

NOWY SĄCZ



Anna **GRYCZKO-GOSTYŃSKA**

Dorota **OLĘDZKA**

INFORMACJE OGÓLNE

Nowy Sącz jest trzecim co do wielkości miastem w Małopolsce i zajmuje powierzchnię ok. 58 km². Liczba ludności według danych GUS z 2006 r. wynosiła 84 729. Zgodnie z reformą administracyjną od 1 stycznia 1999 r. miasto funkcjonuje na prawach powiatu grodzkiego. Stanowi ważny węzeł komunikacyjny oraz główny ośrodek turystyczny Ziemi Sądeckiej.

Nowy Sącz jest położony w płaskim dnie Kotliny Sądeckiej, w widłach Dunajca i Kamienicy na wysokości ok. 300 m n.p.m. Miasto zlokalizowane jest u podnóża masywów górskich Beskidu Sądeckiego, Beskidu Wyspowego i Beskidu Niskiego, w niewielkiej odległości od Jeziora Rożnowskiego, co podnosi jego walory turystyczne (fig. 1). Najstarsza część miasta leży na płaskim wyniesieniu pomiędzy korytami Dunajca i Kamienicy. Nowy Sącz jest jednym z najstarszych miast w Małopolsce (lokowane w 1292 r.). Obszarem stanowiącym jego tło przyrodnicze jest Kotlina Sądecka, która zajmuje 63% powierzchni miasta. Cały obszar Kotliny Sądeckiej cechują warunki przyrodnicze, charakterystyczne dla wszystkich kotlin śródgórskich.

CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW ŚRODOWISKOWYCH

Geomorfologia

Według regionalizacji fizycznogeograficznej Nowy Sącz położony jest w prowincji Zewnętrznych Karpat Zachodnich, podprowincji Beskidów Zachodnich i makroregionie Kotliny Sądeckiej (513.53). Kotlina Sądecka jest pojmowana jako szeroka (3–8 km) dolina w widłach Dunajca, Popradu i Kamienicy, wcięta w wierzchowie pogórza (Kondracki, 2002).

Dna dolin obniżają się w obrębie kotliny od ok. 340 do 270 m. Pod względem geomorfologicznym na obszarze Nowego Sącza przeważają formy pochodzenia rzecznego (Kondracki, 2002). We wschodniej części Kotliny Sądeckiej, pomiędzy Popradem a Kamienicą dominują w morfologii tarasy erozyjno-akumulacyjne średnie (17–30 m n.p. rzeki), i niskie (6–12 m n.p. rzeki). Natomiast zachodnią część kotliny stanowią szerokie tarasy nadzalewowe (3–6 m n.p. rzeki) oraz tarasy zalewowe i kamieńce rzeczne (1–3 m n.p. rzeki). Przy ujściach potoków do Kotliny Sądeckiej wyróżniają się w morfologii stożki napływowe (Oszczypko, Wójcik, 1993a, b).

Hydrografia

Warunki hydrograficzne Nowego Sącza wynikają z położenia miasta w środkowej części Kotliny Sądeckiej w rozwidleniu Dunajca i Kamienicy, które wchodzi w skład dorzecza Wisły. Wody powierzchniowe zajmują ok. 2,19 ha tj. 3,8% powierzchni ogólnej miasta. Pod względem wielkości przepływów największą rzeką jest Dunajec ze średnim rocznym przepływem 63,5 m³/s, następnie Poprad – 24,5 m³/s, Kamienica – 3,67 m³/s. Są to rzeki o charakterze górskim i odznaczają się dużymi wahaniami stanów (10–100-krotnymi), co stanowi istotne zagrożenie powodziowe. Najwyższe stany rzek obserwuje się po wiosennych roztopach oraz po gwałtow-

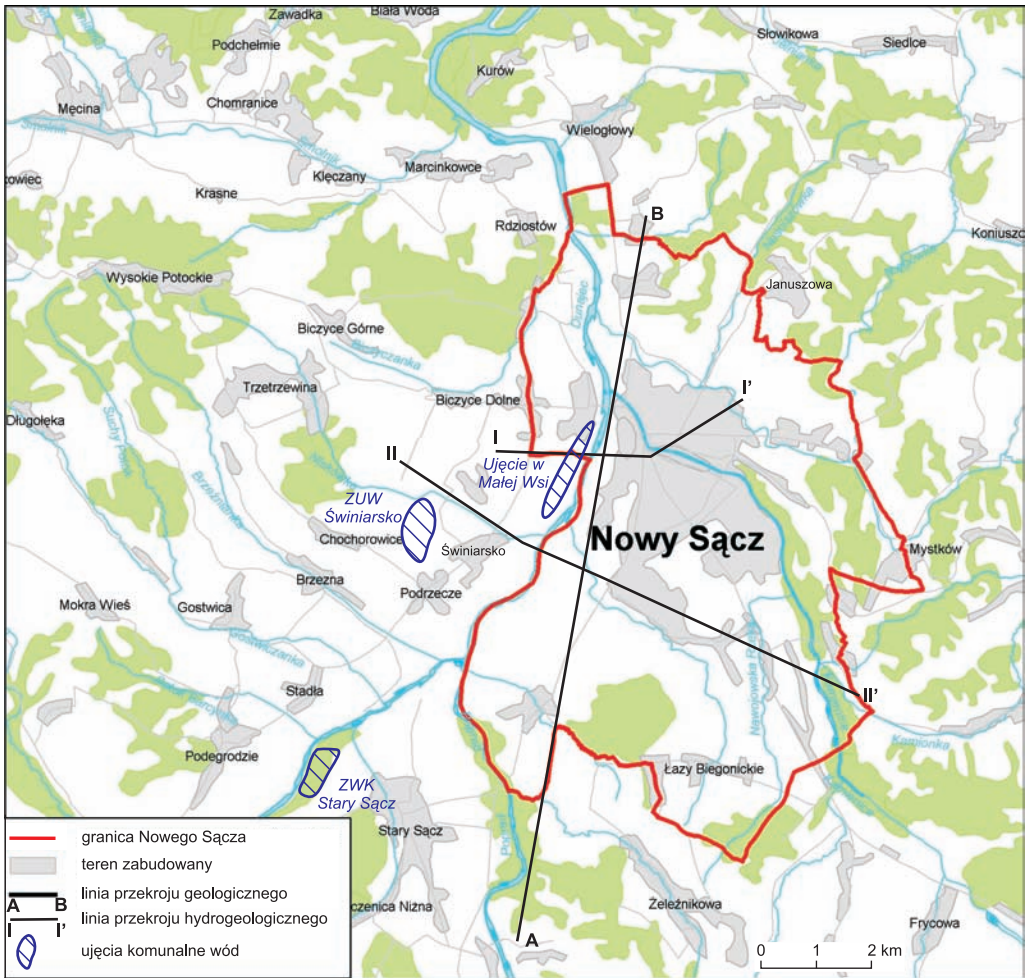


Fig. 1. Położenie obszaru Nowego Sącza

nych nawałnych ulewach letnich, natomiast niżówki występują głównie zimą i spowodowane są długim zaleganiem pokrywy śnieżnej. Sporadycznie pojawiają się niżówki jesienne, a nawet letnie. W granicach Nowego Sącza Dunajec jest obwałowany przeciwpowodziowo, natomiast pozostałe ciekі na znacznych odcinkach są uregulowane i częściowo mają brzegi podwyższone groblami ziemnymi (Program ochrony..., 2005).

Zarys budowy geologicznej

Na terenie Nowego Sącza występują utwory zaliczane do serii magurskiej wchodzące w skład stref facjalnych bystrzyckiej oraz raczańskiej. Najstarszymi rozpoznanymi osadami strefy facjalnej raczańskiej są piaskowce gruboławicowe (senon oraz przełom senon–paleocen) występujące

przy północno-zachodniej granicy miasta oraz zalegające na głębokości ok. 200 m p.p.t. w rejonie ujścia Kamienicy do Dunajca. Młodszyimi utworami są piaskowce muskowitowe i glaukonitowe, margle globigerynowe z łupkami, piaskowce grubo- i cienkoławicowe oraz łupki pstre rozpoznane w południowej części miasta na obszarze osiedli Naściszowa i Zabelcze. Strefa facyjna bystrzycka reprezentowana jest przez piaskowce, łupki i margle występujące na obszarze południowych osiedli miasta tj. Biegonic i Poręby Małej (Oszczypko, Wójcik, 1993a, b; fig. 2).

Utwory pozostałych serii tj. grybowskiej i dukielskiej nie występują na obszarze Nowego Sącza.

Centralna część Kotliny Sądeckiej wypełniona jest osadami neogeńskimi (miocen), wykształconymi w postaci mułków, łupków ilastych, piasków oraz lignitów warstw biegonickich.

W rejonie miasta utwory czwartorzędowe (plejstocen) wykształcone są w postaci żwirów i głazów rzecznych, piasków oraz glin tarasów erozyjno-akumulacyjnych.

Osady najstarszego zlodowacenia podlaskiego, tworzą tarasy o wysokości 80–95 m n.p. rzeki stwierdzono je na niewielkich obszarach w rejonie osiedli Gołąbkowice, Biegonice i Bielowice.

Utwory z okresu pozostałych zlodowaceń: południowopolskiego, środkowopolskiego i północnopolskiego wykształcone zostały również w postaci żwirów i głazów rzecznych oraz piasków, glin i ilów, a osady zlodowacenia południowopolskiego tworzą dodatkowo tarasy o wysokości 30–80 m n.p. rzeki, których niewielkie płyty stwierdzono głównie w rejonie Nowego Sącza, Zabelcza oraz Biegonic.

Pozostałością utworów z okresu zlodowacenia środkowopolskiego są tarasy o wysokości 17–30 m n.p. rzeki. Stwierdzono je w centrum Nowego Sącza, a rozciągają się od Biegonic i Dąbrówki aż po ujście Kamienicy do Dunajca.

Utwory z okresu ostatniego zlodowacenia (północnopolskiego) tworzą tarasy o wysokości 6–12 m n.p. rzeki, występujące na prawym brzegu Kamienicy, gdzie ich miąższość wynosi od 2 do 8 m.

Do utworów plejstocennych zaliczono również gliny, gliny lessopodobne oraz pyły i piaski różnej genezy. Występują one w południowej części miasta w rejonie Biegonic, Dąbrówki, Bielowic oraz Poręby Małej, a w północnej części miasta w rejonie Naściszowej. Tworzą eksploatowane w obrębie miasta złoża surowców ceramicznych (Program ochrony..., 2005).

Najmłodszyimi utworami czwartorzędownymi są holocenne żwiry, głazy rzeczne, piaski, gliny oraz ły i pyły z domieszką piasków tarasów nadzalewowych (0,5–6,0 m n.p. rzeki). Występują one w dolinach Dunajca, Popradu i Kamienicy. Miąższość tych aluwów wynosi od kilku do kilkunastu metrów (Program ochrony..., 2005).

CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

Charakterystyka poziomów wodonośnych zwykłych wód podziemnych

Obszar Nowego Sącza położony jest w obrębie regionu hydrogeologicznego zwanego Regionem Karpackim XIV (Paczyński, red., 1993).

Na terenie miasta wody podziemne występują w paleogeńsko-kredowym fliszu oraz w osadach miocenu i czwartorzędu (fig. 3, 4).

Wody podziemne w osadach czwartorzędowych. Utwory czwartorzędowe największą miąższość i rozprzestrzenienie osiągają w Kotlinie Sądeckiej. Są to utwory pochodzenia rzeczno-ego o miąższości średnio ok. 10 m. Zbudowane są z osadów żwirowo-piaszczystych, części-

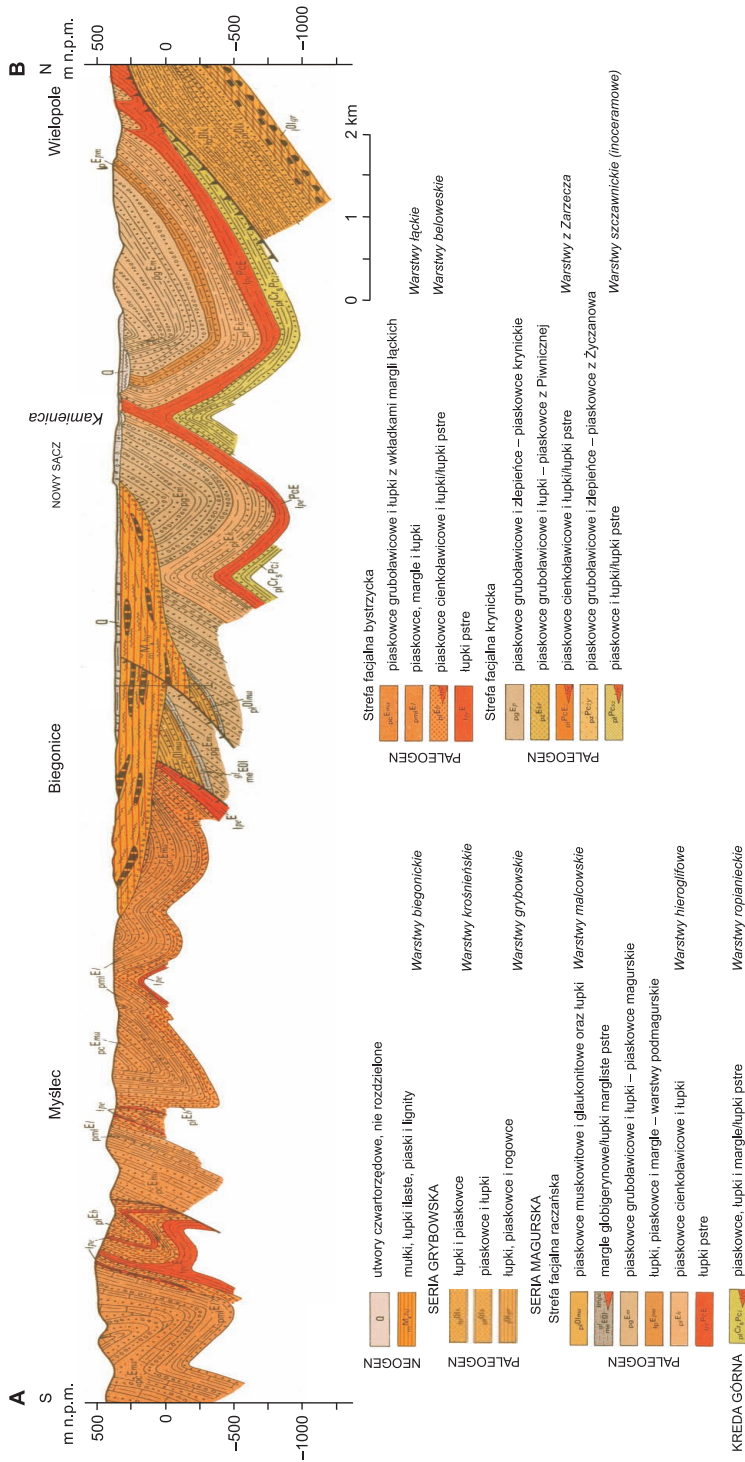


Fig. 2. Przekrój geologiczny A-B (wg Oszczyпки, Wójcika, 1989) zmieniony – lokalizacja na fig. 1

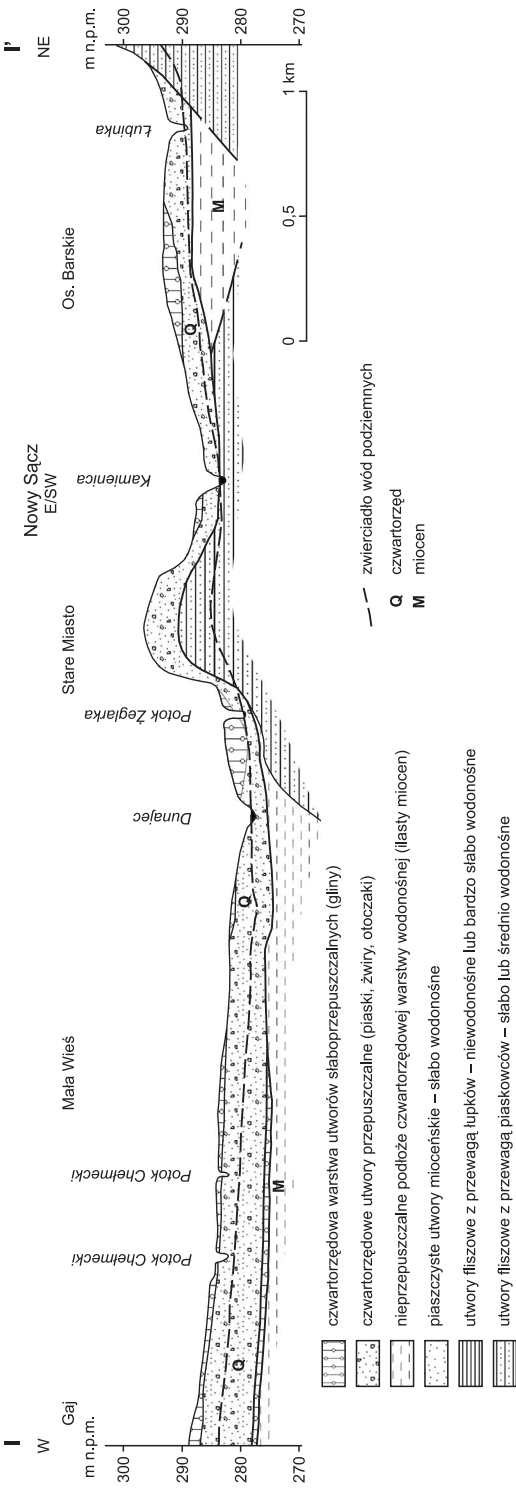


Fig. 3. Przekrój hydrogeologiczny I-I' (wg Skąpskiego i in., 1997) – lokalizacja na fig. 1

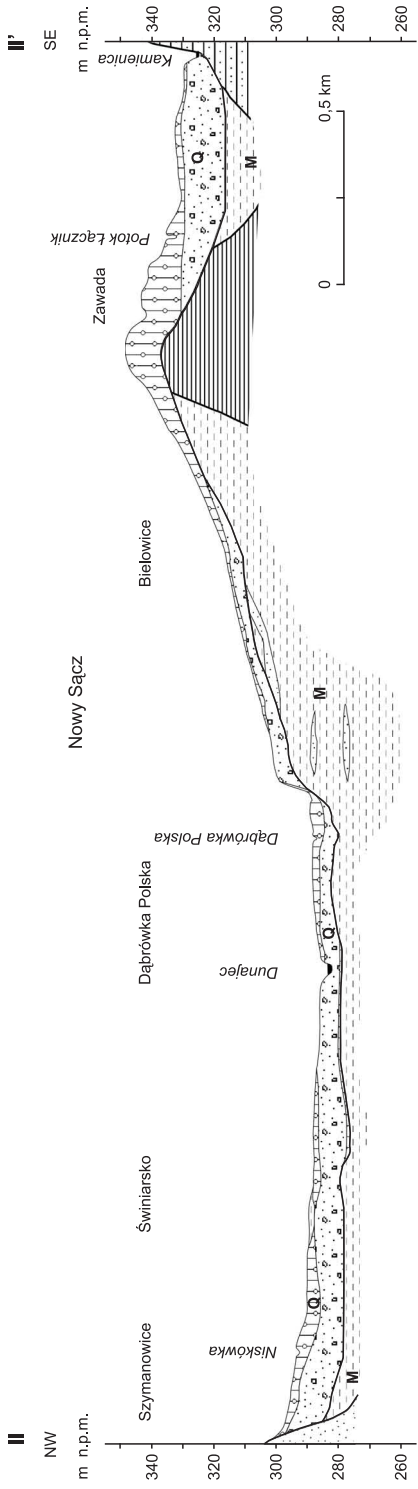


Fig. 4. Przekrój hydrogeologiczny II-II' (wg Skąpskiego i in., 1997) – lokalizacja na fig. 1; objaśnienia na fig. 3

wo zaglinionych, wypełniających Kotlinę Sądecką oraz fragmenty doliny Dunajca oraz odcinki dolin Popradu, Kamienicy i Słomki. Zasilanie czwartorzędowego piętra wodonośnego w warunkach naturalnych odbywa się przede wszystkim na drodze infiltracji opadów atmosferycznych, oraz dodatkowo przez dopływ boczny z utworów fliszu karpackiego i czwartorzędowych dolin rzecznych

W rejonie miasta, w obrębie dolin Dunajca, Popradu i Kamienicy, w osadach tarasów średnich, niskich i najniższych, występuje jeden ciągle poziom wód podziemnych, związany hydraulicznie z rzeką. Poziom ten ma najczęściej zwierciadło o charakterze swobodnym, miejscami lekko napiętym i stanowi główny poziom użytkowy na omawianym terenie. Wody podziemne występują w utworach złożonych z otoczków, żwirów i piasków akumulacji rzecznej. Poziom wodonośny zalega płytko pod powierzchnią terenu – na głębokości około 1–6 m. Bazują na nim prawie wszystkie ujęcia wód podziemnych w rejonie Kotliny Sądeckiej. Studnie i otwory badawcze, wykonane na obszarze miasta, pozwoliły określić współczynnik filtracji w obrębie utworów tarasów niskich i najniższych w dolinie Dunajca i Popradu, który waha się od 8,64 do 864 m/d. Najwyższy współczynnik filtracji charakteryzuje żwiry w rejonie współczesnego i zasypanego koryta Dunajca i Popradu (Skąpski i in., 1997; Program ochrony..., 2005).

Poziom wodonośny w niskich tarasach rzecznych ma bardzo korzystne warunki zasilania, gdyż zasilany jest ze wszystkich poziomów położonych wyżej morfologicznie, a głównie wodami podziemnymi tarasu średniego. Lokalnie, zwłaszcza na najniższym tarasie może być zasilany wodami rzek. Sprzyja temu wyraźne poszerzenie zasięgu tarasów na obszarze kotliny w stosunku do dolin omawianych rzek w ich wyższym biegu (Skąpski i in., 1997).

Na tarasie średnim warstwa wodonośna cechuje się miąższością przeważnie w granicach 2–5 m. Żwiry tarasów średnich cechują się nieco mniejszą przepuszczalnością w stosunku do utworów tarasów niższych z uwagi na domieszki glin i przewarstwień utworów gliniastych. Wartości współczynników filtracji mieszczą się w przedziale od 0,864–86,4 m/d. Wydajności poszczególnych otworów studziennych wahają się przeważnie w granicach 1–10 m³/h. Charakterystyczną cechą tego poziomu wodonośnego jest jego silny drenaż, ponieważ jest on położony stosunkowo wysoko nad dnem kotliny (Chowaniec, Witek, 1997a, b).

Szybkość przepływu wód podziemnych w tych poziomach wynosi przeważnie od 30–300 m/rok, a więc jest to ruch średnio szybki lub szybki, lokalnie może pojawiać się nawet bardzo szybki o prędkości przepływu ponad 300 m/rok (Chowaniec, Witek, 1997a, b).

W żwirach tarasów wysokich i najwyższych występuje poziom wód gruntowych niezwiązany hydraulicznie z ciekami. Utwory tych tarasów znajdują się w rejonie miasta w osiedlach Biegonice, Bielowice oraz Falkowej. Warstwa wodonośna tych tarasów zbudowana jest na ogół z dobrze przemytych żwirów i otoczków, a jej miąższość waha się zwykle w granicach 2–6 m. Współczynnik filtracji wynosi 8,64–864 m/d, natomiast wydajności poszczególnych studni są bardzo zróżnicowane, od 6 do 185 m³/h (przeciętnie 30–80 m³/h), zaś wydajności jednostkowe 4–120 m³/h m (przeciętnie 20–60 m³/h m) (Chowaniec, Witek, 1997a, b; Skąpski i in., 1997). W spągu warstwy wodonośnej występują najczęściej iły mioceńskie, rzadziej osady fliszowe. Zwierciadło wód gruntowych ma z reguły charakter swobodny. Omawiany poziom wód gruntowych odwadniany jest licznymi źródłami typu krawędziowego (Program ochrony..., 2005).

Wody podziemne w osadach mioceńskich. W utworach mioceńskich poziomy wodonośne stwierdzono we wkładkach piasków drobnoziarnistych występujących w serii osadów ilastych o dużej miąższości. Szczególnie liczne wkładki i soczewki piasków obserwuje się w rejonie Biegonic. Charakteryzują się one korzystnymi warunkami zasilania przeważnie wodami z czwartorzędowych poziomów wodonośnych.

Mioceńskie warstwy wodonośne występują na różnych głębokościach – od ok. 20 m do 52–56 m. Uzyskiwane wydajności są rzędu 2,6 m³/h przy depresji równej 19 m. Wydajności jednostkowe uzyskiwane w czasie próbnych pompowań wynosiły od 0,131 do 0,144 m³/h m, a współczynnik filtracji wynosił 0,389 m/d. Miejscami poziom ten może mieć charakter subartezyjski (Skąpski i in., 1997; Program ochrony..., 2005).

Wody w osadach fliszowych. Paleogeński (fliszowy) poziom wodonośny związany jest głównie ze stropową, spękaną częścią utworów fliszowych wykształconych w postaci piaskowców grubo- i średnioziarnistych z wkładkami łupków (Oszczypko, 1973).

Opisywany poziom obejmuje obszar zbudowany z piaskowcowych utworów serii magurskiej. Warstwę wodonośną stanowią kompleksy piaskowców gruboławicowych zawierających wkładki łupków ilasto-marglistych. Średnią miąższość warstwy wodonośnej oceniono na 15 m, a średni współczynnik filtracji przyjęto na poziomie 1,0 m/d. Charakterystykę hydrogeologiczną piaskowców gruboławicowych przedstawili Oszczypko i inni (1981) na podstawie wyników badań wodochłonności. Wykonane przez nich badania wykazały, że piaskowce magurskie są przepuszczalne do głębokości 80–90 m p.p.t., lecz największe znaczenie dla zaopatrzenia w wodę ma strefa przypowierzchniowa o miąższości 30–40 m, w której wartość współczynnika filtracji wynosi od 0,0864 do 0,864 m/d.

Z przeprowadzonych badań wynika, że większe wydajności z warstw magurskich można osiągnąć głównie z utworów w dnie doliny, gdzie może być spełniony warunek nasycenia warstwy wodonośnej oraz w strefach silniej zaburzonych tektonicznie. Partie wododziałowe są mało perspektywiczne (mimo, iż charakteryzują się dobrą przepuszczalnością), co wynika z małej miąższości warstwy wodonośnej intensywnie drenowanej przez źródła na zboczach. Warstwy magurskie są najbardziej perspektywiczne dla poszukiwania wód pitnych. W ich obrębie występują liczne źródła, a wskaźnik uźródlenia może przekroczyć 10 żr./km². Paleogeński poziom wodonośny zasilany jest na drodze infiltracji opadów atmosferycznych bezpośrednio na wychodniach lub poprzez cienką pokrywę utworów czwartorzędowych (Chowaniec i in., 1981a, b). Zwierciadło wody w utworach fliszowych występuje pod niewielkim napięciem dochodzącym do kilku metrów, sporadycznie może nawet przekraczać 20 m. Główne przepływy wód podziemnych odbywają się w kierunku doliny Dunajca, lokalnie w kierunku Popradu, Kamienicy i innych mniejszych cieków (Chowaniec, Witek, 1997a, b).

Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w rejonie Nowego Sącza

Nowy Sącz położony jest na obszarze czwartorzędowego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych – Dolina Rzeki Dunajec (Nowy Sącz) nr 437. Jest to zbiornik o charakterze porowym, o powierzchni 145 km², związany bezpośrednio z wodami powierzchniowymi rzek: Dunajec, Poprad i Kamienica (Kleczkowski, red., 1990). Skąpski i inni (1997) znacznie zmniejszyli obszar zbiornika w stosunku do GZWP wyznaczonego przez Kleczkowskiego i wyniósł on 20,8 km², przy czym został ograniczony do trzech najniższych i średniego tarasu rzek na obszarze kotliny (fig. 5). Pomimo zmniejszenia obszaru GZWP nr 437 jego zasoby dyspozycyjne (wstępnie określone w ilości około 37 tys. m³/d) zostały powiększone do ok. 1,6 tys. m³/h (39,5 tys. m³/d) (Kleczkowski, red., 1990; Skąpski i in., 1997). Zwiększenie zasobów dyspozycyjnych nastąpiło po uwzględnieniu zasilania wodami infiltrującymi z rzek oraz z dopływu bocznego. Czwartorzędowa warstwa wodonośna na obszarze tego GZWP jest słabo izolowana od powierzchni terenu, a średnia głębokość ujęć wynosi 10 m. Miąższość warstwy wodonośnej w obrębie zbiornika wynosi średnio 3–6 m. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych zawiera się w przedziale

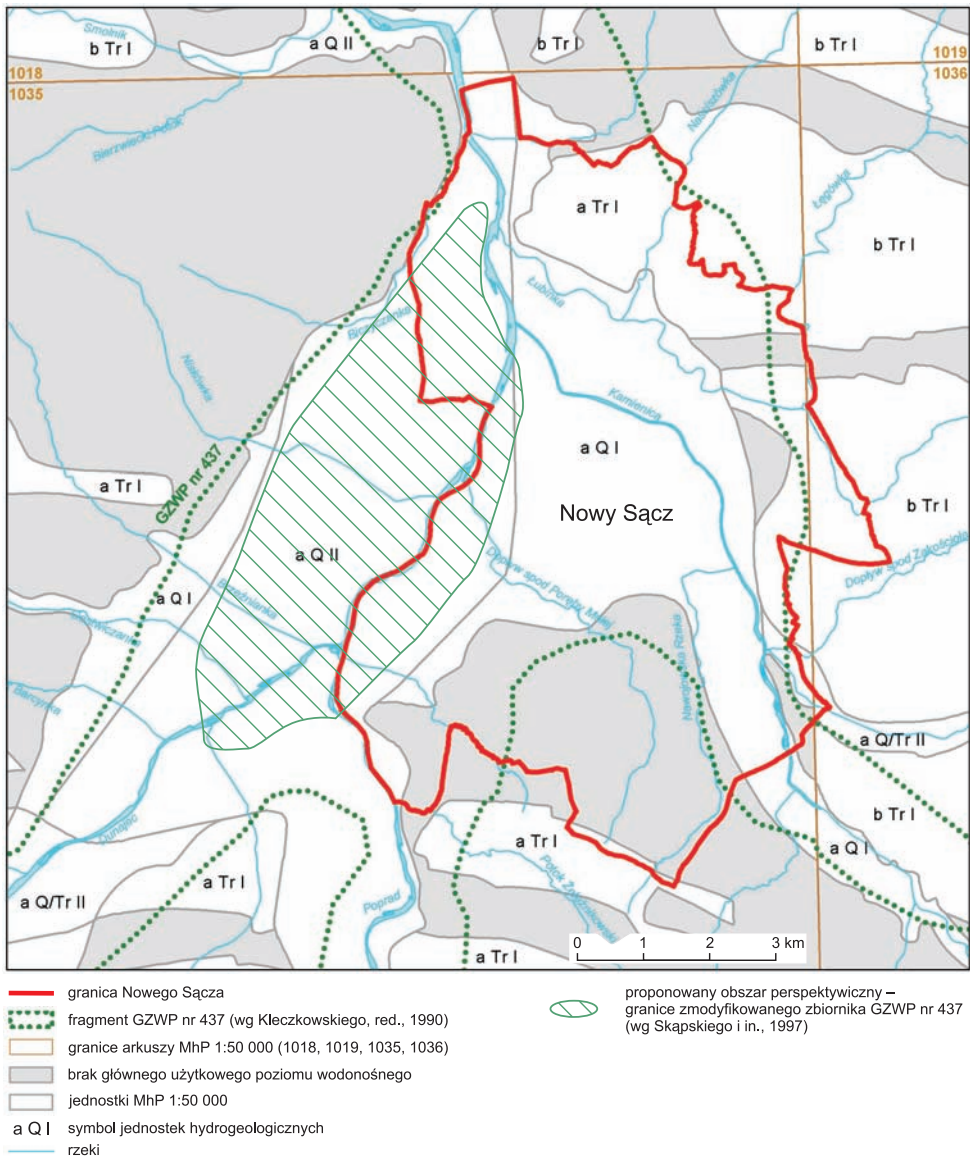


Fig. 5. Mapa warunków hydrogeologicznych rejonu Nowego Sącza

8,5–850 m/d. Przewodność hydrauliczna warstwy wodonośnej kształtuje się na poziomie od 10 do miejscami powyżej 100 m²/h (Skąpski i in., 1997).

Duże zagrożenie dla omawianego GZWP stanowią zanieczyszczone wody powierzchniowe mające kontakt hydrauliczny z wodami podziemnymi oraz nagromadzenie ognisk zanieczyszczeń różnego typu. Przy porowym charakterze zbiornika i braku powierzchniowej izolacji istnieją sprzyjają-

ce warunki degradacji wód podziemnych. W centralnej części zbiornika zlokalizowano dwa punkty badawcze sieci stacjonarnych obserwacji hydrogeologicznych (SOH) – otwory nr 776 w Nowym Sączu i nr 777 w Gołkowicach. Z danych zebranych w ramach monitoringu wód podziemnych wynika, że w punkcie nr 776 stwierdzono wody średniej jakości. Przekroczone są tu, w stosunku do obowiązujących przepisów dotyczących jakości wód pitnych, zawartości żelaza i sporadycznie związków azotu. Występuje tu woda typu $\text{HCO}_3\text{--Ca--Mg}$. Odmiennie wygląda sytuacja w przypadku punktu badawczego nr 777, gdzie wody podziemne charakteryzują się niską jakością na skutek znacznych przekroczeń, w stosunku do obowiązujących przepisów regulujących wartości dopuszczalne dla wód pitnych, zawartości związków azotu. Jest to woda typu $\text{HCO}_3\text{--Ca}$. Jednakże poza obszarami gęstej zabudowy jakość wód podziemnych jest dobra (Chowaniec, Witek, 1997a, b).

Schemat przepływu wód podziemnych

Zasilanie czwartorzędowego piętra wodonośnego w warunkach naturalnych odbywa się głównie na drodze infiltracji opadów atmosferycznych, oraz dodatkowo przez dopływ boczny z utworów fliszu karpackiego i z czwartorzędowych dolin rzecznych (fig. 6). Warunki infiltracji na obszarze okrojonego GZWP są dobre, ponieważ w przeważającej części obszaru (zwłaszcza w dolinie Dunajca, Popradu i Kamienicy) nie występuje izolacja warstwy wodonośnej utworami słaboprzepuszczalnymi. Średni współczynnik infiltracji dla obszaru kotliny wynosi 0,21 (średnia efektywna infiltracja opadów atmosferycznych wynosi 20,7%). Wykorzystując badania modelowe obszaru Kotliny Sądeckiej stwierdzono, że udział zasilania czwartorzędowego poziomu wodonośnego z infiltracji w bilansie wodnym, w warunkach naturalnych, wynosi ponad 57% zaś zasilania z cieków powierzchniowych ok. 26%. Boczny dopływ spoza granic badanego GZWP w bilansie osiąga ok. 17%, natomiast odpływ wody poza GZWP występuje lokalnie i w niewielkiej ilości – poniżej 0,1% bilansu wodnego. Drenaż czwartorzędowego pietra wodonośnego w warunkach naturalnych odbywa się za pośrednictwem cieków powierzchniowych (lokalnie również źródeł). Wszystkie ciekі: rzeki, potoki, wyrobiska po eksploatacji żwirów, w warunkach naturalnych mają charakter mieszany, drenują i zasilają czwartorzędowe piętro wodonośne. W warunkach naturalnych drenaż przez ciekі powierzchniowe jest ponad 3,5-krotnie większy od zasilania (Skąpski i in., 1997).

Zaopatrzenie aglomeracji w wodę

Nowy Sącz zaopatrywany jest w wodę pitną przez Sądeckie Wodociągi Sp. z o.o., których zadaniem ponadto jest odbiór i oczyszczanie ścieków oraz opieka nad siecią wodociągowo-kanalizacyjną miasta. Aktualne zapotrzebowanie Nowego Sącza w wodę pitną oraz do celów gospodarskich wynosi około 700 m³/h. Woda pobierana jest głównie z ujęcia wód podziemnych i infiltracyjnych w Świniarsku (gmina Chelmecc) oraz z ujęcia wód podziemnych i infiltracyjnych w Starym Sączu (fig. 1). Ujęcia mają zatwierdzone zasoby w ilości 874,8 m³/h, co w pełni zabezpiecza zapotrzebowanie miasta w wodę pitną (tab. 1). Zaopatrzenie Nowego Sącza odbywa się za pośrednictwem dwóch Zakładów Uzdatniania Wody zlokalizowanych w Świniarsku i Starym Sączu. Funkcjonowanie ich obu poprzez zwiększenie produkcji daje możliwość zabezpieczenia dostaw wody w przypadku krótkoterminowych awarii (Program ochrony..., 2005). Woda z ujęć w Świniarsku doprowadzana jest do miasta rurociągami magistralnymi poprzez zbiornik wyrównawczy zlokalizowany w Roszkowicach (poj. 2 200 m³), a następnie rozprowadzana na terenie miasta siecią wodociągową. Od strony Starego Sącza woda dostarczana jest również rurociągiem magistralnym wpiętym do magistrali miejskiej. Miasto posiada dobrze rozwinięty system zaopatrzenia w wodę pitną.

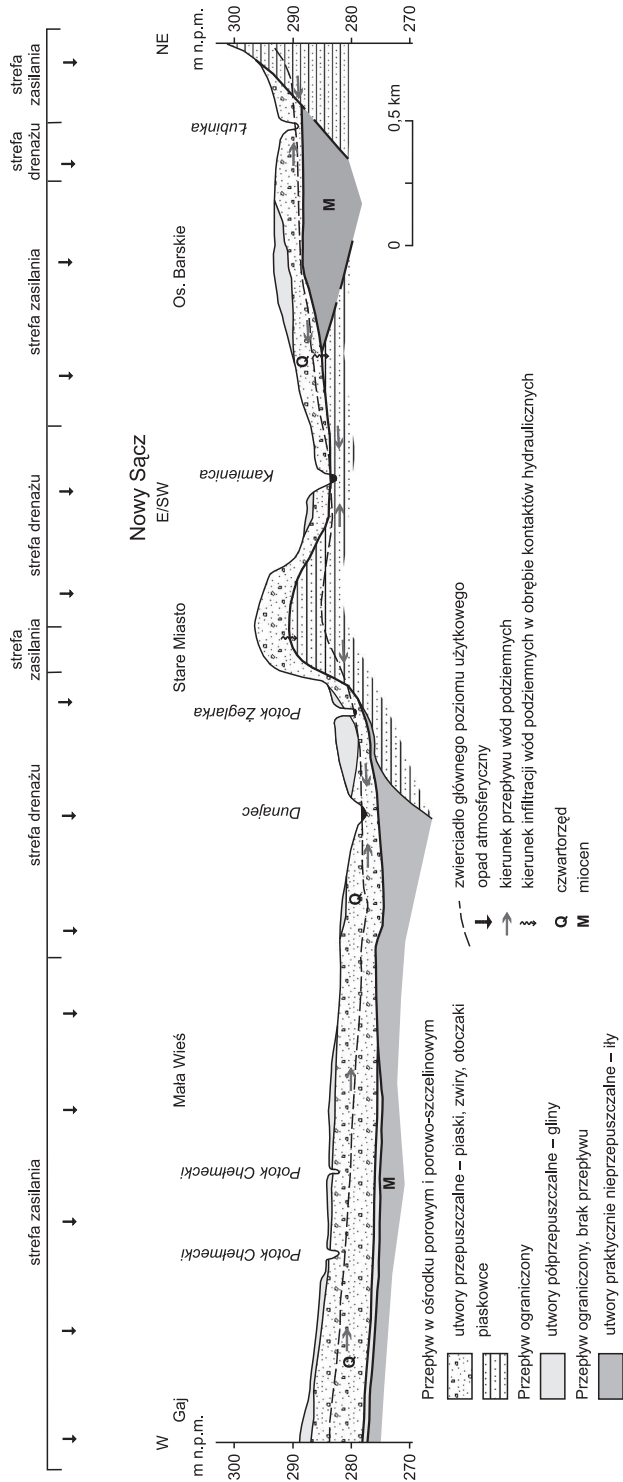


Fig. 6. Schemat przepływu wód podziemnych w profilu pionowym w rejonie Nowego Sącza

Tabela 1**Podstawowe informacje dotyczące eksploatowanych na ujęciach studni**

Lokalizacja ujęcia	Liczba studni	Głębokość studni [m]	Wiek eksploatowanej warstwy wodonośnej	Zatwierdzone zasoby [m ³ /h]
Ujęcie w Świniarsku (ZUW Świniarsko)	16	8,0–13,5	czwartorzęd	230,0
Ujęcie w Małej Wsi (ZUW Świniarsko)	11	9,1–10,5	czwartorzęd	514,3
Ujęcie w Starym Sączu (ZUW Stary Sącz)	11	8,5–11,6	czwartorzęd	130,5

Zabezpieczeniem bezawaryjnego funkcjonowania systemu zaopatrzenia miasta w wodę jest właśnie zbiornik wody pitnej w Roszkowicach. Ponadto planowana jest, wraz z rozbudową sieci wodociągowej na terenie miasta, budowa dwóch zbiorników wody pitnej o łącznej pojemności 6000 m³, co zwiększy retencję wody w systemie jej dystrybucji.

Ujęcie wody w Świniarsku składa się z brzegowego ujęcia wód powierzchniowych i ujęcia wód podziemnych (11 studni infiltracyjnych) oraz 16 studni infiltracyjnych z rowem dodatkowo nawadniającym je wodą powierzchniową.

Ujęcie wody Stary Sącz składa się z brzegowego ujęcia wód powierzchniowych oraz 11 studni infiltracyjnych. Woda powierzchniowa pobierana jest dwójako:

- bezpośrednio z rzeki Dunajec,
- za pomocą ośmiu studni infiltracyjnych, ujmujących wody podziemne, zasilane wodami infiltrującymi z wód powierzchniowych.

Na obszarze Nowego Sącza funkcjonuje prawie 30 lokalnych ujęć wód podziemnych, bazujących głównie na wodach pięt czwartorzędowego i paleogeńskiego. Ponadto na terenie miasta zlokalizowane są studnie kopane, które były użytkowane jako studnie publiczne. Ujmują one wody najpłytszej czwartorzędowej warstwy wodonośnej. Z uwagi na płytkie występowanie poziomu wodonośnego i dużą podatność na zanieczyszczenia, pobierana woda charakteryzuje się bardzo złą jakością zarówno pod względem fizykochemicznym, jak i bakteriologicznym, co czyni ją nieprzydatną do spożycia przez ludzi. Z tego też względu omawiane studnie publiczne mogą być wykorzystywane przez mieszkańców miasta jedynie do celów gospodarczych oraz podlewania ogrodów i zieleńców.

Sądeckie Wodociągi Sp. z o.o. są odpowiedzialne również za zaopatrzenie miasta w wodę w sytuacjach awaryjnych. Z uwagi na złą jakość wody w studniach publicznych wybrano wariant budowy zbiorników retencyjnych i dostawy wody beczkowozami. W tej sytuacji nie ma potrzeby utrzymywania dotychczasowych studni kopanych jako publicznych ujęć wody.

Pobór wód a ich zasoby

Zasoby dyspozycyjne czwartorzędowego piętra wodonośnego obejmującego obszar o powierzchni 89 km² w Kotlinie Sądeckiej wynoszą 2248 m³/h. Obszar spełniający kryteria Głównych Zbiorników Wód Podziemnych zmniejszono do 20,8 km², a zasoby dyspozycyjne oszacowane w badaniach modelowych dla tego terenu wynoszą 1646 m³/h (39 504 m³/d) (tab. 2), co

Tabela 2

Wybrane informacje o Nowym Sączu

Powierzchnia			58 km ²
Ludność (2006 r.)			85 000
Pobór (2006 r.)	komunalny		8680 m ³ /d
	przemysłowy	wody powierzchniowe	318 m ³ /d
		wody podziemne	2330 m ³ /d
Zaopatrzenie w wodę (2006 r.)	ujęcia wód powierzchniowych		77%
	ujęcia wód podziemnych		23%
Zasoby wód podziemnych	szacunkowe zasoby dyspozycyjne dla obszaru GZWP nr 437 – Dolina Dunajca (Nowy Sącz) (Skąpski i in., 1997)		39,5 tys. m ³ /d
Zapotrzebowanie na wodę w przypadku zaopatrzenia awaryjnego	minimalne		638 m ³ /d
	niezbędne		1275 m ³ /d
	optymalne		2550 m ³ /d
Specyficzny problem miasta	brak		

stanowi 80,7% zasobów odnawialnych określonych dla warunków naturalnych i 73% zasobów dyspozycyjnych określonych dla całego obszaru Kotliny Sądeckiej (Skąpski i in., 1997).

Łączne zasoby eksploatacyjne studni ujmujących czwartorzędowe piętro wodonośne i działających w ramach Wodociągów Sądeckich Sp. z o.o. wynoszą 874,8 m³/h. Dodatkowo na terenie miasta funkcjonuje prawie 30 lokalnych ujęć wód podziemnych o sumarycznych zasobach eksploatacyjnych w wysokości 899,18 m³/h, w tym z piętra czwartorzędowego – 874,20 m³/h i 24,98 m³/h z piętra paleogeńskiego. Jednakże, uwzględniając wymuszoną eksploatacją infiltrację z cieków powierzchniowych (głównie z Dunajca), można w znaczącym stopniu zwiększyć zasoby tego poziomu.

Chemizm wód podziemnych

Wody podziemne występujące w obrębie GZWP nr 437 mają bezpośredni kontakt z wodami powierzchniowymi rzek Dunajec, Poprad i Kamienica. Na tym obszarze istnieją cztery punkty sieci monitoringu SOH. Dwa z nich zlokalizowane są w centralnej części zbiornika i ujmują wody najpłytszego poziomu wodonośnego. Przeważnie są to wody typu HCO₃–Ca lub HCO₃–Ca–Mg, a ich mineralizacja waha się przeważnie w granicach 400–600 mg/dm³. Związki żelaza i manganu występują w nieznacznych ilościach (Fe przeważnie poniżej 0,1 mg/dm³, a Mn poniżej poziomu wykrywalności), ponadto stwierdzono również niewielkie ilości chlorków (5–120 mg/dm³) i siarczanów (20–80 mg/dm³). Związki azotu występują w zróżnicowanych ilościach. Zawartość amoniaku wynosi przeważnie poniżej 0,05 mgN/dm³, a azotynów poniżej 0,01 mgN/dm³, zaś azotanów od < 1 do kilkudziesięciu mgN/dm³. Zawartość metali ciężkich przeważnie nie przekracza wartości określonych przepisami dla wód pitnych (Rozporządzenie..., 2007).

Wody piętra czwartorzędowego (poza obszarami gęstej zabudowy Nowego Sącza, Starego Sącza i Gołkowic, gdzie przeważnie występują wody średniej i niskiej jakości) charakteryzują się dobrą jakością, odpowiadającą wodom do celów pitnych i gospodarczych. Okresowo można zaobserwować przekroczenia zawartości żelaza, azotanów i azotynów (Skąpski i in., 1997; Program ochrony..., 2005).

Z uwagi na brak naturalnej izolacji jakość wód podziemnych na omawianym obszarze jest niestała i każda zmiana zagospodarowania terenu może prowadzić do pogorszenia się parametrów fizykochemicznych i bakteriologicznych.

Zagrożenia wód podziemnych

W rejonie Nowego Sącza podstawowe znaczenie dla zaopatrzenia w wodę pitną ma GZWP nr 437. Wody podziemne eksploatowane są z utworów czwartorzędowych studniami wierconymi i kopanymi. Z uwagi na płytko występujący główny poziom użytkowy i brak lub ograniczoną izolację od powierzchni terenu wyróżniono na jego obszarze wysoki stopień zagrożenia (Chowaniec, Witek, 1997a, b; Skąpski i in., 1997). Decydujący wpływ na pogorszenie jakości wód podziemnych mają zanieczyszczenia, których źródłem są:

- zrzut nieoczyszczonych ścieków komunalnych do wód powierzchniowych zasilających wody podziemne,
- produkcja rolna,
- odcieki z terenu lokalnych „dzikich” wysypisk odpadów zlokalizowanych na obrzeżach Dunajca i Kamienicy.

Najbardziej zagrożone są wody podziemne w obrębie tarasów niskich (stopień zagrożenia bardzo wysoki), gdzie zwierciadło wód znajduje się płytko pod powierzchnią terenu (1–2 m) i brak jest warstwy izolującej bądź posiada ona niewielką miąższość (0–2 m). Sytuacja taka ma miejsce w strefie bezpośrednio przylegającej do koryta rzeki. Przepływ wód podziemnych na tym obszarze jest szybki lub bardzo szybki, a czas przesiąkania pionowego krótki (nawet do kilku godzin) (Chowaniec, Witek, 1997a, b).

W mniejszym stopniu na zanieczyszczenie wód podziemnych narażone są obszary tarasów wyższych (stopień zagrożenia również bardzo wysoki), gdzie poziom wodonośny na ogół przykryty jest warstwą utworów słabo- bądź nieprzepuszczalnych. Bezpośrednie zagrożenie jakości wód jest mniejsze również dlatego, że przepływ wód podziemnych jest wolniejszy (od kilkudziesięciu do paruset m/rok), a pionowe przesiąkanie trwa znacznie dłużej. W zależności od miąższości warstwy izolującej (1–10 m) waha się w granicach od kilku miesięcy do paru lat (Chowaniec, Witek, 1997a, b).

Stopień zagrożenia wód podziemnych piętra fliszowego jest średni (Chowaniec, Witek, 1997a, b).

Istniejące składowisko odpadów komunalnych na osiedlu Zabełcze, dla którego prowadzony jest okresowy monitoring wód podziemnych, nie stanowi zagrożenia dla wód podziemnych. W wodach podziemnych rejonu składowiska stwierdzono występowanie zanieczyszczeń, głównie związkami azotu (amoniakiem i azotynami), jak również wysoką zawartość żelaza i manganu. Jednakże, lokalizacja punktów pomiarowych, w których stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych stężeń badanych składników wskazuje na pochodzenie zanieczyszczeń z rejonów sąsiadujących tj. pól uprawnych, jak również, w niewielkim stopniu, na oddziaływanie naturalnego środowiska gruntowego wykazujące go podwyższone wartości żelaza i manganu (Skąpski i in., 1997; Program ochrony..., 2005).

Największym zagrożeniem dla wód podziemnych w utworach fliszowych, podobnie jak w przypadku piętra czwartorzędowego są ścieki komunalne, „dzikie” wysypiska odpadów, zbyt

intensywne nawożenie pól oraz dość powszechnie stosowane środki ochrony roślin, a także składowiska produktów naftowych.

Kluczowe znaczenie dla jakości wód podziemnych ma jakość wód powierzchniowych mających z nimi bezpośrednią łączność hydrauliczną. Czystość głównych rzek (Dunajec, Poprad i Kamienica) przepływających przez teren miasta jest ściśle związana z ładunkami zanieczyszczeń wprowadzanymi do nich zanim przekroczą granicę miasta. Natomiast stan czystości rzek bezpośrednio związanych z terenem miasta jest zróżnicowany, z uwagi na istniejące odprowadzenia wód deszczowych i sporadycznie ścieków socjalno-bytowych (Program ochrony..., 2005). W okolicach Nowego Sącza badania jakości wód powierzchniowych prowadzone są w trzech punktach należących do systemu monitoringu jakości wód powierzchniowych. Dwa z nich zlokalizowane są na Dunajcu w okolicach Gołkowic i Świniarska, trzeci zaś na Popradzie w Biegonicach (Raport..., 2007).

Wyniki analiz chemicznych i mikrobiologicznych wód pobranych z głównych rzek Kotliny Sądeckiej w ramach działalności monitoringu, wskazują na złą jakość wód. Bezpośredni kontakt wód powierzchniowych z podziemnymi, oraz eksploatacja za pośrednictwem ujęć brzegowych wymuszają ciągłą poprawę ich jakości. Degradacja wód powierzchniowych ma bezpośrednie przełożenie na pogorszenie jakości wód podziemnych.

Obszary perspektywiczne

W rejonie Nowego Sącza jedynym obszarem o znaczeniu perspektywicznym dla zaopatrzenia ludności miasta w wodę są utwory czwartorzędowe tworzące GZWP – Dolina Rzeki Dunajec–Nowy Sącz nr 437. Utwory fliszowe z uwagi na słabą wodonośność (zwiększone wydajności studni jedynie w strefach zaburzeń tektonicznych) zostały pominięte jako obszary perspektywiczne. Najsilniej zawodniony jest poziom czwartorzędowy w dwóch najniższych tarasach, gdzie wykazuje on związek hydrauliczny z wodami powierzchniowymi. Natomiast najslabiej zawodniony jest on w wysokich tarasach, gdzie na skutek położenia na wyniesieniach morfologicznych jest silnie drenowany. Wytypowany obszar perspektywiczny dla zaopatrzenia Nowego Sącza w wodę pitną obejmuje dwa najniższe tarasy Dunajca. Wymuszona infiltracja brzegowa znacznie zwiększa zasoby dyspozycyjne obszaru. Dodatkowo można ją wspomóc budując stopień podpiętrzający wody w korycie Dunajca. Ponadto w związku z uruchomieniem zapory z Czorsztynie, należy rozważyć zmniejszenie przepływu nienaruszalnego dla Dunajca na wysokości Nowego Sącza. Zmniejszenie przepływu nienaruszalnego dla Dunajca o $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (ok. 10%) dostarczyłoby miastu dodatkowo $1800 \text{ m}^3/\text{h}$ wody (Skąpski i in., 1997). Zasoby dyspozycyjne dla omawianego GZWP o skorygowanej powierzchni ($20,8 \text{ km}^2$) określono na $39,5 \text{ tys. m}^3/\text{d}$. Badania modelowe i symulacje wykonane w obrębie kotliny wykazały zbyt wysokie zasoby eksploatacyjne niektórych ujęć. Dlatego też zaproponowano ich redystrybucję w celu wykorzystania do celów komunalnych. Po korekcie i redystrybucji zatwierdzonych dotychczas zasobów można by uzyskać około $400 \text{ m}^3/\text{h}$ wody na potrzeby komunalne (Skąpski i in., 1997).

PODSUMOWANIE

Nowy Sącz leży w obrębie GZWP – Dolina Rzeki Dunajec–Nowy Sącz nr 437, obejmującego czwartorzędowe piętro wodonośne. Niemal całe miasto zaopatrywane jest w wodę pitną głównie z dwóch ujęć: Świniarsko i Stary Sącz. Wyjątek stanowią zakłady przemysłowe, które korzystają

z własnych ujęć. Ilość uzdatnianej wody w pełni pokrywa potrzeby odbiorców a pobór wody z ujęć komunalnych wynosi ponad 4,74 mln m³/rok, z czego gospodarka komunalna zużywa około 82%, a podmioty gospodarcze niespełnia 18%. Obszar perspektywiczny dla lokalizacji ujęć wód podziemnych zaproponowano na terenie obejmującym dwa najniższe tarasy Dunajca. Z uwagi na intensywne zasilanie infiltracyjne warstwy wodonośnej, zasoby dyspozycyjne obszaru są zmienne, ale mogą być w znacznie większym stopniu wykorzystane do zaopatrzenia w wodę. Infiltrację brzegową można zintensyfikować poprzez budowę progu piętrzącego na Dunajcu.

LITERATURA

- CHOWANIEC J., GIERAT-NAWROCKA D., WITEK K., 1981a – Mapa hydrogeologiczna Polski 1:200 000, ark. Nowy Sącz i Tatry Wysokie. Wyd. Geol. Warszawa.
- CHOWANIEC J., GIERAT-NAWROCKA D., WITEK K., 1981b – Objasnienia do Mapy hydrogeologicznej Polski 1:200 000, ark. Nowy Sącz i Tatry Wysokie. Wyd. Geol. Warszawa.
- CHOWANIEC J., WITEK K., 1997a – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Nowy Sącz (1035). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa
- CHOWANIEC J., WITEK K., 1997b – Objasnienia do Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 ark. Nowy Sącz (1035). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa
- KLECZKOWSKI A.S., red., 1990 – Mapa Obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. AGH. Kraków.
- KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. PWN. Warszawa.
- OSZCZYPKO N., 1973 – Budowa geologiczna Kotliny Sądeckiej. *Biul. Inst. Geol.*, **271**.
- OSZCZYPKO N., CHOWANIEC J., KONCEWICZ A., 1981 – Wodonośność piaskowców magurskich w świetle badań wodochłonności. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **51**, 1/2.
- OSZCZYPKO N., WÓJCIK A., 1993a – Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Nowy Sącz. Wyd. Geol. Warszawa.
- OSZCZYPKO N., WÓJCIK A., 1993b – Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Nowy Sącz. Wyd. Geol. Warszawa.
- PACZYŃSKI B., red., 1993 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000. Cz. I. Systemy zwykłych wód podziemnych. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- PROGRAM OCHRONY środowiska i plan gospodarki odpadami dla miasta Nowego Sącza. Cz. I. Program ochrony środowiska na lata 2005–2012, 2005. Nowy Sącz.
- RAPORT o stanie środowiska w województwie małopolskim w 2006 r., 2007 – PIOŚ Kraków.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dn. 29.03.2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U.Nr 61 z 2007r. Poz. 417).
- SKĄPSKI K., SZKLARCZYK T., PATORSKI R., GARECKI J., 1997 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych z utworów czwartorzędowych na obszarze Kotliny Sądeckiej. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa