

## ZGŁOSZENIE ODSTĘPSTWA NR 02/2018

| Podstawowe informacje                                    |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Zgłaszający  | Tomasz Walczykiewicz   | Data zgłoszenia:   | 2018-07-03   |
| Osoba odpowiedzialna merytorycznie za realizację zadania | Tamara Tokarczyk   | Wymagana data decyzji:   | 2018-07-10   |
| Tytuł zgłoszenia   | OPRACOWANIE DANYCH HYDROLOGICZNYCH NA POTRZEBY MODELOWANIA HYDRAULICZNEGO  |  |  |
| Nr i nazwa zadania                                       | Zadanie 1.3.2.1 Opracowanie danych hydrologicznych i meteorologicznych   |  |  |
| Nr i nazwa produktów                                     | [1.3.14.23 - Raporty z opracowania danych hydrologicznych]   |  |  |
| Podstawa zgłoszenia                                      | <p>1) Załącznik nr 1 do SIWZ (SOPZ) – Zadanie 1.3.2.1. Opracowanie danych hydrologicznych i meteorologicznych: „W szczególnych przypadkach Zamawiający dopuszcza odstępstwa od powyższej metodyki i przyjęcie innych metod obliczeń, pod warunkiem uzyskania akceptacji Zamawiającego. Jednakże takie przypadki muszą zostać szczegółowo uzasadnione przez Wykonawcę z jednoczesnym wskazaniem metody alternatywnej, wraz z jej opisem.”</p> <p>2) METODYKA OPRACOWANIA MAP ZAGROŻENIA POWODZIOWEGO I MAP RYZYKA POWODZIOWEGO W II CYKLU PLANISTYCZNYM</p> |  |  |
| Wpływ na harmonogram realizacji zadania                  | Brak akceptacji wpływa znacząco na harmonogram   |  |  |
| Opis odstępstwa  |  |  |  |
| Typ zlewni   | Zlewnia kontrolowana, zlewnia niekontrolowana  |  |  |
| Zagadnienie, którego dotyczy odstępstwo                  | <p>III. Obliczenia przepływów maksymalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w zlewniach niekontrolowanych</p> <p>VI. Model transformacji opadu w odpływ</p> <p>VII. Hydrogram hipotetyczny</p>  |  |  |
| Metoda, której dotyczy odstępstwo                        | <p>Obliczenia przepływów maksymalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w zlewniach niekontrolowanych.</p> <p>Model transformacji opadu w odpływ.</p> <p>Obliczenia fal hipotetycznych w zlewniach kontrolowanych i niekontrolowanych.</p>   |  |  |
| Zakres odstępstwa  | <p>Obszar Dorzecza Łaby</p> <p>Obszar dorzecza Niemna</p> <p>Obszar dorzecza Odry</p>  | <p>RZGW we Wrocławiu</p> <p>RZGW w Białymstoku</p> <p>RZGW w Bydgoszczy</p> <p>RZGW w Gliwicach</p> <p>RZGW w Poznaniu</p> <p>RZGW w Szczecinie</p> <p>RZGW we Wrocławiu</p> <p>Obszar dorzecza Pregoly</p> <p>Obszar dorzecza Wisły</p> | <p>RW Metuje</p> <p>RW Niemna</p> <p>RW Noteci</p> <p>RW Górnej Odry</p> <p>RW Warty</p> <p>RW Dolnej Odry</p> <p>i Przymorza Zachodniego</p> <p>RW Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego</p> <p>RW Górnej Odry</p> <p>RW Środkowej Odry</p> <p>RW Łyny i Węgorapy</p> <p>RW Łyny i Węgorapy</p> |

|  |  |
|--|--|
|  | <div> <div>Obszar dorzecza Wisły</div> <div> RZGW w Lublinie<br/>RZGW w Warszawie<br/>RZGW w Gdańsku<br/>RZGW w Gliwicach<br/><br/>RZGW w Krakowie<br/><br/>RZGW w Rzeszowie </div> <div> RW Narwi<br/>RW Bugu<br/>RW Środkowej Wisły<br/>RW Dolnej Wisły<br/>RW Małej Wisły*<br/>RW Górnej-Zachodniej Wisły*<br/>RW Górnej-Wschodniej Wisły* </div> </div> <p>* Z wyłączeniem obszarów objętych zaakceptowanym odstępstwem dla API – temat: OPRACOWANIE WARUNKÓW BRZEGOWYCH DLA OBSZARU GÓRNEJ WISŁY NA PODSTAWIE PROJEKTU PROGRAMU pn.: Analiza programów inwestycyjnych (API)<br/>Nie dotyczy: AD I.4, AD II.4</p>  |
| <b>Proponowana metoda alternatywna wraz z jej opisem</b> |  |
| Nazwa metody   | <p>W niniejszym dokumencie przedstawiono uszczegółowienie, uściślenie, doprecyzowanie oraz rozwinięcie metod opracowania danych hydrologicznych opisanych w „Aktualizacji metodyki obliczania przepływów i opadów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla zlewni kontrolowanych i niekontrolowanych oraz identyfikacji modeli transformacji opadu w odpływ”, w zakresie:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>zastosowania modelu transformacji opadu w odpływ do obliczania fal hipotetycznych w zlewniach kontrolowanych i niekontrolowanych;</li> <li>obliczenia przepływów maksymalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w zlewniach niekontrolowanych;</li> <li>obliczenia fal hipotetycznych w zlewniach kontrolowanych i niekontrolowanych.</li> </ol> |

## Opis metody:

### I. Dane hydrologiczne na potrzeby modelowania HD na rzekach kontrolowanych

Na potrzeby modelowania HD na rzekach kontrolowanych opracowywane są następujące dane:

- 1) wartości przepływów maksymalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia ( $Q_{max.p}$ ):
  - a. w przekrojach wodowskazowych,
  - b. w przekrojach niekontrolowanych na rzece kontrolowanej.
- 2) Rozkład przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia ( $Q_{max.p}$ ) w profilu podłużnym rzeki kontrolowanej,
- 3) Hydrogramy hipotetyczne:
  - a. w przekrojach wodowskazowych (kontrolowana rzeka i jej kontrolowane dopływy),
  - b. dla zlewni różnicowych oraz w przekrojach zamykających zlewnie głównych dopływów niekontrolowanych.
- 4) Zależności czasowe wezbrań hipotetycznych.

**Ad. I-1.** Sposób obliczania przepływów maksymalnych rocznych dla danego przekroju na rzece kontrolowanej zależy od dostępności danych hydrologicznych i lokalizacji względem przekroju wodowskazowego, posiadającego odpowiednio długi ciąg jednorodnych przepływów. Możliwe są dwa przypadki:

- 1) przekrój obliczeniowy może pokrywać się z wodowskazowym lub znajdować się w niewielkiej od niego odległości (występuje nieznaczny przyrost powierzchni zlewni między przekrojami),
- 2) może być zlokalizowany powyżej lub poniżej przekroju wodowskazowego albo między dwoma wodowskazami.

W pierwszym przypadku stosuje się metodę bezpośrednią, w drugim metodę transponowania przepływu lub zastosowanie mają metody empiryczne.

| <b>Metody obliczania przepływów maksymalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w zlewniach kontrolowanych i niekontrolowanych</b> |  |  |
|---|--|--|
| <b>Określenie</b>   | <b>Uwarunkowania<br/>Zakres stosowania</b> | <b>Metoda</b>                                    |
| <b>Zlewnie kontrolowane</b>   |  |  |
| Przekrój obliczeniowy pokrywa się z wodowskazowym   | Długi ciąg obserwacyjny                    | Bezpośrednia                                     |
| Przekrój niekontrolowany na rzece kontrolowanej   | Przekrój położony powyżej wodowskazu       | Ekstrapolacji                                    |
|   | Przekrój położony między wodowskazami      | Interpolacji                                     |
|   | Przekrój położony poniżej wodowskazu       | Ekstrapolacji                                    |
| <b>Zlewnie niekontrolowane</b>  |  |  |
| Zlewnia o powierzchni $A \leq 50 \text{ km}^2$  | Zlewnie niezurbanizowane                   | Formuła opadowa                                  |
|   | Zlewnie zurbanizowane                      | Model opad-odpływ                                |
| Zlewnia o powierzchni $A > 50 \text{ km}^2$   | Północna część kraju                       | Obszarowe równanie regresji<br>Formuła roztopowa |
|   | Południowa część kraju                     | Obszarowe równanie regresji                      |

\*nie dotyczy:

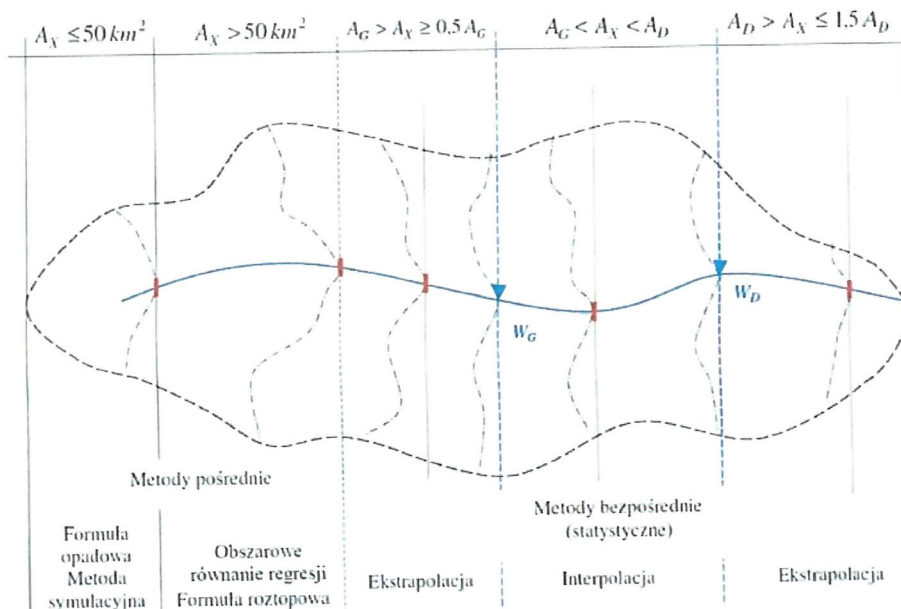
1. zlewni objętych zaakceptowanym odstępstwem API (dla których dane hydrologiczne na potrzeby modelowania hydraulicznego zostaną obliczone z wykorzystaniem opracowanych w projektach API modeli opad-odpływ)
2. wybranych zlewni Sanu i Raby (dla których zostanie przeprowadzona weryfikacja konieczności opracowania modeli opad-odpływ- więcej w rozdz. III)

O wyborze równania do obliczania maksymalnego rocznego przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia decyduje dominujący typ wezbrań występujących na danym terenie oraz powierzchnia zlewni:



- obszarowe równania regresji, zgodnie z zasadami obliczania maksymalnych przepływów o określonym prawdopodobieństwie pojawiania się (Stachy Fal 1986, Zasady... 1991), stosuje się w odniesieniu do zlewni niekontrolowanych o powierzchni większej niż 50 km<sup>2</sup> położonych w południowej, wyżynno-górskiej, części kraju. Na tych terenach dominują wezbrania opadowe lub występuje równowaga między wezbrzeniami opadowymi i roztopowymi. Ponieważ równania zostały ustalone dla terytorium całego kraju, nie ma przeciwwskazań do stosowania ich także w północnej Polsce.
- formułę roztopową można stosować w zlewniach niekontrolowanych o powierzchni większej od 50 km<sup>2</sup>, w których przeważają wezbrzenia roztopowe lub mieszane; będzie miała zastosowanie w Polsce północnej.
- formułę opadową zaleca się do stosowania na terytorium całego kraju w zlewniach niekontrolowanych o powierzchni mniejszej niż 50 km<sup>2</sup>, gdyż w małych zlewniach największe wezbrzenia są wywołane przez krótkotrwałe opady o dużej intensywności.

Graficzne przedstawienie metod obliczania maksymalnych przepływów rocznych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia zaprezentowano na rysunku 1.



**Rysunek 1. Metody obliczania przepływów maksymalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w zlewniach kontrolowanych i niekontrolowanych (Aktualizacja metodyki..., 2017 zmienione)**

**Ad I. 2.** Rozkład przepływów maksymalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w profilu podłużnym rzeki jest opracowywany na podstawie: przyrostu powierzchni zlewni (ekstrapolacja i interpolacja) lub modeli hydrologicznych typu opad-odpływ.

**Ad I.3.** Hydrogramy hipotetyczne:

- w przekrojach wodowskazowych opracowane zostaną z zastosowaniem metody Strupczewskiego II lub w uzasadnionych przypadkach, wynikających z analizy fal historycznych lub hipotetycznych, metody Strupczewskiego I (1964);
- dla zlewni różnicowych oraz w przekrojach zamykających zlewnie głównych dopływów niekontrolowanych opracowywane będą w zależności od tego, czy w istotny sposób wpływają na kształt fali hipotetycznej w przekroju wodowskazowym. W sytuacji, gdy wpływ ten będzie:
  - nieistotny – przyjęta zostanie wartość stała przepływu, wynikająca z rozkładu przepływów  $Q_{\max.p}$  w profilu podłużnym,

- znaczący – hydrogramy hipotetyczne opracowane zostaną na podstawie wyników modeli hydrologicznych typu opad-odpływ, podobieństwa hydrologicznego, metod empirycznych lub bilansowania fal;
- c) dla obszarów objętych zaakceptowanym odstępstwem dla API hydrogramy hipotetyczne wyznaczone zostaną na podstawie modelowania opad-odpływ.

**Ad I. 4. Zależności czasowe wezbrań hipotetycznych określane będą z wykorzystaniem:**

- modelu hydrodynamicznego na etapie modelowania HD,
- analizy czasu dobiegu fali na podstawie skalibrowanego modelu hydrodynamicznego dla wybranego wezbrania historycznego,
- wyników opracowanych modeli hydrologicznych typu opad-odpływ (m. in. dla obszarów objętych zaakceptowanym odstępstwem dla API)

W zlewniach, w których zostaną wykorzystane wyniki modelowania opad-odpływ w przypadkach, gdy zależności czasowe będą wymagać korekty, zostanie ona przeprowadzona w modelu HD. Korekta polegać będzie na czasowym dopasowaniu hydrogramów dopływów lub hydrogramów ze zlewni różnicowych w celu uzyskania zgodności z hydrogramem hipotetycznym dla danego profilu wodowskazowego. Korekta czasowa zostanie przeprowadzona z uwzględnieniem zgodności przepływów prawdopodobnych w profilu podłużnym, z uwzględnieniem zmian warunków przepływu, np. ujście istotnego dopływu, zmiany przekroju poprzecznych.

W przypadku różnicy objętości wody poniżej 20% pomiędzy wynikami modelowania a hydrogramami hipotetycznymi w profilach wodowskazowych, rekompensata nie będzie uwzględniana. W przypadku różnicy objętości fal powyżej 20% niedobór objętości zostanie zrekompensowany w modelu hydraulicznym jako zmienna lub, w wyjątkowych przypadkach, stała w czasie wartość rozłożona w profilu podłużnym rzeki modelowanej (kontrolowanej) i jako zmienna lub, w wyjątkowych przypadkach, stała w czasie wartość uzupełniająca dla dopływów skupionych. Niedobór objętości wody w modelu zostanie zrekompensowany z uwzględnieniem zgodności rozkładu przepływów maksymalnych w modelu HD z opracowanym rozkładem przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w profilu podłużnym rzeki (dla przypadków wykorzystania modeli opad-odpływ- rozkład przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w profilu podłużnym rzeki z modeli opad-odpływ)

Zgodnie ze wskazaniem Zamawiającego (decyzja z dnia 31.07.2018 r.) dla obszaru objętego zaakceptowanym odstępstwem API, modelowane objętości fal hipotetycznych podlegają weryfikacji na podstawie objętości fal hipotetycznych zgodnych z wynikami obliczeń hydrologicznych z modeli opad-odpływ.

Weryfikacji podlegają modelowane rozkłady przepływów maksymalnych wzdłuż profili podłużnych rzek, zgodnie z rozkładem przepływów z wynikami obliczeń hydrologicznych z modeli opad-odpływ. Zakłada się, że różnica pomiędzy wartościami przepływów w węzłowych punktach profilu podłużnego przepływu, w stosunku do wartości obliczonych przez model nie powinna przekraczać 10%. Jednakże w uzasadnionych przypadkach (np. zmiany kształtu koryta i doliny rzecznej), dopuszczana będzie większa różnica.

## **II. Dane hydrologiczne na potrzeby modelowania HD na rzekach niekontrolowanych**

Na potrzeby modelowania HD na rzekach niekontrolowanych opracowywane są następujące dane:

- 1) wartości przepływów maksymalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia,
- 2) rozkład przepływów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w profilu podłużnym rzeki,
- 3) hydrogramy hipotetyczne w przekrojach niekontrolowanych,
- 4) zależności czasowe wezbrań hipotetycznych.

**Ad II. 1.** Przepływy maksymalne roczne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekrojach niekontrolowanych w zlewniach niekontrolowanych obliczone zostaną z zastosowaniem metod empirycznych.



O wyborze równania do obliczania maksymalnego rocznego przepływu o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia decyduje dominujący typ wzebrań występujących na danym terenie oraz powierzchnia zlewni:

- obszarowe równania regresji, zgodnie z zasadami obliczania maksymalnych przepływów o określonym prawdopodobieństwie pojawiania się (Stachy Fal 1986, Zasady... 1991), stosuje się w odniesieniu do zlewni niekontrolowanych o powierzchni większej niż 50 km<sup>2</sup> położonych w południowej, wyżynno-górskiej, części kraju. Na tych terenach dominują wezbrania opadowe lub występuje równowaga między wezbrzeniami opadowymi i roztopowymi. Ponieważ równania zostały ustalone dla terytorium całego kraju, nie ma przeciwwskazań do stosowania ich także w północnej Polsce.
- formułę roztopową można stosować w zlewniach niekontrolowanych o powierzchni większej od 50 km<sup>2</sup>, w których przeważają wezbrzenia roztopowe.
- formułę opadową zaleca się do stosowania na terytorium całego kraju w zlewniach niekontrolowanych o powierzchni mniejszej niż 50 km<sup>2</sup>, gdyż w małych zlewniach największe wezbrzenia są wywołane przez krótkotrwałe opady o dużej intensywności.

Szczególny przypadek stanowią zlewnie objęte odstępstwem API, dla których przepływy maksymalne roczne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia obliczone są z wykorzystaniem modeli hydrologicznych opad-odpływ. Podobnie w zlewniach zurbanizowanych o powierzchniach mniejszych niż 50 km<sup>2</sup> przepływy maksymalne o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia zostaną obliczone z wykorzystaniem modelu opad-odpływ.

**Ad II. 2** Rozkład przepływów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w profilu podłużnym rzeki opracowywany na podstawie przyrostu powierzchni zlewni dopływów i zlewni różnicowych lub modeli hydrologicznych typu opad-odpływ.

**Ad II. 3** Hydrogramy hipotetyczne dla modelowanych rzek niekontrolowanych opracowane będą:

- na podstawie wyników modelowania opad-odpływ - tam gdzie zasadne,
- z zastosowaniem metod podobieństwa hydrologicznego (wyznaczanie typowego hydrogramu dla regionu) lub metod empirycznych.

Hydrogramy hipotetyczne dla zlewni różnicowych oraz w przekrojach zamykających zlewnie głównych dopływów opracowywane będą w zależności od tego, w jaki sposób mogą wpływać na kształt fali hipotetycznej. W sytuacji, gdy wpływ ten będzie:

- nieistotny (nieznaczny przyrost powierzchni zlewni) – przyjęta zostanie wartość stała przepływu, wynikająca z rozkładu przepływów w profilu podłużnym,
- znaczący – hydrogramy hipotetyczne opracowane zostaną na podstawie wyników modeli hydrologicznych typu opad-odpływ, podobieństwa hydrologicznego (wyznaczanie typowego hydrogramu dla regionu) lub metod empirycznych.

**Ad II. 4** Zależności czasowe wzebrań hipotetycznych określone będą z wykorzystaniem:

- modelu hydrodynamicznego na etapie modelowania HD,
- wyników opracowanych modeli hydrologicznych typu opad-odpływ.

W przypadku zlewni niekontrolowanych nie ma możliwości kontroli objętości wezbrania, powinna być jednak zachowana zgodność wyników modelu z przyjętym rozkładem przepływów maksymalnych w profilu podłużnym rzeki (lub rozkładem przepływów z modeli opad-odpływ, m. in. dla obszarów objętych zaakceptowanym odstępstwem dla API).

Zakłada się, że różnica pomiędzy wartościami przepływów w węzłowych punktach profilu podłużnego przepływu, w stosunku do wartości obliczonych przez model nie powinna przekraczać 10%. Jednakże w uzasadnionych przypadkach (np. zmiany kształtu koryta i doliny rzecznej), dopuszczana będzie większa różnica.



### III. Zakres stosowania modeli opad-odpływ na rzekach z opadowym rodzajem wezbrań (Stachy, Fal, 1986), tj. RW G-WW i RW G-ZW (poza zakresem odstępstwa API) i RW GO i ŚO

W obrębie zlewni ww. zakresu przeanalizowane zostaną miesiące występowania największych wezbrań lub serie opadów atmosferycznych powodujących największe wezbranie na danej rzece/odcinku rzeki.

Wskazane zostaną zlewnie, w których dominują wezbrania roztopowe lub występuje równowaga między wezbrzeniami opadowymi i roztopowymi albo dominują wezbrania mieszane. Jako wskaźnik charakteryzujący przewagę typu wezbrań (roztopowe, opadowe), zastosowana zostanie częstotliwość występowania maksymalnych rocznych przepływów w półroczu zimowym i letnim (Dynowska I., Maciejewski M. (red.), 1991: *Dorzecze górnej Wisły*. Część 1, PWN, str. 190-193).

Dla zlewni położonych w tych obszarach nie będą miały zastosowania modele opad-odpływ. Również modele te nie będą stosowane w tych zlewniach, w których największe wezbrania związane są z opadami rozlewnymi.

Modele opad-odpływ stosowane będą w małych zlewniach, gdzie największe wezbrania są wywołane przez krótkotrwałe opady o dużej intensywności. W zlewniach, w których można przyjąć zasadę, że opad o danym prawdopodobieństwie przewyższenia jest transformowany w przepływ o tym samym prawdopodobieństwie, gdzie uzasadnione jest przyjęcie koncepcji hydrogramu jednostkowego.

W przypadku Raby zakłada się dostarczenie warunków brzegowych (fal hipotetycznych) z modeli opad-odpływ.

Modele opad-odpływ zostaną również przygotowane w zlewni Sanu, ale w zlewniach, w których jest to uzasadnione. Zostanie przedstawione uzasadnienie braku opracowania w poszczególnych zlewniach Sanu modelu opad-odpływ.

Do dostarczania warunków brzegowych na potrzeby modeli hydraulicznych oraz generowania map zagrożenia i ryzyka powodziowego nie mają zastosowania modele opad-odpływ:

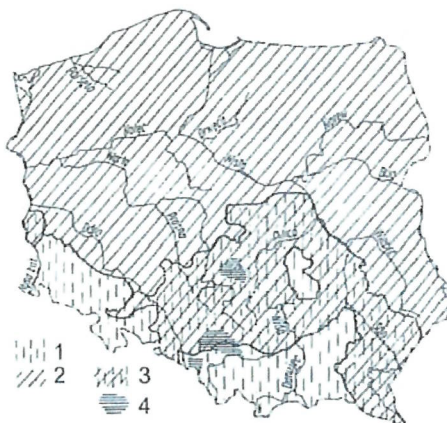
- a) gdy nie do przyjęcia jest założenie o równości prawdopodobieństwa przewyższenia opadu dobowego i wywołanego nim wezbrania;
- b) w zlewniach, w których dominują wezbrania roztopowe lub występuje równowaga między wezbrzeniami opadowymi i roztopowymi albo dominują wezbrania mieszane, a także w zlewniach, w których największe przepływy występują w trakcie wezbrań roztopowych lub mieszanych;
- c) na obszarach nie spełniających założeń do ich zastosowania (np. założeń dotyczących koncepcji hydrogramu jednostkowego; gdzie nie można przyjąć, że rozkład opadu efektywnego w czasie jest jednolity, że opad efektywny ma równomierny rozkład na obszarze całej zlewni itd.). Metodę hydrogramu jednostkowego można stosować w zlewniach małych, gdzie cała zlewnia jest objęta jednolitym opadem efektywnym i spełnione są leżące u jej podstaw założenia;
- d) dla dużych zlewni, gdzie na cały obszar ekstrapoluje się założenia, które słuszne tylko w małych zlewniach;
- e) gdzie udział odpływu gruntowego w całkowitym odpływie jest znaczący i nie jest możliwy do pominięcia, a modelowania nie można sprowadzić tylko do modelowania odpływu powierzchniowego w okresie występowania dużych opadów deszczu;
- f) na obszarach, gdzie wielkość i kształt wezbrania nie wynikają z prostej zależności między opadem i odpływem opisanej hydrogramem jednostkowym, a wielkość strat i opadu efektywnego obliczone metodą SCS nie dają wiarygodnych oszacowań. Na obszarach, gdzie należy uwzględnić odpływ podziemny, gdzie nie dają wiarygodnych oszacowań. Na obszarach, gdzie wpływ ma budowa geologiczna i tektonika oraz złożony układ czynników fizycznogeograficznych, nie ujęty w modelach opad-odpływ.



**Szczegółowe uzasadnienie**

„Aktualizacja metodyki obliczania przepływów i opadów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla zlewni kontrolowanych i niekontrolowanych oraz identyfikacji modeli transformacji opadu w odpływ”, zwana dalej w skrócie „Aktualizacją...”, obejmuje metody obliczania hydrogramów hipotetycznych o zadanych przepływach kulminacyjnych w tym przepływów o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia w przekrojach kontrolowanych i niekontrolowanych przy zastosowaniu matematycznych modeli transformacji opadu w odpływ. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza jednak możliwość wyznaczania hydrogramów hipotetycznych na podstawie obserwowanych historycznych fal powodziowych, z zastosowaniem metody Strupczewskiego (1964) – „Aktualizacja...” str. 9 i str. 113.

Na obszarze Polski północnej i środkowej przepływy maksymalne związane są z wezbrzeniami roztopowymi lub mieszanymi (wezbrzenia roztopowe występują tu częściej i ich kulminacje są większe niż wezbrań opadowych). Podobna sytuacja występuje w zlewni Sanu – również na tym obszarze występują wezbrzenia mieszane: a zatem nie tylko opadowe, ale także roztopowe – Dynowska I., Maciejewski M. (red.), 1991: *Dorzecze górnej Wisły*. Część 1, PWN, str. 190-193; Stachy J., Fal B., 1986: *Zasady obliczania maksymalnych przepływów prawdopodobnych*. Prace Instytutu Budowy Dróg i Mostów. Nr 3-4. Warszawa. Obszarowy rozkład przeważającego typu wezbrań na obszarze Polski przedstawiono na zamieszczonej poniżej mapie opracowanej przez Stachy i Fal (1986).



Rys. 1.2 Zakresy terytorialne rodzajów wezbrań [Stachy, Fal 1986]. 1 – wezbrzenia opadowe, 2 – wezbrzenia roztopowe, 3 – mieszany typ wezbrań, 4 – tereny z wyraźnym wpływem czynników antropogenicznych na odpływ rzeczny

Z kolei na obszarach występowania wezbrań opadowych, w niektórych zlewniach największe wezbrzenia mogą być spowodowane opadami frontalnymi i rozlewnymi. W takich przypadkach trudno utrzymać założenia o równości prawdopodobieństwa opadu dobowego i wywołanego nim wezbrzenia.

We wskazanych powyżej sytuacjach modele opad-odpływ oparte na koncepcji hydrogramu jednostkowego i na założeniach, że opad dobowy jest transformowany w odpływ o tym samym prawdopodobieństwie przewyższenia mogą prowadzić do błędnych wyników, szczególnie jeżeli w danej zlewni wezbrzenia roztopowe występują częściej i charakteryzują się większą kulminacją, lub są równoważne wezbrzeniom opadowym. Dlatego model opad-odpływ powinien być stosowany tylko tam, gdzie jest to uzasadnione.

W przypadku obliczeń przepływów maksymalnych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia dla niekontrolowanych i jednocześnie nieurbanizowanych zlewni, autorzy „Aktualizacji...” zalecają dwie metody: formułę opadową dla zlewni o powierzchni mniejszej lub równej od 50 km<sup>2</sup> oraz obszarowe równanie regresji dla zlewni o powierzchni większej od 50 km<sup>2</sup>. Należy zaznaczyć, że twórcy wymienionych metod (J. Stachy, B. Fal i in.), ściśle określili zakres ich stosowania. Obszarowe równanie regresji zalecane było do stosowania w zlewniach o powierzchni większej od 50 km<sup>2</sup>, ale położonych w południowej części kraju, gdzie dominują wezbrzenia opadowe, choć dopuszczane było również jego stosowanie w północnej części. Natomiast dla zlewni o powierzchni większej od 50 km<sup>2</sup> położonych w północnej części Polski, gdzie dominują wezbrzenia roztopowe i mieszane – opadowo-roztopowe, J. Stachy, B. Fal i in., proponowali tzw. formułę roztopową, która przynosiła wyniki



obarczone mniejszym błędem niż obszarowe równania regresji. W uzasadnionych przypadkach, w obszarze Polski Północnej proponujemy, by jako alternatywę do obszarowego równania regresji dopuszczona została formuła roztopowa.

**Uwagi dodatkowe**

