



Narodowy Fundusz Ochrony  
Środowiska i Gospodarki Wodnej

Sfinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej

Na zamówienie  
Prezesa Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej

## **Synteza pracy:**

***„Opracowanie warunków korzystania z wód zlewni rzeki Łady.***

***Etap I – opracowanie dynamicznego bilansu wodnogospodarczego”***

**[Umowa nr 852/ZG/2012/A]**

**Kraków, październik 2012 r.**

## *Cel pracy*

---

Głównym celem sporządzenia bilansu wodnogospodarczego dla zlewni Łady, jest zobrazowanie sposobu i poziomu wykorzystania zasobów wód powierzchniowych i podziemnych w analizowanej zlewni oraz możliwości dalszego dysponowania tymi zasobami w miarę potrzeb, z uwzględnieniem konieczności zapewnienia równowagi ekologicznej wód i ekosystemów od wód zależnych.

Ocena stanu wód przeprowadzona w „Planie gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły” (M.P. z 2011 r. Nr 249, poz. 549) wskazuje na zły stan wód zlewni Łady. Ocenę tą potwierdziły wyniki opracowania pn. „Szczegółowe wymagania, ograniczenia i priorytety dla potrzeb wdrażania planu gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy”, w ramach którego wykonany został bilans wodnogospodarczy, wskazujący na zły stan wód w zakresie ilościowym.

W związku z powyższym wskazano na konieczność opracowania szczegółowego bilansu wodnogospodarczego, tak aby można było w ramach warunków korzystania z wód zlewni wskazać właściwe rozwiązania i ograniczenia dalszego sposobu korzystania z wód w zlewni rzeki Łady.

## *Metodyka realizacji bilansu wodnogospodarczego w zlewni rzeki Łady*

---

Bilans wodnogospodarczy zlewni Łady został przeprowadzony z zastosowaniem modelu matematycznego odzwierciedlającego obszarową strukturę systemu wodnogospodarczego analizowanej zlewni.

Model umożliwia prowadzenie wariantowych symulacji gospodarowania wodą w zlewni z uwzględnieniem proponowanej hierarchii użytkowania zasobów wodnych:

- zachowanie przepływów nienaruszalnych;
- zaopatrzenie w wodę ludności;
- zaopatrzenie w wodę na pozostałe cele.

Bilans wodnogospodarczy został opracowany dla trzech wariantów:

- bilans stanu rzeczywistego - dla stanu rzeczywistego opierającego się o rzeczywiste pobory i zrzuty - jako rok bazowy przyjęto 2009 rok.;

- bilans stanu aktualnego - odwzorowujący bieżące warunki gospodarowania wodą, tj. dla stanu użytkowania wynikającego z pozwoleń wodnoprawnych obowiązujących w wieloletniu 1981- 2010;
- bilans perspektywiczny dla stanu prognozowanego użytkowania (z perspektywą na rok 2021). Założono że bilans perspektywiczny dla 2021r. zostanie oparty o zamierzenia uwzględnione w Aktualizacji Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych z 2012 r. oraz w Programie wyposażenia aglomeracji poniżej 2000 RLM w oczyszczalnię ścieków i systemy kanalizacji zbiorczej, w zakresie planowanych inwestycji, tj. budowy nowych, rozbudowy istniejących oczyszczalni lub ich likwidacji, co będzie miało wpływ na zmianę stopnia użytkowania zasobów wodnych w kolejnych latach.

Bilansowanie zasobów wodnych (wody powierzchniowe) odbywa się w sposób dynamiczny, z krokiem czasowym równym 1 dekadzie (10 dni).

W przekrojach bilansowych zasoby wodne charakteryzowane są poprzez wskazanie:

- wartości przepływów średnich dekadowych,
- wartości przepływów charakterystycznych (SSQ, SNQ, NNQ),
- wartości przepływów gwarantowanych, o gwarancji (ilościowej i czasowej) występowania wraz z wyższymi równej 90% (Qgw,90%), 95% (Qgw,95%), 98% (Qgw,98%) oraz 100%(Qgw,100%),
- wartości przepływów nienaruszalnych (QN),
- wartości zasobów dyspozycyjnych zwrotnych (ZDZ) i bezzwrotnych (ZDB) o określonej gwarancji występowania,
- wartości ZDZ i ZDB wyrażonych w postaci odpływu jednostkowego ze zlewni.

Prezentacją graficzną wariantowych analiz bilansowych są profile: hydrologiczny i hydrochemiczny Łądy.

Dla obliczenia wartości przepływów nienaruszalnych (QN) zastosowana została metoda hydrobiologiczna H. Kostrzewy.

Na podstawie bilansu określono wielkości gwarantowanych zasobów dyspozycyjnych zwrotnych (ZDZ<sub>gw,p%</sub>) i bezzwrotnych (ZDB<sub>gw,p%</sub>), nazywanych również rezerwami. Zasoby dyspozycyjne zwrotne i bezzwrotne określono dla gwarancji występowania: 90%, 95%, 98% oraz 100%, jednakże model umożliwia dokonanie obliczeń dla dowolnie wybranej gwarancji z przedziału 0 – 100%.

Zasoby dyspozycyjne zwrotne i bezzwrotne wyrażone zostały także w postaci odpływów jednostkowych przypadających na jeden kilometr kwadratowy zlewni (l/s\*km<sup>2</sup>).

W ramach bilansowania uwzględniono wzajemne oddziaływanie zasobów wód powierzchniowych i podziemnych.

Z uwagi na formę dostępnych wyników monitoringu, bilans jakościowy wykonano w postaci statycznego bilansu jakościowego wód powierzchniowych. Podstawą bilansu ładunków są stężenia wskaźników zanieczyszczeń (wartości maksymalne roczne) dla poszczególnych przekrojów monitoringowych, w których prowadzono badania jakości wód w roku 2009.

Bilans jakości wód powierzchniowych opiera się na bilansie ładunków wybranych wskaźników zanieczyszczeń, tj. BZT<sub>5</sub>, N<sub>og</sub>, P<sub>og</sub>.

Za dotychczasowymi metodami bilansowania przyjęto, iż udział źródeł zanieczyszczeń obszarowych i rozproszonych w całkowitej puli zanieczyszczeń trafiających do wód, będzie obrazowany jako różnica między poziomem ładunku ustalonego w przekroju bilansowym, a ładunkiem wnoszonym w zidentyfikowanych miejscach punktowego odprowadzania ścieków (dane z pozwoleń wodnoprawnych i z baz marszałków w zależności od analizowanego wariantu bilansowania).

Do analiz prowadzonych w ramach niniejszego projektu, w celu wyznaczenia przekroi bilansowych wykorzystano następujące dane:

- Lokalizacja stacji wodowskazowych (z których pochodzą ciągi przepływów, spełniające warunki ciągłości, synchroniczności oraz jednorodności statystycznej),
- Lokalizacja punktów monitoringowych jakości wód powierzchniowych, z których pochodzą dane o jakości wód uwzględniane w części jakościowej bilansu,
- Lokalizacja ujść dopływówna cieków głównym, głównie stanowiących jednolite części wód powierzchniowych (JCWP),
- Powyżej ujścia dopływu (JCWP) do cieków głównych (bilansowanie dopływów (JCWP) łądy, odbywać będzie się w przekroju ujściowym),
- Lokalizacja wszystkich poborów wody oraz zrzutów ścieków (dla celów komunalnych, przemysłowych, rolniczych, innych istotnych, których obecność powoduje zmiany hydrologiczne na dłuższych odcinkach cieków),
- Granice SCWP na ciekach głównych,
- Granice JCWP na ciekach głównych,
- Granice powiatów na ciekach głównych,
- Przekrój zamykający obszar o obliczonym module zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania.

## *Uzyskane wyniki i wnioski*

---

Wynikami wariantowych analiz bilansowych jest oparty na wyznaczonych przekrojach bilansowych profil hydrologiczny obrazujący zmienność zasobów i użytkowania wód wzdłuż biegu rzeki Łady (bilans ilościowy) oraz profil hydrochemiczny analizowanych wskaźników zanieczyszczeń na długości rzeki (bilans jakościowy). Profile zostały opracowane jedynie dla rzeki Łady z uwagi na dostępność danych monitoringowych (ilość i jakość), co wynika z lokalizacji posterunków wodowskazowych, dla których dostępne są ciągi przepływów dobowych, spełniających warunki możliwości ich wykorzystania w bilansowaniu zasobów wodnych (warunek ciągłości, synchroniczności oraz jednorodności) oraz z lokalizacji punktów monitoringu jakościowego z dostępnymi pomiarami zrealizowanymi w 2009 r.

Zasoby wodne pozostałych cieków (JCWP) zostały scharakteryzowane poprzez wskazanie wartości przepływów i zasobów tych cieków w miejscu ich ujścia do Łady.

Wyniki dynamicznego bilansu ilościowego wód powierzchniowych są generowane również w postaci zestawień tabelarycznych, w zakresie:

- wartości przepływów średnich dekadowych,
- wartości przepływów charakterystycznych,
- wartości przepływów gwarantowanych (gwarancja ilościowa i czasowa),
- wartości zasobów dyspozycyjnych zwrotnych (ZDZ) i bezzwrotnych (ZDB),
- wartości ZDZ i ZDB wyrażonych w postaci odpływu jednostkowego z powierzchni zlewni.

Wyniki analiz bilansowych (bilans jakościowy) określają dla każdego przekroju bilansowego cieku głównego następujące wielkości:

- ładunki analizowanych wskaźników zanieczyszczeń dla stanu aktualnego (2009) wynikającego z pozwoleń wodnoprawnych, poziomu użytkowania rzeczywistego oraz dla stanu perspektywicznego (2021r.), określone w przekrojach monitoringowych oraz rozłożone na wszystkie przekroje bilansowe na długości rzeki w postaci profilu hydrochemicznego;
- chłonności rzeki w stanie aktualnym wynikającym z pozwoleń wodnoprawnych, użytkowania rzeczywistego oraz w stanie perspektywicznym (w przekrojach monitoringowych i bilansowych wzdłuż biegu rzeki);
- konieczną wielkość redukcji ładunków zanieczyszczeń dla stanu aktualnego wynikającego z pozwoleń wodnoprawnych, rzeczywistego i perspektywicznego (2021 r.), w odniesieniu do wartości odpowiadających dobremu stanowi wód.

Wyniki statycznego bilansu ilościowego wód podziemnych zostały zaprezentowane w postaci zestawień tabelarycznych:

- wartości zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania (dyspozycyjnych), obliczonych na podstawie modułu wartości tych zasobów,
- wartości rezerw bądź deficytów zasobów wód podziemnych, obliczonych na podstawie wartości zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania oraz wartości poziomu użytkowania tych zasobów.

Wyniki realizacji aplikacji bilansującej zasoby wód powierzchniowych i podziemnych w zlewni Łady pozwoliły na:

- Określenie ilości i jakości zasobów wód powierzchniowych oraz ilości wód podziemnych w przekrojach bilansowych w zlewni;
- Wskazanie obszarów, w których występują deficyty zasobów wód powierzchniowych i podziemnych,
- Obliczenie chłonności cieków lub wartości ładunków wybranych zanieczyszczeń koniecznych do zredukowania.

Dodatkowo zrealizowana aplikacja służąca modelowaniu zasobów wód w analizowanej zlewni może być wykorzystywana do dalszych analiz zasobów wód po wprowadzeniu zaktualizowanych lub wydłużonych ciągów danych, tj. przepływy, wartości użytkowania wód. Aplikacja służy również do obliczania potencjalnego wpływu nowych użytkowników pojawiających się w zlewni na stan zasobów wodnych. Możliwe do przeprowadzenia szczegółowe analizy bilansowe powinny być podstawą formułowania ograniczeń w korzystaniu z wód dla użytkowników/ grup użytkowników, bądź w określonych obszarach w zlewni Łady.

Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki bilansu wodnogospodarczego wód powierzchniowych i podziemnych w zlewni Łady, konieczne jest podjęcie działań zmierzających do poprawy stanu zasobów tych wód, czego efektem będzie wprowadzenie warunków korzystania z wód zlewni w formie Rozporządzenia Dyrektora RZGW w Krakowie, a w dalszej kolejności poprawa stanu zasobów wodnych w zlewni.

---

**Opracowanie  
warunkówkorzystania z wód  
zlewni  
rzeki Łady**

---

**Etap I –  
opracowanie dynamicznego  
bilansu wodnogospodarczego**

---

Wykonawca:  
Zakład Usług Specjalistycznych  
MPWiK Sp. z o.o.  
Os. Złotego Wieku 74, 31-618 Kraków



Sfinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej  
na zamówienie Prezesa  
Krajowego Zarządu  
Gospodarki Wodnej

Kraków, 2012r.

**Zespół autorski:**

mgr inż. Agnieszka Hobot – Kierownik projektu

inż. Katarzyna Banaszak – Z-ca Kierownika projektu

dr inż. Andrzej Wałęga

mgr inż. Małgorzata Komosa

mgr Rafał Serafin

mgr inż. Agnieszka Stachura

mgr inż. Alicja Pradela



## Spis treści

1. Wstęp .....	4
2. Założenia ogólne.....	4
3. Wyznaczanie przekroi bilansowych.....	8
4. Obliczenia hydrologiczne dla wód powierzchniowych.....	9
4.1. Ustalenie wielolecia dla obliczeń.....	10
4.2. Obliczenia przepływów.....	10
4.2.1. Przepływ nienaruszalny .....	10
4.2.2. Przepływy średnie dekadowe i charakterystyczne.....	11
4.2.3. Przepływ gwarantowany.....	11
4.3. Naturalizacja przepływów .....	12
4.4. Wylizanie zasobów zwrotnych i bezzwrotnych .....	13
4.5. Wyznaczanie przepływów w przekrojach niekontrolowanych .....	14
5. Bilans ilościowy wód podziemnych .....	15
6. Powiązanie zasobów wód powierzchniowych i podziemnych.....	16
7. Prezentacja wyników bilansowania zasobów .....	18
8. Analiza stanu gospodarki wodnościekowej w zlewni Łądy.....	20
8.1. Wariant I – w obszarze zlewni bilansowych należących do zlewni rzeki Łądy .....	21
8.2. Wariant II - w obszarach gmin należących w części (lub w całości) do zlewni rzeki Łądy .....	25
9. Spis literatury i wykorzystanych materiałów .....	29

## 1. Wstęp

---

Głównym celem sporządzenia bilansu wodnogospodarczego dla zlewni Łady, jest zobrazowanie sposobu i poziomu wykorzystania zasobów wód powierzchniowych i podziemnych w analizowanej zlewni oraz możliwości dalszego dysponowania tymi zasobami w miarę potrzeb, z uwzględnieniem konieczności zapewnienia równowagi ekologicznej wód i ekosystemów od wód zależnych.

Przy przygotowywaniu założeń metodycznych, zgodnie z zaleceniem Zamawiającego, oparto się na materiałach będących zapisami dotychczas opracowanych metodyk bilansowania zasobów wodnych w Polsce, w tym przede wszystkim:

- „Metodyka opracowywania warunków korzystania z wód regionu wodnego oraz warunków korzystania z wód zlewni”, Pro-Woda Warszawa, 2008;
- „Metodyka jednolitych bilansów wodnogospodarczych”, Hydroprojekt Warszawa, 1992- pomocniczo

## 2. Założenia ogólne

---

Opracowany w ramach projektu bilans wodnogospodarczy dla zlewni Łady został zrealizowany z użyciem danych o przepływach dekadowych dla wód powierzchniowych, udostępnionych Wykonawcy przez Zamawiającego. Potrzeby wodne użytkowników wód, zarówno powierzchniowych i podziemnych, zostały określone na podstawie danych zawartych w pozwoleniach wodnoprawnych (pobory i zrzuty), danych o rzeczywistym korzystaniu z wód (bazy z urzędów marszałkowskich) oraz innych danych przekazanych przez Zamawiającego.

Bilans wodnogospodarczy zlewni Łady został przeprowadzony z zastosowaniem modelu matematycznego odzwierciedlającego obszarową strukturę systemu wodnogospodarczego analizowanej zlewni, tj. układ sieci rzecznej, lokalizację użytkowania wód (pobory wody i zrzuty ścieków).

Obszarowa struktura systemu wodnogospodarczego odzwierciedlona została poprzez warstwy tematyczne. Wykorzystanie funkcjonalności GIS pozwala użytkownikowi na tworzenie dowolnych kompozycji mapowych na podstawie wszystkich dostępnych warstw informacyjnych. Niemniej jednak dla potrzeb bilansu zaproponowano predefiniowane kompozycje mapowe z warstw przedstawionych w poniższej tabeli.

Kolekcja	Grupy	Warstwy
-	oddziaływania bezpośrednie	pobór wody
		zrzut ścieków
wody powierzchniowe	hydrografia	ciek niewyróżniony
		jezioro
		jezioro niewyróżnione
		odcinek ciek
		szeroka rzeka
	zlewnia	
	monitoring	monitoring ilości wód powierzchniowych
		monitoring jakości wód powierzchniowych
obszarowe jednostki odniesienia	SCWP	
	JCWP rzeki	
wody podziemne	obszarowe jednostki odniesienia	obszar o udokumentowanych zasobach dyspozycyjnych
		JCWPd
uwarunkowania	cele	obszary chronione
	uzupełnienie	pokrycie terenu
administracja	administracja	województwo
		powiaty
		region wodny

Model umożliwi prowadzenie wariantowych symulacji gospodarowania wodą w zlewni z uwzględnieniem proponowanej hierarchii użytkowania zasobów wodnych:

- zachowanie przepływów nienaruszalnych;
- zaopatrzenie w wodę ludności;
- zaopatrzenie w wodę na pozostałe cele.

Główne założenia przeprowadzania bilansowania ilościowego zasobów wodnych Łądy:

1. Bilans wodnogospodarczy został opracowany dla trzech wariantów:
  - bilans stanu rzeczywistego - dla stanu rzeczywistego opierającego się o rzeczywiste pobory i zrzuty - jako rok bazowy przyjęto 2009 rok.;
  - bilans stanu aktualnego - odwzorowujący bieżące warunki gospodarowania wodą, tj. dla stanu użytkowania wynikającego z pozwoleń wodnoprawnych obowiązujących w wieloleciu 1995- 2010;
  - bilans perspektywiczny dla stanu prognozowanego użytkowania (z perspektywą na rok 2021).
2. Bilansowanie zasobów wodnych (wody powierzchniowe) odbywa się w sposób dynamiczny, z krokiem czasowym równym 1 dekadzie (10 dni).

3. W przekrojach bilansowych zasoby wodne charakteryzowane są poprzez wskazanie:
  - wartości przepływów średnich dekadowych,
  - wartości przepływów charakterystycznych (SSQ, SNQ, NNQ),
  - wartości przepływów gwarantowanych, o gwarancji (ilościowej i czasowej) występowania wraz z wyższymi równej 90% (Qgw,90%), 95% (Qgw,95%), 98% (Qgw,98%) oraz 100%(Qgw,100%),
  - wartości przepływów nienaruszalnych (QN),
  - wartości zasobów dyspozycyjnychzwrotnych (ZDZ) i bezzwrotnych (ZDB) o określonej gwarancji występowania,
  - wartości ZDZ i ZDB wyrażonych w postaci odpływu jednostkowego ze zlewni.
4. Dla obliczenia wartości przepływów nienaruszalnych (QN) zastosowanometodę hydrobiologiczną H. Kostrzewy.
5. Prezentacją graficzną wariantowych analiz bilansowych są profile: hydrologiczny i hydrochemicznyłady.
6. Bilans wodnogospodarczy uwzględnia dwa warianty aktualnego użytkowania wód w zlewni łady:
  - użytkowanie wg wartości maksymalnych wpisanych do wydanych decyzji administracyjnych (pozwoleń wodnoprawnych). Występowały przypadki określenia w pozwoleniu wodnoprawnym wyłącznie wartości średnich użytkowania wód, które w takiej sytuacji zostały uwzględnione w bilansie wodnogospodarczym,
  - użytkowanie rzeczywiste, na podstawie informacji z bazy danych Marszałka woj. lubelskiego i podkarpackiego, dot. naliczania opłat za korzystanie ze środowiskaw 2009 r. oraz opracowań przekazanych przez Zamawiającego. W przypadku braku informacji o poziomie użytkowania wód przez danego użytkownika, dopuszcza się uwzględnienie poziomu tego korzystania w innym roku kalendarzowym, bądź przyjęcie informacji o poziomie korzystania wg pozwolenia wodnoprawnego.
7. Założono, że bilans perspektywiczny dla 2021r. zostanie oparty o zamierzenia uwzględnione w Aktualizacji Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych z 2012 r. oraz w Programie wyposażenia aglomeracji poniżej 2000 RLM w oczyszczalnie ścieków i systemy kanalizacji zbiorczej, w zakresie planowanych inwestycji, tj. budowy nowych, rozbudowy istniejących oczyszczalni lub ich likwidacji, co będzie miało wpływ na zmianę stopnia użytkowania zasobów wodnych w kolejnych latach.
8. Na podstawie bilansu określono wielkości gwarantowanych zasobów dyspozycyjnych zwrotnych (ZDZgw,p%) i bezzwrotnych (ZDBgw,p%), nazywanych również rezerwami.

Zasoby dyspozycyjne zwrotne i bezzwrotne zostały określone dla gwarancji występowania: 90%, 95%, 98% oraz 100%, jednakże model umożliwia dokonanie obliczeń dla dowolnie wybranej gwarancji z przedziału 0 – 100%.

9. Zasoby dyspozycyjne zwrotne i bezzwrotne wyrażone zostały także w postaci odpływów jednostkowych przypadających na jeden kilometr kwadratowy zlewni ( $l/s \cdot km^2$ ).
10. W ramach bilansowania zostało uwzględnione wzajemne oddziaływanie zasobów wód powierzchniowych i podziemnych. W tym celu wykorzystano dane o poziomie użytkowania wód podziemnych.
11. Uwzględnienie funkcjonowania w zlewni użytkowników wykazujących się sezonowością korzystania z wód, zostało przeprowadzone poprzez rozpatrzenie sposobu tego użytkowania, tj.:
  - Nawodnienia rolnicze - uwzględniono zmienność sposobu użytkowania zasobów wód w poszczególnych miesiącach wg informacji z pozwolenia wodnoprawnego;
12. Z uwagi na formę dostępnych wyników monitoringu, bilans jakościowy został wykonany w postaci statycznego bilansu jakościowego wód powierzchniowych. Podstawą bilansu ładunków są stężenia wskaźników zanieczyszczeń (wartości maksymalne roczne) dla poszczególnych przekrojów monitoringowych, w których prowadzono badania jakości wód w roku 2009.
13. Bilans jakości wód powierzchniowych opiera się na bilansie ładunków wybranych wskaźników zanieczyszczeń, tj.  $BZT_5$ ,  $N_{og}$ ,  $P_{og}$ .

Przyjęte zostały następujące wartości referencyjne dla określenia chłonności cieków objętych bilansem.

Wskaźnik	Wartość graniczna stanu dobrego
	Stężenie [ $mg/dm^3$ ]
$BZT_5$	6,0
$N_{og}$	10,0
$P_{og}$	0,40

15. Za dotychczasowymi metodykami bilansowania przyjęto, iż udział źródeł zanieczyszczeń obszarowych i rozproszonych w całkowitej puli zanieczyszczeń

trafiających do wód, będzie obrazowany jako różnica między poziomem ładunku ustalonego w przekroju bilansowym, a ładunkiem wnoszonym w zidentyfikowanych miejscach punktowego odprowadzania ścieków (dane z pozwoleń wodnoprawnych i z baz marszałków w zależności od analizowanego wariantu bilansowania).

### 3. Wyznaczanie przekroi bilansowych

Jednym z głównych elementów prac zmierzających do opracowania modelu bilansowania zasobów wodnych, a w konsekwencji określenia zasobów wodnych, jest wskazanie lokalizacji przekroi bilansowych na analizowanej sieci rzecznej.

Metodyka wyznaczania przekroi bilansowych została opracowana w oparciu o wcześniejsze metodyki dot. bilansowania zasobów wodnych zlewni:

- Metodyka opracowywania warunków korzystania z wód regionu wodnego i warunków korzystania wód zlewni, Pro-Woda Warszawa 2008;
- Metodyka jednolitych bilansów wodnogospodarczych, Hydroprojekt Warszawa, 1992.

Powyższe opracowania określają zbieżne sposoby wyznaczania przekroi bilansowych. Zestawienie najważniejszych kryteriów ich wyznaczania przedstawia poniższa tabela.

Kryteria wyznaczania przekroi bilansowych wg dotychczasowych metodyk.

<b>Metodyka jednolitych bilansów wodno-gospodarczych, Hydroprojekt Warszawa (1992)</b>	<b>Metodyka opracowywania warunków korzystania z wód regionu wodnego i wód zlewni, Pro-Woda (2008)</b>
na recypientach powyżej ujść znaczących dopływów	na recypientach powyżej ujść znaczących dopływów
powyżej ujścia do rzeki wyższego rzędu	powyżej ujścia do rzeki wyższego rzędu
w miejscach znaczących poborów i zrzutów wód	w miejscach znaczących poborów i zrzutów wód
w miejscach usytuowania obiektów hydrotechnicznych kształtujących reżim przepływów (zbiorniki, przerzuty)	w miejscach usytuowania obiektów hydrotechnicznych kształtujących reżim przepływów (zbiorniki, przerzuty)
na granicach państwa, jednostek administracyjnych i obszarów Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej	na granicach państwa, jednostek administracyjnych i obszarów Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej
-	przekroje zamykające scalone części wód powierzchniowych

<b>Metodyka jednolitych bilansów wodno-gospodarczych, HydroprojektWarszawa (1992)</b>	<b>Metodyka opracowywania warunków korzystania z wód regionu wodnego i wód zlewni, Pro-Woda (2008)</b>
-	przekroje wodowskazowe i monitoringowe

Metodyka Pro-Wody opracowana w 2008 roku bazuje na założeniach przyjętych przez Hydroprojekt Warszawa w roku 1992. Metodyka ta poszerza zakres kryteriów wyznaczania przekroji bilansowych o zamknięcia zlewni scalonych części wód (co ze względu na datę wydania Metodyka Hydroprojektu Warszawa nie przewiduje) oraz przekroji wodowskazowych i monitoringowych.

Do analiz prowadzonych w ramach niniejszego projektu, w celu wyznaczenia przekroji bilansowych, wykorzystano następujące dane:

- Lokalizacja stacji wodowskazowych (z których pochodzą ciągi przepływów, spełniające warunki ciągłości, synchroniczności oraz jednorodności statystycznej),
- Lokalizacja punktów monitoringowych jakości wód powierzchniowych, z których pochodzą dane o jakości wód uwzględniane w części jakościowej bilansu,
- Lokalizacja ujść dopływów ciekach głównych, przede wszystkim stanowiących jednolite części wód powierzchniowych (JCWP),
- Powyżej ujścia dopływu (JCWP) do cieków głównych (bilansowanie dopływów (JCWP) do cieków przyjętych jako główne, odbywać będzie się w przekroju ujściowym do cieków głównych),
- Lokalizacja wszystkich poborów wody oraz zrzutów ścieków (dla celów komunalnych, przemysłowych, rolniczych, innych istotnych, których obecność powoduje zmiany hydrologiczne na dłuższych odcinkach cieków),
- Granice SCWP na ciekach głównych,
- Granice JCWP na ciekach głównych,
- Granice powiatów na ciekach głównych,
- Przekrój zamykający obszar o obliczonym module zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania.

#### ***4. Obliczenia hydrologiczne dla wód powierzchniowych***

---

W ramach opracowywanego dynamicznego bilansu wodnogospodarczego podstawą do określenia warunków korzystania z wód zlewni jest ocena zasobów wodnych. W przypadku niniejszego projektu, podstawą opracowania bilansu zasobów były ciągi

przepływów średnich dekadowych z wielolecia 1981-2010, zanotowane w przekrojach wodowskazowych.

Warunkiem poprawności obliczeń jest by dane hydrologiczne:

- spełniały warunek ciągłości i synchroniczności,
- spełniały warunek jednorodności statystycznej,
- odzwierciedlały stan zasobów wodnych wolny od wpływu użytkowania.

W obliczeniach bilansowych uwzględnia się użytkowanie wód takie jak:

- Pobory wód powierzchniowych,
- Pobory wód podziemnych,
- Zrzuty ścieków.

#### *4.1. Ustalenie wielolecia dla obliczeń*

Dla zlewni rzeki Łady przyjęto, zgodnie z zakresem danych przekazanych przez Zamawiającego, że danymi do analizy będą dane z wielolecia 1981 - 2010. Z uwagi na fakt, iż występują braki przepływów średnich dekadowych na wodowskaziu Biłgoraj na Ładzie, celem ich uzupełnienia zastosowano wyrównanie wykładnicze z automatyczną estymacją parametrów. Dokonano również korekty przepływów dekadowych ze względu na pobory i zrzuty wody przez istotnych użytkowników zarejestrowanych w katastrze wodnym (pozwolenia wodnoprawne). W celu sprawdzenia jednorodności przepływów średnich dekadowych wykorzystano test Kruskala-Wallisa.

#### *4.2. Obliczenia przepływów*

Wartości przepływów średnich dekadowych, SSQ, SNQ i NNQ zostały przekazane przez Zamawiającego. Obliczono natomiast przepływy nienaruszalne QN oraz wyznaczono krzywe przepływów gwarantowanych.

##### *4.2.1. Przepływ nienaruszalny*

Określeniu wielkości przepływu nienaruszalnego służy wiele metod, m.in. uproszczona metoda H. Kostrzewy, metoda H. Kostrzewy wg kryterium rybacko-wędkarskiego, metoda małopolska oraz funkcji transformującej, czy metoda amerykańska



(US EPA). ). W ramach realizowanego bilansu zastosowano metodę hydrobiologiczną Kostrzewy z uwagi na zakres danych jakimi dysponuje wykonawca.

**Uproszczona metoda H. Kostrzewy** na podstawie kryterium hydrobiologicznego (metoda parametryczna) przewiduje obliczenie przepływu nienaruszalnego z funkcji przepływów niskich wg wzoru:

$$Q_{nn}=k \cdot SNQ$$

gdzie:

SNQ – przepływ średni niski (quasi naturalny), m<sup>3</sup>/s,

k – współczynnik przyjmujący wartości 0,5 – 1,52

Współczynnik k w równaniu zależy od typu hydrologicznego rzeki i wielkości zlewni. Największe wartości przyjmują rzeki górskie o małych zlewniach, a najmniejsze duże rzeki o powierzchni zlewni powyżej 2,5 tys. km<sup>2</sup>. Dla rzek nizinnych o małych zlewniach współczynnik ten osiąga wartość 1,0 (Lisowski, Siuta 2010). Typ hydrologiczny rzeki ustalany jest na podstawie wielkości odpływu jednostkowego (Witowski i in. 2008).

#### *4.2.2. Przepływy średnie dekadowe i charakterystyczne*

Przepływy średnie dekadowe oraz charakterystyczne (SSQ, SNQ i NNQ) dla przekroji wodowskazowych zostały przekazane przez Zamawiającego.

#### *4.2.3. Przepływ gwarantowany*

##### *Gwarancja ilościowa*

Przepływ gwarantowany to przepływ, który wraz z przepływami wyższymi od siebie trwa przez p% czasu objętego analizami (długości ciągu historycznego mierzonego liczbą przedziałów czasowych - Q<sub>gw</sub>=p%). Są to przepływy o określonej gwarancji występowania (np. 98, 95, 90, 85%). W ramach przedmiotowego projektu wyznaczono przepływy o gwarancji występowania wraz z wyższymi równej 90% (Q<sub>gw,90%</sub>), 95% (Q<sub>gw,95%</sub>), 98% (Q<sub>gw,98%</sub>), 100% (Q<sub>gw,100%</sub>), jednak zbudowana aplikacja umożliwia dokonanie obliczeń dla dowolnie przyjętego poziomu gwarancji.

Obliczenie przepływów o określonej gwarancji występowania oparte jest na serii przepływów dekadowych znaturalizowanych dla danego przekroju bilansowego, przy

czymobliczenie wartości przepływów o określonej gwarancji przeprowadzane jest na całym dostępnym ciągu przepływów.

Zależność pomiędzy wielkością przepływu gwarantowanego, a gwarancją jego zapewnienia nazywana jest krzywą przepływów gwarantowanych. Zależność ta dostarcza odpowiedzi na pytanie, jaka jest gwarancja zapewnienia określonej wielkości przepływu oraz jaki przepływ można zapewnić z określoną gwarancją.

#### *Gwarancja czasowa*

Określa częstość występowania (w rozpatrywanym wieloleciu) przedziału czasowego (dekady), w którym zadanie zaopatrzenia w wodę zostało zrealizowane. Inaczej jest to stosunek liczby przedziałów (dekad), w których potrzeby zostały spełnione, do liczby okresów, w których potrzeby były zgłaszane (A. Ciepeliowski, Podstawy gospodarowania wodą, Warszawa 1999).

Gwarancja czasowa dla zlewni Łady została obliczona jako gwarancja czasowa pokrycia potrzeb w przekrojach bilansowych dla wielolecia i dla poszczególnych m-cy w wieloleciu :

$$G_t = (\text{liczba dekad z pokryciem potrzeb} / \text{liczba dekad w wieloleciu}) * 100\%$$

$$G_{tm} = (\text{liczba dekad w m-cu w wieloleciu z pokryciem potrzeb} / \text{liczba dekad w m-cu w wieloleciu}) * 100\%$$

### *4.3. Naturalizacja przepływów*

Naturalizacja przepływów w przekrojach bilansowych polega na uwzględnieniu wpływu użytkowania zasobów wód powierzchniowych (pobory i zrzuty) i podziemnych (pobory) na przepływy dekadowe i charakterystyczne. Proces ten służy „unaturalnieniu” przepływów, tak aby odzwierciedlały warunki braku bądź minimalnego oddziaływania antropogenicznego na stan zasobów wodnych. Przepływy dekadowe znaturalizowane służą do obliczenia przepływów o określonej gwarancji występowania oraz stanowią podstawę obliczenia zasobów dyspozycyjnych wód powierzchniowych.

Wartości użytkowania wód powierzchniowych i podziemnych przyjmuje się dla okresu, z którego pochodzą informacje o przepływach (1981- 2010).

#### 4.4. Wyliczanie zasobów zwrotnych i bezzwrotnych

**Zasoby dyspozycyjne zwrotne ( $ZDZ_{gw,p\%}$ )** o określonej gwarancji występowania, obliczane są jako różnica pomiędzy wielkością przepływu gwarantowanego i wielkością przepływu nienaruszalnego w danym przekroju. Zasoby te określają ilość wody, jaka może zostać pobrana z danego przekroju rzeki pod warunkiem, że użytkownik po wykorzystaniu pobranej wody zwróci ją w całości do rzeki bezpośrednio poniżej miejsca poboru.

$$ZDZ_{gw,p\%} = Q_m - Q_N = Q_{gw,p\%} - Q_N = W_{p\%} SSQ - Q_N$$

**Zasoby dyspozycyjne bezzwrotne ( $ZDB_{gw,p\%}$ )** o określonej gwarancji występowania pokazujące, jaka ilość wody może być odprowadzona z danego przekroju rzeki przy zachowaniu przepływu nienaruszalnego i bez pogarszania warunków zaopatrzenia w wodę pozostałych użytkowników systemu. Zasoby te określają dopuszczalną wielkość zużycia bezzwrotnego pobranej wody.

Metodyka PRO-WODA (2008) wskazuje sposób obliczenia ZDB wg prostej zależności z wartością ZDZ, tj. jako iloczyn współczynnika z wartością ZDZ, gdzie współczynnik  $\alpha$  określa jaką część ZDZ (przepływu miarodajnego) może być odprowadzona z cieku bez naruszania wielkości przepływu nienaruszalnego oraz stopnia zaspokojenia potrzeb wodnych użytkowników zlokalizowanych poniżej; wartość współczynnika określana jest przez eksperta, z uwzględnieniem charakteru rzeki i związanej z nią zmiennością przepływów, zabudową hydrotechniczną, użytkowaniem wód podziemnych; wartość współczynnika może być różna dla poszczególnych SCWP, orientacyjna średnia wartość współczynnika  $\alpha = 0,55$ .

W niniejszej pracy przyjęto nieco odmienny sposób ustalania wartości ZDB, tak aby ZDB uwzględniały wymagania użytkowników zlokalizowanych poniżej danego przekroju oraz naturalny przyrost zasobów wodnych, a także ograniczenia podyktowane zachowaniem przepływu nienaruszalnego. Tym samym ZDB dla każdego przekroju bilansowego rozpatrywane są w sposób indywidualny, a nie wg jednej wartości współczynnika przyjętego dla fragmentu zlewni (np. dla SCWP).

Przyjęto, że ZDB o określonej gwarancji stanowią wartość niższą ZDZ o tej gwarancji wybraną spośród ZDZ z dwóch sąsiednich przekrojów bilansowych (1), (2) na danej rzece. Przekrój 1 zlokalizowany jest powyżej przekroju 2 idąc od źródeł w kierunku ujścia.

$$ZDBg(1) = \min(ZDZg(1); ZDZg(2))$$

$$\text{JEŻELI } ZDBg(1) \leq 0 \text{ TO } ZDBg(1) = 0$$

$$\text{JEŻELI } ZDBg(1) > 0 \text{ TO } ZDBg(1) = ZDBg(1)$$

Określone w ten sposób zasoby dyspozycyjne zwrotne i bezzwrotne dla poszczególnych przekrojów bilansowych zostały wyrażone także w postaci odpływów jednostkowych przypadających na jeden kilometr kwadratowy zlewni ( $l/s \cdot km^2$ ). Zasoby jednostkowe pozwalają oszacować możliwość uzyskania pozwolenia wodnoprawnego przez nowego użytkownika wód powierzchniowych w dowolnym przekroju cieku na obszarze zlewni.

#### 4.5. Wyznaczanie przepływów w przekrojach niekontrolowanych

Do obliczania przepływów średnich dekadowych, charakterystycznych i nienaruszalnych w przekrojach bilansowych innych aniżeli przekroje wodowskazowe, zastosowano metodę analogii z wykorzystaniem ekstrapolacji, interpolacji i zlewni różnicowej. W przypadku metody ekstrapolacji w górę lub w dół rzeki zastosowano wzór:

$$Q_o = Q_w(A_o/A_w) [m^3 \cdot s^{-1}]$$

W przypadku zlewni różnicowej odpływ został określony ze wzoru:

$$Q_x = Q_r \cdot \frac{A_x}{A_r}$$

gdzie:

$$Q_r = Q_d - Q_g [m^3 \cdot s^{-1}]$$

$Q_d$  – przepływ w profilu zamykającym zlewnię,  $m^3 \cdot s^{-1}$ ,

$Q_g$  - przepływ w profilu górnym,  $m^3 \cdot s^{-1}$ ,

$$A_r = A_d - A_g$$

$A_d$  – powierzchnia zlewni w profilu zamykającym,  $km^2$ ,

$A_g$  - powierzchnia zlewni w profilu górnym,  $km^2$ ,

$A_x$  - powierzchnia zlewni w rozpatrywanym profilu,  $km^2$

Przy stosowaniu tej metody należy kierować się zasadą, że nie wolno jej stosować, gdy wartości przepływów zamykających zlewnię są do siebie zbliżone. Obliczona w tej sytuacji wartość odpływu ze zlewni różnicowej jest obarczona dużym błędem. Jako graniczny parametr stosowalności tej metody przyjmuje się stosunek  $Q_d/Q_g$ , który powinien być większy od 1,5 bez ryzyka popełnienia błędu większego niż 15%.

W przypadku metody interpolacji w celu obliczenia charakterystyk hydrologicznych w przekrojach bilansowych zlokalizowanych pomiędzy wodowskazami zastosowano wzór:

$$Q_o = Q_{w1} + \sum_1^m Q_{dop} + q \left( A_o - A_{w1} - \sum_1^m A_{dop} \right)$$

$$q = \frac{Q_{w2} - Q_{w1} - \sum_1^n Q_{dop}}{A_{w2} - A_{w1} - \sum_1^n A_{dop}}$$

gdzie:  $Q_o$  – przepływ w przekroju obliczeniowym,  $Q_{w1,2}$  – przepływ w przekroju wodowskazowym  $w_1$  i  $w_2$ ,  $A_{w1,2}$  – wielkość powierzchni zlewni do przekroju  $w_1$  i  $w_2$ ,  $A_o$  – powierzchnia zlewni do przekroju obliczeniowego,  $Q_{dop}$  – przepływ średni w dopływie kontrolowanym,  $A_{dop}$  – powierzchnia zlewni dopływów,  $m$  – liczba kontrolowanych dopływów uchodzących między wodowskazem  $w_1$ , a przekrojem obliczeniowym,  $n$  – liczba kontrolowanych dopływów uchodzących między wodowskazami  $w_1$  i  $w_2$ .

## 5. Bilans ilościowy wód podziemnych

---

1. Bilans wodnogospodarczy wód podziemnych zlewni wykonywano w zlewniach bilansowych rzecznych, będących zarazem rejonami wodnogospodarczymi wód podziemnych. Do bilansu wodnogospodarczego wód podziemnych dla zlewni łądy jako zasoby wód podziemnych dostępne do zagospodarowania wprowadzano zasoby z różnych źródeł:
  - dokumentacji hydrogeologicznej dla GZWP,
  - określone na podstawie wartości infiltracji miarodajnej do wód podziemnych w zlewni, obliczonej na podstawie badania korelacji między wahaniami zwierciadła wód podziemnych, a przepływami niskimi w analizowanej zlewni.
2. Bilans wodnogospodarczy wód podziemnych ma charakter analizy porównawczej ilości zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania **ZD** i ilości poboru wód podziemnych **U** w określonej zlewni bilansowej. Pobór wód podziemnych przyjęto jako maksymalny dopuszczalny w pozwoleniu wodnoprawnym użytkownika. Rezultatem bilansu jest ocena stanu rezerw zasobów wód podziemnych **+ΔZD** lub deficytu **-ΔZD**.

$$\Delta ZD = ZD - U$$

Stanowi to podstawę analizy prowadzącej do sformułowania warunków korzystania z wód charakteryzowanej zlewni.

3. Dla zlewni bilansowych wydzielonych na potrzeby opracowywanego bilansu wód zlewni Łady, stanowiących część obszaru o określonych zasobach dostępnych do zagospodarowania (dyspozycyjnych), określono wielkość zasobów w oparciu o moduł zasobowy.
4. Jednolity charakter bilansu wodnogospodarczego zlewni realizowano poprzez uwzględnienie wpływu zagospodarowania wód podziemnych na przepływy rzek w przekrojach bilansowych.

## **6. Powiązanie zasobów wód powierzchniowych i podziemnych**

---

Założenia metodyczne wzajemnych korelacji wód powierzchniowych i podziemnych przy opracowaniu bilansu wodnogospodarczego wód powierzchniowych:

1. Bilans wodnogospodarczy wód powierzchniowych danej zlewni określany jest dla rzecznej zlewni bilansowej, stanowiącej rejon wodnogospodarczy wód podziemnych.
2. W dynamicznym bilansie wodnogospodarczym wpływ poborów wód podziemnych i zrzutów powstałych ścieków jest uwzględniony w przekrojach bilansowych w każdej kolejnej dekadzie ciągu przepływów rzecznych w okresie wielolecia testowego.
3. Założono quasiustalony charakter poborów wód podziemnych w wieloleciu testowym i w takiej postaci przyjęto w procesie naturalizowania przepływów rzecznych. Bilans zasobów i użytkowania wód powierzchniowych zlewni jest przeprowadzany z uwzględnieniem wartości ciągu średnich dekadowych przepływów obserwowanych w wieloleciu testowym, które poddawane są naturalizacji. Dla określenia interakcji poborów wód podziemnych, wprowadzono wartości charakteryzujące stan zagospodarowania wód podziemnych (pobór i zrzut) w roku 2009 i w okresie perspektywicznym.
4. Do obliczeń poboru wód podziemnych w zlewni cząstkowej ograniczonej dwoma przekrojami bilansowymi, wprowadzić można punktowe (umowne) ujęcie o poborze sumarycznym wszystkich eksploatowanych ujęć, pod warunkiem że pobór każdego rzeczywistego ujęcia [ $m^3/d$ ] jest niższy niż 50% wartości modułu zasobowego [ $m^3/d \cdot km^2$ ] rozpatrywanej zlewni. Nie spełnienie tego warunku przez dane ujęcie oznacza przyjęcie jego rzeczywistej lokalizacji, a w przypadku bliskiego położenia względem granicy zlewni, sprawdzić należy zasięg jego oddziaływania czy aby jej nie przekracza. Wówczas należy dokonać procentowego podziału wielkości poboru przypadającego na zlewnię

bilansowaną i sąsiednią. Na potrzeby rozwiązania tego zagadnienia przyjęto, że wszystkie ujęcia o poborze  $<20 \text{ m}^3/\text{h}$  oraz wszystkie (bez względu na wielkość poboru) położone w odległości  $>0,5 \text{ km}$  od granicy zlewni bilansowej, zostaną przypisane do tej zlewni. W przypadku lokalizacji ujęcia o wydajności  $>20 \text{ m}^3/\text{h}$  w odległości  $<0,5 \text{ km}$  od granicy zlewni bilansowej przyjmuje się 50% podział wielkości poboru ujęcia między zlewnię bilansowaną i sąsiednią.

5. Bilans wodnogospodarczy wód powierzchniowych przeprowadzany jest z uwzględnieniem:

- poboru maksymalnego wód podziemnych dopuszczonego pozwoleniami wodnoprawnymi według danych dla roku 2009 (jeśli w pozwoleniu określono jedynie wartość średnią, została ona uwzględniona),
- poboru rzeczywistego wód podziemnych w 2009 r. (na podstawie informacji z baz Urzędów Marszałkowskich),
- poboru prognozowanego.

6. Przy określaniu wpływu poborów wód podziemnych na wielkość przepływu wód powierzchniowych przekroju bilansowego, uwzględniono warunki hydrodynamiczne i strukturalne występowania poziomów wodonośnych, a w szczególności:

- układ powierzchni piezometrycznej ujmowanego poziomu/piętra wodonośnego, szczególnie w przypadku głębiej zalegających poziomów,
- uwarunkowania hydrostrukturalne w poszczególnych zlewniach bilansowych (głębokość zalegania poziomu wodonośnego, jego miąższość, stopień izolacji oraz stratyografię i głębokość ujęć wód podziemnych).

W tym celu w ramach opracowania wykorzystana została schematyzacja hydrogeologiczna przyjęta w Mapie hydrogeologicznej Polski MhP. Interpretacja warstw tematycznych MhP wraz z modelem DTM pozwoliła na określenie podstawy drenażu wód podziemnych wyrażonej w wartości bezwzględnej [m n.p.m.]. Dla każdej wyznaczonej zlewni bilansowej zagregowane zostały wartości poborów ujęć wód podziemnych do obliczonej bazy drenażu co pozwoliło na dynamiczne powiązanie wartości eksploatacji z przepływem wód powierzchniowych dla poszczególnych zlewni cząstkowych.

7. Sumaryczny przepływ w przekroju bilansowym w danej dekadzie ciągu przepływów średnich dekadowych wielolecia, należy skorygować o wpływ zmiany wielkości poborów i zrzutów ścieków wg zależności:

$$QC\Delta Ust = QCot - [ QGot - QGUST]$$

gdzie:

**$QC\Delta Ust$**  - średni w dekadzie  $t$  skorygowany przepływ o wpływ poboru wód podziemnych i zrzut ścieków,

**$QCot$**  - sumaryczny przepływ obserwowany w dekadzie  $t$ ,

**QGUST** -średni dekadowy przepływ podziemny skorygowany o wpływ poboru i zrzut ścieków.

8. W kolejnym przekroju bilansowym obserwowany przepływ uwzględnia przepływ poprzedniego przekroju i przyrost z obszaru zlewni między tymi przekrojami, skorygowany o pobory i zrzuty.

## **7. Prezentacja wyników bilansowania zasobów**

---

Prezentacją graficzną wariantowych analiz bilansowych jest oparty na wyznaczonych przekrojach bilansowych profil hydrologiczny obrazujący zmienność zasobów i użytkowania wód wzdłuż biegu rzeki Łady (bilans ilościowy) oraz profil hydrochemiczny analizowanych wskaźników zanieczyszczeń na długości rzeki (bilans jakościowy). Profile zostały opracowane jedynie dla rzeki Łady z uwagi na dostępność danych monitoringowych (ilość i jakość), co wynika z lokalizacji posterunków wodowskazowych, dla których dostępne są ciągi przepływów dobowych, spełniających warunki możliwości ich wykorzystania w bilansowaniu zasobów wodnych (warunek ciągłości, synchroniczności oraz jednorodności) oraz z lokalizacji punktów monitoringu jakościowego z dostępnymi pomiarami zrealizowanymi w 2009 r.

Zasoby wodne dopływów Łady (JCWP), zostały scharakteryzowane poprzez wskazanie wartości przepływów i zasobów tych cieków w miejscu ich ujścia do recipienta.

Wyniki dynamicznego bilansu ilościowego wód powierzchniowych generowane są również w postaci zestawień tabelarycznych, w zakresie:

- wartości przepływów średnich dekadowych,
- wartości przepływów charakterystycznych,
- wartości przepływów gwarantowanych (gwarancja ilościowa i czasowa),
- wartości zasobów dyspozycyjnych zwrotnych (ZDZ) i bezzwrotnych (ZDB),
- wartości ZDZ i ZDB wyrażonych w postaci odpływu jednostkowego z powierzchni zlewni.

Wyniki analiz bilansowych (jakość) określają dla każdego przekroju bilansowego Łady następujące wielkości:

- ładunki analizowanych wskaźników zanieczyszczeń dla stanu aktualnego (2009) wynikającego z pozwoleń wodnoprawnych, poziomu użytkowania rzeczywistego oraz dla stanu perspektywicznego (2021r.), określone w przekrojach monitoringowych oraz rozłożone na wszystkie przekroje bilansowe na długości rzeki w postaci profilu hydrochemicznego;



- chłonności rzeki w stanie aktualnym wynikającym z pozwoleń wodnoprawnych, użytkowania rzeczywistego oraz w stanie perspektywicznym (w przekrojach monitoringowych i bilansowych wzdłuż biegu rzeki);
- konieczną wielkość redukcji ładunków zanieczyszczeń dla stanu aktualnego wynikającego z pozwoleń wodnoprawnych, rzeczywistego i perspektywicznego (2021r.) , w odniesieniu do wartości odpowiadających dobremu stanowi wód.

Wyniki statycznego bilansu ilościowego wód podziemnych prezentowane są w postaci zestawień tabelarycznych:

- wartości zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania (dyspozycyjnych), obliczonych na podstawie modułu wartości tych zasobów,
- wartości rezerw bądź deficytów zasobów wód podziemnych, obliczonych na podstawie wartości zasobów wód podziemnych oraz poziomu użytkowania tych zasobów.

## 8. Analiza stanu gospodarki wodnościekowej w zlewni Łady

W ramach zadania zweryfikowano i uzupełniono informacje dotyczące użytkowników wód.

Zamawiający przekazał:

- pozwolenia wodnoprawne i rzeczywiste dane dot. poborów wód powierzchniowych i podziemnych oraz zrzutów ścieków w wieloleciu 1981- 2010 oraz za rok 2011, a także warstwy shp.;
- ankiety przeprowadzone dla potrzeb realizacji analiz ekonomicznych, zawierające informacje o wielkości poborów i zrzutów rzeczywistych.

Przed przystąpieniem do opracowania wyników analiz bilansowych, dokonano weryfikacji baz danych przekazanych przez Zamawiającego w zakresie danych z pozwoleń wodnoprawnych.

Na podstawie przekazanych danych dostarczonych przez RZGW w Krakowie, baza danych programu została uzupełniona o nowych użytkowników istotnych z punktu widzenia bilansu wodnogospodarczego. Informacje o użytkownikach korzystających z wód w obszarze zlewni rzeki Łady zostały dodatkowo uzupełnione w przekazanej, przez RZGW w Krakowie, warstwie informacyjnej w formacie shp., w której:

- dokonano weryfikacji lokalizacji obiektów,
- uzupełniono bazę danych użytkowników o nowe obiekty na podstawie przekazanych skanów oraz kserokopii pozwoleń,
- uzupełniono bazę danych użytkowników o nowe obiekty na podstawie danych Urzędu Marszałkowskiego,
- uzupełniono wielkości poborów wód i zrzutów ścieków na podstawie pozwoleń wodnoprawnych,
- uzupełniono bazę danych użytkowników o wielkości rzeczywistych poborów i zrzutów zgłaszanych przy naliczeniu opłat za szczególne korzystanie z wód oraz wykorzystując ankietę „ekonomiczną”.

Istniejącą warstwę informacyjną zoptymalizowano o nową kolumnę ZMIANY, w której zawarto informację o rodzaju modyfikacji geometrii lub atrybutów względem materiałów źródłowych. Efektem końcowym jest geobazaGIS utworzona w środowiska ESRI.

W ramach zadania dokonano analizy sposobu użytkowania wód w dwóch wariantach:

I wariant – w obszarze zlewni bilansowych należących do zlewni rzeki Łady,

II wariant - w obszarach gmin należących w części (lub w całości) do zlewni rzeki Łady.

W analizie pod uwagę wzięto również użytkowników, którzy nie znajdują się bezpośrednio w obszarze zlewni rzeki Łady, ale mogą zaopatrywać mieszkańców zlewni w wodę lub odprowadzać ścieki z obszaru zlewni do zlewni sąsiedniej. Informacje o zakupie i sprzedaży wody w obszarze analizowanej zlewni – przerzuty wody „wewnętrzne” i poza nią – przerzuty wody „zewnętrzne”, uzyskano na podstawie analiz ankiety ekonomicznej przeprowadzonych analiz gospodarki wodnościekowej obszaru.

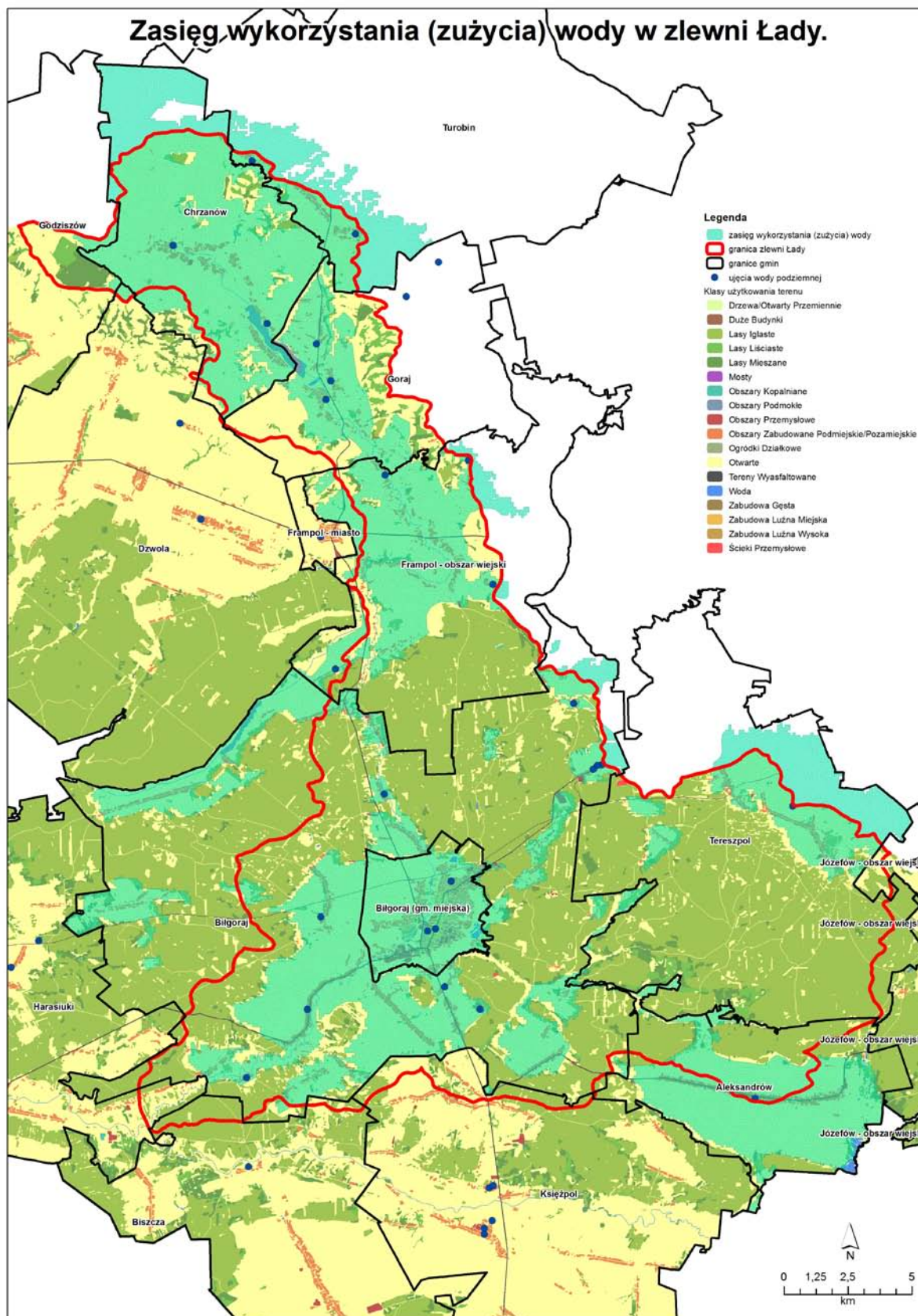
Analiza uwzględniała wielkości poboru wód powierzchniowych i podziemnych oraz zrzutu ścieków uzyskane wskutek uzupełnienia baz danych o wartości rzeczywiste w oparciu o dane z opłat marszałkowskich oraz ankietę ekonomiczną.

### **8.1. Wariant I – w obszarze zlewni bilansowych należących do zlewni rzeki Łady**

Zgodnie z informacjami uzyskanymi na podstawie ankiety ekonomicznej obszary gmin leżące w zlewni rzeki Łady są prawie w 100% zwodociągowane. To istotna informacja dla prowadzenia analiz bilansowych. Dla dalszych prac należy więc przyjąć, że aktualnie na obszarze zlewni wykorzystanie „przydomowych” ujęć wód (np. studni kopanych) jest niewielkie i większość mieszkańców korzysta z wodociągów. Potwierdza to również przeprowadzona analiza zasięgu zapotrzebowania w wodę (zwodociągowania) obszaru przeprowadzona w oparciu o dane dot. sposobu zagospodarowania terenu, gęstości zaludnienia i lokalizacji ujęć wód. Jako kryterium zasięgu zaopatrzenia w wodę z danego ujęcia przyjęto wartość zużycia wody na mieszkańca  $80\text{dm}^3/\text{d}$  lub  $100\text{dm}^3/\text{d}$  (zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz. U. Nr 8, poz. 70). Wartości niższe odnoszą się do budynków podłączonych do zbiorników bezodpływowych na terenach nieskanalizowanych, a wartości wyższe odnoszą się do budynków podłączonych do sieci kanalizacyjnych.

Na podstawie tak przyjętego kryterium oceniono zasięg korzystania z wodociągu i ujęć wód podziemnych przez mieszkańców. Na obszarze analizowanej zlewni zbiorowe zaopatrzenie w wodę realizowane jest z ujęć wód podziemnych (brak ujęć wód powierzchniowych na potrzeby zbiorowego zaopatrzenia).

Na mapie nr 1 przedstawiono wynik analizy zasięgu wykorzystania (zużycia) wody z poszczególnych ujęć wraz z lokalizacją ujęć wód podziemnych.



Mapa nr 1. Analiza zasięgu (zużycia) wody z ujęć wód podziemnych w zlewni Łady

Dla potrzeb analizy przyjęto wartości rzeczywistego poboru (dane z opłat marszałkowskich lub z ankiet „analizy ekonomicznej”). Przeprowadzona analiza przestrzenna wskazała znaczne przewymiarowanie pozwoleń (średnio 3 – 5 krotnie). Wniosek ten oparto na porównaniu ilości mieszkańców w zlewni – gęstości zaludnienia, charakteru zagospodarowania terenu (poziomu zurbanizowania) oraz ilości zużywanej wody. W wyniku analizy stwierdzono, że ilość wody pobieranej z ujęć komunalnych jest wystarczająca dla zaopatrzenia w wodę 100% mieszkańców zlewni.

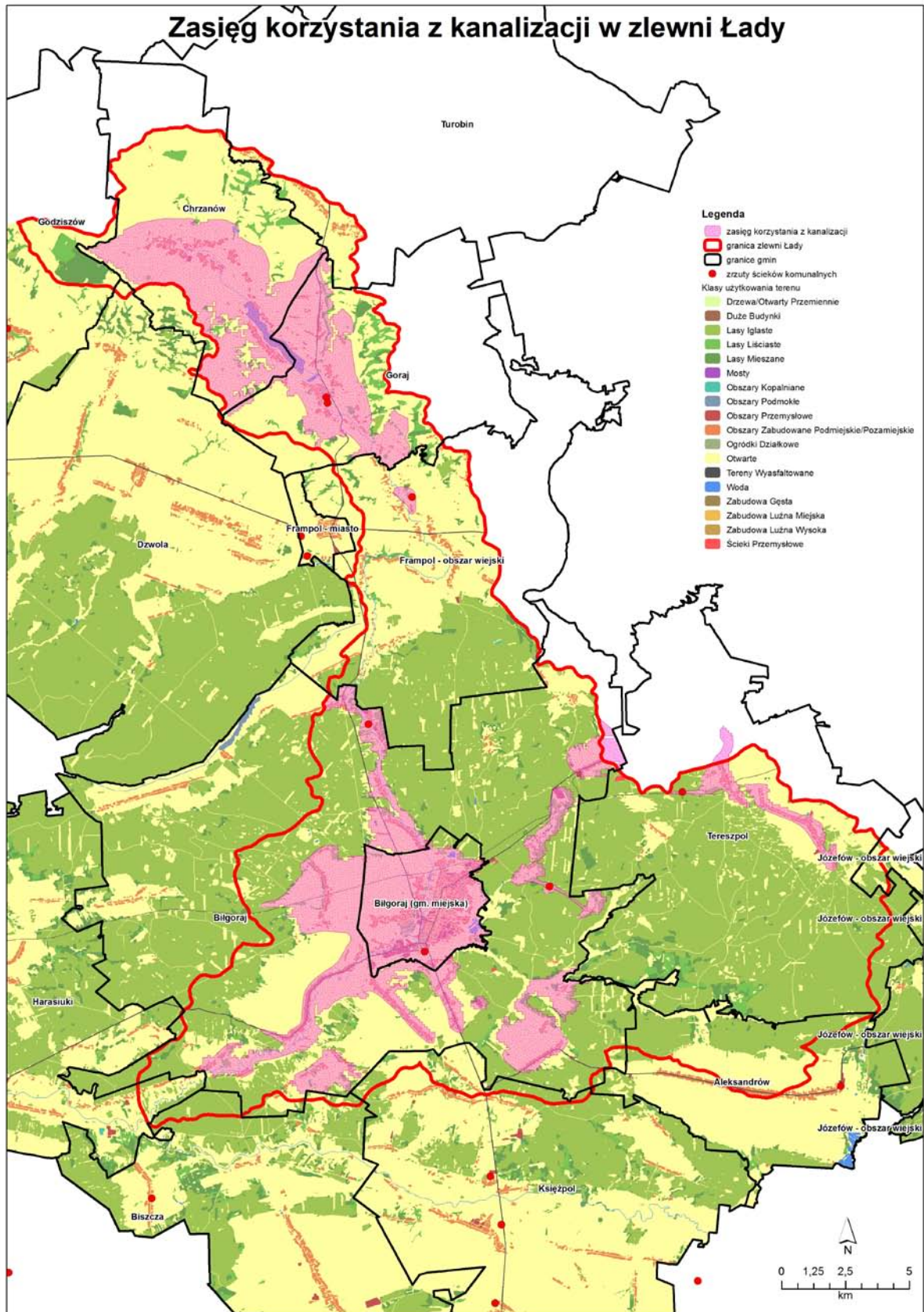
Dla potrzeb analizy gospodarki ściekowej prowadzonej na obszarze zlewni rzeki Łądy przeprowadzono analizę zasięgu wyposażenia w sieć kanalizacyjną obszaru zlewni (skanalizowanie). W zlewni brak jest obszarów aglomeracji wyznaczanych na podstawie art. 43, ust. 2a ustawy z dnia 18 lipca 2001r. Prawo wodne (tekst jednolity: Dz.U. z 2005r. Nr 239 poz. 2019 z późn. zm.). Analiza dla obszaru została przeprowadzona w oparciu o dane dot. sposobu zagospodarowania terenu, gęstości zaludnienia i lokalizacji ujęć wód. Nie wykorzystano danych dot. ilości mieszkańców korzystających z oczyszczalni ścieków w obszarze zlewni pochodzących z ankiet ekonomicznych, z uwagi na braki kompletności i spójności z danymi z opłat marszałkowskich. Jako kryterium zasięgu korzystania z kanalizacji przez mieszkańców (skanalizowania) przyjęto wartość wielkości zrzutu ścieków zgodną z wartością przyjętą dla zużycia wody na mieszkańca ( $80\text{dm}^3/\text{d}$  lub  $100\text{dm}^3/\text{d}$  zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz. U. Nr 8, poz. 70); wartości niższe odnoszą się do budynków podłączonych do zbiorników bezodpływowych na terenach nieskanalizowanych, a wartości wyższe odnoszą się do budynków podłączonych do sieci kanalizacyjnych).

Na podstawie tak przyjętego kryterium oceniono zasięg korzystania z kanalizacji przez mieszkańców.

Na mapie nr 2 przedstawiono wynik analizy zasięgu korzystania z kanalizacji wraz z lokalizacją zrzutu ścieków z oczyszczalni komunalnych.

Dla potrzeb analizy przyjęto wartości rzeczywistego zrzutu ścieków (dane z opłat marszałkowskich lub z ankiet „analizy ekonomicznej”). Przeprowadzona analiza przestrzenna wskazuje obszary gdzie gospodarka ściekowa oparta jest na komunalnych oczyszczalniach ścieków. Pozostałe obszary zurbanizowane wyposażone są w zbiorniki wybieralne lub przydomowe oczyszczalnie ścieków.

Wykonawca zwraca uwagę, że przedstawione analizy i mapy wynikowe nie odzwierciedlają stanu faktycznie prowadzonych wodociągów i kanalizacji. Wykonawca nie analizował projektów sieci wod-kan, ani przebiegów rurociągów. Przedstawiona analiza ma charakter poglądowy i pozwala na oszacowanie stopnia wzajemnej integralności skanalizowania i zwodociągowania obszaru.



Mapa nr 2. Analiza zasięgu korzystania z kanalizacji w zlewni Łady

## ***8.2. Wariant II - w obszarach gmin należących w części (lub w całości) do zlewni rzeki Łady***

Na potrzeby realizacji zadania dokonano porównania stopnia wykorzystania zasobów wodnych w odniesieniu do wydanych pozwoleń wodnoprawnych.

Na obszarze zlewni funkcjonują głównie ujęcia wód podziemnych zaopatrujące prawie 100% mieszkańców obszaru. Większość poboru realizowana jest w gminie Biłgoraj, gdzie funkcjonują największe ujęcia wód podziemnych należące do Gminnego Zakładu Gospodarki Komunalnej w Biłgoraju. Zakład posiada aktualnie 9 czynnych ujęć wód podziemnych o łącznym poborze rzeczywistym 387 847 m<sup>3</sup>/rok (dane z opłat marszałkowskich).

Porównanie stopnia wykorzystania pozwoleń wodnoprawnych w gminach należących do zlewni rzeki Łady przedstawiono w tabeli. W analizie uwzględniono częściowe położenie gmin w obszarze zlewni jak również zagospodarowanie terenu w gminach. Średnie wykorzystanie wielkości poboru przyznanego pozwoleniem kształtuje się w granicach 35%.

Tabela 1 Stopień wykorzystania pozwoleń wodnoprawnych w gminach – pobory wód podziemnych

NAZWA	POWIAT	WOJ	wielkość z pozwolenia [m3/rok]			wykorzystanie pozwoleń %		
			komunalne	przemysłowe	inne	komunalne	przemysłowe	inne
Aleksandrów	biłgorajski	lubelskie	436 540	0	0	26		
Biłgoraj	biłgorajski	lubelskie	1 173 608	120 450	29 391	29	47	101
Biłgoraj (gm. miejska)	biłgorajski	lubelskie	2 591 500	33 650	0	46	58	
Biszczka	biłgorajski	lubelskie	0	0	0			
Chrzanów	janowski	lubelskie	490 137	0	0	27		
Dzwola	janowski	lubelskie	0	0	0			
Frampol - miasto	biłgorajski	lubelskie	0	0	0			
Frampol - ob. wiejski	biłgorajski	lubelskie	619 040	0	0	19		
Godziszów	janowski	lubelskie	0	0	0			
Goraj	biłgorajski	lubelskie	239 075	0	0	31		
Harasiuki	niżański	podkarpackie	0	0	0			
Józefów - miasto	biłgorajski	lubelskie	0	0	0			
Józefów - ob. wiejski	biłgorajski	lubelskie	0	0	0			
Księżpol	biłgorajski	lubelskie	0	0	0			
Tereszpol	biłgorajski	lubelskie	262 800	0	0	44		
Turobin	biłgorajski	lubelskie	103 245	0	0	38		



W analizowanym obszarze brak jest ujęć wód powierzchniowych zaopatrzenia zbiorowego. Funkcjonujące na obszarze gminy Biłgoraj ujęcia służą do zaopatrzenia zbiorników rekreacyjnych, nawodnień oraz stawów rybnych położonych w zlewni. Brak jest informacji o poborach rzeczywistych z uwagi na zwolnienie takiej formy korzystania z opłaty marszałkowskiej. Dla potrzeb opracowania bilansu rzeczywistego przyjęto więc wartości z pozwoleń wodnoprawnych przyjmując (z dużym prawdopodobieństwem), że pobory są maksymalnie duże - tzn. tyle na ile została wydana decyzja.

Na obszarach pozostałych gmin brak jest ujęć wód powierzchniowych.

Na obszarze zlewni funkcjonuje 6 komunalnych oczyszczalni ścieków. Największa z nich należąca do Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. w Biłgoraju obsługuje 26 tys. mieszkańców i zrzuca do wód 1 685 000 m<sup>3</sup> ścieków na rok (dane z ankiety ekonomicznej). Pozostałe zidentyfikowane w zlewni zrzuty dotyczą zrzutu ścieków ze zbiorników wodnych (rekreacyjnych) oraz stawów rybnych.

Porównanie stopnia wykorzystania pozwoleń wodnoprawnych w gminach należących do zlewni rzeki Łądy przedstawiono w tabeli 2. W analizie uwzględniono częściowe położenie gmin w obszarze zlewni, jak również zagospodarowanie terenu w gminach. Średnie wykorzystanie wielkości zrzutu przyznanego pozwoleniem kształtuje się w zależności od wielkości oczyszczalni: w granicach 25% (dla największej oczyszczalni w regionie), do 82% dla nowowypbudowanej 10-krotnie mniejszej oczyszczalni mechaniczno - biologicznej w gminie Goraj.

Tabela 2 Stopień wykorzystania pozwoleń wodnoprawnych w gminach - zrzuty ścieków

NAZWA	POWIAT	WOJ	wielkość z pozwolenia [m3/rok]				wykorzystanie pozwoleń %			
			komunalne	przemysłowe	stawy	inne/ zrzut ze zbiornika	komunalne	przemysłowe	stawy	inne/ zrzut ze zbiornika
Aleksandrów	biłgorajski	lubelskie	0	0	0	0				
Biłgoraj	biłgorajski	lubelskie	308 547	12 930	0	19 655	66	12		108
Biłgoraj (gm. miejska)	biłgorajski	lubelskie	6 850 313	0	5 399 002	0	25		100	
Biszczka	biłgorajski	lubelskie	0	0	0	0				
Chrzanów	janowski	lubelskie	0	0	0	0				
Dzwola	janowski	lubelskie	0	0	0	0				
Frampol - miasto	biłgorajski	lubelskie	0	0	0	0				
Frampol - ob. wiejski	biłgorajski	lubelskie	3 280	0	0	0	47			
Godziszów	janowski	lubelskie	0	0	0	0				
Goraj	biłgorajski	lubelskie	174 506	0	0	0	82			
Harasiuki	niżański	podkarpackie	0	0	0	0				
Józefów - miasto	biłgorajski	lubelskie	0	0	0	0				
Józefów - ob. wiejski	biłgorajski	lubelskie	0	0	0	0				
Księżpol	biłgorajski	lubelskie	0	0	0	0				
Tereszpol	biłgorajski	lubelskie	62 063	0	0	0	58			
Turobin	biłgorajski	lubelskie	0	0	0	0				

## 9. Spis literatury i wykorzystanych materiałów

---

1. Byczkowski A., 1979 - hydrologiczne podstawy projektów wodnomelioracyjnych. Przepływy charakterystyczne, PWRiL, Warszawa, s. 402
2. Filipkowski A., Gromiec M., Witowski K., 1998 - Wytyczne obliczania wartości przepływu nienaruszalnego w oparciu o zasadę ekorozwoju, IMGW, Warszawa;
3. HYDROPROJEKT, 1992 - Metodyka jednolitych bilansów wodnogospodarczych, Warszawa;
4. MGGP, 2010 - Szczegółowe wymagania, ograniczenia i priorytety dla potrzeb wdrażania planu gospodarowania wodami w Polsce na obszarach dorzeczy, Kraków.
5. Ozga-Zielińska M., Brzeziński J., 1994 - Hydrologia stosowana. PWN, Warszawa, ss.333;
6. ProWoda, 2008 - Metodyka opracowywania warunków korzystania z wód regionu wodnego oraz warunków korzystania z wód zlewni, Warszawa;
7. Stochliński T., 2003 - Ocena potrzeb w zakresie kształtowania przepływów nienaruszalnych, Grant KBN Metodyczne podstawy narodowego planu zintegrowanego rozwoju gospodarki wodnej w Polsce, Politechnika Krakowska, Kraków;
8. Witowski K., Filipkowski A., Gromiec M. J. 2008 - Obliczanie przepływu nienaruszalnego . Poradnik., IMGW, Warszawa, s. 123.