

WSTĘPNA OCENA MOŻLIWOŚCI WZBOGACENIA WALORÓW TURYSTYCZNO-REKREACYJNYCH PUSZCZY NOTECKIEJ POPRAZ ZAGOSPODAROWANIE WODY Z SAMOWYPŁYWÓW

Andrzej Czerniak¹, Władysław Kusiak¹, Bernard Okoński¹✉, Zbigniew Cykowiak²

¹Katedra Inżynierii Leśnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
ul. Wojska Polskiego 71C, 60-625 Poznań

²Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej o/Poznań, ul. Gajowa 10, 60-815 Poznań

ABSTRAKT

Puszcza Notecka położona na obszarze między Wartą i Notecią to jeden z największych obszarów wydm śródłądowych w Polsce. Obszar Puszczy jest relatywnie mało zasobny w wodę. Sieć rzeczna jest tu stosunkowo uboga, ale interesującymi i dotychczas niedostatecznie rozpoznanymi obiektami hydrograficznymi są źródła położone w strefach marginalnych powierzchni pokrytych piachami wydmowymi i rzeczny. Tereny źródłiskowe mają duży potencjał pod względem możliwości wielofunkcyjnego zagospodarowania i wykorzystania. Obecność obszarów źródłiskowych stanowi o wysokiej atrakcyjności turystyczno-rekreacyjnej. Przy odpowiednim zagospodarowaniu atrakcyjność ta może być zwiększona i wyeksponowana. Biorąc pod uwagę te przesłanki, podjęto próbę rozpoznania wydajności wypływów źródłanych i jakości wody. W tym celu wybrano cztery lokalizacje źródeł w środkowej części kompleksu leśnego: trzy na terenie Nadleśnictwa Sieraków oraz jedno w zasięgu Nadleśnictwa Karwin. Zbadano podstawowe parametry jakości wody. Wyniki wskazują, że woda ze wszystkich źródeł ma dobre właściwości spożywcze. Wykazano, że wydajność wypływów jest dostateczna do wykorzystania wypływającej ze źródeł wody do retencjonowania na przykład do celów i potrzeb zwiększenia różnorodności przyrodniczej oraz ochrony przeciwpożarowej. Możliwe jest ujęcie wód poprzez założenie studni. Woda z takich ujęć może być zagospodarowana m.in. do zasilania tężni, budowy wodopojów dla zwierzęcy, tworzenia tzw. kałuż ekologicznych.

Słowa kluczowe: Puszcza Notecka, rekreacja i turystyka, źródła, woda, wydajność źródeł, skład chemiczny wody

WSTĘP

Puszcza Notecka, która wchodzi w skład zachodniej Wielkopolski, stanowi doskonałe miejsce pobytu dla osób pragnących wypocząć w ciszy i spokoju, w bliskim kontakcie z przyrodą (Anders i Kusiak, 2022), a na jej walory turystyczno-rekreacyjne bardzo silny wpływ mają uwarunkowania przyrodnicze (Łęcki, 2017). Dlatego też miejscowe opracowania planistyczne, przygotowywane m.in. przez samorząd

gminy Sieraków, mocno akcentują turystyczną i rekreacyjną atrakcyjność wynikającą z lokalizacji gminy na obszarze Puszczy, związaną z wysokimi walorami przyrodniczo-krajobrazowymi, z różnorodnością i dużą liczbą obszarów chronionych oraz ścieżkami edukacyjnymi, a przede wszystkim licznymi szlakami (pieszymi, rowerowymi, konnymi, nordic walking, kajakowymi), również o znaczeniu krajowym

✉ bernard.okonski@up.poznan.pl, <https://orcid.org/0000-0002-0457-4744>

i europejskim. W analizie SWOT do mocnych stron Puszczy zalicza się m.in. różnorodność atrakcyjnych miejsc do spędzania wolnego czasu na łonie natury, rozwiniętą infrastrukturę sportową i rekreacyjną oraz dużą liczbę wyznaczonych szlaków pieszo-rowerowych. Potwierdzeniem wielkiego znaczenia puszczańskich obszarów leśnych są wskazania priorytetów rozwojowych wynikających z prowadzonych przez samorządy konsultacji społecznych. Na przykład w gminie Sieraków wśród wymienionych 26 priorytetów na drugim miejscu znalazła się potrzeba rozbudowy ścieżek pieszo-rowerowych, a na czwartym inwestowanie w rozwój turystyki. Gmina dostrzega szanse rozwojowe w globalnym wzroście zainteresowania turystyką oraz w zwiększającej się świadomości ekologicznej i większych potrzebach rekreacyjnych (Strategia..., 2022). Uwzględniając to, że okolice Sierakowa od lat są bardzo popularnym miejscem wypoczynku, zasadne wydaje się dalsze podnoszenie atrakcyjności tego regionu poprzez polepszenie infrastruktury turystycznej i rekreacyjnej. Jedną form takich działań może stanowić wypromowanie lokalnych źródeł.

Od wielu lat na terenie Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Puszcza Notecka” są prowadzone badania dotyczące możliwości zwiększenia stanów retencji wodnej. Badania te, w skali całej Puszczy Noteckiej, prowadzone były już w latach 70. XX wieku (Studium..., 1976). W 2015 roku opracowano natomiast dokumentację hydrologiczno-środowiskową jako podstawę planowania zwiększania retencji w Leśnym Kompleksie Promocyjnym „Puszcza Notecka” (Przybyła i in., 2015). Te bardzo ważne opracowania ujmują zagadnienia stosunków wodnych w odniesieniu do potrzeb jej zatrzymywania, natomiast w relatywnie niewielkim zakresie odnoszą się do jakości wody, a także poruszają kwestie wpływów wód podziemnych. W tym kontekście bardzo ciekawym i ważnym, ale słabo rozpoznany zagadnieniem jest problematyka źródeł Puszczy Noteckiej (określanych również jako samowypływy). Dostrzegając potrzebę pogłębienia wiedzy na ich temat, podjęto badania zmierzające do rozpoznania wydajności oraz jakości wody z wpływów źródłkowych na terenie LKP. Wybrano cztery najbardziej obiecujące lokalizacje źródeł: trzy na terenie Nadleśnictwa Sieraków: Kubek Bobrownia, Kubek – pomnik przyrody, Zdroje – zasilające drobne ciek dopływające do Warty

oraz w Nadleśnictwie Karwin Karwińskie Źródliko, zasilające ciek dopływający do Noteci. Zbadano jakość próbek pochodzącej z nich wody. Odpowiednie zagospodarowanie i promocja źródeł mogą przyczynić się do zwiększenia zainteresowania turystycznego. Zagospodarowania źródeł może łączyć różne cele, m.in. zwiększenie bioróżnorodności, poprawę ochrony przeciwpożarowej lasu czy zwiększenie dostępności wody dla zwierzyny.

CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

Puszcza Notecka jest dużym i zwartym kompleksem leśnym o powierzchni ok. 125 tys. ha, charakteryzującym się wyraźnymi granicami i zbliżonymi warunkami geograficzno-przyrodniczymi. Według regionalizacji fizyczno-geograficznej (Kondracki, 2001; Richling i in., red., 2021) Puszcza Notecka wchodzi w skład Prowincji Niżu Środkowoeuropejskiego (31); Podprowincji Pojezierza Południowobałtyckiego (315); Makroregionu Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej (315.3) Mezoregionu Kotliny Gorzowskiej (315.33). Biorąc pod uwagę regionalizację botaniczną Matuszkiewicza (1993), Puszcza Notecka należy do Obszaru Europejskie Lasy Liściaste i Mieszane, Prowincji: Środkowoeuropejskiej, Podprowincji: Środkowoeuropejskiej Właściwej, Działu: Brandenbursko-Wielkopolskiego (B), Krainy: Notecko-Lubuskiej (B.1) i Okręgu Borów Noteckich (B.1.2). Na podstawie zaś regionalizacji przyrodniczo-leśnej Polski (Zielony i Kliczkowska, 2012) Puszcza Notecka wchodzi w skład Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej (III) i Mezoregionu Puszczy Noteckiej (III–17).

Z danych ostatniej V rewizji planu urządzania lasu wynika, że na terenie Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Puszcza Notecka” (LKP obejmuje powierzchnię 137 tys. ha) przeważają gleby bielcowe właściwe (Blw), których jest 48,9%; gleby rdzawe bielcowe (RDb) – 24,8% i gleby rdzawe właściwe (RDw) – 11,7%. Udział procentowy gleb bielcowych wynosi od 30% (w Nadl. Karwin) do 81% (w Nadl. Wronki), a gleb rdzawych od 12% (w Nadl. Wronki) do 64,4% (w Nadl. Karwin). Łącznie wymienione typy gleb w poszczególnych nadleśnictwach zajmują od 79% w Nadl. Sieraków do 96% w Nadl. Potrzebowice. Spośród siedliskowych typów lasu siedlisk borowych (Bs, Bśw, Bw, Bb, BMśw, BMw, BMb) jest 86,6%; siedlisk

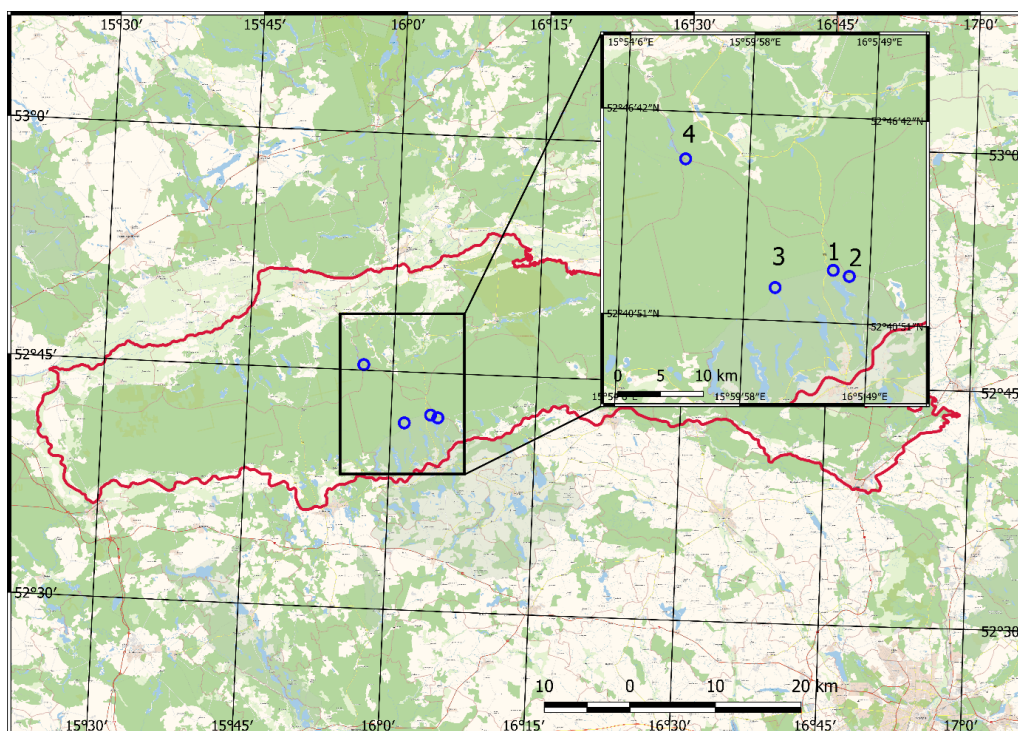
lasowych (LMśw, LMw, Lśw i Lw) – 12,3%, zaś oleśów (Ol, OLj) i łęgów (Lł) – 1,1% (Kubala i in., 2021).

Efektom takiego układu siedliskowego jest dominacja sosny zwyczajnej, której udział jako gatunku panującego wynosi 92,8% powierzchni, w dalszej kolejności występują brzoza (1,9%), olsza (1,7%) i dąb bezszypułkowy (1,5%). Największy udział mają drzewostany w wieku 71–90 lat, łącznie 38,5%, co jest efektem gradacji strzygoni choinówki w latach 20. XX w. (Kubala i in., 2021).

Pod względem hydrologicznym obszar Puszczy Noteckiej jest bardzo ubogi w ciek wodne i do Warty oraz Noteci z jej obszaru dopływa jedynie ok. 60 niewielkich cieków wodnych. Główną osią hydrograficzną Kotliny Gorzowskiej jest Warta i Noteć, a przez Puszcę Notecką przebiega dział wodny II rzędu, dzielący ją na zlewnie Warty oraz Noteci. Spośród większych cieków dopływających do Warty wymienić można: Welnę, Kanał Kończak, Smolnicę (Wilczak),

Rzeciński Rów, Strugę Mierzyńską, Kanał Świniarski, a do Noteci wpływają: Gulczanka, Miała, Człapia, Rudawa, Gościmka, Lubiątka. Z kolei do Welny dopływa uchodząca koło Rożnowa Młyna Flinta. Najważniejszą rzeką wnętrza Puszczy jest niewielka Miała, która wypływa z łąk na zachód od Nowiny. Na tej rzece występują wielokrotnie piętrzenia w Mężyku, Miałach, Kamienniku i Chełście.

Centralna część Puszczy Noteckiej obejmuje obszar wydmy, w zasadzie pozbawiony sieci rzecznej, na którym tylko miejscami występują niewielkie podmokłe zgłębienia śródwydmowe. Głębokość zalegania wód podziemnych jest stosunkowo niewielka i nie przekracza często 1 m w przypadku zagłębień śródwydmowych. W zachodniej, płaskiej części Puszczy, na najniższych trasach zwierciadła wody podziemnej zalega przeważnie na głębokości do 2 m, a na wyższych poziomach terasowych – poniżej 5 m, a na obszarach pokrytych wydmy przekracza 10 m, przy



Rys. 1. Położenie wybranych źródeł w Puszczy Noteckiej
Źródło: opracowanie własne na podstawie mapy.geoportal.gov.pl.

Fig. 1. Location of selected spring areas in Puszcza Notecka
Source: own elaboration based on mapy.geoportal.gov.pl.

czym lokalnie głębokość zalegania wód podziemnych może przekroczyć nawet 20 m pod poziomem terenu (Przybyła i in., 2015). Na terenie Puszczy Noteckiej znajduje się ok. 90 jezior zlokalizowanych w czterech grupach: na Pojezierzu Międzychodzko-Sierakowskim, w dolinie rzeki Miały, w północnej części Nadleśnictwa Karwin oraz jako tzw. jeziora nowokwileckie. Z innych jezior uwagę zwracają dwa niewielkie zbiorniki wodne znajdujące się wewnątrz Puszczy, są to jeziora Pokraczny i Pustelnik. Ponadto występują liczne drobne zbiorniki wodne powstałe wskutek wytopienia się odosobnionych brył łądolu (Kubala i in., 2021). Znikła natomiast większość jezior bagiennych powstałych w obniżeniach terenu w okresie wysokiego poziomu wód gruntowych.

Orientacyjne położenie obszarów źródliskowych przedstawiono na rysunku 1. Źródłiska Kubek Bobrownia i Kubek – pomnik przyrody położone są w zlewni ciek Dopływ z jeziora Kubek. Ciek ten wypływa z jeziora Kubek, następnie przepływa przez Jez. Lubocześnickie i Jez. Niedziółka. Źródliko Zdroje leży w zlewni nienazwanego ciek przepływającego przez Borowy Staw i kolejne stawy hodowlane bez nazwy położone w układzie paciorkowym poniżej Borowego Stawu. Oba wymienione wyżej cieki stanowią prawe dopływy Warty. Źródliko Karwińskie Źródliko leży w zlewni rzeki Człapia, dopływającej do rzeki Miały, która z kolei dopływa do Noteci jako lewy dopływ. Człapia przepływa przez zbiorniki piętrzone Kwiejce I i Kwiejce II, położone w układzie paciorkowym położone ok. 250 m poniżej obszaru źródliskowego. Omawiane wypływy stanowią źródłiska głównych cieków tych zlewni (Mapa Podziału Hydrograficznego Polski, 2014).

SZCZEGÓŁOWY OPIS ŹRÓDLISK (SAMOWYPŁYWÓW)

Samowypływ nr 1 Kubek Bobrownia położony jest na terenie Nadleśnictwa Sieraków, w Leśnictwie Lichwin, w oddziale 149g. Wypływ warstwowy wody występuje w kilku miejscach u podnóża wydmy. Otaczający drzewostan (Ol 107 l., zw. prz., pierśnica – 28 cm, wysokość – 22 m, bonitacja III) pełni funkcję ochronną (ostoja). W drzewostanie miejscami rośnie: Ol, So, Ak – 76 l. Glebę sklasyfikowano jako Gp, typ siedliskowy lasu jako OIJ (łz), 30% Lw. ZR



Rys. 2. Źródliko Kubek Bobrownia (fot. W. Kusiak)
Fig. 2. Kubek Bobrownia spring area (phot. W. Kusiak)

Fraxino-Alnetum. SP 91 E0(c). Źródliko nr 1 przybliżono na rysunku 2.

Samowypływ nr 2 Kubek – pomnik przyrody położony jest na terenie Nadleśnictwa Sieraków, w Leśnictwie Lichwin, w oddziale 148dc. Wypływ warstwowy wody występuje w kilku miejscach u podnóża wydmy. Otaczający drzewostan (7 So – 100 l., zw. um., pierśnica – 28 cm, wysokość – 24 m, bonitacja: II; 3 Ol – 55 l. zw. um/prz., pierśnica – 21 cm i wysokość – 20 m) pełni funkcję wodochronną. Glebę sklasyfikowano jako MRms; typ siedliskowy lasu jako LM /ww/. ZR *Fraxino-Alnetum*. OP. Źródłiska: w cz. N, 20% Lw, 10% BMśw. EKO-R. Źródliko nr 2 przybliżono na rysunku 3.



Rys. 3. Źródliko Kubek – pomnik przyrody (fot. W. Kusiak)
Fig. 3. Kubek – pomnik przyrody spring area (phot. W. Kusiak)



Rys. 4. Źródliko Zdroje (fot. W. Kusiak)
Fig. 4. Zdroje spring area (phot. W. Kusiak)

Samowypływ nr 3 Zdroje położony jest na terenie Nadleśnictwa Sieraków, w Leśnictwie Kukułka, w oddziale 159c, d. Wypływ powierzchniowy wody znajduje się w kilku miejscach u podnóża wydmy. Otaczający drzewostan od wschodu oddz. 159c: 10 Brz 92 l. (zw. prz., pierśnica – 25 cm, wysokość – 23 m, bonitacja II. Mjśc.: So – 92 l., Św – 92 l., So – 66 l., So – 36 l., Ol – 51.; od zachodu o. 159d: 10 So 92 l. (zw. prz., pierśnica – 33 cm, wysokość 26 m, bonitacja I. Mjśc.: Brz, Św, Dg 85 l.; przestoje So we – 111 l., So we. 9 drzew pomnikowych). Gleby w 159c sklasyfikowano jako Bw, a w 159d – jako rdzawe bielcowe; typ siedliskowy lasu BMśw. Źródliko nr 3 przybliżono na rysunku 4.



Rys. 5. Źródliko Karwińskie Źródlika (fot. W. Kusiak)
Fig. 5. Karwińskie Źródlika spring area (phot. W. Kusiak)

Samowypływ nr 4 Karwińskie Źródlika położony jest na terenie Nadleśnictwa Karwin, w Leśnictwie Ustronie, w oddziale 466c. Wypływ wody znajduje się w kilku miejscach na obszarze krawędzi powierzchniowym wydmy. Otaczający drzewostan (7 So – 100 l., zw. um., pierśnica – 28 cm, wysokość – 24 m, bonitacja II; 3 Ol – 55 l. zw. um/prz. pierśnica – 21 cm i wysokość – 20 m) pełni funkcję ochronną (wodochronną i cenną). Gleby sklasyfikowano jako RDw, pl i gleby rdzawe właściwe, a typ siedliskowy lasu jako BMśw (ś). SP. 91E0(b), Łęgi wierzbowe, topolowe, olszowe i jesionowe. Źródliko nr 4 przybliżono na rysunku 5.

CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy było określenie wydajności wybranych wypływów źródlikowych charakterystycznych dla Puszczy Noteckiej oraz analiza podstawowego składu chemicznego wód. Ocena ta prowadzona była dla potrzeb wstępnego określenia możliwości ich wielofunkcyjnego wykorzystania w przyszłości. Woda z wypływów źródlikowych, odpowiednio zagospodarowana i udostępniona, może wiązać się ze spełnianiem wielu funkcji, np. służyć zwiększeniu bioróżnorodności oraz podnieść miejscową atrakcyjność turystyczną i rekreacyjną. Dzięki lokalnym piętrzeniom i zbiornikom retencyjnym może służyć celom gaśniczym oraz konsumpcyjnym (w przypadku spełnienia wszystkich rygorów sanitarnych) oraz przy zasileniu „leśnych łąk”, na przykład przy wykorzystaniu paneli fotowoltaicznych, jako źródło zasilania pomp wydobywających wodę z warstwy wodonośnej w przypadku wyboru takiego rozwiązania.

METODY BADAŃ

Metodyka pomiaru natężenia przepływu z wypływów źródlikowych

Przepływy chwilowe zmierzono w czasie stanów maksymalnych wody gruntowej (wyzówek rocznych), które w warunkach normalnych występują od marca do maja (tab. 1). Należy spodziewać się, że w okresie niżówek, który normalnie obejmuje czas od sierpnia do października, natężenie przepływu cieków zbierających wodę ze źródeł jest najmniejsze. Tło klimatyczne pomiaru chwilowego natężenia przepływu w dłuższym horyzoncie czasowym – kilkumiesięcznym do

Tabela 1. Chwilowe natężenia przepływu wody w badanych źródłiskach (pomiar 5.05.2022 r.)

Table 1. Flow rate of water of investigated springs (measurement on 5.05.2022)

Nr No	Źródliko/samowypływ Spring	Natężenie przepływu Flow rate dm^3s^{-1}
1	Kubek Bobrownia	2,3
2	Kubek – pomnik przyrody	8,2
3	Zdroje	5,5
4	Karwińskie Źródlika	4,0

kilkuletniego, w zakresie oceny suszy (miara Standaryzowany Klimatyczny Bilans Wodny SPEI) wskazuje, że w miesiącach poprzedzających pomiar chwilowy, tj. okresie kwiecień 2022–marzec 2021, wystąpiły warunki klasyfikowane jako bliskie normalnym i lekko wilgotne. W latach 2018–2020 zaobserwowano jednak silne susze (Beguería i in. 2014; Global SPEI database, b.d.), stąd stany retencji warstw wodonośnych drenowanych przez źródlika mogły być zredukowane przez kilkuletnią suszę, co być może przełożyło się na mniejszą wydajność źródlika w terminie pomiaru chwilowego. Niemniej należy zaznaczyć, że źródlika mają charakter stały, tj. wypływ nie zanika okresowo (potwierdzają ten stan wywiady z pracownikami Służby Leśnej, dokumentacja geologiczna oraz mapy archiwalne).

Pomiar wydajności źródlika prowadzono metodą pośrednią (pływakową). Wybór tego sposobu pomiaru został podyktowany charakterem wypływów. Rozległe wypływy warstwowo-kontaktowe uniemożliwiają pomiar punktowy wydajności źródeł metodami bezpośrednimi, np. metodą wolumetryczną o największej dokładności. Ograniczeniem zastosowania tej metody jest znaczne obszarowe rozproszenie miejsc wypływu i duże zróżnicowanie przestrzenne wydajności poszczególnych wypływów. Pomiar prowadzono w odległości 20–25 m od czoła źródlika (wypływów) na ciekę zbierającym wodę z wypływów (odcinek ciekę do pomiaru prędkości powierzchniowej o długości 2,5 m, pięć powtórzeń pomiaru prędkości przepływu, głębokość koryta sondowana wycechowaną tyczką co 5 cm w celu obliczenia pola powierzchni przekroju

koryta). Pomiar wydajności źródeł prowadzono w nawiązaniu do zaleceń zawartych w Instrukcjach wykonywania pomiarów wydajności źródła I-26 i I-27 PIG-PIB (Program monitoringu..., 2014).

Metody badań chemicznych

W akredytowanym laboratorium zbadano następujące cechy: pH, przewodność elektryczną, zapach, indeks nadmanganianowy, wodorowęglany, zasadowość, mętność, barwę, rozpuszczalne substancje mineralne, jon amonowy, azotany, azotyny, chlorki, fluorki, siarczany, bor, magnez, mangan, potas, sód, wapń, żelazo, bor, krzem oraz ChZT. Badania przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN (Rozporządzenie..., 2017; szczegóły zawarto w tab. 2).

WYNIKI I DISKUSJA

Wszystkie oceniane wypływy mają charakter źródeł warstwowych, tj. warstwa wodonośna jest rozcięta przez powierzchnię terenu. Obszar źródlikowy ma w szczególności formę wypływu warstwowo-kontaktowego. Woda wypływa na granicy warstwy wodonośnej i warstwy nieprzepuszczalnej strefą o relatywnie niewielkiej miąższości. Rozcięcie warstwy wodonośnej występuje na krawędzi dolinnej. Źródlika leżą w dolinach, które uformowały się jako efekt erozji pokrywy piasków i żwirów o różnym pochodzeniu. W przypadku wypływów Kubek Bobrownia, Kubek – pomnik przyrody oraz Zdroje powierzchniowe warstwy to piaski eoliczne silnie zwydomione. Erozja w części czołowej doliny powodowała odsłonięcie spągowej warstwy nieprzepuszczalnej i warstwy wodonośnej, co umożliwiło drenowanie wód podziemnych przez źródlika. Warstwa wodonośna o relatywnie niewielkiej miąższości w miejscach wypływu to piaski oraz żwiry rzeczne i rzeczno-peryglacjalne (Kubek Bobrownia, Kubek – pomnik przyrody, Zdroje), a także piaski i żwiry wodnolodowcowe (Karwińskie Źródlika). Warstwą spągową są gliny lodowcowe zlodowacenia Warty. Wypływy drenują I poziom wodonośny (poziom wód gruntowych). Woda wystaje się w obszarze źródlika na powierzchnię terenu w formie licznych wypływów o zróżnicowanym natężeniu, a także w formie wysięków. Obszar drenażu jest relatywnie rozległy powierzchniowo i obejmuje znaczą część krawędzi doliny. Wypływająca woda

Tabela 2. Charakterystyka podstawowego składu chemicznego wody pobranej z samowypływów (badania wykonane przez Aquanet Laboratorium sp. z o.o. Poznań: 23.04.2021 r.)

Table 2. Results of standard water quality analysis of water from spring (tested in Aquanet Laboratory sp. z o.o., Poznań on 23.04.2021)

Lp No.	Nazwa oznaczenia Parameter	Metoda badawcza – Lab standard	Jednostki Units	1. Kubek Bobrowia	2. Kubek – pomnik przyrody	3. Źdroje	4. Karwińskie Źródłiska
1	pH	PN-EN ISO 10523:2012	–	7,9 ±0,10	8,0 ±0,10	7,7 ±0,10	7,7 ±0,10
2	przewodność elektryczna właściwa w 25°C electrical conductivity in 25°C	PN-EN 27888:1999	µS/cm	330 ±18	350 ±20	370 ±21	350 ±20
3	zapach 23±2°C – smell 23±2°C	PN-EN 1622:2006	TON	<2 akceptowalny <2 within tolerated limits	<2 akceptowalny <2 within tolerated limits	<2 akceptowalny <2 within tolerated limits	<2 akceptowalny <2 within tolerated limits
4	indeks nadmanganianowy (utlen. z KMnO ₄) oxidisability (KMnO ₄)	PN-EN ISO 8467:2001	mg/l	1,1 ±0,4	1,2 ±0,4	1,3 ±0,4	1,0 ±0,3
5	wodorowęglany – bicarbonates	PN-EN ISO 9963-1:2001+Ap1:2004	mg/l	180 ±18	180 ±18	190 ±19	180 ±18
6	zasadowość ogólna – alkalinity	PN-EN ISO 9963-1:2001+Ap1:2004	mmol/l	2,9 ±0,3	2,9 ±0,3	3,1 ±0,3	2,9 ±0,3
7	mętność – water turbidity	PN-EN ISO 7027-1:2016-09	NTU	2,2 ±0,5	0,52 ±0,13	3,3 ±0,7	1,2 ±0,3
8	barwa – colour	PN-EN ISO 7887:2012+Ap1:2015-06	mg Pt/l	7,5 ±2,5	2,5 ±2,5	5,0 ±2,5	5,0 ±2,5
9	substancje rozpuszczone mineralne mineral dissolved substances	PB/PCh-13 wyd. 5 z dnia 01.10.201	mg/l	180 ±36	210 ±42	200 ±40	210 ±42
10	jon amonowy – ammonium	PN-EN ISO 14911:2002	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
11	azotany – nitrates	PN-EN ISO 10304-1:2009+AC:2012	mg/l	3,7 ±0,6	2,4 ±0,4	1,7 ±0,3	6,7 ±1,1
12	azotyny – nitrites	PN-EN ISO 10304-1:2009+AC:2012	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
13	chlorki – chlorides	PN-EN ISO 10304-1:2009+AC:2012	mg/l	5,4 ±0,5	5,0 ±0,4	5,0 ±4	3,3 ±0,3
14	fluorki – fluorides	PN-EN ISO 10304-1:2009+AC:2012	mg/l	0,10 ±0,02	<0,10	<0,10	<0,10
15	siarczany – sulfites	PN-EN ISO 10304-1:2009+AC:2012	mg/l	29 ±3	38 ±3	35 ±3	32 ±3
16	bor – boron	PN-EN ISO 17294-2:2016-11	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
17	magnez – magnesium	PN-EN ISO 17294-2:2016-11	mg/l	4,2 ±0,4	4,2 ±0,4	4,2 ±0,4	2,2 ±0,5
18	mangan – manganese	PN-EN ISO 17294-2:2016-11	mg/l	0,080 ±0,010	0,069 ±0,008	0,010 ±0,001	0,081 ±0,010
19	potas – potassium	PN-EN ISO 17294-2:2016-11	mg/l	0,60 ±0,10	0,51 ±0,08	0,56 ±0,09	0,64 ±0,10
20	sód – sodium	PN-EN ISO 17294-2:2016-11	mg/l	3,8 ±0,6	3,2 ±0,5	3,5 ±0,5	3,1 ±0,5
21	wapń – calcium	PN-EN ISO 17294-2:2016-11	mg/l	48 ±4	48 ±4	50 ±4	52 ±5
22	żelazo – iron	PN-EN ISO 17294-2:2016-11	mg/l	0,55 ±0,10	0,16 ±0,03	0,079 ±0,015	0,47 ±0,09
23	krzem – silicon	PN-EN ISO 11885:2009	mg/l	6,3 ±1,4	5,0 ±1,1	5,3 ±1,2	4,2 ±0,9
24	ChZT – COD	PN-ISO 6060:2006	mg/l	43 ±12	<10	21 ±6	<10

zbierana jest przez strumienie zasilające ciekły główne – Człapię (Karwińskie Źródlika), Dopływ z Jez. Kubek (Kubek Bobrownia, Kubek – pomnik przyrody oraz ciek bez nazwy zasilający (Zdroje). Doliny są z reguły płaskie o relatywnie niewielkim podłużnym spadku dna, w dolnej części rozszerzają się i zajęte są przez przepływowe stawy i podpiętrzone jeziora. Doliny te pozostają w łączności z dolinami rzek Warty i Noteci (Szczegółowa mapa geologiczna Polski i objaśnienia, 2000;2003; 2009; 2012; Mapa hydrogeologiczna Polski i objaśnienia. Pierwszy poziom wodonośny 2005a; 2005b; 2006; 2012).

Źródła warstwowe są z reguły relatywnie mało wydajne. Warunkuje to rodzaj skały wodonośnej, w tym przypadku piasków. W naturalnych warunkach woda w piaskach przepływa stosunkowo powoli. W przypadku omawianych lokalizacji czynnikiem ograniczającym wydajność źródeł jest ponadto: (1) relatywnie niewielki obszar zasilania źródeł, (2) stosunkowo ograniczona intensywność zasilania (niezbyt korzystne miejscowe warunki klimatyczne i leśne), (3) niewielki spadek hydrauliczny warstwy spągowej wód gruntowych (warunki hydrogeologiczne). Przepuszczalność piaszczystych i piaszczysto-żwirowych warstw skalnych stanowi czynnik korzystny, biorąc pod uwagę możliwość zasilania warstw wodonośnych drenowanych przez źródlika.

Z przeprowadzonych badań natężenia przepływu wody wynika, że największą wydajność samowypływu – 8,2 [dm^3s^{-1}] stwierdzono w źródliku nr 2 (Kubek – pomnik przyrody), a najmniejszą – 2,3 [dm^3s^{-1}] w źródliku nr 1 (Kubek Bobrownia). Na podstawie wyników chwilowego natężenia przepływu wody w ocenianych lokalizacjach można stwierdzić, że nie odbiegają one od wyników charakterystycznych dla tego rodzaju źródeł z obszarów leśnych zachodniej części niżu polskiego.

Szczegółowym badaniom poddano podstawowe właściwości fizykochemiczne i organoleptyczne (pH, przewodność elektryczną, mętność, barwę) oraz zawartość tzw. makroskładników, w tym: wodorowęglanów, jonów amonowych, azotanów, azotynów, chlorków, fluorków, siarczanów, boru, magnezu, manganu, potasu, sodu, wapnia, żelaza, krzemu. Analiza uzyskanych wyników wskazuje, że oznaczone właściwości fizykochemiczne oraz organoleptyczne nie przekraczają wymagań określonych

w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Z uwagi na lokalizację źródeł nie badano wody pod względem wymagań bakteriologicznych. Otrzymane wartości dowodzą, że woda z badanych źródeł cechuje się dobrymi właściwościami spożywczyymi, a podwyższona wartość CHZT – chemicznego zapotrzebowania na tlen – może wynikać z występowania mikroorganizmów w miejscu poboru wody.

Na podstawie przeprowadzonych analiz chemicznych stwierdzono, że woda pochodząca ze wszystkich czterech źródeł ma podobny skład chemiczny. Jest niskozmineralizowana, z niską zawartością żelaza, manganu, a także związków azotowych (azotany, azotyny), co wskazuje na brak kontaktu z zanieczyszczeniami ze środowiska zewnętrznego i jest korzystne ze względu na wymogi stosowane w ocenie wody przeznaczonej do spożycia oraz wody stosowanej do innych celów, w tym higienicznych. Przy porównaniu wyników analiz badanych wód zwraca jedynie uwagę różnica w zawartości żelaza (0,55 mg/l) oraz CHZT (43 mg/l) i barwa 7,5 mg Pt/l) w wodzie pobranej ze stanowiska nr 1 w rejonie jeziora Kubek.

WNIOSKI

1. Wydajność wypływów jest na tyle duża, że możliwe jest retencjonowanie wody wypływającej ze źródeł w formie zbiorników retencyjnych zwiększających bioróżnorodność przyrodniczą. Zbiorniki te mogą też pełnić funkcje punktów poboru wody do celów gaśniczych.
2. W celu zagospodarowania wody do celów potrzeb konsumpcyjnych możliwe jest ujęcie wody w studniach wierconych do lokalnego użytkowania. Woda z ujęć może być zagospodarowana m.in. do zasilania tężni, budowy wodopojów dla zwierzęcy, tworzenia tzw. kałuż ekologicznych.
3. Wstępne badania wskazują, że woda spełnia kryteria wykorzystania do celów technicznych, a nawet spożywczych.
4. Wymagane jest przeprowadzenie szczegółowej oceny i analiz, które mogą dać odpowiedź na pytania, czy źródła mają walory wód mineralnych i źródłanych i czy mogą stanowić swoistą atrakcję turystyczną regionu.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują Pani Doktor Teresie Latour, emerytowanemu kierownikowi Zakładu Tworzyw Uzdrawiskowych Państwowego Zakładu Higieny w Poznaniu, za pomoc w interpretacji wyników badań chemicznych.

PIŚMIENNICTWO

- Anders, P., Kusiak, W. (2022). *Puszcza Notecka*. Poznań: G&P Oficyna Wydawnicza.
- Beguiria, S., Vicente-Serrano, S. M., Reig, F., Latorre, B. (2014). Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring. *Int. J. of Clim.*, 34(10): 3001–3023.
- Kondracki, J. (2001). *Geografia regionalna Polski*. Warszawa: PWN.
- Kubala, P., Chudzicki, M., Ostrawa, K., Majewski, M., Kusiak, W. (2021). Jednolity Program Gospodarczo-Ochronny dla Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Puszcza Zielonka”. Poznań: Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej Oddział w Poznaniu 22125.
- Global SPEI database (b.d.). SPEIbase. Pobrano 10.08.2022 z: <https://spei.csic.es/database.html>
- Łęcki, W. (2017). *Pojezierze Międzychodzko-Sierakowskie*. Poznań: Wydawnictwo Poznańskie.
- Mapa hydrogeologiczna Polski i objaśnienia. Pierwszy poziom wodonośny (2005a). Arkusz Chojno 391. Warszawa: PIG.
- Mapa hydrogeologiczna Polski i objaśnienia. Pierwszy poziom wodonośny (2005b). Arkusz Sieraków 430. Warszawa: PIG.
- Mapa hydrogeologiczna Polski i objaśnienia. Pierwszy poziom wodonośny (2006). Arkusz Trzebiecz 390. Warszawa: PIG.
- Mapa hydrogeologiczna Polski i objaśnienia. Pierwszy poziom wodonośny (2018). Arkusz Międzychód 429. Warszawa: PIG.
- Mapa Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 000 (2014). Warszawa: KZGW.
- Matuszkiewicz, J. M. (2008). *Regionalizacja geobotaniczna Polski*. Warszawa: IGiPZ PAN.
- Program monitoringu wód podziemnych w układzie dorzezy na lata 2016–2021. (2014). *Zasady funkcjonowania pomiarów i badań położenia zwierciadła wód podziemnych*. Warszawa: Państwowa Służba Hydrogeologiczna PIG-PIB.
- Przybyła, C. (2015). Dokumentacja hydrologiczno-środowiskowa jako podstawa zwiększania retencji w Leśnym Kompleksie Promocyjnym Puszcza Notecka. Maszynopis. Poznań: RDLP.
- Richling, A., Solon, J., Macias, A., Balon, J., Borzyszkowski, J., Kistowski, M. (red.). (2021). *Regionalna geografia fizyczna Polski*. Poznań: Bogucki Wyd. Naukowe.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. *Dz. U.* z 11.12.2017, poz. 2294.
- Strategia rozwoju gminy Sieraków na lata 2022–2030. Pobrano 27.09.2022 z [www.https://sierakow.pl](https://sierakow.pl).
- Szczegółowa mapa geologiczna Polski i objaśnienia (2000). Arkusz Sieraków 430. Warszawa: PIG.
- Szczegółowa mapa geologiczna Polski i objaśnienia (2003). Arkusz Trzebiecz 390. Warszawa: PIG.
- Szczegółowa mapa geologiczna Polski i objaśnienia (2009). Arkusz Międzychód 429. Warszawa: PIG.
- Szczegółowa mapa geologiczna Polski i objaśnienia (2012). Arkusz Chojno 391. Warszawa: PIG.
- Zielony, R., Kliczkowska, A. (2012). *Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010*. Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.

UPGRADING OF TOURISTIC AND RECREATIONAL VALUES OF PUSZCZA NOTECKA THROUGH MANAGING OF SPRING AREAS. INITIAL ASSESSEMENT

ABSTRACT

Notecka Forest, located between the rivers Warta and Noteć, is one of the largest inland dune areas in Poland. The area is relatively water-deficient. The drainage network is poorly developed, however attractive, and yet poorly recognized are spring areas located along the margins of sand-covered dune fields and river terraces. These spring areas have substantial potential for the application of multifunctional management schemes. The location of these springs is an asset that may add up to the region's high tourism and recreational value. Appropriate management and promotion of spring areas might strengthen capitalizing on the asset. These

premises have brought about the project to assess the flow rate of spring water and test its chemical composition. Four locations of spring areas in the central part of Puszcza Notecka were selected – three in Sieraków Forest District and a location in Karwin Forest District. Standard chemical tests applied for the consumption water were performed. The results of these tests have proved that spring water has good consumption quality. The flow rate of spring areas is sufficient to support water storage projects aiming at strengthening biodiversity and firefighting. There are also other possibilities for utilization of the spring water, e.g., for setting up thornhouses, providing water for wild animals, and setting up ecological ponds.

Keywords: Puszcza Notecka Forest, tourism and recreation, springs, water, spring flow, quality of spring water