

## Skład moczu pierwotnego i wtórnego

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Nefron jest podstawową jednostką strukturalną i funkcjonalną nerki. Zdjęcie z mikroskopu skaningowego przedstawia fragmenty nefronów – kłębuszki nerkowe myszy. Powiększenie 5000 ×.  
Źródło: SecretDisc, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Powstawanie moczu jest skomplikowanym procesem fizjologicznym. Przebiega w nefronie, podstawowej jednostce strukturalno-czynnościowej nerki. Efektem końcowym kolejno następujących filtracji, resorpcji zwrotnej i sekrecji jest przesącz zwany moczem ostatecznym (wtórnym).

### Twoje cele

- Poznasz skład moczu pierwotnego i ostatecznego.
- Omówisz kolejne etapy powstawania moczu.
- Wymienisz różnice w składzie moczu pierwotnego i moczu ostatecznego.

# Przeczytaj

---

**Mocz** (łac. *urina*) to powstały w wyniku filtracji krwi płyn zawierający produkty przemiany materii. Przebiegający etapowo proces powstawania moczu odbywa się w nerkach. Ich podstawową jednostką strukturalno-czynnościową jest składający się z ciała nerkowego, kanalika proksymalnego, pętli Henlego i kanalika dystalnego [nefron](#).

Więcej informacji o budowie układu moczowego znajdziesz w e-materiale: [Budowa i funkcje układu wydalniczego człowieka](#).

## Mocz pierwotny

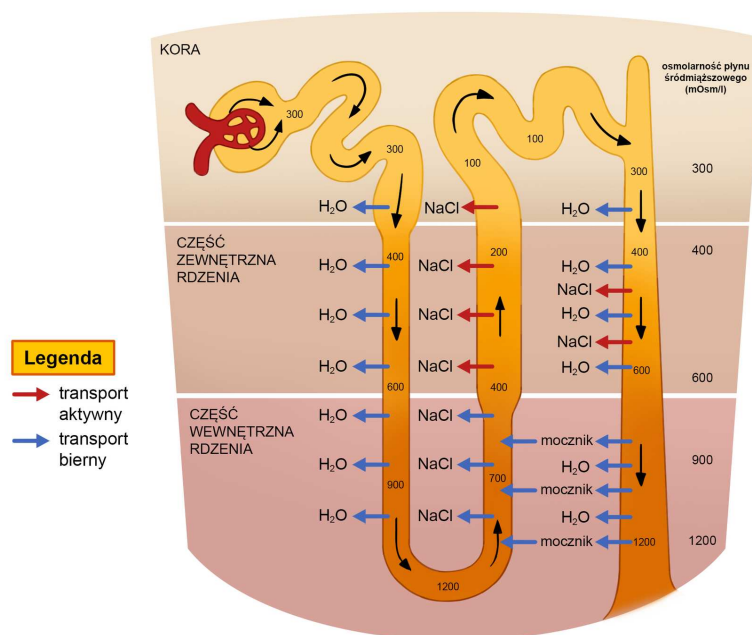
Ciało nerkowe zbudowane z sieci naczyń włosowatych (kłębuszka nerkowego) i otoczone torebką Bowmana jest miejscem, w którym zachodzi pierwszy etap powstawania moczu – [filtracja](#). Do przesączu kłębuszkowego zwanego [moczem pierwotnym](#) przedostają się wszystkie składniki osocza poza większością białek, które są zbyt duże, żeby przejść przez szczeliny bariery filtracyjnej. **Filtrat składa się więc głównie z wody oraz z rozpuszczonych w niej soli mineralnych, cukrów, aminokwasów, witamin i produktów przemiany materii.**

W ciągu doby organizm wytwarza 150–180 l moczu pierwotnego, z którego powstaje ostatecznie 1,5–2,0 l [moczu ostatecznego](#) (wtórny). Dzieje się tak, ponieważ 99% moczu pierwotnego musi ulec resorpcji zwrotnej w dalszej części nefronu.

## Mocz ostateczny

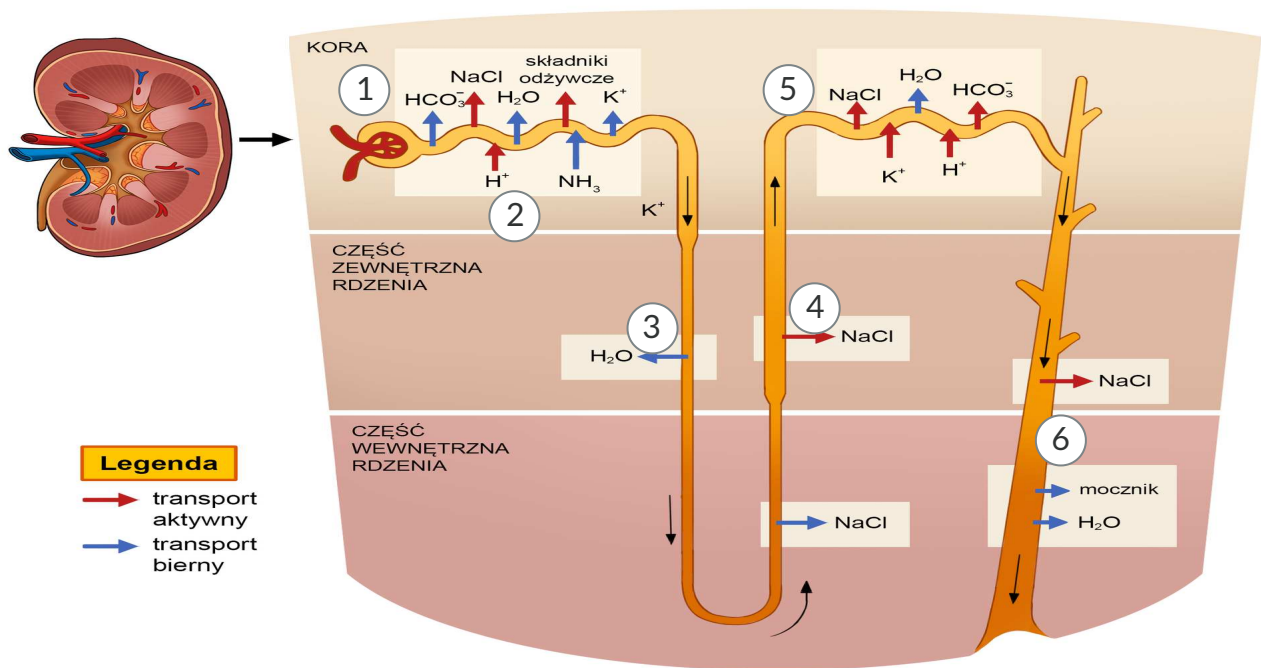
W kanaliku proksymalnym, w procesie [resorpcji](#), na drodze [transportu aktywnego](#) zwrótnie wchłaniane są do krwi: glukoza, aminokwasy oraz jony  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , a na drodze [transportu biernego](#): woda i mocznik. Proces resorpcji przebiega dalej w pętli Henlego. Również w kanalikach krętych II rzędu, w zależności od potrzeb, może odbywać się dodatkowe wchłanianie jonów sodowych i wody.

Zjawiskiem odwrotnym do resorpcji jest [sekrecja](#). Podczas przemieszczania się moczu pierwotnego przez kanalik nerkowy do jego wnętrza, na drodze transportu biernego, przedostają się słabe zasady i kwasy. Stabilizują one pH moczu pierwotnego. Natomiast w sposób aktywny do światła kanalika przenoszone są m.in. związki pochodzenia egzogenne (np. penicylina i sulfonamidy) oraz związki endogenne, takie jak hormony sterydowe czy kreatynina.



Schemat przedstawia budowę nefronu z uwzględnieniem jego lokalizacji w nerce. Transport aktywny oznacza przemieszczanie się substancji wbrew gradientowi stężeń przy pomocy mechanizmów wykorzystujących ATP. Transport bierny zachodzi – zgodnie z gradientem stężeń – na drodze dyfuzji i osmozy. Osmolarność płynu śródmiąższowego oznacza liczbę moli substancji osmotycznie czynnych zawartych w 1000 ml płynu znajdującego się w nefronie. Mocz ulega zagęszczeniu (jego osmolarność wzrasta) w ramieniu zstępującym pętli nefronu przez reabsorpcję wody, następnie zostaje rozrzedzony (spadek osmolarności) przez resorpcję zwrótną jonów w ramieniu wstępującym pętli, po czym ponownie ulega zagęszczeniu w kanaliku zbiorczym przez ponowną reabsorpcję wody.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.



1

## Ciałko nerkowe

W ciałku nerkowym zachodzi proces filtracji, czyli przesączania wody, soli mineralnych i substancji drobnocząsteczkowych z krwi obecnej w naczyniach kłębuszka nerkowego do torebki Bowmana. W ten sposób powstaje mocz pierwotny.

2

## Kanalik proksymalny

Zwany też kanalikiem krętym I rzędu. Na drodze transportu aktywnego do krwi powracają tu składniki odżywcze, takie jak aminokwasy, glukoza oraz kationy sodowe i potasowe.

3

## Ramię zstępujące pętli Henlego

W ramieniu zstępującym pętli Henlego następuje resorpcja wody przez liczne akwaporyny – kanały wodne występujące w nabłonku.

4

## Ramię wstępujące pętli Henlego

W przeciwieństwie do nabłonka ramienia zstępującego, nabłonek ramienia wstępującego jest nieprzepuszczalny dla wody. Tutaj następuje transport NaCl z kanalika do płynu śródmiąższowego.

5

---

## Kanalik dystalny

Zwany też kanalikiem krętym II rzędu. Na tym etapie może odbywać się dodatkowe wchłanianie wody i jonów (m.in. sodowych, chlorkowych, wodorowęglanowych) oraz usuwanie jonów (np. potasowych), jak również regulacja pH przez usuwanie jonów wodorowych. Proces ten nosi nazwę resorpcji zwrotnej nieobowiązkowej.

6

---

## Kanalik zbiorczy

Zbiera mocz z kilku nefronów i prowadzi go do przewodów wyprowadzających. W tym miejscu może jeszcze zachodzić wchłanianie zwrotne wody i jonów.

Schemat przedstawia nefron oraz fragment kanalika zbiorczego. W nefronie występuje strefowa specjalizacja nabłonka, umożliwiająca mu pełnienie różnych funkcji w kolejnych odcinkach narządu.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

[Resorpcja zwrotna](#) i [sekrecja](#) to mechanizmy prowadzące do zagęszczenia moczu oraz modyfikacji jego składu. W wyniku tych procesów powstaje przesącz zwany [moczem ostatecznym](#), zawierający:

- wodę,
- azotowe związki przemiany materii – głównie mocznik powstający w wyniku metabolizmu białek, a w niewielkich ilościach także: kwas moczowy (produkt rozpadu puryn obecnych m. in. w DNA), kreatyninę (powstałą w wyniku nieenzymatycznego rozpadu fosforanu kreatyny), amoniak,
- sole mineralne (jony sodowe, potasowe, chlorkowe, węglanowe i inne),

- śladowe ilości innych związków (barwniki żółciowe – m. in. [urobilinogen](#), metabolity leków, toksyny).

**Prawidłowy mocz nie zawiera białka, glukozy, elementów morfotycznych krwi ani bakterii.**

## Porównanie składu moczu pierwotnego ze składem moczu ostatecznego

Składniki	Mocz pierwotny	Mocz ostateczny
Woda	150–180 litrów	1,5–2,0 litra
Aminokwasy	65 gramów	brak
Glukoza	200 gramów	brak
Mocznik	60 gramów	35 gramów
Jony chlorkowe	690 gramów	5 gramów
Sód	600 gramów	4 gramy
Wapń	9 gramów	0,2 grama
Potas	35 gramów	3 gramów

## Słownik

### akwaporyny

integralne białka błonowe organizmów tworzące kanały, umożliwiające masowy przepływ wody przez błonę

### filtracja

pierwszy etap powstawania moczu; w wyniku filtracji powstaje w ciągu doby 150–180 l moczu pierwotnego, który, przepływając przez kanaliki nerkowe, ulega

zagęszczeniu do ok. 1,5–2,0 l/dobę moczu ostatecznego

### **mocz ostateczny**

przesącz powstały z moczu pierwotnego w wyniku zwrotnej resorpcji i sekrecji zachodzących w kanalikach nerkowych; zawiera wodę, mocznik i jony chlorkowe

### **mocz pierwotny (przesącz kłębuszkowy, filtrat)**

przesącz powstały w wyniku filtracji krwi przepływającej przez kłębuszek nerkowy; zawiera niemal wszystkie składniki osocza (oprócz związków wielkocząsteczkowych, np. białek)

### **nefron**

(gr. *nephrós* – nerka) podstawowa jednostka strukturalno-czynnościowa nerki

### **osmolarność**

liczba moli substancji osmotycznie czynnych w 1 litrze roztworu; ciśnienie osmotyczne roztworu wzrasta wraz ze stężeniem substancji rozpuszczonej

### **resorpcja zwrotna**

reabsorpcja, przechodzenie wody, elektrolitów i glukozy przez śródbłonek kanalików nerkowych do krwi naczyń włosowatych; służy zapobieganiu nadmiernej utracie tych substancji z moczem

### **sekrecja kanalikowa**

proces wydzielania zbędnych substancji do moczu ostatecznego w drodze dyfuzji lub transportu aktywnego, zachodzący w trakcie przechodzenia moczu pierwotnego przez kanaliki nerkowe

### **transport aktywny**

transport odbywający się wbrew gradientowi stężeń i wymagający nakładu energii

## **transport bierny**

transport odbywający się zgodnie z gradientem stężeń i bez nakładu energii

## **urobilinogen**

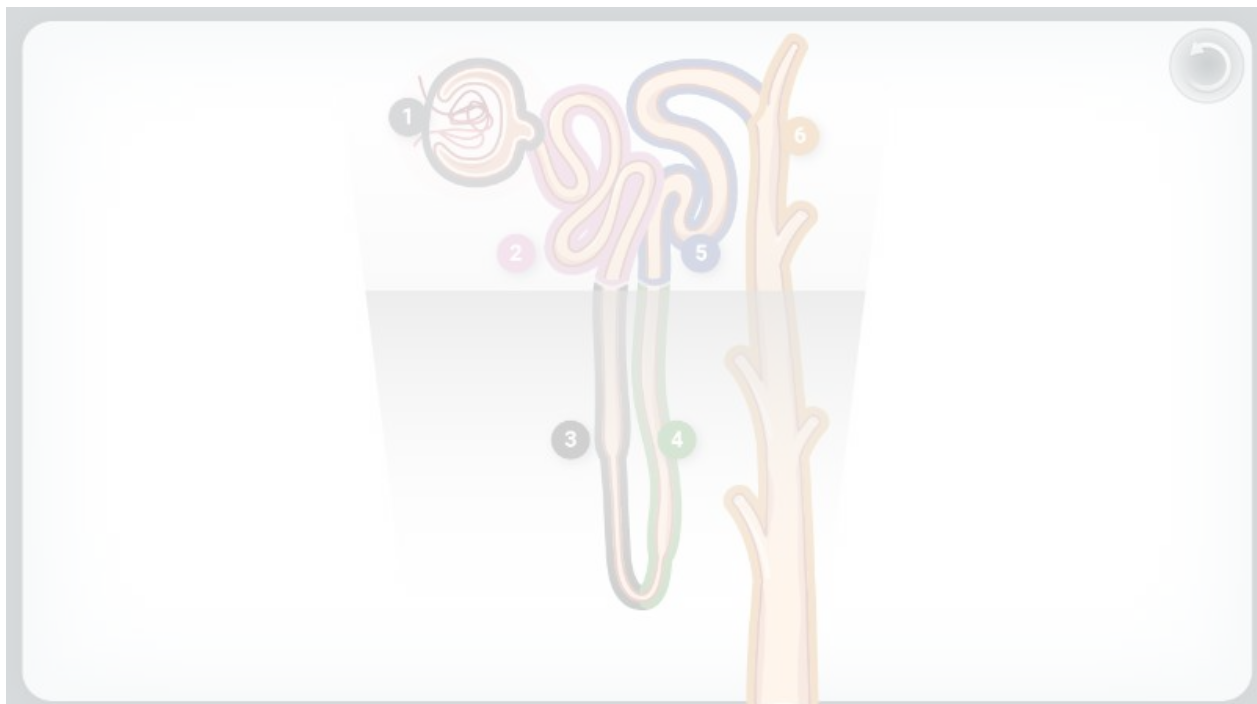
poходna bilirubiny, produkt rozpadu chemu; powstaje w świetle przewodu pokarmowego

# Grafika interaktywna

---

## Polecenie 1

Sprawdź, czy pamiętasz etapy powstawania moczu, rozwiązując ćwiczenia z grafiki interaktywnej.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DWIszaDLd>

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Polecenie 2

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



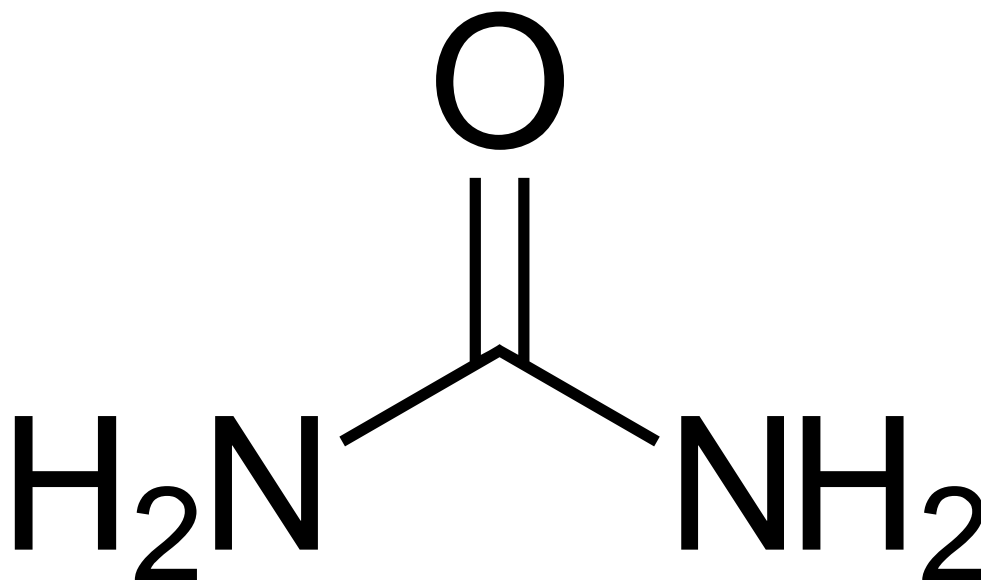
„Zakażenia układu moczowego (ZUM) należą do najczęstszych chorób bakteryjnych wieku dziecięcego. Z uwagi na brak specyficznych objawów rozpoznanie ZUM, szczególnie w populacji dzieci najmłodszych, może być trudne. Problem stanowi także metoda pobrania moczu na badanie ogólne i posiew oraz interpretacja uzyskanych wyników, determinująca postawienie diagnozy i sposób terapii (...). Według naszych obserwacji należy (...) dążyć do uzyskania materiału metodą nieinwazyjną (środkowy strumień moczu) lub w razie konieczności klinicznej techniką inwazyjną (nakłucie nadłonowe, cewnikowanie pęcherza moczowego)”.

Źródło: T. Jackowska, M. Wolska, J. Załęska-Ponganis, *Zakażenia układu moczowego u dzieci – wybrane aspekty postępowania na podstawie aktualnych zaleceń*, [w:] „Postępy Nauk Medycznych”, 2016, nr 6, s. 429.

## Ćwiczenie 8



Poniżej przedstawiono związek, który powstaje w cyklu mocznikowym w wątrobie, jednak jest wydalany z organizmu przez nerki.



Wzór chemiczny mocznika.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Anna Juwan

**Przedmiot:** Biologia

**Temat: Skład moczu pierwotnego i wtórnego**

**Grupa docelowa:** uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

**Podstawa programowa:**

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

5. Wydalanie i osmoregulacja. Uczeń:

4) przedstawia proces tworzenia moczu oraz wyjaśnia znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

4) Wydalanie i osmoregulacja. Uczeń:

g) przedstawia proces tworzenia moczu u człowieka oraz wyjaśnia znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie,

## **Kształtowane kompetencje kluczowe:**

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

## **Cele operacyjne (językiem ucznia):**

- Poznasz skład moczu pierwotnego i ostatecznego.
- Omówisz kolejne etapy powstawania moczu.
- Wymienisz różnice w składzie moczu pierwotnego i moczu ostatecznego.

## **Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

## **Metody i techniki nauczania:**

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza grafiki interaktywnej;
- śniegowa kula;
- analiza tekstu źródłowego.

## **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;

- praca całego zespołu klasowego.

### Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

### Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Skład moczu pierwotnego i wtórnego”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 3 (w którym mają za zadanie wskazać, które wymienione składniki moczu pierwotnego nie występują w moczu ostatecznym) z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

### Przebieg lekcji

#### Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.

#### Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Grafika interaktywna”).** Uczniowie rozwiązują zadania zawarte w grafice interaktywnej.
2. **Kula śniegowa.** Nauczyciel informuje uczniów, że będą pracować metodą kuli śniegowej, poszukując w udostępnionym e-materiale odpowiedzi na następujące pytania:
  - 1) Jakie procesy zachodzą w trakcie powstawania moczu ostatecznego?
  - 2) Jakie procesy zachodzą w trakcie powstawania moczu pierwotnego?
  - 3) Gdzie zachodzi i na czym polega proces filtracji?

4) Gdzie zachodzi wchłanianie zwrotne?

5) Gdzie zachodzi resorpcja obowiązkowa i nieobowiązkowa i jakie substancje jej ulegają?

6) Jaka jest różnica w składzie między moczem pierwotnym a ostatecznym?

Nauczyciel objaśnia wspomnianą wyżej metodę i wynikające z niej kolejne etapy pracy:

1) najpierw uczniowie będą indywidualnie opracowywać odpowiedzi na zadane pytania;

2) potem połączą się w pary i porównają swoje propozycje, a na osobnej kartce zapiszą wspólne odpowiedzi;

3) kolejnym krokiem będzie połączenie się par w czwórki, które – jak poprzednio – skonfrontują swoje odpowiedzi;

4) uczniowie utworzą 8-osobowe zespoły i znów porównają swoje propozycje;

5) przedstawiciele poszczególnych zespołów 8-osobowych zaprezentują na forum klasy uzgodnione w grupie odpowiedzi.

3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują indywidualnie ćwiczenie interaktywne nr 7 (w którym mają za zadanie określić – na podstawie tekstu źródłowego – czy mocz pobrany metodą nakłucia nadłonowego jest moczem pierwotnym czy ostatecznym), a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką.

4. Uczniowie wykonują w parach ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie określić – na podstawie tekstu źródłowego – dlaczego stężenie mocznika w moczu ostatecznym jest większe niż we krwi, z którą związek ten trafia do nerek, uwzględniając dwa procesy, które mają istotny wpływ na przedstawioną różnicę stężeń, oraz miejsce ich zachodzenia w nefronie), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Podczas wspólnych dyskusji rozwiązują zadanie, następnie łączą się z inną parą i kontynuują swoją dyskusję, uzasadniając swój wybór.

### **Faza podsumowująca:**

1. Uczniowie indywidualnie rozwiązują krzyżówkę (ćwiczenie nr 6).

2. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

**Praca domowa:**

1. Wykonaj ćwiczenia nr 1, 2, 4 i 5 z sekcji „Sprawdź się”.

**Materiały pomocnicze:**

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

**Dodatkowe wskazówki metodyczne:**

- Nauczyciel może wykorzystać medium zamieszczone w sekcji „Grafika interaktywna” na lekcji „Fizjologia powstawania moczu”.