z uwagi na ich niewielką powierzchnię, najlepiej przedstawić w postaci kartograficznej na indywidualnych kartach zawierających również podstawowe informacje o danym obszarze takie jak: powierzchnia zalania, objętość wody, średnia głębokość wody, maksymalna głębokość wody, długość zalanych ciągów komunikacyjnych czy liczba zagrożonych obiektów.

Poniżej przedstawiono opis elementów składających się na karty dla wyznaczonych obszarów, proponowany sposób nazewnictwa plików oraz przykładowe karty.

4.2.1. Obszar zagrożenia wodami opadowymi dla prawdopodobieństwa 1%, 10%, 20%, 1%CC i 10%CC

Elementy składające się na treść mapy

Na prezentacjach kartograficznych obszarów zagrożenia wodami opadowymi przedstawia się następujące elementy:

- mapa poglądowa lokalizacji obszaru zagrożenia,
- mapa szczegółowa obszaru zagrożenia,
- obszar zagrożenia wodami opadowymi,
- punkt maksymalnej głębokości wody,
- zalane ciągi komunikacyjne,
- zagrożone objekty,
- granice miasta Nowy Sącz,
- głębokość wody [m] – w siedmiu przedziałach: $0,3 < h \leq 0,4$ m; $0,4 < h \leq 0,6$ m; $0,6 < h \leq 0,8$ m; $0,8 < h \leq 1,0$ m; $1,0 < h \leq 1,2$ m; $1,2 < h \leq 1,4$ m; $h > 1,4$ m.

Na mapie poglądowej został przedstawiony obszar zagrożenia wodami opadowymi w oddaleniu z wykorzystaniem podkładu OpenStreetMap (openstreetmap.org/copyright) oraz lokalizacja wskazanego obszaru na tle granicy miasta.

Na mapie szczegółowej znajduje się obszar zagrożenia wodami opadowymi przedstawiony na tle ortofotomapy wraz z głębokością wody, punktem maksymalnej głębokości, zagrożonymi zalaniem ciągami komunikacyjnymi oraz zagrożonymi obiektami.

Elementy pozaramkowe mapy

- tytuł karty,
- numer obszaru,
- prawdopodobieństwo wystąpienia opadu [%],
- czas trwania opadu,
- numer wariantu,
- nazwa oraz ulica analizowanego miasta,
- główne ramki zawierające treść map,
- skala i podziałka liniowa,
- objaśnienia znaków,
- tabela zawierająca podstawowe informacje:
 - ▶ powierzchnia zalania [m²],
 - ▶ objętość wody [m³],
 - ▶ średnia głębokość wody [m],
 - ▶ maksymalna głębokość wody [m],
 - ▶ długość zalanych ciągów komunikacyjnych [m],
 - ▶ liczba zagrożonych obiektów.
- logotyp: znak Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie (do dostosowania według danej jednostki).

Objaśnienia znaków dla kart obszarów zagrożenia wodami opadowymi

Rysunek 6 Przykładowa karta obszaru zagrożenia wodami opadowymi

OBSZAR ZAGROŻENIA WODAMI OPADOWYMI NR 3

PRAWDOPODOBIEŃSTWO WYSTĄPIENIA OPADU 1% (raz na 100 lat)

CZAS TRWANIA OPADU $t = 15$ minut, WARIANT 2.2

MIASTO: Nowy Sącz, ul. Węgierska



Podstawowe informacje		Legenda:	
Powierzchnia zalania: 10547,30 m ²	Objętość wody: 7594,06 m ³		<p>obszar zagrożenia wodami opadowymi</p> <p>punkt maksymalnej głębokości wody</p> <p>zalane ciągi komunikacyjne</p> <p>zagrożone obiekty</p> <p>miasto Nowy Sącz</p> <p>głębokość wody</p> <p>0,3 < h ≤ 0,4 m</p> <p>0,4 < h ≤ 0,6 m</p> <p>0,6 < h ≤ 0,8 m</p> <p>0,8 < h ≤ 1,0 m</p> <p>1,0 < h ≤ 1,2 m</p> <p>1,2 < h ≤ 1,4 m</p> <p>h > 1,4 m</p>
Średnia głębokość wody: 0,72 m	Maksymalna głębokość wody: 1,44 m		
Długość zalanych ciągów komunikacyjnych: 0,00 m	Liczba zagrożonych obiektów: 10		

Poradnik w zakresie identyfikacji obszarów zagrożonych wodami opadowymi na terenach zurbanizowanych

źródło: opracowanie własne

Tabela 19 Objasnienie znaków dla kart obszarów zagrożenia wodami opadowymi

Znak	Objaśnienie znaków
	Obszar zagrożenia wodami opadowymi
	Punkt maksymalnej głębokości wody
	Zalane ciągi komunikacyjne
	Zagrożone obiekty
	Miasto Nowy Sącz
	Głębokość wody 0,3 < h ≤ 0,4 [m]
	Głębokość wody 0,4 < h ≤ 0,6 [m]
	Głębokość wody 0,6 < h ≤ 0,8 [m]
	Głębokość wody 0,8 < h ≤ 1,0 [m]
	Głębokość wody 1,0 < h ≤ 1,2 [m]
	Głębokość wody 1,2 < h ≤ 1,4 [m]
	Głębokość wody h > 1,4 [m]

źródło: opracowanie własne

Nazwy i rozdzielczości plików PDF

Nazwa pliku jest powiązana z wariantem, nazwą miasta, rodzajem obszaru, prawdopodobieństwem wystąpienia oraz z numerem obszaru.

Nazwa pliku jest zgodna z poniższym szablonem:

Wariant_nazwa miasta_obszar_zagrozenia_prawdopodobieństwo wystąpienia opadu_czas trwania opadu_numer obszaru.rozszerzenie

Pliki PDF przygotowuje się w rozdzielczości 300 dpi oraz w paletcie kolorów RGB.

4.2.2. Obszary potencjalnej retencji dla prawdopodobieństwa 10% i czasu trwania opadu 120 min

Elementy składające się na treść mapy

Na prezentacjach kartograficznych obszarów potencjalnej retencji przedstawia się następujące elementy:

- mapa poglądowa lokalizacji obszaru potencjalnej retencji,
- mapa szczegółowa obszaru potencjalnej retencji,
- obszar potencjalnej retencji,
- punkt maksymalnej głębokości wody,
- granica miasta Nowy Sącz,
- głębokość wody [m] – w siedmiu przedziałach: $0,3 < h \leq 0,4$ m; $0,4 < h \leq 0,6$ m; $0,6 < h \leq 0,8$ m; $0,8 < h \leq 1,0$ m; $1,0 < h \leq 1,2$ m; $1,2 < h \leq 1,4$ m; $h > 1,4$ m.

Na mapie poglądowej został przedstawiony obszar potencjalnej retencji w oddaleniu z wykorzystaniem podkładu OpenStreetMap (openstreetmap.org/copyright) oraz lokalizacja wskazanego obszaru na tle granicy miasta.

Na mapie szczegółowej znajduje się obszar potencjalnej retencji przedstawiony na tle ortofotomapy wraz z głębokością wody oraz punktem maksymalnej głębokości.

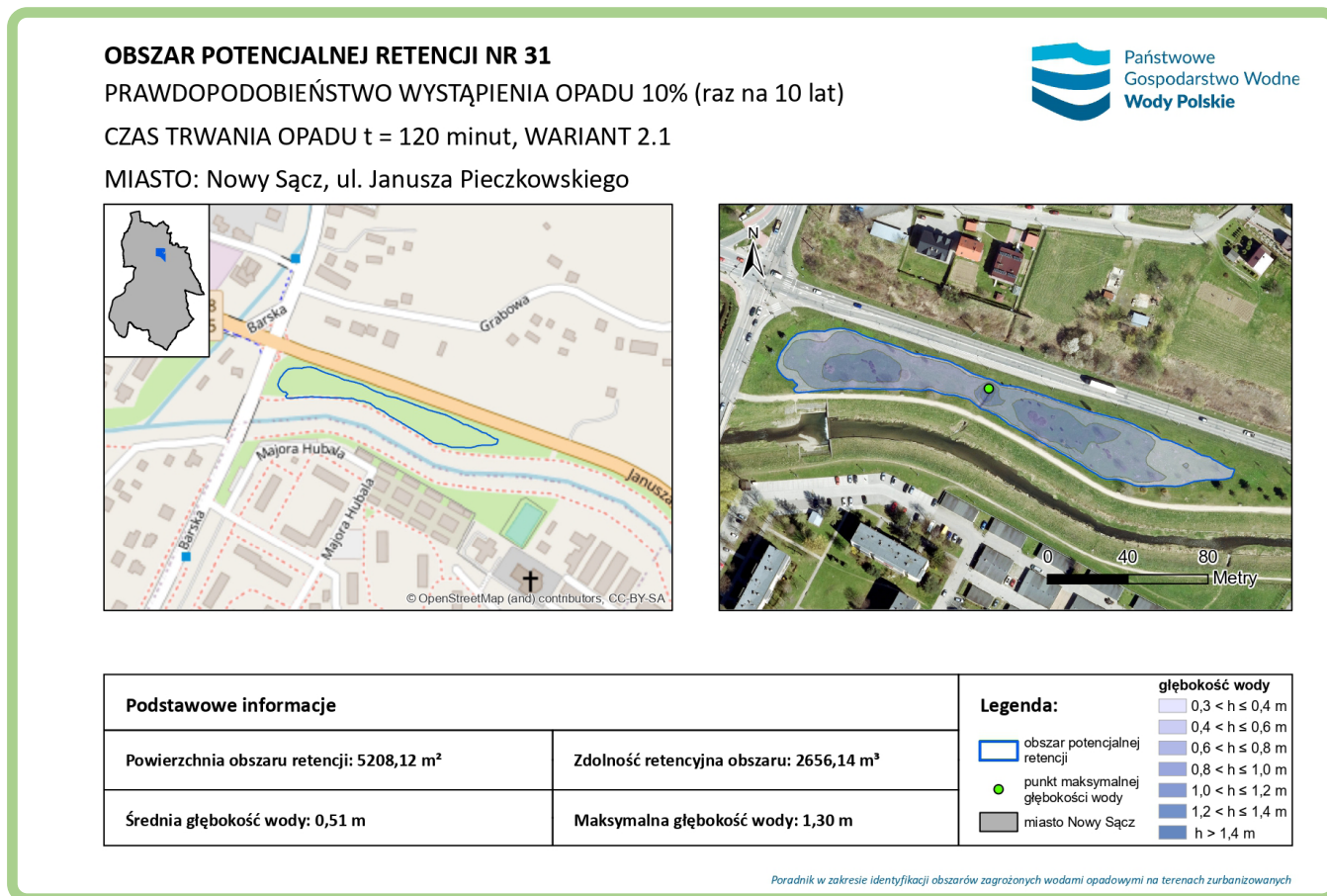
Elementy pozaramkowe mapy

- tytuł karty,
- numer obszaru,
- prawdopodobieństwo wystąpienia opadu [%],
- numer wariantu,
- nazwa oraz ulica analizowanego miasta,
- główne ramki zawierające treść map,
- objaśnienia znaków,
- skala i podziałka liniowa,
- czas trwania opadu,
- tabela zawierająca podstawowe informacje:
 - ▶ powierzchnia obszaru retencji [m²],
 - ▶ zdolność retencyjna obszaru [m²],

- ▶ średnia głębokość wody [m],
- ▶ maksymalna głębokość wody [m].
- logotyp: znak Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie (do dostosowania według danej jednostki).

Objaśnienia znaków dla kart obszarów potencjalnej retencji

Rysunek 7 Przykładowa karta potencjalnej retencji



źródło: opracowanie własne

Tabela 20 Objasnienie znaków dla kart obszarów potencjalnej retencji

Znak	Objasnienie znaków
	Obszar potencjalnej retencji
	Punkt maksymalnej głębokości wody
	Miasto Nowy Sącz
	Głębokość wody 0,3 < h ≤ 0,4 [m]
	Głębokość wody 0,4 < h ≤ 0,6 [m]
	Głębokość wody 0,6 < h ≤ 0,8 [m]
	Głębokość wody 0,8 < h ≤ 1,0 [m]
	Głębokość wody 1,0 < h ≤ 1,2 [m]
	Głębokość wody 1,2 < h ≤ 1,4 [m]
	Głębokość wody h > 1,4 [m]

źródło: opracowanie własne

Nazwy i rozdzielczości plików PDF

Nazwa pliku jest powiązana z wariantem, nazwą miasta, rodzajem obszaru, prawdopodobieństwem wystąpienia oraz z numerem obszaru.

Nazwa pliku jest zgodna z poniższym szablonem:

Wariant_nazwa miasta_obszar_retencji_prawdopodobieństwo wystąpienia opadu_czas trwania opadu_numer obszaru.rozszerzenie

Pliki PDF przygotowuje się w rozdzielczości 300 dpi oraz w paletce kolorów RGB.

Spis Tabel

Spis Tabel

Tabela 1	Końcowa intensywność infiltracji f_c	4
Tabela 2	Przykładowy opad modelowy $p = 10\%$ i $t = 120$ min wykorzystany do przeprowadzenia symulacji w Wariancie 3 dla miasta Nowy Sącz.....	6
Tabela 3	Warstwy BDOT10k wykorzystane w procesie opracowania mapy szorstkości.....	8
Tabela 4	Zestawienie kodów pokrycia terenu wraz z wartościami współczynników szorstkości wg Manninga oraz przypisanymi informacjami o pokryciu terenu z BDOT10k.....	9
Tabela 5	Rodzaje gleb stanowiące daną grupę gleb.....	12
Tabela 6	Początkowa intensywność infiltracji.....	13
Tabela 7	Końcowa intensywność infiltracji.....	13
Tabela 8	Struktura atrybutowa warstwy granice gmin.....	15
Tabela 9	Struktura atrybutowa warstwy zasięg opracowania.....	15
Tabela 10	Struktura atrybutowa warstwy zasięg_siatek_obl.....	16
Tabela 11	Struktura atrybutowa warstwy obszary_zagrozone_wodami_opadowymi.....	16
Tabela 12	Struktura atrybutowa warstwy zagrozone_obiekty.....	17
Tabela 13	Struktura atrybutowa warstwy zalane_ciagi_komunikacyjne.....	24
Tabela 14	Struktura atrybutowa warstwy obszary_potencjalnej_retencji.....	26
Tabela 15	Struktura atrybutowa warstwy przedzialy_glebokosci_wody.....	27
Tabela 16	Struktura atrybutowa warstwy przedzialy_glebokosci_wody_obszary_potencjalnej_retencji.....	27
Tabela 17	Struktura atrybutowa warstwy h_{max}	28
Tabela 18	Struktura atrybutowa warstwy h_{max} _obszary_potencjalnej_retencji.....	28
Tabela 19	Objaśnienie znaków dla kart obszarów zagrożenia wodami opadowymi.....	30
Tabela 20	Objaśnienie znaków dla kart obszarów potencjalnej retencji.....	32

Spis Rysunków

Rysunek 1	Przykładowy wykres opadu z wykorzystaniem rozkładu Eulera typu II.....	5
Rysunek 2	Przykładowy wykres opadu z wykorzystaniem rozkładu DVWK.....	6
Rysunek 3	Graficzna prezentacja przykładowego opadu modelowego $p = 10\%$ i $t = 120$ min wykorzystanego do przeprowadzenia symulacji w wariancie 3 dla miasta Nowy Sącz.....	7
Rysunek 4	Przykładowy fragment rastra infiltracji z części 1 miasta Nowy Sącz.....	11
Rysunek 5	Przykładowy fragment rastra infiltracji z części 1 miasta Puławy.....	11
Rysunek 6	Przykładowa karta obszaru zagrożenia wodami opadowymi.....	30
Rysunek 7	Przykładowa karta potencjalnej retencji.....	32



Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie

Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej

ul. Żelazna 59a

00-848 Warszawa



www.gov.pl/web/wody-polskie