

## **Metodyka rozdziału sumarycznego ładunku zanieczyszczeń pochodzących ze źródeł komunalnych oraz rolnictwa**

Metodyka rozdziału dopływu ładunków zanieczyszczeń pochodzących z rolnictwa oraz gospodarki komunalnej możliwa jest dla fosforu i azotu ogólnego. Wynika to z dostępności danych dotyczących bilansowania związków biogenych w gospodarce rolnej.



Metodyka wyznaczania intensywności wpływu ładunków pochodzących ze źródeł komunalnych nieskanalizowanych lub rolniczych

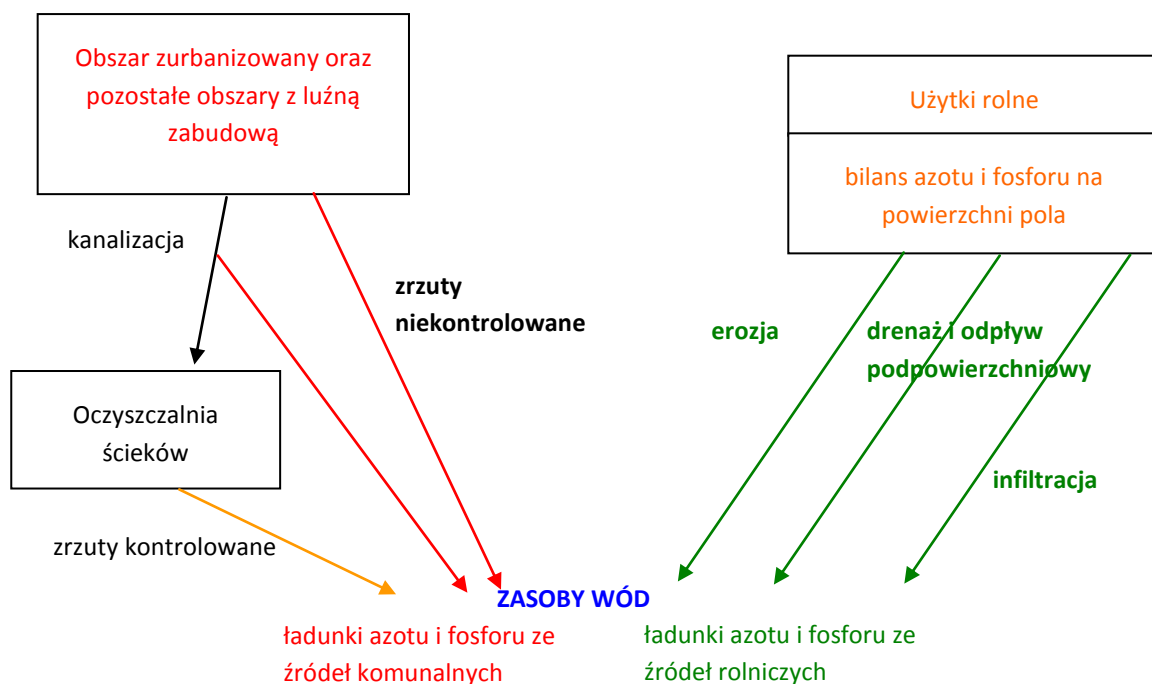
Najbardziej w całej procedurze postępowania istotna jest metodyka identyfikacji oddziaływań komunalnych i rolniczych w zlewniach scalonych części wód. Dla tego etapu identyfikacji konieczne jest wydzielenie ilości ładunków fosforu i azotu, które biorą udział w zanieczyszczeniu wód powierzchniowych i podziemnych. Zakłada się w tym przypadku, że zanieczyszczone wody podziemne są źródłem zanieczyszczenia wód powierzchniowych.

W wielu opracowaniach dotyczących modelowania dopływu biogenów do wód powierzchniowych zwraca się uwagę na drogi transportu przepływu ładunków azotu i fosforu. Są one odmienne i związane z sorpcją ich związków. Przyjmuje się, że związki fosforu są silnie sorbowane przez glebę a ich wymywanie uskutecznia się najintensywniej w czasie spływów erodujących. Związki azotu, a szczególnie azotany są bardziej wymywalne ze środowiska gruntowego a ich dopływ do wód powierzchniowych i podziemnych nie jest zależny tak bardzo od spływów erodujących. Podstawą określenia ładunków azotu i fosforu, które mogą być transportowane do wód, jest ich „bilans końcowy na powierzchni pola”. Taki bilans możliwy jest do wykonania dla każdej gminy w Polsce. Zestawienie wartości ładunków azotu i fosforu „na powierzchni pola” dla poszczególnych zlewni rzek (scalonych części wód) należy obliczyć posługując się danymi statystycznymi GUS oraz wynikami badań bilansowych dla zdefiniowanych obszarów wg Kopiński, Tujak („Bilans azotu i fosforu w rolnictwie polskim”, IUNG, Falenty 2009 r.).

Wartości współczynnika  $\eta$  określającego stosunek azotu i fosforu pozostałego (nadmiar) do azotu i fosforu wnoszonego

L.p.	Zlewnie rzek	$\eta_N$ (azot)	$\eta_P$ (fosfor)
1.	Wisła	0,424	0,229
2.	Odra	0,442	0,196
3.	Rzeki Przymorza wpływające do Bałtyku	0,466	0,237
4.	Rzeki Przymorza wpływające do Zalewu Wiślanego	0,434	0,226
5.	Niemen	0,362	0,225
6.	Inne	Jak dla Wisły lub Odry (przyleganie granic zlewni)	Jak dla Wisły lub Odry (przyleganie granic zlewni)

Schemat postępowania w określaniu potencjalnego dopływu ładunków azotu i fosforu do wód w zlewniach zaprezentowano na poniższym rysunku.



Szczegółowy schemat postępowania przy bilansowaniu ładunków azotu i fosforu zasilających zasoby wodne

Dla określenia „erozyjności” terenów w poszczególnych gminach posłużono się mapą opracowaną przez IUNG w Puławach. Obszary zostały na niej podzielone na 10 stopni erozyjności (od bardzo słabej erozji do bardzo silnej). Ma to istotne znaczenie przy określaniu udziału wymywania fosforu pozostałego (wynikowa wartość z bilansu ładunków na powierzchni pola) z powierzchni użytków rolnych.

W transporcie ładunków fosforu do wód uwzględniono również ich udział w spływie powierzchniowym i w odpływach drenarskich. Uwzględnienie powyższych składowych odpływu ładunków fosforu pozwala na określenie sumarycznego „współczynnika udziału odpływu ładunków fosforu pozostałego (wsp. s). W poniższej tabeli zaprezentowano wielkości tego współczynnika dla obszarów o różnej erozyjności (stopień degradacji) odniesione do ładunku fosforu pozostałego wynikającego z bilansu „na powierzchni pola”.

Udział odpływu ładunków fosforu w stosunku do jego wielkości pozostałej w bilansie „na powierzchni pola” na przykładzie obszarów położonych w Polsce Południowej

Obszary - stopień degradacji	Oznaczenie na mapie	Erozja	Spływ powierzchniowy	Dreny	Udział odpływu ładunków P	Współczynnik udziału odpływu ładunków P (wsp. S)
Bardzo słaby	1	30%	15%	3%	48%	0,48
Słaby (Śląsk)	2a	40%	20%	3%	63%	0,63
Słaby (Nizina Sandomierska)	2b	40%	20%	3%	63%	0,63
Umiarkowany	3	50%	23%	3%	76%	0,76
Średni (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska)	4a	60%	25%	3%	88%	0,88
Średni (Kotlina Orawsko-Nowotarska)	4b	60%	22%	3%	85%	0,85
Silny (Beskid Niski, Bieszczady)	5a	65%	26%	3%	94%	0,94
Silny (Wyżyna Lubelska)	5b	65%	24%	3%	92%	0,92
Bardzo silny (Beskidy, Pogórze Karpackie)	6a	70%	27%	3%	100%	1,00
Bardzo silny (Tatry)	6b	70%	27%	3%	100%	1,00

Ładunki odpływającego azotu zostały określone w sposób znacznie prostszy. Dane literaturowe podają (Sapek, 1996), że dla obszaru Polski, bezpośrednio do wody trafia 30 – 40% azotu pozostałego.

#### Bilans ładunków fosforu i azotu pochodzenia rolniczego transportowany do wód

Ładunek fosforu z rolniczego użytkowania gruntów zasilający wody podziemne i powierzchniowe:

$$L_{PA} = t_P \cdot A \cdot s \cdot \eta_P$$

gdzie:

- $L_{PA}$  – roczny ładunek fosforu z określonej powierzchni użytków rolnych (kg/rok)
- $t_P$  – ładunek jednostkowy fosforu (kg/ha) właściwy dla danej gminy
- $A$  – powierzchnia analizowanego obszaru użytków rolnych (ha)
- $s$  – współczynnik redukcji zależny od erozji obszaru (-)
- $\eta_P$  – współczynnik określający stosunek ładunku fosforu pozostałego (nadmiar) do ładunku fosforu wnoszonego

ładunek azotu z rolniczego użytkowania gruntów zasilający wody podziemne i powierzchniowe:

$$t_{NA} = 0,3 \cdot t_N \cdot A \cdot \eta_N$$

gdzie:

- $t_{NA}$  – roczny ładunek azotu z określonej powierzchni użytków rolnych (kg/rok)
- $t_N$  – ładunek jednostkowy azotu (kg/ha) właściwy dla danej gminy
- $A$  – powierzchnia analizowanego obszaru użytków rolnych (ha)
- $\eta_N$  – współczynnik określający stosunek ładunku azotu pozostałego (nadmiar) do ładunku azotu wnoszonego

#### Bilans ładunków fosforu i azotu pochodzenia komunalnego ze źródeł niekontrolowanych transportowany do wód

W bilansie należy przyjąć odpowiednie zaludnienie obszarów zurbanizowanych w stosunku do obszarów uznanych w programie „Corine Land Cover” za użytki rolne. Dzięki temu można uzyskać dla każdej gminy średnie gęstości zaludnienia w obszarach zurbanizowanych i uznanych za użytki rolne. Następnie należy wykorzystać dane z Banku Danych Regionalnych dotyczące:

- ilości mieszkańców (stąd określono gęstość zaludnienia),
- ilości mieszkańców obsługiwanych przez oczyszczalnie ścieków,
- liczby turystów korzystających z noclegów.

Powyższe dane pozwolą na dokonanie obliczeń ładunków fosforu i azotu odprowadzanych do wód ze źródeł komunalnych, które nie są oczyszczane. W odprowadzanych ładunkach uwzględnione będą wielkości obciążenia wynikające ze stosowania w gospodarstwach domowych środków piorących.

#### **ładunki ze źródeł komunalnych (wielkością odniesienia - jeden mieszkaniec)**

Ludność odprowadzająca ścieki w sposób niekontrolowany:

- ładunek fosforu  $t_{PK} - 1,6$  (kg/rok m-k)
- ładunek azotu  $t_{NK} - 5,2$  (kg/rok m-k)

Obciążenie wód ładunkiem fosforu ze źródeł komunalnych dla ścieków dopływających w sposób niekontrolowany:

$$L_{PK} = \frac{l_{MN}}{l_M} \left( g_{ZAL} + g_{ZALTUR} \cdot \frac{10}{365} \right) \cdot A \cdot l_{PK}$$

gdzie:

- $L_{PK}$  – roczne obciążenie ładunkiem fosforu ze źródeł komunalnych ścieków nieoczyszczanych (kg/rok)
- $g_{ZAL}$  – gęstość zaludnienia mieszkańców w gminie (m-k/ha)
- $g_{ZALTUR}$  – „gęstość zaludnienia” turystów w gminie – dotyczy 10-ciu dni w roku (tur/ha)
- $A$  – powierzchnia obszaru – terenu rolnego lub strefy zurbanizowanej (ha)
- $l_{PK}$  – ładunek fosforu od ludności nieobsługiwanej przez oczyszczalnię – na jednego mieszkańca (kg/rok)
- $l_{MN}$  – liczba mieszkańców nieobsługiwanych przez oczyszczalnię
- $l_M$  – liczba mieszkańców

Obciążenie wód ładunkiem azotu ze źródeł komunalnych dla ścieków dopływających w sposób niekontrolowany:

$$L_{NK} = \frac{l_{MN}}{l_M} \left( g_{ZAL} + g_{ZALTUR} \cdot \frac{10}{365} \right) \cdot A \cdot l_{NK}$$

gdzie:

- $L_{NK}$  – roczne obciążenie ładunkiem azotu ze źródeł komunalnych ścieków nieoczyszczanych (kg/rok)
- $g_{ZAL}$  – gęstość zaludnienia mieszkańców w gminie (m-k/ha)
- $g_{ZALTUR}$  – „gęstość zaludnienia” turystów w gminie – dotyczy 10-ciu dni w roku (tur/ha)
- $A$  – powierzchnia obszaru – terenu rolnego lub strefy zurbanizowanej (ha)
- $l_{NK}$  – ładunek azotu od ludności nieobsługiwanej przez oczyszczalnię – na jednego mieszkańca (kg/rok)
- $l_{MN}$  – liczba mieszkańców nieobsługiwanych przez oczyszczalnię
- $l_M$  – liczba mieszkańców

### Procedura postępowania przy określaniu ładunków fosforu i azotu

Procedura postępowania składała się z następujących działań:

- wyznaczania zlewni dla scalonych części wód a w nich obszarów administrowanych przez gminy,
- w zlewni scalonej części wód należy dokonać selekcji z warstwy numerycznej pokrycia terenu Polski „Corine Land Cover” terenów rolnych oraz stref zurbanizowanych (pozostałe obszary nie będą brane pod uwagę),
- określenia udziału ludności oraz turystów nie obsługiwanych przez oczyszczalnie na podstawie informacji z Banku Danych Regionalnych GUS,
- obliczenia ładunków fosforu i azotu odpływającego ze zlewni zawartej w powierzchni gminy ze źródeł komunalnych niekontrolowanych i rolniczych (wg wzorów przedstawionych powyżej),
- określenia sumarycznych ładunków fosforu i azotu w zlewni scalonej części wód odpływających ze źródeł komunalnych niekontrolowanych i rolniczych,
- określenia współczynników udziału  $P_{rol}/P_{kom}$  oraz  $N_{rol}/N_{kom}$  charakteryzujących skalę wpływu rolnictwa i gospodarki komunalnej ze źródeł niekontrolowanych,
- końcowego opracowania listy scalonych części wód z podaniem dla nich ładunków fosforu i azotu ogólnego pochodzenia rolniczego oraz gospodarki komunalnej ze źródeł niekontrolowanych, ze współczynnikami udziału.