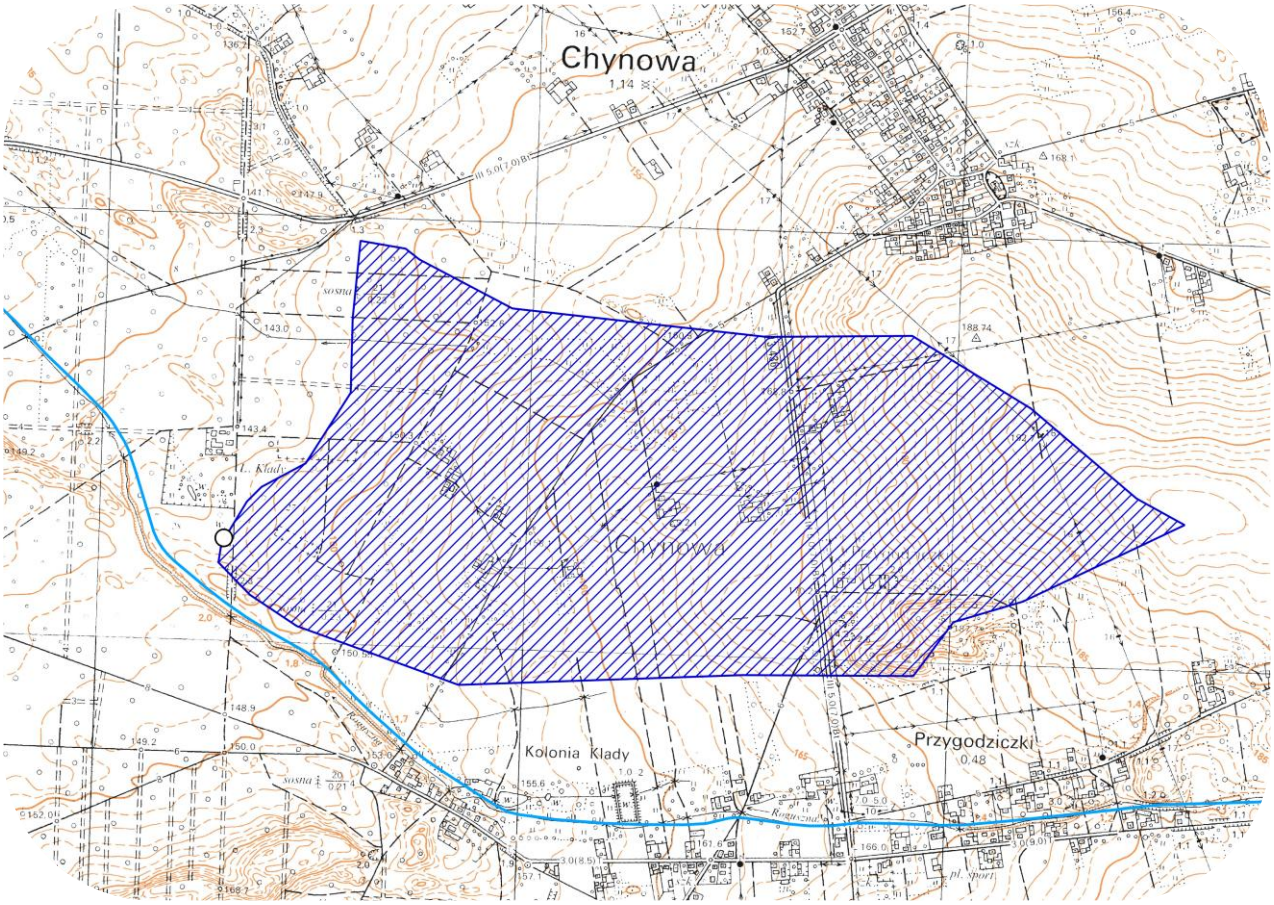
# ZAŁĄCZNIK NR 2. OBLICZENIA HYDROLOGICZNE W PRZEKROJU ZBIORNIKA

## Wyznaczenie przepływów maksymalnych, średnich i niskich oraz przepływu nienaruszalnego

Data obliczeń: 13.10.2026

### Mapa zlewni




## 1. Obliczenia hydrologiczne przepływów maksymalnych

### 1.1. Parametry geometryczne zlewni

Do obliczeń przyjęto powierzchnię zlewni A = 1,47 km$^2$ oraz długość drogi odpływu od źródła do przekroju obliczeniowego L = 0,10 km. Wysokość źródła wynosi Hźr = 155,70 m n.p.m., natomiast wysokość w przekroju zbiornika Hob = 145,20 m n.p.m.

**Ir1 = (Hźr − Hob) / L = (155,70 − 145,20) / 0,10 = 105,00 ‰**

Tak wyznaczony uśredniony spadek podłużny jest następnie wykorzystywany w charakterystyce hydromorfologicznej koryta.

### 1.2. Gęstość sieci rzecznej i parametry stoków

Suma długości cieków i suchych dolin przyjęta do obliczeń wynosi Σ(L+l) = 0,20 km. Gęstość sieci rzecznej obliczono jako iloraz sumarycznej długości sieci i powierzchni zlewni.

**ρ = Σ(L+l) / A = 0,20 / 1,47 = 0,13605 km$^{-1}$**

Średnią długość stoków wyznaczono z zależności stosowanej w formule opadowej:

$$Is = 1 / (1{,}8 \cdot \rho) = 1 / (1{,}8 \cdot 0{,}13605) = 4{,}08333\ km$$

Dla sumy długości warstwic Σk = 4,70 km oraz cięcia warstwicowego Δh = 10,00 m średni spadek stoków wynosi:

$$Is = \Delta h \cdot \Sigma k / A = 10{,}00 \cdot 4{,}70 / 1{,}47 = 31{,}97279\ ‰$$

### 1.3. Zastępczy współczynnik odpływu ϕ

Współczynnik odpływu ϕ przyjęto na podstawie rodzaju utworów glebowych zgodnie z tabelą B.1 i rysunkiem M1 „Aktualizacji metodyki…". Dla zlewni obejmującej więcej niż jeden rodzaj gruntu zastosowano średnią ważoną powierzchnią.

1) Piaski gliniaste: ϕ1 = 0,35, A1 = 1,47 km$^2$, ϕ1·A1 = 0,5145 km$^2$.

$$\phi = \Sigma(\phi i \cdot Ai) / A = 0{,}5145 / 1{,}47 = 0{,}35$$

Wartość zastępcza ϕ jest bezpośrednio wykorzystywana w obliczeniu charakterystyk hydromorfologicznych oraz przepływów Qmax,p.

### 1.4. Charakterystyka hydromorfologiczna koryta i stoków

Do obliczeń przyjęto opad dobowy H1,p=1% = 90,00 mm, miarę szorstkości koryta m = 11,00 oraz miarę szorstkości stoków ms = 0,15.

$$\Phi r = 1000 \cdot L / [m \cdot Ir1^{(1/3)} \cdot A^{(1/4)} \cdot (\phi \cdot H1)^{(1/4)}] = 0{,}7387$$

$$\Phi s = \sqrt{(1000 \cdot ls)} / [ms \cdot Is^{(1/4)} \cdot \sqrt{(\phi \cdot H1)}] = 31{,}92021$$

Na podstawie Φs = 31,92021 z tabeli B.4, przez interpolację liniową, wyznaczono czas spływu po stokach ts = 287,00 min. Następnie dla Φr = 0,7387 oraz ts = 287,00 min z tabeli B.6 wyznaczono maksymalny moduł odpływu jednostkowego F1 = 0,053 (m$^2$/s)/km$^2$.

### 1.5. Redukcja jeziorna

Suma powierzchni jezior w zlewni wynosi ΣAJi = 0,00 km$^2$. Wskaźnik jeziorności i współczynnik redukcji jeziornej obliczono następująco:

$$JEZ = \Sigma AJi / A = 0{,}00 / 1{,}47 = 0{,}00$$

$$\delta J = 1{,}00 \text{ — wartość z Tab. B.7 dla JEZ} = 0{,}00$$

### 1.6. Przepływy maksymalne o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia

Przepływy maksymalne roczne obliczono formułą opadową Stachý i in. (1998). Dla przyjętego regionu hydrologicznego Niziny 4b zastosowano współczynniki λp zgodne z tabelą B.8, a współczynnik kształtu fali wynosi f = 0,60.

$$Qmax,p = f \cdot F1 \cdot \phi \cdot H1 \cdot A \cdot \lambda p \cdot \delta J$$

**Przykładowe pełne podstawienie dla p = 1%:**

$$Qmax,1\% = 0{,}60 \cdot 0{,}053 \cdot 0{,}35 \cdot 90{,}00 \cdot 1{,}47 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}00 = 1{,}472499\ m^3/s$$

Dla pozostałych prawdopodobieństw zachowano tę samą zależność, zmieniając współczynnik λp właściwy dla danego p. Wyniki szczegółowe zestawiono poniżej jako kontrolę obliczeń.

| p [%] | λp [-] | Qmax,p [$m^3/s$] |
|---|---|---|
| 0,1 | 1,34 | 1,9731487 |
| 0,2 | 1,24 | 1,8258988 |
| 0,5 | 1,10 | 1,6197489 |
| 1,0 | 1,00 | 1,472499 |
| 2,0 | 0,894 | 1,3164141 |
| 3,0 | 0,829 | 1,2207017 |
| 5,0 | 0,75 | 1,1043742 |
| 10,0 | 0,637 | 0,9379819 |
| 20,0 | 0,521 | 0,767172 |
| 30,0 | 0,445 | 0,6552621 |
| 50,0 | 0,342 | 0,5035947 |

## 2. Przepływy średnie i niskie oraz przepływ nienaruszalny

Poniżej przedstawiono pełny tok obliczeń przepływów SSQ, SNQ oraz przepływu nienaruszalnego Qn, wraz z przyjętymi danymi, doborem współczynników, podstawieniem do wzorów i wynikiem końcowym.

### 2.1. Przepływ średni roczny SSQ — wzór Iszkowskiego

Do obliczenia SSQ przyjęto powierzchnię zlewni A = 1,47 $km^2$ oraz średnią roczną sumę opadów P = 550,00 mm. Opad przeliczono na metry: P = 550,00 / 1000 = 0,55 m. Współczynnik odpływu Cs wybrano z tabeli Iszkowskiego: „0,25 — niziny i płaskie wysoczyzny", stąd Cs = 0,25.

$$SSQ = 0{,}03171 \cdot Cs \cdot P \cdot A$$

**Po podstawieniu: SSQ = 0,03171 · 0,25 · 0,55 · 1,47 = 0,0064094 $m^3/s$.**

### 2.2. Przepływ średni niski roczny SNQ — wzór Iszkowskiego

Współczynnik retencji v przyjęto na podstawie tabeli Iszkowskiego: „1,00 — grunty przepuszczalne: średnio przepuszczalne, roślinność normalna", co odpowiada wartości v z tabeli = 1,00. Ponieważ powierzchnia zlewni A = 1,47 $km^2$ jest mniejsza od 200 $km^2$, zgodnie z przyjętą poprawką współczynnik v zmniejszono o 25%: v = 1,00 · 0,75 = 0,75.

$$SNQ = 0{,}4 \cdot v \cdot SSQ$$

**Po podstawieniu: SNQ = 0,4 · 0,75 · 0,0064094 = 0,0019228 $m^3/s$.**

Dodatkowo do kontroli warunku przepływu nienaruszalnego wyznaczono NNQ: NNQ = 0,2 · v · SSQ = 0,2 · 0,75 · 0,0064094 = 0,0009614 $m^3/s$.

### 2.3. Przepływ nienaruszalny Qn — metoda Kostrzewy

Najpierw obliczono średni odpływ jednostkowy SSq na podstawie SSQ i powierzchni zlewni: SSq = 1000 · SSQ / A = 1000 · 0,0064094 / 1,47 = 4,3601 $l/(s \cdot km^2)$.

Dla SSq = 4,3601 $l/(s \cdot km^2)$ określono typ hydrologiczny cieku jako „przejściowy i podgórski". Dla tego typu hydrologicznego oraz powierzchni A = 1,47 $km^2$ z tabeli współczynnika Kostrzewy przyjęto k = 1,27.

$$Q_{n,obl} = k \cdot SNQ$$

**Po podstawieniu: $Q_{n,obl} = 1{,}27 \cdot 0{,}0019228 = 0{,}002442\ m^3/s$.**

**Warunek obliczeniowy: $Q_n = \max(k \cdot SNQ, NNQ)$. Wartość $k \cdot SNQ = 0{,}002442\ m^3/s$ jest nie mniejsza od $NNQ = 0{,}0009614\ m^3/s$, dlatego jako przepływ nienaruszalny przyjęto $Q_n = 0{,}002442\ m^3/s$.**

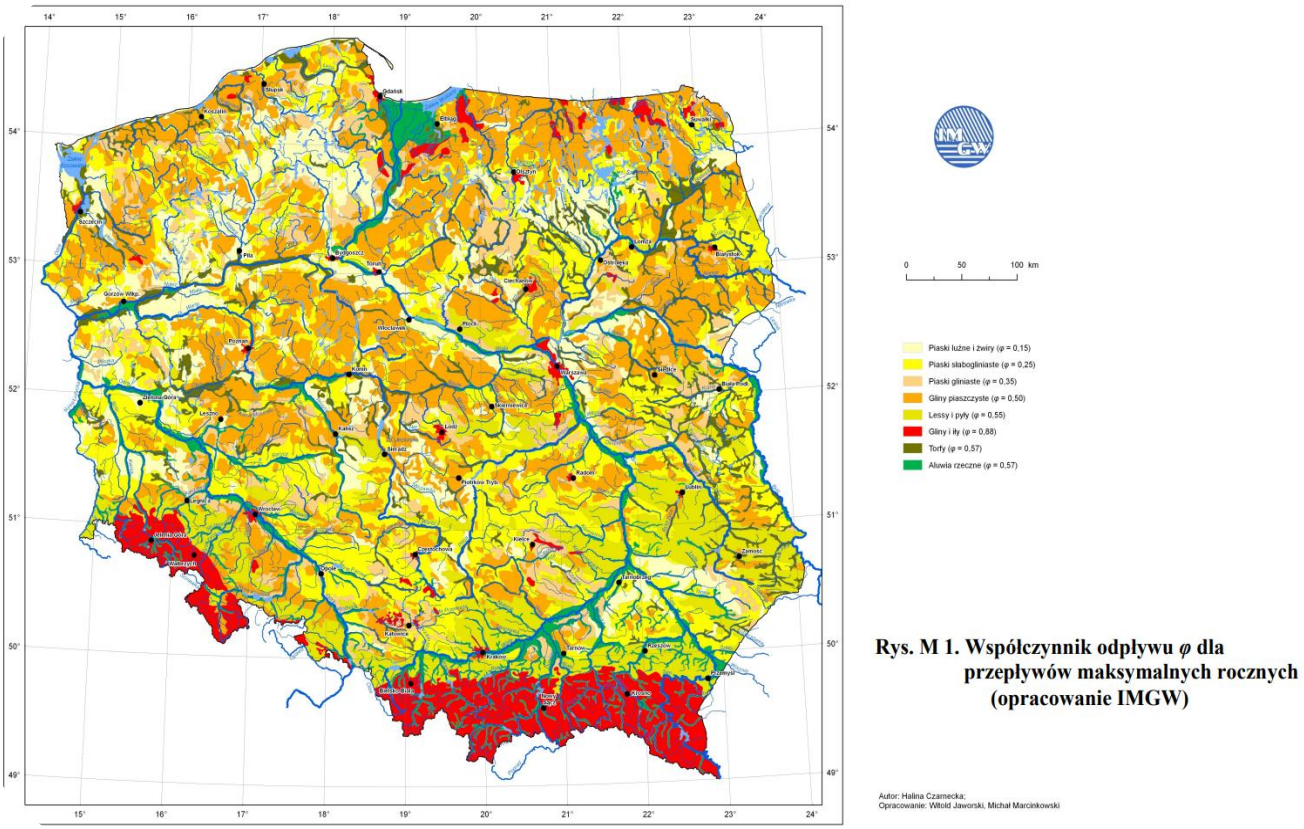
| Parametr | Wartość | Jednostka |
|---|---|---|
| SSQ | 0,0064094 | $m^3/s$ |
| NNQ | 0,0009614 | $m^3/s$ |
| SNQ | 0,0019228 | $m^3/s$ |
| SSq | 4,3601 | $l/(s \cdot km^2)$ |
| Typ hydrologiczny | przejściowy i podgórski | |
| k Kostrzewy | 1,27 | |
| Qn | 0,002442 | $m^3/s$ |

## 3. Podstawa doboru parametrów metodycznych

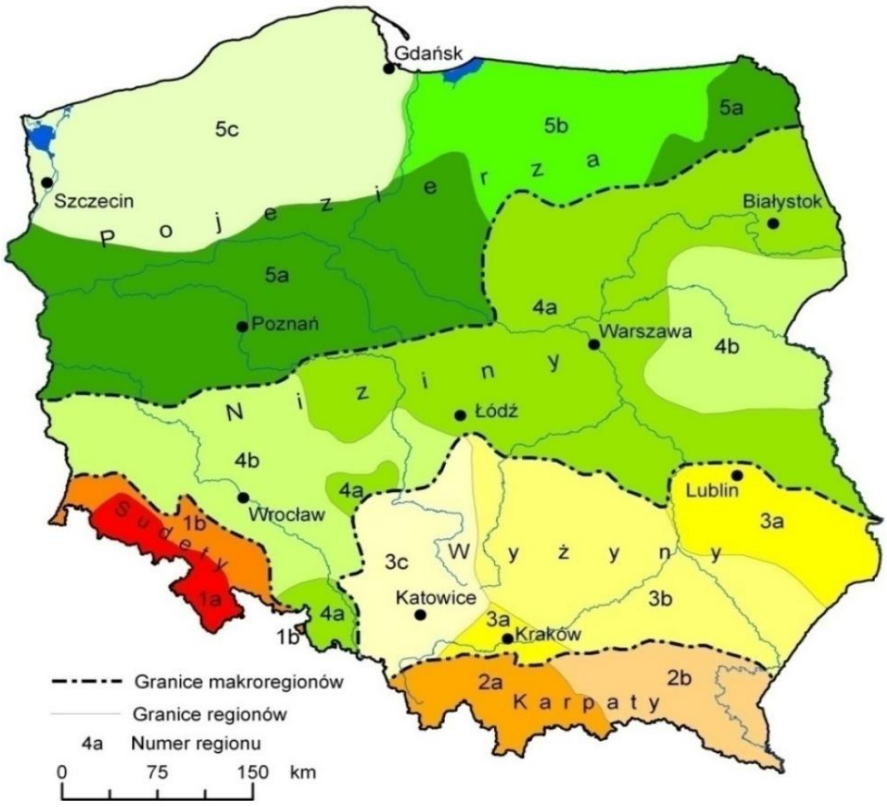
Wartości współczynników i parametrów tabelarycznych przyjęto zgodnie z „Aktualizacją metodyki obliczania przepływów i opadów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla zlewni kontrolowanych i niekontrolowanych oraz identyfikacji modeli transformacji opadu w odpływ". Rysunek M1 służy do identyfikacji współczynnika odpływu ϕ, natomiast mapa M2 do identyfikacji makroregionu i regionu hydrologicznego stosowanego przy doborze λp.

| Źródło metodyczne | Sposób doboru | Wartość przyjęta |
|---|---|---|
| Spadek zlewni $I_{r_1}$ | Hźr = 155,70 m n.p.m.; Hob = 145,20 m n.p.m.; L = 0,10 km | $I_{r_1}$ = (Hźr − Hob)/L = 105,00 ‰ |
| Wzór Iszkowskiego - SSQ | 0,25 — niziny i płaskie wysoczyzny; P = 550,0 mm | SSQ = 0,006409 $m^3/s$ |
| Wzory Iszkowskiego - SNQ/NNQ | 1,00 — grunty przepuszczalne: średnio przepuszczalne, roślinność normalna; v efektywne = 0,75 | SNQ = 0,001923; NNQ = 0,000961 $m^3/s$ |
| Metoda Kostrzewy - Qn | SSq = 4,36 → przejściowy i podgórski; A = 1,47 $km^2$ | k = 1,27; Qn = 0,002442 $m^3/s$ |
| Tab. B.1 - gleby | Piaski gliniaste: ϕ=0,35, A=1,47 $km^2$ | ϕ zastępczy = 0,35 |
| Tab. B.2 - szorstkość koryta | 11 - koryta nizinne, wyrównane dno | m = 11,00 |
| Tab. B.3 - szorstkość stoków | 0,15 - nierówne pastwiska, łąki, zabudowa >20% | $m_s$ = 0,15 |
| Mapa / dane opadu | $H_1$ należy odczytać z mapy albo danych opadowych zgodnie z metodyką | $H_1$ = 90,00 mm |
| Tab. B.4 - czas spływu | $\Phi_s$ = 31,9202; przedział 12,00-15,00 | $t_s$ = 287,00 min |
| Tab. B.6 - moduł $F_1$ | $\Phi_r$: 5,0-10,0; $t_s$: 150-200 min | $F_1$ = 0,053 |
| Tab. B.7 - jeziorność | JEZ = 0,00; przedział 0,00-0,05 | δJ = 1,00 |

| Źródło metodyczne | Sposób doboru | Wartość przyjęta |
|---|---|---|
| Mapa regionalizacji / Tab. B.8 | 4b - Niziny 4b | $\lambda_1$% = 1,000; f = 0,60 |




**Rys. M1. Współczynnik odpływu ϕ dla przepływów maksymalnych rocznych (opracowanie IMGW).**




**Mapa M2. Makroregiony i regiony Polski (opracowanie IMGW).**