

Liubomyr A. Szyrkaruk, Zdzisław Jan Małecki

KONCEPCJA ZARZĄDZANIA POWODZIAMI WYSTĘPUJĄCYMI W RZEKACH UKRAIŃSKICH KARPAT WRAZ Z OCENĄ ZJAWISK HYDROMETEOROLOGICZNYCH

Streszczenie. W pracy omówiono problemy ochrony przeciwpowodziowej rzek Karpat Ukraińskich. Zwrócono uwagę na potrzebę przeprowadzenia kompleksowej regulacji rzek wraz z realizacją: projektowanych zbiorników wodnych retencyjnych (przeciwpowodziowych), wałów ochronnych, budowli wodnych piętrzących (struktur regulacyjnych). We wnioskach podniesiono konieczność (potrzebę) wsparcia badań naukowych związanych z kompleksową oceną skutków wynikających z regulacji rzek. Zakres badawczy powinien obejmować badania naukowe na odtworzonych budowlach wodnych (tzw. modelach fizycznych) w połączeniu z modelowaniem układów (struktur) hydraulicznych wraz z wykonaniem obliczeń matematycznych dotyczących prognozowania skutków regulacji koryt rzecznych (cieków).

Słowa kluczowe: fala powodziowa, ochrona przeciwpowodziowa, regulacja cieków, zbiorniki retencyjne, obiekty hydrotechniczne, Karpaty Ukraińskie

WPROWADZENIE

Chwilowy nadmiar wody w rzekach może prowadzić do wystąpienia powodzi na terenach przyległych. Pod pojęciem powodzi rozumie się masowe zalanie przez wodę terenu, który w normalnych warunkach nie jest pokryty wodą, wywołane przez wezbranie w ciekach naturalnych, zbiornikach. Powodzie rzeczne spowodowane są zazwyczaj długotrwałymi i intensywnymi opadami atmosferycznymi, względnie gwałtownym topnieniem śniegu przy zamarzniętej warstwie gleby (duży spływ powierzchniowy wody). Powodzie są zjawiskiem naturalnym i będą zapewne powtarzały się również w przyszłości. Średnie roczne straty na świecie będące następstwem powodzi, sprowadzają się do dziesiątków miliardów dolarów. Straty powodziowe na świecie zwiększają się z upływem czasu z powodu coraz większej koncentracji obszarów zabudowanych zlewni. Wezbrania wód powodziowych podczas nadzwyczajnych powodzi wahają się w Polsce w granicach 5 do 10 m ponad stan średni (Wisła pod Tczewem 9 m – 1816 r., Wisła w Warszawie 5 m – 1844 r.). Amplituda wahań fali powodziowej nie jest wielka w porównaniu z przyrostami na innych rzekach (Jangcy 40 m – 1934 r., Oka 18 m – 1908 r., Wołga 17 m – 1926 r., Urugwaj 16 m – 1959 r.).

doc. L.A. SZYNKARUK – National University of Water Management and Nature Resources Use - Równe, Ukraina
prof. nadzw. dr hab. inż. Zdzisław Jan MAŁECKI – Instytut Badawczo-Rozwojowy Inżynierii Łądowej i Wodnej „Euroexbud” w Kaliszu

Klasyfikacji powodzi dokonujemy w odniesieniu do przyczyn tworzenia się powodzi i jej przebiegu a mianowicie:

- powodzie opadowe powstałe w wyniku silnych opadów nawałnych (np. podczas krótkotrwałych burz termicznych),
- powodzie roztopowe spowodowane gwałtownym topnieniem śniegów, wywołane nagłym i silnym wzrostem temperatury przy zamrożonym gruncie,
- powodzie sztormowe, powstające na wybrzeżu morskim,
- powodzie zatorowe powstałe w następstwie zatorów lodowych i śryżowych.

W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia, zdarzyło się na świecie wiele katastrofalnych powodzi. Wielka powódź w 1993 r. w Stanach Zjednoczonych objęła Missisipi i Missouri. Na odcinku głównego biegu Missouri stany wody zostały przekroczone o ponad 1 metr. W St. Loiusie na rzece Missouri stany wyższe od poprzedniego rekordu utrzymywały się przez ponad trzy tygodnie. Ocenia się, że ponad 7% całej powierzchni Stanów Zjednoczonych znajduje się na obszarach, gdzie prawdopodobieństwo zalania przez powódź przekracza $p = 1\%$ (przeciętnie raz na sto lat). W latach 1990-1996 zdarzyło się aż sześć wielkich powodzi. Najbardziej tragiczna była powódź sztormowa w Bangladeszu. W ciągu dwóch dni kwietnia 1991 r. zginęło tam 140 tysięcy ludzi. W następnych latach wystąpiły kolejne powodzie, w których straty przekroczyły miliard dolarów, między innymi, wielka powódź na Odrze (Polska, Niemcy) w lecie 1997 r. i katastrofalna powódź w Chinach w lecie 1998 r. Niezwykle niszcząca powódź wystąpiła w Koreańskiej Republice Ludowo-Demokratycznej w lecie 1995 r. powodując śmierć 68 osób i straty materialne, rzędu 15 mld dolarów. W 1993 i 1995 r. nawiedziła Kolonię w Niemczech powódź w rzece Ren. W przybliżeniu tzw. stuletnie katastrofalne powodzie wystąpiły także w Tunezji, Malawi, Egipcie, RPA, Jemenie i Mozambiku.

Na początku XXI wieku na terytorium Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKGONZ), zamieszkiwało na terenach narażonych na powodzie ponad 3 mln ludzi, w tym 1,9 mln ludzi we wschodniej Europie. W ostatnich latach, często występują katastrofalne powodzie, które wpływają na gospodarkę a tym samym oddziałują na rozwój społeczny i ekonomiczny przy równoczesnym zauważalnym wzroście liczby ofiar ludzkich. Oceniając dotychczasowe zaistniałe sytuacje, będące następstwem powodzi w odniesieniu do przebiegu dotychczasowych warunków klimatycznych, można z dużym prawdopodobieństwem przewidzieć w przyszłości zmiany zjawisk klimatycznych, które wskazują, że powodzie będą coraz częściej występowały. Na potwierdzenie powyższego podajemy m.in. związane z powodzią, które tylko wystąpiły we wrześniu 2013 roku a mianowicie: Ukraina – Odessa wraz z regionem (2 ofiary), Żytomierz, Kiovohrad, Samborz; Rosja – regiony: Amuru, Komsomolska nad Amurem, Soczi; Europa – Rumunia (9 ofiar); USA – Kolorado; Azja – Tajlandia, Chiny. Należy także zauważyć, że powodzie przyczyniają się do występowania klęsk żywiołowych, którym towarzyszą zjawiska związane z: lawinami błotnymi, osuwiskami, burzami którym towarzyszą podczas opadów różne zanieczyszczenia i skażenia ujęć wód powierzchniowych oraz źródeł wód podziemnych i inne. Dlatego też zaistniałe zniszczenia (uszkodzenia) profilu glebowo-gruntowego, będące następstwem zalania terenu wodą

powodziową wezbraną (wysoką), zaliczamy jako następne w skutkach negatywnych po zniszczeniach związanych z trzęsieniem ziemi. Ekspersi zauważają, że miesięczny wskaźnik opadów atmosferycznych na obszarach dotkniętych powodzią odpowiada często jednorazowemu silnemu opadowi, np. w Żytomierzu wystąpił trwający 6 godzin opad, ciągły i zarazem silny (intensywny) deszczu, który wynosił 72 mm i odpowiadał miesięcznemu wskaźnikowi opadów. Wyniki z ostatnich trzech lat a mianowicie: 1998; 2001 i 2008 roku, dotyczące powodzi katastrofalnych w rzekach Karpat Ukraińskich oraz m.in. nawiązujące do powodzi z ostatnich 5 lat (od 2008 do 2013 roku) na świecie wskazują, że systemy przeciwpowodziowe powinny charakteryzować się niezawodnym działaniem (funkcjonowaniem) wszystkich budowli hydrotechnicznych, zwłaszcza przy występowaniu nagłego zjawiska hydrologicznego jakim jest powódź. Ponadto eksperci doszli do wniosku, że do czasu nie wykonania całego systemu ochrony przeciwpowodziowej, powódzie będą zawsze groźne w skutkach. Ochronę przed powodzią realizuje się poprzez uwzględnienie wszystkich elementów zarządzania ryzykiem powodziowym, a w szczególności w następnym: zapobiegania, ochrony, stanu należytego przygotowania i reagowania w przypadku wystąpienia powodzi, usuwania i odbudowy skutków powodzi, oraz wyciągania stosownych wniosków w celu ograniczenia w przyszłości potencjalnych negatywnych skutków powodzi. Systemy ochrony powodziowej nie gwarantują pełnego bezpieczeństwa tylko w zasadzie zmniejszają jej negatywne skutki. Analiza dotychczasowych stosowanych tradycyjnych metod i systemów przeciwpowodziowych, wskazuje, że najskuteczniejszą metodą z nich jest **regulacja koryt rzecznych**.

Przy regulacji koryt rzecznych należy uwzględnić transport przez wodę rumowiska tj. cząstek ciała stałego. Cząstki te można podzielić na kilka kategorii:

- rumowisko wleczone to ziarna przesuwane się po dnie rzeki,
- rumowisko unoszone to ziarna (cząstki stałe) transportowane przez strumień wody na różnych głębokościach,
- rumowisko zawieszane to najmniejsze ziarna znajdujące się w cieku na różnych głębokościach przy minimalnej prędkości przepływu.

Realizowane sposoby ochrony przeciwpowodziowej powinny nawiązywać do wstępnej oceny ryzyka powodziowego która obejmuje elementy takie jak: mapy obszaru dorzecza, opis powodzi historycznych, które spowodowały znaczące negatywne skutki dla ludzi, środowiska w tym zasięg powodzi oraz trasy przejścia fali powodziowej wraz z oceną potencjalnych negatywnych skutków powodzi mogących wystąpić w przyszłości, uwzględniając prognozę długofalowego rozwoju wydarzeń, w szczególności wpływu zmian klimatu na występowanie powodzi. Istnieje wiele działań zmierzających do ograniczenia strat powodziowych, które można podzielić na trzy grupy:

- zmniejszenie wrażliwości systemów na straty powodziowe (rozwiązania legislacyjne, odpowiednie planowanie użytkowania terenu, wyznaczenie strat, gdzie powinno się rozwijać się budownictwo itp.),
- modyfikacja przebiegu fali powodziowej („przytrzymanie” jak największej ilości wody tak aby nie wyrządziła szkód),
- ograniczenie strat w czasie trwania powodzi i po powodzi (wczesne rozpoznanie zagrożenia, prognoza przebiegu powodzi, ostrzeżenie i alarm oraz ewakuacja).

Elementy ochrony przeciwpowodziowej np. obwałowania lub zapory nie stanowią stuprocentowego zabezpieczenia. Wody przeciwpowodziowe w zasadzie chronią przed wezbraniem o małej lub średniej wielkości. W przypadku przerwania obwałowania, woda wdiera się na zupełnie odsłonięty i nieprzygotowany teren a powstałe wtedy straty znacznie przekraczają te, które wystąpiły bez obwałowań.

Powyższą tematyką dotyczącą ochrony przeciwpowodziowej zajmuje się Uniwersytet Narodowy Gospodarki Wodnej i Natury (m. Równy), będący zarazem największym i najbardziej skutecznym ośrodkiem badawczym na Ukrainie. Instytut dysponuje laboratorium hydraulicznym inżynierii wodnej o łącznej powierzchni 915 m², w którym to realizowane są innowacyjne badania naukowe dotyczące procesów fizycznych wraz z matematycznym modelowaniem układów (struktur) hydraulicznych łącznie z wykonaniem obliczeń matematycznych nawiązujących do prognozowanych skutków będących następstwem regulacji koryt rzecznych.

BUDOWLE WODNE

Do obiektów budowlanych gospodarki wodnej zalicza się budowle hydrotechniczne wraz z urządzeniami i instalacjami technicznymi z nimi związanymi. Do budowli hydrotechnicznych należą: zapory ziemne i betonowe, jazy, upusty, przelewy, czasze zbiorników, zbocza i skarpy oraz pompownie, kanały, sztolnie, rurociągi hydrotechniczne, stopnie wodne, akwedukty, wały przeciwpowodziowe, przepusty, budowle regulacyjne na ciekach, grodze, mola, bulwary, pochylnie, przepławki dla ryb. Do budowli wodnych wykorzystywanych do Ochrony przed niszczycielskim działaniem wody zaliczamy budowle regulacyjne stosowane do regulacji rzek (tamy regulacyjne, opaski brzegowe, zapory przeciwrumowiskowe, stopnie, progi oraz bystrotoki).

Do zbiorników wodnych zaliczamy: akweny naturalne – to jeziora i stawy oraz sztuczne, powstałe w następstwie wybudowania budowli piętrzących. Rozróżniamy podstawowe typy zbiorników wodnych a mianowicie:

- zbiorniki retencyjne, których zadaniem jest magazynowanie wody w okresach jej nadmiaru w celu wykorzystania w innych okresach,
- zbiorniki przepływowe (bez zamknięć i z zamknięciami oraz z wyrównaniem dobowym) powstają w wyniku przegrodzenia rzek jazami, których zadaniem jest utrzymanie w miarę stałego poziomu piętrzenia,
- zbiorniki suche są jednozadaniowymi zbiornikami przeciwpowodziowymi, okresowo magazynujące wody podczas przechodzenia fal powodziowych,
- poldery powodziowe stanowiące pewną formę odmiany zbiorników suchych, obniżają szczyty fal powodziowych i lepsze rozłożenie przepływów w czasie wezbrań. Poldery zakładane są na rzekach obwałowanych na obszarach dolin rzecznych odciętych od rzek wałami przeciwpowodziowymi.

Budowle piętrzące umożliwiające utrzymanie wzniesionego ponad przyległy teren zwierciadła wody mają za zadanie m.in. związane z zapewnieniem bezpieczeństwa przed żywiołem wodnym, dostarczanie wody na potrzeby komunalne i produkcyjne oraz do nawodnień itp.

Do budowli wodnych piętrzących zaliczamy:

- jazy stałe (bez zamknięć) przepuszczalne (nieszczelne), nieprzepuszczalne (szczelne), są najmniejszymi budowlami piętrzącymi o prostej konstrukcji, mające lokalne, punktowe znaczenie dla gospodarki wodnej,
- jazy z zamknięciami (ruchome) są podstawowymi obiektami piętrzącymi i przepuszczającymi wodę przy zabudowie stopniami rzek nizinnych i podgórszych,

Nazwa jazu ruchomego nawiązuje do zastosowanego rodzaju zamknięcia: płaskie (zastawki, stawidła, zasuw), klapowe (odchylone od progu o 20 do 40°), segmentowe (wycinek koła), kozłowe (składane kozły), walcowe, mostowe (zamknięcia płaskie), dachowe (dwuklapowe klapy płaskie), powłokowe (bukłakowe lub workowe – tkaniny), dwupoziomowe (dwupiętrowe lub z belką piętrzącą).

REALIZOWANE WSPARCIE NAUKOWE DOTYCZĄCE PROBLEMATYKI OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ NAWIĄZUJĄCEJ M.IN. DO REGULACJI CIEKÓW

W odniesieniu do oceny powodzi, które wystąpiły w latach 1998 i 2001 roku, na Zakarpaciu oraz w 2008 roku w Karpatach opracowano „**Program Państwowy Ukrainy**”, **dotyczący ochrony przeciwpowodziowej w oparciu o opracowane hipotezy i prognozy naukowe w Instytucie NUGWiN w Równym**, który to nawiązuje do propozycji rozwiązań technicznych poprawy systemów ochrony przeciwpowodziowej, w tym uwzględniającej budowlę (struktury) gospodarki wodnej, zastosowane na rzekach górskich. Propozycje rozwiązań znajdują się w większości przypadków potwierdzenie w rozważaniach teoretycznych i eksperymentalnych (modelowych) badaniach i zarazem stanowią zalecania do rozwiązań technicznych (projektowych) w praktyce.

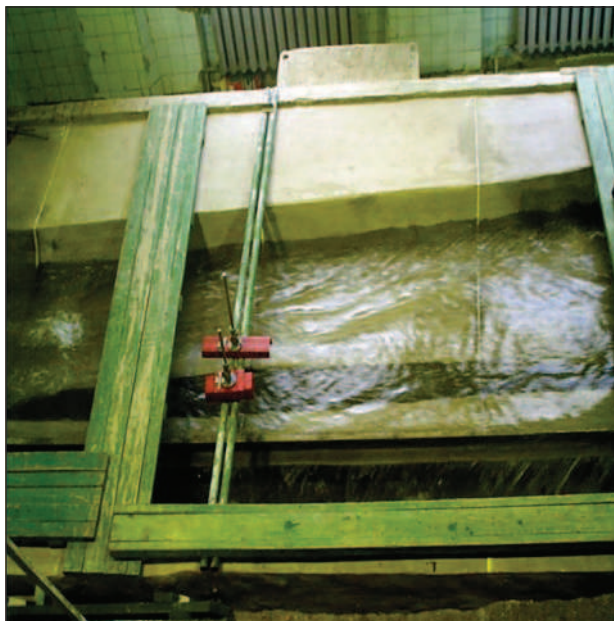
Poniżej przedstawiamy propozycje rozwiązań związanych z problematyką ochrony przeciwpowodziowej:

- 1) W celu uzyskania niezawodnej ochrony przeciwpowodziowej należy realizować kompleksową regulację rzek
- 2) Lokalna selektywna (wybiórcza) regulacja koryt cieków z reguły nie jest skuteczna. Perspektywnym rozwiązaniem jest stopniowe dostosowanie koryt cieków do wymagań technicznych związanych z ochroną przeciwpowodziową w oparciu o opracowaną kompleksową regulację rzek lub przynajmniej dotycząca w znacznym zakresie newralgicznych odcinków koryt cieków.
- 3) Niezbędne jest wykonanie fizycznego i matematycznego modelowania budowli (struktur) gospodarki wodnej dotyczących ochrony przeciwpowodziowej w celu wskazania alternatywnych rozwiązań technicznych.
- 4) Wdrażanie optymalnego (racjonalnego) projektowania budowli (struktur) wodnych, dotyczących szczególnie uwzględnianie tematyki związanej z inżynierią hydrauliczną.
- 5) Zastosowanie nowoczesnych metod obliczeniowych związanych z prognozowanymi zmianami erozyjnymi koryt i brzegów cieków oraz zmian profilu koryt w pobliżu budowli piętrzących gospodarki wodnej.

- 6) Potwierdzenie w oparciu o wykonane badania od strony technicznej i analizy ekonomicznej zasadności stosowania materiałów wykonanych z geowłókniny przy regulacji koryt cieków oraz przy piętrzących budowlach wodnych.
- 7) Omawianie metod dotyczących wzmocnienia stabilności ochronnych budowali ziemnych z wykorzystaniem innowacyjnych hydromechanicznych maszyn budowlanych stosowanych do robót ziemnych.
- 8) Opracowanie i wdrażanie monitoringów hydromorfologicznych obejmujących wszystkie rzeki Ukrainy.
- 9) Współuczestnictwo w tworzeniu niezbędnych przepisów dotyczących opracowania wytycznych do projektowania, budowy i funkcjonowania budowali (struktur) gospodarki wodnej dla rzek Karpat Ukraińskich.

W celu rozwiązania powyższych problemów, w Instytucie NUWMNRU w Równem przeprowadzono szereg badań eksperymentalnych dotyczących:

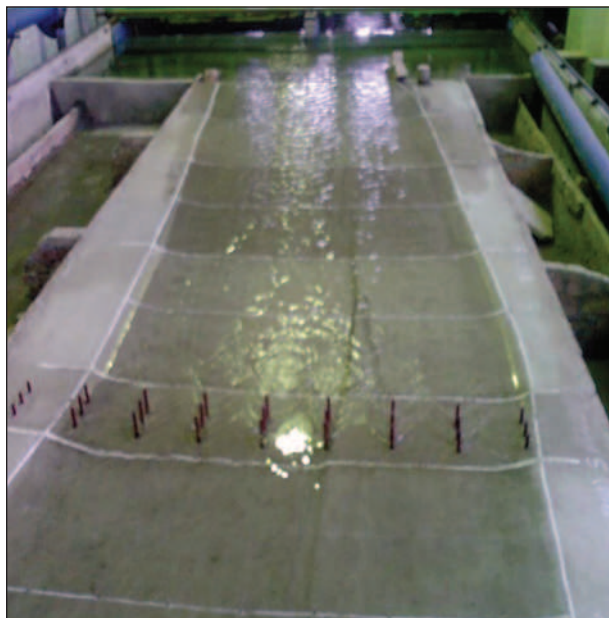
- 1) Modelowania parametrów fizycznych wlotów (dopływów) i wylotów (odpływów) wody wpływającej (wypływającej) do obiektów budowali wodnych (zbiorniki wodne, poldery) w ramach zakresu przedsięwzięć dotyczących programu ochrony przeciwpowodziowej dla dorzecza rzeki Cisy regionu Zakarpacia z uwzględnieniem okresu od 2002 do 2006 roku wraz z prognozowaniem dla 2015 roku (fot. 1 – 2005 rok)
- 2) Modelowanie parametrów technicznych przepływu wody przez przeciwpowodziowy polder rzeki Cisy koło wsi Wary (fot. 2 – 2006 rok).
- 3) Modelowanie parametrów technicznych przepływu wody przez urządzenia sterujące o wydatku 450 m³/s do polderów przeciwpowodziowych na rzece Cisy w pobliżu wsi Wary i Chetfalvy Berehivskiego w regionie Zakarpacia (2006 r.)
- 4) Określenie parametrów związanych z pojemnością przeciwpowodziową (N^o 46) dla rzeki Borżawa w regionie Zakarpacia (2007 rok)
- 5) Omówienie (ocena) parametrów technicznych (wymogów) światła mostu (wodo-przepuszczalności) dla mostów na drodze Kijów-Czop we wsi Pantalija i Kriliw, obwodu równeńskiego (2008 rok).
- 6) Omówienie parametrów technicznych dotyczących światła mostów ozn. Nr 90-94 na drodze Kijów – Czop (2008 rok).
- 7) Projekt regulacji rzeki Ustia w Równem (2008 r.)
- 8) W oparciu o badania Instytutu NUGWiN wykonano analizy (oceny) techniczne wraz z podaniem zaleceń w odniesieniu do opracowań dotyczących budowli przeciwpowodziowych dla rzek z rejonu karpackich gór.
- 9) Zalecenia dotyczące projektowania dopuszczalnych poziomów spiętrzeń ochronnych wody w odniesieniu do opracowań dotyczących ochrony przeciwpowodziowej ukraińskich Karpat (2009 rok).
- 10) Zalecenia w oparciu o badania modelowe i obliczenia matematyczne dotyczące projektowania dopuszczalnych poziomów spiętrzeń ochronnych wody w odniesieniu do przepływów nieskutkujących powodziami dla rejonu Czerniowiec (fot. 3, 2011 rok)
- 11) Opracowanie sposobów ochrony przeciwpowodziowej i przeciwerozyjnej w oparciu o badania modelowe budowli (struktur) przeciwerozyjnych dla rzeki Dniest na obszarze: Baczyna – Stary Sambor – wieś Zawadka, starosambirski powiat, województwo lwowskie (fot. 4 – 2011 rok).



Fot. 1. Badanie hydrauliczne powodzi bocznego zbiornika wlotowego na rzece Bystrzycy w pobliżu Terszakiv w Lwowskim obwodzie



Fot. 2. Wloty hydrauliczne badawczego i gromadzonego zbiornika na r. Tysy w pobliżu wsi Wary i Czertfawla w regionie Zakarpacim (symulacja przejściu katastrofalnej powodzi)



Fot. 3. Hydrauliczne badania struktur regulacyjnych na rzeki Prut w mieście Czerniowci (Przepusty modelowania katastrofalnej powodzi w mostku)



Fot. 4. Hydrauliczne badania zmian dennych (донних перепадів) do ustabilizowania kanału Dniestru w Starym Samborze we Lwowskim obwodzie (Львівська область)

POWODZIE I OCHRONA PRZECIWPOWODZIOWA W REGIONIE PRZYKARPACKIM

Po przejściu fali powodziowej w regionie Przykarpacim w 2008 roku, specjaliści hydrologowie ponownie zainteresowali się systemami ochrony przeciwpowodziowej, w tym zbiornikami wodnymi retencyjnymi istniejącymi zrealizowanymi w XIX i XX wieku. Biorąc pod uwagę zmiany klimatyczne o wymiarze globalnym stwierdzono konieczność dalszego prowadzenia naukowych prac badawczych dotyczących systemów ochrony przeciwpowodziowej z uwzględnieniem standardowych rozwiązań technicznych (klasycznych) oraz nowatorskich rozwiązań hydrotechnicznych budowli wodnych sterujących regulacją przepływów wody. Nadmiar wody może prowadzić do uderzenia, niszczycielskiej siły żywiołu w ludzkie siedziby, szczególnie dotkliwe są powodzie w miastach, gdzie straty skupiają się na gęsto zaludnionym obszarze. W następstwie przejścia rzeką maksymalnej kulminacyjnej fali powodziowej, dochodzi do wystąpienia dużych rozlewisk wody w pobliżu cieków. Zwiększona pojemność powodziowa zlewni może znacznie obniżyć poziom wody w rzece, co skutkować będzie zmniejszeniem ryzyka zalania terenów przyległych (osiedli) do rzeki oraz ograniczeniem zniszczeń budowli hydrotechnicznych. Istotną funkcją retencyjnych zbiorników wodnych poza gromadzeniem wody jest złagodzenie fali powodziowej w rzece poniżej zbiornika wraz ze zmniejszeniem prędkości przepływu przy stosunkowo niskich kosztach eksploatacyjnych. W przypadku wystąpienia fali powodziowej w rzece, dochodzi do znacznych utrudnień w pozyskiwaniu wód powierzchniowych dla potrzeb ludności, przemysłu i rolnictwa z ujęć wybudowanych na odgałęzieniach cieków bocznych dopływających (odpływających) do rzeki. W miejscach ujść wody ciekami dopływającymi do rzeki odkłada się rumowisko i zarazem dochodzi w pobliżu ujść do erozji dna i brzegów koryta rzeki. Powyższe czynniki hydrologiczne, bardzo utrudniają utrzymanie założonych eksploatacyjnych parametrów hydrologicznych. Pojemność sztucznych retencyjnych zbiorników wodnych, powinna być tak zaprojektowana żeby zgromadzić wymaganą ilość wody a tym samym złagodzić falę powodziową przy zachowaniu odpowiednich wymiarów urządzeń (otworów) wlotowych i wylotowych wody służących do sprawnego sterowania przepływami wody.

Koncepcja zarządzania powodziowego stanowi istotną część skomplikowanego systemu ochrony przeciwpowodziowej która musi uwzględnić sterowność przepływu wody powodziowej ciekami poprzez zastosowanie odpowiednich budowli gospodarki wodnej (zapory, jazy, przepusty, wieże przelewowe, zasady itp.). W regionie Zakarpacia w dorzeczu rzeki Cisy planowane jest wybudowanie 22 przeciwpowodziowych zbiorników (polderów) wodnych o łącznej całkowitej pojemności użytkowej wynoszącej 92 mln m³ wody przy łącznej powierzchni zalewu 152 km². W celu przechwycenia wód powodziowych z rzek regionu Podkarpackiego należy wybudować w górnym biegu Dniestru trzy zbiorniki wodne. Na dzień dzisiejszy przewidziano wybudowanie w górnym biegu Dniestru w obwodzie lwowskim dwóch zbiorników wodnych przeciwpowodziowych (Charkovychi, Terhakiv), które zgromadzą około 100 mln m³ wody pochodzącej ze spływu powodziowego a zarazem wpłyną na poprawę stosunków hydrologicznych w regionach: lwowskim i iwano – frankowskim. Istotnym uzasadnieniem budowy retencyjnych zbiorników wodnych w górnym biegu rzeki Dniestru jest to, że zostaną w nich

przechwycone wody wypływające ze źródła na wysokości 932 m n.p.m. zlokalizowanego na górze zwanej Starym Polem w powiecie turkiewskim, lwowskiego województwa.

Poniżej miasta Stary Sambor położonego nad Dniestrem występują bagienne tereny, znane jako Wielkie Mokradła Nadniestrzańskie. Natomiast na zachodzie występują tereny bagienne wzdłuż rzek Bystrzyca i Tysmiecica. Tereny stanowiące masyw gliniasty położone są w powiatach: sambirskim, drohobytskim i gorodzkim należącym do województwa lwowskiego. Na obszarze gliniastego masywu znajduje się około 30 osiedli, z których większość narażonych jest na zalanie wodami powodziowymi, szczególnie podczas wiosny i lata. W następstwie powodzi występują szkody popowodziowe a szczególnie zauważalne są w rolnictwie. Dotychczasowe podjęte próby działań w XIX w i XX wieku zmierzały do ochrony przeciwpowodziowej terenów narażonych na zalanie wodami powodziowymi na odcinku górnego Dniestru i m.in. sprowadzały do retencjonowania wody (zbiorniki wodne: retencyjne, poldery), które nie przyniosły na dzień dzisiejszy oczekiwanego rezultatu (efektu). W oparciu o wyniki pochodzące z obserwacji w dorzeczu Dniestru z okresu ostatnich 100 lat (od 1911 do 2012 roku), stwierdzono 15 powodzi charakteryzujących się katastrofalnymi skutkami a mianowicie w roku: 1911, 1929, 1941, 1952, 1955, 1969, 1974, 1980, 1989, 1997, 1998, 1999, 2001, 2002, 2008.

Powódź, która miała miejsce w Karpatach w okresie od 23 do 27 lipca 2008 spowodowała znaczne szkody w gospodarce narodowej Ukrainy, i zarazem była tragiczna w skutkach której towarzyszyły ofiary ludzkie. Szacunkowe straty w ocenie ekspertów będące następstwem powodzi w 2008 roku wynosiły około 6 mld w tym w obwodzie lwowskim powyżej 340000000 USD.

W celu wyeliminowania negatywnych skutków będących następstwem powodzi w 2008 roku a zarazem podjęcia dalszych działań ograniczających (eliminujących) katastrofalny wpływ powodzi, został opracowany – w „**Programie stałej zintegrowanej ochrony przeciwpowodziowej dla dorzecza: Dniestru, Pruta i Siretu**”. Przedmiotowy program uwzględnia najlepsze na świecie i w kraju, doświadczenia w projektowaniu budowli (struktur) wodnych ochronny przeciwpowodziowej z wykorzystaniem wiedzy z zakresu hydromorfologii przepływu wód w rzekach. Istotnym (podstawowym) celem tego programu było przyjęcie dla dorzeczy: Dniestru, Prutu i Sireta, założeń projektowych związanych z ochroną przeciwpowodziową, uwzględniających obiekty gospodarki wodnej w tym obiekty hydrotechniczne w celu ochrony przed powodziową (zalewem terenów) osiedli, obszarów rolniczych oraz obiektów przemysłowych (zminimalizowanie szkód powodziowych oraz stworzenie normalnych warunków dla społeczeństwa). Przedmiotowy program działań rozpoczęto w 2009 roku i przewidywany jest na okres 17 lat. Całkowita wartość tego programu wyniesie ok. 31,317 mln euro w tym ze środków Derzhvodahenst va Ukrainy – UAH 24,183, 4 mln,

Na podstawie założeń tego programu zostały opracowane przez administrację państwową (obwodową) programy ochrony przeciwpowodziowej dla: Winnicy, Iwano – Frankowska, Lwowa, Odessy, Tarnopola, Chmielinicka i regionów Czerniweckich. W przyjętych założeniach przeciwpowodziowych bez których nie jest możliwe złagodzenie skutków negatywnych powodzi uwzględniono główne obiekty gospodarki wodnej jak: retencyjne zbiorniki wodne, poldery oraz pozostałe jak, wały ochronne, budowle (struktury) gospodarki wodnej, regulacja cieków.



Fot. 5. Kalisz – Osiedle Rajsków, rzeka Swędrnia. Powódź 2010 r.



Fot. 6. Kalisz, ul. Złota, rzeka Prosna. Powódź 2010 r.



Fot. 7. Zbiornik Murowaniec od strony zapory („zrzucona woda”) 2004 r., fot. Z. Małecki



Fot. 8. Zapora ziemna – zbiornik Murowaniec na rzece Swędrni 2004 r., fot. Z. Małecki



Fot. 9. Rzeka Pokrzywnica poniżej zbiornika Pokrzywnica 2010 r., fot. Z. Staszewski



Fot. 10.Elektrownia wodna we Włocławku



Mapa 1. Wycinek mapy południowo-zachodniej Ukrainy

W obwodzie lwowskim w ramach powyższego programu zaplanowano docelowo w trzech etapach wybudowanie obiektów gospodarki wodnej związanych z retencją (kumulacją) wód powodziowych a zarazem przeciwdziałających powodziom w rzece Dniestr „Chaykovychi” (pojemność 55 mln m³ wody) oraz wybudowanie mostów wraz z budowlami sterującymi przepływem wód (pojemność retencyjna 57 mln m³), Teraszji (50 mln m³ wody).

Pierwszy etap (wariant) zabezpieczenia przeciwpowodziowego, zrealizowany został na rzece Bystrzycy w pobliżu Terszakiw (najbardziej niebezpieczne miejsce podczas powodzi) oraz ponadto dotychczas wykonano węzeł wodny dla czterech dopływających rzek do Dniestru (rzeka główna) a mianowicie: m.in. Veryshtysa – lewy dopływ Dniestru Bystrica Tysmienyciai – prawy dopływ Dniestru. Obecnie realizowane są obiekty gospodarki wodnej, gromadzące wodę w Chaykovychah (pojemność retencyjna – 55 mln m³, skutkujące obniżeniem poziomu wody o 0,70 m a tym samym ochroną ponad 10000 ha) oraz mosty wraz z regulowanymi zamknięciami umożliwiającymi sterowanie przepływem wody (pojemność retencyjna 57 mln m³). W następstwie (wyniku) powyższych przedsięwzięć związanych z realizacją obiektów gospodarki wodnej zretencjonowane zostanie 162 mln m³ wody. W chwili (momencie) przejścia szczytu fali powodziowej w następstwie wykonanych budowli przeciwpowodziowych, obniżony zostanie poziom wody w Dniestrze (w pobliżu wsi Lipytsi) do 2,21 m, co zarazem przyczyni się do ochrony znacznych obszarów przed zalaniem wodą oraz 25 miast, co będzie miało istotny wpływ na zmniejszenie obszarów ryzyka powodziowego dla terenów przyległych do rzeki.

WNIOSKI

1. W świetle rozwoju Zintegrowanego Zarządzania Ryzykiem Powodziowym (ZZRP), łączącego rozwój zasobów ziemi i wody zapewnione zostanie sterowanie przepływem wód powodziowych w górnym Dniestrze. Głównym celem zintegrowanego zarządzania powodziowego jest minimalizacja szkód spowodowanych powodzią poprzez maksymalne wykorzystanie obszarów zalanych (polderów).
2. Plany zarządzania ryzykiem powodziowym obejmują wszystkie elementy zarządzania ryzykiem powodziowym a w szczególności uwzględniają działania służące zapobieganiu powodzi i ochronie przed powodzią wraz z informacjami na temat stanu należytego przygotowania w przypadku wystąpienia powodzi.
3. Plany zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi zawierają mapy ryzyka powodziowego i mapy zagrożenia powodziowego uwzględniające przepływy prawdopodobne (okresowe) (z uwzględnieniem prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi wynoszącego: raz na co najmniej 500 lat $p=2\%$; raz na 100 lat $p=1\%$; raz na 10 lat $p=0,1\%$; oraz zasięg powodzi, głębokość wody lub poziom zwierciadła wody wraz z wskaźnikami: prędkości lub natężenia przepływu).
4. Na terenach, charakteryzujących się zdolnościami przechwytywania (retencjonowania) fali powodziowej poprzez zastosowanie tradycyjnych budowli regulujących przepływy, można wyodrębnić obszary chronione przed powodzią. Przyjęcia takiego rozwiązania (systemu) jest opłacalne od strony technologicznej jak i logicznej. Budowa obiektów hydrotechnicznych zlokalizowanych w górnym biegu rzeki, reguluje przepływ fali powodziowej na początku jej powstawania a zarazem zapobiega powodziom w dolnym biegu rzeki.
5. Wybudowanie zbiorników retencyjnych przeciwpowodziowych wraz z innymi obiektami gospodarki wodnej skutkować będzie poprawą ochrony środowiska przyrodniczego a tym samym utrzymaniem naturalnych procesów środowiskowych – poprzez pozostawienie (retencjonowanie) wody na danym obszarze, zamiast jej odprowadzania co przyczyni się do poprawy małej retencji gleb na danym terenie.

LITERATURA

1. Вайнберг О.І., Хлапук М.М., Рябенко О.А., Шинкарук Л.А. Дністровська ГАЕС: нові досягнення гідроенергетики України в гідротехнічному будівництві // Гідроенергетика України. – 2009. – № 3. – С. 21-25.
2. Chinkarouk L., Hassane M., Benhafid M.S. Utilisation des courants secondaires pour la protection des ouvrages de regularisation et des berges des rivières contre l'érosion. Actes du Colloque International sur l'Eau et l'Environnement. Alger, 7-8 Décembre, 2004. – pp. 175-179.
3. Depczyński W., Szamowski A; Budowle i zbiorniki wodne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
4. Кирієнко І.І., Шинкарук Л.А., Щодро О.Є. Шляхи вдосконалення регулювання русел передгірських ділянок річок Українських Карпат // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2002. – №1. – С. 30-34.

5. Кірієнко І.І., Шинкарук Л.А., Щодро О.Є., Новий тип водозабору в складі протипаводкового комплексу на річках Українських Карпат // Гідромеліорація і гідротехнічне будівництво. Зб. наук. праць. – 2007. – Вип. 31. – С. 139-145.
6. Kundzewicz Zbigniew W.; Gdyby mała wody miarka... Zasoby wodne dla trwałego rozwoju. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000
7. Małecki Z. Ocena wpływu wybranych zbiorników retencyjnych na środowisko w zlewni Proсны, Polskie Towarzystwo Inżynierii Ekologicznej, Wydawnictwo Naukowe Gabriel Borowski, Lublin 2008.
8. Рекомендации по проектированию активных способов защиты струенаправляющих дамб мостовых переходов от местного размыва. Изд. Миндорстроя УССР / Ротапринт Оргдорстроя Миндорстроя УССР. Киев, 1985. – 16 с. (Авторы: Курганович А.А., Дударь А.А., Климов О.Н., Шинкарук Л.А.)
9. Рекомендации по проектированию регуляционных сооружений на реках Карпат. Изд. Минводхоза УССР. Киев, 1991. – 149 с. (Авторы: Кириенко И.И. Щодро О.Є. Шуминский В.Д., Шинкарук Л.А.)
10. Рекомендації по дослідному застосуванню геотекстильних матеріалів для захисту укосів огороджувальних дамб від розмиву. РДТУ, ІВГ, 2001. – 10 с. (Автори: Кірієнко І.І., Шумінський В.Д., Шинкарук Л.А.)
11. Хлапук М.М., Шинкарук Л.А., Чіпак В.П., Кисіль О.А. Обґрунтування напрямків наукового супроводу протипаводкових заходів для регіону Закарпаття // Вісник НУВГП. Зб. наук. праць. – 2007. – Вип. 4 (40). Част.2. – С. 63-73.
12. Шинкарук Л.А., Сеневич Б.С. Огороджувальні дамби на гірських річках Українських Карпат: оцінка роботи, проблеми, альтернативи покращення // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. – 2008. – № 33. – С. 87-93.
13. Щодро О.Є., Шинкарук Л.А., Барановський С.В. Експериментальні і теоретичні дослідження кінематики потоку і місцевих деформацій дна в зоні мостових переходів // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2001. – № 63. – С. 266-270.
14. Шинкарук Л.А., Хлапук М.М. Оцінка роботи споруд протипаводкового захисту на річках Українських Карпат після проходження паводка в липні 2008 року // Вісник НУВГП. Зб. наук. праць. – 2009. – Випуск 1 (45). – С. 63-73.
15. Шинкарук Л.А. До питання моніторингу пропускнуої здатності русел гірських річок в умовах збільшення ризику виникнення катастрофічних паводків // Вісник НУВГП. Зб. наук. праць. – 2009. – Випуск 3 (47). – С. 573-289.

THE CONCEPT OF MANAGING FLOODS OCCURRING IN RIVERS OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS AND THE ASSESSMENT OF HYDROMETEOROLOGICAL PHENOMENA

Summary

This work concerns the problem of flood control of rivers in the Ukrainian Carpathians. It points to the need of carrying out comprehensive river engineering altogether with the execution of the designed flood reservoirs, flood banks and hydraulic structures (river regulation structures). The conclusions indicate the necessity to support scientific research related to a comprehensive assessment of the effects of river engineering. The research should include

scientific studies of reconstructed hydraulic structures (so called physical ones) , as well as the modelling of hydraulic structures and mathematical calculations concerning the prognosis of the effects of watercourse engineering.

Key words: flood wave, flood control, watercourse engineering, flood retention reservoirs, hydraulic structures, the Ukrainian Carpathians

DIE IDEE DES HOCHWASSERMANAGEMENTS IN DEN UKRAINISCHEN FLÜSSEN MIT BEURTEILUNG DER HYDROMETEOROLOGISCHEN PHÄNOMENE

Zusammenfassung

In der vorgestellten wissenschaftlichen Bearbeitung wurden die Fragen des Hochwasserschutzes in den ukrainischen Flüssen berührt. Im Mittelpunkt steht das Bedürfnis nach einer komplexen Regulierung der Flüsse zusammen mit der Realisierung von: entworfenen Hochwasserschutzbeckens, Schutzdämmen, Staubecken. In den Schlussfolgerungen wies man auf die Notwendigkeit der Unterstützung von wissenschaftlichen Forschungen mit der komplexen Beurteilung der Flussregulierungsfolgen hin. Der Forschungsbereich sollte sowohl die Arbeiten an wiederaufgebauten Wasserbauteten (sog. physische Wasserbauten) in Verbindung mit Modellierung der hydraulischen (physischen) Systeme als auch mathematische Berechnungen in Bezug auf vorausgesehene Folgen der Regulierung des Flussbetts (Wasserlaufs) umfassen.

Schlüsselworte: Hochwasserwelle, Hochwasserschutz, Wasserlaufregulierung, Staubecken, hydrotechnische Bauten, Ukrainische Karpaten