

## Obliczenia możliwości poboru wody surowej z potoku Bednarka

Zgodnie z Warunkami korzystania z wód regionu Górnej Wisły przepływy maksymalne dla cieków o powierzchni zlewni poniżej 50km<sup>2</sup> wykonuje się Formułą opadową wg Stachy i Fał

$$Q_p = f * F_1 * \varphi * H_1 * A * \lambda_p * \delta_I$$

$Q_p$  – przepływ maksymalny roczny o prawdopodobieństwie wystąpienia p [m<sup>3</sup>/s],

f – bezwymiarowy współczynnik kształtu fali wynoszący dla naszego regionu 0,6,

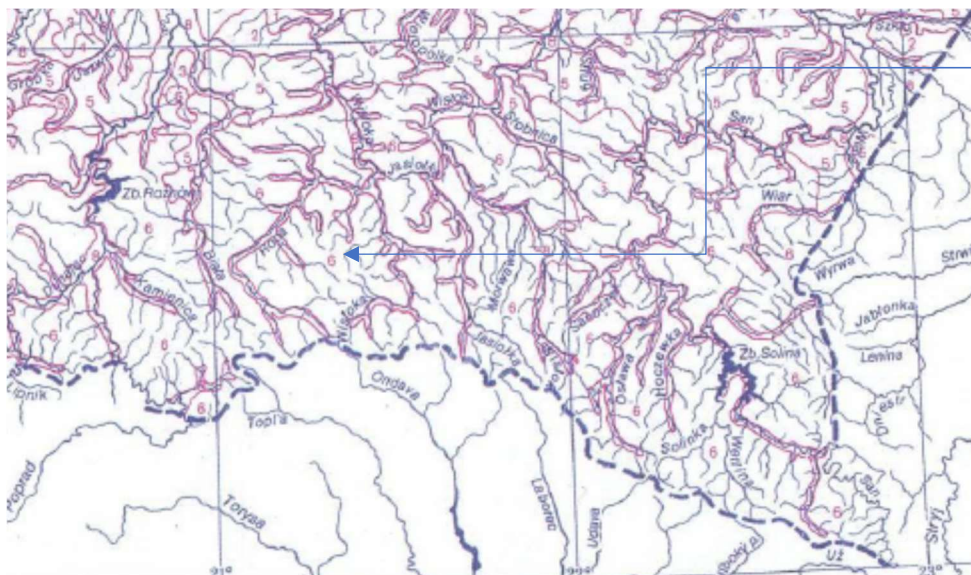
**f = 0,6**

$F_1$  - maksymalny moduł odpływu jednostkowego określony z tabeli 4.1 w zależności od hydromorfologicznej charakterystyki rzeki  $\Phi_r$  i czasu spływu po stokach  $t_{s,}$ ,

$\varphi$  – współczynnik odpływu przyjmowany w zależności od utworów glebowych wg. Czarneckiej,

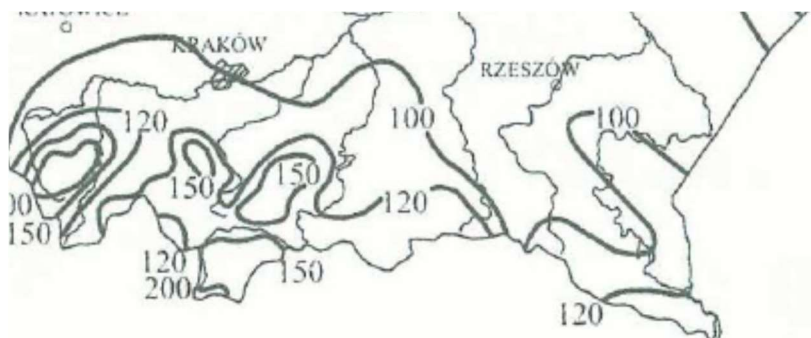
WSPÓŁCZYNNIK ODPŁYWU PRZEPŁYWÓW MAKSYMALNYCH					
1 : 1 000 000					
HALINA CZARNECKA					
1	$\varphi = 0,15$ Piaski luźne i żwiry	4	$\varphi = 0,50$ Gliny piaszczyste	7	$\varphi = 0,57$ Torfy
2	$\varphi = 0,25$ Piaski słabogliniaste	5	$\varphi = 0,55$ Lessy i pyły	8	$\varphi = 0,57$ Aluwia rzeczne
3	$\varphi = 0,35$ Piaski gliniaste	6	$\varphi = 0,88$ Gliny i ropy		

Lokalizacja  
ujęcia



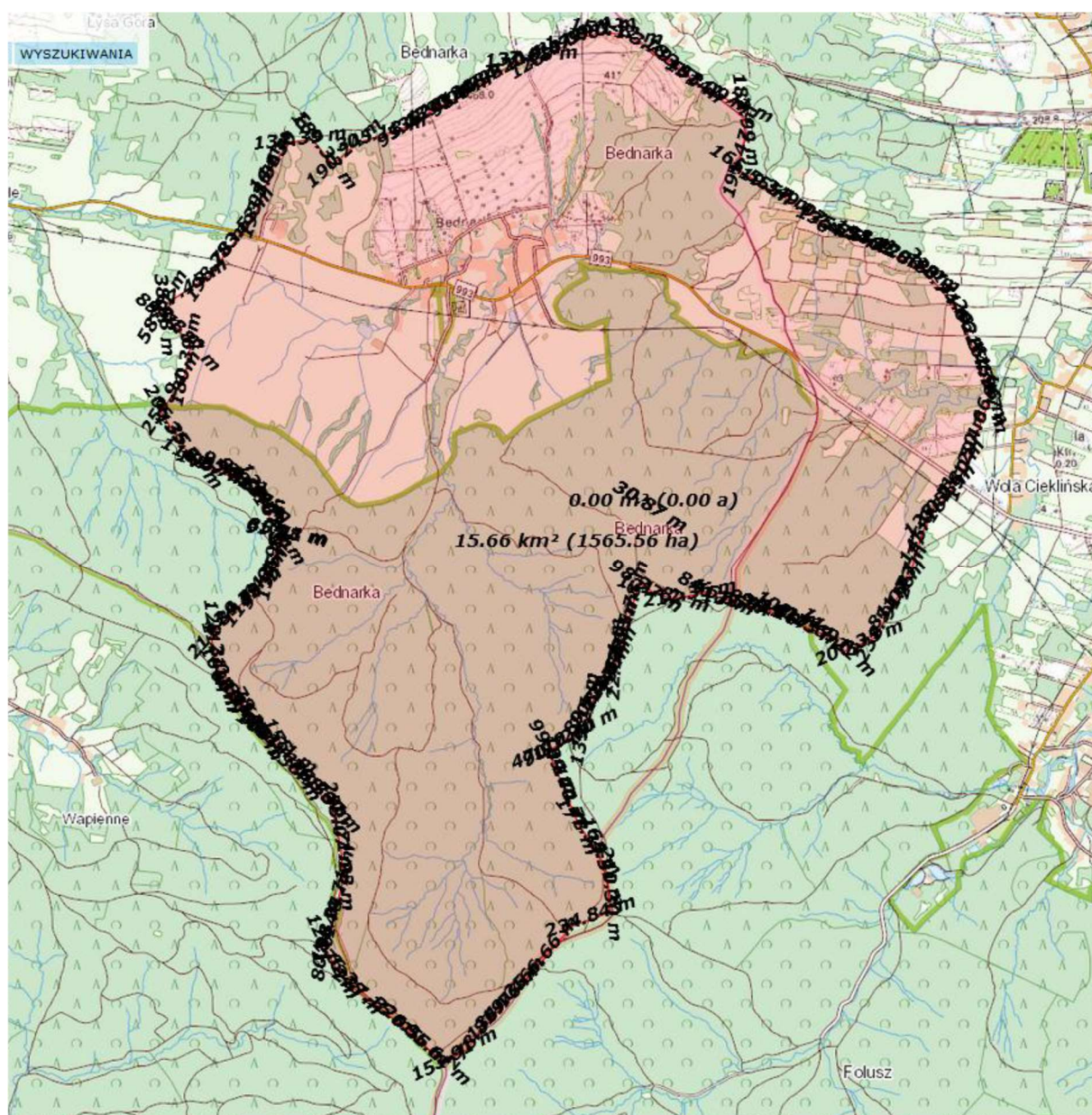
**$\varphi = 0,88$**

$H_1$  – maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1% odczytany z mapy nr 4,



**$H_1 = 100$**

**Zlewnia potoku Bednarka**



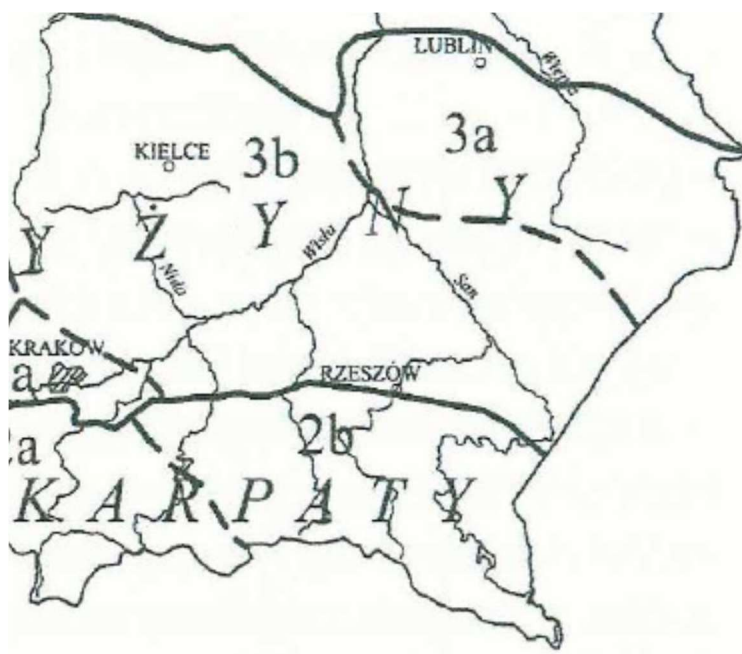
Powierzchnia zlewni do miejsca ujęcia wody

**$A=15,66 \text{ km}^2$**



$\lambda_p$  – kwantyl rozkładu zmiennej  $\lambda_p$  dla danego prawdopodobieństwa odczytany z tabeli 4.2 w zależności od regionu (mapa nr 2),

Makroregion	Region	Prawdopodobieństwo kwantyli (%)										
		0,1	0,2	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50
Sudety	1a	1,57	1,39	1,17	1,00	0,834	0,727	0,621	0,461	0,309	0,223	0,123
	1b	1,48	1,34	1,15	1,00	0,857	0,768	0,665	0,522	0,378	0,291	0,185
Karpaty	2a	1,54	1,37	1,16	1,00	0,843	0,745	0,636	0,482	0,334	0,248	0,145
	2b	1,46	1,32	1,14	1,00	0,860	0,776	0,674	0,536	0,394	0,310	0,205
Wyżyny	3a	1,56	1,38	1,17	1,00	0,835	0,727	0,622	0,464	0,312	0,227	0,128
	3b	1,43	1,30	1,13	1,00	0,867	0,787	0,694	0,558	0,420	0,341	0,234



**W naszym na pograniczu Karpaty 2b**

$\delta_j$  – współczynnik redukcji jeziornej, odczytany z tabeli 4.3 w zależności od wskaźnika jeziorności,

**w przypadku braku jezior**

$\delta_j = 1$ ,

**Określenie maksymalnego modułu odpływu jednostkowego  $F_1$**

1) **Określenie hydromorfologicznej charakterystyki koryta cieków wg poniższego wzoru:**

$$\Phi_r = \frac{1000 \cdot (L + l)}{m \cdot I_{rl}^{1/3} \cdot A^{1/4} (\varphi \cdot H_1)^{1/4}}$$

**$L + l$  – długość cieków wraz z suchą doliną do działu wodnego - 9,4 [km]**

Długość suchej doliny jest odległością mierzona wzdłuż osi doliny od źródła cieku w górę do przecięcia doliny z działem wodnym

m – miara szorstkości koryta (tabela 4.4)

Kategoria koryta rzeki	Przeciętna charakterystyka koryta i tarasu zalewowego na całej długości rzeki od źródeł do przekroju zamykającego	Współczynnik m
1	Koryta stałych i okresowych rzek nizinnych o stosunkowo wyrównanym dnie	11
2	Koryta stałych i okresowych rzek wyżynnych meandrujących o częściowo nierównym dnie	9
3	Koryta stałych i okresowych rzek górskich o bardzo nierównym otoczkowo-kamienistym dnie	7

**W naszym przypadku m = 7,**

$I_H$  - uśredniony spadek cieku wynoszący **0,6 \*  $I_r$  = 46,14**

$I_r$  – określony wg wzoru

$$I_r = \frac{W_g - W_d}{L + l} [\text{‰}]$$

$W_g$  – wzniesienie działu wodnego w punkcie przecięcia się osi suchej doliny około **745 mnpm**,

$W_d$  – wzniesienie przekroju obliczeniowego około **311,25 mnpm**,

**$I_r = 27,68 \text{ ‰}$**

**$\Phi_r = 73,1$**

**Określenie czasu spływu po stokach  $t_s$  [min]**

**Interpolacja**

$\Phi_s$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	15,0
$t_s$ min	2,4	5,2	8,2	11,0	16,0	20,0	31,0	43,0	58,0	74,0	93,0	113	140	190	287

Określenie wartości  $\Phi_s$  wg wzoru:

$$\Phi_s = \frac{\left(1000 \cdot \bar{l}_s\right)^{1/2}}{m_s \cdot I_s^{1/4} (\varphi \cdot H_1)^{1/2}}$$

$L_s$  – średnia długość stoków określona ze wzoru:

$$\bar{l}_s = \frac{1}{1.8 \cdot \rho} \quad [km]$$

$\rho$  – gęstość sieci rzecznej obliczona jako iloraz sumy długości  $\Sigma (L+l)$  wszystkich cieków wraz z ich suchymi dolinami i powierzchni  $A$  zlewni

$$\rho = \frac{\Sigma(L+l)}{A} \quad [km^{-1}]$$

**$\Sigma (L+l) = 32,97 \text{ km}$  (32 cieków wodnych)**

$$\rho = 2,13 \text{ km}^{-1}$$

$m_s$  – miara szorstkości stoków

Charakterystyka powierzchni stoków	Współczynnik $m_s$
Powierzchnia gładka (asfalt, beton)	0,50
Powierzchnia gruntowa ubita, splantowana	0,30
Powierzchnia dobrze zaorana i zbronowana, powierzchnie wybrukowane w osiedlach zabudowanych w 20%	0,25
Powierzchnie nierówne (kępkowe) pastwiska, łąki oraz powierzchnie w osiedlach o zabudowie ponad 20%	0,15
Powierzchnie leśne	0,10

$$m_s = 0,1$$

Określenie średniego spadku stoków  $I_s$

$$I_s = \frac{\Delta h \cdot \Sigma k}{A} \quad [\text{‰}]$$

$\Delta h$  – różnica wysokości dwóch sąsiednich warstw wg powyższej mapy ze zlewnią - 100[m],

$\Sigma k$  – suma długości warstw w zlewni - 26,85 km - 400mnpm – 12,15km, 500mnpm - 9,0km, 600mnpm – 4,5 km i 700mnpm - 1,2km,

$A$  – powierzchni zlewni 15,66 [km<sup>2</sup>]

Średni spadek stoków należy wyznaczyć następująco:

- określić wzniesienie najwyższego punktu w zlewni  $W_{\max}$  i wzniesienie przekroju obliczeniowego  $W_d$
- w przedziale wysokości  $W_{\max} - W_d$  wybrać od 3 do 5 równoległych warstw, przy czym najwyższa musi być bliska wzniesieniu  $W_{\max}$  a warstwica najniższa bliska wzniesieniu  $W_d$

$$I_s = 173,79 \text{ ‰}$$

$$\Phi_s = 4,74$$

$\Phi_s$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	15,0
$t_{s \min}$	2,4	5,2	8,2	11,0	16,0	20,0	31,0	43,0	58,0	74,0	93,0	113	140	190	287

$$t_s = 39,84 \text{ min}$$

$$\Phi_r = 73,1$$

$F_1$  = maksymalny moduł odpływu jednostkowego określony z tabeli 4.1 w zależności od hydromorfologicznej charakterystyki rzeki  $\Phi_r$  i czasu spływu po stokach  $t_s$ ,

Obszar kraju z wyłączeniem Tatr i wysokich gór ( $H < 700$  m n. p. m.)

czas spływu ts	hydromorfologiczna charakterystyka koryta $\Phi_r$																	
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	180	200	250	300	350
10	0,305	0,200	0,1280	0,0930	0,0720	0,0565	0,0460	0,0385	0,0345	0,0305	0,0265	0,0212	0,0165	0,0134	0,0119	0,0098	0,0083	0,0073
30	0,170	0,140	0,1040	0,0815	0,0645	0,0510	0,0428	0,0360	0,0322	0,0282	0,0249	0,0203	0,0162	0,0132	0,0116	0,0097	0,0083	0,0072
60	0,120	0,104	0,0830	0,0665	0,0540	0,0444	0,0380	0,0330	0,0300	0,0267	0,0238	0,0195	0,0155	0,0127	0,0114	0,0096	0,0082	0,0071
100	0,090	0,081	0,0665	0,0545	0,0456	0,0386	0,0336	0,0300	0,0274	0,0246	0,0220	0,0185	0,0152	0,0123	0,0112	0,0094	0,0081	0,0071
150	0,067	0,062	0,0526	0,0445	0,0380	0,0336	0,0300	0,0270	0,0247	0,0224	0,0204	0,0174	0,0142	0,0118	0,0109	0,0092	0,0079	0,0069
200	0,053	0,050	0,0433	0,0380	0,0337	0,0300	0,0272	0,0250	0,0228	0,0209	0,0192	0,0165	0,0136	0,0115	0,0107	0,0090	0,0077	0,0068

$$F_1 = 0,0339$$

**Określenie wielkości przepływów charakterystycznych w potoku Bednarka na wysokości ujęcia**

Q1%	Q2%	Q3%	Q5%	Q10%	Q20%	Q30%	Q50%	Q0,5%
27,67	23,80	21,47	18,65	14,83	10,90	8,58	5,67	31,54
Karpaty 2b	0,86	0,776	0,674	0,536	0,394	0,31	0,205	1,14

### Określenie przepływu niskich i nienaruszalnego

#### Obliczenie przepływów charakterystycznych na potoku Bednarka w miejscu ujęcia wody w km 17+500

Obliczenia wykonano zgodnie z obowiązującymi warunków korzystania z wód regionu wodnego Górnej Wisły określonych w rozporządzeniu nr 4 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie -

Powierzchnia zlewni do miejsca poboru – 15,66 km<sup>2</sup>

Określenie rodzaju charakteru zlewni:

**a) średnia wysokość zlewni (H) – 528,1 mnpm**

- źródła – 745mnpm
- miejsce poboru – 311,25 mnpm,
- odległość od przekroju w miejscu poboru do najdalej położonych źródeł zlewni – 9,4 km

**b) umowny spadek potoku  $I = (745 - 311,25) / 9400 = 46,14 \%$**

#### **Wniosek**

**Typ zlewni górski gdyż  $H >$  powyżej 470 mnpm**

Dla niniejszych parametrów przyjmujemy tok obliczeń jak dla zlewni górskiej.

$$SNQ = 10^{-3} * SNq * A$$

gdzie:

$$SNq = 0,00807 * H^{1,21815} * P^{0,1722} * I^{0,3273} * N^{-1,0504}$$

A – powierzchni zlewni do przekroju poboru wody – 15,66 km<sup>2</sup>,

P – opad średnio roczny w zlewni – 800 mm,

N – wskaźnik nieprzepuszczalności gleby [%] – 70

I – 46,14 ‰

Otrzymane wartości:

$$SNq = 2,138 \text{ l/(s*km}^2\text{)}$$

$$SNQ = 10^{-3} * SNq * A = 33,5 \text{ dm}^3/\text{s}$$

### Określenie przepływu nienaruszalnego

Obliczenia przepływu nienaruszalnego w potoku Bednarka w km 17+500 w miejscowości Wola Cieklińska Wielka (stanowiącego dopływ, dopływu rzeki Ropa). W miejscu ujęcia wody nie prowadzi się pomiarów wodowskazowych stanu wody w potoku. Przepływy charakterystyczne określono na podstawie wytycznych zawartych w Warunkach Korzystania z Wód Regionu Wodnego Górnej Wisły.

Wartość przepływu nienaruszalnego (Qn) jest określona jako iloczyn współczynnika „k” zależnego od typu hydrologicznego cieku i wielkości średniego niskiego przepływu (SNQ).

Wartości współczynnika „k” od typu hydrologicznego cieku

Tabela 1.1. Wartości współczynnika k w zależności od typu hydrologicznego rzeki

Typ hydrologiczny rzeki	Prędkość miarodajna Vm [m/s]	Odptyw jednostkowy q = (SSQ / A) · 1000 [l/(s·km <sup>2</sup> )]	Powierzchnia zlewni [km <sup>2</sup> ]	Współczynnik k [-]
nizinny	0,20	q < 4,15	< 1 000	1,00
			1 000 – 2 500	0,58
			> 2 500	0,50
przejściowy i podgórski	0,25	4,15 ≤ q ≤ 13,15	< 500	1,27
			500 – 1 500	0,77
			1 500 – 2 500	0,52
			> 2 500	0,50
górski	0,30	q > 13,15	< 300	1,52
			300 – 750	1,17
			750 – 1 500	0,76
			1 500 – 2 500	0,55
			> 2 500	0,50

Określenie przepływu średniorocznego

Zgodnie z wytycznymi Warunkach Korzystania z Wód Regionu Wodnego Górnej Wisły dla małych zlewni niekontrolowanych należy obliczyć wzorem Punzeta:

$$SSQ = 10^{-3} * SSq * A$$

gdzie:

$$SSq = 0,00001151 * P^{2,05576} * I^{0,0647} * N^{-0,04435} = 11,35 [l/(s * km^2)]$$

$$SSQ = SSq * A = 11,37 [l/(s * km^2)] * 15,66 km^2 = 177,73 l/s = 15\,355,9 m^3/dobę$$

Określenie typu hydrologicznego potoku  $SSq < 13,15 [l/(s * km^2)]$

Typ zlewni przejściowy i podgórski dla zlewni o powierzchni poniżej 500 km<sup>2</sup> wartość współczynnika  $k = 1,27$

Określenie przepływu nienaruszalnego

$$Q_n = SNQ * k$$

gdzie:

$$SNQ = 33,5 dm^3/s$$

Wobec powyższego

$$Q_n = SNQ * k = 33,5 l/s * 1,27 = 42,5 l/s$$

**Określenie przepływów charakterystycznych niskich na wysokości ujęcia w oparciu o wytyczne opracowane przez RZGW Kraków**

	Q gw 90% [m <sup>3</sup> /s]	Q gw 70%[m <sup>3</sup> /s]	Q gw 50%[m <sup>3</sup> /s]
Wielkość przepływu charakterystycznego	<b>0,0464</b>	<b>0,0710</b>	<b>0,1084</b>
Współ. przeliczeniowy	0,2609	0,3997	0,6099
Przepływ nienaruszalny [m <sup>3</sup> /s]	<b>0,0425</b>	<b>0,0425</b>	<b>0,0425</b>
Przepływ dyspozycyjny [m <sup>3</sup> /s]	<b>0,0038</b>	<b>0,0285</b>	<b>0,0659</b>
Ilość dni trwania przepływu w roku	329	256	183
Przepływ dyspozycyjny [m <sup>3</sup> /godz.]	<b>13,837</b>	<b>102,646</b>	<b>237,138</b>
Przepływ dyspozycyjny [m <sup>3</sup> /dobę]	<b>332,096</b>	<b>2463,494</b>	<b>5691,302</b>



## **Wnioski**

W przypadku wystąpienia przepływu  $Q$  gw 90% [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] występującego 329 dni w roku przepływ dyspozycyjny możliwy do pobrania z potoku Bednarka w miejscu istniejącego ujęcia tj. w km 17+500 w/w ciekę z zachowaniem przepływu nienaruszalnego wynosi około **332  $\text{m}^3/\text{dobę}$** .

W przypadku wystąpienia przepływu  $Q$  gw 70% [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] występującego 256 dni w roku przepływ dyspozycyjny możliwy do pobrania z potoku Bednarka w miejscu istniejącego ujęcia tj. w km 17+500 w/w ciekę z zachowaniem przepływu nienaruszalnego wynosi około **2463  $\text{m}^3/\text{dobę}$** .

W przypadku wystąpienia przepływu  $Q$  gw 50% [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] występującego 183 dni w roku przepływ dyspozycyjny możliwy do pobrania z potoku Bednarka w miejscu istniejącego ujęcia tj. w km 17+500 w/w ciekę z zachowaniem przepływu nienaruszalnego wynosi około **5691  $\text{m}^3/\text{dobę}$** .

### **Uwaga:**

**Wykorzystano w opracowaniu materiały udostępnione przez PGW WP Nadzór Jasło.**