

MARIUSZ ADYNKIEWICZ-PIRAGAS, IWONA ZDRALEWICZ, JOANNA KRYZA,  
IWONA LEJCUŚ

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie,  
Oddział we Wrocławiu

## ZRÓWNOWAŻONE ZARZĄDZANIE ZASOBAMI WODNYMI I PRAKTYKI ODNAWIANIA ZASOBÓW WÓD PODZIEMNYCH – ZAŁOŻENIA I WSTĘPNE WYNIKI PROJEKTU SHARP

**Streszczenie.** Projekt Sustainable Hydro Assessment and Groundwater Recharge Projects (SHARP; nr 0873R2) jest realizowany przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy, oddział we Wrocławiu (IMGW-PIB OWr) i ośmiu partnerów europejskich w ramach programu Europejskiej Współpracy Terytorialnej INTERREG IVC i dofinansowany ze środków ERDF. Zadaniem projektu jest ochrona istniejących zasobów wodnych, ze szczególnym uwzględnieniem wód podziemnych. Zostaną w nim również uwzględnione zmiany klimatu oraz geologiczne i geograficzne uwarunkowania regionów zaangażowanych w projekt. Jego realizacja będzie polegać na wymianie i doskonaleniu istniejących technologii oraz dobrych praktyk. Wynikiem projektu ze strony IMGW-PIB OWr będzie opracowanie: projektu monitoringu wód podziemnych na potrzeby stabilizacji zwierciadła wód podziemnych w obszarze przekształconym antropogenicznie, projektu Systemu Wspomagania Decyzji na potrzeby zarządzania zasobami wód podziemnych w polskiej części zlewni Nisy Łużyckiej. W artykule przedstawiono ogólne założenia projektu oraz wyniki prac już zrealizowanych.

**Słowa kluczowe:** zasoby wód podziemnych, gospodarka wodna, kopalnie odkrywkowe węgla brunatnego

### Wstęp

Realizacja projektu SHARP przez IMGW-PIB OWr została rozpoczęta w kwietniu 2010 i przewidziana jest do końca 2012 roku. Aby osiągnąć zamierzony cel, partnerzy projektu będą wymieniać doświadczenia oraz udoskonalać innowacyjne technologie dotyczące zrównoważonego zarządzania zasobami wód podziemnych wykorzystywanych do celów konsumpcyjnych, przemysłowych i irygacji.

Kluczowe zagadnienia projektu SHARP, wymagające rozwiązania i wdrożenia, są następujące:

- ogólne narzędzia służące do zarządzania zasobami wód podziemnych,
- technologie sztucznego zasilania wód podziemnych,
- systemy monitoringu wód podziemnych,
- strategiczne wykorzystanie wód podziemnych do celów przemysłowych, wody pitnej i irygacji,
- techniki ochrony jakości i ilości wody,
- plany Zabezpieczenia Wody Pitnej wraz z narzędziami zarządzania ryzykiem,
- modele bilansu wodnego.

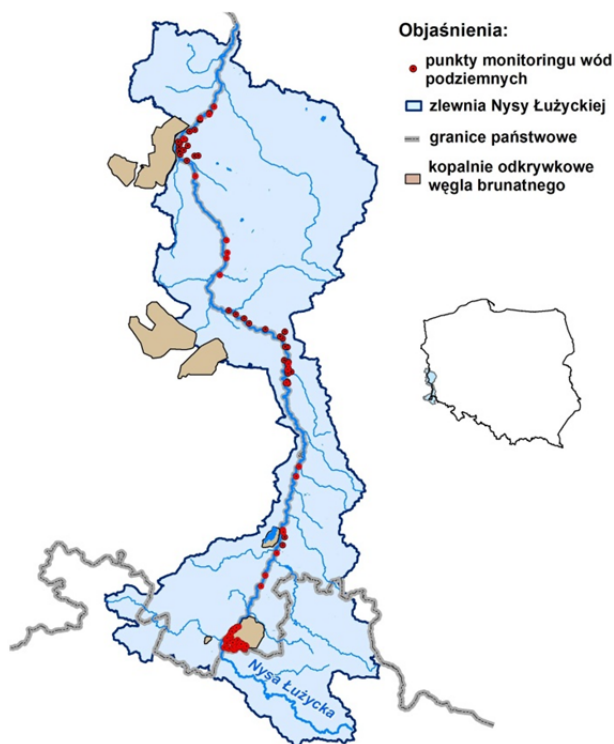
Celem prac wykonywanych przez IMGW-PIB OWr jest ochrona i monitoring zasobów wód podziemnych na obszarze antropogenicznie przekształconym oraz osiągnięcie efektu końcowego, jakim będzie opracowanie projektu monitoringu wód podziemnych oraz systemu wspomagania decyzji.

## **Materiał i metody**

Zlewnią badawczą uwzględnioną w działaniach projektu SHARP jest transgraniczna zlewnia Nysy Łużyckiej zlokalizowana w południowo-zachodniej części Polski (rys. 1). Nysa Łużycka ma swe źródło w Czechach i jest rzeką graniczną między Polską i Niemcami. Stosunki wodne na tym obszarze znajdują się pod silną antropopresją, a największy wpływ na zasoby wód podziemnych ma prowadzona odkrywkowa eksploatacja węgla brunatnego w jednej polskiej (Turów) i trzech niemieckich kopalniach (Jänaschwalde, Reichwalde, Nochten) oraz rekultywacja niemieckiej kopalni Berzdorf.

Aby zrealizować założone w projekcie zadania, utworzono bazę danych w środowisku Microsoft Office, połączoną z bazą danych oprogramowania ArcGIS. Zawarte tam zostały ujednocnione charakterystyki punktów pomiarowych z czterech sieci monitoringu prowadzonych w różnych zadaniach przez IMGW-PIB: sieci specjalnej, utworzonej do współpracy transgranicznej z Niemcami (Polsko-Niemieckiej Komisji do Spraw Wód Granicznych); sieci monitoringowej założonej do oceny stosunków wodnych w południowej części zlewni (wody czwartorzędowe); telemetrycznej sieci posturków hydrologicznych 5. rzędu Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej (PSHM, wody czwartorzędowe); sieci studni gospodarskich założonej do obserwacji wpływu zalewania kopalni Berzdorf na wody podziemne po stronie polskiej. W bazie danych zawarto również wyniki pomiarów głębokości położenia zwierciadła wód podziemnych oraz sum opadów atmosferycznych i charakterystyk termicznych rejonu zlewni Nysy Łużyckiej pochodzących z baz danych PSHM oraz z pomiarów prowadzonych przez Zakład Badań Regionalnych IMGW-PIB OWr.

Aby zrealizować założone zadania, niezbędne było zdefiniowanie procesów, które w sposób istotny wpływają na zasoby wód podziemnych oraz wyznaczenie i umiejscowienie w czasie przyszłych inwestycji i procesów, które mogłyby znacząco zaburzyć gospodarkę wodną w zlewni tej rzeki. Wstępna ocena zmian klimatu polegała na ocenie niedoboru opadów na obszarze zlewni Nysy Łużyckiej na przykładzie stacji w Zgorzelcu.



Rys. 1. Lokalizacja zlewni Nysy Łużyckiej wraz z położeniem odkrywkowych kopalń węgla brunatnego i punktów obserwacyjnych wód podziemnych  
 Fig. 1. Location of the Lusatian Neisse basin, position of opencast lignite mines and groundwater observation points

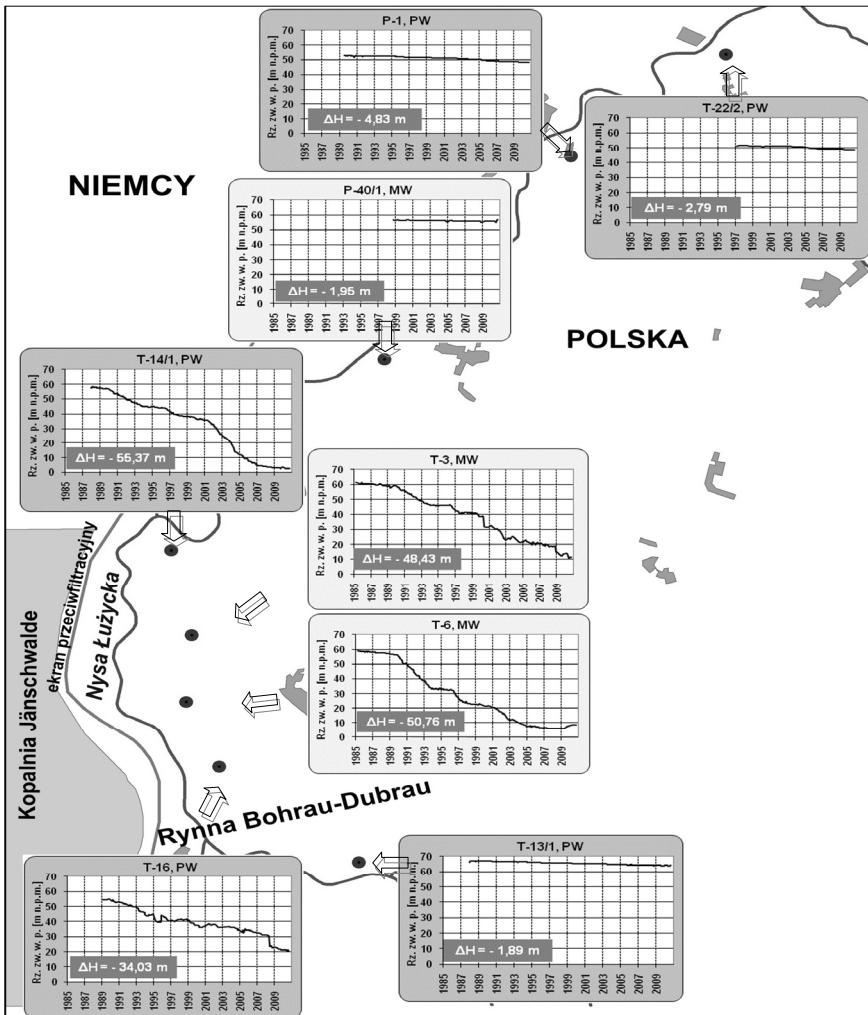
Porównano przebieg skumulowanych rocznych sum opadów z lat 1950-2009 do interpolowanej linii trendu z lat 1950-1970.

## Wyniki

W zlewni Nysy Łużyckiej zidentyfikowano cztery problemy badawcze o kluczowym znaczeniu dla zasobów wód podziemnych.

Pierwszym jest redukcja zasobów wód podziemnych spowodowana działalnością górniczą prowadzoną w zlewni. Ze względu na rozmiary eksploatacji odkrywkowej oddziaływanie kopalń ma charakter transgraniczny. Obecnie niemieckim obiektem, który w najbardziej widoczny sposób oddziałuje na zasoby wód podziemnych po polskiej stronie, jest kopalnia Jänschwalde (na południe od Gubina), w której co prawda rozprzestrzenianie się leja depresji w czwartorzędowym piętrze wodonośnym i utwo-

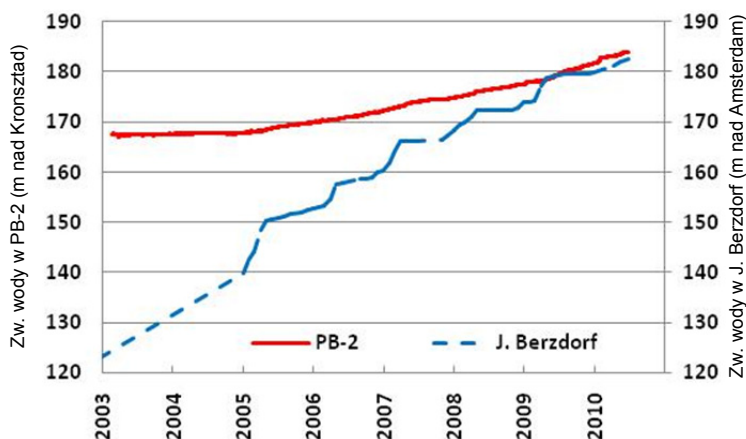
rach trzeciorzędowych nadkładowych zostało ograniczone przez ekran przeciwfiltracyjny, ale w warstwie wodonośnej międzywęglowej i podwęglowej poziom wody w ciągu prowadzenia pomiarów obniżył się o ponad 50 m (rys. 2). Największe obniżenie ciśnienia piezometrycznego jest obserwowane w południowej i centralnej części obszaru. W północnej części obniżanie się poziomu wody nie jest znaczne, rzędu kilku metrów, większe w warstwie wodonośnej podwęglowej (rys. 2).



Rys. 2. Obniżanie się poziomu wód podziemnych w piezometrach ujmujących wody trzeciorzędowe. Objasnienia: PW – warstwa wodonośna podwęglowa, MW – warstwa wodonośna międzywęglowa

Fig. 2. Lowering of the groundwater level in Tertiary water observation wells. Explanations: PW – undercoal aquifer, MW – between-coal aquifer

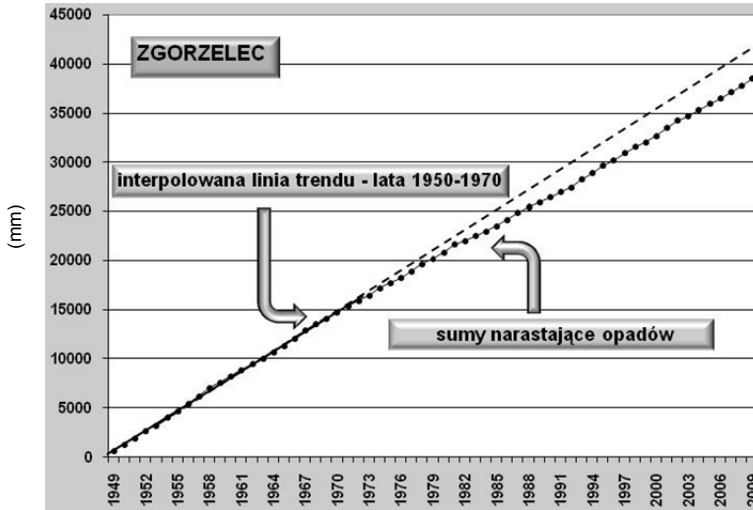
Następnym zagadnieniem rozpatrywanym w zlewni badawczej jest wykorzystanie wód powierzchniowych do stabilizacji i odtwarzania zasobów wód podziemnych. Sytuację taką możemy obserwować po polskiej stronie na wysokości rekultywowanej w kierunku wodnym kopalni Berzdorf (na południe od Zgorzelca), gdzie od początku prowadzenia pomiarów (2003 rok) w piezometrach nadkładowych zmiany poziomu wody wynikają tylko z wahań sezonowych i sytuacji klimatyczno-hydrologicznej w zlewni. W warstwie międzywęglowej, w której od grudnia 2004 roku zafiltrowany jest piezometr PB-2, ciśnienie piezometryczne wzrosło o ponad 16 m (rys. 3).



Rys. 3. Odtwarzanie się trzeciorzędowego międzywęglowego poziomu wodonośnego na terytorium Polski na tle poziomu wody w jeziorze Berzdorf  
 Fig. 3. Restoration of the Tertiary between-coal aquifer within the Polish area on the background of the water level in the Berzdorf Lake

Trzecim, kluczowym problemem gospodarowania zasobami wodnymi w zlewni jest deficyt opadów w ostatnich czterech dekadach, co zobrazowano na rysunku 4. Linia przedstawiająca skumulowane sumy opadów po 1970 roku odchyła się od interpolowanej linii trendu sum opadów z lat 1950-1970. Niedobór opadów w zlewni Nysy Łużyckiej jest szacowany na około 3 m.

Ostatnim zagadnieniem, którego poznanie jest niezbędne do wykonania wynikowych projektów, są planowane nowe kopalnie węgla brunatnego w rejonie Gubina, po obu stronach granicy. Przedsiębiorstwo Wydobywczo-Energetyczne „Gubin” dostało koncesję na badania i odwierty, a koncern Vattenfall, który prowadzi eksploatację w niemieckich kopalniach w zlewni Nysy Łużyckiej, złożył w wniosek o pozwolenie na eksploatację złoża Jänschwalde-Nord.



Rys. 4. Deficyt opadów atmosferycznych w zlewni Nysy Łużyckiej na przykładzie Zgorzelca

Fig. 4. Precipitation deficit in the Lusatian Neisse basin – the example of Zgorzelec

## Dyskusja

W rejonie transgranicznego oddziaływania kopalni Jänschwalde, w położonym najbardziej na południe punkcie P-13/1 obniżenie ciśnienia jest niewielkie ze względu na istnienie między tym punktem a pozostałym obszarem głębokiej rynny erozyjnej wypełnionej materiałem spoiwym, która ogranicza rozprzestrzenianie się leja depresji w kierunku południowym i południowo-wschodnim. W rejonie północnym oczekiwana jest intensyfikacja redukcji ciśnienia z uwagi na przesuwanie się wydobywania w kopalni na północ. W ostatnich latach największe obniżenie ciśnienia wody obserwowano w punkcie T-14/1, co jest spowodowane jego lokalizacją na wysokości obecnego frontu eksploatacji. W punkcie T-6 obecnie uwidacznia się stabilizacja zwierciadła wody, co może być związane ze stopniowym, prowadzonym od 2009 roku wyłączeniem barier studni odwadniających po wschodniej stronie kopalni. Jednakże stabilizacja ta nie jest obserwowana w punkcie T-3, zafiltrowanym w tej samej warstwie wodonośnej, ani w punkcie T-16, ujmującym wody podwęgłowe. Ze względu na lokalizację piezometrów wzdłuż rzeki określenie zasięgu leja depresji na terytorium Polski jest możliwe tylko na podstawie modelowania numerycznego – oceniono powierzchnię leja na 28 km<sup>2</sup> (DUBICKI i KRYZA 2005).

W rejonie kopalni Berzdorf, usytuowanej w obrębie zapadliska tektonicznego, pod koniec okresu eksploatacji tam węgla, powierzchnia leja depresji była szacowana na 14 km<sup>2</sup> (KRAFTWERKE... 1995). Rekultywacja obiektu zalewaniem wyrobiska poeksploatacyjnego wodami z Nysy Łużyckiej i jej dopływu Pließnitz (KOLBA 2005) i związane z tym zmniejszenie odwadniania odkrywki podniosło ciśnienie piezometryczne w od-

prężonych głębszych warstwach wodonośnych. Ekran przeciwfiltracyjny uchronił wody w utworach nadkładowych po polskiej stronie przed odwodnieniem, podnoszenie się więc w nich poziomu wody nie jest obserwowane (MONITORING... 2010).

Analiza deficytu opadów atmosferycznych w zlewni Nysy Łużyckiej w półroczach zimowych (listopad-kwiecień) i letnich (maj-październik) wykazała, że większość niedoboru opadów przypada na półrocze letnie, a rozważając sumy miesięczne z poszczególnych lat wielolecia, największe obniżanie się opadów atmosferycznych zanotowano w maju. W kolejnej części zadania planowane jest uwzględnienie zmian klimatu, co wiąże się z wykonaniem obliczeń zmian ilości opadów i temperatury powietrza w zlewni z uwzględnieniem scenariuszy zmian klimatycznych z kilkudziesięcioletnim horyzontem czasowym. Syntetyczne dane meteorologiczne ilości opadów atmosferycznych w danych latach będą wprowadzane do dalszych obliczeń, np. do modelu numerycznego hydrogeologicznego, symulującego warunki hydrogeologiczne w zlewni bądź części zlewni, przy uwzględnieniu prognozowanego użytkowania zasobów wodnych w danym roku przyjętym do obliczeń. Wyniki pozwolą na takie zaprojektowanie systemu monitoringu i systemu wspomagania decyzji, które umożliwią nie tylko dzisiaj, ale również w przyszłości właściwe monitorowanie i racjonalne zarządzanie zasobami wodnymi w zlewni antropogenicznie przekształconej.

Powstanie nowych kopalni odkrywkowych w rejonie Gubina, które przez dłuższy czas jednocześnie będą odwadniać tereny po obu stronach Nysy Łużyckiej, spowoduje odwodnienie całego obszaru planowanego wydobywania i terenów przyległych, a co za tym idzie, jeszcze większe zaburzenia systemu krążenia wód podziemnych i ich interakcji z wodami powierzchniowymi. Na skutek oddzielenia rzeki od odkrywek ściankami szczelnymi Nysa Łużycka straci kontakt hydrauliczny z otaczającymi ją terenami. Dodatkowo odwadnianie spowodowane już na etapie budowy ekranów przeciwfiltracyjnych (po stronie niemieckiej o głębokości 120 m) będzie skutkowało lokalnym kilkuletnim obniżeniem zwierciadła wody w studniach gospodarskich i zmniejszy ilość wody dostępnej dla roślinności w okresie wegetacyjnym. Podobna sytuacja zaistniała pod koniec lat osiemdziesiątych XX wieku w rejonie Strzegowa, gdzie podczas wprowadzania na dużą głębokość ścianki szczelnej na skutek odwodnienia zaczęły wysychać płytkie studnie gospodarskie po niemieckiej stronie.

## Podsumowanie

Zidentyfikowano i opisano cztery problemy mające istotne znaczenie dla zasobów wód podziemnych w zlewni Nysy Łużyckiej:

1. Zmniejszanie się zasobów wód podziemnych spowodowane odkrywkową eksploatacją górniczą na przykładzie oddziaływania kopalni Jänschwalde na wody podziemne po stronie polskiej.
2. Użycie wód powierzchniowych do stabilizacji i odtwarzania zasobów wód podziemnych dzięki rekultywacji wodnej wyrobiska poeksploatacyjnego Berzdorf.
3. Deficyt opadów atmosferycznych pokazany na przykładzie stacji w Zgorzelcu.
4. Wpływ planowanych kopalni węgla brunatnego w okolicy Gubina na zasoby wód podziemnych.

## Literatura

- DUBICKI A., KRYZA J., 2005. Zastosowanie metody modelowania numerycznego do oceny wpływu odwodnień górniczych na wody podziemne w rejonie kopalni Jänschwalde. W: Meteorologia, hydrologia, ochrona środowiska. Kierunki badań i problemy. Red. A. Dubicki. IMGW, Warszawa: 98-104.
- KOLBA M., 2005. From old lignite mining pits to new lakes: the example of rehabilitation of the former open-cast mining facilities at Berzdorf, Germany. World Min. Surf. Undergr. 61, 5: 289-299.
- KRAFTWERKE und Tagebaue beiderseits der Deutsch-Polnischen Grenze. Elektrownie i kopalnie po obu stronach granicy polsko-niemieckiej. 1995. Polsko-Niemiecka Komisja ds. Współpracy Sąsiedzkiej w Dziedzinie Ochrony Środowiska. Berlin/Warszawa.
- MONITORING Nysy Łużyckiej. Część polska. Raport I-XII 2009 r. 2010. Maszynopis. IMGW OWr, Wrocław.

## SUSTAINABLE HYDRO ASSESSMENT AND GROUNDWATER RECHARGE PROJECTS – PROJECT ASSUMPTIONS AND INITIAL RESULTS.

**Summary.** Project Sustainable Hydro Assessment and Groundwater Recharge Projects (SHARP; nr 0873R2) is realised by the Institute of Meteorology and Water Management National Research Institute Wrocław Branch and 8 European partners within INTERREG IVC program and co-financed by the ERDF funds. The Project aim is protection of the existing water resources with particular emphasis on groundwater. The project will also consider the climate changes and geological and geographical conditions of regions involved in the project. The project will be implemented through the exchange and improvement of existing technologies and best practices. The end results of a project realised by the Institute will be elaboration of the monitoring project for purposes of the stabilization and reconstruction of groundwater resources within the Lusatian Neisse basin in changing climate conditions, and development of the project of Decision Support System in the groundwater resources management within the Polish part of the Lusatian Neisse basin. This article presents general objectives of the project and the work already completed.

**Key words:** groundwater resources, water management, opencast lignite mining

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Iwona Zdralewicz, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział we Wrocławiu, ul. Parkowa 30, 51-616 Wrocław, Poland, e-mail: iwona.zdralewicz@imgw.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*11.05.2011*

*Do cytowania – For citation:*

*Adynkiewicz-Piragas M., Zdralewicz I., Kryza J., Lejcuś I., 2011. Zrównoważone zarządzanie zasobami wodnymi i praktyki odnawiania zasobów wód podziemnych – założenia i wstępne wyniki projektu SHARP. Nauka Przyr. Technol. 5, 3, #31.*