

**Załącznik 12.** Charakterystyka wyznaczonych obszarów szczególnie narażonych na związki azotu (OSN) pochodzące ze źródeł rolniczych.

## **OSN nr 2: zlewnia studni 848, Doba. Powierzchnia: 5,19 km<sup>2</sup>**

### Charakterystyka geograficzna obszaru:

OSN nr 2 położony jest w północno-wschodniej Polsce, województwo warmińsko-mazurskie, powiat giżycki, gmina Giżycko. Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym (Kondracki, 2000), obszar ten leży na Pojezierzu Mazurskim, wchodzącym w skład makroregionu Pojezierzy Wschodniobałtyckich. Obszar ten leży na zachodnim brzegu jeziora Dobskiego, który jest objęty ochroną na mocy Dyrektywy Siedliskowej (Obszar Natura 2000, PLB280012). Jest to obszar płaski, położony na rzędnych około 110–120 m n.p.m. (Kondracki, 2000). Pod względem klimatycznym jest to obszar stosunkowo chłodny a średnie sumy opadów rocznych zarejestrowane na pobliskiej stacji meteorologicznej w Olsztynie wskazywały 623 dla okresu 1951–1980 oraz 609 mm dla okresu 1981–1990 (Małecki, 2009).

Według Mitręgi et al. (2008), OSN nr 2 położony jest w strefie, w której występowanie susz atmosferycznych, glebowych i niżówki hydrogeologicznej charakteryzuje średnia częstotliwość występowania, a klimatyczny bilans wodny w okresach susz atmosferycznych charakteryzuje umiarkowany deficyt wody (0–100 mm).

### Charakterystyka geologiczna obszaru:

Pod względem geologicznym obszar położony jest we wschodniej części obniżenia nadbałtyckiego, w monoklinie kętrzyńskiej. Wśród osadów czwartorzędowych wyróżniono osady plejstocenu i holocenu. Osady zlodowaceń południowopolskich reprezentują dwa poziomy glin rozdzielone osadami akumulacji rzecznej, jeziornej i wodnolodowcowej. Utwory te są prawdopodobnie zaburzone glacitektonicznie. Utwory wodonośne to przede wszystkim piaski ze żwirami facji rzecznej. Na osadach zlodowaceń południowopolskich zalegają utwory interglacjału wielkiego wykształcone jako piaski i mułki piaszczyste pochodzenia rzeczno jeziornego oraz ły i mułki jeziorne. Osady te stanowią spągowe ogniwo miąższych serii międzymorenowych, wykształconych w wyższych partiach jako utwory piaszczyste typu rzeczno jeziornego. Zlodowacenia środkowopolskie reprezentowane są przez dwa poziomy glin zwałowych, rozdzielone lokalnie przez znacznej miąższości serie osadów rzecznych i jeziornych, miejscami wodnolodowcowych. Osady zlodowacenia północnopolskiego (zlodowacenia wisły) reprezentowane są przez osady glacialne stadiu głównego, w postaci miąższego kompleksu glin zwałowych. Osadami wodonośnymi są piaski i piaski ze żwirami pochodzenia wodnolodowcowego. Z sedymentacją holoceniową związane są głównie osady jeziorne: piaski, mułki, torfy, gytie i kreda jeziorna. Znaczną część analizowanego obszaru pokrywają torfowiska (Wojtyna, Giełżecka-Mądry, 2004). Punkt obserwacyjny nr 848 penetruje jedynie utwory czwartorzędowe, których miąższość przekracza w tym rejonie 200 m.

### Charakterystyka hydrogeologiczna:

OSN nr 2 zlewni studni Doba znajduje się z w obrębie JCWPd nr 21. Płytkie wody podziemne występują tu w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym z systemem hydrograficznym co sugeruje kierunek przepływu w obrębie rozpatrywanego obszaru w kierunku wschodnim. Na omawianym

terenie dokumentowano występowanie czwartorzędowych osadów wodonośnych. Wśród nich można wydzielić trzy czwartorzędowe poziomy wodonośne, związane z kolejnymi zlodowaceniami. Dwa pierwsze poziomy pełnią rolę poziomów użytkowych. Pierwszy użytkowy poziom wodonośny związany jest z utworami zlodowaceń północnopolskich. Osadami wodonośnymi są wodnolodowcowe piaski i piaski ze żwirami fazy leszczyńskiej i pomorskiej. Głębokość jego występowania wynosi od kilku do prawie 40 m, najczęściej jednak kilkanaście metrów. Miąższość przeważnie lokuje się w przedziale 20–40 m. Charakteryzuje się swobodnym zwierciadłem wody lub lekko napiętym, od kilku do ponad 20 m. Poziom ten jest słabo izolowany od powierzchni terenu, co stwarza dobre warunki odnawialności wód przez infiltrację powierzchniową i zasilanie boczne. Z uwagi na to, jest najbardziej narażony na zanieczyszczenie wód podziemnych. Drugi użytkowy poziom wodonośny związany jest z osadami zlodowaceń środkowopolskich i interglacjału wielkiego. Generalnie, strop tego poziomu znajduje się na głębokości kilkudziesięciu metrów. Miąższość drugiego poziomu mieści się w przedziale 10–40 m. Lokalnie, w okolicach Doby przekracza 40 m. Napięte zwierciadło wody stabilizuje się kilka metrów niżej niż zwierciadło pierwszego poziomu, chociaż zdarza się, że wody obu poziomów osiągają tę samą wysokość (Wojtyna, Giełżecka-Mądry, 2004). Głębsze czwartorzędowe poziomy wodonośne są słabo rozpoznane.

#### Charakterystyka studni nr 848 w Dobie:

Punkt nr 848 w Dobie to piezometr o głębokości 15 m (Tabela 1), położony w bliskim sąsiedztwie jeziora Dobskiego, na rzędnej terenu 117 m n.p.m. Miąższość warstwy wodonośnej w punkcie nr 848 Doba wynosi około 10 m. Swobodne zwierciadło wody występuje na 0,95 m p.p.t.. Według Mitręgi et al. (2008), wody użytkowe w zlewni studni 848 występują na głębokościach większych niż 15 m, a ich skład chemiczny nie wskazuje na negatywny wpływ presji azotanami (Mitręga et al., 2008). Płytkie warstwy wodonośne (do 3 m) na danym obszarze wskazują jednak podwyższone stężenia azotanów.

**Tabela 1. Charakterystyka studni nr 848, Doba**

Nazwa MONBADA	JCWpd	Zlewnia	RZGW	Charakter zwierciadła wody	Rodzaj otworu	Głębokość ww. spąg [m]	Głębokość ww. strop [m]	Stratygrafia
Doba-4	21	Węgorapa	Warszawa	Zwierciadło swobodne	piezometr	11	0,95	Q

#### **OSN nr 4: zlewnia studni nr 838, Przegaliny Duże. Powierzchnia: 38,25 km<sup>2</sup>**

##### Charakterystyka geograficzna obszaru:

Obszar OSN nr 4 położony jest w środkowo-wschodniej Polsce, województwo lubelskie, powiat radzyński, gmina Komarówka Podlaska. Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym (Kondracki, 2000), obszar ten leży na Polesiu Zachodnim i znajduje się w zlewni Bugu. Pod względem klimatycznym, obszar Polesia Zachodniego zaliczane do grupy klimatów Wielkich Dolin, wyróżnia się jednak jako posiadający szczególnie dużo cech kontynentalnych. Opady atmosferyczne cechują się bardzo dużą zmiennością przestrzenną i czasową. W latach suchych wartość ta może spadać poniżej 400 mm, a w latach mokrych przekraczać 850 mm. Według

Mitręgi et al. (2008), obszar OSN nr 4 położony jest w strefie częstszego niż przeciętne występowanie susz atmosferycznych, glebowych i niżówki hydrogeologicznej. Deficyt wody dla okresu susz atmosferycznych został obliczony jako 100–200 mm.

Charakterystyka geologiczna obszaru:

OSN nr 4 położony jest na południowo-zachodnim skłonie platformy wschodnioeuropejskiej (prekambryjskiej). Dla hydrogeologii opisywanego obszaru najważniejsze znaczenie mają utwory kredy górnej (mastrychtu), paleogenu i neogenu oraz czwartorzędu. Osady paleogenu i neogenu zalegają płatami o zróżnicowanej miąższości na zerodowanym podłożu węglanowym. Utwory czwartorzędowe pokrywają całą powierzchnię omawianego obszaru. Zróżnicowanie miąższości utworów czwartorzędowych ma ścisły związek z urozmaiconą morfologią powierzchni podczwartorzędowej. Utwory plejstocenu związane są ze zlodowaczeniami: północno- i środkowopolskim. Reprezentowane są przez piaski i żwiry wodnolodowcowe, piaski rzeczne i jeziorne, mułki i ily zastoiskowe oraz gliny zwałowe. Z sedimentacją holoceniową związane są piaski, mułki, namuły, torfy i gytie (Chowaniec, Patorski, Witek, 2004; Chowaniec, Freiwald, Witek, 2004).

Charakterystyka hydrogeologiczna obszaru:

OSN nr 4 zlokalizowany jest na granicy JCWPd nr 84 i 86, dla których nie opracowano jeszcze modeli pojęciowych. Użytkowe poziomy wodonośne w tych JCWPd związane są ze strefą aktywnej wymiany wód w obrębie kredy górnej, która sięga 100–150 m. Obszar ten charakteryzuje się znaczną nadwyżką zasobów wód podziemnych w odniesieniu do wielkości poboru wynoszącego mniej niż

5–6% wielkości zasobów. Na obszarze JCWPd 84 i 86 nie stwierdzono zanieczyszczeń wód podziemnych, woda jest dobrej jakości i wymaga na ogół prostego uzdatniania. Analiza danych hydrogeologicznych sugeruje, że zlewnia studni nr 838 i jej otoczenie ma charakter obszaru zasilania a wody użytkowe występują na głębokości większej niż 15 m (Mitręga et al., 2008). Synteza danych z 2008 r. potwierdza właściwości hydrochemiczne tych wód przeprowadzoną przez Mitręgę i innych (2008). Stosunkowo wysokie stężenia azotanów występują w płytkich warstwach wodonośnych o głębokości do stropu warstwy do 7,5 m, na co wykazują dane z monitoringu regionalnego WIOŚ na przestrzeni lat 2004–2008. Przeprowadzona analiza wartości stężeń azotanów, nie wskazywała negatywnych skutków presji azotanami (stężenia na poziomie naturalnego tła).

**OSN nr 5: zlewnia rzek Sona i Dopływ z Przedwojewa. Powierzchnia: 379,65 km<sup>2</sup>**

Charakterystyka geograficzna obszaru:

Obszar OSN nr 5 położony jest w Polsce środkowo-wschodniej, w województwie mazowieckim, powiat ciechanowski. Obszar ten znajduje się na Wysoczyźnie Ciechanowskiej wchodzącej w skład makroregionu Niziny Północno-mazowieckiej. Źródło Sony znajduje się w północnym krańcu

obszaru OSN nr 5. Rzeka płynie w kierunku południowym, wpadając do Wkry około 20 km na południe od granicy obszaru OSN. Lokalny klimat jest mało zróżnicowany a roczne sumy opadów sięgają 500–600 mm. Region ma charakter typowo rolniczy.

#### Charakterystyka geologiczna obszaru:

OSN nr 5 położony jest na skłonie prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej, na pograniczu wyniesienia mazursko-suwalskiego i synklinorium warszawskiego. Na podłożu krystalicznym, zapadającym w kierunku południowo-zachodnim, leżą osady paleozoiczno-mezozoiczne i kenozoiczne o łącznej miąższości rzędu 1500–3000 m. Podłoże dla osadów czwartorzędowy na OSN nr 5 stanowią utwory pliocenu – ility i mułki przewarstwione niekiedy piaskami drobnoziarnistymi, o zróżnicowanej miąższości. Strop osadów pliocenu wykazuje deniwelacje rzędu ponad 100 m, które powstały na skutek egzaracji lądolodów, erozji interglacialnych rzek oraz procesów glaciektonicznych. Miąższość utworów czwartorzędowych jest bardzo zmienna i wynosi od 10 do 160 m w zależności od morfologii terenu i ukształtowania stropu pliocenu. Najstarszymi osadami czwartorzędowymi są gliny zwałowe zlodowacenia południowopolskiego, wykształcone jako gliny piaszczyste z gwałami, szarobrazowe oraz piaszczyste utwory fluwioglacjalne i zastoiskowe należące do dwóch stadiów: starszego i młodszego. Ich występowanie ogranicza się do obniżenia w stropie pliocenu. Osady interglacjalu mazowieckiego – żwiry, piaski średnioziarniste z domieszką żwirów oraz mułki i piaski mułkowate wypełniają formy typu rynnowego. Osady zlodowacenia środkowopolskiego pokrywają cały obszar OSN nr 5. Ich miąższość wzrasta z południowego wschodu ku północnemu zachodowi. Są to osady stadiału maksymalnego, mazowiecko-podlaskiego, interstadiału bużańskiego (piaski z domieszką żwirów) i stadiału północnomazowieckiego – Wkry. Iły i mułki zastoiskowe stadiału maksymalnego występują sporadycznie. Generalnie osady zlodowacenia środkowopolskiego wykazują dwudzielność, najwyższy kompleks glin oddzielają szeroko rozprzestrzenione serie piasków ze żwirem. Z okresem deglacjacji wiązać należy powstanie mułków i piasków jeziornych w niewielkich zbiornikach pochodzenia wytopiskowego występujących na obszarze całego terenu. Osady interglacjalu eemskiego – torfy, gytie, mułki występują w zagłębieniach bezodpływowych oraz budują wyższe, nadzalewowe tarasy akumulacyjne współczesnych dolin rzecznych Wkry i jej dopływów. Osady najmłodszego zlodowacenia północnopolskiego mają na opisywanym terenie zasięg ograniczony do współczesnych dolin rzecznych. Osady te budują niższe tarasy nadzalewowe dopływów Wkry. Po ustąpieniu lodowca aż do holocenu powstawały osady eoliczne oraz pokrywy zwietrzelinowe glin zwałowych. Holocen zaznaczył się powstaniem rzecznych tarasów zalewowych o niewielkiej miąższości, zbudowanych z mułków, piasków i żwirów rzecznych oraz namulów i torfów z dużą domieszką humusu, mułków i piasków jeziornych, wypełniających misy wytopiskowe oraz obniżenia w dolinach rzecznych (Kapuściński, 1998; Fert, 2000; Fert, Ćwiertniewska, 2000; Ćwiertniewska, Frankowski, Lewkowicz, 2002).

#### Charakterystyka hydrogeologiczna obszaru:

OSN nr 5 położony jest w obrębie JCWPd nr 49, dla którego nie opracowano jeszcze modelu koncepcyjnego. Według Mitreği et al. (2008), obszar ten występuje w strefie częstszego niż

przeciętnie występowania susz atmosferycznych, glebowych i niżówki hydrogeologicznej. Deficyt wody dla okresu susz atmosferycznych został obliczony jako 100–200 mm. OSN nr 5 obejmuje obszary zasilania i drenażu (Mitręga et al., 2008) a wody użytkowe występują na głębokości większej niż 15 m podobnie jak w 2008 r. (Kuczyńska, Hordejuk, 2010). Analiza właściwości hydrochemicznych wykonana w 2009 r. nie wskazywała negatywnych skutków presji azotanami (stężenia na poziomie naturalnego tła).

#### **OSN nr 6: zlewnia rzeki Zgłowiączki. Powierzchnia: 120,17 km<sup>2</sup>**

##### Charakterystyka geograficzna obszaru:

Obszar OSN nr 6 położony jest w województwie kujawsko-pomorskim, powiat radziejowski. Obszar ten położony jest na Pojezierzu Kujawskim. Rzeka Zgłowiączka jest lewostronnym dopływem dolnej Wisły i uchodzi do Wisły we Włocławku. W górnym odcinku rzeka Zgłowiączka ma charakter śródpolnego rowu bez wykształconej doliny. Rzeka i jej dopływy pozbawione są stref buforowych, grunty orne przylegają przeważnie bezpośrednio do krawędzi koryta cieków. Zlewnia górnej Zgłowiączki jest obszarem o wysokiej jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej i intensywnej produkcji rolnej. Krajobraz zlewni górnej Zgłowiączki jest charakterystyczny dla terenów intensywnie użytkowanych rolniczo: ubogi, otwarty, pozbawiony zwartych kompleksów leśnych i zadrzewień.

##### Charakterystyka geologiczna obszaru:

OSN nr 6 położony jest w obrębie antyklinorium kujawskiego, wchodzącego w skład antyklinorium środkowopolskiego. Powierzchnia podkenozoiczna zbudowana jest z utworów kredy. Prawie cała powierzchnia podczwartorzędowa, zbudowana jest z osadów paleogeńsko-neogeńskich, które wykazują znaczne zróżnicowanie litologiczne i stratygraficzne. Ich aktualnie udokumentowana miąższość wynosi od 14 do 186 m. Pokrywa osadów czwartorzędowych na omawianym terenie jest zwarta (plejstocen i holocen). Jej miąższość jest zróżnicowana i zależy od ukształtowania stropu starszego podłoża. Powierzchnia podczwartorzędowa występuje na głębokości od 22 do 91,5 m. W plejstoceńskich utworach glacialnych wydzielono sześć poziomów glin zwałowych. Można wśród nich wyróżnić po dwa poziomy glin: południowopolskich, środkowopolskich i północnopolskich. Na powierzchni terenu występują jedynie gliny północnopolskie (faza leszczyńska i poznańska stadiału głównego). Wyżej wymienione poziomy glin zwałowych rozdzielają miejscami piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz ropy i mułki zastoiskowe. Doliny kopalne rozcinające powierzchnię podczwartorzędową wypełniają dwie serie osadów interglacialnych: piaski i żwiry rzeczne osadzone w czasie interglacjału kromerskiego i mazowieckiego (Ciuk, Mańkowska, 1981 za Giełżecka-Mądry, Sidel, 2002). Podczas deglacjacji lądolodu ostatniego zlodowacenia powstały wzniesienia moren czołowych i kemy, licznie występujące na południowy-wschód od omawianego obszaru. Towarzyszą im, wypełnione piaskami wodnolodowcowymi, doliny wód roztopowych. Do najpowszechniej występujących osadów holoceniowych należą torfy i

namuły. W dolinach rzecznych pod torfami występują piaski (Ciuk, Mańkowska, 1981 za Giełżecka-Mądry, Sidel, 2002).

Charakterystyka hydrogeologiczna obszaru:

OSN nr 6 położony jest w północno zachodniej części JCWPd nr 47. Według modelu pojęciowego dla danej JCWPd (Stępień, 2009) na obszarze JCWPd 47 zlokalizowano wodonośne piętra użytkowe w utworach jury, kredy, paleogenu-neogenu i czwartorzędu. Główny poziom użytkowy w utworach czwartorzędowych jest szeroko rozprzestrzeniony na badanym terenie. Piętro to ma strukturę wielowarstwową i podział jego zakłada istnienie poziomów wodonośnych: nadglinowego, międzyglinowego i podglinowego. Rzeczywisty obraz warunków hydrogeologicznych jest jednak bardziej skomplikowany z uwagi na nieciągłość poziomów wodonośnych i rozdzielających je warstw nieprzepuszczalnych oraz bardzo zróżnicowane ich miąższości. Wody podziemne w czwartorzędowych poziomach wodonośnych pozostają ze sobą w więzi hydraulicznej, tworząc układ hydrostrukturalny, charakteryzujący się dużą różnorodnością warunków hydrogeologicznych i złożonym systemem krążenia wód. Warstwy wodonośne są zasilane głównie przez infiltrację wód od powierzchni terenu. Zwierciadło wody ma najczęściej charakter subartezyjski a miejscami swobodny. Odpływ wód podziemnych odbywa się generalnie z zachodu na wschód, ku dolinie Wisły. Lokalnymi bazami drenażu są mniejsze ciekі, takie jak np. Zgłowiączka.

W odniesieniu do właściwości hydrochemicznych, ogólnie na terenie JCWPd 47 dominują wody o jakości średniej. Wykonana do modelu pojęciowego JCWPd analiza właściwości hydrochemicznych (Stępień, 2009), nie wykazała powszechnie występującego antropogenicznego zanieczyszczenia użytkowych poziomów wodonośnych. Potwierdzono tym samym, że wody antropogenicznie zmienione występują jedynie lokalnie. Najsilniej zmienione są wody poziomu przypowierzchniowego. Analiza właściwości hydrochemicznych wykonana w 2008 r. przez Mitręgę et al. (2008) dla obszaru OSN nr 6 nie wskazywała również negatywnych presji azotanami – stężenia na poziomie naturalnego tła. W 2008 r. nie prowadzono oznaczeń wód podziemnych na obszarze OSN nr 6.

**OSN nr 7: zlewnia rzeki Kotomierzycy. Powierzchnia: 141,73 km<sup>2</sup>**

Charakterystyka geograficzna obszaru:

OSN nr 7 położony jest w województwie kujawsko-pomorskim, powiat bydgoski i świecki. Obszar ten położony jest na Pojezierzu Południowopomorskim, na Wysoczyźnie Świeckiej (Kondracki, 2000). Rzeka Kotomierzycy jest lewostronnym dopływem Brdy, która uchodzi do Wisły. Zlewnia rzeki jest obszarem o intensywnej produkcji rolnej w wysokiej jakości. Obszar Wysoczyzny Świeckiej, na którym znajduje się OSN nr 7 leży na rozległej równinie oddzielającą Dolinę Brdy i Dolnej Wisły. Wysoczyzna Świecka jest podzielona przez dolny bieg rzeki Wdy, która podobnie jak inne większe rzeki tego regionu była niegdyś drogą transportową dla wód lodowcowych w okresie zlodowacenia Wisły fazy pomorskiej. Wysoczyzna Świecka położona jest na rzędnych 90–

120 m n.p.m. Falisty charakter terenu jest dodatkowo urozmaicony niewielkimi jeziorami. Przeważające wśród osadów polodowcowych gliny zwałowe sprzyjają rolnictwu.

Charakterystyka geologiczna obszaru:

Pod względem tektonicznym niemal cały analizowany obszar położony jest w obrębie dużej jednostki geostrukturalnej – synklinorium brzeżnego. Południowa część obszaru leży na pograniczu synklinorium brzeżnego i antyklinorium środkowopolskiego. Przy opracowaniu raportu analizie poddano jedynie utwory czwartorzędowe. Ich miąższość jest zmienna i waha się od 5 do 100 m. Część spągową stanowią osady zlodowceń południowopolskich – gliny zwałowe, miejscami pylaste, piaski i mułki o miąższości do kilku metrów. Powyżej zalegają piaski i piaski pylaste, piaski ze żwirem i otoczkami, gliny piaszczyste i mułki zlodowacenia Warty i Odry. Ich miąższość może sięgać nawet kilkudziesięciu metrów. W części stropowej najczęściej występuje kilkumetrowa pokrywa glin piaszczystych, mułków i piasków mułkowatych holocenu i zlodowacenia Wisły (Nowak 2000; Porwisch, Połaniecka 2000).

Charakterystyka hydrogeologiczna obszaru:

OSN nr 7 położony jest w obrębie JCWPd nr 37. Użytkowe poziomy analizowane obszaru występują w utworach czwartorzędowych, trzeciorzędowych (miocenu) oraz kredy górnej i dolnej. Główny użytkowy poziom wodonośny na przeważającej części analizowanego obszaru występuje w utworach czwartorzędowych, tworzących charakterystyczny piętrowy układ warstw wodonośnych, (warstwa gruntowa – przypowierzchniowa, warstwy wgłębne – międzyglinowe i podglinowe ) częściowo pozostających ze sobą w związku hydraulicznym. Warstwy wgłębne (międzyglinowe i podglinowe) występują w utworach pochodzenia fluwioglacjalnego i glacialnego tworzących rozległe sandry kopalne oraz niewielkie doliny kopalne różnego wieku. Warstwa wód gruntowych (przypowierzchniowa) występuje w obrębie współczesnej doliny rzeki Wisły. Główny poziom użytkowy wykształcony w utworach czwartorzędowych zbudowany jest zatem z piasków różnoziarnistych, piasków mułkowatych, piasków ze żwirem i otoczkami oraz żwirów o zróżnicowanej genezie (od zlodowceń południowopolskich przez zlodowacenia środkowopolskie Odry i Warty i zlodowacenia Wisły oraz interglacjal eemski i mazowiecki po holocen). Średnia głębokość zalegania wodonośnych warstw czwartorzędowych jest mało zróżnicowana i waha się od wartości minimalnych < 5 m, do 15–50 m (Nowak, 2000).

Według Mitręgi et al. (2008), obszar ten występuje w strefie częstszego niż przeciętnie występowania susz atmosferycznych, glebowych i niżówki hydrogeologicznej. Deficyt wody dla okresu susz atmosferycznych został obliczony jako 100–200 mm. Obszar zlewni obejmuje obszary zasilania a wody użytkowe występują na głębokości większej niż 15 m. Analiza właściwości hydrochemicznych wykonana w 2008 r. wg danych z 2007, wskazywała lokalny, negatywny skutek presji azotanami. Wynik stężeń azotanów według danych z 2009 r., potwierdził tezę o negatywnej presji na wody podziemne w OSN nr 7.

**OSN nr 8: zlewnia rzeki Żacka Struga i Jeziora Czyste. Powierzchnia: 171,20 km<sup>2</sup>**

#### Charakterystyka geograficzna obszaru:

OSN nr 8 położony jest w województwie kujawsko-pomorskim, powiat chełmiński. Obszar ten położony jest w makroregionie Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego. Rzeźba terenu na tym obszarze kształtowana była podczas zlodowacenia wisły (Kondracki, 2000) i charakteryzuje się względnie płaskim krajobrazem. W kilku tylko miejscach rzędna przekracza wysokość 120 m n.p.m. Pojezierze Chełmińskie położone jest na wysoczyźnie morenowej o maksymalnej rzędnej 134 m n.p.m. Region rozpościera się między dolinami trzech rzek: Drwęcy, Osy i Wisły. Występują tu wzniesienia czołowomorenowe, pagóry lodu martwego, kemy i ozy, natomiast jeziora są niewielkie m.in. Jezioro Chełmżyńskie). Pojezierze Chełmińskie jest regionem słabo zalesionym z przeważającą obecnością pól uprawnych. Pod względem klimatycznym, jest to obszar o najniższym w Polsce opadzie rocznym rzędu 550 mm, z czego 190 mm przypada na półrocze zimowe. Średnie roczne parowanie terenowe obliczone metodą Konstantinowa wynosi 460 mm/rok, w półroczu letnim – 370 mm/rok. Średnie parowanie z powierzchni wody dochodzi do 560 mm/rok (PIG-PIB, 2009).

#### Charakterystyka geologiczna obszaru:

Pod względem podziału tektoniczno-strukturalnego omawiany obszar znajduje na skłonie platformy wschodnioeuropejskiej, w strefie tektonicznej Teisseyre'a-Tornquista w obrębie synklinorium brzeźnego na odcinku warszawskim, wypełnionej osadami permsko–mezozoicznymi. Na osadach kredy spoczywają tu osady oligocenu, miocenu i pliocenu, składające się z szarobrunatnych i zielonych mułowców, żwirowców, piasków z glaukonitem oraz ilowców, piasków z wkładkami mułków piaszczystych z ławicami i soczewkami węgla brunatnych o miąższości dochodzącej do 90 m. Miąższość utworów czwartorzędowych waha się od 20 do ponad 80 m. Najstarszymi osadami zaliczanymi do czwartorzędu są na tym obszarze gliny zwałowe zlodowacenia narwi o miąższości ~3,5 m oraz interglacjału augustowskiego. Zaznaczają się również osady zlodowacenia nidy, mułki zastoiskowe i pylaste gliny zwałowe o miąższości 3,8 m, osady rzeczne interglacjału małopolskiego o miąższości do 5,2 m i gliny zwałowe zlodowacenia sanu. Powszechnie na całym obszarze występują utwory zlodowacenia warty. Są to głównie gliny zwałowe rozdzielone piaskami wodnolodowcowymi i rzecznyymi. Maksymalna miąższość glin zwałowych stadiału środkowego zlodowacenia wisły dochodzi do 20 m. Przykrywają je mułki zastoiskowe oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe. Osady stadiału główne to przede wszystkim gliny zwałowe, piaski i głązy. Ich maksymalna miąższość dochodzi na badanym obszarze do 25 m. Na glinach zwałowych stadiału głównego zlodowacenia wisły leżą piaski zwietrzelinowe lub piaski eoliczne. W zagłębieniach terenu, w dolinach rzek i wokół jezior występują utwory holocenu. Są to przede wszystkim: gytie i kredy jeziorne, namuły, torfy oraz mułki i piaski (PIG-PIB, 2009).

#### Charakterystyka hydrogeologiczna obszaru:

OSN nr 8 położony jest w obrębie JCWPd nr 39. System wodonośny obszaru składa się z warstw wodonośnych piętra czwartorzędowego i lokalnie paleogeńsko-neogeńskiego. Rozpoznanie hydrogeologiczne obejmuje głównie międzymorenowy poziom wodonośny. Wody poziomu

czwartorzędowego są zasilane z powierzchni terenu i przez dopływ lateralny. Wody poziomu mioceńskiego są zasilane przeważnie przez przesączanie z płytszych warstw wodonośnych oraz przez dopływ lateralny. Biorąc pod uwagę warunki geomorfologiczne i hydrodynamiczne oraz środowisko skalne na obszarze jednostki, można w nim wyróżnić następujące poziomy wodonośne: poziom wód gruntowych (QG), poziom między morenowo-mioceński (Q-n) oraz poziom mioceński (M). Poziom wód gruntowych (QG) związany jest z osadami aluwialnymi dolin rzecznych. Występuje również w piaskach lodowcowych i wodnolodowcowych. Miąższość warstwy wodonośnej najczęściej nie przekracza kilku metrów i tylko miejscami może sięgać 20 m. Poziom wodonośny zalega na głębokości średnio 5 m i nie więcej niż 15 m. Zwierciadło wody jest swobodne i układa się na rzędnej 20–95 m n.p.m. i jest nachylone w kierunku doliny Wisły i jej dopływów. Poziom wód gruntowych jest silnie drenowany przez cieki odwadniające. Płytkie wody gruntowe (dolinne i sandrowe) są zasilane bezpośrednio przez infiltrację. Bazą drenaży tych wód jest sieć cieków i zbiorników powierzchniowych (dopływy Wisły i jeziora). Poziom międzymorenowy (Qm) stanowi główny użytkowy poziom wodonośny. Rozprzestrzenia się na obszarze wysoczyzny morenowej Pojezierza Chełmińskiego i związany jest najczęściej z serią piaszczystą eemu. W północnej części obszaru zalega w strefie głębokości 15–50 m, w południowej 50–100 m. Miąższość warstwy wodonośnej w zachodniej części mieści się w przedziale 10–40 m. Poziom ten jest dobrze lub średnio izolowany, stopień zagrożenia wód jest niski. W strefie krawędziowej doliny Wisły poziom międzymorenowy kontaktuje się z poziomem dolinnym. Zwierciadło wody we wschodniej i centralnej części jednostki występuje pod ciśnieniem subartezyjskim, a w strefie krawędziowej doliny Wisły jest swobodne. Powierzchnia zwierciadła wody układa się na rzędnej od 80 do 20 m n.p.m. Lokalnie może występować dolny poziom międzymorenowy. Wody poziomu międzymorenowego zasilane są poprzez utwory słaboprzepuszczalne pokrywające wysoczyznę morenową. Głównym obszarem zasilania jest Pojezierze Chełmińskie, a bazę drenażu stanowi Wisła. Część wód przesącza się do niżej położonego poziomu mioceńskiego. Poziom mioceński (M) na obszarze JCWPd 39 występuje wypowo i jest bardzo słabo rozpoznany. Najczęściej jest to jedna warstwa wodonośna o miąższości od 5 m do 25 m. Występuje na głębokości 50–100 m i składa się z drobnoziarnistych piasków akumulacji jeziornej i rzecznej. Powierzchnia zwierciadła wody ma charakter napięty i układa się na rzędnej od 19 do 33 m n.p.m.

**Grupa: OSN nr 11: zlewnia rzeki Kopel**

**OSN nr 14: zlewnie rzek Mogilnica i Samica Stęszewska**

**OSN nr 17: zlewnia rzeki Sama**

Charakterystyka geograficzna obszaru:

Teren na którym znajdują się OSN nr 11, 14 i 17 położony jest w województwie wielkopolskim, w powiatach: poznańskim, szamotulskim i nowotomyskim. Obszary te położone są w makroregionie Pojezierza Wielkopolskiego, na Pojezierzu Poznańskim i Równinie Wrzesińskiej. Forma terenu na

tym obszarze charakteryzuje się płaskim krajobrazem o zróżnicowanej pokrywie glebowej, składającej się z bielcoziemów występujących na piaskach, brunatnoziemów wykształconych na glinach morenowych oraz ziem bagiennych występujących w zagłębieniach terenu. Obszar ten charakteryzuje się znacznym wylesieniem i bogatą siecią melioracyjną. Pod względem klimatycznym, jest to obszar o stosunkowo niskim rocznym opadzie rocznym (rzędu 450 500 mm, Kondracki, 2000).

#### Charakterystyka geologiczna obszaru:

Utwory czwartorzędowe występujące na omawianym obszarze, to osady wieku od zlodowaceń południowopolskich po holocen (Dąbrowski, Przybyłek, 2008). Ich miąższość i rozprzestrzenienie są bardzo zmienne i zależne od morfologii podłoża podczwartorzędowego i współczesnej powierzchni terenu. Miąższość waha się od kilku metrów w rejonie wyniesień podłoża paleogeńsko-neogeńskiego i obniżień powierzchni w dolinach rzecznych, co ma miejsce w odcinku przełomowym Warty, do ok. 110 m w rejonach głębokiej erozji w okresie plejstoceńskim. Najstarszymi osadami czwartorzędowymi są gliny morenowe występujące w głębokich obniżeniach podłoża podczwartorzędowego. Gliny te tworzą dwa poziomy rozdzielone serią piasków i mułków. Reprezentują one dwa zlodowacenia południowopolskie rozdzielone utworami rzeczными interglacjału lub osadami fluwioglacjalnymi. Miąższość glin morenowych z tych zlodowaceń dochodzić może lokalnie do 50–60 m. Z interglacjału wielkiego pochodzi wielkopolska dolina kopalna i szereg drobnych dolin kopalnych. Zlodowacenia środkowopolskie reprezentują w obrębie dolin kopalnych osady wodnolodowcowe i gliny morenowe o miąższości 30–65 m, poza nimi – lokalnie cienkie osady fluwioglacjalne i gliny morenowe o miąższości do 30 m, najczęściej rzędu 20 m. W okresie interglacjału eemskiego nastąpiła erozja złożonych uprzednio osadów morenowych zlodowaceń środkowopolskich. Sieć rzeczna na badanym obszarze była prawdopodobnie zbliżona do obecnej; za wyjątkiem rejonu przełomowego odcinka Warty. Rzeka główna obszaru znajdowała się w pasie występowania pradoliny warszawsko–berlińskiej, w której powstały osady piaszczysto-żwirowe i mułki o miąższości do 15–20 m. Cały obszar badań jest pokryty osadami fluwioglacjalnymi piasków i żwirów, glin morenowych z okresu zlodowacenia wisły. Z okresu recesji lądolodu pochodzą struktury fluwioglacjalne sandrów o miąższości 3–10 m oraz osady piaszczysto-żwirowe pradoliny warszawsko–berlińskiej. Znajdujące się tu moreny czołowe fazy poznańskiej mają charakter akumulacyjny i zbudowane są z glin, piasków, żwirów i mułków o bardzo zmiennej miąższości dochodzącej we wzgórzach do 40 m. W holocenie powstały osady rzeczne tarasów zalewowych, jeziorne oraz deluwialne. Osady rzeczne to piaski i mady o maksymalnej miąższości 12 m w dolinie Warty i odpowiednio mniejsze w drobnych ciekach. Osady torfowe, gytia i mułki w obniżeniach jeziornych osiągają miąższość do 10 m (Dąbrowski, Przybyłek, 2008).

#### Charakterystyka hydrogeologiczna obszaru:

OSN nr 11, 14 i 17 położone są w obrębie JCWPd nr 62. Rozpoznanie hydrogeologiczne jednostki (Dąbrowski, Przybyłek, 2008) wykazało, że stanowi ona wielopoziomowy, niezwykle złożony system wodonośny, który tworzą struktury hydrogeologiczne różnej genezy i fragment

neogeńsko–paleogeńskiego basenu wielkopolskiego o różnej rozciągłości przestrzennej oraz związkach hydraulicznych między sobą. Wody w piętrze czwartorzędym występują w piaskach różnej granulacji, żwirach rzecznych i w osadach struktur wodnolodowcowych różnej genezy. Na piętro to składają się trzy poziomy gruntowy, międzyglinowy górny, międzyglinowy dolny, o regionalnym, choć nie zawsze ciągłym rozprzestrzenieniu. Poziom gruntowy związany jest z osadami zlodowacenia wisły i holocenu, zaś pozostałe poziomy z osadami starszych zlodowaceń. W strukturach hydrogeologicznych czwartorzędu tworzących poziomy gruntowy i międzyglinowy górny do głębokości ok. 30 – 50 m mamy do czynienia z układami lokalnego krążenia, które powiązane są z wodami powierzchniowymi. Natomiast układy krążenia wód w strukturach poziomu międzyglinowego dolnego mają charakter obiegów przejściowych i wiążą się z głównymi dolinami cieków dopływowych Warty i rzeki Warty. Te układy krążenia wód są powiązane ściśle poprzez przesączanie (zasilania i drenaż) z niżej występującym zbiornikiem neogeńsko–paleogeńskim. W jego obrębie wyróżnia się dwa poziomy wodonośne: mioceński i oligoceński, z których podstawowe znaczenie ma poziom mioceński. Formację pokrywową basenu stanowi zespół osadów ilastych i ilasto-mułkowych warstw poznańskich górnego miocenu, w których lokalnie występują piaszczyste soczewy wodonośne. Miąższość warstw poznańskich jest bardzo zróżnicowana i wynosi średnio 20–60 m, lokalnie 80–120 m; w obrębie najstarszych dolin plejstocenijskich seria poznańska została zerodowana. Uformowane układy krążenia wód drenowane są w dolinie Warty i pradolinie. Obszary wysoczyzn są bezpośrednimi strefami zasilania z powierzchni terenu opadami, nadległych poziomów wodonośnych lub bezpośrednimi przez nadkłady gliniasto-ilaste o miąższości 60–120 m. Udokumentowane są również głębsze poziomy wodonośne w piętrach jurajskim i kredowym.

**Grupa: OSN nr 12: zlewnie rzek Dąbrówka i Pogona**

**OSN nr 13: zlewnia rzeki Olszynka**

**OSN nr 15: zlewnia rzeki Rowu Racockiego**

Charakterystyka geograficzna obszaru:

Obszar na którym znajdują się OSN'y nr 12, 13 i 15 położony jest w województwie wielkopolskim, powiatach gostyńskim, śremskim i kościańskim. Obszary te położone są w makroregionie Pojezierza Leszczyńskiego, mazoregionach Pojezierza Krzywińskiego i Równiny Kościańskiej. Rzeźba terenu na tym obszarze charakteryzuje się płaskim krajobrazem ukształtowanym podczas zlodowacenia wisły. Przeważają tu osady czwartorzędowe w postaci moren i kemów pokrytych dobrze zagospodarowanymi brunatnoziemami z niewielkim udziałem łąk i lasów. Jest to region rolniczy o dużych walorach turystycznych. Pod względem klimatycznym, jest to obszar o stosunkowo niskim rocznym opadzie rocznym (rzędu 450–500 mm), (Kondracki, 2000). Mezoregiony Pojezierza Krzywińskiego i Równiny Kościańskiej to wysoczyzny morenowe o wysokościach do 150 m n.p.m., porozcinane licznymi rynnami polodowcowymi. Występują tu

zalesione wzniesienia związane z akumulacją łądogłodu, m.in. kemy i moreny o rzędnych do ok. 50 m n.p.m.

#### Charakterystyka geologiczna obszaru:

Geologicznie omawiany obszar położony jest na terenie monokliny przedsudeckiej. Powierzchnia stropowa osadów mezozoicznych w tym rejonie jest monotonna, zalega na głębokościach od 200,0 do 250,0 m i jest łagodnie pochylona w kierunku zachodnim. Stropowe partie osadów mezozoicznych budują utwory jurajskie wykształcone w postaci iłowców, mułowców, margli i wapieni. Ogólna miąższość osadów paleogeńsko-neogeńskich w omawianym rejonie mieści się w przedziale od 160,0 do 200,0 m, a reprezentowane są przez osady oligocenu i miocenu. Osady oligoceńskie to drobnoziarniste piaski glaukonitowe, ily i iłupki ilaste o niewielkiej miąższości nie przekraczającej 20,0 m (najczęściej około 10,0 m). Miocen to kompleks osadów piaszczystych, ilastych i mułkowatych z pokładami węgla brunatnego o miąższości od około 20,0 do 65,0 m. Najmłodsze ogniwo osadów paleogeńsko-neogeńskich stanowią ily poznańskie, których miąższość zmienia się w przedziale od 30,0 do 120,0 m. Te najniższe miąższości to efekt procesów erozyjnych u schyłku pliocenu i starszym plejstocenie. Strop iłów, a zarazem osadów paleogeńsko-neogeńskich, zalega na głębokościach od 10,0 m (na wyniesieniach powierzchni paleogeńsko-neogeńskich) do 120,0 m (w obniżeniach tej powierzchni). Utwory czwartorzędowe reprezentowane są przez wszystkie ogniwa sedymentacji lodowcowej, wodnolodowcowej i interglacialnej od zlodowacenia południowopolskiego po zlodowacenie wisły. Ich miąższość mieści się w przedziale od około 10,0 do 120,0 m i uzależniona jest od morfologii powierzchni podczwartorzędowej. Urozmaicona rzeźba podłoża decydowała o charakterze sedymentacji osadów czwartorzędowych i stopniu zachowania jego poszczególnych ogniw stratygraficznych (Stanicki, Marcinek, 2002; Pilarski, 2002). Osady czwartorzędowe to gliny, gliny piaszczyste oraz piaski gliniaste. W obrębie tarasów rzecznych, w pradolinach prawdopodobne jest występowanie pokładów wodnolodowcowych, względnie rzecznych piasków i żwirów, osiągające miąższość kilkunastu, bądź kilkudziesięciu metrów.

#### Charakterystyka hydrogeologiczna obszaru:

Obszar występowania OSN nr 12, 13 i 15 położony jest w obrębie JCWPd nr 73, w obrębie którego wyróżnia się dwa poziomy wodonośne, czwartorzędowy i mioceński. Poziom czwartorzędowy jest nieizolowany od powierzchni i występuje jedynie w północnej części JCWPd. W części południowej poziomu czwartorzędowego nie wyznaczono. Poziom mioceński występuje na całym obszarze JCWPd i jest on dobrze izolowany warstwą iłów. Nie stwierdzono kontaktów hydraulicznych pięter wodonośnych czwartorzędowego i paleogeńsko-neogeńskiego. Utwory górnego miocenu i pliocenu, o miąższości od 40 do 80 m, reprezentowane głównie przez bardzo słabo przepuszczalne ily pstre, dość skutecznie izolują wody podziemne piętra czwartorzędowego od poziomów wodonośnych piętra paleogeńsko-neogeńskiego (Ziółkowski, Zbolarska, 1996). W piętrze czwartorzędowym wyróżniono trzy użytkowe poziomy wodonośne, poziom wód gruntowych, poziom międzyglinowy i poziom podglinowy. Poziom wód gruntowych związany jest z piaszczystymi osadami złożonymi w dolinach rzek i kanałów i w obszarze tych struktur jest

głównym poziomem użytkowym. Miąższość osadów wodonośnych, o granulacji od drobnych po różnoziarniste i żwiry mieści się w szerokim przedziale od 10,0 do ponad 40,0 m. Swobodne zwierciadło wody zalega na głębokościach od 0,6 m do 10,5 m. Poziom wód gruntowych zasilany jest głównie przez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych i drenaż poziomu międzyglinowego. Poziom międzyglinowy związany jest z osadami piaszczystymi pokryw fluwioglacjalnych, które rozdzielają gliny morenowe zlodowacenia południowopolskiego od środkowopolskiego, bądź zalegają bezpośrednio na łożach trzeciorzędowych. Miąższość osadów wodonośnych jest bardzo zmienna, od kilku do ponad 20 m. Zwierciadło wody ma charakter napięty, a w pobliżu dolin rzecznych, wskutek silnego drenażu, swobodny. Poziom zasilany jest wyłącznie poprzez infiltrację opadów przez nadległy kompleks utworów gliniastych. Poziom podglinowy ma dosyć ograniczone rozprzestrzenienie w południowej części JCWPd nr 73. Poziom ten zbudowany jest z piaszczystych osadów interstadialnych i fluwioglacjalnych zlodowacenia południowopolskiego. Są to przede wszystkim piaski, o granulacji od drobnych po gruboziarniste, o miąższości od 18,0 do 26,0 m. Poziom zasilany jest w wyniku infiltracji opadowej przez znaczny nakład glin morenowych. Napięte zwierciadło wody stabilizuje się na głębokościach od 5,7 do 21,0 m. (Pilarski, 2002; Stanicki, Marcinek, 2002).

Według Mitręgi et al. (2008), OSN'y nr 12, 13 i 15 znajdują się w strefie częstszego niż przeciętnie występowania susz atmosferycznych, glebowych i niżówki hydrogeologicznej. Deficyt wody w okresach susz atmosferycznych został obliczony w wysokości 100–300 mm (Mitręga et al., 2008).

#### **OSN nr 16: zlewnia rzeki Oszczynica. Powierzchnia: 21,36 km<sup>2</sup>**

##### Charakterystyka geograficzna obszaru:

OSN nr 16 położony jest w województwie wielkopolskim, powiecie międzychodzkiem. Obszar ten położony jest w makroregionie Pojezierza Wielkopolsko-Kujawskiego, mezoregionie Pojezierza Poznańskiego (albo Wysoczyzny Poznańskiej). Teren ten wznosi się średnio na rzędnych 75 100 m n.p.m. Rzeźba terenu na tym obszarze charakteryzuje się stosunkowo płaskim krajobrazem a przypowierzchniowe osady czwartorzędowe stanowią polodowcowe formy w postaci moren i kemów. Pod względem klimatycznym, jest to obszar o stosunkowo niskim opadzie rocznym, rzędu 450 500 mm (Kondracki, 2000).

##### Charakterystyka geologiczna obszaru:

Opisywany teren położony jest w południowej części niecki szczecińsko-łódzkiej, której podłoże budują skały paleozoiczne i mezozoiczne. Powyżej zalegają osady paleogeńsko-neogeńskie wykształcone w postaci kwarcowych piasków drobnoziarnistych z glaukonitem i węgla brunatnego (oligocen) oraz ropy, mułki, piaski z węglem brunatnym (miocen środkowy). Strop utworów paleogeńsko-neogeńskich stanowią ropy warstw poznańskich. Występują one również pospolicie w formie kier glacialnych w osadach czwartorzędowych, w szczególności glin lodowcowych zlodowacenia południowo- i środkowopolskiego. Osady czwartorzędowe występują na całym OSN nr 16, jedynie w krawędziach tarasu pradolinowego wysokiego i średniego doliny Warty występują

niewielkie wychodnie osadów miocenu górnego i środkowego. Na opisywanym terenie zostały wydzielone trzy megacykle glacialne: zlodowacenia południowopolskie – zachowało się szczytkowo, zlodowacenia środkowopolskie, oraz zlodowacenie północnopolskie o przeciętnej miąższości osadów 8–12 m. W obrębie zlodowaceń południowopolskich wydzielono dwa poziomy glin zwałowych (zlodowacenie nidy i sanu), oraz prawdopodobnie osady interglacjału małopolskiego wykształcone w postaci piasków i mułków rzecznych. Największą miąższością i ciągłym rozprzestrzenieniem charakteryzują się serie glin zlodowaceń środkowopolskich. W obrębie osadów zlodowaceń środkowopolskich wydzielono zlodowacenie odry wykształcone w postaci piasków i żwirów rzeczno-lodowcowych dolnych, piasków i mułków zastoiskowych (seria rzeczno-lodowcowa), gliny zwałowej o łącznej miąższości dochodzącej do 25,0 m oraz piasków i żwirów rzeczno-lodowcowych górnych. Interglacjał lubuski reprezentowany przez mułki i ły peryglacialne i zastoiskowe. Gлина zwałowa zlodowacenia warty charakteryzuje się znacznymi miąższościami dochodzącymi do 33,0 m. Zlodowacenie północnopolskie reprezentowane jest przez osady dwóch stadiałów: świecia i leszczyńsko-pomorskiego. Do stadiału świecia zaliczono serie piasków rzecznych i rzeczno-peryglacialnych. Osady holocenijskie reprezentowane są przez: gytie – występują w drobnych płatach na obrzeżach torfowisk, piaski rzeczne tarasów zalewowych Warty oraz torfy – najczęściej spotykany osad holocenijski. Miąższość osadów holocenijskich waha się od 0,4 do 5,0 m (Hoc, 2002).

#### Charakterystyka hydrogeologiczna obszaru:

OSN nr 16 położony jest w obrębie JCWPd nr 42. Z kart JCWPd opracowanych przez PIG-PIB podczas wyznaczania granic jednolitych części wód podziemnych wynika, że w JCWPd nr 42 w utworach czwartorzędowych wydzielono dwa zasadnicze poziomy: gruntowy poziom wodonośny w dolinie Warty i międzyglinowy poziom wodonośny górny i dolny; na wysoczyźnie. Niżej zalegający poziom mioceński występuje na całym obszarze, jest on dobrze izolowany, pozbawiony kontaktów hydraulicznych z poziomem czwartorzędowym.. Poziom gruntowy tworzą piaszczyste osady plejstocenijskie wypełniające dna dolin, wodnolodowcowe osady wypełniające dolinki wód roztopowych, piaszczyste osady stokowe i deluwialne. W osadach tych występuje swobodne zwierciadło wody. Sposób występowania tego poziomu wodonośnego decyduje o tym, że jego zasobność nie jest duża. Zasilany jest opadami i przez przesączanie wód infiltracyjnych przez utwory słabo przepuszczalne. Stanowi pierwszy zbiornik wód podziemnych, który przechwytytuje wody opadowe i pozostaje w bezpośrednim kontakcie z wodami powierzchniowymi. Jest też strefą drenażu dla leżących w podłożu utworów paleogeńsko-neogeńskich. Poziom gruntowy w strefach tarasów zalewowych może być izolowany utworami słabo przepuszczalnymi. Międzyglinowy poziom wodonośny reprezentuje szereg różnych struktur glacialnych, powstałych w okresie zlodowacenia bałtyckiego i środkowopolskiego. Połączenie wielu zasobnych w wodę warstw daje w efekcie poziom wodonośny o regionalnym rozprzestrzenieniu. Generalnie poziom międzyglinowy zbudowany jest z dwóch warstw wodonośnych. Płytszy poziom międzyglinowy, łączący się czasem z poziomem gruntowym (w dolinach). Posiada strop na rzędnej od 36,0 do 68,9 m n.p.m. Drugi głębszy poziom międzyglinowy ma strop na rzędnej średnio – 20,0 m n.p.m. Poziom ten buduje warstwa piasków rzeczno-lodowcowych i piasków pylastych, o miąższości do

22,0 m. Poziom międzyglinowy dolny jest izolowany grubą, dochodzącą do 70 m, warstwą glin. Warstwy składające się na międzyglinowy poziom wodonośny zbudowane są z piasków drobno- i średnioziarnistych, lokalnie z domieszką pyłu. Zwierciadło wody ma charakter napięty, stabilizuje się na rzędnej średnio 57,0 m n.p.m. Utwory gliniaste i mułkowe zalegające w stropie poziomu wodonośnego stanowią dobrą izolację, chroniącą wody przed zanieczyszczeniami powierzchniowymi. Zasilanie poziomu międzyglinowego w strefie wysoczyznowej następuje poprzez przesączanie wód gruntowych.

Według Mitręgi et al. (2008), OSN nr 16 znajduje się w strefie częstszego niż przeciętnie występowania susz atmosferycznych, glebowych i niżówki hydrogeologicznej. Deficyt wody dla okresu susz atmosferycznych został obliczony jako 100–300 mm. Obszar zlewni rzeki Oszczenica obejmuje obszary zasilania i drenażu. Wody użytkowe występują na głębokości większej niż 15 m. Analiza właściwości hydrochemicznych wykonana na danych historycznych, na przestrzeni lat 2004–2008, wskazywała lokalny, negatywny skutek presji azotanami.

#### **OSN nr 18: zlewnia rzeki Płoni. Powierzchnia: 925,42 km<sup>2</sup>**

##### Charakterystyka geograficzna obszaru:

OSN nr 18 położony jest w województwie zachodnio-pomorskim, powiatach: myśliborskim, kamieńskim, pyrzyckim i stargardzkim. Obszar ten położony jest na obszarze Pojezierza Myśliborskiego i Równiny Pyrzycko-Stargardzkiej. Teren wznosi się średnio na rzędnej do około 100 m n.p.m. Rzeźba terenu na tym obszarze charakteryzuje się stosunkowo płaskim krajobrazem a przypowierzchniowe osady czwartorzędowe stanowią polodowcowe formy w postaci moren. Tereny w górnej części zlewni rzeki Płoni leżące na obszarze Pojezierza Myśliborskiego, to obszary przedstawiające formy glacialne. Wzgórza morenowe tylko w niewielu miejscach przekraczają wysokość 100 m n.p.m. przy wysokościach względnych rzędu 20 □40 m. Równina Pyrzycko-Stargardzka jest natomiast zakłębłością, której powierzchnię pokrywają w znacznej części ropy, mułki i piaski drobnoziarniste przylodowcowego jeziora, na których wytworzyły się urodzajne czarnoziemy (Kondracki, 2000).

##### Charakterystyka geologiczna obszaru:

OSN nr 18 położony jest w obrębie dwóch głównych jednostek strukturalnych – niecki szczecińskiej i bloku Gorzowa Wielkopolskiego. Podłoże czwartorzędowe zostało ukształtowane w wyniku oddziaływania tektoniki wgłębnej i działalności lądolodów (glacitektonika). Charakteryzuje się ono deniwelacjami dochodzącymi do 200 m. Osady czwartorzędowe pokrywają cały OSN nr 18. Miąższość ich jest zmienna, od kilku do ponad 200 m i uzależniona głównie od konfiguracji podłoża podczwartorzędowego i współczesnej rzeźby terenu. Na pokrywę osadów plejstoceńskich składają się serie trzech cykli glacialnych tj. zlodowaceń: południowopolskich, środkowopolskich i północnopolskich oraz osady interglacjału mazowieckiego (wielkiego). Najstarsze występujące tu osady lodowcowe zaliczone zostały do zlodowaceń południowopolskich i reprezentowane są przez mułki zastoiskowe i gliny zwałowe. Kompleks

glacialny zlodowaceń środkowopolskich składa się z trzech poziomów glin zwałowych zaliczonych do zlodowaceń odry i warty oraz towarzyszących im serii piaszczysto-żwirowych i zastoiskowych. Kompleksy glacialne osadów zlodowaceń południowopolskich i środkowopolskich rozdziela seria mułkowa, najprawdopodobniej z interglacjału wielkiego. Najmłodsza seria lodowcowa należąca do zlodowaceń północnopolskich składa się z dwóch poziomów glin zwałowych, poziomu rezydualnego glin zwałowych oraz osadów je rozdzielających. Łącznie w obrębie kompleksu plejstoceniowego można zatem wyróżnić 6 poziomów glin zwałowych, porozdzielanych warstwami piasków i żwirów wodnolodowcowych oraz osadami zastoiskowymi. Dolinne osady holoceniowe reprezentują piaski, mułki i ropy. W centralnej części OSN 18, w sąsiedztwie jezior Miedwie, Będgoszcz i Żelewo występuje kreda jeziorna o średniej miąższości około 1 m (Hoc, Fuszara 2000; Schiewe, Wiśniowski 2004; Hoc 2004; Fuszara 2004).

Charakterystyka hydrogeologiczna obszaru:

OSN nr 18 położony jest w obrębie JCWPd nr 25. Z kart JCWPd opracowanych przez PIG-PIB podczas wyznaczania granic jednolitych części wód podziemnych wynika, że w JCWPd nr 25 w czwartorzędowym piętrze wodonośnym występuje od jednego do trzech poziomów wodonośnych. Lokalnie pod osadami czwartorzędu występuje też piętro wodonośne mioceniowe z jednym poziomem wodonośnym, lokalnie zasolonym. W dolinie Odry na rzędnej poniżej 80 m n.p.m., w kredowych utworach węglanowych występują zasolone wody szczelinowe. Według Mitręgi et al. (2008), obszar występowania OSN nr 18 występuje w strefie częstszego niż przeciętnie występowania susz atmosferycznych, glebowych i niżówki hydrogeologicznej. Deficyt wody dla okresu susz atmosferycznych został obliczony jako 200–300 mm. Obszar zlewni obejmuje obszary zasilania, ale występują też warunki zbliżone do hydrostatycznych i drenażu (Mitręga et al., 2008) a wody użytkowe występują na głębokości większej niż 15 m. Analiza właściwości hydrochemicznych na danych historycznych, wskazywała lokalny, negatywny skutek presji azotanami (Mitręga et al., 2008; Kuczyńska, Hordejuk, 2010).

**Grupa: OSN nr 19: zlewnia rzeki Orli**

**OSN nr 20: zlewnia rzeki Rowu Polskiego**

**OSN nr 23: zlewnia rzek Ciemna i Giszka**

Charakterystyka geograficzna obszaru:

Teren na którym znajdują się OSN nr 19, 20 i 23 położony jest w województwach dolnośląskim, lubuskim i wielkopolskim. Obszary te położone są w makroregionie Niziny Południowowielkopolskiej, mezoregionach Wysoczyzny Kaliskiej i Leszczyńskiej, które są terenami rolniczymi o stosunkowo małym zalesieniu (Kondracki, 2000).

Charakterystyka geologiczna obszaru:

OSN'y 19, 20 i 23 znajdują się w obrębie monokliny przedsudeckiej. Na urozmaiconym morfologicznie podłożu paleogeńsko-neogeńskim zalegają osady czwartorzędowe, które

pokrywają niemal całą powierzchnię terenu, z wyjątkiem kilku niewielkich wychodni górnomiocenijskich ilów warstw poznańskich. Miąższość utworów czwartorzędowych jest bardzo zróżnicowana i sięga ok. 120 m, a w miejscach wychodni miocenu nie ma ich w ogóle. Czwartorzęd reprezentowany jest przez osady plejstoceńskie oraz osady holocenijskie. Są to gliny zwałowe, osady zastoiskowe, piaski i żwiry pochodzenia lodowcowego, wodnolodowcowego i rzecznoego, wydmy i piaski eoliczne oraz torfy i namuły. Wyróżnia się od 3 do 5 poziomów glin zwałowych rozdzielonych seriami osadów rzecznych interglacialnych i fluwioglacialnych. Osady najstarszych, południowopolskich zlodowaceń występują lokalnie, w formie niewielkich, izolowanych płatów glin zwałowych. Podczas interglacjału mazowieckiego z obszarów wyniesień wysoczyznowych zostały wyerodowane uprzednio złożone gliny morenowe południowopolskie. Doliny rzeczne tego interglacjału mają przebieg w większości zgodny ze współczesnymi obniżeniami dolinnymi. Średnia miąższość osadów wynosi ok. 15 m, lokalnie przekracza 30 m. Są to głównie piaski i żwiry. Przy stokach doliny występują mułki, świadczące o sedymentacji w środowisku wód stojących. Największą miąższością i ciągłym rozprzestrzenieniem charakteryzują się serie gliniaste zlodowaceń środkowopolskich, reprezentowane przez dwa poziomy glin zwałowych oraz rozdzielające je serie osadów wodnolodowcowych, rzadziej zastoiskowych (przewarstwienia mułków, piasków i żwirów). Najmłodsze osady plejstoceńskie (zlodowacenia północnopolskiego) i holocenijskie występują w dolinach większych rzek, budują dna dolin rzecznych i tarasy zalewowe. Holocen reprezentują namuły zagłębień bezodpływowych, namuły w dnach dolinnych, piaski i mułki tarasów zalewowych oraz torfy i gytie (Bielecka, 1998; Będkowski, Dominiak, 2002; Olejnik, 2002 a; Olejnik, 2002 b; Wojciechowska, 2002; Żuk, 1998).

#### Charakterystyka hydrogeologiczna obszaru:

OSN'y nr 19, 20 i 23 położone są w obrębie JCWPd nr 74 i 77, dla których brak jeszcze modeli pojęciowych. Z kart JCWPd opracowanych przez PIG-PIB podczas wyznaczania granic jednolitych części wód podziemnych wynika, że w JCWPd nr 73 w utworach czwartorzędowych występuje jeden poziom wodonośny. W miocenie występują dobrze izolowane, jeden lub dwa poziomy wodonośne bez kontaktu hydraulicznego z poziomem czwartorzędowym. W JCWPd nr 77 w utworach czwartorzędowych występuje jeden poziom wodonośny nie będący w łączności hydraulicznej z poziomem miocenijskim. Poziom miocenijski występuje na znacznej części JCWPd nr 77. Poziom wód jurajskich występuje w środkowej i południowej części JCWPd 77. Według Mitręgi et al. (2008), OSN nr 19 i 20 znajdują się w strefie częstszego niż przeciętnie występowania susz atmosferycznych, glebowych i niżówki hydrogeologicznej. Deficyt wody dla okresu susz atmosferycznych został obliczony jako 100–300 mm. Obszar analizowanych zlewni rzek Orli, Rowu Polskiego, Ciemnej i Giszki obejmuje obszary zasilania, warunków hydrostatycznych i drenażu (Mitręga et al., 2008) a wody użytkowe występują na głębokości większej niż 15 m. Analiza właściwości hydrochemicznych danych historycznych wskazywała lokalny, negatywny skutek presji azotanami (Mitręga et al., 2008; Kuczyńska, Hordejuk, 2010).

**OSN nr 22: zlewnia rzeki Tążyna. Powierzchnia: 307,63 km<sup>2</sup>**

#### Charakterystyka geograficzna obszaru:

OSN nr 22 położony jest w województwie kujawsko-pomorskim, na terenie powiatów aleksandrowskiego i inowrocławskiego. Zgodnie z podziałem na regiony fizyczno-geograficzne Polski (Kondracki 2000), obszar ten znajduje się głównie w obrębie makroregionu Równina Inowrocławska. Północna część OSN nr 22 położona jest na terenie makroregionu Kotlina Toruńska. Rzeka Tażyna jest lewostronnym dopływem Wisły o długości 49,8 km. Rzeka bierze swój początek w południowo-wschodniej części analizowanego obszaru, w okolicach miejscowości Kamieniec, a uchodzi do Wisły w okolicy miejscowości Otłoczyn. W czasach zaborów rzeka stanowiła granicę pomiędzy zaborem pruskim i rosyjskim. Obszar położony jest na wysokości ok. 40–100 m n.p.m. Charakteryzuje się klimatem przejściowym między atlantyckim i kontynentalny. Średnie sumy rocznych opadów wynoszą ok. 510–545 mm (Nowakowski, Żerebiec, 2002; Nowakowski, Węgrzyn, 2002).

#### Charakterystyka geologiczna obszaru

Pod względem geologicznym, OSN nr 22 położony jest w obrębie wału kujawskiego, zbudowanego z osadów permu, triasu, jury i kredy dolnej, którą niezgodnie przykrywa kompleks utworów kenozoicznych. Utwory czwartorzędowe stanowią ciągłą pokrywę na całej powierzchni opisywanego terenu, przy czym charakteryzują się one odmienną budową na Równinie Inowrocławskiej i w Kotlinie Toruńskiej. Równina Inowrocławska to wysoczyzna morenowa zbudowana głównie z utworów glacialnych – glin zwałowych z przewarstwieniami utworów piaszczysto-żwirowych, wodnolodowcowych oraz mułków i ilów zastoiskowych. Natomiast osady czwartorzędowe w Kotlinie Toruńskiej zbudowane są, przede wszystkim, z osadów piaszczysto-żwirowych wodnolodowcowych, rzecznych i eolicznych. Sporadycznie występują tu drobne przewarstwienia glin i ilów zastoiskowych. Powierzchnia podłoża osadów czwartorzędowych ma charakter erozyjny i jest bardzo urozmaicona. W jej rzeźbie obserwuje się obszary wyniesione w formie cokołów i wałów oraz obniżenia pradoliny Wisły i głęboko wciętych struktur dolinnych łączących się z pradoliną. Ich geneza związana jest z akumulacyjną działalnością lodowcową, wodnolodowcową oraz rzecznią i zastoiskową. Profil osadów czwartorzędowych obejmuje utwory zaliczane do zlodowaceń: południowopolskich, środkowopolskich i północnopolskich oraz holocenu. Osady czwartorzędowe charakteryzują się bardzo zróżnicowaną miąższością. Najmniejsze miąższości stwierdzono w obszarach występowania wyniesień – cokołów osadów paleogeńsko-neogeńskich oraz w strefach krawędziowych doliny Wisły, zaś największe w obrębie obniżenia dolinnych i rynien subglacialnych powstałych w okresie preglacialnym i najstarszych zlodowaceń (Nowakowski, Żerebiec, 2002; Nowakowski, Węgrzyn, 2002; Narwojsz, Odoj 2002).

#### Charakterystyka hydrogeologiczna obszaru:

OSN nr 22 położony jest w obrębie jednolitej części wód podziemnych nr 45. Obszar ten obejmuje zlewnie rzeki Tażyny i Zielonej Strugi i zajmuje powierzchnię 1375,7 km<sup>2</sup>. W granicach JCWPd stwierdzono występowanie jednego poziomu wodonośnego w utworach czwartorzędowych – niemającego kontaktu hydraulicznego z poziomem neogeńskim, a także jednego poziomu neogeńskiego i jednego poziomu jurajskiego. Czwartorzędowy poziom wodonośny występuje w

obrębie wysoczyzny morenowej i tworzą go osady piaszczysto-żwirowe zalegające pomiędzy glinami zlodowacenia północnopolskiego i zlodowacenia odry (środkowopolskiego). Warstwy wodonośne tego poziomu tworzą wodnolodowcowe i rzeczne serie piasków różnoziarnistych, często z domieszką żwirów, a niekiedy frakcji pylastej. Głębokość do opisywanego wodonośca wynosi od kilkunastu do około 40 m, najczęściej w przedziale 15–25 m, zaś jego miąższość jest zmienna i waha się od kilku do około 30 m. Zwierciadło wody ma charakter naporowy i wykazuje nachylenie w kierunku pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej, która jest główną strefą drenażową tego poziomu i do której lateralnym odpływem podziemnym spływają wody z rejonu wysoczyzny. W ukształtowaniu zwierciadła wody nie zaznaczają się lokalne strefy wododziałowe wód powierzchniowych. Czwartorzędowy poziom wodonośny zasilany jest przede wszystkim na drodze przesączania się wody z gruntowego poziomu wodonośnego, a w przypadku jego braku, z infiltracji opadów do nadległych warstw i dalszego ich przesączania. Poziom ten jest eksploatowany przez większość ujęć na obszarze wysoczyzny i stanowi tu główny użytkowy poziom wodonośny (źródło PSH).

#### **OSN nr 24: Wody podziemne w gminie Korytnica: Powierzchnia: 4,67 km<sup>2</sup>**

##### Charakterystyka geograficzna obszaru:

Obszar OSN nr 24 położony jest w środkowo-wschodniej części Polski, w województwie mazowieckim, powiat węgrowski, gmina Korytnica. Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym (Kondracki 2000), Korytnica leży na Nizinie Południowopodlaskiej, wchodzącej w skład prowincji Niżu Środkowoeuropejskiego. Jest to obszar wysoczyzny wznoszący się od 150 do 200 m n.p.m. Charakterystyka hydrograficzna okolicy zlewni studni Pniewnik sugeruje, iż znajduje się ona na granicy wododziału wód powierzchniowych i podziemnych. Wody powierzchniowe spływają tu w kierunku północnym do rzeki Liwiec, na zachód do Wisły oraz na wschód i południe w stronę Bugu. Pod względem klimatycznym, obszar Niziny Południowopodlaskiej jest nieco chłodniejszy od nizin zachodnich a średnie sumy opadów rocznych szacowane są na około 550 mm. Według Mitreği et al. (2008) zlewnia studni Pniewnik znajduje się w strefie częstszego niż przeciętnie występowania susz atmosferycznych, glebowych i niżówki hydrogeologicznej. Deficyt wody dla okresu susz atmosferycznych został obliczony jako 100  200 mm.

##### Charakterystyka geologiczna obszaru

Pod względem geologicznym, obszar ten położony jest na platformie wschodnioeuropejskiej. Rozpatrywany otwór penetruje jedynie utwory czwartorzędowe, dlatego tylko one zostały poddane analizie przy opracowaniu raportu. Według Szostakiewicz-Hołownia (2009), wśród utworów czwartorzędowych wyróżnia się na tym obszarze osady plejstoceńskie zlodowaceń sanu, odry i warty, osady peryglacjalne zlodowacenia wisły, utwory interglacjalne oraz osady holoceńskie. Profil utworów czwartorzędowych rozpoczynają osady glin zwałowych, mułki ilaste, piaski i żwiry fluwioglacjalne oraz gliny wodnolodowcowe związane ze zlodowaceniem sanu. Zostały one częściowo zerodowane w czasie interglacjalu wielkiego, podczas którego nagromadziły się

piaszczysto-żwirowe osady jeziorne i rzeczne, na których zalegają typowe osady zastoiskowe (mułki piaszczyste, piaski wodnolodowcowe średnio i drobnoziarniste). Lokalnie wyróżnia się również cienką (3,7 m) warstwę glin zwałowych zalegającą pomiędzy piaskami interglacialnymi. Na tych utworach lub bezpośrednio na osadach paleogeńsko-neogeńskich zalegają gliny zwałowe zlodowaceń odry i warty. Kolejne warstwy stanowią piaski i żwiry zakumulowane podczas interglacjału eemskiego, a w czasie zlodowacenia wisły, na obszarze tym zachodziły intensywne procesy wietrzenia i denudacji oraz procesy eoliczne. We wczesnym holocenie dominowała erozja dolin rzecznych, a następnie zachodziła i zachodzi aktualnie akumulacja piasków, mułków, iłów i torfów tarasów zalewowych. W zagłębieniach bezodpływowych i starorzeczach osadzają się namuły i powstają torfy.

#### Charakterystyka hydrogeologiczna obszaru:

OSN nr 24 położony jest w obrębie jednolitej części wód podziemnych nr 53. Obszar ten obejmuje środkową część zlewni rzeki Liwiec i zajmuje powierzchnię 672,1 km<sup>2</sup>. W granicach JCWPd stwierdzono występowanie 9 pięter wodonośnych, zalegających w utworach paleozoicznych, mezozoicznych i kenozoicznych. Nie mniej jednak, za użytkowe poziomy wodonośne JCWPd 53 uważa się utwory czwartorzędowe. Piętro to charakteryzuje się wielowarstwową strukturą, w którym wyróżnia się trzy główne poziomy wodonośne: przypowierzchniowy, międzymorenowy zbudowany z piasków interglacjału mazowieckiego oraz przyspągowy zbudowany z piasków zlodowacenia sanu. Powyższe poziomy wodonośne oddzielone są od siebie względnie trudno przepuszczalnymi glinami zwałowymi, które występują nieciągłe i charakteryzują się zmienną przepuszczalnością, co umożliwia kontakt hydrauliczny poszczególnych warstw. Studnia nr 17 w gminie Pniewnik zasilana jest wodami poziomu przypowierzchniowego, który reprezentują głównie utwory klastyczne dolin rzecznych, sedymentujące w późnym plejstocenie i holocenie oraz piaski o charakterze fluwioglacjalnym. Warstwa wodonośna jest typu porowego o swobodnym charakterze zwierciadła wody, występującym na niewielkich głębokościach, od kilku do kilkudziesięciu metrów. Zalega ono współkształtnie do powierzchni terenu (Szostakiewicz-Hołownia, 2009). Charakterystyka jakości tych wód przedstawiona w modelu pojęciowym JCWPd 53, wskazuje na ich silną podatność na presję antropogeniczną, z podwyższonymi wartościami chlorków, siarczanów i azotanów. W ich naturalnym składzie dominują jony wapniowe i wodorowęglanowe. W wodach poziomu międzymorenowego dominuje typ wód HCO<sub>3</sub>-Ca z podwyższonymi wartościami stężeń żelaza i manganu – powyżej dopuszczalnych norm jakości.

#### Charakterystyka studni nr 17 Pniewnik:

Punkt nr 17 to studnia kopana, położona w strefie wododziałowej, w której zwierciadło wód podziemnych zalega na głębokości 3,3 m (Tabela 2). Znajduje się ona w centralnej części obszaru zagrożonego azotanami pochodzenia rolniczego. W punkcie tym monitorowany jest chemizm pierwszego (przypowierzchniowego) poziomu wodonośnego. Znaczne stężenia chlorków, siarczanów i azotanów świadczą o silnym antropogenicznym przeobrażeniu wód podziemnych. Średnie stężenie jonów NO<sub>3</sub><sup>-</sup> w latach 1991

□2007 by□

Wartość stężenia azotanów w 2009 r. wynosiła 10,35 mgNO<sub>3</sub>/l, natomiast w 2010 r. zanotowano