

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LXV, 1

SECTIO B

2010

Zakład Hydrografii Instytut Nauk o Ziemi UMCS, Lublin

ZDZISŁAW MICHALCZYK, SŁAWOMIR GŁOWACKI,
WOJCIECH SOBOLEWSKI

*Wezbrania i niżówki w dorzeczu Ciemiegi**

Floods and low flows in the Ciemiegi River basin

Słowa kluczowe: przepływ wezbraniowy, przepływ niżówkowy, mała zlewnia, Wyżyna Lubelska

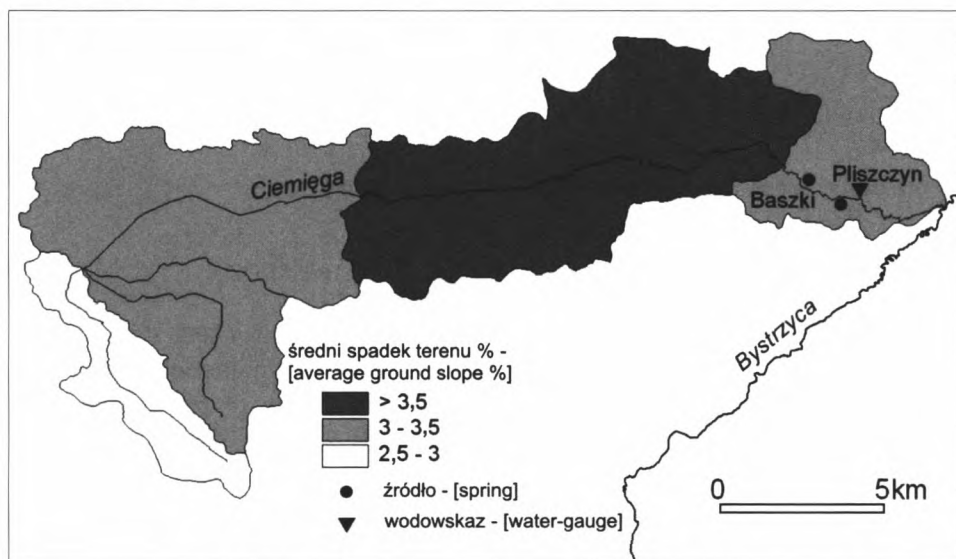
Key words: floods, low flow, small catchment, Lublin Upland

ŚRODOWISKO GEOGRAFICZNE DORZECZA

Dorzecze Ciemiegi, o powierzchni 157,1 km², położone jest w środkowej części północnego skraju Wyżyny Lubelskiej, w obrębie północno-wschodniej części jej subregionu Płaskowyżu Nałęczowskiego. Jego obszar przylega do granic administracyjnych Lublina, a część zlewni znajduje się już w obrębie aglomeracji lubelskiej. Położenie i urozmaicona rzeźba terenu oraz walory przyrodnicze sprzyjają intensywnej zabudowie tego obszaru. Z uwagi na nasilającą się presję gospodarczą i rekreacyjną na zlewnię Ciemiegi rozpoczęto w roku 1994 w dolnym biegu rzeki obserwacje wodowskazowe oraz pomiary natężenia przepływu (Michalczyk i in. 1997), które miały pozwolić na udokumentowanie dynamiki zasobów wody. Celem pracy jest analiza zmienności przepływu Ciemiegi wraz z wyznaczeniem charakterystyk okresów wezbrań i niżówek, a także obliczenie wartości maksymalnych przepływów rocznych o określonym prawdopodobieństwie występowania.

* Praca wykonana w ramach grantu PBZ-KBN-086/PO4/2003.

Dorzecze Ciemięgi jest rozciągnięte równoleżnikowo na 30 km, przy szerokości w górnej jego części do 10 km, a w środkowej i dolnej tylko 3–6 km (ryc. 1). Rzeka bierze początek na wysokości 226 m n.p.m. z niewielkich wypływów wód podziemnych w Motyczu Leśnym. W górnym odcinku jej bieg został wyprostowany, a dno doliny o szerokości od 500 do 1000 m jest pocięte gęstą siecią rowów odwadniających. W tej części Ciemięga przyjmuje jedynie niewielki dopływ, tzw. Strugę Tomaszowicką. Charakter rzeki zmienia się w odcinku środkowym i dolnym, gdyż poniżej Jastkowa dolina zwęża się, przybierając charakter przełomu o szerokości dna od 200 do 300 m (Michalczyk, Turczyński 1988). Spadki podłużne doliny rzecznej w górnym odcinku nie osiągają 1‰, a w dolnym nieco przekraczają 2‰. Pod jej krawędziami, lub przy korycie, istnieją liczne źródła oraz wypływy nieskoncentrowane, stale i równomiernie zasilające Ciemięgę wodami podziemnymi. Rzeka po 41 km biegu wprowadza swe wody do Bystrzycy w Sobianowicach na wysokości około 160 m n.p.m.

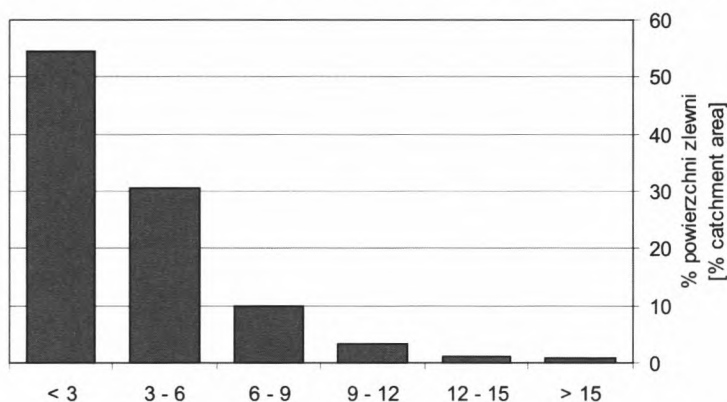


Ryc. 1. Położenie i spadki terenu w dorzeczu Ciemięgi

Location and ground slope in the Ciemięga basin

Warunki odpływu i krążenia wody w dorzeczu wynikają głównie z budowy geologicznej, rzeźby i czynników meteorologicznych. Podłoże skalne budują margle i opoki górnego masyfów oraz zalegające na nich paleoceńskie gezy i wapienie margliste. Skąły te są lokalnie przykryte piaskami i mułkami kwarcowymi oligocenu, na których spoczywają piaski, piaski gliniaste ze żwirami oraz

glina zwałowa (Harasimiuk, Henkiel 1982). W obszarach wierzchwinowych zalegają na niej osady lessu, osiagające miąższość od kilku do 25 m, na których wytworzyły się urodzajne gleby zajęte przez grunty orne. W strefach krawędzi, lub w obszarach o większych spadkach, lessy są głęboko porozcinane przez spływające wody, co doprowadziło do wytworzenia sieci wąwozów, których zbocza porastają drzewa i krzewy. Natomiast wąskie dno doliny, zajęte przez łąki, budują holocenijskie namuły, mady i torfy. W strukturze użytkowania ziemi dominują grunty orne, gdyż łąki zajmują jedynie 6,5%, a lasy zaledwie 2,4% powierzchni dorzecza. Spadki terenu, które decydują o szybkości spływu wody, największe wartości osiagają w środkowej części dorzecza, a najmniejsze w zlewni źródłowej (ryc. 1). Na obszarze 62% dorzecza spadki są wyższe od 3%, a w niektórych partiach terenu spadki przekraczają nawet 15% (ryc. 2).



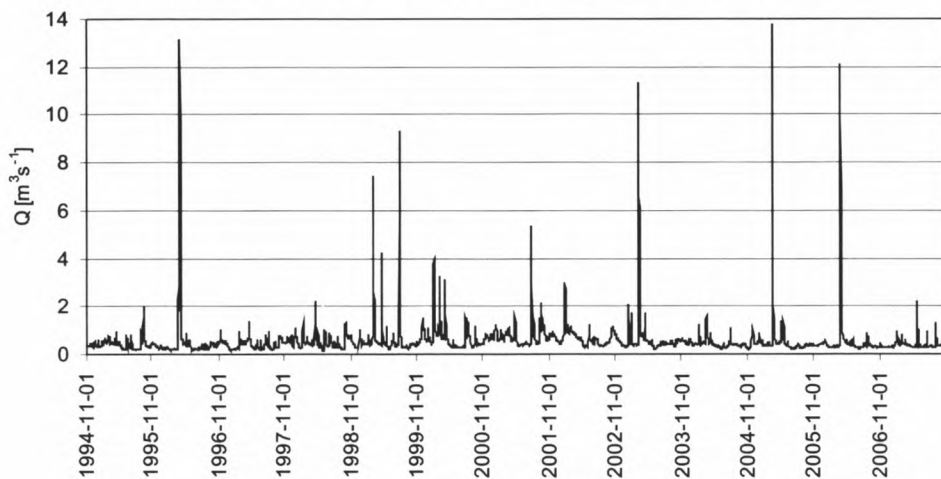
Ryc. 2. Udział powierzchni zlewni w przedziałach spadku terenu w %
Share of the catchment area in ground slope interval (%)

W dnie doliny rzecznej zwierciadło wody głównego poziomu występuje na niewielkich głębokościach, a w strefach wierzchwinowych grubość strefy aeracji zwiększa się do 30–45 m. Na przeważającej części dorzecza istnieje jeden zbiornik wodonośny, obejmujący skały piętra kredowego, paleocenijskiego i czwartorzędowego. Są to wody warstwowo-szczelinowe, o swobodnym zwierciadle, którego położenie nawiązuje do rzędnej dna doliny Ciemiegi. Drenujący charakter rzeki i doliny przejawia się w dość dużym zasilaniu Ciemiegi wodami podziemnymi oraz w istnieniu 52 źródeł (Michalczyk, Reder 1993). Uzupełnianie zasobów wód podziemnych następuje w procesie infiltracji. W roku przeciętnym suma opadów wynosi około 590 mm, z czego na półrocze zimowe przypada 210 mm, a na letnie 380 mm. Korzystne warunki do zatrzymywania wody w gruncie są w półroczu chłodnym, którego zasilanie decyduje

o zasobach podziemnych dorzecza. Wysoki spływ powierzchniowy pojawia się w okresie intensywnych roztopów, następujących przy zamrożonym gruncie oraz po bardzo wysokich opadach letnich.

PRZEPŁYWY CHARAKTERYSTYCZNE W LATACH 1995–2007

Odptyw z dorzecza oraz przepływy charakterystyczne obliczono na podstawie obserwacji wodowskazowych i pomiarów przepływu, rozpoczętych w październiku 1994 roku z inicjatywy pracowników Zakładu Hydrografii UMCS. Profil hydrometryczny, zlokalizowany w ujściowym odcinku rzeki w miejscowości Pliszczyn, zamyka niemal całą zlewnię Ciemięgi o powierzchni 152,1 km² (ryc. 1). W latach 1995–2005 odczyty stanów wody wykonywane były raz lub dwa razy dziennie, a od roku 2006 automatyczne urządzenie rejestruje stany wody co 10 minut. Oprócz przepływu rzeki systematycznie mierzono wydajności wybranych źródeł, które w okresach bezdeszczowych decydują o zasobach wodnych dolnego biegu Ciemięgi. Dobowe wartości przepływu, dokumentujące rozkład i wielkość odprowadzanej wody, zestawiono na ryc. 3.



Ryc. 3. Dobowe przepływy w profilu Pliszczyn w okresie 1 XI 1994–3 X 2007

Daily discharges at Pliszczyn water gauge from 1st November, 1994 to 31st October, 2007

W okresie 1995–2007 średni przepływ Ciemięgi w profilu Pliszczyn miał wartość 0,545 m³·s⁻¹, co odpowiada odpływowi jednostkowemu 3,59 dm³·s⁻¹·km⁻² i wskaźnikowi odpływu 113,0 mm. Średnie roczne przepływy zmieniały się od 0,741 m³·s⁻¹ w roku 2001 do 0,376 m³·s⁻¹ w roku 2007, zatem roczna zmienność przepływu wynosi prawie 2. Układ wartości miesięcznych

przepływów wskazuje na wieloletnie zmiany zasobności wodnej dorzecza. Świadczy o tym utrzymywanie się w latach 1995–1997 przepływów na dość niskim poziomie. W kolejnych latach stwierdzano powolny wzrost zasobów wodnych od roku 2001, a od roku 2002 ponowny ich spadek. Układ wartości wskazuje na wieloletnie zmiany przepływów, na które nakładają się zmiany sezonowe wynikające ze spływów roztopowych oraz wzrostu zasobów podziemnych w okresie półrocza chłodnego. Najwyższe przepływy przypadają na marzec i kwiecień, natomiast najniższe na czerwiec. Praktycznie w każdym roku przepływy średnie półrocza letniego były niższe niż w miesiącach półrocza chłodnego. Współczynnik nieregularności przepływu ($Q_{\max}$ do $Q_{\min}$) osiągnął wartość 103.

Przepływy charakterystyczne zestawione w tab. 1 dokumentują występowanie wezbrań praktycznie we wszystkich miesiącach, z tym że te bardzo wysokie pojawiają się w okresie roztopów wiosennych i po wysokich opadach letnich. Najczęstsze były wezbrania wiosenne, rzadziej letnie. Największe z nich wystąpiły w latach 1996, 1999, 2003, 2005 i 2006. Natomiast w latach 1995, 1997, 1998, 2004 i 2007 przepływy wezbraniowe były niewielkie. Najniższy roczny wysoki przepływ NWQ miał wartość $1,37 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a najwyższy WWQ $13,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Tab.1. Przepływy charakterystyczne Ciemiegi w profilu Pliszczyn w latach 1995–2007 ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
Characteristic discharges of the Ciemiega at Pliszczyn water gauge in years 1995–2007 ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Rok
NNQ	0,216	0,187	0,147	0,134	0,176	0,276	0,202	0,140	0,165	0,154	0,182	0,230	0,134
SNQ	0,383	0,334	0,303	0,392	0,421	0,433	0,281	0,229	0,256	0,268	0,267	0,337	0,213
SSQ	0,509	0,490	0,502	0,609	0,904	0,809	0,432	0,371	0,470	0,411	0,450	0,495	0,545
SWQ	0,749	0,748	0,982	1,150	4,443	2,691	0,867	0,706	1,766	0,757	0,881	0,668	6,264
WWQ	1,061	1,565	3,020	3,952	13,80	13,18	2,200	1,287	9,300	1,586	2,125	1,301	13,80

NNQ – najniższy przepływ, SNQ – średni niski przepływ, SSQ – przepływ średni, SWQ – średni wysoki przepływ, WWQ – najwyższy przepływ

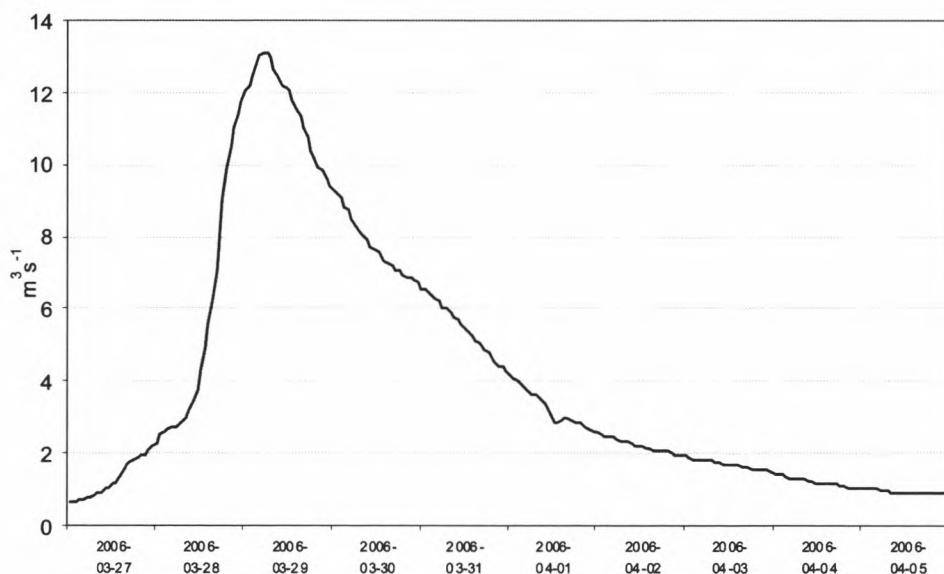
NNQ – lowest discharge, SNQ – average low discharge, SSQ – average discharge, SWQ – average high discharge, WWQ – highest discharge

Najniższe przepływy stwierdzano w styczniu i lutym, a także w maju i czerwcu, a więc w okresie zamrożonego gruntu lub wysokich potrzeb wodnych roślin. Minimalne odpływy jednostkowe były wysokie, gdyż tylko sporadycznie spadały poniżej $1,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Decyduje o tym duże zasilanie wodami podziemnymi piętra kredowego, głównie w środkowym i dolnym biegu

rzeki. Najwyższe roczne minimum WNQ osiągnęło wartość $0,35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a NNQ obniżył się do $0,134 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Minimalne przepływy półrocza zimowego były zwykle wyższe niż w miesiącach letnich.

PRZEPŁYWY WEZBRANIOWE I NIŻÓWKOWE

Skrajne wartości przepływów Ciemięgi w latach 1995–2007 zmieniały się w dużym przedziale wartości. Najwyższy dobowy przepływ $13,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ zarejestrowano 19 marca 2005 r., niewiele niższy $13,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w kwietniu 1996 r. Najniższy przepływ $0,134 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pojawił się 14 lutego 1996 r., jest to wielkość odpływu jednostkowego $0,92 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. W okresie wysokich wezbrań spływy jednostkowe osiągały wartości $70\text{--}90 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, a w czasie głębokich niżówek spadały tylko nieco poniżej $1,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Przykład godzinowych zmian przepływów Ciemięgi w Pliszczynie, opracowany na podstawie rejestracji stanów co 10 minut, podano na ryc. 4. Najwyższa część wykresu (powyżej $11,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) została uzupełniona na podstawie obserwacji stanów i wskazań innych limnigrafów w dorzeczu Bystrzycy. Było to wezbranie roztopowe, podbudowane wysokimi opadami deszczu, które w dniu maksymalnego przepływu (29 marca) miały wartość 18 mm, a w okresie 27–30 marca 35 mm.



Ryc. 4. Wezbranie Ciemięgi w Pliszczynie w dniach 27 III–5 IV 2008

Floods of the Ciemiega at Pliszczyna water gauge from 27th March to 5th April, 2008

Do analizy codziennych wartości przepływu Ciemiegi użyto programu IHA (*Indicators of Hydrologic Alteration*), który umożliwia obliczenie i wizualizację kilkudziesięciu wskaźników hydrologicznych charakteryzujących reżim rzeczny. W analizie wykorzystano wskaźniki należące do grupy EFC (*Environmental Flow Components*). Analiza oparta na wskaźnikach EFC polega na wydzieleniu na hydrogramie codziennych przepływów pięciu tzw. środowiskowych komponentów odpływu ze zlewni rzecznej. Są to: przepływy ekstremalnie niskie (*extreme low flows*), przepływy niskie (*low flows*), impulsy wysokiego przepływu (*high flow pulses*) oraz dwie grupy przepływów ekstremalnie wysokich (nazywanych w programie IHA małymi i wielkimi powodziąmi – *small floods* i *large floods*).

W wyniku przeprowadzonych prób obliczeń zostały ustalone parametry prawidłowego wydzielenia komponentów odpływu dla Ciemiegi. Przyjęto, że granicą wydzielenia przepływów niżówkowych będzie wartość $0,35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, co odpowiada najwyższemu niskiemu przepływowi (WNQ). Przepływy o wartości niższej od $0,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ zostały potraktowane jako ekstremalnie niskie – wartość zbliżona do przepływu SNQ. Jako impulsy wysokiego przepływu zakwalifikowano wszystkie leżące powyżej wartości Q_{99} oraz te, które leżą powyżej Q_{75} i ich przyrost dobowy jest większy niż 25% albo spadek dobowy jest większy niż 15% wartości przepływu z poprzedniego dnia. Spośród tak zdefiniowanych impulsów wysokiego przepływu wydzielone zostały przepływy ekstremalnie wysokie, czyli te, których maksimum przekroczyło wartość progową, ustaloną na $1,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, co odpowiada najniższemu rocznemu wezbraniu oraz częstotliwości pojawiania się takich zjawisk co około 1,2 roku.

Na podstawie analizy dobowych przepływów ustalono między innymi średnie i skrajne roczne wartości jako wielkości przepływów ekstremalnych wysokich i niskich, czasu trwania tych zjawisk, dnia (w roku kalendarzowym) wystąpienia maksimum lub minimum oraz częstości, czyli liczby wystąpień zjawisk ekstremalnych w roku hydrologicznym. Dla przepływów ekstremalnie wysokich ustalone zostało także średnie tempo przyrostu i opadania fali wezbraniowej w poszczególnych latach hydrologicznych (tab. 2).

Wartości zestawione w tab. 2 doskonale charakteryzują dynamikę zmian przepływów w dolnym biegu Ciemiegi. Wysokie wezbrania najczęściej rejestrowane były w okresie roztopów, które pojawiały się od stycznia do kwietnia. Ich czas trwania wynosił kilka, sporadycznie kilkanaście dni. W okresie lata wysokie wezbrania pojawiały się rzadziej, trwały krócej, a przepływy maksymalne i objętość wezbrania były niższe. W czasie największych wezbrań stwierdzano bardzo duże spływy wody, które stanowiłyby istotne zagrożenie dla budowli hydrotechnicznych i towarzyszących im zbiorników wody. Wynika to

Tab. 2. Wysokie wezbrania Ciemgi w Pliszczynie w latach 1995–2007 i ich parametry
 High floods of the Ciemgi at Pliszczyn water gauge in the years 1995–2007 and their parameters

Lp. No.	Rok Year	Dzień wystąpienia Q max w roku kalendarzowym Day of occurrence Q max in calendar year	$Q_{\max}$ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	Maks. odpływ jednostkowy Max specific runoff ($\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$)	Czas trwania dni Duration days	Objętość wezbrania tys. m^3 Capacity of the flood (thousands m^3)	Tempo wzrostu $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na dobę Rate of increasing ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ per day)	Tempo spadku $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na dobę Rate of decreasing ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ per day)
1	1995	261	2,00	13	5	454	0,53	-0,34
2	1996	98	13,2	87	17	5322	3,48	-1,56
3	1997	109	1,37	9	3	141	0,37	-0,31
4	1998	112	2,23	15	6	477	0,42	-0,46
5	1999	64	7,46	49	9	3433	1,37	-1,04
6	1999	112	4,25	28	7	1232	1,27	-0,74
7	1999	209	9,30	61	5	2147	4,46	-2,01
8	2000	38	3,95	26	12	2188	0,60	-0,47
9	2000	70	3,25	21	4	592	0,98	-0,63
10	2000	99	3,15	21	8	986	0,80	-0,38
11	2001	208	5,35	35	9	1431	0,82	-1,09
12	2001	263	2,12	14	4	457	0,50	-0,22
13	2002	29	3,02	20	8	1286	0,40	-0,31
14	2003	16	2,06	14	5	393	0,79	-0,33
15	2004	80	1,58	10	9	552	0,20	-0,18
16	2003	72	11,4	75	8	3682	3,65	-1,67
17	2005	78	13,8	91	9	3307	6,65	-1,60
18	2006	88	12,1	80	10	3694	3,88	-1,59
19	2007	145	2,20	14	3	303	0,95	-0,65

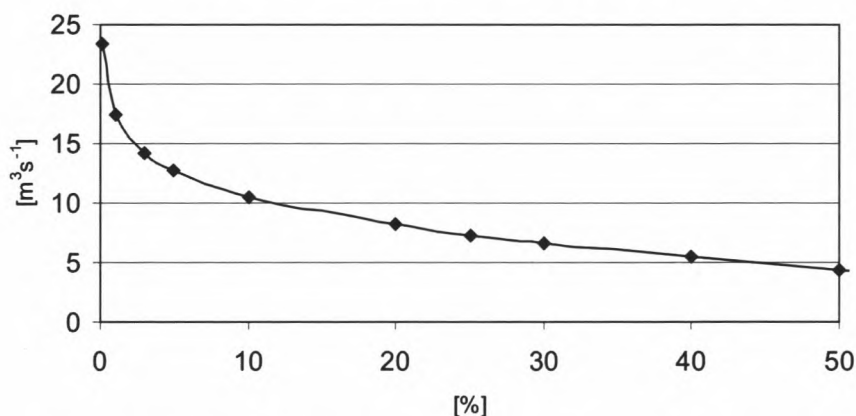
również z transportowania przez wody dużej ilości zawiesiny pochodzącej z erozji lessów. Objętość pojedynczych wezbrań, z wyłączeniem odpływu gruntowego, zmieniała się od 141 tys. m^3 do 5332 tys. m^3 , przy czym większe spływy występowały w czasie wezbrań roztopowych. Zwraca także uwagę dynamika przyrostu przepływów, wskazująca na gwałtowne pojawianie się wysokich wartości. W czasie wezbrania w roku 2005 dobowy przyrost przepływu wynosił aż $6,65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (tab. 2), co potwierdza gwałtowny przebieg wezbrania roztopowego. Natomiast najwyższe dobowe spadki przepływu wezbraniowego dochodziły do $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Do obliczenia prawdopodobieństwa pojawiania się wezbrań wykorzystano informacje o rocznych przepływach maksymalnych, zestawione z lat 1995–2007 wraz z uzupełnieniem danymi z lat 1981–1991. Prawdopodobieństwo pojawienia się maksymalnych przepływów na Ciemiedze zostało obliczone przy użyciu metody Fostera (Czetwertyński 1958). W tym celu sporządzono statystyczny ciąg rozdzielczy obejmujący maksymalne roczne wartości przepływu i ustalono wartość średnią z przepływów maksymalnych oraz stosunek kolejnych przepływów ciągu rozdzielczego do przepływu średniego (K). Następnie obliczono współczynniki zmienności (C_v) i asymetrii (C_s) według wzorów:

$$C_v = \sqrt{\frac{\Sigma(K-1)^2}{n-1}} \quad C_s = \frac{\Sigma(K-1)^3}{(n-1) \cdot C_v^3}$$

gdzie: K – stosunek kolejnych przepływów w ciągu rozdzielczym do przepływu średniego; n – liczba wyrazów ciągu rozdzielczego.

Dla wyznaczonego współczynnika asymetrii $C_s = 0,96$ na podstawie tablicy Fostera drogą interpolacji liniowej ustalono wartości odchyłeń Φ rzędnych krzywej kumulacyjnej od wartości średniej $K_0 = 1$ (przy $C_v = 1$) dla poszczególnych procentów prawdopodobieństwa, a następnie obliczono odchylenia dla rozpatrywanego przypadku ($C_v = 0,82$) i odpowiadające im wartości natężenia przepływu (ryc. 5). Z przedstawionego wykresu wynika, że można spodziewać się co drugi rok przepływów na poziomie $4,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, co 10 lat około $10,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a co 25 lat $13,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, czyli w wysokości zbliżonej do zarejestrowanej w latach 1996 i 2005. Woda o prawdopodobieństwie 1% (tzw. stuletnia) została obliczona



Ryc. 5. Wartości maksymalnych przepływów rocznych Ciemiegi w Pliszczynie o określonym prawdopodobieństwie pojawiania się

Maximal values of annual discharges of the Ciemiega at Pliszczyn water gauge with determined probability of occurrence

jako $17,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Wskazuje to na celowość zachowania rolniczego charakteru użytkowania dna doliny Ciemiegi, gdyż jego zabudowa może przynieść duże straty powodziowe.

Wielkość przepływów niżówkowych bezpośrednio wiąże się z zasilaniem rzeki wodami podziemnymi. W dorzeczu Ciemiegi zasilanie to jest mocno zróżnicowane, w górnej części niewielkie, a w dolnej znaczące – dzięki dopływowi wody z zasobnego kredowo-trzeciorzędowego pietra wodonośnego. Związek hydrauliczny między wodami podziemnymi i powierzchniowymi został w ostatnich latach nieco zmodyfikowany poprzez budowę dużej liczby małych stawów w środkowym biegu rzeki. Zbiorniczki te, zasilane wodami gruntowymi, niekiedy wypływającymi w źródłach, przyczyniają się do zwiększenia strat wody. W okresach posusznych przepływy Ciemiegi w górnym biegu są niewielkie. Rzeka radykalnie zwiększa swój przepływ w strefie wydajnych źródeł znajdujących się w Baszkach, które dostarczają ponad 2/3 objętości przepływu niżówkowego w dolnym jej biegu. Jest to efekt względnie stałego zasilania rzeki wodami podziemnymi. Do podobnego wniosku prowadzi analiza czasu trwania przepływów i wartości przepływów okresowych (Michalczyk i in. 2007). Analiza składowych odpływu pokazuje, że bazowy odpływ podziemny (długookresowy) dostarcza 30%, odpływ podziemny (krótkookresowy) 27%, a odpływ hypodermiczny 25% odpływu całkowitego. Na spływ powierzchniowy pozostaje tylko 18% masy wody (Michalczyk i in. 2007).

Zestawiony w tab. 3 czas trwania przepływów niżówkowych wskazuje na dużą jego zmienność w okresie obserwacji. Zwraca uwagę mała liczba zdarzeń w latach 2000–2003, w czasie wysokich opadów i wysokich stanów wód podziemnych. Natomiast w roku 1977 przepływy niżówkowe wystąpiły w ciągu 145 dni. Łącznie zarejestrowano 120 okresów wystąpienia przepływów niżówkowych, które pojawiły się w 842 dniach, czyli w 18% dni okresu 1995–2007. Po przyjęciu granicznej wartości $0,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ jako przepływu bardzo niskiego stwierdzono jego wystąpienie tylko w 221 dniach, z tym że przepływy takie nie były rejestrowane w latach 2000–2002 i w roku 2007. Minimalne odpływy jednostkowe tylko sporadycznie nie osiągały $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

PODSUMOWANIE

Zebrane informacje dotyczące reżimu zasilania podziemnego oraz zmian przepływów Ciemiegi wskazują na długookresowe zmiany zasobów wodnych dorzecza. Zagadnienie to jest niezwykle ważne dla oceny możliwych do wykorzystania zasobów wodnych, które znajdują się na peryferiach aglomeracji lubelskiej. Ilość płynącej wody w latach hydrologicznie suchych jest bardzo

Tab. 3. Przepływy niżówkowe Ciemięgi w Pliszczynie w latach 1995–2007
 Low flows of the Ciemięga at Pliszczyn water gauge in the years 1995–2007

Rok Year	Średni przepływ niżówkowy Average low flow ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Niżówkowy odpływ jednostkowy Low specific runoff ($\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$)	Łączny czas trwania dni Duration days	Objętość niżówki tys. m^3 Capacity of low flow (thousands m^3)
1995	0,285	1,88	49	275
1996	0,312	2,05	77	253
1997	0,221	1,45	145	1616
1998	0,254	1,67	90	746
1999	0,272	1,79	90	606
2000	0,296	1,95	35	163
2001	0,350	2,30	1	0
2002	0,335	2,20	18	23
2003	0,319	2,10	24	64
2004	0,319	2,10	65	174
2005	0,327	2,15	50	99
2006	0,284	1,87	96	547
2007	0,310	2,04	102	353

mała, gdyż w kilku kolejnych miesiącach odpływ jednostkowy może nie osiągać $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{km}^2$. Natomiast w czasie wysokich wezbrań odpływy jednostkowe wzrastają do $50\text{--}90 \text{ dm}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{km}^2$. W czasie gwałtownych wezbrań rejestruje się szybkie przyrosty przepływu, a masa odpływającej wody wynosi kilka milionów metrów sześciennych. Są to duże ilości wody obciążonej zawiesiną lessową, których energia może wyrządzić wielkie szkody w przypadku zabudowy dna doliny Ciemięgi. Prezentowane materiały stanowią istotne przesłanki do projektowania zabudowy inżynierskiej nie tylko doliny Ciemięgi, ale również innych dolin rzek Wyżyny Lubelskiej oraz regionów o zbliżonych warunkach fizjograficznych.

LITERATURA

- Czetwertyński E., 1958: Hydrologia. Wyd. Arkady, Warszawa, 364.
 Harasimiuk M., Henkiel A., 1982: Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski a. Lublin. Wyd. Geol., Warszawa.
 Michalczyk Z., Reder E., 1993: Dorzecze Ciemięgi, [w:] Źródła zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. Lublin, 143–151.

- Michalczyk Z., Chmiel S., Głowacki S., Zielińska B., 1997: Ocena zasobów wodnych dorzecza Ciemięgi, [w:] Efekty proekologicznego zagospodarowania zlewni rzeki Ciemięgi Wyd. LFOŚN, IMiBR AR w Lublinie, 21–36.
- Michalczyk Z., Głowacki S., Zielińska B., 2007: Zasoby wodne dorzecza Ciemięgi, [w:] Obieg wody w środowisku naturalnym i przekształconym. Badania hydrograficzne w poznawaniu środowiska t. IX, Wyd. UMCS Lublin, 372–384.
- Michalczyk Z., Turczyński M., 1988: Charakterystyka hydrologiczna dorzecza Ciemięgi, [w:] Badania hydrograficzne w poznawaniu środowiska, t. 1, Lublin, 83–92.

SUMMARY

The paper concerns problems of variability of runoff from the Ciemięga River basin (northern part of the Lublin Upland) as well as determines frequency and conditions of occurrence of extreme values. The work is based on daily discharges counted from observation materials gathered by the Department of Hydrography of UMCS and covering the period of 1995–2007. Surface relief and permeability determine occurrence of violent and high thawing floods, rarely precipitation floods. Good retention conditions of the ground are favourable for water retention and slow emptying of Cretaceous-Tertiary groundwater reservoir, which determines persistency of low flows on the relatively high level. The analysis of floods and low flows of the Ciemięga was prepared with the use of IHA (Indicators of Hydrologic Alteration) Software, which enables counting and visualization of dozens of hydrologic indicators describing water regime.