*INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH*
*INFRASTRUCTURE AND EKOLOGY OF RURAL AREAS*

Nr 4/1/2007, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 67–73
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

*Zofia Gręplowska, Elżbieta Nachlik*

# ZASTOSOWANIE ANALIZY DPSIR W PLANOWANIU OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ

# *APPLICATION OF THE DPSIR ANALYSIS FOR THE FLOOD PROTECTION PLANNING*

**Streszczenie**

W artykule przedstawiono interpretację analizy DPSIR (***D**river – **P**ressure – **S**tate – **I**mpact - **R**esponse*) w odniesieniu do planowania ochrony przeciwpowodziowej. Interpretację tę oparto na doświadczeniach uzyskanych przy aplikacji analizy DPSIR na potrzeby „Studium ochrony przed powodzią województwa małopolskiego", wykonanego w Instytucie Inżynierii i Gospodarki Wodnej Politechniki Krakowskiej w roku 2006.

**Słowa kluczowe:** analiza DPSIR, systemy ochrony przeciwpowodziowej

***Summary***

*The article presents the interpretation of the DPSIR (Driver - Pressure - State - Impact - Response) analysis in the context of flood protection planning. The interpretation is based on the results obtained in the course of DPSIR analysis' application for the purposes of the research project entitled "Study on the flood protection of Malopolskie Voivodship" carried out in 2006 by the Institute of Water Engineering and Water Management, Cracow University of Technology.*

***Key words:** DPSIR analysis, flood protection systems*

## WSTĘP

Współczesna polityka wodna zaleca (a nawet wymaga prawnie) komplementarność i harmonizację działań na rzecz ochrony ekosystemów wodnych i ochrony przed powodzią. Oznacza to konieczność bezspornego uzasadnienia rozbudowy systemu technicznych środków ochronnych, takich jak wały przeciwpowodziowe, zbiorniki retencji powodziowej, umocnienia koryt rzecznych czy kanały ulgi. Techniczne środki ochronne powinny być bowiem ograniczane na rzecz innych działań, ukierunkowanych na ograniczenie przyczyn zagrożenia powodziowego. Przykładowo, jako szczególnie skuteczne w tej mierze uznaje się podnoszenie poziomu retencji zlewni. Redukuje ona negatywne skutki wcześniejszych działań takich jak: kanalizacja dla potrzeb żeglugi, energetyka wodna, osuszanie terenu na potrzeby rolnictwa i rolnicze wykorzystanie wody, urbanizacja terenów przybrzeżnych itd. Te przedsięwzięcia, nastawione na wykorzystanie wód, na ogół powodują przyspieszenie i koncentrację przestrzenną odpływu, a w konsekwencji wzrost przepływów wysokich. Uboczne skutki tych działań są zatem niekorzystne zarówno ze względów społeczno-gospodarczych (wzrost strat powodziowych), jak i środowiskowych (przyspieszona erozja podłużna oraz związane z nią zmiany geomorfologiczne w obrębie korytarza rzeki, prowadzące do niekorzystnych zmian jakości biologicznej cieków).

W celu zdiagnozowania przyczyn i stanu zagrożenia powodziowego, a w konsekwencji w celu poprawnego doboru i uzasadnienia przedsięwzięć ochronnych, powinna być stosowana analiza **DPSIR** (***D****river* – ***P****ressure* – ***S****tate* – ***I****mpact* – ***R****esponse*). Poniżej przedstawiono interpretację poszczególnych członów tej analizy w przypadku wykorzystywania jej do zagadnienia planowania ochrony przeciwpowdziowej [Mendez i in. 2001].

## ANALIZA DPSIR

Nazwę procedury tworzą pierwsze litery angielskich terminów określających elementy analizy:

*DRIVERS* – czynniki sprawcze analizowanego zjawiska,

*PRESSURES* – oddziaływania zwane też presjami,

*STATE* – stan analizowanego zjawiska,

*IMPACT* – skutek wystąpienia zjawiska o określonym poprzednio stanie,

*RESPONS* – odpowiedź, czyli środek mający za zadanie przeciwdziałać (ograniczać) niekorzystnym skutkom analizowanego zjawiska.

W przypadku planowania ochrony przeciwpowdziowej elementy analizy DPSIR należy rozumieć w sposób opisany poniżej.

Uwaga:

*przedstawiona dalej interpretacja elementów analizy DPSIR odnosi się zasadniczo do zagrożenia powodowanego wylewem rzek; identyfikacja członu:*

*IMPACT – SKUTEK może jednak wskazać na dodatkowe zagrożenie innymi zjawiskami powodziowymi (np. osuwiskami w zlewni i strefie brzegowej, podtopieniami będącymi skutkiem niewydolnego systemu odprowadzania wód opadowych itd.)*

Głównymi **czynnikami sprawczymi**, czyli naturalnymi przyczynami (uwarunkowaniami) wezbrań o charakterze powodziowym są:

a) opady,

b) specyfika geograficzno-geologiczna zlewni.

*Uwaga:*

*– Tak określone czynniki sprawcze dotyczą wezbrań opadowych. Tego typu wezbrania przyjmują rozmiar powodzi przede wszystkim w południowej części Polski. W przypadku powodzi roztopowych, na potrzeby analizy DPSIR czynniki sprawcze należy odpowiednio zidentyfikować.*

*– Analiza DPSIR jest narzędziem wspomagającym dobór skutecznych środków mających za zadanie ograniczenie strat powodziowych na pewnym obszarze. Ze względu jednak na to, że wezbranie powodziowe transformowane przez odcinek rzeki przepływającej przez ten interesujący obszar jest kształtowane przez czynniki sprawcze występujące nie tylko na rozpatrywanym obszarze, ale w dużej mierze przez uwarunkowania zlewniowe powyżej niego, stąd analiza tych czynników musi być dokonana dla całej zlewni aż po przekrój zamykający rozpatrywany obszar.*

**Ad a) Opady**

Analizując opady, jako czynnik sprawczy wezbrań (zagrożenia powodziowego) należy określić przede wszystkim:

– zasięg występowania dwóch typów genetycznych opadów dających znaczne sumy dobowe, tzn. opadów rozlewnych i opadów burzowych ulewnych lub nawalnych,

– przestrzenne rozkłady: najwyższych sum dobowych opadów i maksymalnych dobowych opadów o określonym prawdopodobieństwie przekroczenia (np. p = 1%),

– czasową zmienność (w wieloleciu) maksymalnych sum dobowych.

**Ad b) Specyfika geograficzno-geologiczna zlewni**

Czynnikami sprawczymi są te cechy zlewni, które mają wpływ na kształtowanie się wezbrań. Obejmują zatem te własności zlewni, które powodują określoną transformację opadu w spływ powierzchniowy oraz odpływ podziemny, a w konsekwencji zasilanie koryta rzecznego. Sposób tej transformacji zależy od cech morfometrycznych stoków i budujących je pokryw, a także od struktury sieci rzecznej. W analizie DPSIR te właśnie elementy powinny podlegać szczegółowemu rozpoznaniu.

**Presje** to element analizy DPSIR, który obejmuje identyfikację stanu czynników wpływających na kształtowanie się wezbrań w rozpatrywanym obszarze oraz przewidywanych kierunków zmian tych czynników. Celem tej identyfikacji jest rozpoznanie przyczyn występowania wezbrań o określonej wielkości i przebiegu oraz przyczyn zmian tych elementów. Szczególnie interesujące są zmiany niekorzystne z punktu widzenia skutków (strat powodziowych).

Presje obejmują zmiany klimatyczne oraz czynniki antropogeniczne (i ich zmiany), które mają wpływ na parametry charakteryzujące proces formowania się i przebiegu wezbrań (dokładnie rzecz biorąc są to czynniki zmieniające przebieg procesu transformacji opadu w odpływ w stosunku do przebiegu tego procesu w zlewni o naturalnym pokryciu). Presje zatem są elementem analizy DPSIR, który powinien być rozpatrywany dla chwili obecnej oraz w perspektywie czasowej.

Ze względu na to, że zmiany klimatyczne są ciągle dyskutowane w gronie specjalistów, a ponadto są trudne do ilościowej oceny na małych (z punktu widzenia analiz zmian klimatycznych) obszarach, których dotyczą rozważania na temat zagrożenia powodziowego, identyfikacja presji obejmuje czynniki antropogeniczne, zmieniające relację opad–odpływ, tzn.:

- sposób użytkowania gruntów,
- stopień uszczelnienia terenu (udział powierzchni zabudowanej),
- oddziaływanie infrastruktury hydrotechnicznej i komunikacyjnej.

*Uwaga:*

*O obserwowanych zmianach klimatycznych, które powodują zmiany w przestrzennym rozkładzie opadów, nasileniu i czasie trwania ekstremalnych zjawisk opadowych i większą częstotliwość intensywnych opadów należy jednak pamiętać i traktować jako tło wymienionych wyżej presji antropogenicznych.*

Typy pokrycia terenu i sposoby użytkowania gruntów (w tym udział powierzchni zabudowanej) można zidentyfikować, wykorzystując bazę danych o pokryciu terenu, utworzoną w ramach projektu CORINE (***Co**ordination of **In**formations on the **E**nvironment*) Land Cover (baza ta utworzona została w Instytucie Geodezji i Kartografii ze środków Europejskiej Agencji Środowiska oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej a Instytucją odpowiedzialną za rozpowszechnianie danych z tej bazy jest Główny Inspektorat Ochrony Środowiska). Warto przy tym dokonać racjonalnej z punktu widzenia potrzeb analizy DPSIR, agregacji typów pokrycia terenu, które w bazie „Corine 2000" wydzielone są na trzech poziomach szczegółowości [Studium... 2006]. Wydaje się, że identyfikacja omawianych presji jest wystarczająco dokładna, jeśli opiera się na agregacji typów użytkowania terenu do siedmiu kategorii: wody, tereny podmokłe, lasy, łąki, uprawy, zabudowa, tereny komunikacji (linie komunikacyjne i lotniska). Interpretacja zdjęć satelitarnych obszaru poddanego analizie DPSIR zgodnie z legendą zagregowanych typów zagospodarowania terenu pozwala na określenie procentowego udziału danego typu użytko-

wania w powierzchni rozpatrywanego obszaru, a także daje informacje na temat przestrzennej lokalizacji zagregowanych rodzajów użytkowania, w tym szczególnie interesujących: rozkładu i stopnia intensywności powierzchni zurbanizowanej oraz gęstości i rozkładu sieci komunikacyjnych.

Informację z bazy CORINE należy uzupełnić rozpoznaniem infrastruktury drogowej (mosty i przepusty) oraz infrastruktury hydrotechnicznej pod kątem ich wpływu na warunki odpływu wielkich wód. Pamiętać też trzeba, że dokładność bazy CORINE odpowiada geodezyjnej skali przestrzennej 1 : 100 000. W przypadku analizowania presji na mniejszym obszarze informację z bazy CORINE należy więc odpowiednio uszczegółowić.

Podsumowując, należy wyraźnie podkreślić, że odpowiedź na pytanie o poziom wpływu presji na zagrożenie powodziowe (aktualne i przyszłe) określonego obszaru może dać tylko szczegółowa analiza ilościowo-przestrzenna tychże presji (dostosowana zasięgiem i skalą do potrzeb) wraz z oceną ich zmian w nadchodzącym okresie.

**Stan** zjawiska określony jest poprzez typ i prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi, ustalane na podstawie charakterystyk wezbrań historycznych.

Z punktu widzenia zagrożenia powodziowego oraz racjonalnego doboru środków ochrony przeciwpowodziowej za istotne parametry charakteryzujące wezbrania należałoby uznać [Punzet 1994]:

– stany kulminacyjne lub elewacje (różnica pomiędzy stanem kulminacyjnym a stanem, od którego rozpoczyna się wezbranie),
– przepływy kulminacyjne,
– objętości fal (bilans odpływu),
– prędkości przesuwania się kulminacji.

Kulminacyjne stany wody mogłyby być bezpośrednim wskaźnikiem wielkości wezbrań, gdyby koryta rzeczne i system monitoringu były niezmienne. Zmienność obu elementów powoduje, że stany nie są jednoznacznym wskaźnikiem wielkości wezbrań. Najczęściej stwierdza się, że sukcesywnie przekraczane są obserwowane poprzednio stany ekstremalne. Powody tego faktu są dwojakiej natury:

a) przyczyny naturalne – występujący czasem zbieg niekorzystnych warunków meteorologicznych, prowadzący do nałożenia się kulminacji dopływu na kulminację recipienta;

b) przyczyny o charakterze antropogenicznym, które mają zasadnicze, decydujące znaczenie; polegają one na zmianie warunków odpływu, będącej skutkiem zabudowy hydrotechnicznej, a w szczególności:

– regulacji rzek, która doprowadziła do skrócenia ich biegu a w konsekwencji do wzrostu spadków podłużnych i przyspieszenia odpływu; częstą konsekwencją jest także pogłębienie koryt w wyniku wzmożonej erozji dennej, co jest zjawiskiem wzmagającym zagrożenie powodziowe mimo pozornego obniżenia zagrożenia wylewem rzeki; trzeba jednak zwrócić uwagę, że notuje się

wzrost amplitudy wahań stanów wody i tak np. w latach 1870–1954 dno Wisły w Krakowie uległo obniżeniu o ok. 3 m zaś amplituda wahań maksymalnych rocznych stanów wody, która do roku 1900 wynosiła 3,34 m, wzrosła do ok. 6 m;

– obwałowania rzek, które odcinając naturalne obszary retencyjne, powodują wzrost stanów.

Wymienione przyczyny antropogeniczne skutkują zmianami w kształcie krzywych konsumcyjnych przekrojów rzecznych i wartościach przepływów odpowiadających określonym stanom. Typowa tendencja tych zmian polega na tym, że w dolnej gałęzi krzywej tym samym wartościom przepływu odpowiadają obecnie stany niższe niż poprzednio, natomiast w górnej części krzywej – odwrotnie. Tam następuje wzrost stanów dla określonych przepływów wysokich.

Ostatecznie więc należy stwierdzić, że oceny i porównania wezbrań nie mogą się opierać bezpośrednio na kulminacyjnych stanach.

Przepływy wód są znacznie mniej podatne na zmiany w czasie niż stany. Ze względu jednak na to, że brak jest bezpośrednich pomiarów w pełnym zakresie zmienności stanów dla wielu przekrojów wodowskazowych (szczególnie dotyczy to rzek górskich), najczęściej korzysta się z krzywych konsumcyjnych określonych poprzez obliczenia hydrauliczne dla konkretnych przekrojów poprzecznych i określonego spadku zwierciadła wody. Obliczenia takie mogą być obarczone niedającymi się określić błędami. Szczególnie trudne jest określenie przepływów kulminacyjnych w sytuacji zniszczenia obwałowań, czy lokalnych podpiętrzeń. Skutkiem powyższych okoliczności są różnice w ocenach wartości historycznych przepływów kulminacyjnych.

Objętość wezbrania jest kolejnym wskaźnikiem wezbrania, istotnym szczególnie w przypadku wezbrań wielkich i katastrofalnie wielkich, które mają charakter powodzi. Wielkość strat zależy bowiem nie tylko od wartości przepływu (stanu) kulminacyjnego, ale i od czasu trwania przepływów wysokich, co odzwierciedla się w wartości objętości fali.

Ustalenie bilansu odpływu fal wezbraniowych nie jest łatwe. Problemy z określeniem tego bilansu wynikają z następujących okoliczności:

– nie jest znana i uzasadniona zależność pomiędzy obserwowanymi, wysokimi stanami wody a obliczanymi przepływami,

– istnieje trudność w ocenie zakłóceń przebiegu fal, związana z przerwaniami wałów, lokalnymi podpiętrzeniami itp.,

– arbitralne przyjmowanie momentu zakończenia wezbrania (szczególnie jeśli następuje kolejne, przed całkowitym zakończeniem poprzedniego, przy założeniu, że zakończenie danego wezbrania odpowiada chwili wystąpienia przepływu dwukrotnie większego od wyjściowego).

**Skutek** (*impact*) to efekt społeczno-ekonomiczny zjawiska, w omawianym przypadku wyrażany najczęściej poprzez jakościową i ilościową charakterystykę szkód rzeczowych oraz wartość strat finansowych spowodowanych przez powódź na danym terenie. Charakterystyka ta musi obejmować także przestrzenny

rozkład strat i szkód. Rozkład ten pozwala bowiem na identyfikację aktualnego, realnego poziomu zagrożenia w poszczególnych częściach analizowanego obszaru [Studium... 2006].

**Reakcje** to działania (środki) podejmowane w celu kontrolowania powodzi i ograniczania jej skutków.

Identyfikacja powiązań pomiędzy skutkiem powodzi a czynnikami wpływu i presjami determinującymi wielkość i przebieg wezbrań, w tym identyfikacja istotnych, zasadniczych przyczyn stanu powodującego określone skutki (straty) pozwala na wskazanie odpowiednich działań w sposób efektywny obniżających wpływ czynników generujących skutki wezbrań w postaci strat powodziowych. Identyfikacja tych powiązań jest ponadto warunkiem umożliwiającym bądź to twarde uzasadnienie rozbudowy systemu technicznych środków ochronnych, takich jak wały przeciwpowodziowe, zbiorniki retencji powodziowej, umocnienia koryt rzecznych czy kanały ulgi, bądź to wskazanie działań ukierunkowanych na ograniczenie przyczyn zagrożenia powodziowego, preferowanych przez europejską politykę wodną. Polegają one przede wszystkim na retencyjnym przysposobieniu dorzecza, co uzyskuje się poprzez:

a) ograniczenie zabudowy, a tym samym powiększania majątku na terenach podatnych na zagrożenie powodziowe (zalanie wodą lub upłynnienie gruntu – osuwiska),

b) rekompensowanie retencji utraconej w obszarach silnej urbanizacji, czyli przeciwdziałanie przyspieszeniu i koncentracji odpływu wód opadowych.

## BIBLIOGRAFIA

*Menéndez M., Estrela T., Dimas M., Marcuello C., CEDEX, Rees G., Cole G., IH, Weber K., Grath J., AWW, Leonard J., IOW, Ovesen N.B., NERI, Fehér J., Consult V., PTL/IW, Kierownik ETC/IW: Lack T.J., Kierownik Projektu EEA: Thyssen N. 2001.*

Raport w sprawie środowiska Nr 21; Zrównoważone użytkowanie wody w Europie, Część 3: Skrajne wypadki hydrologiczne: Powodzie i susze*, Europejska Agencja Środowiska,*

Punzet J. *Katastrofalne powodzie w dorzeczu górnej Wisły w XX wieku*, Kraków 1994.

*Studium ochrony przed powodzią województwa małopolskiego*. Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej, Politechnika Krakowska, Kraków 2006.

dr inż. Zofia Gręplowska
tel. 0 12 628 20 84
e-mail: zofia.greplowska@iigw.pl
prof. dr hab. inż. Elżbieta Nachlik
tel. 0 12 628 28 10
e-mail: elzbieta.nachlik@iigw.pl
Politechnika Krakowska
Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej
30-155 Kraków
ul. Warszawska 24

Recenzent: *Prof. dr hab. Wojciech Bartnik*