



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 Ropy.

Etap I – opracowanie dynamicznego bilansu wodnogospodarczego”

[Umowa nr 852/ZG/2012/B]

Kraków, październik 2012 r.

Cel pracy

Głównym celem sporządzenia bilansu wodnogospodarczego dla zlewni Ropy, 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 Ropy. 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 Ropy.

Metodyka realizacji bilansu wodnogospodarczego w zlewni rzeki Ropy

Bilans wodnogospodarczy zlewni Ropy 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 1995- 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 hydrologiczne i hydrochemiczne Ropy i jej istotnych dopływów.

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

Na podstawie bilansu określono wielkości gwarantowanych zasobów dyspozycyjnych zwrotnych (ZDZ_{gw,p%}) i bezzwrotnych (ZDB_{gw,p%}), 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*km²).

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

Uwzględnienie funkcjonowania w zlewni użytkowników wykazujących się sezonowością korzystania z wód, zostało przeprowadzone poprzez rozpatrzenie sposobu tego użytkowania, tj.:

- Stawy karpiove –uwzględniono zmienność sposobu użytkowania zasobów wód w poszczególnych miesiącach wg informacji z pozwolenia wodnoprawnego. W przypadku braku szczegółowych informacji w pozwoleniu, przyjęte zostały dane literaturowe o sposobie gospodarowania wodami dla stawów karpiove w poszczególnych miesiącach roku;
- Nawodnienia rolnicze - uwzględniono zmienność sposobu użytkowania zasobów wód w poszczególnych miesiącach wg informacji z pozwolenia wodnoprawnego;
- Naśnieżanie - uwzględniono zmienność sposobu użytkowania zasobów wód w poszczególnych miesiącach wg informacji z pozwolenia wodnoprawnego.

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_5 , N_{og} , P_{og} .

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).

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 ciekach głównych, głównie 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.

Uzyskane wyniki i wnioski

Wynikami wariantowych analiz bilansowych są oparte na wyznaczonych przekrojach bilansowych profile hydrologiczne obrazujące zmienność zasobów i użytkowania wód wzdłuż biegu rzeki (bilans ilościowy) oraz profile hydrochemiczne analizowanych wskaźników zanieczyszczeń na długości rzeki (bilans jakościowy) dla cieków głównych, czyli dla cieków na których zlokalizowane są posterunki wodowskazoweo dostępnych ciągach przepływów dobowych, spełniających warunki możliwości ich wykorzystania w bilansowaniu zasobów wodnych (warunek ciągłości, synchroniczności oraz jednorodności) oraz, na których zlokalizowane są punkty monitoringu jakościowego z dostępnymi pomiarami zrealizowanymi w 2009 r.

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

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 analizowanych cieków głównych 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 Ropy 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, zmian instrukcji gospodarowania wodą na Zb. Klimkówka. 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 Ropy.

Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki bilansu wodnogospodarczego wód powierzchniowych i podziemnych w zlewni Ropy, 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 Ropy**

**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	10
4.1. Ustalenie wielolecia dla obliczeń	10
4.2. Obliczenia przepływów	10
4.2.1. Przepływ nienaruszalny	11
4.2.2. Przepływy średnie dekadowe i charakterystyczne	11
4.2.3. Przepływ gwarantowany	11
4.3. Naturalizacja przepływów	12
4.4. Wyliczanie 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 Ropy	20
8.1. Wariant I – w obszarze zlewni bilansowych należących do zlewni rzeki Ropy	21
8.2. Wariant II - w obszarach gmin należących w części (lub w całości) do zlewni rzeki Ropy	22
9. Spis literatury i wykorzystanych materiałów	29

1. Wstęp

Głównym celem sporządzenia bilansu wodnogospodarczego dla zlewni Ropy, 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 Ropy 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 Ropy 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), zasady pracy obiektów hydrotechnicznych.

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 zaproponowane zostały 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 dla przeprowadzenia bilansowania ilościowego zasobów wodnych Ropy:

1. Bilans wodnogospodarczy został opracowany dla trzech wariantów:
 - bilans stanu rzeczywistego - dla stanu rzeczywistego opierającego się o rzeczywiste pobory i zrzuły - jako rok bazowy przyjęto 2009 rok.;
 - bilans stanu aktualnego - odwzorowujący bieżące warunki gospodarowania wodą, tj. dla stanu użytkowania wynikającego z pozwoleń wodnoprawnych obowiązujących w wieloletnim okresie 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 dyspozycyjnych zwrotnych (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) zastosowana została metoda hydrobiologiczna H. Kostrzewy.
5. Prezentacją graficzną wariantowych analiz bilansowych są profile hydrologiczne i hydrochemiczne Ropy i jej istotnych dopływów.
6. Bilans wodnogospodarczy uwzględni dwa warianty aktualnego użytkowania wód w zlewni Ropy:
 - użytkowanie wg wartości maksymalnych wpisanych do wydanych decyzji administracyjnych (pozwoleń wodnoprawnych). Wystąpiły 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. małopolskiego i podkarpackiego, dot. naliczania opłat za korzystanie ze środowisk w 2009 r. oraz opracowań przekazanych przez Zamawiającego. W przypadku braku informacji o poziomie użytkowania wód przez danego użytkownika, dopuszczono 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 określono 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 uwzględniono wzajemne oddziaływanie zasobów wód powierzchniowych i podziemnych. W tym celu przyjęto 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.:
 - Stawy karpiove –uwzględniono zmienność sposobu użytkowania zasobów wód w poszczególnych miesiącach wg informacji z pozwolenia wodnoprawnego. W przypadku braku szczegółowych informacji w pozwoleniu, przyjęte zostały dane literaturowe o sposobie gospodarowania wodami dla stawów karpiowych w poszczególnych miesiącach roku;
 - Nawodnienia rolnicze - uwzględniono zmienność sposobu użytkowania zasobów wód w poszczególnych miesiącach wg informacji z pozwolenia wodnoprawnego;
 - Naśnieżanie - uwzględniono zmienność sposobu użytkowania zasobów wód w poszczególnych miesiącach wg informacji z pozwolenia wodnoprawnego.
12. 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.
13. Bilans jakości wód powierzchniowych opiera się na bilansie ładunków wybranych wskaźników zanieczyszczeń, tj. BZT_5 , N_{og} , P_{og} .

Przyjęto 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.

Metodyka jednolitych bilansów wodnogospodarczych, Hydroprojekt Warszawa (1992)	Metodyka opracowywania warunków korzystania z wód regionu wodnego i wód zlewni, Pro-Woda (2008)
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
-	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 przekroi bilansowych o zamknięcia zlewni scalonych części wód (co ze względu na datę wydania Metodyka Hydroprojektu Warszawa nie przewiduje) oraz przekroi wodowskazowych i monitoringowych.

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 ciekach głównych, głównie 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, np. nie uwzględnia się użytkowania zasobów wodnych dla małych elektrowni wodnych bez doprowadzalników),
- 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 są ciągi przepływów dekadowych z wielolecia 1995-2010, 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,
- Oddziaływanie obiektów hydrotechnicznych (wpływ piętrzenia wody w Zb. Klimkówka).

4.1. Ustalenie wielolecia dla obliczeń

Dla zlewni rzeki Ropy przyjęto, zgodnie z zakresem danych przekazanych przez Zamawiającego, że danymi do analizy będą dane z wielolecia 1995 - 2010. Długość analizowanego wielolecia wynika z przeprowadzonych analiz jednorodności, które wskazały na konieczność skrócenia ciągów dostępnych danych pomiarowych (1981- 2010). W celu sprawdzenia jednorodności przepływów średnich dekadowych wykorzystany został test Kruskalla-Wallisa.

Dokonane zostały również korekty przepływów dekadowych ze względu na pobory i zrzuty wody przez istotnych użytkowników zarejestrowanych w katastrze wodnym (dane z pozwoleń wodnoprawnych).

4.2. Obliczenia przepływów

Wartości przepływów średnich dekadowych, SSQ, SNQ i NNQ zostały przekazane przez Zamawiającego. Obliczone zostały przepływy nienaruszalne QN oraz wyznaczone 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 niniejszej metodyki 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), m³/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. km². 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_{gw}=p%). Są to przepływy o określonej gwarancji występowania (np. 98, 95, 90, 85%). W ramach przedmiotowego projektu wyznaczone zostaną przepływy o gwarancji występowania wraz z wyższymi równej 90% (Q_{gw,90%}), 95% (Q_{gw,95%}), 98%

($Q_{gw,98\%}$), 100% ($Q_{gw,100\%}$), 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 czym obliczenie 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 Ropy 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 (1995- 2010).

4.4. Wylizanie 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 α określa jaka część ZDZ (przepływu miarodajnego) może być odprowadzona z cieką 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.

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

JEŻELI $ZDBg(1) \leq 0$ TO $ZDBg(1) = 0$

JEŻELI $ZDBg(1) > 0$ 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 zastosowany został 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 wykonywany jest w zlewniach bilansowych rzecznych, będących zarazem rejonami wodnogospodarczymi wód podziemnych. Do bilansu wodnogospodarczego wód podziemnych dla zlewni Ropy jako zasoby wód podziemnych dostępne do zagospodarowania wprowadzono zasoby określone na podstawie wartości infiltracji miarodajnej do wód podziemnych w 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 przyjmowany jest 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 Ropy, stanowiących część obszaru o określonych zasobach dostępnych do zagospodarowania (dyspozycyjnych), określono wielkość zasobów w oparciu o moduł zasobowy.
4. Jednolity charakter bilansu wodnogospodarczego zlewni zrealizowano 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 przyjmowano go 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 zatem 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 przeprowadzony został 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).
7. Sumaryczny przepływ w przekroju bilansowym w danej dekadzie ciągu przepływów średnich dekadowych wielolecia, skorygowano o wpływ zmiany wielkości poborów i zrzutów ścieków wg zależności:

$$QCAUSt = QCOt - [QGOt - QGUSt]$$

gdzie:

$QCAUSt$ - 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 są oparte na wyznaczonych przekrojach bilansowych profile hydrologiczne obrazujące zmienność zasobów i użytkowania wód wzdłuż biegu rzeki (bilans ilościowy) oraz profile hydrochemiczne analizowanych wskaźników zanieczyszczeń na długości rzeki (bilans jakościowy), dla cieków głównych, czyli dla cieków na których zlokalizowane są posterunki wodowskazowe, dla których dostępne są ciągi przepływów dobowych, spełniających warunki możliwości ich wykorzystania w bilansowaniu zasobów wodnych (warunek ciągłości, synchroniczności oraz jednorodności) oraz na których zlokalizowane są punkty monitoringu jakościowego z dostępnymi pomiarami zrealizowanymi w 2009 r.

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

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 (jakość) określają dla każdego przekroju bilansowego analizowanych cieków głównych 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 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.

8. Analiza stanu gospodarki wodnościekowej w zlewni Ropy

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;
- granice obszarów aglomeracji.

Przed przystąpieniem do opracowania wyników analiz bilansowych, dokonano weryfikacji bazy 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 Ropy 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 Ropy,

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

W analizie pod uwagę wzięto również użytkowników, którzy nie znajdują się bezpośrednio w obszarze zlewni rzeki Ropy, 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 Ropy

Zgodnie z informacjami uzyskanymi na podstawie ankiety ekonomicznej tylko obszary gmin miejskich leżące w zlewni rzeki Ropy: Jasło oraz Gorlice są zwodociągowane prawie w 100%. Na pozostałych obszarach zlewni zwodociągowanie gmin waha się w granicach 30 %, a zaopatrzenie części gmin opiera się wyłącznie na przydomowych studniach.

W ramach zadania przeprowadzono analizę zasięgu zapatrzenia w wodę (zwodociągowania) obszaru. Analizę przestrzenną przeprowadzono 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 ujęcia przez mieszkańców.

Dla potrzeb analizy gospodarki ściekowej prowadzonej na obszarze zlewni rzeki Ropy przeprowadzono analizę zasięgu wyposażenia w sieć kanalizacyjną obszaru zlewni (skanalizowanie). W zlewni wyznaczono obszary aglomeracji 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. lokalizacji aglomeracji, sposobu zagospodarowania terenu, gęstości zaludnienia i lokalizacji zrzutu ścieków. 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.

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

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

Na obszarze zlewni funkcjonują zarówno ujęcia wód podziemnych jak i powierzchniowych.

Sumaryczna wielkość poborów wód powierzchniowych wydanych pozwoleniem wynosi 800,8 tys. m³ /rok, wielkość poborów wód podziemnych wynosi 7 krotnie więcej tj. 5 893,3tys. m³/rok.

Ciekawie wypada tu analiza wielkości wydanych pozwoleń na zrzut ścieków. W całym obszarze zlewni sumaryczna wielkość zrzutów wydanych pozwoleniami wynosi 13 342,9 tys. m³/rok. Jest to wielkość dwukrotnie większa niż zakładana wielkość poboru wody w gminach. Należy zaznaczyć, że faktycznie część gmin obszaru realizuje w pierwszej kolejności inwestycje w zakresie kanalizacji, pozostawiając zaopatrzenie w wodę samym mieszkańcom.

W tabeli nr 1 przedstawiono stopień skanalizowania i zwodociągowania obszaru. Dane pochodzą z gminnych ankiet ekonomicznych - stan na 2010r.

Tabela 1. Skanalizowanie i zwodociągowanie obszaru gmin należących do zlewni rzeki Ropy

gmina	województwo	powiat	% mieszkańców korzystających z kanalizacji	% mieszkańców korzystających z wodociągów
Biecz	małopolskie	gorlicki	37	35
Brzyska	podkarpackie	jasielski	0	0
Dębowiec	podkarpackie	jasielski	26	41
Gorlice	małopolskie	gorlicki	36,9	5,3

gmina	województwo	powiat	% mieszkańców korzystających z kanalizacji	% mieszkańców korzystających z wodociągów
Gorlice miasto	małopolskie	gorlicki	98,5	97,3
Grybów	małopolskie	nowosądecki	0	22
Grybów miasto	małopolskie	nowosądecki	45	45
Jasło	podkarpackie	jasielski	36,4	0,35
Jasło miasto	podkarpackie	jasielski	97	95
Jodłowa	podkarpackie	dębicki	5	0
Krempna	podkarpackie	jasielski	0	0
Lipinki	małopolskie	gorlicki	45	0
Łużna	małopolskie	gorlicki	0	0,8
Moszczenica	małopolskie	gorlicki	13,7	6,9
Ropa	małopolskie	gorlicki	1,6	8,6
Ryglice	małopolskie	tarnowski	0	0
Rzepiennik Strzyżewski	małopolskie	tarnowski	0	0
Sękowa	małopolskie	gorlicki	40,8	32,9
Skotyszyn	podkarpackie	jasielski	27	27
Szerzyny	małopolskie	tarnowski	1,22	27
Tuchów	małopolskie	tarnowski	30	60
Uście Gorlickie	małopolskie	gorlicki	36,7	31,5

Porównanie stopnia wykorzystania pozwoleń wodnoprawnych udzielonych na pobór wód powierzchniowych w gminach należących do zlewni rzeki Ropy przedstawiono w tabeli 2, na pobór wód podziemnych w tabeli 3. W analizie uwzględniono częściowe położenie gmin w obszarze zlewni, jak również zagospodarowanie terenu w gminach.

Tabela 2 Stopień wykorzystania pozwoleń wodnoprawnych w gminach – pobory wód powierzchniowych.

NAZWA	POWIAT	WOJ	wielkość z pozwolenia [m3/rok]					wykorzystanie pozwoleń %				
			komunalne	przemysłowe	nawodnienia	stawy	inne	komunalne	przemysłowe	nawodnienia	stawy	inne
Biecz - miasto	gorlicki	małopolskie	0	0	0	0	398					240
Biecz - obszar wiejski	gorlicki	małopolskie	365	0	0	0	394 200	85				0
Brzyska	jasielski	podkarpackie	0	0	0	0	0					
Dębowiec	jasielski	podkarpackie	78 840	0	0	0	0	6				
Gorlice	gorlicki	małopolskie	127 756	0	0	775 786	3 468 960	100			97	40
Gorlice (gm. miejska)	gorlicki	małopolskie	90	2 192 140	3 650	0	0	100	8	100		
Grybów	nowosądecki	małopolskie	0	0	0	0	0					
Grybów (gm. miejska)	nowosądecki	małopolskie	0	0	0	0	0					
Jaśło	jasielski	podkarpackie	0	2 648 064	0	0	0		18			
Jodłowa	dębicki	podkarpackie	0		0	0	0					
Krempna	jasielski	podkarpackie	0	0	0	0	0					
Lipinki	gorlicki	małopolskie	1 752	0	0	0	0	5				
Łużna	gorlicki	małopolskie	0	0	0	0	0					
Moszczenica	gorlicki	małopolskie	365	0	0	0	0	88				
Ropa	gorlicki	małopolskie	4 088	0	0	26 805 600	888 716	100			78	0
Ryglice - miasto	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0	0					
Ryglice - obszar wiejski	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0	0					
Rzepiennik Strzyżewski	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0	0					
Sękowa	gorlicki	małopolskie	127 483	0	163 958	712 714	25 229	128		19	100	46
Skołyszyn	jasielski	podkarpackie	0	21 381	0	5 045 760	0		94		100	
Szerzyny	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0	0					
Tuchów - miasto	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0	0					
Tuchów - obszar wiejski	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0	0					
Uście Gorlickie	gorlicki	małopolskie	460 050	0	425 736	2 806 704	155 747	10		100	100	46

Tabela 3 Stopień wykorzystania pozwoleń wodnoprawnych w gminach – pobory wód podziemnych

NAZWA	POWIAT	WOJ	wielkość z pozwolenia [m3/rok]			wielkość rzeczywista [m3/rok]			wykorzystanie pozwoleń %		
			komunalne	przemysłowe	inne	komunalne	przemysłowe	inne	komunalne	przemysłowe	inne
Biecz - miasto	gorlicki	małopolskie	189 698	3 113	90	69 282	3 781	90	37	121	100
Biecz - ob. wiejski	gorlicki	małopolskie	194 403	12 633	224	79 386	7 875	224	41	62	100
Brzyska	jasielski	podkarpackie	0	0	0	0	0	0			
Dębowiec	jasielski	podkarpackie	0	0	0	0	0	0			
Gorlice	gorlicki	małopolskie	172 394	44	83 950	162 891	44	1 524	94	100	2
Gorlice (gm. miejska)	gorlicki	małopolskie	115 626	60	6	64 035	60	6	55	100	100
Grybów	nowosądecki	małopolskie	0	0	0	0	0	0			
Grybów (gm. miejska)	nowosądecki	małopolskie	0	0	0	0	0	0			
Jasło	jasielski	podkarpackie	23 118	0	0	10 704	0	0	46		
Jasło	jasielski	podkarpackie	0	0	0	0	0	0			
Jodłowa	dębicki	podkarpackie	0	0	0	0	0	0			
Krempna	jasielski	podkarpackie	0	0	0	0	0	0			
Lipinki	gorlicki	małopolskie	3 881 327	13 209	72	3 881 186	1 432	72	100	11	100
Łużna	gorlicki	małopolskie	68	0	0	68	0	0	100		
Moszczenica	gorlicki	małopolskie	82	0	0	82	0	0	100		
Ropa	gorlicki	małopolskie	29 755	0	150	29 736	0	150	100		100
Ryglice - miasto	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0	0	0			
Ryglice - ob. wiejski	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0	0	0			
Rzepiennik Strzyżewski	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0	0	0			
Sękowa	gorlicki	małopolskie	15 768	2 227	0	3 402	752	0	22	34	
Skołyszyn	jasielski	podkarpackie	246 875	3 906	0	311 240	3 906	0	126	100	
Szerzyny	tarnowski	małopolskie	964 092	0	0	112 794	0	0	12		
Tuchów - miasto	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0	0	0			
Tuchów - ob. wiejski	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0	0	0			
Uście Gorlickie	gorlicki	małopolskie	60 076	3 672	45 605	30 704	3 672	32 534	51	100	71

Na obszarze zlewni funkcjonują aglomeracje obsługiwane przez zbiorcze oczyszczalnie ścieków. W zlewni zlokalizowanych jest 17 komunalnych oczyszczalni ścieków. Pozostałe zidentyfikowane oczyszczalnie obsługują pojedyncze obiekty użyteczności publicznej (szkoła, plebania, zakład pracy). Część gmin nie posiada żadnego zbiorowego systemu odprowadzania ścieków (np. Ryglice, Rzepiennik, Grybów(gm. wiejska)). Niektóre gminy jak np. Lipinki obsługiwana jest przez zbiorowy system oczyszczania ścieków w 45%, przy czym w gminie tej gospodarka ściekowa oparta jest na przydomowych oczyszczalniach ścieków i jednej komunalnej oczyszczalni ścieków.

Porównanie stopnia wykorzystania pozwoleń wodnoprawnych na zrzut ścieków w gminach należących do zlewni rzeki Ropy przedstawiono w tabeli 4. W analizie uwzględniono częściowe położenie gmin w obszarze zlewni, jak również zagospodarowanie terenu w gminach. Wykorzystanie wielkości zrzutu przyznanego pozwoleniem kształtuje się w zależności od wielkości oczyszczalni: w granicach 90% (dla największej oczyszczalni w regionie), do 10% dla nowowyprowadzonej 10-krotnie mniejszej oczyszczalni mechaniczno - biologicznej w gminie Szerzyny.

Tabela 4 Stopień wykorzystania pozwoleń wodnoprawnych w gminach - zrzuty ścieków

NAZWA	POWIAT	WOJ	wielkość z pozwolenia [m3/rok]				wykorzystanie pozwoleń %			
			komunalne	przemysłowe	stawy	inne	komunalne	przemysłowe	stawy	inne
Biecz - miasto	gorlicki	małopolskie	684 375	5 109	0	0	92	100		
Biecz - obszar wiejski	gorlicki	małopolskie	0	0	0	0				
Brzyska	jasielski	podkarpackie	0	0	0	0				
Dębowiec	jasielski	podkarpackie	549	0	0	0	98			
Gorlice	gorlicki	małopolskie	108 055	66 509	30 295	0	100	100	100	
Gorlice (gm. miejska)	gorlicki	małopolskie	10 503 711	2 559 732	0	0	77	98		
Grybów	nowosądecki	małopolskie	0	0	0	0				
Grybów (gm. miejska)	nowosądecki	małopolskie	0	0	0	0				
Jaśło	jasielski	podkarpackie	793 367	0	0	2 920	98			100
Jaśło	jasielski	podkarpackie	0	0	0	0				
Jodłowa	dębicki	podkarpackie	0	0	0	0				
Krempna	jasielski	podkarpackie	0	0	0	0				
Lipinki	gorlicki	małopolskie	332 780	0	0	0	25			
Łużna	gorlicki	małopolskie	0	0	0	0				
Moszczenica	gorlicki	małopolskie	131 400	0	0	25 550	24			100
Ropa	gorlicki	małopolskie	25 441	0	5 235 195	0	34		100	
Ryglice - miasto	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0				
Ryglice - obszar wiejski	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0				
Rzepiennik Strzyżewski	tarnowski	małopolskie	473	0	0	0	69			
Sękowa	gorlicki	małopolskie	148 963	0	0	0	81			
Skotyszyn	jasielski	podkarpackie	3 904	109 500	0	27 376	29	22		100
Szerzyny	tarnowski	małopolskie	227 262	0	0	0	10			
Tuchów - miasto	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0				
Tuchów - obszar wiejski	tarnowski	małopolskie	0	0	0	0				

NAZWA	POWIAT	WOJ	wielkość z pozwolenia [m3/rok]				wykorzystanie pozwoleń %			
			komunalne	przemysłowe	stawy	inne	komunalne	przemysłowe	stawy	inne
Uście Gorlickie	gorlicki	małopolskie	382 674	0	0	41 467	43			64

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.