

*Bernard Gałka, Daniel Ochman, Paweł Jezierski*

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

## REŻIM HYDROLOGICZNY RZEKI SMORTAWY W WARUNKACH ZMIENNEGO PIĘTRZENIA

### THE HYDROLOGIC REGIME OF SMORTAWA RIVER BY CHANGES OF DAMMING UP

**Słowa kluczowe:** reżim hydrologiczny, krzywa konsumpcyjna, budowle piętrzące.

**Streszczenie:** Aby powstrzymać niekorzystne zmiany spowodowane wadliwą regulacją rzeki Smortawy, będącej prawobrzeżnym dopływem Odry, wybudowano na jej 5+050 km jaz ruchomy „Hanna”. Wcześniej Smortawa nie była kontrolowana, a opisywano ją przez analogię hydrologiczną z rzeką Widawą (wodowskaz Michalice). Celem pracy jest przedstawienie reżimu wodnego rzeki Smortawy w warunkach zmiennego piętrzenia. Aby osiągnąć zamierzony cel autorzy wykonali pomiary hydrometryczne.

**Key words:** hydrological regime, consumcional curve, piling up construction.

**Abstract:** To hold back the unfavourable changes caused by defective regulation of the Smortawa river, which is the right-bank tributary of Odra river, there was built the movable weir “Hanna” on her 5+050 km. Earlier the Smortawa river wasn't controlled and it was described by a hydrological analogy to Widawą river (water-gauge Michalice). The goal of investigations is to show hydrological regime of the Smortawa river in changing piling up conditions. To reach the intentional aim authors did hydrometric measurements.

#### WSTĘP

Rzeka Smortawa, o długości 39,0 km, jest prawobrzeżnym dopływem Odry. Źródła jej położone są na wysokości 175 m n.p.m. w okolicach wsi Świerczów, na południowy wschód od Namysłowa. Do Odry uchodzi w 223+350 km jej biegu na wysokości 124 m n.p.m. Jest to rzeka typowo nizinna o powierzchni zlewni 442,2 km<sup>2</sup>, charakteryzująca się małymi spadkami. Obszar zlewni obejmuje część pradoliny wrocławsko-magdeburskiej. Geologicznie obszar ten leży w obrębie monokliny wrocławskiej, jego głębsze podłoże budują utwory permu, triasu i trzeciorzędu. Na powierzchni występują tylko utwory czwartorzędowe o zmiennej miąższości [Szpila 1978; Gospodarka..., 1993].

Rzeka Smortawa płynie głównie wśród lasów i łąk. Dolna część zlewni położona jest na obszarze projektowanego Parku Krajobrazowego „Dolina Odry II”. Na terenie zlewni oraz w jej okolicach znajduje się wiele rezerwatów przyrody [Adynkiewicz-Piragas, 1999, 2000].

Dla ekologów i wędkarzy Smortawa ma wiele zalet, ponieważ posiada czyste wody, a w szerokich rozlewiskach i na ich brzegach znalazło schronienie szereg gatunków zwierząt [Jankowski i in., 1992].

Aby powstrzymać niekorzystne zjawiska związane z wadliwą regulacją Smortawy (obniżenie się poziomu wód gruntowych, przesuszenie terenów przyległych), w 1992 r. wybudowano w Janikowie jaz ruchomy „Hanna” na 5+050 km. Wybudowanie stopnia piętrzącego powoduje z reguły zakłócenie równowagi dynamicznej koryta rzeki, której towarzyszą odpowiednie zmiany warunków hydrogeologicznych doliny, a w szczególności zmiany stanu wód podziemnych i kierunków odpływu [Kowalski, 1978; Parzonka i in., 1993]. Zmiany te najczęściej polepszają warunki powietrzno-wodne na przyległym terenie oraz zwiększają zdolność retencyjną rzeki i doliny [Bajkowski, 1998].

Należy zaznaczyć, że rzeka Smortawa nie była wcześniej kontrolowana a opisywano ją przez analogię hydrologiczną z rzeką Widawą (wodowskaz Michalice) [Ochman, 2001]. Celem pracy jest przedstawienie reżimu wodnego rzeki Smortawy w warunkach zmiennego piętrzenia.

## METODYKA BADAŃ

W ramach niniejszej pracy wykonano następujące pomiary hydrometryczne:

- stany wód (przy pomocy łąt wodowskazowych oraz limnigrafu tygodniowego),
- prędkości przepływu (punktowe pomiary prędkości w poszczególnych punktach przekroju hydrometrycznego za pomocą młynka hydrometrycznych GR-21),
- natężenie przepływu (metoda pośrednia).

Pomiary te prowadzono w przekroju hydrochemicznym Janików w km 7+105 ( $A=404 \text{ km}^2$ ). Pomiary stanów wód na badanym odcinku rzeki Smortawy prowadzone były także w innych miejscach niż przekrój w Janikowie. Należą do nich następujące przekroje wodowskazowe: jaz ruchomy „Hanna” (km 5+050); mnich wpustowy powyżej stopnia drewnianego (km 8+076); most w Bystrzycy Oławskiej (km 9+500); jaz stały (km 9+678).

Metody pośrednie pomiaru przepływu stosowane w pracy, polegają na pomiarze elementów, od których jest on uzależniony. Takimi elementami są: prędkość przepływu (pomiar za pomocą młynka hydrometrycznego) oraz powierzchnia przekroju poprzecznego koryta. Natężenie przepływu oblicza się ze znanego z hydrauliki wzoru:

$$Q = v_s \cdot F \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

gdzie:

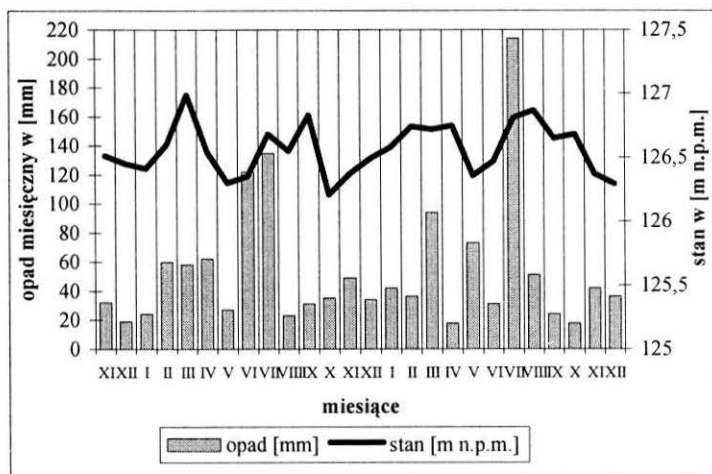
$Q$  – natężenie przepływu [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ],

$v_s$  – prędkość średnia wody w przekroju [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ],  
 $F$  – powierzchnia przekroju poprzecznego koryta [ $\text{m}^2$ ].

W badaniach hydrologicznych wykorzystano również pomiary takich elementów meteorologicznych, jak: opady atmosferyczne i temperatura powietrza mających wpływ na stan wód, natężenie przepływu, parowanie oraz inne elementy bilansu wodnego badanego terenu. Badania przeprowadzono w okresie IV 1999 – XII 2000.

## WYNIKI BADAŃ

Średnie roczne stany wód w okresie badawczym różniły się od siebie nieznacznie, w roku hydrologicznym 1998/1999 średni roczny stan wynosił 98 cm, natomiast w roku 1999/2000 był wyższy i wynosił 107 cm. Maksymalny stan wód zarejestrowano na przełomie lutego i marca 1999 r. i osiągnął wartość 200 cm. W roku hydrologicznym 1999/2000 najwyższy stan obserwowano w okresie letnim i wynosił 158 cm. Najniższe stany to odpowiednio: dla roku 1998/1999 – 48 cm, dla roku 1999/2000 – 53 cm. W roku 1998/1999 opady kumulowały się w marcu i lipcu powodując dwa charakterystyczne wezbrania wód (wiosenne i letnie). Podobna sytuacja miała miejsce w kolejnym roku badań (rys. 1).



Rys. 1. Średnie miesięczne stany wód w przekroju wodowskazowym Janików (km 7+105) na tle miesięcznych opadów w zlewni rzeki Smortawy w latach hydrologicznych 1998/1999 i 1999/2000

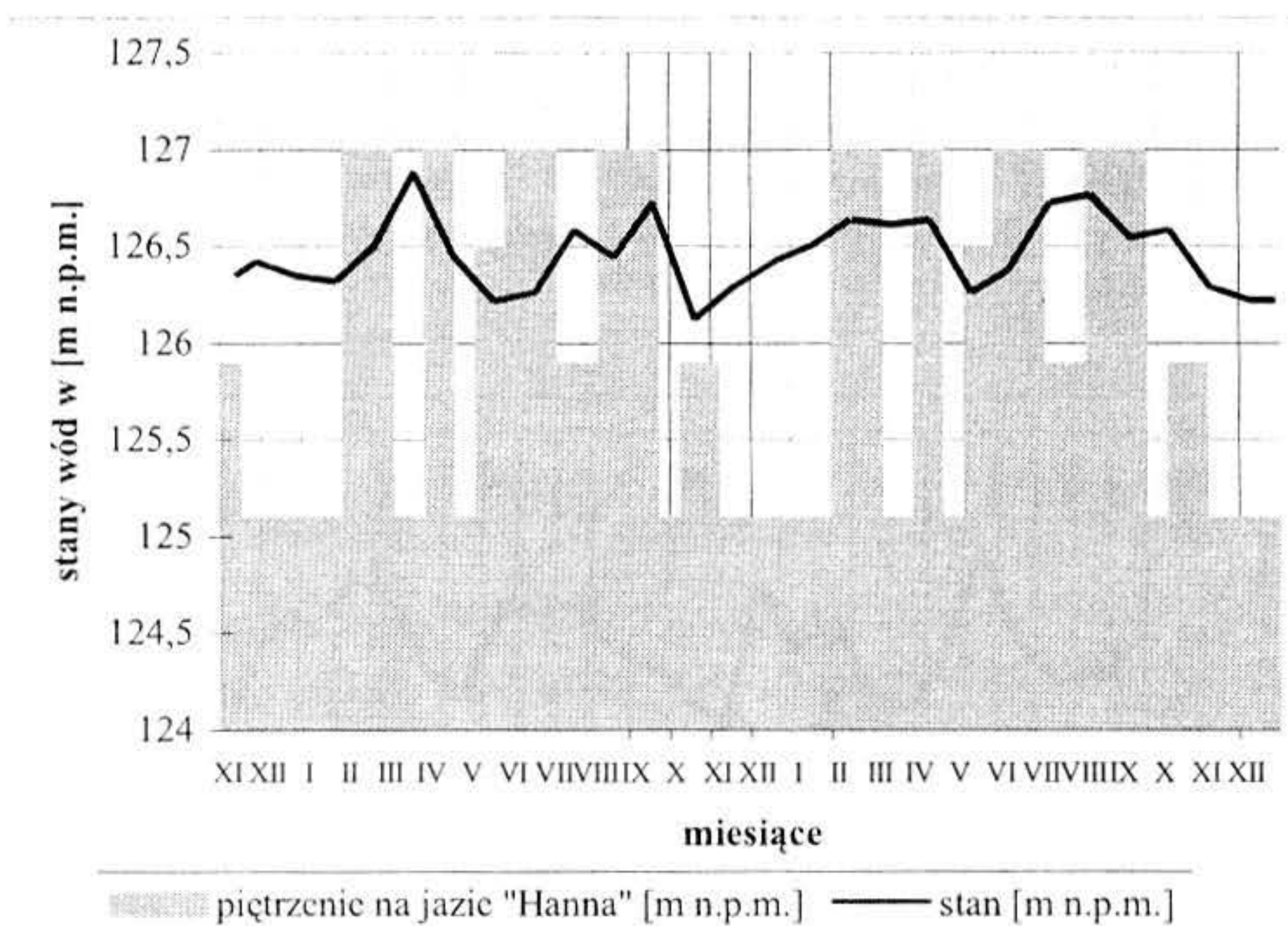
Należy pamiętać, że stany wód w przekroju Janików były okresowo podpiętrzone przez jaz „Hanna” (km 5+050). Na podstawie wzoru Rühlmana obliczono piętrzenie w tym przekroju pomiarowym:

$$i/H = \Phi(Z/H) - \Phi(z/H)$$

gdzie:

- i** – spadek dna koryta [m],
- H** – normalne napelnienie koryta [m],
- l** – odległość od początku cofki do badanego przekroju [m],
- Z** – spiętrzenie na początku cofki [m],
- z** – spiętrzenie na badanym przekroju [m].

Z obliczeń wynika, że przy spiętrzeniu wody na jazie „Hanna” na wysokość 127,00 m n.p.m. spiętrzenie **z** w przekroju Janików wynosi 0,7 m, przy spiętrzeniu 126,50 m n.p.m. – 0,28 m. Piętrzenia niższe nie mają wpływu na stany wód w przekroju. Terminy piętrzeń na jazie „Hanna”, ich wysokość oraz średnie miesięczne stany wód na tle zmiennego piętrzenia przedstawiono na rysunku 2.



**Rys. 2. Średnie miesięczne stany wód w przekroju wodowskazowym Janików (km 7+105) na tle zmiennego piętrzenia na jazie „Hanna” (km 7+105) w latach hydrologicznych 1998/1999 i 1999/2000**

Pomiary natężenia przepływu wykonywane były okresowo w przekroju hydrochemicznym Janików (km 7+105). Ponieważ przekrój pomiarowy znajdował się pod wpływem zmiennego piętrzenia na jazie „Hanna”, trudno było znaleźć jednoznaczność zależności między stanem wód i prędkością przepływu, a tym samym między stanem i natężeniem przepływu. W celu prawidłowego przedstawienia zależności stany zredukowano o wysokość spiętrzenia w przekroju pomiarowym (km 7+105). Zredukowane stany wraz z pomierzonymi przepływami naniesiono na wykres (krzywa konsumpcyjna) a następnie skonstruowano zależność (rys. 3):

$$Q = 0,1672 H^2 + 9,2694 H - 302,62 \quad [l \cdot s^{-1}]$$

gdzie:

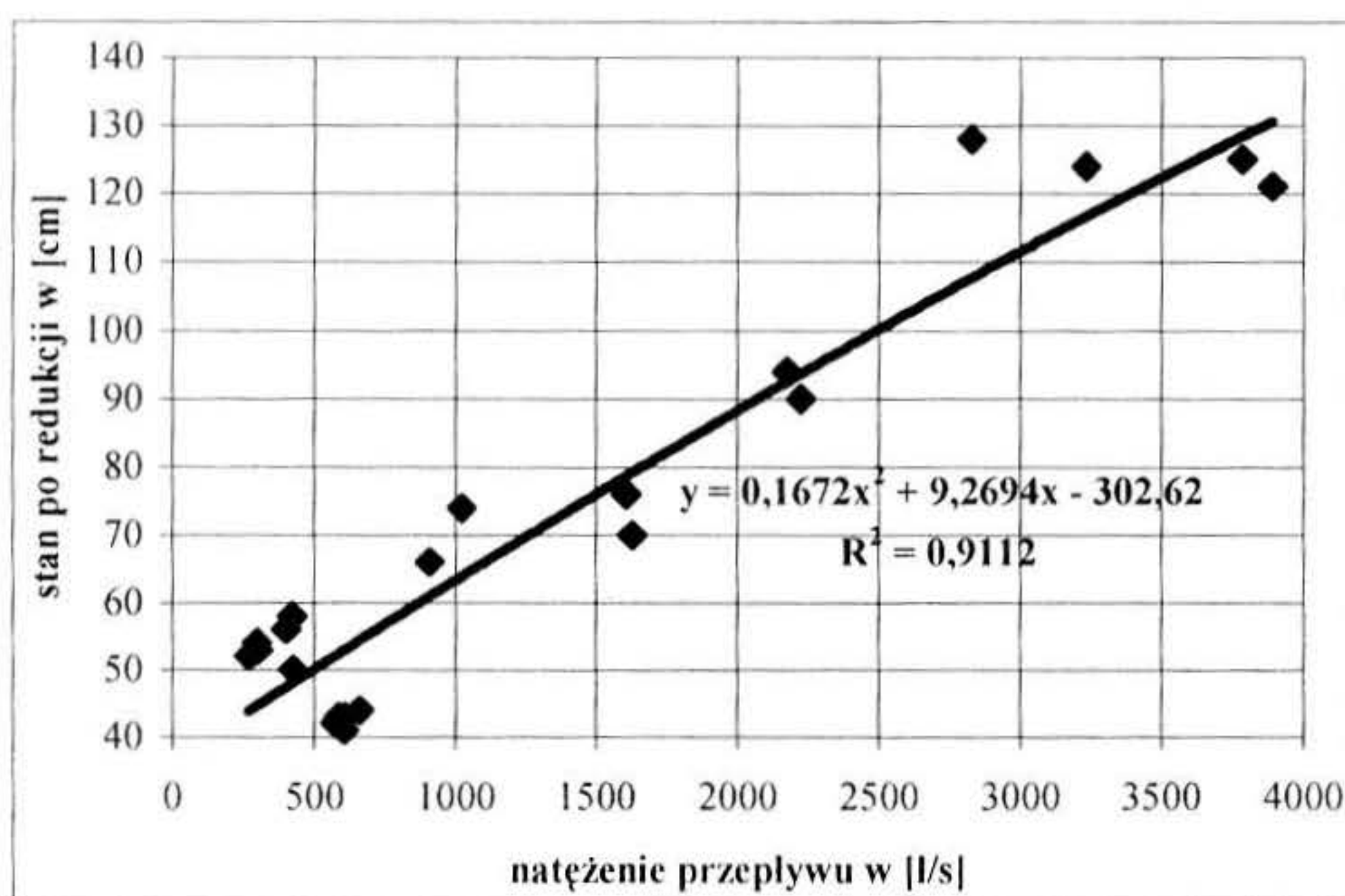
**Q** – natężenie przepływu w  $[l \cdot s^{-1}]$ ,

**H** – stan wody w  $[cm]$ .

Na podstawie powyższego równania znając średnie stany wód oraz powierzchnię zlewni można było obliczyć średni przepływ, średni sływ jednostkowy, wskaźnik odpływu oraz odpływ miesięczny (tab. 1).

**Tabela 1. Średnie miesięczne zredukowane stany, przepływy, sływy jednostkowe, odpływy oraz wskaźniki odpływu w przekroju pomiarowym Janików (km7+105) w okresie badawczym kwiecień 1999 – grudzień 2000**

Miesiące	Średni stan po redukcji [cm]		Średni przepływ $[l \cdot s^{-1}]$		Średni sływ jednostkowy $q = Q/A$ $[l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}]$		Średni odpływ $V = Q \cdot 86400 \text{ t}$ $[mln \text{ m}^3]$		Średni wskaźnik odpływu $H = V/A$ $[mm]$	
Kwiecień	39		313		0,78		0,812		2	
Maj	47		502		1,24		1,302		3	
Czerwiec	40		336		0,83		0,870		2	
Lipiec	95		2087		5,17		5,409		13	
Sierpień	51		605		1,50		1,568		4	
Wrzesień	92		1965		4,86		5,094		13	
Październik	66		1037		2,57		2,689		7	
Listopad	82		1582		3,92		4,100		10	
Grudzień	94		2046		5,06		5,303		13	
Styczeń	103		2426		6,00		6,288		16	
Luty	49		553		1,37		1,433		4	
Marzec	99		2254		5,58		5,842		14	
Kwiecień	50		579		1,43		1,500		4	
Maj	53		658		1,63		1,706		4	
Czerwiec	46		478		1,18		1,238		3	
Lipiec	108		2649		6,56		6,865		17	
Sierpień	68		1101		2,72		2,852		7	
Wrzesień	58		797		1,97		2,067		5	
Październik	85		1693		4,19		4,389		11	
Listopad	82		1582		3,92		4,100		10	
Grudzień	74		1299		3,22		3,367		8	
Średnia okres	71		1264		3,31		3,276		8	
Wartości ekstremalne	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
	39	108	313	2649	0,78	6,56	0,812	6,865	2	17



**Rys. 3. Wykres krzywej konsumpcyjnej, po redukcji stanów wód, dla rzeki Smortawy w przekroju pomiarowym Janików (km 7+105), w okresie badawczym kwiecień 1999 – grudzień 2000**

Średnie natężenie przepływ w okresie badawczym wynosiło  $1264 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ , przy czym najmniejszy, średni miesięczny przepływ odnotowano w kwietniu i czerwcu 1999 r., wynosił on odpowiednio  $313 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  oraz  $339 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ . Najwyższy przepływ wystąpił w lipcu i marcu 2000 r. –  $2649 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  i  $2254 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  (tab. 1). Najmniejsza wartość średniego miesięcznego spływu jednostkowego wynosiła  $0,78 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$  (kwiecień 1999), najwyższa  $6,56 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$  (lipiec 2000). Średnia dla okresu badawczego wynosiła  $3,31 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$  (tab. 1). Maksymalny odpływ miesięczny wynosił  $6,865 \text{ mln m}^3$  (lipiec 2000), minimalny  $0,812 \text{ mln m}^3$  (kwiecień 1999), przy średnim odpływie z całego okresu wynoszącym  $3,276 \text{ mln m}^3$  (tab. 1). Średni miesięczny wskaźnik odpływu wynosił  $8 \text{ mm}$ . Najwyższy wskaźnik wynosił  $17 \text{ mm}$  (lipiec 2000), najniższy  $2 \text{ mm}$  (kwiecień i czerwiec 1999) (tab. 1).

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

1. Reżim hydrologiczny rzeki Smortawy jest zakłócony poprzez zabudowę hydrologiczną. Zmiany piętrzenia na jazie „Hanna” (km 5+050) powodują wahania stanów wód i natężenia przepływu.
2. Obliczone w latach siedemdziesiątych przepływy Smortawy w oparciu o analogię hydrologiczną dla zlewni rzeki Widawy nie odzwierciedlają rzeczywistych przepływów w rzece Smortawie, ponieważ nie uwzględniają zmiennych warunków wywołanych podpiętrzeniem wód.
3. Jeżeli na cieku znajduje się posterunek wodowskazowy, dla którego istnieje krzywa konsumpcyjna i są dane hydrometryczne, to obliczenia stanów i

przepływów charakterystycznych, a zatem i rozporządzalnych zasobów wodnych są możliwe i zgodne lub przynajmniej bliskie rzeczywistości.

## LITERATURA

- ADYNKIEWICZ-PIRAGAS M., 1999: Badanie wpływu czynników antropogenicznych na ekosystem rzeki Smortawy. VI Konferencja Naukowa. Diagnozowanie stanu środowiska, metody badawcze – prognozy. Bydgoszcz, 98–107.
- ADYNKIEWICZ-PIRAGAS M., 2000: Wpływ inwestycji hydrotechnicznych na ekosystem rzeki Smortawy. Rozprawa doktorska. Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska. Akademia Rolnicza we Wrocławiu. (maszynopis).
- BAJKOWSKI S., 1998: Wpływ budowli wodnych na warunki tlenowe w rzece. Przyrodnicze i techniczne problemy gospodarowania wodą dla zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich. Przegląd Naukowy SGGW. Warszawa, 145–152.
- GOSPODARKA ZASOBAMI WODNYMI DORZECZA GÓRNEJ I ŚRODKOWEJ ODRY, 1993: Praca zbiorowa. Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu.
- JANKOWSKI W., WERTELNIK E., STAJSZCZYK M., 1992: Ocena stanu środowiska przyrodniczego na aktualizację studium przedprojektowego. Dolina rzeki Smortawy. Instytut Ochrony Środowiska. Wrocław.
- KOWALSKI J., 1978: Prognozowanie zmian warunków hydrogeologicznych dolin rzecznych. Zagadnienia hydrologiczne, hydrogeologiczne i ochrony wód rzeki Odry. Sesja naukowa PAN. Wrocław, 195–199.
- OCHMAN D., 2001: Wpływ budowli piętrzących na warunki tlenowe w rzece Smortawie. Praca magisterska. Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska. Akademia Rolnicza we Wrocławiu. (maszynopis).
- PARZONKA W., KEMPIŃSKI J., GŁOWSKI R., 1993: Ocena wpływu geometrii koryta rzeki Odry i sposobu eksploatacji jazu w Brzegu Dolnym na warunki erozji namulów z górnego stanowiska. Konferencja Naukowo – Techniczna „Odra i jej dorzecze”. Inżynieria Środowiska IV. Zeszyty naukowe AR nr 233. Wrocław, 57–65.
- SZPILA D., 1978: Chemizm wód podziemnych w utworach pradoliny okolic Oławy. Zagadnienia hydrologiczne, hydrogeologiczne i ochrony wód rzeki Odry. Sesja naukowa PAN. Wrocław, 201–212.