

# RESYS

Bezprzewodowa łączność ratownicza  
z możliwością stosowania jako łączność na ścianie  
w wyrobiskach zagrożonych wybuchem metanu  
i/lub pyłu węglowego

**2rhp**  
PROFIL-MET GROUP



GÓRNICZY SUKCES  
ROKU 2016

Projekt zrealizowany w ramach strategicznego projektu  
badawczego pt.: Poprawa bezpieczeństwa pracy w kopalniach.

Projekt sfinansowany z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju

## Informacje ogólne

2RHP sp. z o.o. została powołana do komercjalizacji systemu bezprzewodowej komunikacji RESYS.

RESYS jest rozwiązaniem autorskim zrealizowanym w ścisłej współpracy z jednostkami naukowymi: Akademią Górniczo-Hutniczą (liderem konsorcjum) oraz Głównym Instytutem Górnictwa i Instytutem Łączności w Warszawie.

Strona funkcjonalna projektu zrealizowana była pod nadzorem Centralnej Stacji Ratownictwa Górniczego – również członka konsorcjum. Jakość techniczną projektu zapewнили wykonawcy angażując wysoko specjalizowaną kadrę inżynierów z kompetencjami w elektronice, transmisji radiowej, informatyce oraz mechanice.



## Opis systemu

Bezprzewodowy system łączności ratowniczej jest pierwszym autonomicznym, mobilnym systemem z komunikacją „full duplex”, działającym na częstotliwości najbardziej wskazanej dla górnictwa głębinowego. Nasze własne badania w zakresie rozchodzenia się fal w chodnikach kopalni węgla kamiennego doprowadziły nas do wyboru dla dalszych prac częstotliwości pomiędzy 800–900 MHz

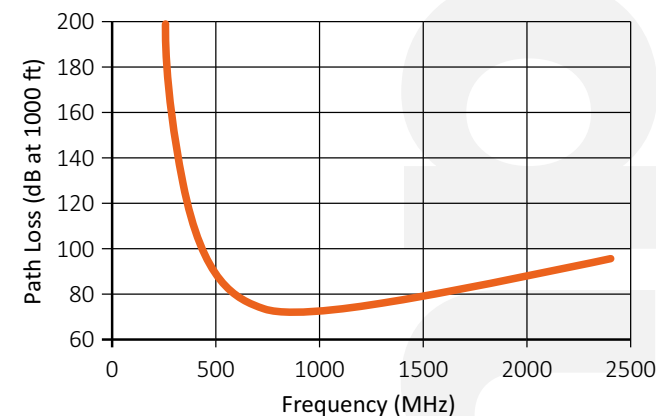
Doświadczenia z naszych testów znalazły potwierdzenie w uznanych publikacjach branżowych.

W latach 70-tych ubiegłego wieku US Bureau of Mines sponsorowało badania dotyczące propagacji fal radiowych.

Jeden z programów badawczych dotyczył propagacji pasma UHF (300–3000 MHz) w chodnikach kopalni o szerokości 14 stóp (4,3 m) i wysokości 7 stóp (2,1 m).

Na wykresie przedstawiono zależność między częstotliwością fal radiowych w zakresie od 300 do 2400 MHz a tłumieniem na dystansie 1000 stóp (ok. 300 m).

Najniższym tłumieniem charakteryzowały się fale o częstotliwości 800–1000MHz.



Charakterystyka rozchodzenia się fal radiowych w chodnikach kopalni węglowej.

## Podstawowe informacje o RESYS

- Ciągła, dwukierunkowa (full duplex) transmisja głosu pomiędzy członkami zastępu ratunkowego lub brygady (bez udziału urządzenia pośredniczącego, o ile pozostają w bezpośrednim zasięgu radiowym, lub poprzez sieć mobilnych repeaterów, o ile nie znajdują się w bezpośrednim zasięgu radiowym)
- Stała łączność pomiędzy członkami zastępu ratunkowego/brygady (lub tylko zastępowym/przodowym) a bazą/dyspozytorem, oddaloną od zastępu/brygady poprzez sieć mobilnych repeaterów tworzonej ad hoc
- Możliwość łączenia repeaterów przewodem światłowodowym za pomocą mediakonwertera
- Możliwość połączeń dwukierunkowych pomiędzy zastępami/brygadami
- Praca w warunkach hałasu z możliwością odsłuchu otoczenia
- Zasilanie akumulatorowe przez okres ok 12h, z możliwością wymiany akumulatorów w strefie zagrożenia wybuchem
- Przesyłanie i odtwarzanie głosowych SMS
- Lokalizacja użytkownika w oparciu o sygnały radiowe najbliższych repeaterów oraz wskazywanie drogi powrotu (sygnalizacja światła i dźwięk)
- Transmisja informacji: o funkcjach życiowych, danych z urządzeń (np. stany akumulatorów) oraz alarmowych (przekroczenie dopuszczalnego tężnia, bezruch – utrata przytomności)
- Przesyłanie, odtwarzanie i rejestrowanie danych z sieci w bazie/dyspozytorni (stan sieci, lokalizacja, alarmy)
- Dane użytkowników, schematy chodników aktualizowane w bazie, możliwość tworzenia schematów w przypadku ich braku, oznaczanie miejsca pozostawienia repeatera na schematach
- Rejestrowanie głosu podczas akcji ratowniczej (na poziomie ratownika, w bazie, sztabie)
- Przesyłanie on line danych z bazy do sztabu (światłowód)

## Elementy składowe systemu

- Komunikator
- Repeater
- Baza
- Mediakonwerter
- Aplikacja PC



## Komunikator osobisty

- Obudowa – ochronnik słuchu o wysokiej tłumienności, nowoczesny design, ergonomia, komfort użytkowania, waga 650 g wraz z akumulatorem, czas działania w trybie pracy ciągłej 12 h
- Aktywowanie jednym przyciskiem, automatyczne logowanie do sieci
- Komunikacja full duplex (dwukierunkowa jednocześnie)
- Wersja z mikrofonem na pałąku lub do pracy w maskach z bezprzewodowym
- Wysoka jakość dźwięku
- Odszumianie hałasów z zewnątrz, a w przypadku maski również generowanych w masce (oddech)
- Możliwość odsłuchu otoczenia – mikrofony odsłuchowe
- Akumulator wymienny w strefie zagrożenia wybuchem kat. MI
- Regulacja głośności i wzmocnienia mikrofonów



## Repeater



- Wysoka mobilność – lekka i funkcjonalna obudowa, waga 440 g z baterią, czas działania 15–20 h w trybie ciągłym
- Łatwość tworzenia sieci ad hoc - prosta obsługa wspomagana komendami głosowymi, odtwarzanymi w komunikatorach
- Transmisja dwukierunkowa i dwutorowa (radio i światłowód)
- Niewielkie opóźnienia generowane na repeaterach dla sieci radiowej
- Lokalizacja ratowników względem repeaterów
- Wymienny akumulator w strefie zagrożenia wybuchem kat. MI
- Średnia odległość uzyskana w testach w warunkach rzeczywistych to 140 m



## Baza

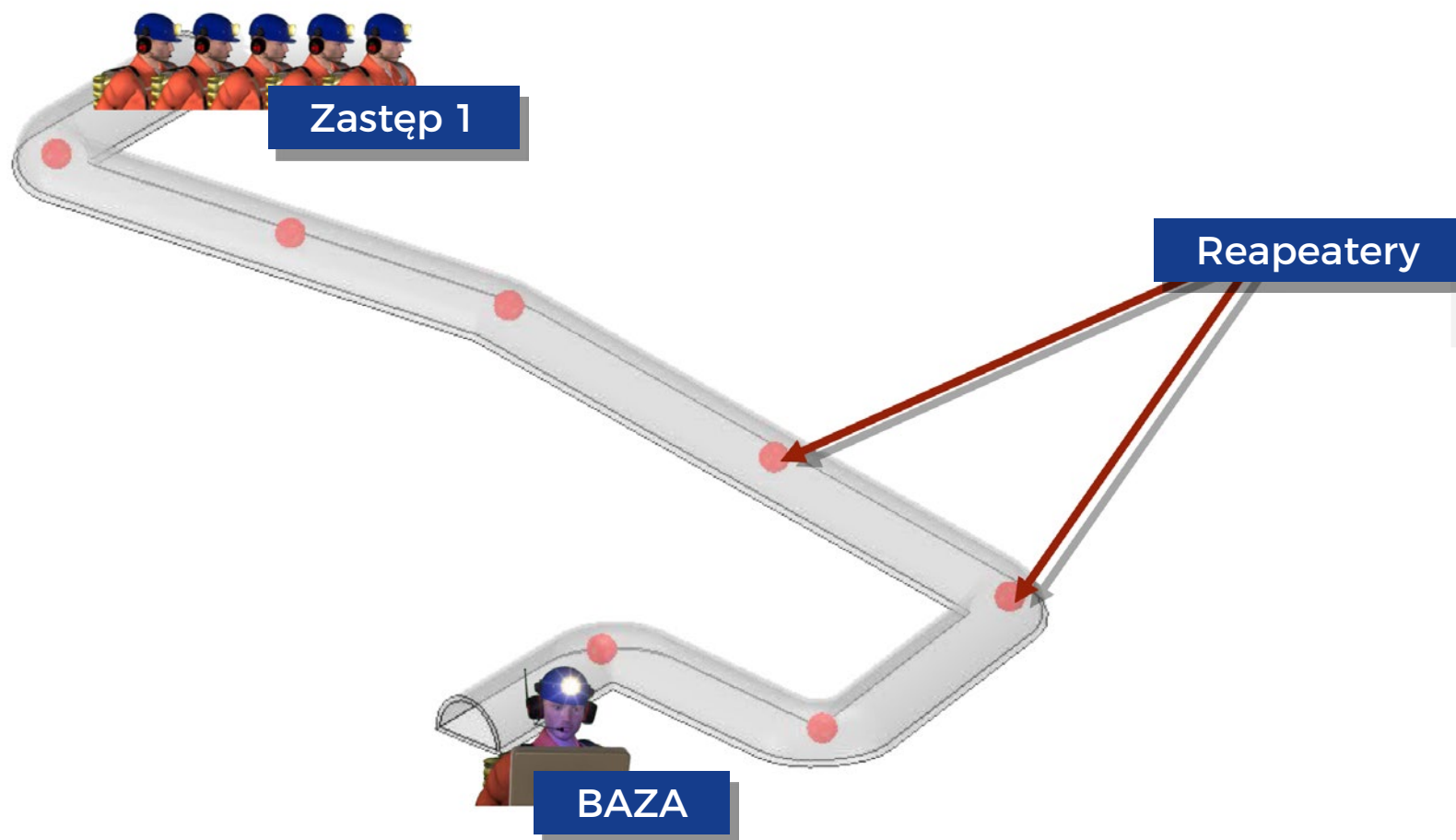
- Komunikacja full duplex z pięcioma zastępami oraz kierownikiem akcji i sztabem na powierzchni
- Aplikacje śledzące on line parametry urządzeń wykorzystywanych w akcji: komunikatorów, repeaterów, urządzeń zewnętrznych (śledzących funkcje życiowe)
- Pozwalające na rysowanie schematów chodników oraz nanoszenie infrastruktury systemu np. położenie repeaterów
- Możliwość użycia wcześniej przygotowanych schematów chodników
- Wysyłanie głosowych SMS'ów odtwarzanych jednocześnie we wszystkich komunikatorach (np. Komenda „Wycofać się”)
- Nagrywanie audio oraz danych o przebiegu akcji (parametry sieci, urządzeń, alarmy, wysyłane SMS'y)
- Komunikacja z powierzchnią poprzez światłowodową sieć kopalni





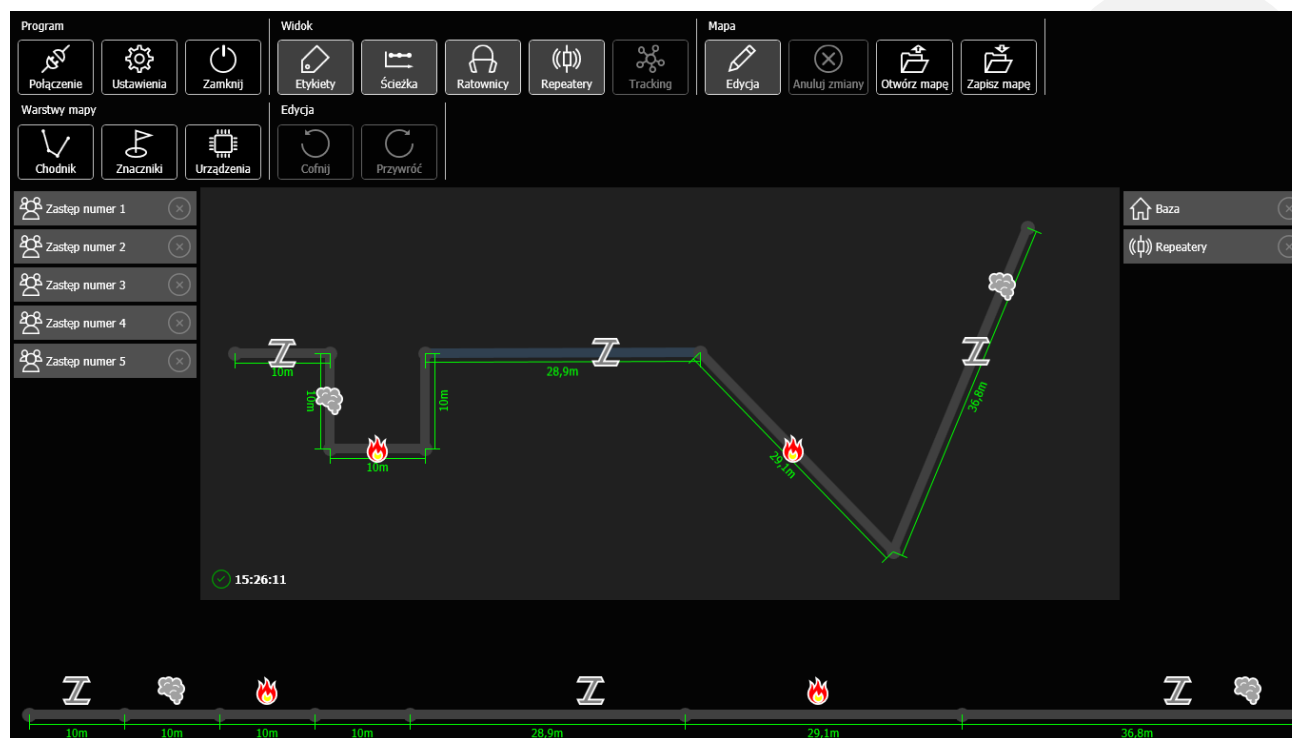
## Schemat rozkładu „Repeaterów”

Przykładowy rysunek schematu chodnika z naniesionymi repeaterami.

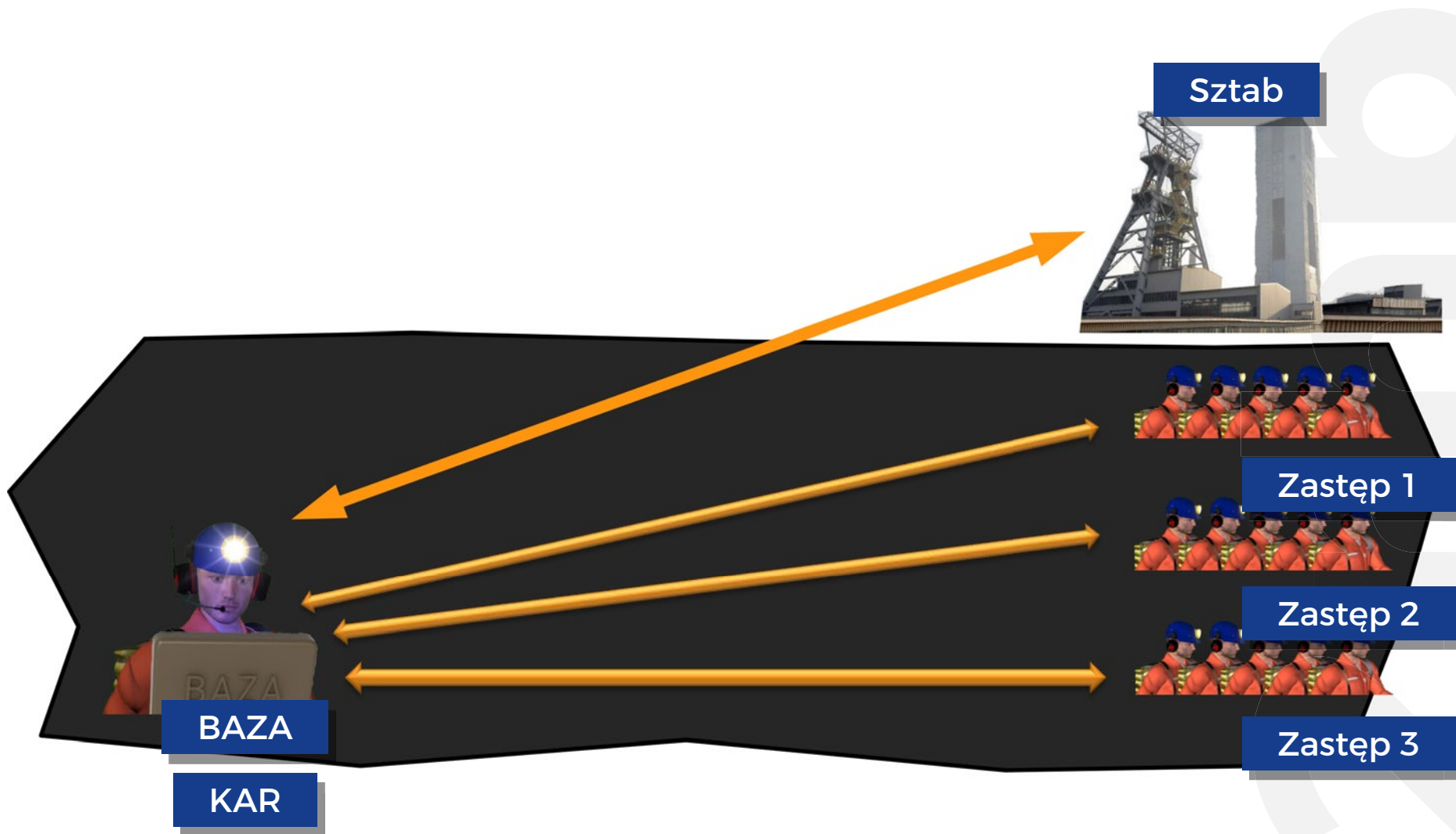


## Aplikacja dla RESYS

- Graficzna prezentacja danych: lokalizacji użytkowników w chodniku, ich funkcji życiowych, stan naładowania akumulatorów w urządzeniach sieci, odczyt z innych urządzeń
- W zależności od infrastruktury możliwość śledzenia akcji pod ziemią on line lub przesyłania transmisji audio z bazy do sztabu na powierzchni
- Rejestracja przebiegu akcji
- W zastosowaniu innym niż ratownictwo, np. dla pracy na ścianie wykonana indywidualnie wg potrzeb klienta



# Model łączności ratowniczej



## Model łączności w zastępie

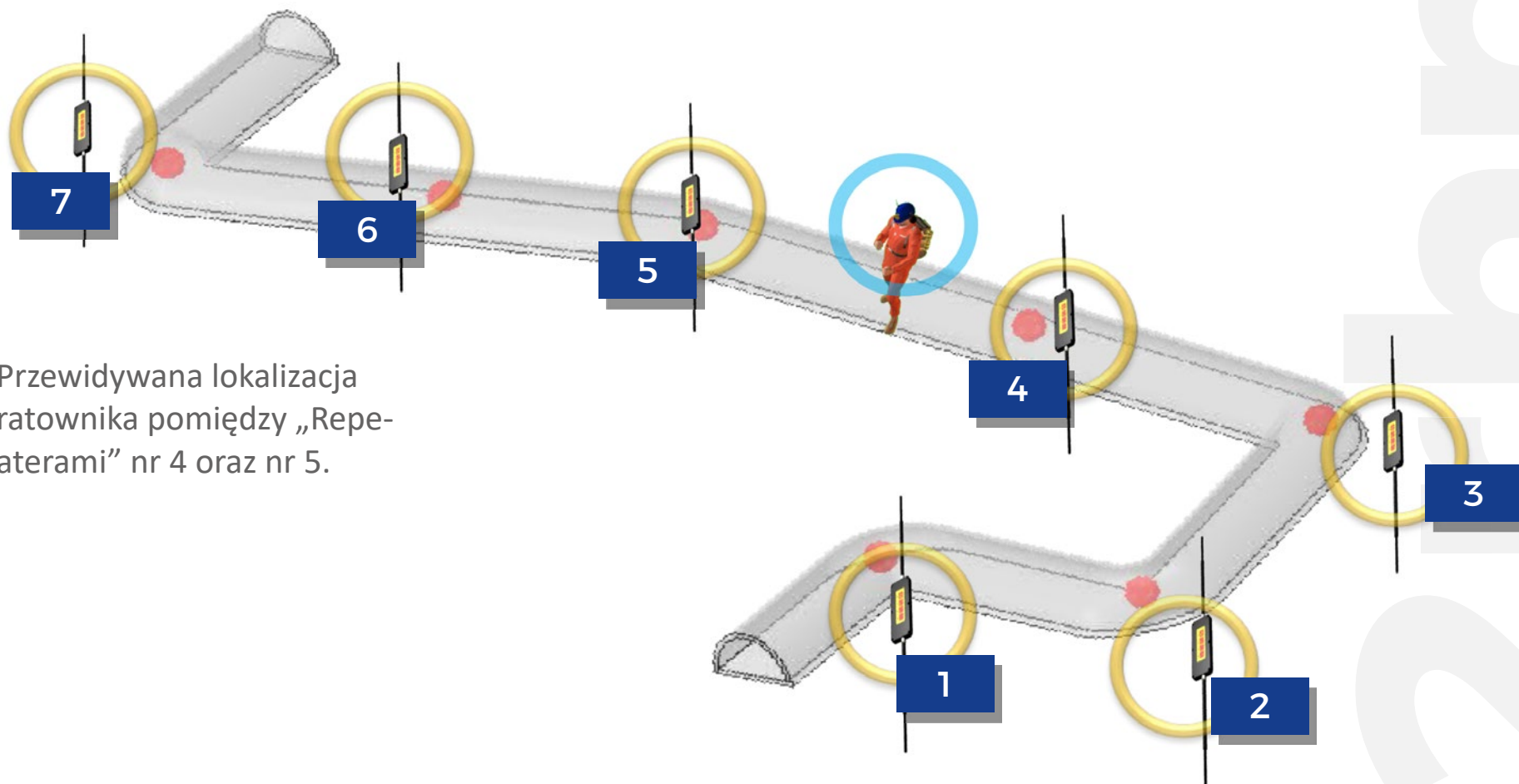


## Elementy bezpieczeństwa systemu

- Stała komunikacja full duplex (nie ma problemu nadawania i odbierania strumienia audio)
- Obudowa w formie ochronnika słuchu – izolowanie od hałasów np. wentylatorów, maszyn, a jednocześnie możliwość odsłuchu otoczenia za pomocą mikrofonów odsłuchowych
- Wysoka jakość dźwięku i systemy odszumiania – zrozumiałość mowy, łatwiejsza koordynacja akcji
- Lokalizacja
- Informacje o funkcjach życiowych (czujnik bezruchu, pulsometr)
- Wyznaczanie drogi wycofywania się
- SMS'y głosowe – natychmiastowe odtworzenie komunikatu głosowego we wszystkich komunikatorach



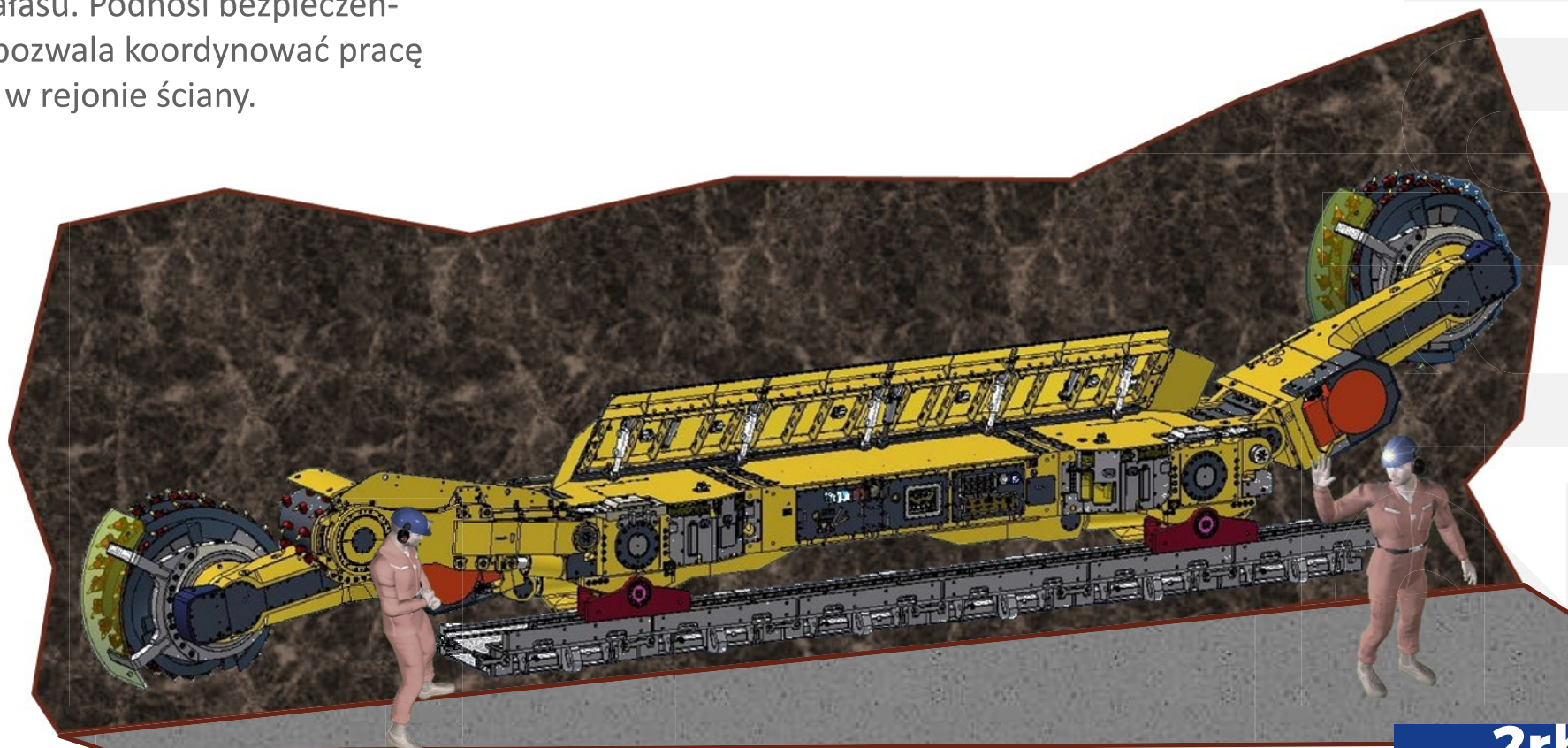
## Przykład lokalizacji w chodniku



Przewidywana lokalizacja ratownika pomiędzy „Repeaterami” nr 4 oraz nr 5.

## Wykorzystanie systemu do pracy na ścianie – koordynacja pracy w warunkach hałasu w strefie MI

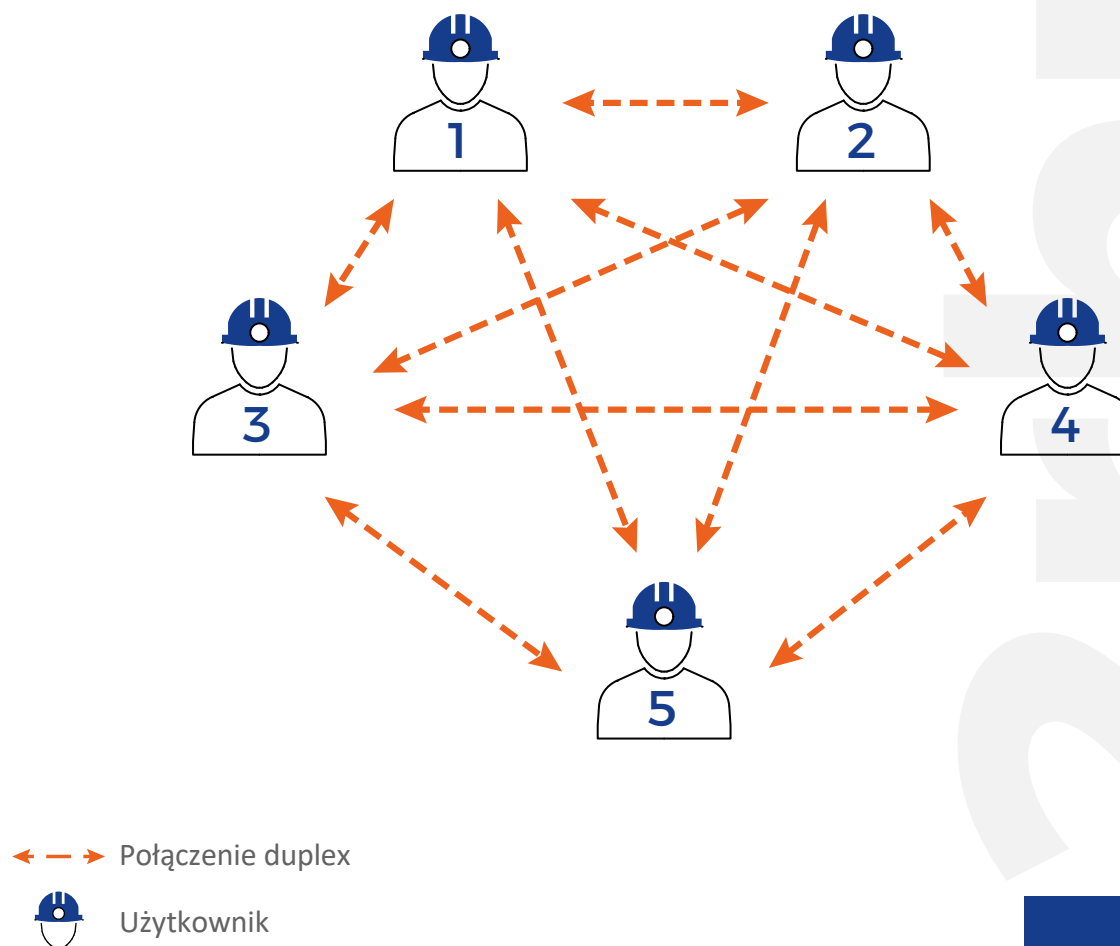
System zapewnia doskonałą łączność pomiędzy górnikami w warunkach hałasu. Podnosi bezpieczeństwo i pozwala koordynować pracę brygad w rejonie ściany.



# Modele komunikacji przy eksploatacji kopalni

System daje bardzo szerokie możliwości kształtowania modeli komunikacji pomiędzy użytkownikami. Komunikacja może odbywać się bezpośrednio pomiędzy użytkownikami lub za pośrednictwem sieci szkieletowej. Komunikacja bezpośrednia jest możliwa dla wszystkich użytkowników, będących we wzajemnym zasięgu radiowym (każdy z każdym), co dla przykładowo 5 użytkowników (może być więcej) prezentuje rysunek nr 1.

Rys. 1. Możliwości połączeń głosowych w grupie użytkowników

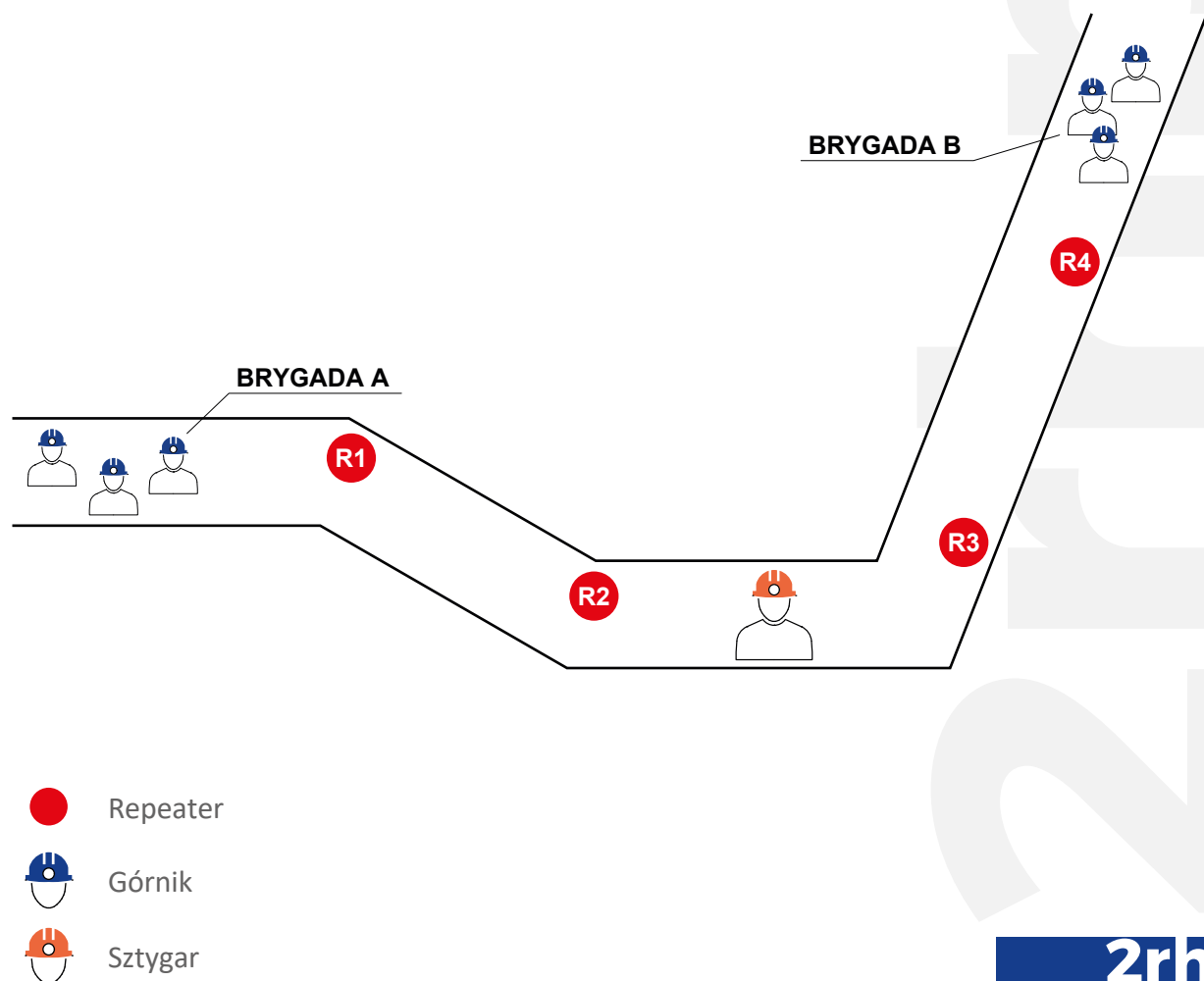




## Modele komunikacji przy eksploatacji kopalni

Jeżeli użytkownicy nie są w bezpośrednim zasięgu, to komunikacja odbywa się poprzez sieć szkieletową. Na rysunku nr 2 prezentowana jest sytuacja, gdy Brygada A znajduje się względem Brygady B w odległości większej niż bezpośredni zasięg radiowy. Pomiedzy brygadami znajduje się Sztygar, również nie będący w bezpośrednim zasięgu brygady A i B. Dzięki sieci nadal skontaktować może się każdy członek brygady A zarówno z członkami swojej brygady jak i z każdym z członków brygady B i odwrotnie. Połączony się również ze Sztygarem, a ten z każdym członkiem Brygady A i B.

Rys. 2. Widok chodnika z góry

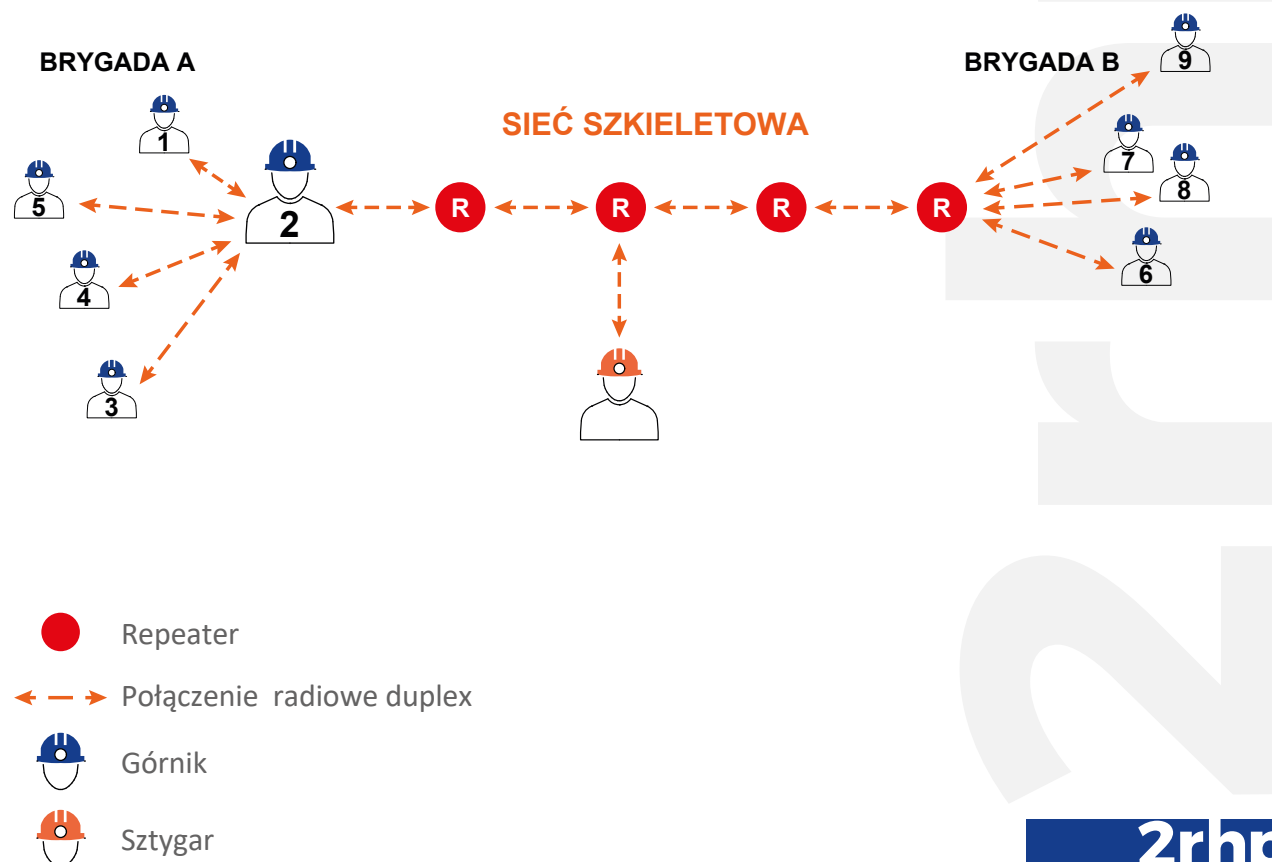


## Modele komunikacji przy eksploatacji kopalni

Rysunek nr 3 pokazuje jakie możliwości połączenia ma jeden z członków Brygady A. Zaznaczyć trzeba, że takie same możliwości ma każdy członek brygady zarówno A jak i B oraz Sztygar. Takich użytkowników wzdłuż sieci szkieletowej może być więcej i z każdym z nich każdy może się połączyć.

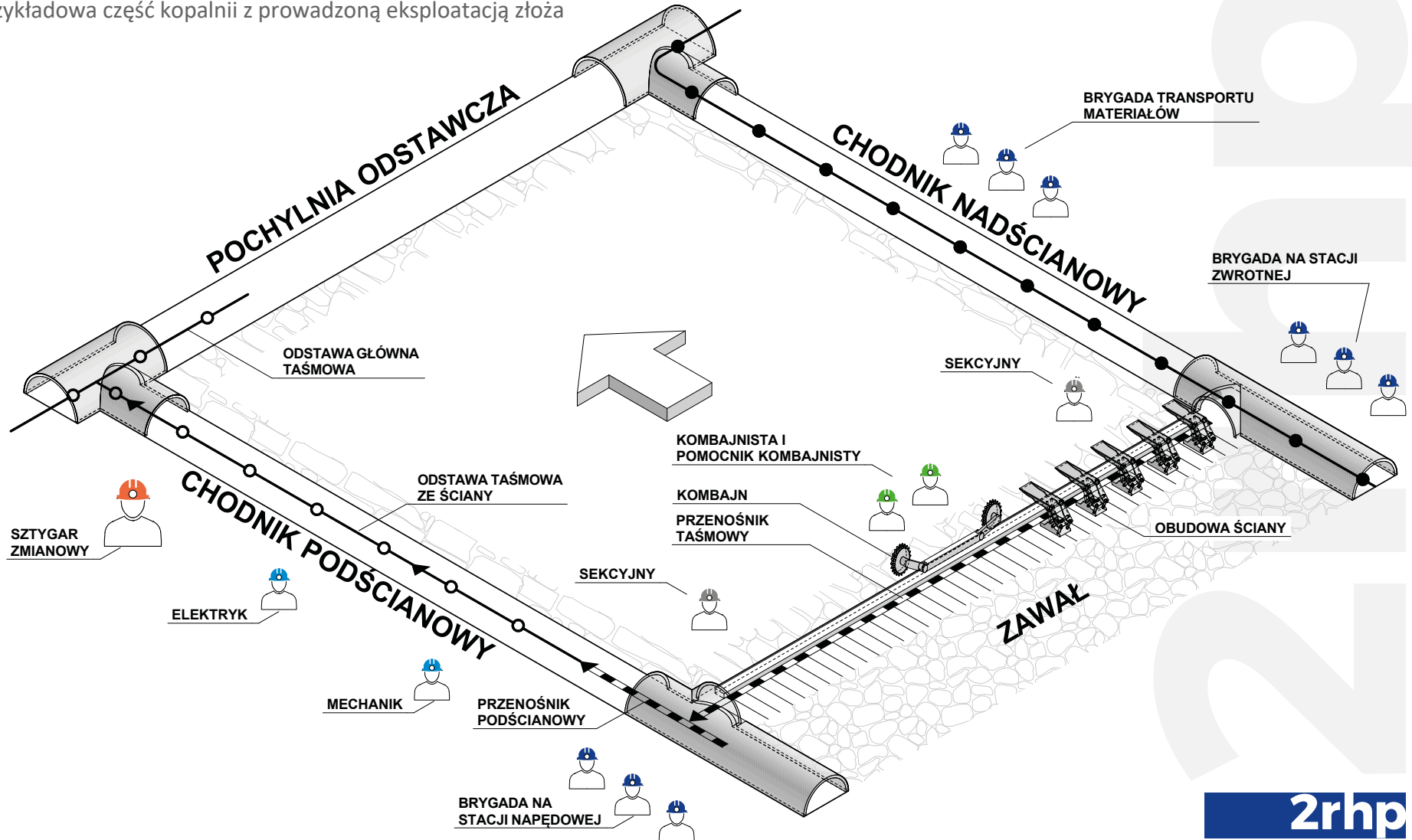
Komunikacja pomiędzy użytkownikami może być skonfigurowana pod wymagania klienta, czyli np. ograniczać możliwości połączeń dla użytkowników ze względu na znaczenie przekazywanych informacji (informacyjne, czy alarmowe) czy też inne kryterium.

Rys. 3. Możliwości połączeń głosowych dla górnika nr 2 z Brygady A poprzez sieć szkieletową



# Modele komunikacji przy eksploatacji kopalni

Rys. 4. Przykładowa część kopalni z prowadzoną eksploatacją złoża



## Modele komunikacji przy eksploatacji kopalni

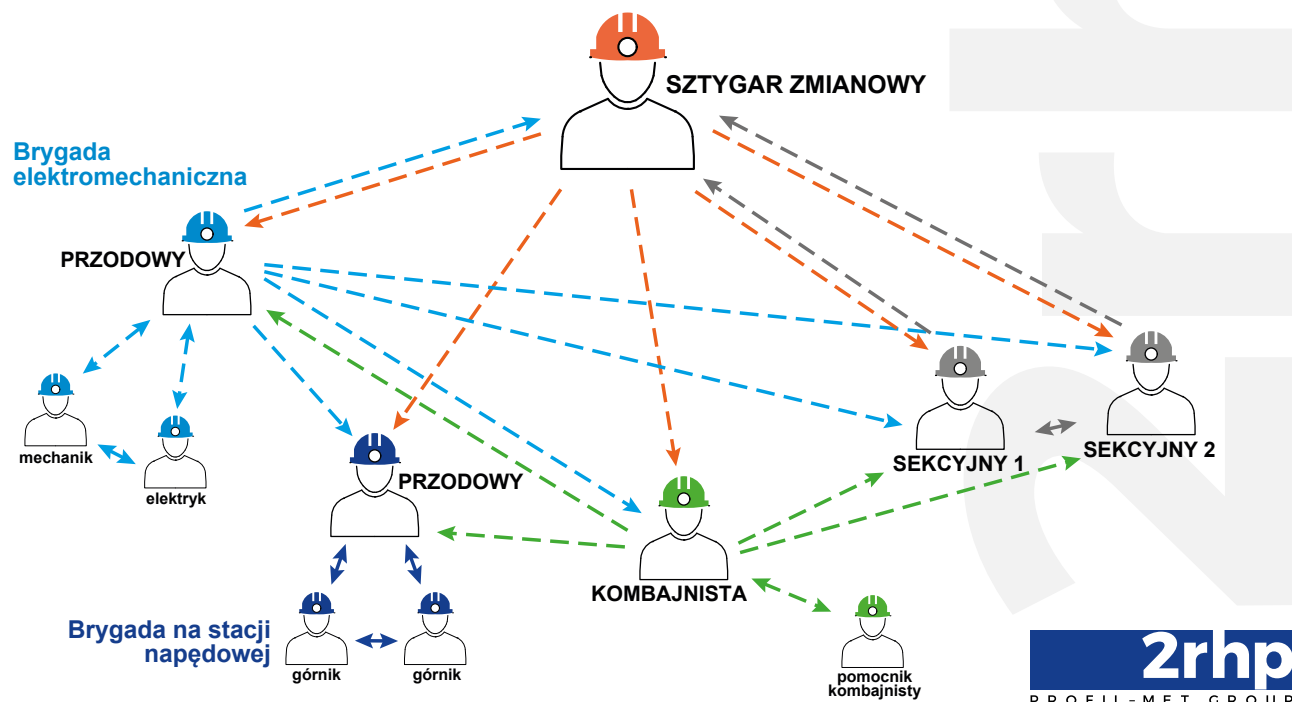
Na rysunku nr 4 przedstawiono przykładowo część kopalni węgla kamiennego, gdzie odbywa się eksploatacja. W chodnikach pracują górnicy, w większości zorganizowani w brygady. Model łączności może wyglądać jak na schemacie nr 5.

Jak wynika ze schematu nr 5 Sztygar Zmianowy ma możliwość połączenia się z przodowymi poszczególnych brygad, kombajnista i sekcyjnymi. Przodowy Brygady Elektro-mechanicznej może łączyć się ze Sztygarem Zmianowym, przodowymi innych brygad, kombajnista i sekcyjnymi. Pracownicy jego brygady są skomunikowani pomiędzy sobą i z przodowym. Kombajnista może połączyć się ze Sztygarem, przodowymi, sekcyjnymi. Pomocnik kombajnisty łączy się tylko z kombajnistą i sekcyjnymi.

System oferuje również możliwość na wypadek zaistnienia poważnego zagrożenia: każdy z użytkowników może przekazać informację do pozostałych użytkowników bez względu na ograniczenia w połączeniach.

To co jest ważne dla koordynacji pracy to ciągła duplex'owa łączność w grupach (brygadach) na zasadzie telekonferencji, która na potrzeby organizacji może być rozbudowywana o kolejnych użytkowników lub ograniczana.

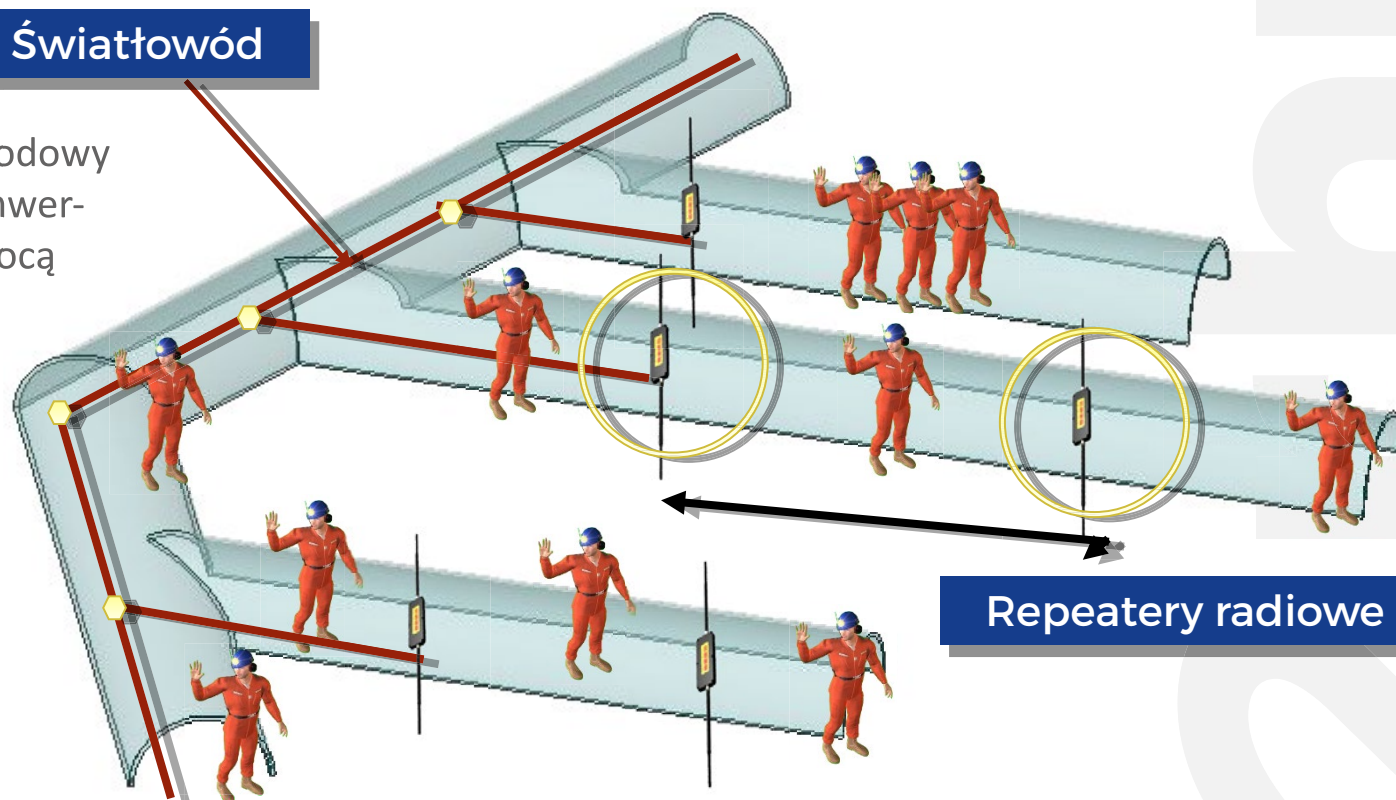
Rys. 5. Możliwości połączeń w sieci dla Sztygara Zmianowego, Przodowego Brygady Elektro-mechanicznej i Kombajnisty



# Schemat przykładowej infrastruktury w chodnikach z wykorzystaniem dwóch dróg transmisji: radio i światłowód

Światłowód

System opcjonalnie przewodowy – wyposażony w mediakonwertery przesyła dane za pomocą światłowodu.



Repeaterzy radiowe

## Zgłoszenia patentowe

### EP16461537.9

„A radio communication repeater, a radio communication system and method”,  
zgłoszone 14 lipca 2016 r.

### EP13461534.3

„A method for receiving a signal comprising frames, a signal receiver and a signal comprising frames”, zgłoszone 26 czerwca 2013 r.



## Rozwój RESYS – Smart Mining

Firma 2RHP sp. z o.o. zaplanowała dalszy rozwój produktu w kierunku stworzenia bezprzewodowej szerokopasmowej iskrobezpiecznej sieci kopalnianej jako platformy komunikacyjnej do budowy inteligentnej kopalni podziemnej (Smart Mining), dającej możliwość przesyłania strumienia danych, audio i video w czasie rzeczywistym.

Kolejne urządzenia to m.in.:

- komunikator w obudowie typu radiotelefon z klawiaturą, aparatem fotograficznym i zestawem słuchawkowym,
- modem połączeniowy – urządzenie umożliwiające podłączenie radiowe innych urządzeń/maszyn, sensorów do sieci,
- konwerter sygnałów – urządzenie zmieniające inny typ sygnału (np. RS485) na sygnał radiowy,
- radiolatarnia – urządzenie do pozycjonowania ludzi, maszyn/urządzeń pod ziemią, w chodniku kopalni.



# Dziękujemy za uwagę



GÓRNICZY SUKCES  
ROKU 2016

**2rhp**  
PROFIL-MET GROUP