

Wykorzystanie wody w obiegu gospodarczym

1. Zaopatrzenie w wodę powinno być rozpatrywane kompleksowo:

- ze względu na potrzeby wszystkich użytkowników
- ze względu na wpływ poboru wody i zrzut wód ściekowych na kształtowanie zmian istniejących stosunków wodnych z punktu widzenia ilości i jakości tych zasobów.

W wielu przypadkach zasoby dyspozycyjne są niewystarczające do zaopatrzenia w wodę miast, zakładów przemysłowych i nawodnień w rolnictwie. Niedobory wody występują nawet w przypadkach wykorzystania ujęć powierzchniowych wód płynących. Wynika to z dużej zmienności przepływów w rzekach w określonych przedziałach czasowych, np. roku hydrologicznego.

Zbilansowanie zasobów dyspozycyjnych z potrzebami wodnymi może prowadzić do okresowych niedoborów wody. Zrównoważenie potrzeb wodnych i posiadanych zasobów wodnych w określonym miejscu i czasie może być uzyskane przez wyrównanie przepływów w rzekach lub ich uzupełnienie. W związku z tym stosuje się rozwiązania polegające na magazynowaniu wody w zbiornikach sztucznych lub podpiętrzonych jeziorach względnie przerzutach wody ze zlewni w których występuje nadmiar wody.

2. Pobór i zużycie wody w gospodarce narodowej.

Pobór wody na potrzeby gospodarki narodowej w latach 1975 – 1999

- | | |
|---------------------------------------|-------|
| - produkcja przemysłowa | - 70% |
| - nawodnienia w rolnictwie | - 10% |
| - zaopatrzenie wodociągów komunalnych | - 20% |

Pobór wody w latach 1950 – 1999

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| - suma poboru w 1950 r. | - 2.2 km ³ |
| - | |
| - suma poboru w 1994 r. | - 12.0 km ³ |
| - suma poboru w 1999 r. | - 11.3 km ³ |

3. Zaopatrzenie w wodę miast

Zużycie wody w miastach wynika z potrzeb ludności oraz potrzeb infrastruktury miejskiej.

Infrastruktura miejska obejmuje:

- Obiekty i urządzenia gospodarki komunalnej, transportu, handlu, zakładów usługowych itp.

- Zakłady przemysłowe, szczególnie przemysł spożywczy, w którym procesy technologiczne wymagają wody o parametrach wody pitnej.
- Z wody wodociągowej mogą także korzystać inne zakłady produkcyjne nie dysponujące własnymi ujęciami wody.

Największe zużycie wody na statystycznego mieszkańca w Polsce wystąpiło w 1990 roku i wynosiło 387 l/M/dobę (tab. 3.1). W przypadku Poznania, w którym w 1990 roku liczba mieszkańców wynosiła 575 tyś. dobowe zużycie wody wynosiło:

$$575\ 000 * 0.387 = 222\ 525\ \text{m}^3 \Rightarrow 2.93\ \text{m}^3/\text{s}$$

W Poznaniu, w 1991 roku w okresie suszy letniej maksymalny pobór dobowy wyniósł 253000 m³/dobę (2.93 m³/s).

Tabela 3.1

Pobór wody przez gospodarkę komunalną

Wyszczególnienie	Pobór wody w latach							
	1960	1970	1975	1980	1985	1990	1994	1999
hm ³	912.8	1500	2066	2723	2926	3000	2603	2392
m ³ /M	63.3	88.2	108.6	130.0	130.0	142.1	120.1	
l/M/dobę	174	241	297	355	356	387	329	

Zużycie wody wodociągowej w gospodarstwach domowych, wynosi ok. 50% wody pobieranej przez gospodarkę komunalną. Największe zużycie wystąpiło w Polsce w 1989 roku i wyniosło 190.4 l/M/dobę. Zużycie wody wodociągowej w gospodarstwach domowych ogółem w miastach i na wsi zestawiono w tabeli 3.2.

Tabela 3.2

Zużycie wody wodociągowej w gospodarstwach domowych ogółem

Wyszczególnienie	Pobór wody w latach							
	1960	1970	1975	1980	1985	1990	1994	1999
hm ³	403	746	1067	1504	1762	1923	1750	1406
m ³ /M	27.7	41.8	52.1	64.8	69.3	68.8	60.7	36.4
l/M/dobę	75.8	114.5	140.0	177.5	189.9	188.5	166.3	99.7

Zużycie wody wodociągowej w 1989 roku w woj. poznańskim przedstawiono w tabeli 3.3.

Tabela 3.3

Zużycie wody wodociągowej w 1989 roku w województwie poznańskim

Miasta	Woda dostarczana odbiorcom [tyś. m ³]	
	Razem	Gosp. domowe
Ogółem	92 653	54 370
Gniezno	6 087	4 229
Poznań	67 709	39 233
Nowy Tomyśl	1 100	664
Oborniki	1 238	569
Swarzędz	1 382	1041
Szamotuły	1 413	728
Śrem	2 536	1 573
Środa Wlkp.	1 519	924
Września	2 348	1 467
Wieś - razem	1 698	318

Zużycie wody w gospodarstwach domowych w Europie w 1993 roku wynosiło:

- w Holandii - 141 l/M/dobę
- w Niemczech - 145 l/M/dobę
- w Belgii - 117 l/M/dobę
- w Anglii - 135 l/M/dobę
- w Szwajcarii - 270 l/M/dobę.

Zużycie wody w Polsce nie jest w pełni racjonalne i znaczna część uzdatnionej wody jest marnotrawiona. Poza stratami uzdatnionej do picia wody, występują dodatkowe trudności na ujęciach wody i stacjach uzdatniania. Nadmierny odpływ ścieków może powodować hydrauliczne przeciążenie oczyszczalni i ograniczać skuteczność ich działania.

4. Zużycie wody wodociągowej w Poznaniu

a) średnie dobowe zużycie wody:

$$1991 - 196\,000 \text{ m}^3/\text{dobę} \Rightarrow 2.27 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$1992 - 203\,425 \text{ m}^3/\text{dobę} \Rightarrow 2.35 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$1993 - 195\,072 \text{ m}^3/\text{dobę} \Rightarrow 2.26 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$1994 - 195\,726 \text{ m}^3/\text{dobę} \Rightarrow 2.26 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$1999 - 175\,616 \text{ m}^3/\text{dobę} \Rightarrow 2.03 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) średnie dobowe zużycie wody na mieszkańca Poznania w latach 1996 – 99

$$1996 - 167.8 \text{ l/M/dobę}$$

$$1997 - 154.9 \text{ l/M/dobę}$$

$$1998 - 152.6 \text{ l/M/dobę}$$

$$1999 - 142.6 \text{ l/M/dobę}$$

c) maksymalne dobowe zużycie wody w Poznaniu

$$1991 - 226\,000 \text{ m}^3/\text{dobę} \Rightarrow 2.62 \text{ m}^3/\text{s}$$

.

.

$$1994 - 257\,000 \text{ m}^3/\text{dobę} \Rightarrow 2.97 \text{ m}^3/\text{s}$$

d) średnie dobowe zużycie wody wodociągowej w Poznaniu i okolicach w latach 1986–1994

$$\text{Luboń} \quad 165 - 186 \text{ l/M/dobę}$$

$$\text{Murowana Goślina} \quad 98 - 163 \text{ l/M/dobę}$$

$$\text{Poznań} \quad 284 - 304 \text{ l/M/dobę}$$

e) zużycie wody wodociągowej w gospodarstwach domowych na terenie miasta Poznania
(wg odczytów na wodomierzach w budynkach mieszkalnych):

- osiedla w blokach mieszkalnych
 - na Starołęce – 250 l/M/dobę
 - na Ratajach – 238 /M/dobę
- w domach jednorodzinnych
 - na Świerczewie – 117 l/M/dobę
 - w Smochowicach – 101 l/M/dobę

f) Proponowane zużycie wody w gospodarstwach domowych przy projektowaniu sieci wodociągowych na terenie Poznania

- Osiedla w blokach – 220 l/M/dobę
- Domy jednorodzinne – 120 l/M/dobę
- Maksymalne dobowe zużycie wody w Poznaniu – 260 l/M/dobę

Projektowane dla Poznania wielkości mogą ulec zmianie (zmniejszeniu do norm zachodnioeuropejskich) po powszechnym wprowadzeniu indywidualnych liczników wody. W tej sytuacji przyjmowanie normatywnej, stałej wartości zużycia wody staje się nieracjonalne.

Zaopatrzenie Poznania w wodę wodociągową odbywa się za pomocą ujęć na Dębinie i w Mosinie. Przewiduje się rozbudowę ujęć wody w Mosinie oraz budowę nowych zbiorników infiltracyjnych. Zadaniem zbiorników infiltracyjnych jest:

- sztuczne zasilanie osadów filtracyjnych (warstwy wodonośnej)
- ograniczenie leja depresyjnego ujęcia wody w Mosinie

5. Zaopatrzenie w wodę przemysłu

Zużycie wody przy produkcji przemysłowej jest zmienne. Wynika to ze specyfiki poszczególnych rodzajów produkcji oraz stosowanej technologii. W praktyce obserwuje się znaczne różnice w zużyciu wody nawet w podobnych warunkach produkcji.

Wobec deficytów wody, w wielu rejonach uprzemysłowionych następuje wyraźny postęp we wprowadzaniu nowych wodo oszczędnych technologii produkcyjnych. Czynnikiem ograniczającym zużycie wody są ograniczenia wynikające z ochrony środowiska naturalnego. Wymagania dotyczące ochrony środowiska wymuszają stosowanie nowych technologii bezpiecznych dla tego środowiska. Pobór wody przez zakłady przemysłowe wynosi ok. 70 % ogólnego poboru wody przez gospodarkę narodową (tab. 3.4).

Tabela 3.4

Pobór wody przez przemysł

Pobór wody	Pobór w latach						
	1970	1975	1980	1985	1990	1994	1999
hm ³	6932	8984	10138	10921	9549	8137	7836,7
% całkowitego użycia wody w gospodarce narodowej	68,6	70,7	71,7	70,7	67,0	67,9	
% zużycia w 1975	77,2	100	112,8	121,6	106,3	90,5	87,2%

Do grupy odbiorców wodochłonnych zalicza się zakłady przemysłowe pobierające wodę w ilości większej od 100 m³/dobę (tj. około 40 tys. m³ w roku).

W zakresie wewnątrz zakładowej gospodarki wodnej w zakładach przemysłowych wyróżnia się dwa systemy:

- **System otwarty** gospodarki wodnej polegający na jednokrotnym użyciu doprowadzonej do zakładu wody. W zależności od charakteru odbiornika, system ten może być realizowany w układzie bez oczyszczalni wód ściekowych lub z oczyszczalnią. Zasadniczo prawo wodne wymaga stosowania oczyszczalni ścieków. Jest to najbardziej rozrzutny sposób wykorzystania zasobów wodnych i może być dopuszczalny tylko w warunkach ich nadmiaru.
- **System obiegowy** gospodarki wodnej realizowany może być w dwóch układach: zamkniętym i szeregowym.
 - Układ zamknięty przewiduje wykorzystanie do procesów produkcyjnych wody znajdującej się w ciągłej cyrkulacji uzupełnianej z ujęcia świeżej wody w ilości równej stratom bezzwrotnym lub zrzutom wody ściekowej, warunkującym utrzymanie niektórych parametrów jakościowych wody w poszczególnych etapach procesu technologicznego.
 - Układ szeregowy obiegu wody umożliwia wielokrotne wykorzystanie wody dostarczonej do zakładu pracy do kolejnych etapów procesu technologicznego. Kolejność wykorzystania wody w poszczególnych etapach procesów technologicznych uzależniona jest od wymogów jakościowych wody. Możliwa jest również poprawa parametrów jakościowych wody będącej w obiegu przez dodatkowe oczyszczenie wody w oczyszczalniach pośrednich (np. stawy osadnikowe w cukrowniach).

O doborze systemu gospodarki wewnątrz zakładowej decyduje ochrona odbiornika przed niedopuszczalnym zanieczyszczeniem i uzyskaniem w punkcie zrzutu wody o wymaganych parametrach jakościowych.

Wody wykorzystywane w kolejnych etapach procesu technologicznego różnią się znacznie pod względem jakości. Część z nich to wody czyste lub nieznacznie zanieczyszczone. Ich mieszanie z resztą wód ściekowych jest często niecelowe i prowadzi do wzrostu kosztów ich oczyszczania.

Największe ilości wód w zakładach przemysłowych wykorzystywane są do chłodzenia różnych maszyn i urządzeń. Zapas ciepła może być wykorzystany przez ponowne użycie do procesów technologicznych wymagających wody ciepłej. Mechanicznie zanieczyszczone wody ściekowe stanowią znaczny procent ogólnej ilości wód przemysłowych. Wydzielenie

z nich tych zanieczyszczeń jest technicznie łatwe i może stanowić źródło dużych ilości wód nieznacznie zanieczyszczonych i nadających się do ponownego użycia. W niektórych gałęziach przemysłu spożywczego używane są do tego samego celu również wody ściekowe zanieczyszczone chemicznie. Przykładem takiej recykulacji jest stosowanie wód dyfuzyjnych i prasowych do dyfuzji w cukrowniach.

W Polsce produkcja energii elektrycznej w elektrowniach ciepłych stanowi podstawowe źródło pokrycia potrzeb energetycznych kraju. Duże ilości wody w tych elektrowniach wykorzystywane są do chłodzenia. Przykładowo do chłodzenia urządzeń w elektrowniach ciepłych w Pątnowie i Koninie o łącznej mocy 2600 MW wykorzystuje się wody zgromadzone w jeziorach stanowiska szczytowego kanału ślesińskiego. Jednostkowy wydatek wody potrzebnej do chłodzenia w tych elektrowniach wynosi $66 \text{ m}^3/\text{s}$.

6. Zaopatrzenie wsi w wodę

Woda na wsi wykorzystywana jest do pokrycia potrzeb wodnych:

- Gospodarstw domowych
- Zwierząt hodowanych w gospodarstwach rolnych
- Zakładów usługowych i produkcyjnych na wsi (hotele, domy wypoczynkowe, zakłady technicznej obsługi rolnictwa, cegielnie, szklarnie)
- Zakładów przemysłu rolno-spożywczego

W latach 1965-2000 nastąpił znaczny wzrost zużycia wody wodociągowej na wsi. W 1965 roku wodociągi wiejskie dostarczyły 20.2 hm^3 , a w 2000 roku około 350 hm^3 . W 1999 roku, średnie zużycie wody wodociągowej na wsi na terenie Polski wynosiło:

$$350\,000\,000 \text{ m}^3 / 14\,759\,000 \text{ M} = 23.7 \text{ m}^3/\text{M} = 65 \text{ l/M/dobę}$$

Na terenach wiejskich z wodociągów korzysta ok. 90 % mieszkańców wsi. W tym 2/3 tj. ok. 60 % korzysta z wodociągów sieciowych.

Sieć kanalizacyjna w 1999 roku.

- W miastach 82.8 % gospodarstw domowych podłączonych było do sieci kanalizacyjnej
- Na wsi tylko 9.9 % ludności podłączonych było do sieci kanalizacyjnych

W 1999 roku tylko 8.5 % ogółu ludności na wsi odprowadzało ścieki do oczyszczalni poprzez sieć kanalizacyjną. Ponadto na wsi część gospodarstw

- posiada własne oczyszczalnie przydomowe lub wywozi ścieki do oczyszczalni (ok. 18 % w 1996)

- magazynuje ścieki bez oczyszczania (ok. 48 % w 1996)
- nie posiada żadnej kanalizacji lub wylewa ścieki na powierzchnię terenu (ok. 30 % w 1996)

Tabela 3.5

Zapotrzebowanie na wodę zakładów usługowych i produkcyjnych na wsi

Wyszczególnienie	Jednostka	Średnie jednostkowe zapotrzebowanie na wodę [l/dobę]	Współczynniki nierównomierności rozbioru wody	
			Nd	Ng
Hotele, domy wycieczkowe, internaty	1 M	150	1.1	2.0
Szpitala i sanatoria	1 łóżko	400	1.1	2.5
Zakłady technicznej obsługi rolnictwa:				
- warsztaty mechaniczne	1 obrabiarka	35	1.1	3.0
- warsztaty ślusarskie	1 stanowisko	60	1.1	3.0
- myjnie pojazdów	1 pojazd	300	1.1	2.0
Wytwórnia betonów i prefabrykatów	1 m ³ betonu	300	-	-
	1 m ³ prefabrykatu	3000	-	-
Cegielnie	1000 szt. cegieł	800	-	-
Szklarnie	1 m ² upraw	4.5	-	-

7. Zaopatrzenie w wodę rolnictwa

Rolnictwo jest jednym z najważniejszych konsumentów wody. W Polsce rolnictwo zaopatrywane jest w wodę w zasadzie w sposób naturalny. Rośliny uprawne pobierają potrzebne ilości wody pochodzące z opadów, a działalność człowieka sprowadza się do regulacji zużycia wody przez wprowadzenie odpowiednich upraw lub zabiegów agrotechnicznych, wpływających bezpośrednio na parowanie terenowe.

Zmienność warunków klimatycznych i hydrologicznych stwarza konieczność uzupełniania występujących okresowo niedoborów opadów. Niekorzystny rozkład opadów w czasie wegetacji roślin oraz ich nieodpowiednie natężenie mogą powodować znaczne straty w rolnictwie. Ma to miejsce również wtedy gdy łączna suma opadów jest wystarczająca do pokrycia potrzeb wodnych roślin w danym cyklu wegetacyjnym. Taka niekorzystna sytuacja występuje gdy w kwietniu i w maju brak jest opadów, a w czerwcu, lipcu i sierpniu występuje ich nadmiar.

Z tych względów istotnego znaczenia nabierają zabiegi techniczne pozwalające na utrzymanie optymalnego stopnia uwilgotnienia gleb, gwarantującego wysoką sprawność procesów

wzrostu roślin. Optymalny stopień uwilgotnienia gleby uzyskuje się przez uzupełnienie opadów, zasobami wód powierzchniowych. Ilość tej wody oblicza się na podstawie opadów optymalnych, parowania terenowego i zużycia wody przez roślinność. W procesie transpiracji bierze udział znacząca ilość wody. Np. kapusta w okresie wzrostu od ziarna do pełnej wielkości transpiruje 25 dm³ wody, produkcja 1 kg pszenicy wymaga 1000 dm³, a 1 kg bawełny 10000dm³ wody. Produkcja mięsa wymaga użycia wody zarówno w procesie hodowli zwierząt jak również do produkcji paszy dla zwierząt. Produkcja 1 jajka wymaga 1000 l wody, licząc wodę potrzebną do uzyskania paszy dla kur i użytą w procesie hodowli drobiu. Zużycie wody w procesie produkcji roślinnej jest b. duże (tab. 3.6).

Tabela 3.6

Zużycie wody na transpiracje w procesie produkcji roślinnej

Rodzaj upraw	Zużycie wody w m ³ na 1 tonę produkcji
Buraki cukrowe	125
Buraki pastewne	50
Ziemniaki	125
Siano z koniczyny czerwonej	450
Lucerna	350
Siano łąkowe	400
Ziarno pszenicy ozimej	1000

Wzrost plonów roślin w granicach od 20 do 50 % wymaga w warunkach Polski zastosowania dodatkowo od 1000 do 2000 m³ wody na 1 hektar.

Obszar, na którym wymagane są nawodnienia uzupełniające szacuje się na 5.5 mln ha, w tym 3.5 mln ha nawodnień deszczownianych i 2.0 mln melioracji dwukierunkowych (odwadniająco – nawadniających). Niedoinwestowanie rolnictwa w tym zakresie jest znaczne. W eksploatacji znajduje się 0.9 mln ha gruntów nawadnianych, przeważnie zmeliorowanych dwukierunkowo użytków zielonych, w tym tylko 57 tyś ha nawodnień deszczownianych na gruntach ornych i pastwiskach.

W 1980 roku jednostkowy pobór wody do nawodnień wynosił średnio 1000 m³/ha. Dla roku ekstremalnie suchego przewiduje się w planach gospodarki wodnej następujące zapotrzebowanie na wodę do nawodnień:

- Nawodnienia gruntów ornych

- deszczowanie 2.2 – 4.0 tyś m³/ha
- deszczowanie z gnojowicą 2.7 – 4.5 tyś m³/ha
- intensywne 2.9 – 4.6 tyś m³/ha
- Nawadnianie użytków zielonych
 - intensywne 2.3 – 3.4 tyś m³/ha
 - ekstensywne 1.4 – 1.9 tyś m³/ha
 - deszczowniane 1.8 – 3.0 tyś m³/ha
 - deszczowanie z gnojowicą 2.3 – 3.6 tyś m³/ha

Stopień pewności (gwarancja) dostawy wody dla potrzeb rolnictwa przyjęty został następująco:

- a) stawy rybne 80 – 70 % gwarancja ilościowa
95 – 97 % gwarancja czasowa
- b) nawadnianie deszczowniane 80 – 90 % gwarancja ilościowa
95 % gwarancja czasowa
- c) nawadnianie podsiąkowe 80 – 70 % gwarancja ilościowa
30 % gwarancja czasowa

W przypadku stawów rybnych zużycie wody jest 5 krotnie większe od zapotrzebowania na wodę do nawodnień uzupełniających w rolnictwie. Wymaga się przy tym wód wysokiej klasy czystości (I lub II klasa). Gospodarowanie wodą w gospodarstwach stawowych wynika z równania bilansu wodnego i tlenowego