

**TAMARA TOKARCZYK^{*}, MARIUSZ ADYNKIEWICZ-
PIRAGAS^{**}, ANNA BOGUSZ^{*}, IRENA OTOP^{**},
GRZEGORZ URBAN^{**}**

ZASOBY WODNE WOJEWÓDZTWA DOLNOŚLĄSKIEGO W OKRESACH SUSZY

Słowa kluczowe: zasoby wodne, susza, niżówki

Streszczenie

Województwo dolnośląskie jest jednym z najuboższych w wodę obszarów kraju. Pierwszoplanową rolę w kształtowaniu stosunków hydrologicznych odgrywają tutaj opady atmosferyczne oraz ich rozkład w czasie i na obszarze dorzecza Odry. Naturalną przyczyną niżówek jest deficyt zasilania rzeki, który może być spowodowany brakiem opadów, dużym parowaniem oraz długotrwałymi mrozami. Brak opadów powoduje, że rzeki zasilane są jedynie przez wody podziemne. Na wielkość zasilania ma wpływ długość okresu bezopadowego. Im on jest dłuższy, tym bardziej wyczerpują się zasoby wód podziemnych i zasilanie rzek maleje. W okresie letnim, gdy wysokie temperatury powietrza ułatwiają szybkie parowanie wody oraz występują niewielkie opady, zasilanie rzek maleje. Współdziałanie tych czynników może doprowadzać do powstawania niżówek letnich. Zasoby wodne w takich okresach ulegają stopniowemu szczypaniu, co doprowadzić może do wystąpienia deficytów w zaspokajaniu potrzeb wszystkich użytkowników. W artykule oceniono zasoby wodne na podstawie wybranych okresów niżówkowych w rzekach obszaru województwa dolnośląskiego, określono ich objętość deficytu oraz czas trwania.

Charakterystyka geograficzna obszaru

Obszar województwa dolnośląskiego leży w dorzeczu Odry. Całkowita powierzchnia dorzecza Odry wynosi 118861 km², z tego ok. 89% znajduje się na terenie Polski (w tym na obszarze województwa dolnośląskiego ok. 19690 km²),

* Instytut Meteorologii i Gospodarki Oddział we Wrocławiu; Zakład Hydrologii

** Instytut Meteorologii i Gospodarki Oddział we Wrocławiu; Zakład Badań Regionalnych

* Instytut Meteorologii i Gospodarki Oddział we Wrocławiu; Zakład Hydrologii

** Instytut Meteorologii i Gospodarki Oddział we Wrocławiu; Zakład Badań Regionalnych

** Instytut Meteorologii i Gospodarki Oddział we Wrocławiu; Zakład Badań Regionalnych

5% na terenie Niemiec i 6% na terenie Czech. Dolina Odry wchodzi w skład dziewięciu jednostek fizjograficznych o randze mezoregionów, które tworzą siedem jednostek o randze makroregionów. Dolinę Odry podzielono na podstawie podziału fizjograficznego Polski [Kondracki 1988] na 9 odcinków, z czego trzy położone są na obszarze województwa dolnośląskiego i obejmują następujące mezoregiony: Pradolinę Wrocławską, Obniżenie Ścinawskie i Pradolinę Głogowską [Jankowski i Świerkosz 1995].

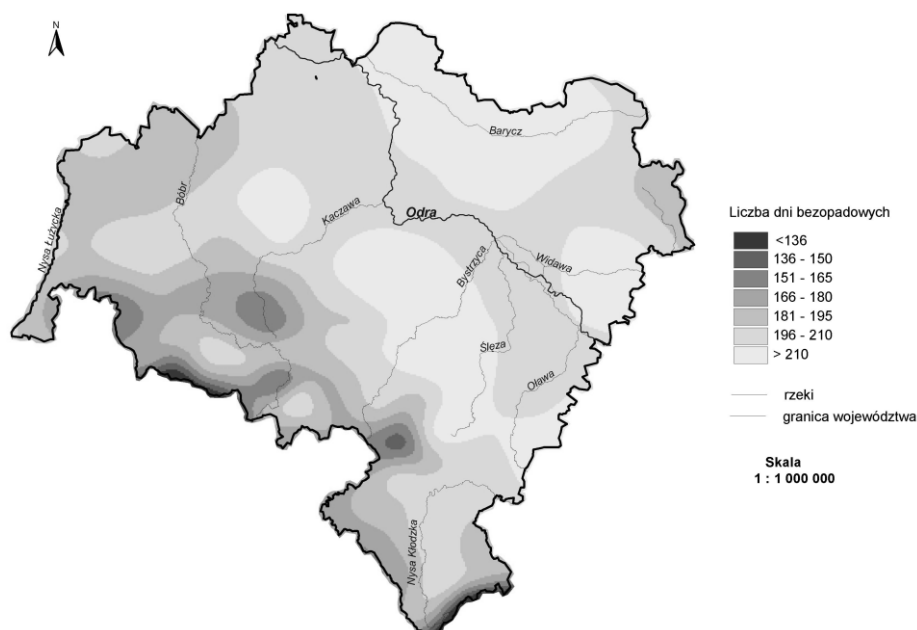
Charakterystyka klimatyczna

Klimat województwa dolnośląskiego zaliczany jest do klimatu umiarkowanego o cechach przejściowych między klimatem morskim i kontynentalnym. Przejściowość klimatu wyraża się między innymi dużą zmiennością obserwowanych typów pogody. Jednym z czynników wywierających wpływ na zróżnicowanie warunków klimatycznych województwa dolnośląskiego jest ukształtowanie terenu, a zwłaszcza rozpiętość wysokości nad poziomem morza (70-1603 m n.p.m.). Czynniki te warunkują zmiany wartości elementów meteorologicznych oraz silne zróżnicowanie topoklimatyczne w Sudetach i na Przedgórzu Sudeckim.

W prezentowanym opracowaniu charakterystyka klimatyczna województwa dolnośląskiego została przedstawiona w odniesieniu do okresów susz, które scharakteryzowano na podstawie występowania dni bezopadowych oraz klimatycznego bilansu wodnego. Takie ujęcie w sposób wystarczający charakteryzuje występowanie suszy atmosferycznej, której następstwem jest susza hydrologiczna.

W województwie dolnośląskim, średnio w roku, najwięcej dni bezopadowych (>210) występuje w: zlewni Baryczy w obrębie Niziny Południowo-Wielkopolskiej i Obniżenia Milicko-Głogowskiego, w środkowej części zlewni Bystrzycy oraz w zlewniach Ślęzy i Widawy. Ponadto, w obrębie poszczególnych makroregionów fizyczno-geograficznych zaznacza się wyraźnie zróżnicowanie liczby dni bezopadowych, związane z wpływem rzeźby terenu [Urban 2006]. Najmniej dni bezopadowych (<165) występuje w strefach szczytowo-wierzchowinowych Sudetów (rys. 1).

W przebiegu rocznym najwięcej dni bez opadu obserwuje się w październiku i sierpniu, a lokalnie w maju [Głowicki i in. 2004], kiedy średnio w miesiącu występuje 17-21 dni bezopadowych (poza najwyższymi partiami Sudetów).



Rys. 1. Średnia roczna liczba dni bezopadowych (opad < 0,1 mm) w województwie dolnośląskim w latach 1971-2000 [Urban 2006]

Na Dolnym Śląsku ekstremalnie długie okresy bezopadowe (przekraczające 30 dni) mogą wystąpić w każdej porze roku i związane są z warunkami cyrkulacyjnymi. Najczęściej występują w antycyklonalnych i przejściowych typach pogody przy adwekcji z południa lub przy słabogradentowych sytuacjach barycznych [Urban 2006]. Najdłuższe ciągi dni bezopadowych wystąpiły jesienią 1984 r., latem 1971 r. oraz zimą 1989 r. (tab. 1).

Najbardziej ubogie w opady były półrocza letnie 1982 r. i 1992 r., kiedy susza zaznaczyła się na całym obszarze Dolnego Śląska oraz lokalnie w 1990 i 1994. Sumy półroczne opadów na przeważającej części województwa dolnośląskiego kształtowały się w przedziale 50-60% normy, miejscami nawet poniżej 50% normy (tab. 1).

Powszechnie stosowanym wskaźnikiem oceny niedoboru opadów oraz intensywności suszy atmosferycznej jest klimatyczny bilans wodny [Farat i in. 1995; Dubicki i in. 2002]. Klimatyczny bilans wodny (KBW) stanowi różnicę pomiędzy sumą opadów atmosferycznych (P) a ewapotranspiracją potencjalną (EWP), którą wyznaczono ze wzoru Penmanna.

Tab. 1. Najdłuższe ciągi dni bezopadowych oraz minimalne sumy opadów półroczna letniego (V-X) i rok ich wystąpienia dla wybranych stacji województwa dolnośląskiego w wieloletniu 1971-2000

Stacja [m n.p.m.]	Zlewnia	Data i czas trwania ciągu [liczba dni]	V-X		
			opad [mm]	% normy	rok
Głogów [75]	Odra	3.07-3.08.1971 r. [32]	155,9	46,4	1982
Budziszów W. [155]	Odra	15.10-16.11.1984 r. [33]	221,8	61,8	1994
Kłodzko [355]	Nysa Kłodzka	20.03-19.04.1974 r. [31]	237,4	58,5	1990
Międzygórze [675]	Nysa Kłodzka	20.03-15.04.1974 r. [27]	362,9	58,2	1992
Zieleniec [845]	Nysa Kłodzka	5.07-28.07.1971 r. [24]	411,5	62,9	1982
Wrocław Str. [120]	Ślęza	13.06-5.07.1986 r. [23]	211,3	55,7	1994
Szczawno Z. [430]	Bystrzyca	18.07-6.08.1994 r. [20]	270,2	61,2	1990
Bierutów [140]	Widawa	13.01-11.02.1989 r. [30]	192,0	53,2	1992
Legnica [122]	Kaczawa	27.10-16.11.1984 r. [21]	219,6	63,0	1992
Jawor [195]	Kaczawa	11.01-11.02.1989 r. [32]	195,6	53,2	1973
Góra [85]	Barycz	28.08-21.09.1982 r. [25]	154,3	47,0	1982
Żmigród [90]	Barycz	16.10-16.11.1984 r. [32]	190,9	58,1	1992
Przejsław [165]	Bóbr	24.10-14.11.1984 r. [22]	178,1	45,7	1982
Jelenia Góra [342]	Bóbr	24.10-16.11.1984 r. [24]	258,4	58,4	1992
Jakuszyce [860]	Bóbr	18.06-8.07.1976 r. [21]	469,1	66,2	1982
Zgorzelec [203]	Nysa Łużycka	17.06-8.07.1976 r.; 23.07-13.08.1995 r. [22]	177,9	47,7	1982

Średnie wartości KBW z okresu 1971-2000 dla 6 stacji położonych na obszarze i w otoczeniu województwa dolnośląskiego zmieniają się w granicach od 144 mm (Leszno) do 42 mm (Jelenia Góra). Największe miesięczne niedobory opadów w stosunku do parowania potencjalnego występują w sierpniu oraz w maju (tab. 2). Na obszarze nizinnym województwa średnie wartości miesięczne KBW są ujemne niemal w całym półroczu letnim, za wyjątkiem października. Najniższe półroczne (V-X) wartości KBW wystąpiły w latach: 1982, 1983, 1989, 1992 i 1994, osiągając wartości poniżej 300 mm. Minimalne wartości KBW, zawierające się w przedziale od 423 mm do 262 mm wystąpiły w półroczu letnim 1992 roku. Natomiast najwyższe wartości półroczne (V-X) KBW wystąpiły w latach: 1977, 1981, 1997 i 1998, wynosiły od 55 mm (Leszno) do 346 mm (Jelenia Góra).

Tab. 2. Średnie miesięczne i półroczne (V-X) wartości klimatycznego bilansu wodnego (w mm) dla wybranych stacji na obszarze województwa dolnośląskiego z okresu 1971-2000

Stacja	H m n.p.m.	Zlewnia	V	VI	VII	VIII	IX	X	V-X
Leszno*	91	Barycz	-47,3	-40,4	-25,5	-37,9	-13,5	15,7	-144,0
Wrocław-Strachowice	120	Ślęza	-32,0	-18,8	-19,7	-37,3	-7,6	11,7	-103,8
Namysłów*	155	Widawa	-30,6	-31,1	-21,0	-35,3	-9,3	16,0	-111,3
Zgorzelec	203	Nysa Ł.	-19,7	-19,5	-21,9	-26,3	-5,5	8,9	-84,0
Jelenia Góra	342	Bóbr	-8,0	7,3	17,3	-3,0	11,7	16,9	42,2
Kłodzko	360	Nysa Kl.	-13,7	7,4	-1,6	-21,0	-1,1	11,0	-19,0

Oznaczenie: * – stacja położona w pobliżu granic województwa dolnośląskiego

Przeływy niżówkowe

Deficyt zasilania rzeki, który może być spowodowany brakiem opadów, dużym parowaniem oraz długotrwałymi mrozami objawia się w rzekach w postaci niżówek, gdy rzeki zasilane są jedynie wodami podziemnymi. Na wielkość zasilania ma również wpływ długość okresu bezopadowego. Im jest on dłuższy, tym bardziej wyczerpują się zasoby wód podziemnych i zasilanie rzek maleje. W okresie letnim, gdy wysokie temperatury powietrza ułatwiają szybkie parowanie wody i opady są niewielkie, zasilanie rzek maleje. Współdziałanie tych czynników może doprowadzić do powstawania niżówek letnich.

W niniejszym opracowaniu przyjęto definicję niżówki jako okres, w którym przepływy w rzece są równe bądź niższe od przepływu granicznego (Q_0) [Ozga-Zielińska i Brzeziński 1997]. Wartość przepływu granicznego przyjęto na poziomie $Q_{90\%}$ z krzywej sum czasów trwania przepływów wraz z wyższymi [Tokarczyk i Adynkiewicz-Piragas 2003].

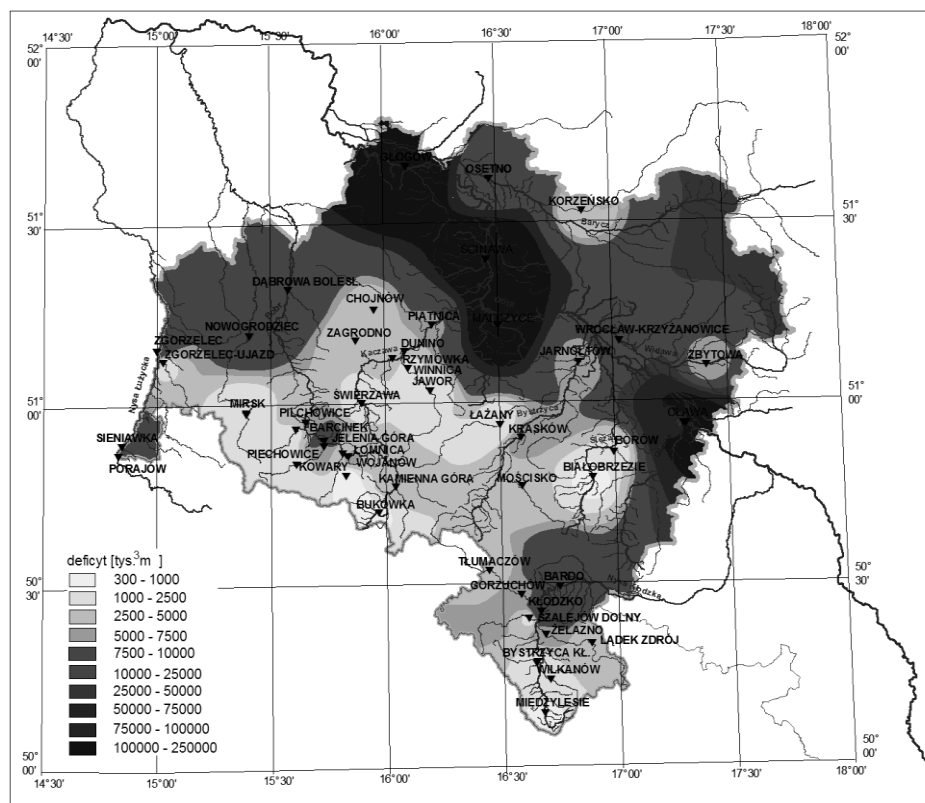
W dorzeczu środkowej Odry wartości $Q_{90\%}$ wahały się od $0,09 \text{ m}^3/\text{s}$ (Ślęza - przekrój Białobrzezie) do $86 \text{ m}^3/\text{s}$ (Odra – przekrój Głogów).

Do określenia niżówek wybrano ciąg przepływów codziennych z wielolecia 1966-2003. Jest to, z punktu widzenia oceny zasobów wodnych w okresach suszy, wystarczająco długi ciąg, gdyż zawiera on zarówno okresy mokre, jak i suche.

Najwięcej niżówek w wieloleciu 1966-2003 notuje się w zlewni Kaczawy (54), Bobru (50), Nysy Łużyckiej (49), Widawy (46) i Nysy Kłodzkiej (44). Najrzadziej występują one w zlewni Ślęzy (26) oraz Białej Łądeckiej (21).

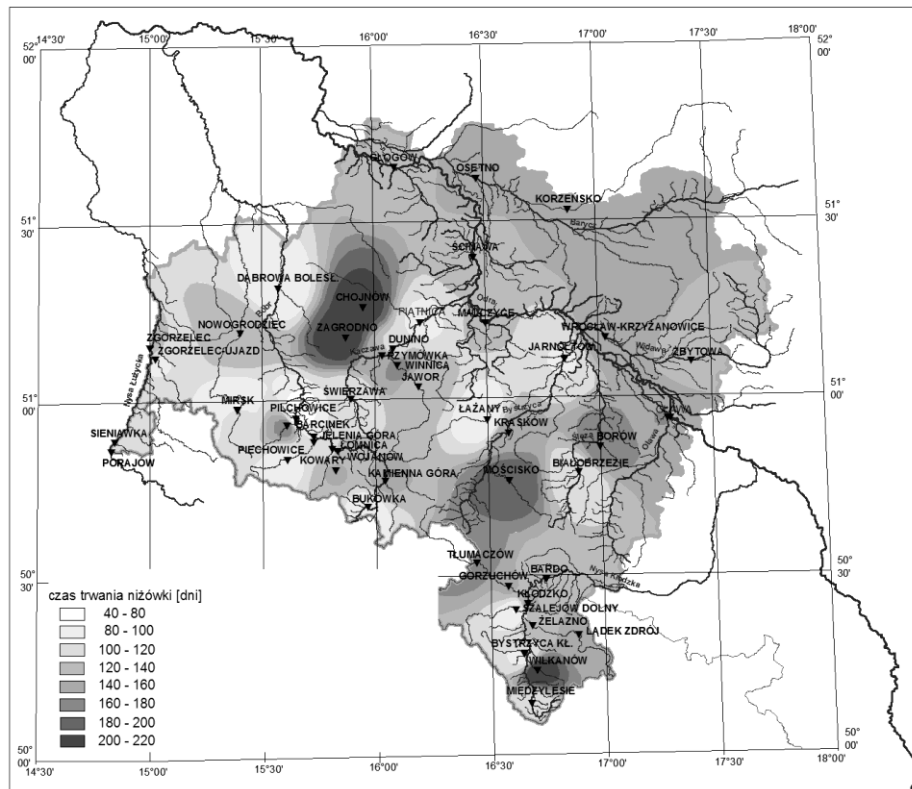
Deficyt niżówki ekstremalnej na rzece Odrze wynosił od $24,3 \text{ mln m}^3$ do $16,1 \text{ mln m}^3$. Na dopływach kształtował się następująco: na Nysie Kłodzkiej

w przekroju Kłodzko wynosił 22 mln m³, na Baryczy w przekroju Osetno 23,1 mln m³, na Bobrze w przekroju Jelenia Góra 13,3 mln m³, na Kwisie w przekroju Nowogrodzic 11,7 mln m³ oraz na Nysie Łużyckiej w przekroju Zgorzelec 14,7 mln m³ (rys. 2). Maksymalne deficyty niżówki w dorzeczu Środkowej Odry w wieloleciu 1966-2003 występowały najczęściej w latach 1992, 1983 i 2003. W większości były to niżówki letnie rozpoczynające się w okresie lipiec – sierpień i kończące jesienią, w okresie październik – listopad.



Rys. 2. Rozkład deficytu niżówki ekstremalnej w obszarze województwa dolnośląskiego w wieloleciu 1966-2003

Najdłuższa niżówka maksymalna w wieloleciu 1966-2003 wystąpiła w Wilkanowie na Wilczym Potoku i trwała 217 dni, natomiast najkrótsze niżówki trwały: 44 dni w Mirsku na Kwisie oraz 49 dni w Pilchowicach na Bobrze (rys. 3).



Rys. 3. Rozkład czasu trwania niżówki ekstremalnej w obszarze województwa dolnośląskiego w wieloleciu 1966-2003

Podsumowanie

Na przeważającej części województwa dolnośląskiego niżówki w rzekach obserwowane są w okresie letnim. Następuje wtedy znaczne zmniejszenie przychodu wody w zlewni, a klimatyczny bilans wodny osiąga wartości ujemne.

Dobrze obrazującym niedobory zasobów wodnych jest wskaźnik deficytu dynamicznych zasobów wodnych dla niżówki ekstremalnej wyrażony jako stosunek wielkości deficytu do powierzchni zlewni (D/A , mm). Wartość jego mówi o warstwie niedoboru wody poniżej przyjętego poziomu granicznego (poziomu odcięcia niżówki). W zlewniach województwa dolnośląskiego największą wartość przyjmuje w zlewni Wilczki do wodowskazu Wilkanów (72,6 mm), najmniejszą zaś w zlewni Orlej do przekroju w Korzeńsku (2,80 mm). Średni deficyt dynamicznych zasobów wodnych dla niżówki ekstremalnej w obszarze badawczym wynosi 13,1 mm. Zdecydowanie większa wartość wskaźnika od-

powiada zlewniom górskim i podgórnym, natomiast mniejsza (poniżej średniej) - zlewniom nizinnym. Świadczyć to może o małej zdolności do retencjonowania wód w zlewni. Natomiast zlewnie górskie charakteryzuje większa „odporność” zlewni na wahania zasobów wodnych, które w okresach większego zasilania mają zdolność do uzupełniania swoich niedoborów.

Literatura

1. DUBICKI A. (red.): *Zasoby wodne w dorzeczu górnej i środkowej Odry w warunkach suszy*. IMGW, seria: Atlasy i Monografie, Warszawa 2002
2. FARAT R., KĘPIŃSKA-KASPRZAK M., KOWALCZAK P., MAGER P.: *Susze na obszarze Polski w latach 1951-1990*. Mat. Badawcze IMGW, seria: Gospodarka wodna i ochrona wód, 16, Warszawa 1995
3. GŁOWICKI B., OTOP I., URBAN, G., TOMCZYŃSKI K.: *Opracowanie warunków klimatycznych dla województwa dolnośląskiego*. Maszynopis IMGW, Wrocław 2004
4. JAKUBOWSKI W., RADZUK L.: Program Nizowka 2003 w „*Hydrological drought processes and estimation methods for streamflow and groundwater*” pod edycją Tallaksen L. M. oraz van Lannen H.A.J. *Developments in Water Science*, 48. Amsterdam, Elsevier Science 2004
5. JANKOWSKI W., ŚWIERKOSZ K.: *Korytarz ekologiczny doliny Odry. Stan - Funkcjonowanie - Zagrożenia*. Fundacja IUCN Poland, Warszawa 1995
6. KONDRACKI J.: *Geografia fizyczna Polski*. PWN Warszawa 1988
7. OZGA-ZIELIŃSKA M., BRZEZIŃSKI J.: *Hydrologia stosowana*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997
8. TOKARCZYK T., ADYŃKIEWICZ-PIRAGAS M.: *Susze w górskich zlewniach Sudetów*. Zeszyty Naukowe ATH w Bielsku Białej, s. 4, Mat. Konf. Hydrologia Zlewni Górskich 2003
9. URBAN G.: *Okresy bezopadowe na Dolnym Śląsku w latach 1971-2000* [W:] ZMŚP Funkcjonowanie i monitoring geosystemów Polski w warunkach narastającej antropopresji, red. L. Krzysztofiak. Biblioteka Monitoringu Środowiska., s. 193-204, Warszawa 2006

WATER RESOURCES ASSESSMENT DURING DROUGHT PERIOD IN DOLNOŚLĄSKIE PROVINCE REGION

Key words: water resources, drought, low flow

S u m m a r y

The Dolnośląskie Province is the one of the poorest region in water supply in the whole territory of Poland. The crucial role for hydrological conditions plays precipitations and also their temporal and spatial distribution in Odra basin. The natural reason of low flow in rivers is river supply scarcity which is caused by precipitations lack and increasing of evaporation. The lack precipitation caused that rivers are supply by only groundwater. In summer season when high temperatures help to evaporation increasing water supply are decreased. Water resources in such periods are gradually bailing. It can lead to appearance breaks in water demand for all users. In this paper water resources were assessed on the basis of low flow periods in rivers Dolnośląskie Province territory and described their deficit volume and duration.