

Wykorzystanie oprogramowania wspomagającego analizę procesów w czasie rzeczywistym do zarządzania systemem transportu pionowego w Kopalni Soli „Wieliczka” S.A.

dr hab. inż. **Tomasz ROKITA**, prof. AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica, Kraków
mgr inż. **Rafał PASEK**
Kopalnia Soli „Wieliczka” S.A., Wieliczka
mgr inż. **Piotr TRÓJCA**
Wyższy Urząd Górniczy, Katowice

TREŚĆ: Artykuł dotyczy analizy i optymalizacji systemu transportu pionowego w Kopalni Soli „Wieliczka”, która pełni funkcje turystyczne, uzdrowiskowe i sanatoryjne. Kluczowym wyzwaniem dla jej służb energomechanicznych jest sprawne zarządzanie dużym natężeniem ruchu turystycznego, szczególnie w sezonach wysokiego obłożenia, przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa i komfortu dla zwiedzających. Autorzy wskazują, że transport pionowy realizowany szybem Daniłowicz oraz szybem Regis stanowi „wąskie gardło” systemu obsługi turystów. Na przepustowość wpływa wiele czynników, m.in.: sezonowość, liczebność grup, warunki atmosferyczne czy organizacja ruchu. Dodatkowo konieczne jest uwzględnienie ograniczeń wynikających z ochrony dziedzictwa kulturowego, bezpieczeństwa oraz limitów liczby osób przebywających pod ziemią. Do analizy problemu zastosowano modelowanie i symulacje komputerowe oparte na teorii kolejek. W założeniach do modelu uwzględniono m.in.: zdolność przewozową urządzeń, czas oczekiwania, parametry techniczne szybów oraz rzeczywiste dane dotyczące ruchu turystycznego. Badania objęły różne scenariusze, takie jak maksymalne wykorzystanie urządzeń, rzeczywiste obciążenie i czas ewakuacji określonej liczby osób. Wyniki pokazują, że przy optymalnym wykorzystaniu system transportu pionowego może obsłużyć ok. 9500 osób w ciągu 12 godzin. Jednocześnie transport pionowy pozostaje głównym ograniczeniem przepustowości. Symulacje potwierdzają, że odpowiednie planowanie i wykorzystanie danych pozwala skrócić czas oczekiwania i poprawić efektywność obsługi. Wnioski wskazują na potrzebę dalszej optymalizacji, szczególnie w szybie Daniłowicz. Ze względu na ograniczenia techniczne i konserwatorskie proponuje się modernizację elementów wyciągu, co może podnieść wydajność systemu bez ingerencji w zabytkową strukturę kopalni.

SŁOWA KLUCZOWE: zarządzanie; transport pionowy; szyb kopalniany

1. Wprowadzenie

Kopalnia Soli „Wieliczka” S.A. prowadzi działalność, która obejmuje:

- zabezpieczanie zabytkowej części wyrobisk;
- udostępnianie i upowszechnianie podziemnych atrakcji turystycznych (Trasa Turystyczna, Trasa Górnicza, inne);
- podziemne uzdrowisko.

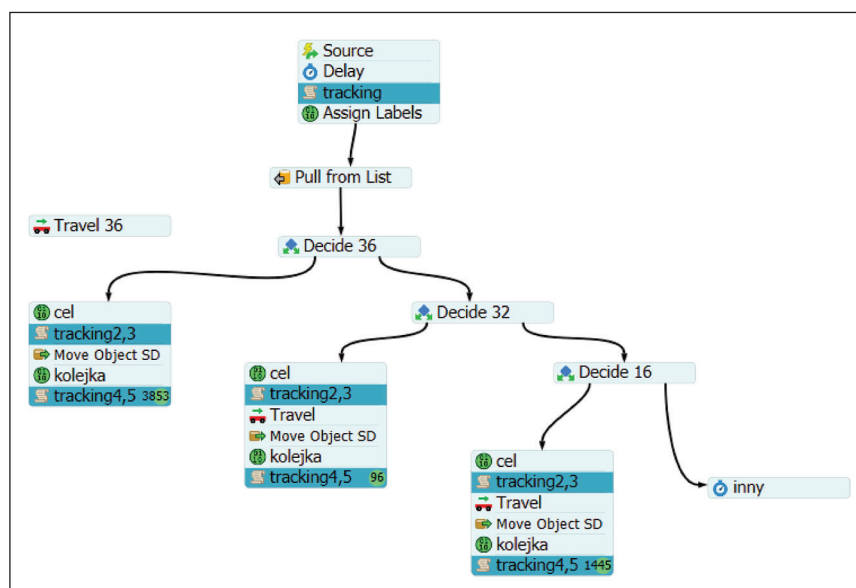
Transport pionowy z powierzchni do wyrobisk podziemnych kopalni realizowany jest górnictwymi wyciągami szybowymi w szybach Daniłowicza, Kingi oraz urządzeniami transportu specjalnego w szybie Regis. W 2025 roku kopalnię odwiedziło ponad 1,9 mln osób, a w sezonie wysokim w podziemnych wyrobiskach przebywało dziennie około 8–9 tys. zwiedzających. Przy tak dużym natężeniu ruchu turystycznego należy zapewnić sprawne sposoby prowadzenia transportu

W centralnej części kopalni, w rejonie szybu Daniłowicza, na poziomach I-III znajdują się wyrobiska Trasy Turystycznej udostępnione do zwiedzania, a także organizacji wydarzeń okolicznościowych. Trasę Turystyczną stanowią wyrobiska górnicze rozmieszczone od poziomu I do III. Tworzą ją komory wraz z łączącymi je chodnikami i pochylniami o łącznej długości około 2,8 km. Trasę Turystyczną rozpoczyna się, schodząc przedziałem schodowym szybu Daniłowicza (lub alternatywnie szybem Paderewskiego) do podszybia poziomu I. Dalszą część trasy stanowią wyrobiska górnicze znajdujące się w centrum kopalni od poziomu I do III, obejmujące chodniki i ponad 20 komór. Trasa przystosowana jest do masowego ruchu turystycznego z fragmentami przygotowanymi dla osób niepełnosprawnych ruchowo, w tym na wózkach inwalidzkich. Dla zapewnienia właściwej obsługi masowego ruchu turystycznego w wyrobiskach podziemnych stworzono szereg niezbędnych udogodnień: toalety, karczme górniczą, dźwig panoramiczny,

Transport pionowy osób realizowany jest górniczym wyciągiem szybowym w szybie Daniłowicza oraz urządzeniami transportowymi w szybie Regis.

Dynamizm procesu obsługi klienta od chwili zjazdu do wyrobisk aż po wyjazd na powierzchnię może być przykładem dla przeprowadzenia analiz zdolności przewozowej całego systemu obsługi ruchu turystycznego. Na zdolność przewozową ruchu turystycznego wpływ może mieć wiele czynników, takich jak: sezonowość ruchu, warunki atmosferyczne, liczba rezerwacji grupowych i imprezowych, liczba stanowisk obsługi, liczba zjazdów bezpośrednio do wyrobisk, obsługa maszyn i urządzeń, cechy indywidualne turysty (wiek, stan zdrowia). Niektóre z nich mogą być wyliczone precyzyjnie, ale część jest bardzo trudna do oszacowania i ulega szybkim zmianom. Planując obsługę ruchu, należy uwzględnić nie tylko fakt powstawania zakłóceń, ale również prawdopodobieństwo ich wystąpienia i poziom





► Rys. 2. Schemat wyjazdu turystów z kopalni

► Fig. 2. Scheme of tourist transport from the mine to the surface

zagrożenia, jakie niesie ich pojawienie się dla procesu obsługowego (Kozłowska i Włodarczyk, 1978).

Ze względu na złożoność systemu wskazanie optymalnego rozwiązania jest bardzo trudne, dlatego dla dalszych analiz najlepszym podejściem jest wyznaczenie sieci połączeń podsystemów zdolności przewozowych:

- systemu obsługi klienta (sprzedaż biletów: grupowych, indywidualnych, grup obcojęzycznych);
- systemu Trasy Turystycznej (maksymalna liczba osób w wyrobiskach dołowych);
- systemu transportu pionowego (dźwigi osobowe i górnicze wyciągi szybowe).

Ze względu na powszechnie wykorzystywane techniki rezerwacji i sprzedaży biletów na chwilę obecną nie ma problemów z ich zakupem. Kopalnia wprowadziła możliwość zakupu biletu online, rezygnując z obsługi bezpośredniej klienta. W związku z tym podsystem związany z obsługą, sprzedażą biletu nie będzie rozpatrywany.

W przypadku zdolności przewozowej Trasy Turystycznej, którą stanowią podziemne wyrobiska górnicze rozmieszczone od poziomu I do III, zasadnicze znaczenie ma rozległość trasy tworzonej przez komory wraz z łączącymi je chodnikami i pochylniami o sumarycznej długości około 2800 m. Należy mieć na uwadze, że w wyrobiskach oprócz ruchu turystycznego mogą odbywać się również imprezy dla grup i spotkania okolicznościowe, np.: msze św., koncerty, bale, zabawy, konferencje, imprezy wystawiennicze, sportowe itp. Zgodnie z zapisami planu ratownictwa – jednocześnie w podziemnych wyrobiskach Trasy Turystycznej może przebywać maksymalnie 2500 osób na godzinę (Materiały wewnętrzne, 2026).

Zdolność przewozowa podsystemu transportu pionowego w kopalni jest jednym z najważniejszych elementów wpływających na zdolność przewozową ruchu turystycznego. Podsystem ten stanowi wąskie gardło całego systemu. Turyści po zakończeniu zwiedzania czekają na wyjazd w zespole komór Wisła – Warszawa – Budryk, które stanowią jednocześnie miejsca odpo-

czynku, handlu i usług gastronomicznych. Po zakończeniu zwiedzania istotne jest, aby jak najszybciej oraz bezpiecznie wyjechać na powierzchnię.

Przy budowie modelu systemu przepływu osób w podziemnych wyrobiskach Trasy Turystycznej należy uwzględnić ograniczenia wynikające z kilku kluczowych kryteriów, które mają na celu ochronę zabytkowego miejsca oraz zapewnienie bezpieczeństwa zwiedzającym. Najważniejszymi z nich to:

- ochrona dziedzictwa kulturowego i przyrodniczego kopalni, jako miejsca o wyjątkowej wartości historycznej i kulturalnej – w celu ochrony delikatnych struktur i unikatowych solnych formacji liczba zwiedzających musi być kontrolowana;
- bezpieczeństwo zwiedzających – w razie konieczności ewakuacji mniejsza liczba zwiedzających ułatwia sprawne i bezpieczne przeprowadzenie akcji ratunkowej;
- ochrona wyrobisk – wyrobiska podziemne kopalni to specyficzne środowisko z unikatowymi parametrami powietrza o wymaganej wilgotności i temperaturze, których niekontrolowana zmienność może stwarzać potencjalne zagrożenia dla struktury geologicznej pokładów soli. Może to powodować konieczność ograniczenia liczby turystów przebywających pod ziemią w jednym czasie;
- wpływ na środowisko – zwiększona liczba zwiedzających może prowadzić do większego zużycia zasobów, takich jak energia elektryczna;
- komfort zwiedzania – ograniczenie liczby zwiedzających sprzyja komfortowi i satysfakcji zwiedzania, bez tłoku i długiego oczekiwania na dostęp do poszczególnych atrakcji;
- limit dzienny zwiedzających – zgodnie z zapisami planu ratownictwa kopalni maksymalna liczba wynosi 2500 osób na godzinę zwiedzających podziemne wyrobiska;
- nadzór konserwatorski – w celu ochrony wartości historycznej, artystycznej i naukowej kopalnia zobligowana jest do przestrzegania zaleceń kon-

serwatorskich w celu zapewnienia długowieczności i integralności zabytku.

Ograniczenia wynikające z charakteru obiektu, jak również czynniki zmienne w czasie rzeczywistym związane z ruchem turystycznym mogą być przykładem dla przeprowadzenia symulacji komputerowej i analizy uzyskanych wyników.

Do analizy ruchu turystycznego i związanej z nim zdolności przewozowej systemu można wykorzystać teorię masowej obsługi. Teoria masowej obsługi, zwana też teorią kolejek, jest dziedziną matematyki opartą na rachunku prawdopodobieństwa i statystyce matematycznej, należy do kategorii nauk stosowanych, lokowanych często w szerokim nurcie badań operacyjnych. Prakseologiczny aspekt teorii masowej obsługi akcentuje jej powszechne kojarzenie z teorią kolejek, która jest nieodłącznym elementem wszelkiej praktycznej działalności celowościowej. Powstanie teorii masowej obsługi wiąże się z badaniami nad losowymi procesami przepełnienia sieci telefonicznej prowadzonymi już na początku XX wieku. Obecnie jest ona aplikowana w postaci prakseologicznych systemów masowej obsługi oraz ma szerokie zastosowanie w codziennej działalności społecznej, gospodarczej, biznesowej, handlowej, administracyjnej, usługowej, a także w nauce i technice (Gniedenko i Kowalenko, 1971).

Rozwiązanie prezentowanego problemu zarządzania systemem transportu pionowego w kopalni wymagało zastosowania narzędzi do analizowania procesu z wykorzystaniem oprogramowania FlexSim. Oprogramowanie to pozwala na intuicyjne odwzorowanie oraz optymalizację zaawansowanych procesów zachodzących w analizowanej branży. Obszar produkcji, logistyki oraz usług to pola najczęściej wspierane przez rozwiązanie do symulacji. Narzędzie to jest równocześnie przyjazne użytkownikom oraz posiada zaawansowane mechanizmy symulacji i optymalizacji, które pozwalają uzyskać zaskakujące rezultaty (FlexSim, 2025).

Jako parametry modelu wprowadzono zmienną wejściową, którą dla każdego urządzenia wyciągowego stanowiła:

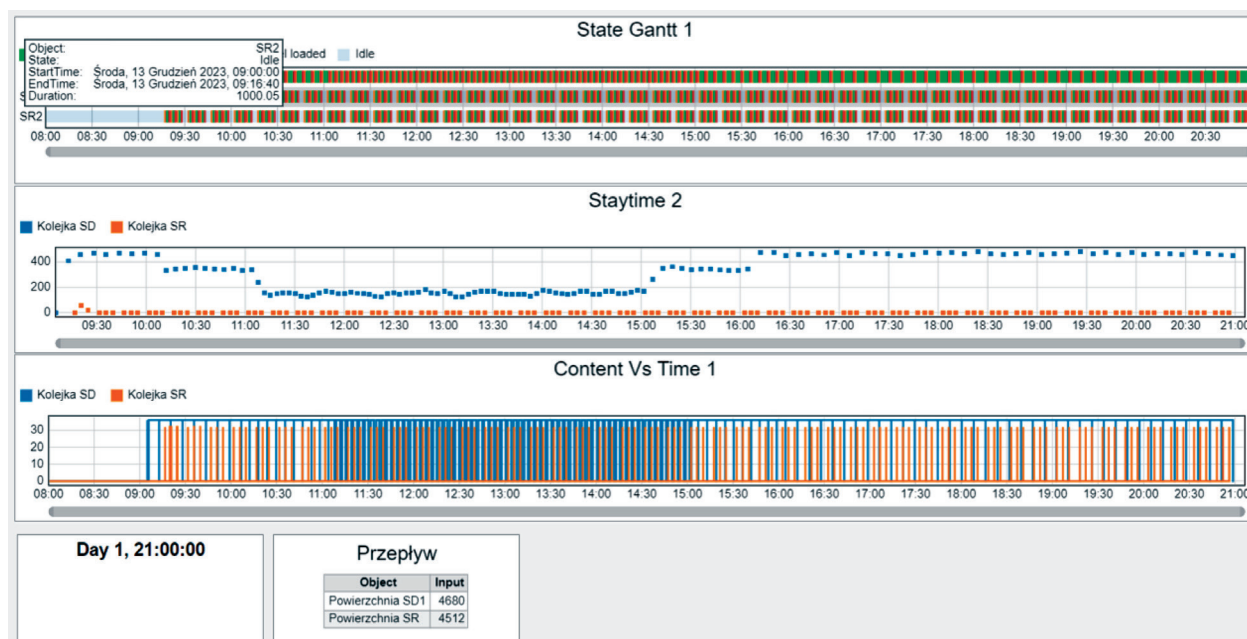
- liczba osób;
- obłożenie stanowisk obsługi wyciągu szybowego;
- cykl jazdy.

Przepływu Procesu to główne narzędzie, jakiego użyto do budowania logiki modelu symulacji, jest ono efektywne do prezentowania modeli symulacyjnych. Dzięki możliwościom oprogramowania można prezentować głębszą logikę systemu biznesowego za pomocą łatwych do zrozumienia i wizualnie atrakcyjnych schematów blokowych. Można również przemieszczać i łączyć działania w sposób przestrzenny, zorganizowany w taki sposób, który najlepiej komunikuje ich znaczenie.

Do przeprowadzenia analizy wykorzystano uproszczony schemat przestrzenny kopalni (rys. 1), przedstawiający organizację ruchu turystycznego i sanatoryjnego.

W analizie procesu wyjazdu osób na powierzchnię uwzględniono:

1. Zdolność przewozową urządzeń transportowych.
W szybie Daniłowicza zabudowany jest górniczy wyciąg szybowy o zdolności przewozowej przy pełnym obłożeniu obsługi ok. 650 osób/godz., natomiast na szybie Regis zabudowane jest urządzenie transportu, którego środki transportowe poruszają się po torze o nachyleniu większym niż 45° w postaci dwóch dźwigów towarowo-osobowych, z których każdy może wywieźć na powierzchnię ok. 400 osób/godz. Na podstawie dokumentacji ruchu turystycznego zdefiniowano dwie drogi główne do szybu Daniłowicza (SD) oraz do szybu Regis (SR).
2. Strumień zgłoszeń do zespołu komór Wisła – Warszawa – Budryk.
Kolejną daną wejściową jest strumień zgłoszeń grup turystycznych do zespołu komór Wisła – Warszawa – Budryk, który jest uzależniony od harmonogramu zejść grup do kopalni oraz czasu przejścia przez wy-



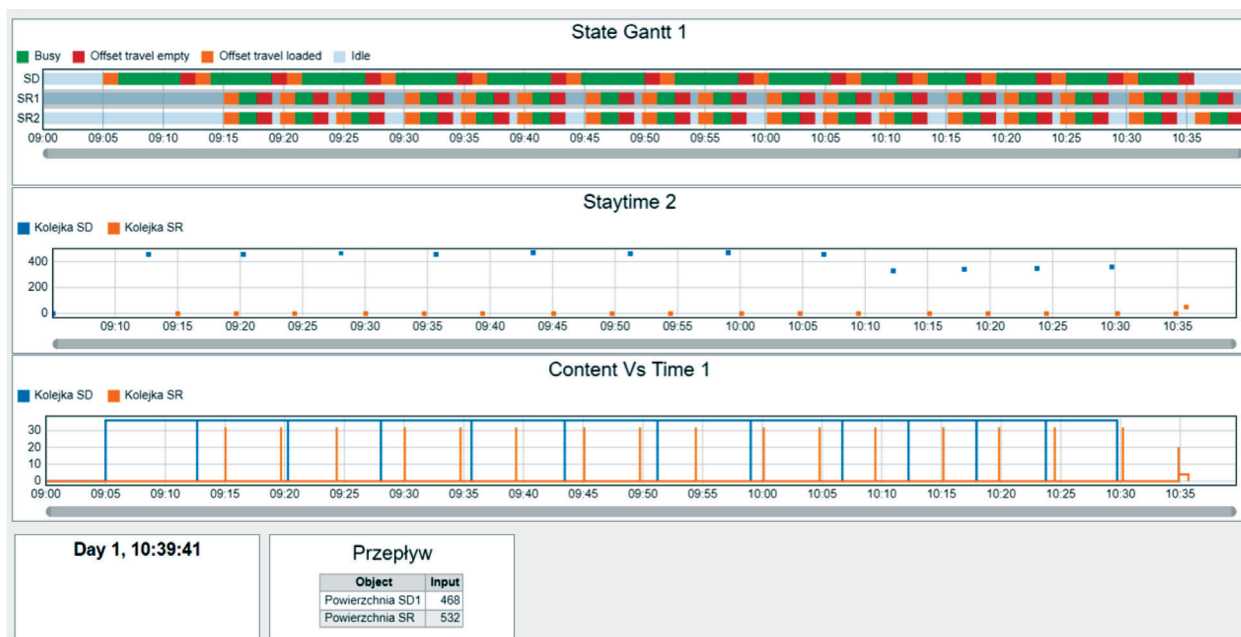
► Rys. 3. Synoptyka FlexSim – maksymalne wykorzystanie urządzeń

► Fig. 3. FlexSim synoptic view – maximum utilisation of equipment



► Rys. 4. Synoptyka FlexSim – wyniki na podstawie danych rzeczywistych

► Fig. 4. FlexSim synoptic view – results based on actual data



► Rys. 5. Synoptyka FlexSim – wyjazd 1000 osób na powierzchnię

► Fig. 5. FlexSim synoptic view – transport of 1,000 people to the surface

robiska dołowe. Na podstawie danych historycznych dotyczących liczby i wielkości poszczególnych grup turystycznych przeprowadzono badania symulacyjne.

3. Czas oczekiwania na wyjazd.
W założeniach symulacyjnych przyjęto, że czas oczekiwania na wyjazd na powierzchnię nie może przekraczać 5 minut.
4. Czas dojścia do szybów i pełnego kursu dźwigu lub urządzenia wyciągowego.

W symulacji uwzględniono czas dojścia do każdego z szybów oraz procedurę związaną z wsiadaniem i wysiadaniem z naczynia wyciągowego lub dźwigu osobowego. Dodatkowo na podstawie pomiarów uwzględniono czas przejazdu dla pojedynczego cyklu dla badanych urządzeń.

Na podstawie wskazanych danych w programie FlexSim stworzono oprogramowanie opisujące zjawiska zachodzące w trakcie wyjazdu turystów z kopalni (rys. 2) (FlexSim, 2025).

Do przeprowadzenia analiz symulacyjnych wykorzystano dane górniczego wyciągu szybowego szybu Daniłowicza i dźwigów towarowo-osobowych w szybie Regis.

1. Szyb Daniłowicza

Dla założonych parametrów ruchu górniczego wyciągu szybowego zmierzono zdolność przewozową ludzi z poziomu III na powierzchnię bez zatrzymywania się na poziomach I i II. Klatka wyciągu składa się z czterech pięter, które mieszczą po 9 osób na każdym piętrze, jednym kursem może jednocześnie wyjeżdżać maksymalnie 36 osób. Dane uzyskano poprzez pomiar i wyliczenie średnich czasów jazdy. Pomiarów dokonano przy pełnym obłożeniu pomostów roboczych urządzenia wyciągowego:

- prędkość jazdy klatki $[v_n] = 4 \text{ m/s}$,
- droga jazdy klatki $[h] = 135,48 \text{ m}$,
- średni czas wsiadania i wysiadania osób – 60 s,
- średni czas jazdy dla pełnego cyklu – 120 s,
- pojemność klatki – 36 osób.

2. Szyb Regis

Dla założonych parametrów ruchu dźwigu obliczono zdolność przewozową ludzi z poziomu III – 127,7 m na powierzchnię, bez zatrzymywania się na poziomach I i II. Przyjęte parametry dźwigu i jazdy:

- maksymalna prędkość jazdy kabiny $[v_n] = 4 \text{ m/s}$,
- wysokość podnoszenia $[h] = 127,7 \text{ m}$,
- średni czas wsiadania i wysiadania osób – 45 s,
- średni czas jazdy dla pełnego cyklu – 110 s,
- pojemność jednej kabiny – 16 osób (Rokita i in., 2023).

Dla systemu transportu przyjęto czas symulacji na poziomie 12 godzin pracy. Wyniki badań symulacyjnych przedstawiono na rysunkach 3–5.

Dzięki wykorzystaniu specjalistycznego oprogramowania możliwe jest przedstawienie wyników symulacji przy maksymalnym wykorzystaniu górniczego wyciągu szybowego oraz dźwigów osobowych (rys. 3), jak również badań dotyczących obciążenia wyciągu górniczego szybu Daniłowicza oraz dźwigów w szybie Regis na podstawie rzeczywistej liczby turystów odwiedzających kopalnię w ciągu dnia (rys. 4). Oprogramowanie pozwala również na przedstawienie badań symulacyjnych w przypadku wyjazdu określonej liczby osób (1000) z zespołu komór Wisła – Warszawa – Budryk (rys. 5).

Dla pierwszego przypadku, przy zakładanym czasie symulacji 12 godzin, uzyskano odpowiednio wyniki: górniczy wyciąg szybowy w szybie Daniłowicza – 4680 osób, dźwigi osobowe w szybie Regis – 4512 osób, co daje sumaryczną liczbę 9192 osób przy maksymalnym wykorzystaniu urządzeń. W symulacji komputerowej, w której wykorzystano rzeczywiste dane historyczne z dnia, gdy kopalnię odwiedziło 5394 osób, przedstawiono procentowe obciążenie urządzeń. Wynosiło ono odpowiednio: szyb Daniłowicza – 76,29%, dźwig I Regis – 54,66% oraz dźwig II Regis – 9,26%. Natomiast aby na powierzchnię bezpiecznie wyjechało 1000 osób, potrzebne jest ok. 1,5 godziny pracy urządzeń transportu pionowego. W tym czasie szybem Daniłowicza może wyjechać 468 osób, natomiast dźwigami w szybie Regis 532 osoby. Symulacja uwzględniała warunki brzegowe

i parametry pracy urządzeń, tj.: prędkość jazdy, wysokość podnoszenia, średni czas wsiadania i wysiadania, średni czas jazdy dla pełnego cyklu pracy oraz pojemność naczynia. Dodatkowo wzięto pod uwagę również średni czas dojścia z zespołu komór Wisła – Warszawa – Budryk do miejsca wsiadania odpowiednio podszybia szybu Daniłowicza na poz. III oraz podszybia szybu Regis na poz. III.

3. Podsumowanie

Wykorzystując teorię masowej kolejki, określono zdolność przewozową systemu przepływu osób w podziemnych wyrobiskach Trasy Turystycznej. Uwzględniając ograniczenia wynikające z charakteru obiektu, jakim jest kopalnia, wykonano model systemu kolejkowego, wykorzystując dedykowane oprogramowanie komputerowe. W modelu określono strumień zgłoszeń, mechanizm obsługi, reguły kolejkowania i pojemności kolejki. W zakresie badań symulacji uwzględniono następujące przypadki:

- maksymalne wykorzystanie urządzeń transportowych (górniczego wyciągu szybowego w szybie Daniłowicza oraz dwóch dźwigów w szybie Regis);
- określenie zdolności przewozowej systemu na podstawie rzeczywistej liczby turystów odwiedzających kopalnię w ciągu dnia;
- określenie czasu wyjazdu dla 1000 osób.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że aktualne możliwości transportowe górniczego wyciągu szybowego w szybie Daniłowicza wraz z dźwigami osobowymi w szybie Regis umożliwiają, przy optymalnym harmonogramie zejść do kopalni, bezpieczną zdolność przewozową na poziomie 9500 osób w czasie 12 godzin pracy.

Zastosowanie modeli symulacyjnych odgrywa kluczową rolę w optymalizacji ruchu turystycznego. Pomaga skrócić czas oczekiwania, zwiększyć efektywność obsługi i poprawić satysfakcję klientów. Dodatkowo umożliwia przeprowadzanie analizy i prognozowanie natężenia ruchu przy lepszym wykorzystaniu zasobów. Kopalnia Soli „Wieliczka” wychodzi naprzeciw oczekiwaniom turystów i ciągle podnosi jakość prowadzonych usług m.in. poprzez elektroniczną rezerwację godzinową biletów, co pomaga zarządzać dużą liczbą osób i podnosi komfort ich obsługi.

W celu zwiększenia liczby osób odwiedzających kopalnię należy podjąć kroki, które umożliwią zwiększenie zdolności transportowych osób z podziemnych wyrobisk na powierzchnię. Ograniczenie dla wydajności całego systemu przepływu turystów stanowi transport pionowy związany z liczbą osób, które mogą zwiedzać Trasę Turystyczną. W przypadku kopalni system transportu pionowego oparty jest na górniczym wyciągu szybowym w szybie Daniłowicza i dźwigach osobowych w szybie Regis. W związku z tym, iż rozwiązania zastosowane w szybie Regis należą do nowoczesnych, o dużej wydajności, komforcie i bezpieczeństwie użytkowania, nie prowadzono dalszej analizy w zakresie optymalizacji rozwiązań zabudowanych dźwigów osobowo-towarowych.

Use of software supporting real-time process analysis to manage the vertical transport system at the “Wieliczka” Salt Mine S.A.

Abstract: The article concerns the analysis and optimization of the vertical transport system in the “Wieliczka” Salt Mine, which serves tourist, spa, and sanatorium functions. The key challenge is the efficient management of high tourist traffic, especially during peak seasons, in order to ensure the safety and comfort of visitors. The authors indicate that vertical transport carried out via the Danilowicz Shaft and the Regis Shaft constitutes a bottleneck in the entire tourist service system. Throughput is affected by many factors, including seasonality, the number of groups, weather conditions, and traffic organization. Additionally, it is necessary to consider constraints related to heritage protection, safety, and limits on the number of people underground.

To analyze the problem, modeling and computer simulations (FlexSim, 2025) based on queueing theory were applied. The study took into account, among others, the transport capacity of the equipment, waiting times, technical parameters of the shafts, and real data on tourist traffic. Various scenarios were examined, such as maximum utilization of equipment, actual load, and evacuation time for a specified number of people.

The results show that with optimal use, the vertical transport system can handle approximately 9,500 people over a 12-hour period. At the same time, vertical transport remains the main limitation on system throughput. Simulations confirm that proper planning and data utilization can reduce waiting times and improve service efficiency.

The conclusions point to the need for further optimization, particularly in the Danilowicz Shaft. Due to technical and conservation constraints, modernization of hoisting system components is proposed, which could increase system efficiency without interfering with the historic structure of the mine.

Literatura

1. Chmiel, W., Kadłuczka, P., Kwiecień, J. (2023). Modelowanie, optymalizacja i wsparcie zarządzania procesami decyzyjnymi, *Nauka – technika – technologia*. Kraków: Wyd. AGH, s. 5–15.
2. Dokumentacja prowadzenia ruchu turystycznego na Trasie Turystycznej w wyrobiskach podziemnych Kopalni Soli „Wieliczka”, (2023). Kopalnia Soli „Wieliczka” S.A.
3. FlexSim problem solved, <https://flexsim.pl/flexsim/> (data dostępu: 24.04.2025).
4. Gniedenko, B., Kowalenko, N. (1971). *Wstęp do teorii masowej obsługi*. Warszawa: PWN.
5. Koźniewska, I., Włodarczyk, M. (1978). *Modele odnowy, niezawodności i masowej obsługi*. Warszawa: PWN.
6. Materiały wewnętrzne: Plan ratownictwa – Kopalni Soli „Wieliczka” (2026). Kopalnia Soli „Wieliczka” S.A.
7. Rokita, T., Trójca, P., Pasek, R., Rozwadowski, R. (2023). System przetwarzania oraz magazynowania energii na przykładzie urządzeń transportu specjalnego w szybie Regis w Kopalni Soli „Wieliczka” S.A. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*. Katowice: Wydawnictwo WUG.