



WYZNACZENIE GRANIC OBSZARÓW BEZPOŚREDNIEGO ZAGROŻENIA
POWODZIĄ W CELU UZASADNIENEGO ODTWORZENIA TERENÓW
ZALEWOWYCH etap II

ZBRZYCA

CZEŚĆ OPISOWA

Opracowanie i mapy wykonano w Oddziale Morskim IMGW w Gdyni na zlecenie
Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Gdańsku

| Autorzy: | |
|------------------------------------|---------------------------|
| IMGW Oddział Morski w Gdyni | |
| mgr inż. Barbara Cygan | mgr Alicja Kańska |
| mgr Krzysztof Lubomirski | mgr inż. Beata Kowalska |
| dr inż. Marzenna Sztobryn | mgr Katarzyna Krzysztofik |
| mgr Waldemar Stepko | mgr inż. Beata Letkiewicz |
| mgr inż. Leszek Kostrzębski | mgr Monika Mykita |
| mgr inż. Urszula Józwiak | mgr Ida Stanisławczyk |
| mgr Bartosz Zakrzewski | |
| Bronisław Ziótkowski | |
| Zbigniew Wystyrk | |
| Aleksander Kalinowski | |
| Jarosław Płonka | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Kierownik tematu
IMGW Oddział Morski Gdynia

2004/2005

Spis treści

| | |
|---|-----------|
| 1. Podstawa opracowania | 4 |
| 2. Zakres opracowania | 5 |
| 3. Hydrologia rzeki Zbrzycy | 7 |
| 3.1. <i>Opis hydrograficzny rzeki Zbrzycy</i> | 7 |
| 3.2 <i>Charakterystyczne przepływy (SSQ i SNQ) i stany wody (SSW i SNW) na posterunkach wodowskazowych Rolbik i Swornigacie</i> | 9 |
| 3.3 <i>Przepływy i stany wody o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) p=1% i 10% na posterunkach wodowskazowych Rolbik i Swornigacie.....</i> | 11 |
| 3.4. <i>Przepływy o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) p=1% i p=10% na profilach niekontrolowanych</i> | 13 |
| 3.5. <i>Obliczenia rzędnych zwierciadła wody</i> | 15 |
| 4. Wyznaczenie przekrojów poprzecznych koryta rzecznoego i przekrojów dolinowych w miejscach charakterystycznych..... | 17 |
| 4.1. <i>Metodyka pomiarów</i> | 17 |
| 4.2. <i>Forma przekazania danych.....</i> | 18 |
| 5. Wyznaczanie terenów bezpośredniego zagrożenia powodzią od wody o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) p=1% i 10% na mapach topograficznych w skali 1:10 000. | 19 |
| 5.1 <i>Opracowanie podkładów rastrowych map topograficznych w skali 1:10 000.....</i> | 19 |
| 5.2 <i>Opracowanie warstw tematycznych</i> | 20 |
| 5.3 <i>Kilometraż.....</i> | 20 |
| 5.4 <i>Strefy zagrożenia powodziowego A1 i A10</i> | 20 |
| 5.5 <i>Wodowskazy.....</i> | 21 |
| 5.6 <i>Budowle hydrotechniczne – budowle piętrzące</i> | 21 |
| 5.7 <i>Budowle mostowe</i> | 21 |
| 5.8 <i>Wały przeciwpowodziowe</i> | 21 |
| 5.9 <i>Gminy.....</i> | 22 |
| 5.10 <i>Wydruki map.....</i> | 22 |
| 6. Literatura | 24 |
| 7. Załączniki..... | 25 |

Spis tabel i rysunków

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Główne dopływy rzeki Zbrzycy..... | 8 |
| Tabela 2. Posterunki wodowskazowe w sieci pomiarowej IMGW na rzece Zbrzycy..... | 10 |
| Tabela 3. Charakterystyczne stany wody SSW i SNW na posterunkach wodowskazowych... | 10 |
| Tabela 4. Przepływy charakterystyczne SSQ i SNQ na posterunkach wodowskazowych Rolbik i Swornigacie | 10 |
| Tabela 5. Stany wody o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) $p=1\%$ i $p=10\%$ na posterunkach wodowskazowych | 11 |
| Tabela 6. Obliczone przepływy o prawdopodobieństwie wystąpienia (przewyższenia) $p=1\%$ i $p=10\%$ na posterunkach wodowskazowych Rolbik i Swornigacie | 12 |
| Tabela 7. Przepływy o 1% i 10% prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) i przepływy SSQ i SNQ obliczone dla charakterystycznych miejsc rzeki Zbrzycy..... | 14 |
| Tabela 8. Zestawienie rzędnych zwierciadła wody dla przepływów o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) $p=1\%$ i $p=10\%$ i przepływów charakterystycznych SSQ i SNQ w przekrojach poprzecznych rzeki Zbrzycy..... | 16 |
| Tabela. 9. Wykaz wydrukowanych arkuszy map dla rzeki Zbrzycy..... | 22 |
| Rys. 1. Schematyczny układ arkuszy map rzeki Zbrzycy..... | 23 |

Zgodnie z art. 18 ustawy z dnia 17.05.1989 r. – Prawo geodezyjne i kartograficzne (t.j. Dz. U. 2000 r. Nr 100, poz. 1086, ze zm.) rozpowszechnianie, rozprowadzanie oraz reprodukowanie w celu rozpowszechniania, rozprowadzania niniejszych materiałów wymaga zezwolenia Marszałka Województwa.

1. Podstawa opracowania

Opracowanie zostało wykonane na zlecenie Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Gdańsku nr 35/2003 z dnia 11.07.2003 roku pt: „Wyznaczenie granic obszarów bezpośredniego zagrożenia powodzią w celu uzasadnionego odtworzenia terenów zalewowych”. Głównym celem pracy było wyznaczenie granic obszarów bezpośredniego zagrożenia powodzią dla rzeki Zbrzycy od wody o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) $p=1\%$ i $p=10\%$.

2. Zakres opracowania

Zgodnie z Ustawą Prawo Wodne z dnia 18 lipca 2001r. Art. 82 pkt.1 obszary bezpośredniego zagrożenia powodzią obejmują tereny między wałem przeciwpowodziowym a linią brzegową rzeki, strefę wybrzeża morskiego oraz strefę przepływów wezbrań powodziowych.

Jako podstawę określenia granic stref zagrożenia powodziowego uznaje się granice tzw. strefy A1 i A10, określającej zasięg obszaru zalewowego odpowiadającego wysokiemu powodziowemu przepływowi o objętości przepływu Q , którego prawdopodobieństwo przewyższenia wynosi 1% i 10%.

Zastosowana metodyka wyznaczenia stref zagrożenia powodziowego zgodna jest z zasadami określania strefy A1 i A10. Obliczenia wykonano przy wykorzystaniu matematycznego modelu jednowymiarowego ruchu wody oraz innych metod hydrologii stosowanej.

Przeprowadzone prace obejmowały następujące zadania:

1. wyznaczenia charakterystycznych przepływów (SSQ i SNQ) i stanów wody (SSW i SNW) na posterunkach wodowskazowych,
2. wyznaczenia wartości przepływów i stanów wody o prawdopodobieństwie przewyższenia $p=1\%$ i $p=10\%$ na posterunkach wodowskazowych,
3. przyjęcie wielkości powierzchni zlewni w profilach charakterystycznych rzeki (według „Mapy Podziału Hydrograficznego Polski” z 2003 roku i „Podziału Hydrograficznego Polski” z 1983 roku),
4. wyznaczenie wartości przepływów o prawdopodobieństwie przewyższenia 1% i 10% oraz SSQ, SNQ w przekrojach pomiarowych,
5. zaplanowanie, wykonanie (pomiary geodezyjne) i opracowanie kilometrażu i przekrojów poprzecznych koryta i doliny rzeki Zbrzycy,
6. przeprowadzenie kalibracji modelu i dobór metod hydrologii stosowanej,
7. wykonanie obliczeń rzędnych zwierciadła wody dla przepływów o prawdopodobieństwie przewyższenia 1% i 10%, SSQ i SNQ,
8. naniesienie na podkładowe mapy topograficzne w skali 1:10000 stref zalewu odpowiadających wyznaczonym rzędnym zwierciadła wody.

Część graficzna opracowania składa się z 6 map granic stref zagrożenia powodziowego, profilu podłużnego oraz 20 przekrojów poprzecznych.

Mapy zasięgu stref zagrożenia powodziowego wykonano w programie Arc View. Podkład mapowy stanowiły mapy topograficzne 1:10000 w układzie 1965 przeliczone do układu 1992. Zgodnie z wymaganiami Zamawiającego opracowane zostały dodatkowe wektorowe warstwy tematyczne kilometrażu, wałów przeciwpowodziowych, budowli mostowych, wodowskazów i granic gmin.

3. Hydrologia rzeki Zbrzycy

3.1. Opis hydrograficzny rzeki Zbrzycy

Rzeka Zbrzyca jest lewostronnym dopływem Brdy o długości około 46,2 km.

Zbrzyca uchodzi do jeziora Witoczno i wpada do Brdy (kilometraż rzeki Brdy 155+480 – 154+215 km). Powierzchnia zlewni rzeki wynosi około 450,4 km² (wg. MPHP 448,3km²).

Rzeka Zbrzyca wypływa z jeziora Mały Zbełk.

Płynie przez Równinę Charzykowską na obszarze Zaborskiego Parku Krajobrazowego. W górnym biegu – wąska rzeczka – przepływa przez kilka jezior: Wielkie Sarnowicze, Somińskie, Kruszyńskie, Parzyn. Teren jest pofałdowany, porośnięty lasami. W środkowym odcinku rzeka stopniowo zwalnia, pogłębia się i znowu mijają kilka śródleśnych jezior: Milachowo o wysokich, zalesionych brzegach, dalej Laska, Księżę, Parszczenica, Śluza.

W zlewni przeważają utwory sandrowe i gliny zwałowe.

Główne dopływy rzeki Zbrzyca zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1. Główne dopływy i jeziora przepływowe rzeki Zbrzycy

| Dopływ/jezioro | Prawy/lewy | Kilometr rzeki 2005 |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| jezioro Duży Zbełk wpływ | | 49,170 |
| jezioro Duży Zbełk wypływ | | 48,820 |
| jezioro Wielkie Sarnowicze wpływ | | 47,880 |
| jezioro Wielkie Sarnowicze wypływ | | 45,650 |
| jezioro Dywańskie wpływ | | 43,130 |
| jezioro Dywańskie wypływ | | 41,860 |
| jezioro Somińskie wpływ | | 41,810 |
| jezioro Somińskie wypływ | | 36,940 |
| jezioro Kruszyńskie wpływ | | 36,190 |
| jezioro Kruszyńskie wypływ | | 33,950 |
| jezioro Parzyn wpływ | | 32,740 |
| jezioro Parzyn wypływ | | 31,880 |
| rzeka Młosina | L | 27,190 |
| jezioro Milachowo wpływ | | 16,895 |
| jezioro Milachowo wypływ | | 16,190 |
| rzeka Kulawa | P | 13,530 |
| jezioro Laska wpływ | | 12,690 |
| jezioro Laska wypływ | | 11,220 |
| jezioro Księżę wpływ | | 11,220 |
| jezioro Księżę wypływ | | 10,450 |
| jezioro Długie wpływ | | 10,450 |
| jezioro Długie wypływ | | 8,580 |
| jezioro Parszczenica wpływ | | 8,580 |
| jezioro Parszczenica wypływ | | 7,455 |
| jezioro Śluza wpływ | | 7,455 |
| jezioro Śluza wypływ | | 4,980 |

3.2 Charakterystyczne przepływy (SSQ i SNQ) i stany wody (SSW i SNW) na posterunkach wodowskazowych rzeki Zbrzycy

Charakterystyki stanów i przepływów dla rzeki Zbrzycy opracowano na podstawie danych z posterunków sieci pomiarowej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

Dla rzeki Zbrzycy obliczenia hydrologiczne zostały przeprowadzone dla posterunków wodowskazowych Rolbik i Swornigacie oraz Windorp na jeziorze Kruszyńskim (tabela 2):

Dla posterunków wodowskazowych określono następujące wielkości:

- stany charakterystyczne SSW i SNW (tabela 3),
- przepływy charakterystyczne SSQ i SNQ (tabela 4),
- stany o prawdopodobieństwie przewyższenia 1% i 10% (tabela 5),
- przepływy maksymalne roczne o prawdopodobieństwie przewyższenia 1% i 10% (tabela 6).

Wartości przepływów charakterystycznych, a więc średniego SSQ z wielolecia i średniego niskiego SNQ z wielolecia oraz o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia obliczono na podstawie ciągów danych dla posterunków wodowskazowych:

- Rolbik (1976-1991),
- Swornigacie (1976-2003).

Stany charakterystyczne oraz o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia wyznaczono na podstawie ciągów danych dla posterunków wodowskazowych:

- Rolbik (1986-1992),
- Swornigacie (1960-2003),
- Windorp (1984-1991) – jezioro Kruszyńskie.

Poniżej w tabeli 2 przedstawiono posterunki wodowskazowe w sieci pomiarowej IMGW na rzece Zbrzycy wykorzystane do charakterystyki hydrologicznej rzeki.

Tabela 2. Posterunki wodowskazowe w sieci pomiarowej IMGW na rzece Zbrzyca

| L.p. | Rzeka/jezioro | Wodowskaz | Kilometr 2005 rok | Powierzchnia zlewni [km ²] | Rzędna zera wodowskazu Kr86 [m npm] |
|------|----------------|-------------|----------------------|--|--|
| 1 | Zbrzyca | Rolbik | 19+870 | 212,5 | 122,12 |
| 2 | Zbrzyca | Swornigacie | 0+360 | 450,4 | 118,33 |
| 3 | J. Kruszyńskie | Windorp | 33+960 | 73,3 | 137,21 |

W tabelach 3 i 4 przedstawiono charakterystyczne stany wody oraz charakterystyczne przepływy na posterunkach wodowskazowych rzeki Zbrzycy.

Tabela 3. Charakterystyczne stany wody SSW i SNW na posterunkach wodowskazowych

| L.p. | Wodowskaz | Okres | SSW [cm] | Rzędna wody SSW [m npm] | SNW [cm] | Rzędna wody SNW [m npm] |
|------|-------------|-----------|-------------|----------------------------------|-------------|----------------------------------|
| 1 | Rolbik | 1986-1992 | 219 | 124,31 | 202 | 124,14 |
| 2 | Swornigacie | 1960-2003 | 145 | 119,78 | 129 | 119,62 |
| 3 | Windorp | 1984-1991 | 644 | 143,65 | 635 | 143,56 |

Tabela 4. Przepływy charakterystyczne SSQ i SNQ na posterunkach wodowskazowych Rolbik i Swornigacie

| L.p. | Wodowskaz | Okres | SSQ [m ³ /s] | SNQ [m ³ /s] |
|------|-------------|-----------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | Rolbik | 1976-1991 | 1,850 | 1,069 |
| 2 | Swornigacie | 1976-2003 | 4,791 | 3,202 |

3.3 Przepływy i stany wody o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) p=1% i 10% na posterunkach wodowskazowych

Przepływy maksymalne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia wyznaczono w oparciu o „Zasady obliczania przepływów rocznych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia” autorstwa prof. M. Ozgi-Zielińskiej i zespołu oraz w niektórych przypadkach na podstawie innych programów statystycznych.

Najlepiej dopasowaną funkcją i najbardziej wiarygodną dla odwzorowania rozkładu maksymalnych przepływów rocznych o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) p=1% i 10% jest funkcja rozkładu lognormalny.

Przy wyznaczaniu stanów wody o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) p=1% i 10% jako najbardziej wiarygodny rozkład przyjęto funkcję lognormalną, dla danych z wodowskazu Windorp funkcję rozkładu normalnego.

Wyniki obliczeń zostały przedstawione w tabelach 5 i 6.

Tabela 5. Stany o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) p=1% i p=10% na posterunkach wodowskazowych

| Lp. | Wodowskaz | Rzędna zera wodowskazu Kr86 [m npm] | Stan p=1% [cm] | Rzędna wody p=1% [m npm] | Stan p=10% [cm] | Rzędna wody p=10% [m npm] |
|-----|-------------|-------------------------------------|----------------|--------------------------|-----------------|---------------------------|
| 1 | Rolbik | 122,12 | 278 | 124,9 | 262 | 124,74 |
| 2 | Swornigacie | 118,33 | 199 | 120,32 | 183 | 120,16 |
| 3 | Windorp | 137,21 | 659 | 143,8 | 656 | 143,77 |

Tabela 6. Obliczone przepływy o prawdopodobieństwie wystąpienia (przewyższenia) $p=1\%$ i $p=10\%$ na posterunkach wodowskazowych Rolbik i Swornigacie

| L.p. | Wodowskaz | Przepływ Q p=1% [m³/s] | Przepływ Q p=10% [m³/s] |
|-------------|------------------|--|---|
| 1 | Rolbik | 7,322 | 3,744 |
| 2 | Swornigacie | 9,333 | 8,110 |

3.4. Przepływy o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) $p=1\%$ i $p=10\%$ na profilach niekontrolowanych

W praktyce inżynierskiej w zależności od położenia przekroju obliczeniowego w stosunku do przekrojów wodowskazowych stosowana jest metoda interpolacji lub metoda ekstrapolacji, przy założeniu, że przyrost zlewni między przekrojem wodowskazowym i obliczeniowym nie przekracza $\pm 20\%$ w stosunku do powierzchni zlewni w przekroju obliczeniowym.

Dla profili niekontrolowanych poszczególne wartości przepływów charakterystycznych ($Q_{\max p1\%}$, $Q_{\max p10\%}$, SSQ i SNQ) w profilach kontrolowanych obliczono poprzez interpolację bądź ekstrapolację wg wzorów:

$$Q_o = Q_w * \left(\frac{A_o}{A_w} \right)^n \quad (1)$$

$$Q_o = Q_{w1} + \frac{Q_{w2} - Q_{w1}}{A_{w2} - A_{w1}} (A_o - A_{w1}) \quad (2)$$

gdzie

Q_o - wartość charakterystyki przepływu w przekroju obliczeniowym,

Q_w - wartość charakterystyki przepływu w przekroju wodowskazowym,

A_o - wielkość powierzchni zlewni zamkniętej przekrojem obliczeniowym,

A_w - wielkość powierzchni zlewni zamkniętej przekrojem wodowskazowym

n - parametr empiryczny, $n = 2/3$.

Wyniki obliczeń zostały przedstawione w tabeli 7.

Tabela 7. Przepływy o 1% i 10% prawdopodobieństwie występowania i przepływy SSQ, SNQ obliczone dla charakterystycznych miejsc rzeki Zbrzycy

| Miejsce przekroju | Kilometr rzeki 2005 | $Q_{\max 1\%}$ [m ³ /s] | $Q_{\max 10\%}$ [m ³ /s] | SSQ [m ³ /s] | SNQ [m ³ /s] |
|----------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| jezioro Dywańskie wypływ | 41,860 | 0,761 | 0,659 | 0,326 | 0,188 |
| jezioro Somińskie wypływ | 36,940 | 1,658 | 1,436 | 0,710 | 0,410 |
| jezioro Kruszyńskie wypływ | 33,950 | 2,126 | 1,841 | 0,910 | 0,526 |
| rzeka Młosina | 27,190 | 4,095 | 3,547 | 1,753 | 1,013 |
| rzeka Kulawa | 13,530 | 4,746 | 4,111 | 2,031 | 1,173 |
| jezioro Śluza wypływ | 4,980 | 8,054 | 6,996 | 4,028 | 2,644 |

3.5. Obliczenia rzędnych zwierciadła wody

Obliczenia hydrauliczne zostały wykonane przy wykorzystaniu modelu HEC-RAS (US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Centre-River Analysis System) oraz metod hydrologii stosowanej.

Model HEC-RAS ma możliwość szczegółowego odwzorowania topografii terenu, geometrii budowli w granicach koryta rzeki i terenach zalewowych oraz oddziaływania tych obiektów na hydrauliczne warunki przepływu.

Rzędne zwierciadła wody są wyznaczone od jednego przekroju poprzecznego do kolejnego w oparciu o równanie energii (Bernoulliego):

$$Z_i + H_i + \frac{\alpha v_i^2}{2g} = Z_{i+1} + H_{i+1} + \frac{\alpha v_{i+1}^2}{2g} + \Delta x_i \bar{S}$$

gdzie:

Z_i , Z_{i+1} – wzniesienie dna ponad przyjęty poziom odniesienia odpowiednio w przekroju i oraz $i+1$

H_i , H_{i+1} – głębokość w kanale w przekroju i oraz $i+1$

V_i , V_{i+1} – średnia prędkość

Δx_i – odległość pomiędzy przekrojami

\bar{S} - spadek linii energii miarodajny dla badanego odcinka rzeki

W tabeli 8 zostało zestawiono rzędne zwierciadła wody dla przepływów o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) $p=1\%$ i $p=10\%$ i przepływów charakterystycznych SSQ i SNQ w przekrojach poprzecznych rzeki Zbrzycy.

Rzędne zwierciadła wody górnej na budowlach piętrzących ogólnie wyznaczano według uzgodnień z RZGW:

1. rzędna zwierciadła wody dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia 1% i 10% równa maksymalnemu piętrzeniu z pozwolenia wodnoprawnego;

rzędna zwierciadła wody dla przepływu SSQ i SNQ równa rzędnej zwierciadła wody w dniu pomiaru,

2. w przypadku gdy rzędna pomierzonej wody górnej jest wyższa od rzędnej maksymalnego piętrzenia podanego w pozwoleniu wodoprawnym, przyjmowano:

rz zww dla Q1% = rz zww dla Q10% = rz zww dla SNQ = rz zww dla SSQ = rzędna zww pomierzona w danym dniu,

3. gdy brak pozwolenia wodoprawnego i rzędnej maksymalnego piętrzenia przyjmowano
rz zww dla Q1% = rz zww dla Q10% = rz zww dla SNQ = rz zww dla SSQ = rzędna zww pomierzona w danym dniu.

Tabela 8. Zestawienie rzędnych zwierciadła wody dla przepływów o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) $p=1\%$ i $p=10\%$ i przepływów charakterystycznych SSQ i SNQ w przekrojach poprzecznych rzeki Zbrzycy

| Nr przekroju | Kilometraż [km] | Rzędna zww dla Q _{1%} [m n.p.m.] | Rzędna zww dla Q _{10%} [m n.p.m.] | Rzędna zww dla SSQ [m n.p.m.] | Rzędna zww dla SNQ [m n.p.m.] |
|--------------|-----------------|---|--|-------------------------------|-------------------------------|
| 20 | 49.445 | 153.30 | 153.29 | 153.28 | 153.20 |
| 19 | 48.120 | 152.45 | 152.40 | 152.16 | 152.09 |
| 18 | 44.540 | 151.01 | 151.01 | 151.01 | 151.01 |
| 17 | 43.860 | 144.09 | 144.02 | 143.92 | 143.92 |
| 16 | 36.675 | 143.98 | 143.91 | 143.69 | 143.61 |
| 15 | 33.630 | 143.79 | 143.72 | 143.58 | 143.50 |
| 14 | 31.595 | 142.07 | 141.92 | 141.82 | 141.80 |
| 13 | 30.100 | 138.26 | 138.21 | 138.10 | 137.98 |
| 12 | 27.450 | 133.61 | 133.50 | 132.99 | 132.87 |
| 11 | 26.600 | 132.63 | 132.61 | 132.55 | 132.53 |
| 10 | 24.640 | 129.46 | 129.43 | 129.35 | 129.22 |
| 9 | 21.900 | 126.86 | 126.80 | 126.70 | 126.55 |
| 8 | 19.910 | 124.99 | 124.84 | 124.51 | 124.36 |
| 7 | 18.000 | 123.29 | 123.26 | 122.88 | 122.72 |
| 6 | 15.260 | 122.80 | 122.71 | 122.29 | 122.14 |
| 5 | 13.230 | 121.86 | 121.76 | 121.61 | 121.54 |
| 4 | 8.580 | 121.82 | 121.72 | 121.44 | 121.44 |
| 3 | 4.425 | 121.70 | 121.60 | 121.28 | 121.09 |
| 2 | 2.315 | 121.15 | 121.04 | 120.68 | 120.55 |
| 1 | 0.420 | 120.39 | 120.23 | 119.86 | 119.85 |

4. Wyznaczenie przekrojów poprzecznych koryta rzeczno i przekrojów dolinowych w miejscach charakterystycznych

Jednym z pierwszych etapów realizacji projektu było wykonanie przekrojów poprzecznych koryta rzeki w miejscach charakterystycznych wraz z charakterystycznymi przekrojami dolinowymi oraz, w oparciu o przekroje poprzeczne koryta rzeki, wykonanie przekroju podłużnego rzeki Zbrzycy.

Na rzece wprowadzono nowy kilometr, który został naniesiony na mapy topograficzne w układzie „1965” w skali 1:10 000.

4.1. Metodyka pomiarów

Wszystkie pomiary hipsometryczne wykonywano w geodezyjnym poziomym układzie współrzędnych PUWG 1992 i pionowym poziomie odniesienia Kronsztad 86'. Na podstawie map topograficznych 1:10 000 oraz wizji lokalnej wytyczano w terenie profile przekrojów hipsometrycznych poprzez stabilizację palikami dwóch punktów wyznaczających profil.

Do pomiarów geodezyjnych wykorzystano stację tachymetryczną NIKON DTM-501 oraz aparaturę opartą o technikę GPS (*Globalny System Pozycyjny*). Użyto odbiorników GPS Trimble 5700 z anteną Zephyr – odbiornik ruchomy i Zephyr Geodetic – odbiornik bazowy z radiową transmisją „sygnału korekcyjnego” w czasie rzeczywistym oraz rejestratora GPS Trimble TSC [2, 3, 4, 5]. Część pomiarów wykonano pracując w opcji RTK (pomiar w czasie rzeczywistym), a część wykonując pomiary statyczne w opcji FastStatic (postprocessing). Zastosowany sprzęt umożliwia wykonanie pomiarów z dokładnością wymaganą przez Instrukcję Techniczną GUGiK G-1-10 oraz pozwala na wykonywanie pomiarów bez konieczności zakładania sieci poligonów. Współrzędne zastabilizowanych w terenie punktów określano metodą statyczną GPS. Do pomiarów były używane dwa odbiorniki TRIMBLE 5700 pracujące w trybie FastStatic. Stacje bazowe ustawiano na punktach należących do sieci punktów POLREF, których współrzędne w układzie WGS-84 i „1992” wraz z wysokościami elipsoidalnymi otrzymano z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej w Warszawie. Obliczenia na elipsoidzie WGS-84 wykonano przy pomocy oprogramowania TRIMBLE GEOMATICS OFFICE Version 1.61. Różnice wysokości geoidy niwelacyjnej i elipsoidy odniesienia obliczono z modelu „Geoidy niwelacyjnej 2002” wprowadzonej do stosowania przez Głównego Geodetę Kraju.

Wyznaczenie tych różnic jest konieczne do przeliczeń wysokości elipsoidalnych do obowiązującego układu wysokości. Pomiary na przekrojach wykonano przy pomocy stacji tachimetrycznej NIKON serii DTM-501. Przeliczenia współrzędnych pomiędzy układami „1965” i „1992” wykonano posługując się oprogramowaniem GEONET_unitrans wersja 8.2. Obliczenia pikiet wykonano programem WinKalk wersja 3.7.

Na profilach o głębokości około 1 m i poniżej, pomiar wykonywano młynkiem hydrometrycznym zgodnie z instrukcją pomiarową obowiązującą w IMGW. W przypadku większych głębokości pomiary były wykonywane za pomocą prądomierza akustycznego Workhorse Rio Grande ADCP firmy RD Instruments. Przetwornik prądomierza doplerowskiego wraz z zintegrowaną z nim anteną GPS holowany był za łodzią motorową wzdłuż profilu.

Do wyznaczenia przepływów używano standardowego oprogramowania WinRiver firmy RD Instruments.

W każdej sesji pomiarowej wyznaczano aktualną rzędną zwierciadła wody dowiązując ją stacją tachimetryczną do punktów bazowych o wyznaczonej wysokości.

4.2. Forma przekazania danych

Rezultaty prac pomiarowych wykonanych przez Oddział Morski IMGW w Gdyni przedstawiono w załącznikach zawierających przekroje poprzeczne i podłużne poszczególnych rzek.

Wszystkie tabele, materiał zdjęciowy oraz przekroje poprzeczne i profile podłużne zostały zapisane na dysku CD będącym integralną częścią tego opracowania.

5. Wyznaczanie terenów bezpośredniego zagrożenia powodzią od wody o prawdopodobieństwie występowania (przewyższenia) $p=1\%$ i 10% na mapach topograficznych w skali 1:10 000

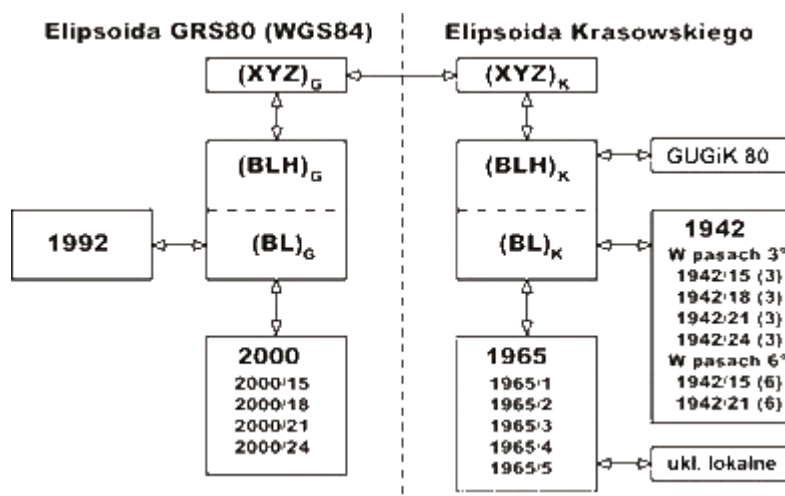
Do tworzenia map stref zagrożenia powodziowego został wykorzystany program Arc View GIS. Pozwoliło to na stworzenie mapy tematycznej, w której poszczególne elementy składowe mapy zapisane są w oddzielnych warstwach tematycznych.

5.1 Opracowanie podkładów rastrowych map topograficznych w skali 1:10 000

Ze względu na brak map wektorowych z terenu zlewni rzeki Zbrzycy jako podkłady mapowe do tworzenia warstw tematycznych map zagrożenia powodziowego, wykorzystano rastrowe mapy topograficzne w skali 1:10 000 w układzie "PUWG - 1965. Obrazy rastrowe zostały zapisane jako monochromatyczne w formacie TIFF z rozdzielczością 300dpi. Schematyczny układ arkuszy map wykorzystanych w opracowaniu przedstawiono na rys 1.

Obrazy rastrowe zostały przeliczone do układu PUWG-1992 zgodnie z algorytmami przeliczeniowymi zawartymi w instrukcji "Wytyczne techniczne. G-1.10. Formuły odwzorowawcze i parametry układów współrzędnych."

Przejścia transformacyjne realizowane były na podstawie następującego schematu:



Przy tworzeniu nowych przeliczonych plików wykorzystano metodę interpolacji najbliższego sąsiedztwa. W metodzie tej wartość nowego piksela zostaje przypisana na podstawie wartości piksela najbliższego do transformowanego.

5.2 Opracowanie warstw tematycznych

Na podstawie uzyskanych informacji z różnych ośrodków administracji, pomiarów terenowych, obliczeń hydraulicznych i opracowanych podkładów rastrowych opracowano dla rzeki Zbrzycy następujące warstwy tematyczne:

- kilometraż rzeki,
- wodowskazy,
- budowle hydrotechniczne
- budowle mostowe,
- wały przeciwpowodziowe,
- granice gmin,
- strefy bezpośredniego zagrożenia powodziowego od wody 1% i 10%.

5.3 Kilometraż

Warstwa kilometrażu została opracowana w celu właściwego odwzorowania odległości pomiędzy poszczególnymi przekrojami poprzecznymi. Wyznaczony został poprzez pomiar odległości w linii nurtu koryta rzeki na podkładach mapowych w skali 1:10 000. Próby określenia lokalizacji przekroi na podstawie kilometrażu według "Podziału hydrograficznego Polski" IMGW 1983 prowadziły do występowania niewłaściwych odległości pomiędzy przekrojami. Przyczyny takiego stanu rzeczy upatrywać należy w tym, iż kilometraż przedstawiony w „Podziale hydrograficznym Polski” opracowany był na podstawie map w skali 1:50000.

5.4 Strefy zagrożenia powodziowego A1 i A10

Rodzaj warstwy – poligon.

Podstawą do wyznaczenia granic stref były punkty pomiarowe przekrojów poprzecznych oraz podkład mapowy ze szczególnym uwzględnieniem informacji o rzeźbie terenu doliny rzeki tj. warstwic i pikiet wysokościowych.

Ponieważ za podstawę wykreślenia granic przyjęto dane wysokościowe z map topograficznych w skali 1:10 000, może powodować to niedokładności zasięgu zalewu w

stosunku do map bardziej dokładnych (np. map do celów projektowych). W przypadku wystąpienia w/w niedokładności decyduje rzędna zwierciadła wody. Rzędna można odczytać z tabeli Zbrzyca-przekrój podłużny.xls w katalogu "Profile_poprz_podl_zdj_budowle" na płycie CD. Rzędne pomiędzy punktami załamania można obliczać korzystając z metody aproksymacji liniowej (jest to linia prosta).

5.5 Wodowskazy

Typ warstwy – punkty.

Warstwa lokalizacji posterunków wodowskazowych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej została opracowana na podstawie danych historycznych IMGW zweryfikowanych pomiarami terenowymi.

5.6 Budowle hydrotechniczne – budowle piętrzące

Typ warstwy – punkty.

Warstwę lokalizacji budowli piętrzących opracowano na podstawie materiałów przekazanych przez RZGW Gdańsk, pomiarów terenowych jak również informacji pozyskanych w powiatach oraz gminach na terenie, których znajdowały się budowle.

5.7 Budowle mostowe

Typ warstwy – punkty.

Warstwa lokalizacji budowli mostowych opracowana została na podstawie materiałów przekazanych przez RZGW Gdańsk oraz pomiarów terenowych.

5.8 Wały przeciwpowodziowe

Typ warstwy – linia.

Warstwa lokalizacji wałów przeciwpowodziowych opracowana została na podstawie informacji zebranych podczas pomiarów terenowych oraz uzyskanych od starostw powiatowych.

5.9 Gminy

Typ warstwy – linia.

Warstwa granic poszczególnych gmin opracowana zgodnie z obecnie panującym podziałem administracyjnym. Różnica pomiędzy przebiegiem granic gmin na mapach topograficznych, a wektorową warstwą podziału administracyjnego wynika z wykorzystania jako źródła danych dla warstwy wektorowej map topograficznych w mniejszej skali tzn. 1:100 000. Stąd też granice w formie wektorowej nie są tak dokładne jak granice jednostek administracyjnych przedstawione na podkładowych mapach topograficznych 1:10 000.

Część geometryczna wektorowych warstw tematycznych została uzupełniona o tabele danych atrybutowych dla poszczególnych obiektów.

Wszystkie warstwy wektorowe zostały zapisane w formacie *.shp (programu ArcView).

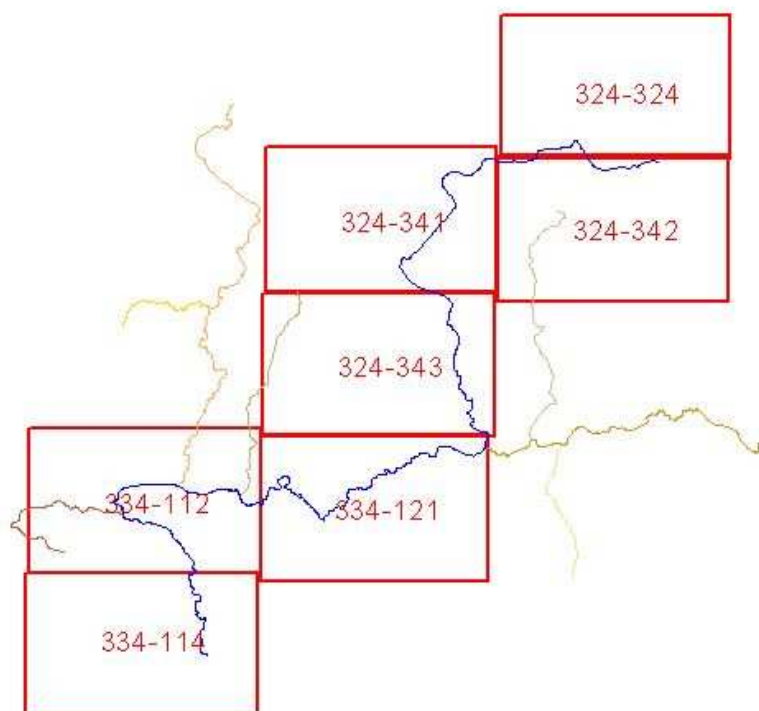
5.10 Wydruki

Kompozycje map zawierających obrazy rastrowe map topograficznych oraz zestawy danych wektorowych zostały wydrukowane barwnie. Obszar wydruku map jest zgodny z obszarem podkładowych map topograficznych w skali 1:10 000.

Tabela. 9. Wykaz wydrukowanych arkuszy map dla rzeki Zbrzycy

| Numer mapy | Kilometraż rzeki Zbrzycy 2005 |
|------------|-------------------------------|
| 1 | 0+000 ÷ 7+000 |
| 2 | 4+000 ÷ 16+000 |
| 3 | 15+000 ÷ 26+000 |
| 4 | 25+000 ÷ 36+000 |
| 5 | 33+000 ÷ 42+000 |
| 6 | 42+000 ÷ 49+490 |

Rys.1. Schematyczny układ arkuszy map rzeki Zbrzyca



6. Literatura

1. Bajkiewicz-Grabowska E., Magnuszewski A., Mikulski Z., Hydrometria, PWN, Warszawa 1993
2. IMPEXGEO, Instrukcja Obsługi Rejestratora GPS Trimble TSCe.
3. IMPEXGEO, Odbiorniki GPS 5700.
4. IMPEXGEO, Oprogramowanie Rejestratora GPS Trimble TSCe Survey Controller v.10.6. Podstawowe informacje użytkownika.
5. IMPEXGEO, Oprogramowanie TRIMBLE GEOMATICS OFFICE.
6. IMPEXGEO, TOTAL STATION Seria DTM – 501, Instrukcja obsługi.
7. Kietlińska Z., Walczak S., Miernictwo w Budownictwie Lądowym i Wodnym, WSziP, Warszawa 1997.
8. Kosiński W., Geodezja, Wyd. SGGW, Warszawa 2002.
9. Nachlik E., Kostecki S., Gądek W., Stochmal R., Strefy zagrożenia Powodziowego, Biuro Koordynacji Projektu Banku Światowego, Wrocław 2000
10. Ozga-Zielińska M., Brzeziński J., Hydrologia stosowana, PWN, Warszawa 1994.
11. Paślawski Z., Metody Hydrometrii Rzecznej, IMGW, WKiŁ, Warszawa 1973.
12. Praca zbiorowa pod kier. Juliusza Stachy, Podział Hydrograficzny Polski, IMGW, Warszawa 1986.
13. Instrukcja modelu HEC-RAS; Hydraulic Reference Manual

7. Załączniki

- Profile:
 - podłużny
 - poprzeczne
- Mapy stref bezpośredniego zagrożenia powodzią na rzece Zbrzyca
- Opracowanie w formie elektronicznej na płycie CD

Zawartość płyty:

1. Katalog "Zbrzyca opracowanie" zawiera podkatalogi:

- Zbrzyca poprzeczne a-cad
- Zbrzyca podłużne a-cad
- zdjęcia budowle hydrotechniczne

oraz pliki w formacie *.xls:

-Zbrzyca zestawienie (opis rzeki, kilometraż, m. przekrojów, dopływy i odpływy, budowle hydrotechniczne, budowle opis, wodowskazy, pozwolenia wodnoprawne),

- Zbrzyca przekrój podłużny,
- Zbrzyca profile poprzeczne,

oraz plik w formacie *.doc z opisową częścią projektu.

2. Katalog "Warstwy_map" zawiera warstwy wektorowe w formacie *.shp:

- "gminy92_1_region" - podział na gminy,
- "Zbrzyca-mosty" - lokalizacja mostów,
- "Zbrzyca kilometraż" - warstwa punktowa kilometrażu rzeki,
- "wały przeciwpowodziowe" - lokalizacja obwałowań,
- "Zbrzyca-wodowskazy" - lokalizacja posterunków wodowskazowych,
- "przekroje wykonane" - lokalizacja punktów pomiarowych przekrojów poprzecznych,
- "woda-10%" - tereny o prawdopodobieństwie wystąpienia wody 10%,
- "woda-1%" - tereny o prawdopodobieństwie wystąpienia wody 1%,

3. Katalog "Wydruki" zawiera w podkatalogach ("eps", "jpg") przygotowane do wydruku kompozycje map w formatach *.eps i *.jpg.

4. Katalog "Rastry" zawiera warstwy rastrowe podkładów topograficznych w formacie *.tif.