

Uwagi do przepisów, którym powinny odpowiadać hydrotechniczne budowle piętrzące

Mgr inż. budownictwa wodnego Stanisław Naprawa, niezależny konsultant

1. Wprowadzenie

Wykonane budowle wodne pracują w zmieniających się, niestabilnych warunkach przepływu. Stany wody dla tych samych wartości przepływów powtarzających się w poszczególnych latach ulegają zmianie zarówno w kierunku podwyższania, jak i obniżania [12]. Nie przystosowane do pracy w takich warunkach budowle wodne (zapory, jazy, wały przeciwpowodziowe) nie spełniają swoich planowanych funkcji bezpiecznego piętrzenia wody, ponieważ występują liczne niespodziewane przelewy wód powodziowych nad koronami budowli i niszczące zalewy terenów, które powinny być chronione [8, 9].

2. Ogólne uwagi do przepisów, którym powinny odpowiadać hydrotechniczne budowle piętrzące

- **Istnieje ścisła współzależność między problemami hydrauliczki koryt rzecznych i transportu rumowiska a parametrami technicznymi konstrukcji hydrotechnicznych.** Uwzględnianie tej współzależności podczas projektowania pozwala na eliminację zagrożeń związanych z różnymi ryzykami i ich negatywnymi wpływami, nie tylko reżimu geomorfologicznego, lecz również reżimu biologicznego, chemicznego i termicznego, degradującymi parametry jakości wody wymaganych z potrzeb środowiskowych, co jest ważne dla zaopatrzenia miast i osiedli wiejskich, rolnictwa i przemysłu w wodę dobrej jakości [10, 11].
- **Celem wykonania rozpoznania reżimu rzeki należy sporządzać wykresy dla jednego lub kilku przekrojów wodowskazowych [12].**

Wykresy niestabilności wartości stanów wody

Algorytm analizowanych wykresów zmienności stanów wody dla specyficznych przepływów posiada postać:

$$H = f(T, Q = \text{const}) \quad (1)$$

Wykresy niestabilności wartości przepływu wody

Algorytm analizowanych wykresów zmienności przepływów wody dla specyficznych stanów wody mają postać:

$$Q = f(T, H = \text{const}) \quad (2)$$

Wykresy wskaźnika niestabilności przepływu wody

Wskaźniki niestabilności stanów wody (S_H) obliczamy dla wybranych okresów czasu (ΔT) wzorem:

$$S_H = \frac{H_2 - H_1}{\Delta T} = \frac{\Delta H}{\Delta T} \left[\frac{\text{cm}}{\text{r}} \right] \quad (3)$$

gdzie:

H_2 – stan wody na końcu okresu ΔT ,

H_1 – stan wody na początku okresu ΔT ,

Jeżeli:

$S_H > 0$ – znak „+”: występuje sedymentacja,

$S_H < 0$ – znak „-”: występuje erozja.

Dla poszczególnych wartości przepływów uzyskane wskaźniki niestabilności (S_H) nanosimy na wykresie w funkcji czasu.

Wykresy wskaźnika niestabilności stanów wody

Wskaźniki niestabilności przepływów dla wybranych wartości stanów obliczamy podobnie:

$$S_Q = \frac{Q_2 - Q_1}{\Delta T} = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] \quad (4)$$

gdzie:

Q_2 – stan wody na końcu okresu ΔT ,

Q_1 – stan wody na początku okresu ΔT ,

Jeżeli:

$S_Q > 0$ – znak „+”: występuje wzrost przepustowości,

$S_Q < 0$ – znak „-”: występuje zmniejszenie przepustowości,

$S_Q = 0$ – przekrój koryta rzeki jest stabilny, przepustowość koryta nie ulega zmianie.

Dla poszczególnych wartości przepływów uzyskane wskaźniki niestabilności (S_Q) nanosimy na wykresach w funkcji czasu. Podane wyżej algorytmy stanowią podstawowe paradygmaty hydrotechniki, uwzględniane w analizach hydrologicznych oraz podczas projektowania hydrotechnicznych budowli piętrzących wodę [4, 5, 16].

- **Należy wdrożyć nową innowacyjną klasyfikację hydrotechnicznych budowli piętrzących** – w oparciu o współzależność parametrów hydraulicznych oraz założeń przyjmowanych do projektowania części hydrotechniczno-konstrukcyjnej budowli przelewowo-upustowych jazów, stopni wodnych oraz zapór [11, 12, 13, 14, 15, 18].

- **Projekt budowli hydrotechnicznej musi być zaprojektowany z uwzględnieniem parametru czasu użytkowania inwestycji.** Czasy obserwacji wodowskazowych oraz użytkowania budowli mają znaczący wpływ na wyniki analiz typu inżynierskiego [18].

- **Zmiana reżimu przepływów w wyniku budowy stopni wodnych może mieć skutki zarówno pozytywne, jak i negatywne.** Kolmatacja zbiorników stwarza problemy, które nie zawsze są akceptowane. Do grupy podstawowych problemów wynikających z piętrzenia wody na rzekach swobodnie płynących należy zaliczyć:

- powstawanie procesów biologicznych w osadach uszczuplających ilość tlenu,
- zmianę wielkości i reżimu transportu fluwialnego, występującego w różnej formie,
- zmianę reżimu przepływów w rzece poniżej spiętrzenia,
- zmianę warunków hydrodynamicznych na odcinku zbiornika, co w konsekwencji powoduje zamulanie zbiornika,
- zmniejszenie ilości cząstek grubszych,
- zmianę ustroju i reżimu lodowego,
- zmianę jakości substancji transportowanych w formie rozpuszczonej,
- zmianę przebiegu przemian morfodynamicznych w korycie rzeki (np. na odcinku zbiornika z reżimu erozyjnego na sedymentacyjny lub z sedymentacyjnego powolnego na sedymentacyjny szybki, natomiast w korycie rzeki poniżej zapory,
- zmianę chemicznych właściwości osadów gromadzonych w zbiorniku, które dopłynęły w formie unosin oraz wleczyn i zostały zatrzymane w zbiorniku,
- zmniejszenie koncentracji zawiesiny w wodzie (polepszenie jakości wody pobieranej przez ujęcia wody),
- w warunkach zlodzenia w strefie cofkowej następuje zmniejszenie prędkości średniej strumienia poniżej wartości krytycznej, co powoduje, że wolniej przemieszczająca się mieszanina sryżu z lodem zatrzymuje się i przykleja się do dolnej powierzchni strefy kontaktowej wody z pokrywą lodową, powodując zatory i niekontrolowane zalewy.

- **Środowiskowe klasy budowli piętrzących wodę.** Wymienione wyżej skutki negatywnych procesów występujących w korytach rzek mogą być wyeliminowane przez budowę kaskad stopni wodnych, wzajemnie wpływające na ich funkcjonowanie oraz na środowisko. Zaproponowano (niezależnie od stosowanego podziału budowli na klasy opartego na ocenie przepływów miarodajnych i kontrolnych opartej na rachunku prawdopodobieństwa) następujące środowiskowe klasy budowli piętrzących [14, 15].

Klasa S1: budowle na rzece płynącej w reżimie stabilnym. Bilans rumowiska zerowy ($v=v_{kr}$);

Klasa S2: budowle piętrzące o konstrukcji umożliwiającej sterowanie przepływami i poziomami wody górnej, możliwy reżim stabilny ($v=v_{kr}$), sedymentacyjny ($v<v_{kr}$) lub erozyjny ($v>v_{kr}$).

Budowle piętrzące klasy S1

Budowle piętrzące na rzece płynącej w reżimie stabilnym lub chwiejnym (*Stable or Apparently Unstable Regime*). Bilans rumowiska zerowy ($v=v_{kr}$). Warunki hydrauliczne stałe, kształtujące się zgodnie z przewidywanym w projekcie brakiem wpływu reżimu geomorfologicznego. Zagrożenia wynikające z dużej wartości wolnej siły unoszenia występują, lecz mogą być zlikwidowane przez planowe sterowanie przepływami oraz poziomami piętrzenia. Klasie tej powinny odpowiadać również np. projektowane kanały nawadniające tereny rolnicze prowadzące rumowisko.

Budowle piętrzące klasy S2:

- muszą umożliwiać przepuszczanie wody przy obniżonym piętrzeniu podczas powodzi, aby zwiększać prędkość wody w celu odprowadzania dopływającego rumowiska,
- muszą zapewniać korzystne warunki dla utrzymywania drożności korytarza ekologicznego umożliwiającego migrację ryb,
- muszą mieć powierzchniowe przelewy bezpieczeństwa zapobiegające przelaniu się wody nad koronę zapory ziemnej w przypadku nie otwarcia przelewów i spustów we właściwym czasie.

Budowle klasy S2 w normalnych warunkach piętrzenia wody na wymaganym poziomie powodować będą kształtowanie się form dennych na obwodzie zwilżonym w strefie końcowej cofki w postaci delty. Konstrukcja budowli piętrzącej powinna umożliwiać okresowe obniżanie poziomu piętrzenia wody i powodować wystąpienie reżimu przepływów o tendencji erozyjnym niestabilnym, lecz sterowanym, przy prędkościach dennych w zbiorniku zbliżonych do prędkości krytycznych, ze względu na mobilność uziarnienia gruntów zalegających na obwodzie zwilżonym ($v>v_{kr}$).

Osady zgromadzone w zbiorniku przystopniowym mogą być w tak wymuszonych warunkach przepływu poruszone i wypłukane do dolnego stanowiska budowli piętrzącej. Sterowanie okresowe reżimem przepływów zapewnia kontrolowany transport rumowiska.

Zaletą budowli klasy S2 jest ich przedłużony okres użytkowania zbiornika, gdyż możliwa jest stała kontrola gromadzonego rumowiska w stanowisku górnym.

Warunki przepływu wody dla budowli przelewowych klasy S2 po obniżeniu piętrzenia umożliwiają całkowitą redukcję wolnej siły unoszenia wód powodziowych, która w naszych rzekach jest bardzo duża.

Budowle piętrzące klasy S3:

- budowle piętrzące zlokalizowane na rzece płynącej w stanie naturalnym w reżimie niestabilnym o zmiennej sile unoszenia i piętrzeniu normalnym budowli podczas użytkowania wywołującym w górnym stanowisku reżim przepływów typu sedymentacyjnego. Są to zazwyczaj zapory o dużej przepustowości przelewów powierzchniowych,

lecz o małych spustach oraz jazy z wysokimi progami, bez przeseł płuczających;

- zapory przeciwrumowiskowe, osadniki zatrzymujące rumowisko przy ujęciach i zrzutach wód zanieczyszczonych;
- zbiorniki poflotacyjne stosowane w przemyśle itp.;
- budowle piętrzące klasy S3 nie muszą mieć konstrukcji umożliwiającej wymuszanie warunków hydraulicznych w czaszy zbiornika gwarantujących wymywanie osadów. Zagrożenia wynikające z małej wartości siły unoszenia występującej podczas normalnego piętrzenia w reżimie sedymentacyjnym są akceptowane, nie muszą być eliminowane przez obniżanie piętrzenia w celu wymuszania w okresach powodziowych reżimu typu erozyjnego. Powyższe warunki użytkowania budowli piętrzącej mają na celu zredukowanie erozji dennej i bocznej na odcinku znajdującym się pod wpływem spiętrzenia wody;
- w przypadku stwierdzenia występowania na istniejących zbiornikach reżimu przepływów odpowiadających właściwościom klasy S3, należy rozważyć konieczność przebudowy budowli przelewowo-upustowych w celu wyeliminowania niekorzystnych problemów eksploatacyjnych;
- cechą dodatnią budowli klasy 3 jest zmniejszenie wolnej siły unoszenia i skuteczność w redukcji procesów erozji;
- budowle piętrzące klasy S3, ($v < v_{kr}$) powodują występowanie niekorzystnych warunków biologicznych i chemicznych, a więc stwarzają możliwość pogarszania się jakości wody (*Water Quality Deterioration*). Czasza zbiornika klasy S3 szybko ulega wypełnieniu rumowiskiem i może stracić całkowicie zdolność do retencjonowania wody.

• **Zasady utrzymywania piętrzenia wody gwarantujące sterowanie procesami ruchu rumowiska (sedymentacji i erozji) w zbiornikach przyzaporowych:**

- zmiana reżimu przepływów w rzekach w wyniku budowy budowli piętrzących należących do środowiskowej klasy S3 może spowodować powstawanie w stworzonym zbiorniku warunków hydraulicznych, których rezultatem jest zaburzenie ciągłości ruchu transportowanego przez wodę rumowiska (oraz substancji rozpuszczalnych). Proces ten polega na tym, że na długości cofki (po spiętrzeniu w górnym stanowisku) rzeka traci całkowicie tzw. wolną siłę poruszającą (tj. tę część potencjalnej siły unoszenia, która inicjuje i podtrzymuje ruch rumowiska w rzece. Mamy wówczas sytuację, że masa rumowiska odpływającego ze zbiornika jest mniejsza od rumowiska dopływającego. Część rumowiska jest wówczas zatrzymywana, powodując zmniejszenie pojemności zbiornika. Proces ten można wyeliminować względnie złagodzić przez obniżenie rzędnej piętrzenia jazu do wartości piętrzenia gwarantującej uzyskanie prędkości wody w zbiorniku większej od prędkości krytycznej. Utrzymana zostaje wówczas ciągłość przemieszczania się rumowiska (a w okresach zimowych śryżu), co zapewnia, że rumowisko oraz masa lodowo-śryżowa może

być przemieszczana do jazu i odprowadzana do dolnego stanowiska stopnia;

- efektywność przemywania zbiornika zależy od stopnia zagęszczenia osadów zgromadzonych w zbiorniku. Trudności polegają na tym, że aby wymusić ruch osadów, należy zerwać przyczepność cząstek gruntów i pokonać opory ruchu (tarcie, spójność, adhezja, kohezja), aby doprowadzić do ich uniesienia w stan pływalności;
- ze względu na konieczność zachowania aktualnego reżimu cieku, jaz lub przelew i spust powinny być lokalizowane w osi dynamicznej cieku istniejącej przed budową stopnia (zbiornika);
- rzędna progę spustu na wlocie (do jazu, spustu dennego) powinna być ustalona w taki sposób, aby przy przepływie wody dwuletniej ($Q_{50\%}$) woda przepływała swobodnie przy obniżonym spiętrzeniu w warunkach zbliżonych do naturalnych, które występowały przed budową obiektu, przy możliwie całkowitej redukcji wolnej siły poruszającej, lecz z zachowaniem prędkości krytycznej. Przepustowość spustu powinna umożliwić wymuszanie tych prędkości i przemywanie zbiornika, w wyniku okresowego przywrócenia ciekowi siły unoszenia na całej długości zbiornika. W ten sposób umożliwiające będzie uzyskanie następujących korzyści: okresowej wymiany wody z fragmentów przestrzeni zastoiskowych zbiornika, usunięcie rumowiska osadzonego na dnie zbiornika wzdłuż osi cieku, wzdłuż strefy występowania prędkości wody przekraczających prędkości krytyczne osadzonego materiału;
- przepustowość przelewu powierzchniowego powinna zapewniać bezpieczne przejście przepływu wody kontrolnej, przy jednoczesnej pracy spustu, jak również przy założeniu, że spusty i przelewy powierzchniowe nie zostały otwarte. Częstotliwość przemywania zbiornika powinna być ostatecznie ustalona w pierwszym okresie eksploatacji obiektu;
- każdy zbiornik powinien mieć przelew awaryjny, aby zapobiec możliwości zniszczenia zapory w wyniku przelania się wody nad koroną zapory.

3. Uwagi szczególne do przepisów, którym powinny odpowiadać hydrotechniczne budowle piętrzące

W świetle udokumentowanych w ostatnich latach innowacyjnych opracowań naukowych dotyczących reżimu przepływów w korytach rzek oraz obserwowanych licznych awarii hydrotechnicznych budowli piętrzących – dotychczas obowiązujące przepisy projektowania wymagają zmiany i aktualizacji. Zmiany dotyczą następujących paragrafów „Rozporządzenia 579 Ministra Środowiska z dnia 27 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich użytkowanie”. W dalszej części podano wytyczne do dokonania zmian i uzupełnień w odniesieniu do poszczególnych paragrafów ww. rozporządzenia.

- Uwaga do §3 pkt 18. Treść tego paragrafu wymaga przededagowania przez dodanie sposobu (metody) potrzebnej do podejmowania jednoznacznej decyzji przez projektanta, zgodnie z podanymi wyżej uwagami.
- W wykazie polskich norm nie przywołano hydrotechnicznej normy branżowej określania oddziaływań charakterystycznych dla budownictwa hydrotechnicznego. Ta podstawowa norma obciążeń hydrotechnicznych budowli wodnych musi być formalnie uznana za obowiązującą.
- Informacja że „można” powinna być zastąpiona wymaganiem, w jakich przypadkach konieczne jest wykorzystanie spustów do przepuszczania wód wezbraniowych.
- Każda budowla piętrząca powinna umożliwiać sterowanie poziomami wody górnej w zależności od potrzeb.
- Każdy zbiornik w korycie rzeki (duży czy mały) powinien być przemywany okresowo w okresie wzmożonego transportu rumowiska, co przedłuża żywotność zbiornika na wiele lat oraz redukuje koszty eksploatacyjne (uniknięcie kosztownych i kłopotliwych robót pogłębiarskich). Z tego względu budowla piętrząca wodę musi być poprawnie zaprojektowana, wykonana oraz użytkowana.
- Uwaga do §71. Wynika z tekstu, że nie można przekraczać na przelewach przepływu jednostkowego $30 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mb}$ światła (na progu). Wymaganie jest błędne, gdyż w budowlach małych przepływy jednostkowe rzadko przekraczają $10 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mb}$. Przepływy rzędu $30 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mb}$ stosowano w dawnym ZSRR przy głębokościach dla wód powodziowych rzędu 20–30 m, a więc na progu uzyskiwano prędkość średnią rzędu 1–1,5 m/s. (1,0 m/s dla jazów małych).
- Na Wiśle mamy przy przejściu wód powodziowych głębokość rzędu 10 m, przy prędkości $v = 1,5 \text{ m/s}$ wydatek jednostkowy wynosi $q = 10 \cdot 1,5 \cdot 1 = 15 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mb}$.
- W budowlach piętrzących zlokalizowanych na Wiśle prędkość na progu jazu nie powinna przekraczać $v_{\text{próg}} = 1,5 \text{ m/s}$, a więc dopuszczalne obciążenie na progu powinno wynosić $q_d \leq 10 \cdot 1,5 = 15 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mb}$. Norma w $\text{m}^3/\text{s}/\text{mb}$ podana w przepisach powinna być zmieniona, biorąc pod uwagę rozmiar dopuszczalnego rozmycia dolnego stanowiska stopnia. Obecne przepisy należy zmienić, wykorzystując najnowsze wyniki badań naukowych i obserwacji uzyskanych z użytkowania istniejących budowli piętrzących.
- Uwaga do §34.1. Wiersz 2. „Według I stanu granicznego nośności”. Należy mieć na uwadze, że istnieje więcej stanów granicznych. Należy właściwie wyróżnić i uwzględnić w obliczeniach statycznych skutki występowania reżimów morfologicznych w postaci wtórnych obciążeń, pojawiających się podczas użytkowania budowli.
Problemy powyższe nie były dotychczas właściwie rozpoznane i wymagają jednoznacznego wyjaśnienia definicji I stanu granicznego w hydrotechnice.
- W budowlach piętrzących sformułowanie stanu granicznego powinno odnosić się nie tylko do nośności elementów konstrukcyjnych budowli wodnej oraz do podłoża gruntowego (w odniesieniu do gruntu pod budowlą,

ale również do gruntu dna poza obrysem poziomym budowli piętrzącej). Tekst poszczególnych paragrafów wymaga przededagowania.

- Uwaga do §25.1. Podział na budowle stałe i tymczasowe. Brakuje jednak wyróżnienia 2 grup budowli, które różnią się znacznie rozmiarem i funkcją. Należy wyróżnić budowle wodne (hydrotechniczne) duże oraz małe (melioracyjne), co powinno być uwzględnione w przepisach.
- Uwaga do §63.1. Nie wyczerpano wszystkich wymagań, które muszą spełniać budowle hydrotechniczne (piętrzące wodę). Powinno się podać dodatkowo zasady przepuszczania wód wezbraniowych, które powinny być realizowane w taki sposób, aby możliwy był przepływ w wymaganym reżimie, również przy takim spiętrzeniu, które zapewnia utrzymanie prędkości powyżej budowli większych od prędkości zapewniającej transport rumowiska.
- Uwaga do § 73.1. Biorąc pod uwagę wymagania §63 odnośnie konieczności zachowania reżimu typu erozyjnego przepływów rzeki w okresie wezbrań, w paragrafie tym należało określić, kiedy spusty powinny być używane do przepuszczania wód wezbraniowych.

W przypadku, gdy przez dłuższy czas utrzymywane są w korycie rzeki prędkości zbliżone do wartości krytycznych, następuje ukształtowanie się nowego, stabilnego dna rzeki. Stan taki nazywamy „równowagą dynamiczną koryta”. Prędkość krytyczna w górnym stanowisku powinna być osiągalna przy obniżonym poziomie piętrzenia podczas przepływu wody dwuletniej ($p=50\%$).

- W §76 należy dodać ustęp 3:
„3. Projektowana przepustowość spustu powinna być ustalona z warunku występowania powyżej budowli piętrzącej przy dnie prędkości krytycznej jak podano w § 73, ustęp 3”.
- Uwaga do § 87. Należy ująć w przepisach zasady doboru czynnego światła krat wlotowych przelewów i spustów dennych, w celu zabezpieczenia wlotów przed zablokowaniem pływającymi odpadami.
- Uwaga do §91. Dodać: „Średnica spustów wieżowych powinna być dostosowana do wymiarów spodziewanych elementów pływających zmytych z terenów zlewni. Przelewy powierzchniowe i spusty powinny być wyposażone w kraty spełniające wymagania BHP”.
- W nowej wersji przepisów należy uwzględnić:
 - klasyfikację budowli piętrzących uwzględniającą wymagania środowiskowe (ciągłości ruchu rumowiska, przeciwdziałanie występującym procesom: utraty stateczności, wytrzymałości oraz wymagania użytkowania, ujętych w odniesieniu do wyszczególnionych ryzyk [13];
 - zasady utrzymywania piętrzenia wody z uwzględnieniem wszystkich ryzyk występujących podczas użytkowania budowli (powodziowego, lodowego reżimu geomorfologicznego w okresach letnich i zimowych, biologicznego, chemicznego – jakości wody, termicznego itp).
 - zasady wymiarowania urządzeń przelewowo-upustowych [14, 15].

- przypadki obliczeniowe w zakresie wymagań hydrotechnicznych i konstrukcyjnych uwzględniające wymagania technologiczne, projektowe oraz eksploatacyjne [11].
- zasady przeciwdziałania negatywnym wpływom środowiska [10, 11 13, 19].

4. Podsumowanie

- Podane zasady projektowania oparte na środowiskowej klasyfikacji budowli piętrzących, opracowanej pod względem oceny ekologicznej procesów korytowych w odniesieniu do hydrotechnicznych budowli piętrzących [13] powinny zostać zakwalifikowane do powszechnego stosowania jako przykład dobrej praktyki, zarówno w Polsce jak i innych krajach posiadających rzeki podatne na erozję.
- Proponowana klasyfikacja powinna być uwzględniona nie tylko w normach polskich, lecz również w nowych wersjach Eurokodów EC3 oraz EC7, w oparciu o wnioski wypływające z teorii reżimu geomorfologicznego i zaleceń Międzynarodowego Towarzystwa Mechaniki Gruntów i Fundamentowania (ISSMGE).
- Do rozpatrywanych obecnie wymagań normowych stateczności i wytrzymałości typu STR (structure=budowla) oraz typu GEO (geology= subsoil= warunek nośności podłoża gruntowego) należy dodać co najmniej cztery podane wyżej dodatkowe istotne wymagania dla zapewnienia budowiom hydrotechnicznym bezpiecznej eksploatacji.
- Nowe przepisy projektowania i użytkowania hydrotechnicznych budowli piętrzących powinny być oparte na wnioskach wypływających z teorii reżimu morfologicznego [12, 13, 15, 16, 18]. Zasady wykonywania ocen bezpieczeństwa hydrotechnicznych budowli piętrzących powinny być oparte na analizach procesów morfologicznych i innych wpływów [19] oraz dostosowane do nowych innowacyjnych warunków technicznych projektowania, budowy i użytkowania hydrotechnicznych budowli piętrzących.
- Obwałowania istniejące, nie spełniające normatywnych wartości zapasów położenia korony nad wodę miarodajną i kontrolną powinny być podwyższone.
- W przypadku stwierdzenia występowania na istniejących zbiornikach przystopniowych reżimu przepływów odpowiadających cechom klasy S3 [13] należy rozważyć celowość przebudowy budowli przelewowo-upustowych tych budowli w celu wyeliminowania niekorzystnych problemów eksploatacyjnych. Każda zaporę wodną powinna mieć powierzchniowy samoczynny (niezamykany) przelew awaryjny.
- Zasady wykonywania operatów geotechnicznych powinny zostać dostosowane do nowych innowacyjnych warunków technicznych projektowania, budowy i użytkowania hydrotechnicznych budowli piętrzących.
- Nowe przepisy projektowania powinny uznawać zasady zrównoważonego rozwoju jako podstawowy komponent sensownej działalności gospodarczej oraz naturalną podstawę zarządzania środowiskiem. Należy unikać wdrażania

niepraktycznych wytycznych [21], sprzecznych z zasadami procesu zintegrowanego planowania opartego na kompleksowej analizie różnych opcji, optymalizacji różnych rozwiązań oraz odpowiedzialnego zarządzania.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Babiński Z., Procesy korytowe Wisły poniżej zapory wodnej we Wrocławku, IGI PAN, 1982, str. 62–83
- [2] Babiński Z., Współczesne procesy korytowe dolnej Wisły, PAN, 1992, str. 1–168
- [3] Babiński Z., Problem odnowy rumowiska wlezonego poniżej zapór. Ocena możliwości uzupełnienia rumowiska poniżej stopnia we Wrocławku, Gospodarka Wodna 11/2017, str. 360–363
- [4] Geryto R., Innowacje w budownictwie, ITB, konferencja Krynica 2017
- [5] Praca zbiorowa, materiały z konferencji Krynica 2017, Idee kształtujące innowacyjne wyzwania techniki budowlanej. W poszukiwaniu paradygmatu rozwoju budownictwa, str. 28–39
- [6] Oddziaływania klimatyczne na konstrukcje budowlane według Eurokodu 1, 1955, ITB
- [7] Klimaszewski M., Geomorfologia, PWN, Warszawa, 1978, str. 322–518
- [8] Naprawa S., Skutki powodzi 1997 na odcinku Górnej Wisły, Materiały Forum Naukowo-Technicznego w Ustroniu k. Wisły, 10–12 września 1997, Powódź 1997, tom 2, str. 265–278
- [9] Naprawa S., Niektóre problemy związane z powodzią w 2010 roku na odcinku dolnym górnej Wisły (km 138–2870), materiały Forum Naukowo-Technicznego Powódź 2010, Warszawa, 2010, 28–29 czerwca, str. 146–156
- [10] Naprawa S., Wybrane ważne problemy związane z bezpiecznym projektowaniem i użytkowaniem budowli piętrzących wodę w warunkach zimowych na ciekach z okresowym ruchem rumowiska, Referat na II Warsztaty Lodowe Problemy Rzek, Dobięgniewo, 3–4 lutego 2011, materiały konferencyjne str. 5–28
- [11] Naprawa S., Wybrane ważne problemy związane z bezpiecznym projektowaniem i użytkowaniem budowli piętrzących wodę, Gospodarka Wodna 1/2012, 29–38.
- [12] Naprawa S., Rozpoznawane występowania reżimu morfologicznego w rozmywanych korytach rzek, Krynica 2017, Acta Scientiarum Polonorum, Architektura 16 (3) 2017, str. 81–96, wersja polska: <http://www.actapol.net/zeszyt3/13/16.3.81.pdf>, wersja angielska: Recognition of flow regimes in erosive river channels; TKZ2017, Zawoja 19–22.09. 2017 str. 373, <http://www.architectura.actapol.net/volume16/issue3/16.3.81.pdf>
- [13] Naprawa S., Środowiskowa klasyfikacja hydrotechnicznych budowli piętrzących, referat przekazany na XXIII Ogólnopolską Interdyscyplinarną Konferencję Naukowo-Techniczną Ekologia a Budownictwo, Bielsko-Biała 12–14.10.2017, Przegląd Budowlany 2/2018, str. 48–52
- [14] Naprawa S., Wpływ reżimu geomorfologicznego w rozmywalnych korytach rzek na bezpieczne użytkowanie hydrotechnicznych budowli piętrzących (jazów, stopni i zapór), III Ogólnopolskie Sympozjum Geointerdyscyplinarnych Metod Badawczych GeoSym 2018, Europejskie Centrum Edukacji Geologicznej w Chęcinach, 11–13 kwietnia 2018
- [15] Naprawa S., Rzyka powodziowe a zasady projektowania i użytkowania hydrotechnicznych budowli piętrzących – jazów, stopni i zapór, Przegląd Budowlany 5/2019, str. 32–37
- [16] Sharp M., Wallis M., Deniaud F., Hersch-Burdick R., Tourment R., Matheu E., Smith P., The International Levee Handbook, CIRIA, London, 2013, str. 497–498
- [17] Świeca M., Zasady projektowania geotechnicznego w nawiązaniu do Eurokodu 7 z zastosowaniem programów numerycznych, ITB, 2011, str. 82–84
- [18] Zhang L., Peng M., Chang D., Xu Y., Dam Failure Mechanisms and Risk Assessment. John Wiley & Sons, Singapore, 2016, str. 144–146
- [19] Żurański J. A., Gaczek M., Oddziaływania klimatyczne na konstrukcje budowlane według Eurokodu 1. 2011. Komentarze z przykładami obliczeń, str. 7–9
- [20] Singh V. P., On the theories of hydraulic geometry, International Journal of Sediment Research, tom 18, 3/2003, str. 196–218
- [21] Zbiorowa praca pod kierownictwem dr. inż. Jerzego Greli, Wdrożenie metody szacowania przepływów środowiskowych w Polsce, Etap II, Produkt P12, Fundusz europejski, Kraków, listopad 2018, str. 1–166