INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr II/3/2014, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 743–755
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

DOI: http://dx.medra.org/10.14597/infraeco.2014.2.3.055

ZMIANY STANÓW WÓD GRUNTOWYCH NA TLE ZMIAN KLIMATYCZNYCH W NADLEŚNICTWIE KALISKA

Krzysztof Frydel[2], Antoni T. Miler[1]
[1]Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, [2]Nadleśnictwo Kaliska

CHANGES OF GROUND WATER LEVELS VERSUS CLIMATE CHANGES IN THE KALISKA FOREST DISTRICT

Streszczenie

Zmiany klimatyczne naturalne i antropogeniczne są przyczyną niekorzystnych zmian stosunków wodnych. W ostatnich dekadach XX wieku, szczególnie na początku lat 80-tych obniżył się poziom wód gruntowych na obszarze około sześciu tysięcy ha lasów w zarządzie Nadleśnictwa Kaliska. Stan ten utrzymywał się do połowy lat 90-tych. Ubiegłego wieku. Podjęto wtedy prace nad koncepcją małej retencji wodnej. Koncepcję zrealizowano w latach 1996-2003. W wyniku realizacji tych zamierzeń zaobserwowano podniesienie się poziomu lustra wód gruntowych na obszarze około 5 tysięcy ha lasu. Występująca w obniżeniach terenu woda dała możliwość zainstalowania łat wodowskazowych i potraktowania tych miejsc jako punktów piezometrycznych. Obserwacje poziomów wód przeprowadzono w latach 2012-2013 w okresie od ustąpienia lodu na przedwiośniu do jego ponownego pojawienia się późną jesienią. Zapas wody w glebie związany głównie ze stanem wód gruntowych wykazuje zmienność krótkoterminową i długoterminową. Zmiany krótkoterminowe związane są z warunkami pogodowymi oraz zużyciem wody przez roślinność. Zmienność długoterminowa wiąże się m.in. fazą rozwoju roślinności. Z uwagi na stosunkowo krótki okres monitoringu, w pracy przedstawiono aspekty związane ze zmiennością krótkoterminową stanów wód gruntowych.

Słowa kluczowe: wody gruntowe, siedliska leśne, Nadleśnictwo Kaliska

Summary

The natural and man-caused climate changes are the cause of hydrologic disturbance. Throughout the last decades of XXth century, particularly at the beginning of 8th decade of XXth century a groundwater level decreased over 6,000 ha area in Kaliska Forest District. The hydrologic disturbance lasted until the mid-9th decade of XXth century and the study on hydrological restitution project was undertaken at that time. The project had been implemented since 1996 to 2003. As a result the rise of groundwater level has been observed over the area of 5,000 ha. The surface water storage and ground water level has been monitored for the period 2012-2013 after thawing at the early Spring till the next late Autumn first snowfall. Groundwater storage sates undergo long and short-term changes. Short-term changes are the result of meteorological conditions and uptake of water by the vegetation. Long-term variability is caused by e.g. forest stand dynamics. Due to relatively short period of the groundwater level monitoring, the paper discusses solely short-term variability of groundwater level.

Key words: *groundwater, forest habitats, Kaliska Forest District*

WPROWADZENIE

Można postawić tezę, iż głównie woda decyduje o stabilności, trwałości oraz zróżnicowaniu lasów. Warunkiem trwałości ekosystemów leśnych jest bowiem trwały przyrost biomasy, który zależy od ewapotranspiracji, a ta implikowana jest dostępnością wody – w szczególności wody gruntowej pierwszego poziomu wodonośnego.

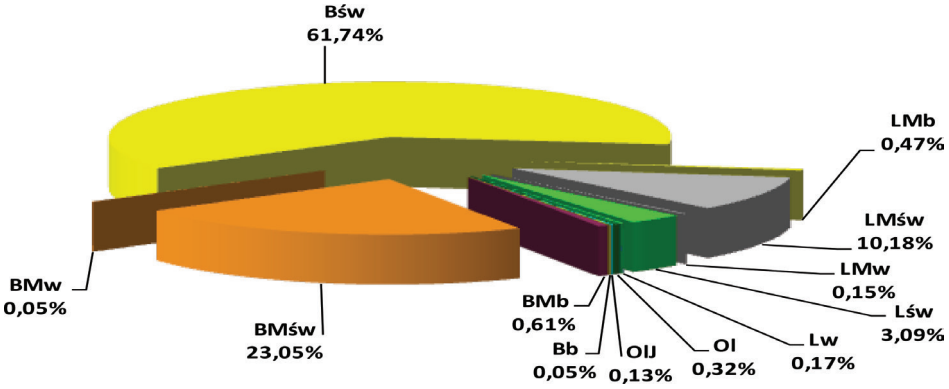
Z literatury naukowej, a także popularnonaukowej, powszechnie wiadomo, że w ostatnim dwudziestoleciu odnotowuje się liczne przykłady niekorzystnych trendów zmian klimatu (wzrost temperatur powietrza, spadek sum opadów atmosferycznych, bardziej gwałtowne zmiany pogody). Między innymi Raport IPCC (2007) jednoznacznie wskazuje na „globalne ocieplanie się klimatu" i nasilanie się hydrometeorologicznych „zjawisk ekstremalnych". Całkowita kompensacja niekorzystnych zmian klimatycznych jest oczywiście niemożliwa. Niemniej należy te niekorzystne oddziaływania ograniczać m.in. poprzez tworzenie tzw. małej retencji wodnej. W tym zakresie, w Nadleśnictwie Kaliska zrealizowany został w latach 1996-2003 program tworzenia/rewitalizacji małej retencji (Frydel 1996, 2007, 2008, Nather, Mrozowski 1996, Wołoszyn, Szydłowski 2002).

Celem niniejszej pracy jest analiza zmienności stanów wód gruntowych na tle zmienności dwóch głównych składników klimatu – opadów atmosferycz-

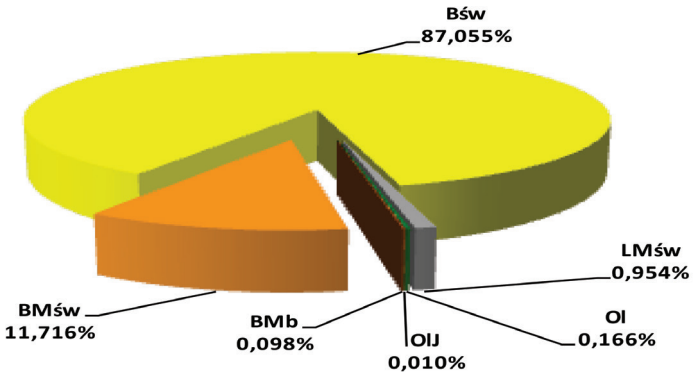
nych i temperatur powietrza, na przykładzie monitorowanych terenów leśnych Nadleśnictwa Kaliska.

OBSZAR BADAŃ

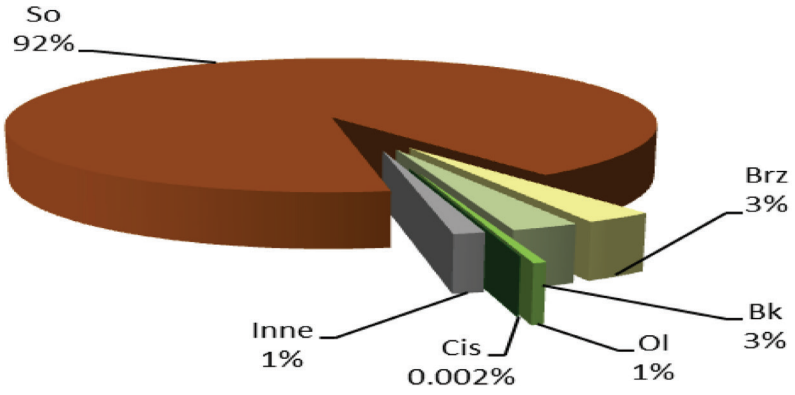
Nadleśnictwo Kaliska jest położone w województwie Pomorskim na południowy zachód od Starogardu Gdańskiego o powierzchni administracyjnej ok. 40,2 tys. ha. W tym 19,8 tys. ha lasów państwowych i 3,7 tys. lasów niestanowiących własności państwa, a powierzonych w nadzór przez Starostów powiatów Kościerskiego i Starogardzkiego.



Rysunek 1. Udział siedlisk w Nadleśnictwie Kaliska
Figure 1. Participation of forest habitats on the Forest inspectorate Kaliska



Rysunek 2. Udział siedlisk na obszarze monitorowanym
Figure 2. Participation of forest habitats on the monitored area



Rysunek 3. Udział gatunków na obszarze monitorowanym
Figure 3. Participation of species on the monitored area

Nadleśnictwo Kaliska zostało utworzone 1 stycznia 1973 roku decyzja MLiPD. Drzewostany na terenie Nadleśnictwa Kaliska są położone w dwóch krainach przyrodniczo-leśnych: Wielkopolsko Pomorskiej mezoregionie Borów Tucholskich i Bałtyckiej, mezoregionie Pojezierza Starogardzkiego.

Obszar monitorowany znajduje się w całości w Wielkopolsko Pomorskiej krainie przyrodniczo leśnej w mezoregionie Borów Tucholskich. Na obszarze nadleśnictwa przeważają siedliska borowe, które stanowią około 85% lasów. Są to w większości siedliska Bśw i BMśw (rys. 1).

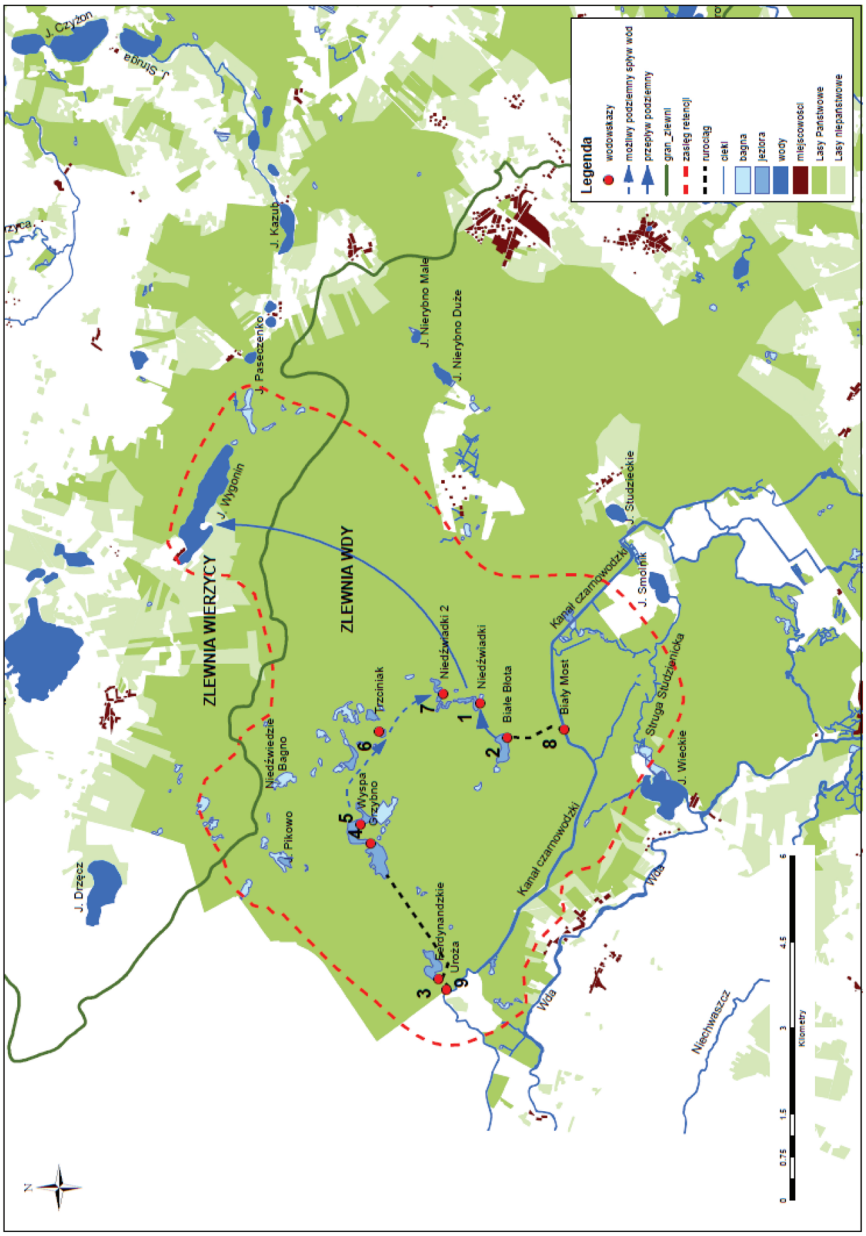
Obszar monitorowany to część obrębu Bartel Wielki o powierzchni 5.327 ha. W obszarze monitoringu występują głównie siedliska Bśw z niewielkimi fragmentami BMśw. Na tym obszarze można także odnaleźć sporadycznie występujące siedliska wilgotne i bagienne, które zanikały, a po odtworzeniu śródleśnych jezior, oczek wodnych i bagien zostały w ramach realizacji koncepcji małej retencji wodnej zostało na nich przywrócone właściwe uwilgotnienie. Ogólnie siedliska świeże zajmują 98,1% obszaru obserwacji, siedliska wilgotne 0,4%, a siedliska bagienne i łęgowe 1,5% (rys. 2).

Gatunkiem panującym na obszarze monitorowanym jest sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.), i przyjmuje udział miąższościowy około 99%, a powierzchniowy około 95%. Drugim, co do wielkości zajmowanej powierzchni, gatunkiem jest brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth). Miejscami wprowadzono drugie piętro wysadzając buk zwyczajny (*Fagus sylvatica* L.). Na żyźniejszych fragmentach drzewostanów buk wchodzi także wspólnie z dębem szypułkowym (*Quercus robur* L.) i bezszypułkowym (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) Ponadto miejscami w podszycie występuje świerk pospolity (*Picea abies* (L.) H. Karst). Świerk tworzy miejscami niewielkie płaty, częściowo po sztucznym

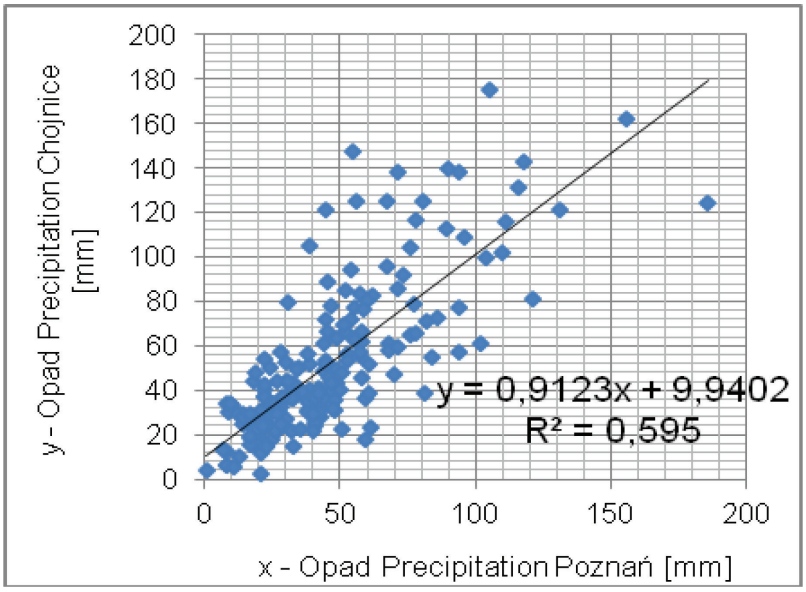
ich wprowadzeniu w latach 60-tych XX wieku. Niewielkie fragmenty olsów na obszarze monitorowanym występują wyłącznie wzdłuż cieków i na brzegach bagien oraz jezior i śródleśnych oczek wodnych (rys. 3).

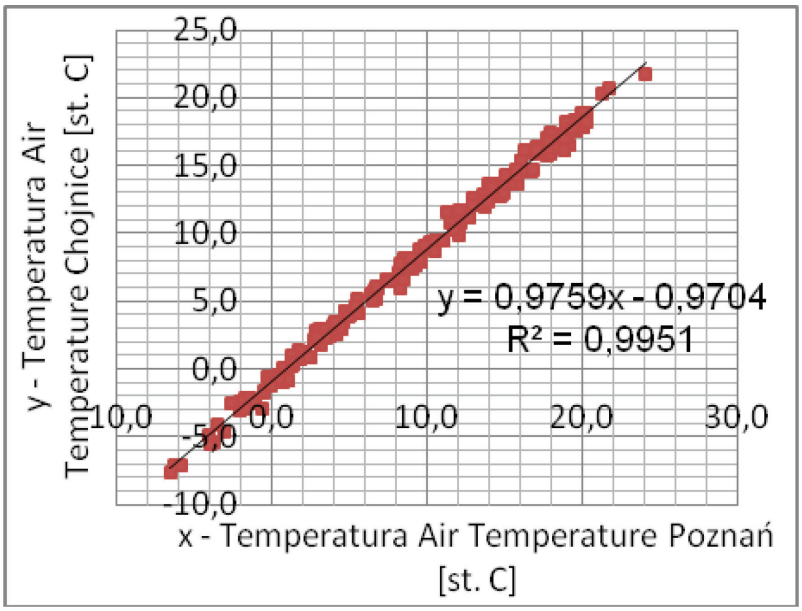
Krajobraz na obszarze Nadleśnictwa Kaliska kształtował w czasie wielokrotnych zlodowaceń lądolód skandynawski i jego wody roztopowe. Wierzchnia warstwa osadów plejstoceńskich definitywnie ukształtowała się podczas ostatniego – bałtyckiego zlodowacenia w stadiale pomorskim. Wierzchnie utwory geologiczne w obrębie nadleśnictwa zbudowane są w przeważającej większości z piasków fluwioglacjalnych o składzie mechanicznym piasków luźnych i płytkich piasków słabogliniastych przechodzących w piaski luźne. Budują one rozległe sandry. Na obszarze obserwacji przeważają gleby rdzawe bielicowe (około 80%), bielicowe właściwe to około 16% powierzchni, a gleby rdzawe właściwe, 3,5%. Gleby na torfach niskich i torfowo-murszowe zajmują około 0,25% obszaru obserwacji. Biorąc pod uwagę uwilgotnienie około 93% obszaru obserwacji zajmują gleby świeże, a około 7% gleby wilgotne. Obszar Nadleśnictwa Kaliska charakteryzuje się w przeważającej części terenami równinnymi i falistymi. Dominująca część omawianego obszaru pokryta jest rozległym polem sandrowym urozmaiconym rozcięciami w postaci rynien oraz wytopiskami. Wysokość nad poziomem morza pola sandrowego waha się od 130 m do około 160 m. Istotną cechą kształtującą krajobraz są tu bardzo liczne jeziora o charakterze rynnowym. Dno rynien wypełniają bagna i jeziora (Garczyn), a w przewężeniach wykształciły się doliny rzeczne. Rynny glacjalne wcinają się w poziom podstawowy sandru na głębokość 30÷50 m. Liczne formy wytopiskowe powstały z wytopienia brył martwego lodu zagrzebanego pod osadami akumulacji glacjalnej i fluwioglacjalnej. Przewalają tu formy drobne od kilkudziesięciu arów do 5 ha o dużej różnorodności kształtu. Głębokość wynosi od 5 m do 15 m, a wyjątkowo do 25 m. Wytopiska zlokalizowane są zarówno na równinie sandrowej jak i w obrębie moreny.

Pogoda na obszarze monitoringu kształtuje się głównie pod wpływem niżów atlantyckich, którym przeciwstawiają się masy powietrza kontynentalnego Europy Wschodniej. Występująca na powyższym terenie zmienność klimatyczna wynika również z rzeźby terenu, w tym głównie położeniu w stosunku do barier wysoczyznowych na północy i równin na południu. W omawianym regionie najniższe średnie miesięczne temperatury powietrza występują w styczniu, lutym, najwyższe w lipcu, ale również w sierpniu i rzadziej w czerwcu. Istotnym wskaźnikiem agroklimatycznym jest liczba dni z temperaturą maksymalną poniżej 0°C, która dla omawianego obiektu waha się pomiędzy 60 a 100 dni w ciągu roku. Okres bezprzymrozkowy jest krótki i wynosi w zależności od roku od 120 do 210 dni. Z punktu widzenia hodowli lasu jest długość okresu wegetacyjnego wynosząca średnio 201 dni w roku (Aktualizacja … 2007, Plan urządzania … 2011).

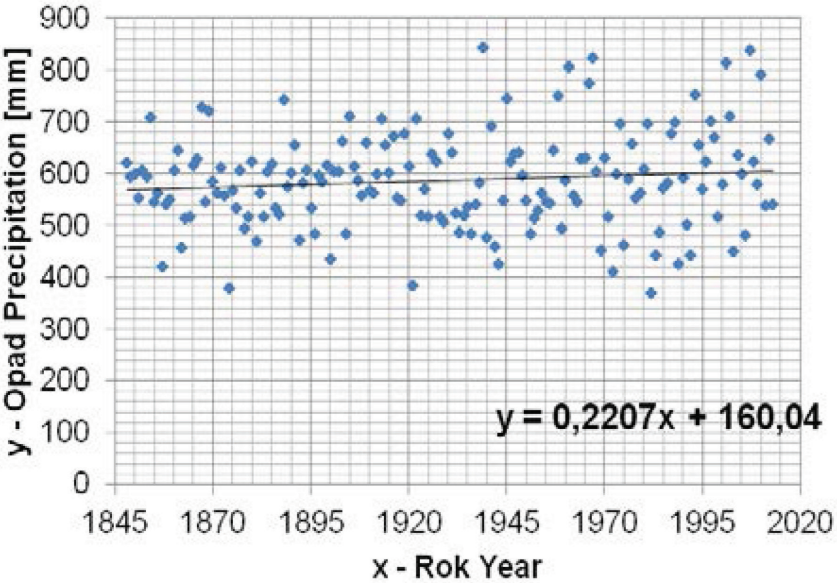


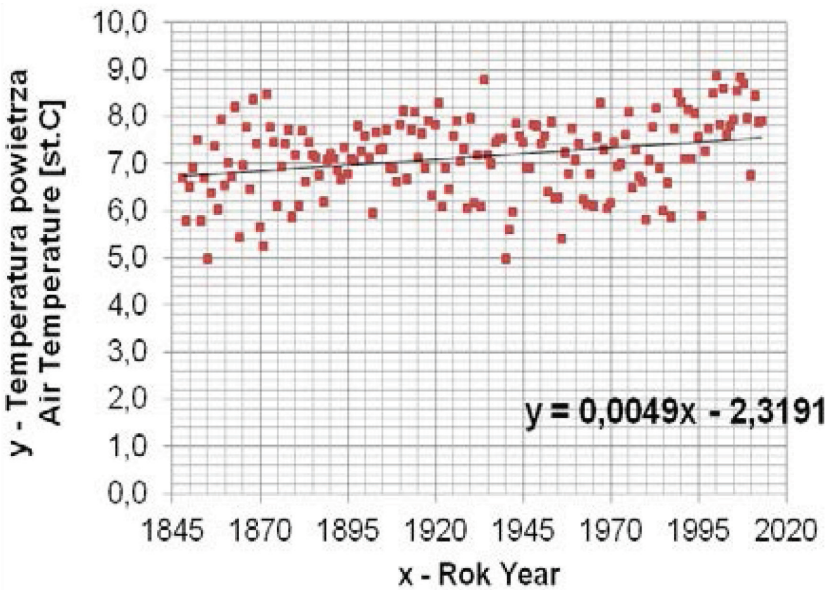
Rysunek 4. Badany teren
Figure 4. The investigated area





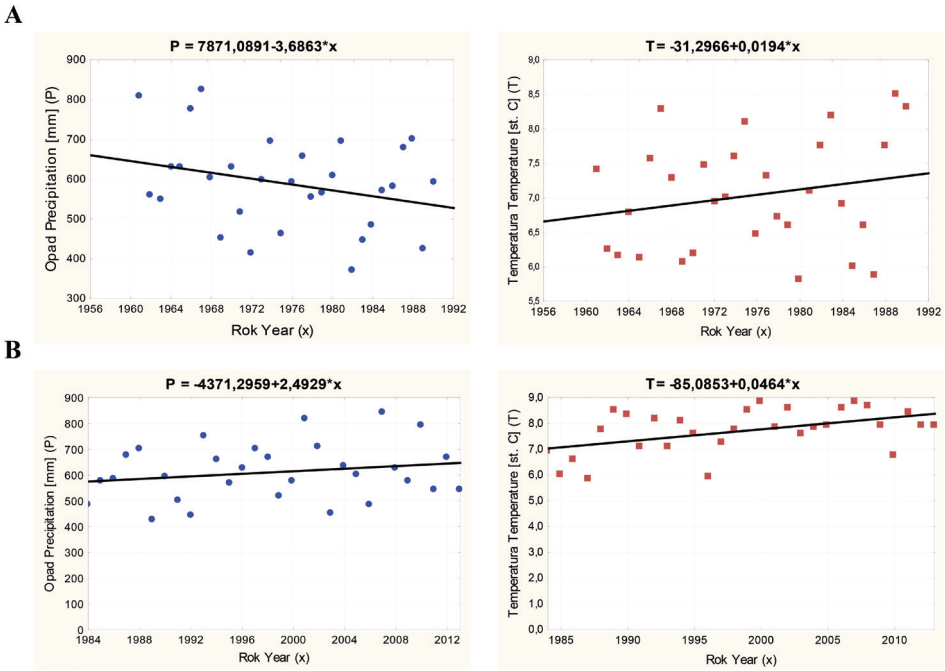
Rysunek 5. Regresyjne zależności pomiędzy miesięcznymi opadami atmosferycznymi i temperaturami powietrza w Poznaniu i Chojnicach w okresie 1999-2013
Figure 5. Regression relation between monthly precipitation and air temperature in Poznan and Chojnice in period 1999-2013





Rysunek 6. Trendy zmian opadów atmosferycznych i temperatur powietrza w Chojnicach w okresie 1848-2013

Figure 6. Trends of change of precipitation and air temperature in Chojnice in period 1848-2013



Rysunek 7. Trendy zmian opadów atmosferycznych i temperatur powietrza w Chojnicach: A – w okresie 1961-1990, B – w okresie 1984-2013

Figure 7. Trends of change of precipitation and air temperature in Chojnice: A – in period 1961-1990, B – in period 1984-2013

METODYKA BADAŃ

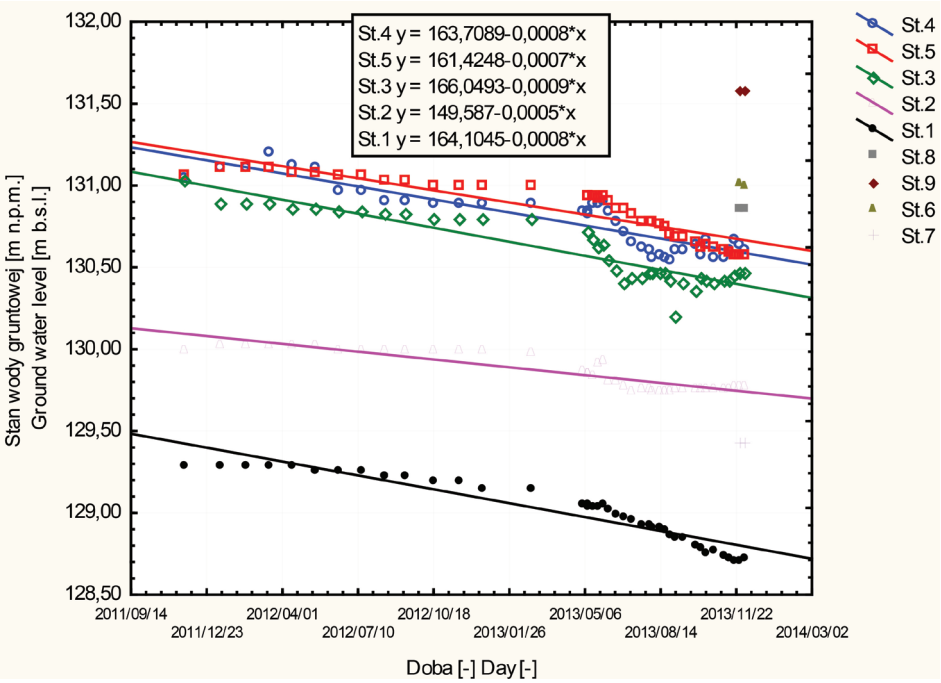
W pracy wykorzystano, jako dane wyjściowe pomiary stanów wód gruntowych wykonywane w dziewięciu studzienkach piezometrycznych na badanym terenie w okresie od 24.11.2011 do 03.12.2013 (rys. 4). Warunki klimatyczne oceniano na podstawie sum miesięcznych i rocznych opadów atmosferycznych oraz średnich miesięcznych i rocznych temperatur powietrza dla reprezentatywnej dla badanego terenu stacji IMGW Chojnica (1999-2013). Wykorzystano także dane meteorologiczne ze stacji IMGW Poznań (1848-2013) (Miler 2013).

Trendy czasowe i zmienności opadów atmosferycznych, temperatur powietrza i stanów wód gruntowych opracowano w sposób standardowy wykorzystując procedury pakietu Statisitca v.10. Jako graniczny poziom istotności przyjęto zwyczajowo stosowany poziom istotności α=0,05. Przebieg warunków meteorologicznych oceniano według propozycji Kaczorowskiej (1962), tzn. za lata przeciętne przyjęto te, dla których stosowne średnie roczne mieściły się

w przedziale norma ± 10%. W analizach porównywano także wartości znormalizowane analizowanych parametrów, tj. przeliczone do przedziału 0-100%. Obliczenia te wykonywano zgodnie ze wzorem:

$$y_i = \frac{(x_i - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:
x_i – wartość pierwotna,
x_{min} – minimalna wartość pierwotna,
x_{max} – maksymalna wartość pierwotna,
y_i – wartość znormalizowana.

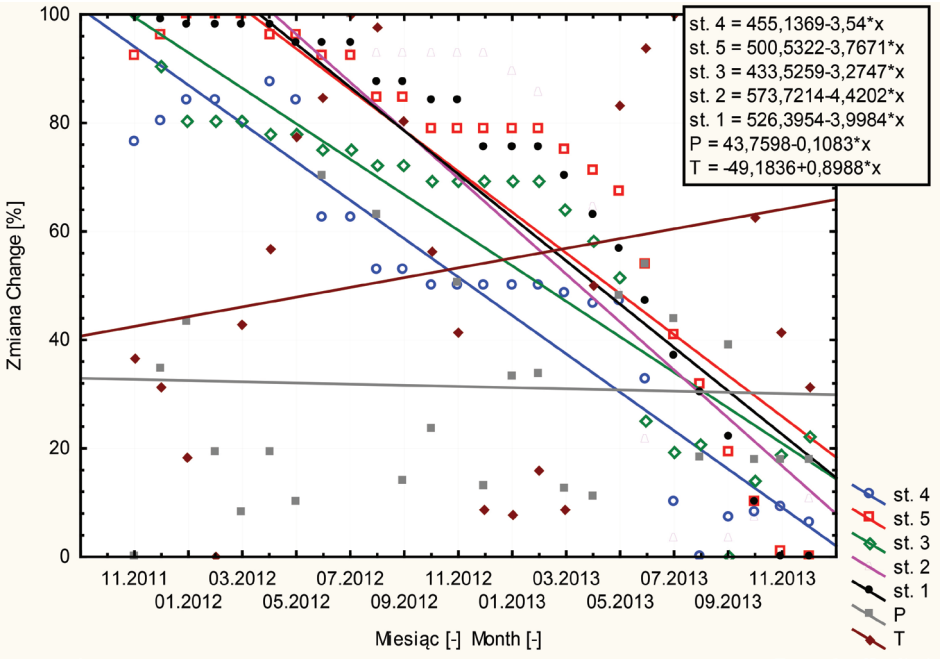


Rysunek 8. Trendy zmian stanów wód gruntowych (studzienki 1÷7) w badanym okresie
Figure 8. Trends of change of ground water levels (wells 1÷7) in investigation period

WYNIKI I DYSKUSJA

Przebiegi czasowe sum rocznych opadów atmosferycznych i średnich rocznych temperatur powietrza w Chojnicach rozszerzono do okresu 1848-2013,

poprzez wykorzystanie zależności regresyjnych z Poznaniem (rys. 5). Szczególnie miesięczne temperatury powietrza w Chojnicach i Poznaniu w latach 1999-2013 wykazują duże skorelowanie (0,9975), ale również sumy miesięczne opadów atmosferycznych są bardzo skorelowane (0,7714).



Rysunek 9. Trendy zmian znormalizowanych miesięcznych wartości stanów wód gruntowych (studzienki 1÷7) na tle opadów atmosferycznych (P) i temperatur powietrza (T)
Figure 9. Trends of standardized monthly change of ground water levels (wells 1÷7) vs. precipitation (P) and air temperature (T)

Obliczone trendy czasowe dla okresu 1848-2013 odpowiednio dla opadów atmosferycznych i temperatur powietrza wynoszą: +22,07 mm/100 lat, +0,49 ^{0}C/100 lat. Świadczy to może o stosunkowo dużej stacjonarności (niezmienności) klimatu w Chojnicach (rys. 6). Dla krótszych okresów 30-letnich: 1961-1990 (zalecanego przez WMO) oraz 1984-2013 (ostatnie lata) współczynniki kierunkowe prostych regresji są odmienne, odpowiednio – 368,29 mm/100 lat, +1,94 ^{0}C/100 lat oraz +249,29 mm/100 lat, +4,64 ^{0}C/ 100 lat (rys. 7). Zatem jedynie temperatury powietrza utrzymują jednokierunkowy narastający trend.

Trendy zmian stanów wód gruntowych, w badanym okresie, we wszystkich punktach pomiarowych wykazują wartości ujemne od – 18,3 do – 32,9 cm/rok (rys. 8). Badany okres obejmuje w zasadzie dwa lata 2012 i 2013. Przy

czym pierwszy rok ze względu na warunki pluwialne można ocenić, jako mokry, a drugi, jako przeciętny, natomiast ze względu na termikę oba lata należy zaliczyć do raczej ciepłych. Zatem można postawić hipotezę, iż za spadek zwierciadła wód gruntowych odpowiada wyższa od przeciętnej temperatura powietrza w monitorowanym okresie.

Potwierdza tą hipotezę przebieg prostych regresji na rysunku 9, gdzie prezentowane są trendy zmian znormalizowanych miesięcznych wartości stanów wód gruntowych na tle opadów atmosferycznych i temperatur powietrza.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych analiz można sformułować następujące wnioski:

1. Niekorzystny dodatni trend zmian temperatur powietrza wpływa na obniżanie się stanów wód gruntowych nawet w latach, które można traktować, jako niezbyt odbiegające od przeciętnych.
2. Krótkookresowe zmiany stanu wód gruntowych mogą być silnie zależne od lat mokrych i chłodnych poprzedzających lata obserwacji, w których sumy opadów i średnie temperatury roczne znacznie odbiegają od roku przeciętnego. Takim był np. rok 2010 z sumą opadów 793,1mm przy przeciętnej z lat 2004-2013 równej 629,9mm. W roku 2010 także średnia temperatura roczna wyniosła zaledwie 6,8˚C, przy przeciętnej z lat 2004-2013 8,1˚C.
3. Ze względu na stosunkowo krótki okres monitoringu, w pracy przedstawiono jedynie aspekty związane ze zmiennością krótkoterminową stanów wód gruntowych. Wykazana dość duża stacjonarność (niezmienność) klimatu dla badanego terenu, wg stacji w Chojnicach, bardzo ogranicza możliwości szacunków odnośnie zmienności długoterminowej stanów wód gruntowych. Konieczne jest zatem dalsze monitorowanie tychże wód gruntowych.

LITERATURA

Aktualizacja opracowania ekofizjograficznego do planu zagospodarowania przestrzennego Województwa Pomorskiego. 2007. Praca pod redakcją Czochański J., Lemańczyk J. Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego. Słupsk – Gdańsk.

Frydel K. 2007. Problematyka renaturyzacji bagien i siedlisk wilgotnych w leśnictwie. Biblioteczka leśniczego zeszyt 255, Wydawnictwo Świat, Warszawa.

Frydel K. 2008. Woda wróciła, czyli o małej retencji w Nadleśnictwie Kaliska słów kilka. Wydawnictwo CILP, Warszawa.

Frydel K. 1996. Odtworzenie nawodnień w leśnictwie Leśna Huta. Maszynopis, archiwum Nadleśnictwa Kaliska.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. http://www.ipcc.ch/.

Kaczorowska Z. 1962. *Najsuchsze i najwilgotniejsze pory roku w Polsce w okresie 1900-1959*, Przegląd Geofizyczny, 7/15, 3.

Miler A.T. 2013. *Kompleksowa metodyka oceny stosunków wodnych w lasach*. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Monografia.

Nather M., Mrozowski A. 1996. Studium wstępne na Odtworzenie bagien śródleśny na terenie Nadleśnictwa Kaliska. Konsultacja Frydel K. Maszynopis, archiwum Nadleśnictwa Kaliska.

PLAN URZĄDZENIA LASU dla Nadleśnictwa Kaliska. 2011. Na okres od 1 stycznia 2011 roku do 31 grudnia 2020 roku, na podstawie stanu lasu w dniu 1 stycznia 2011 roku. Sporządzony przez BULiGL Oddział w Gdyni.

Wołoszyn E., Szydłowski M. 2002. Ekspertyza hydrologicznadotycząca projektu odtworzenia jezior Ferdynandzkie, Grzybno i Wyspa na terenie Nadleśnictwa Kaliska. Maszynopis, archiwum Nadleśnictwa Kaliska.

Mgr inż. Krzysztof Frydel
Nadleśnictwo Kaliska
83-260 Kaliska, ul.Długa 64.
Tel./Fax 585889818, E-mail krzysztof.frydel@gdansk.lasy.gov.pl

Prof. dr hab. inż. Antoni T. Miler
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Inżynierii Leśnej
60-623 Poznań, ul. Mazowiecka 41
Tel./Fax 618487366, E-mail amiler@up.poznan.pl