

# **RESYS** - nowatorski system bezprzewodowej łączności ratowniczej wraz z lokalizacją ratowników pod ziemią - studium wykonalności

1

Joanna Płachetka<sup>1</sup>, Łukasz Ochman<sup>1</sup>, Artur Dylong<sup>2</sup>, Dariusz Musioł<sup>2</sup>,  
Jacek Dopierała<sup>3</sup>, Tadeusz Kubiczek<sup>3</sup>, Janusz Grodoń<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>2RHP Sp. z o.o., <sup>2</sup>Politechnika Śląska, <sup>3</sup>JSW S.A.

**RESYS** - innowacyjny w skali światowej system ratowniczej łączności bezprzewodowej (full duplex) oraz opcjonalnie przewodowej, przeznaczony do pracy w podziemnych zakładach górniczych, w tym w zakładach zagrożonych wybuchem metanu i/lub pyłu węglowego

2

## Podstawowe urządzenia systemu:

- Komunikatory Osobiste PC1.0, - radiotelefon, osobiste wyposażenie ratownika,
- Repeatery REP1.0 - elementy tworzące bezprzewodową sieć szkieletową,
- Baza M1- (opcjonalnie z komputerem klasy PC, tabletem) - zarządzanie komunikacją z zastępami, wyposażenie Kierownika Akcji Na Dole,
- Mediakonwertery MC1.0 – przetwarzanie sygnałów elektrycznych na optyczne, elementy sieci,
- Aplikacja PC - wizualizacja akcji na dole, monitorowanie danych, w tym lokalizacja, komunikacja głosowa z Bazą, odsłuch zastępów.





Komunikator Osobisty PC1.0

## Komunikator Osobisty PC1.0

- Obudowa w formie ochronnika słuchu o wysokiej tłumienności, waga 650 g wraz z akumulatorem, czas działania w trybie pracy ciągłej 12 h,
- Aktywowanie jednym przyciskiem, automatyczne logowanie do sieci,
- Komunikacja full duplex,
- Mikrofon na pałku do pracy również w przypadku stosowania masek,
- Odszumianie hałasów z zewnątrz, a w przypadku maski również generowanych w masce,
- Możliwość odsłuchu otoczenia – mikrofony odsłuchowe,
- Akumulator wymienny w strefie zagrożenia wybuchem kat. MI,
- Regulacja głośności i wzmocnienia mikrofonów.

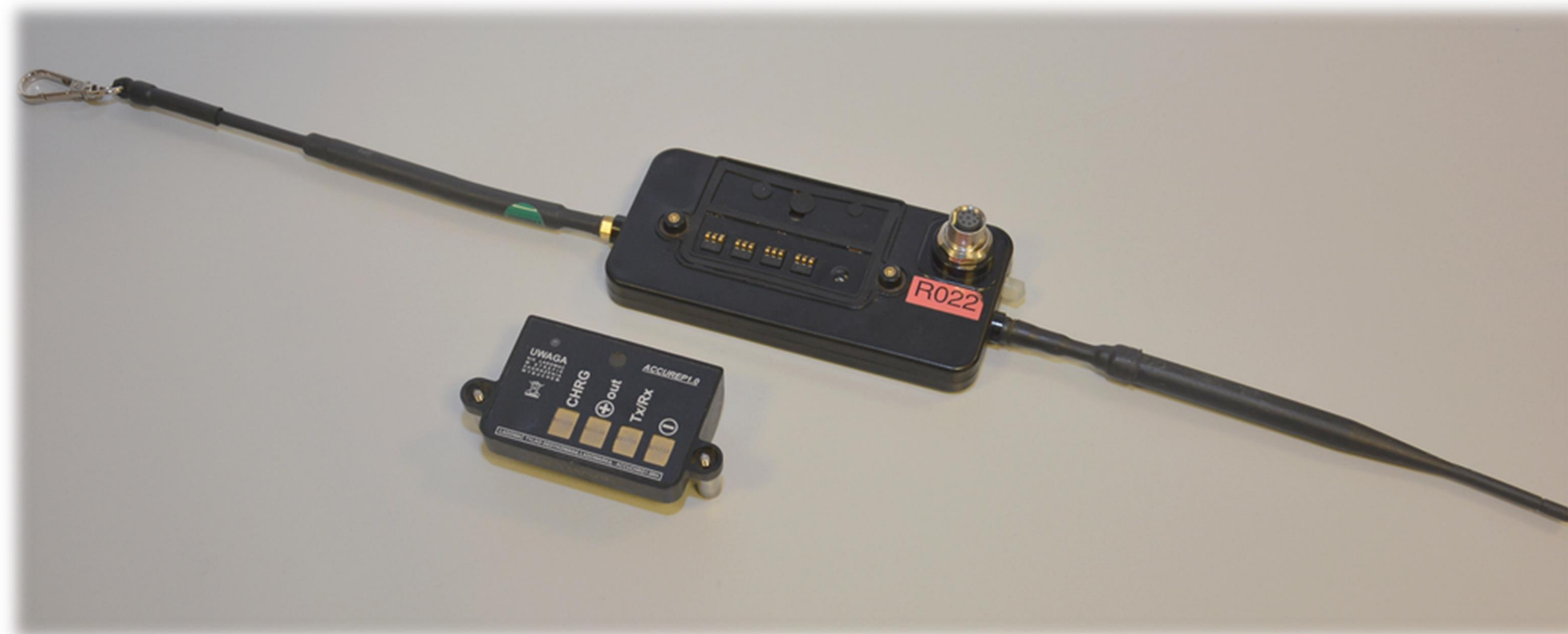
## Repeater REP1.0

- 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),
- Lokalizacja ratowników względem repeaterów,
- Wymienny akumulator w strefie zagrożenia wybuchem kat. MI,
- Średnia odległość uzyskana w testach w warunkach rzeczywistych to 140 m,
- Akumulator wymienny w strefie zagrożenia wybuchem kat. MI,
- Regulacja głośności i wzmocnienia mikrofonów.



Repeater REP1.0 wraz z Mediakonwerterem MC1.0





Repeater REP1.0 z odkręconym wymiennym akumulatorem  
(strefa zagrożenia wybuchem kat. M1)

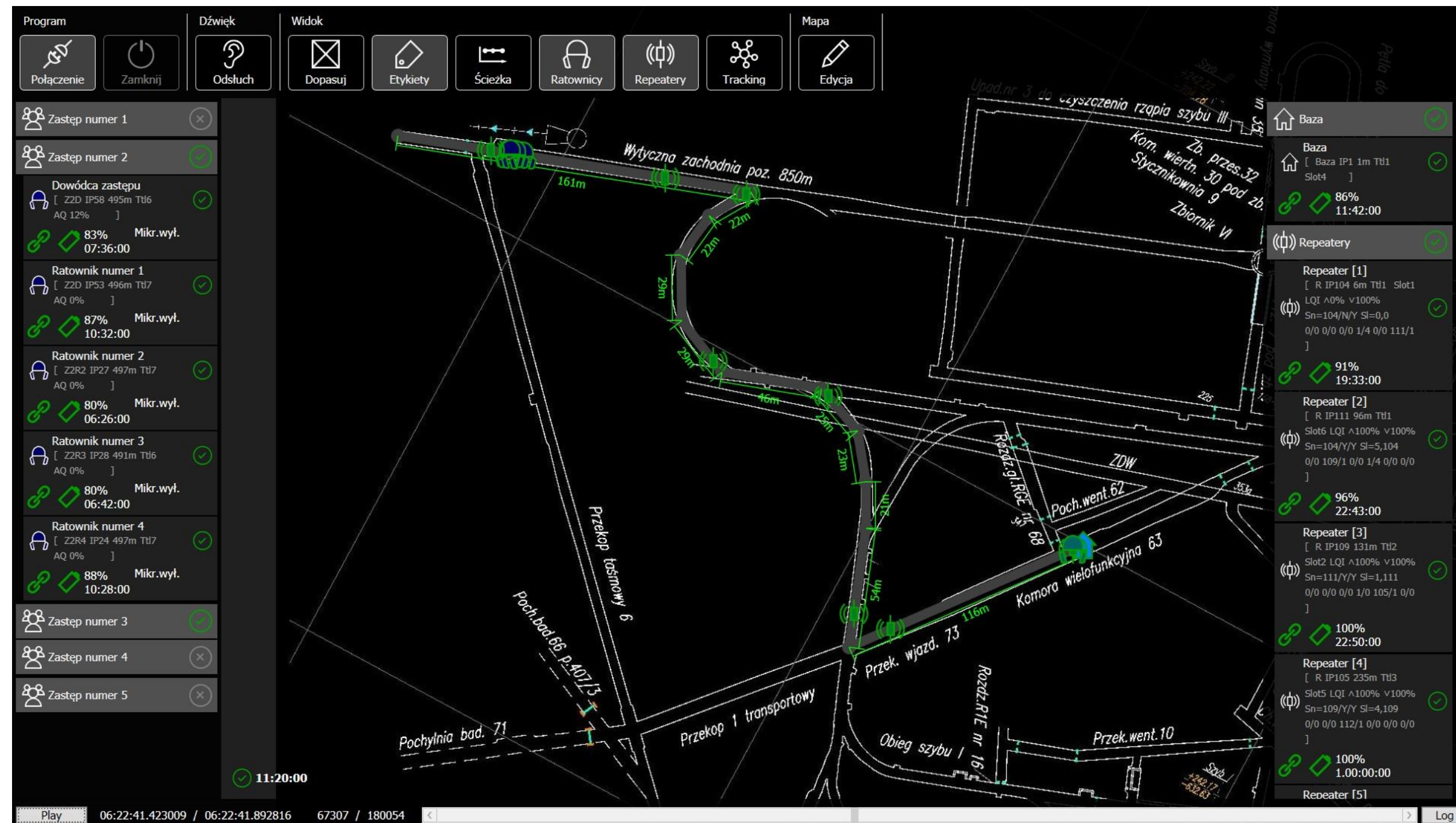
## Baza M1

- Komunikacja full duplex z pięcioma zastępami oraz kierownikiem akcji i sztabem na powierzchni,
- Nagrywanie audio oraz danych o przebiegu akcji,
- Śledzenie on-line parametrów urządzeń wykorzystywanych w czasie akcji,
- Komunikacja z powierzchnią poprzez światłowodową sieć kopalni.



Baza M1



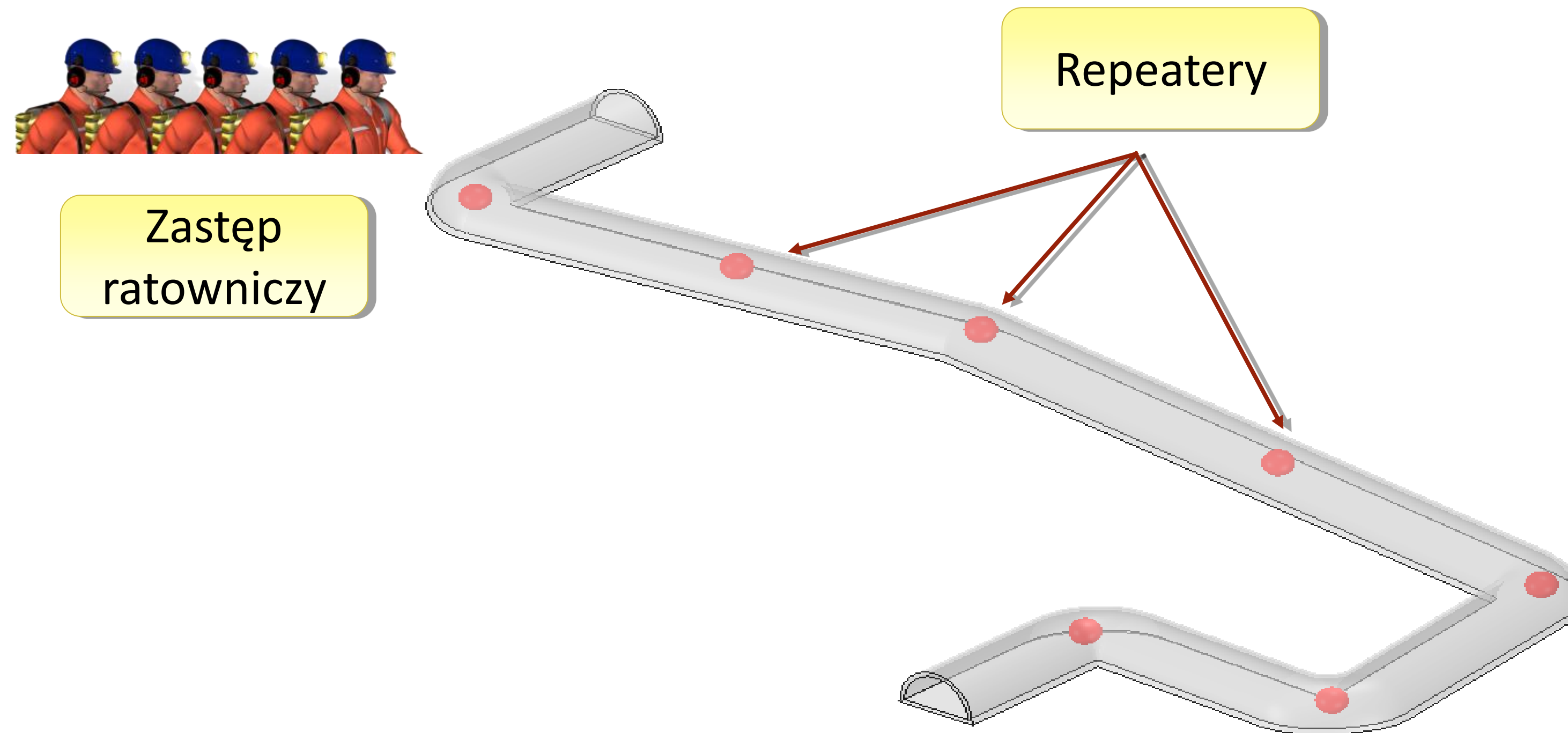


Aplikacja do wizualizacji

## Aplikacja do wizualizacji

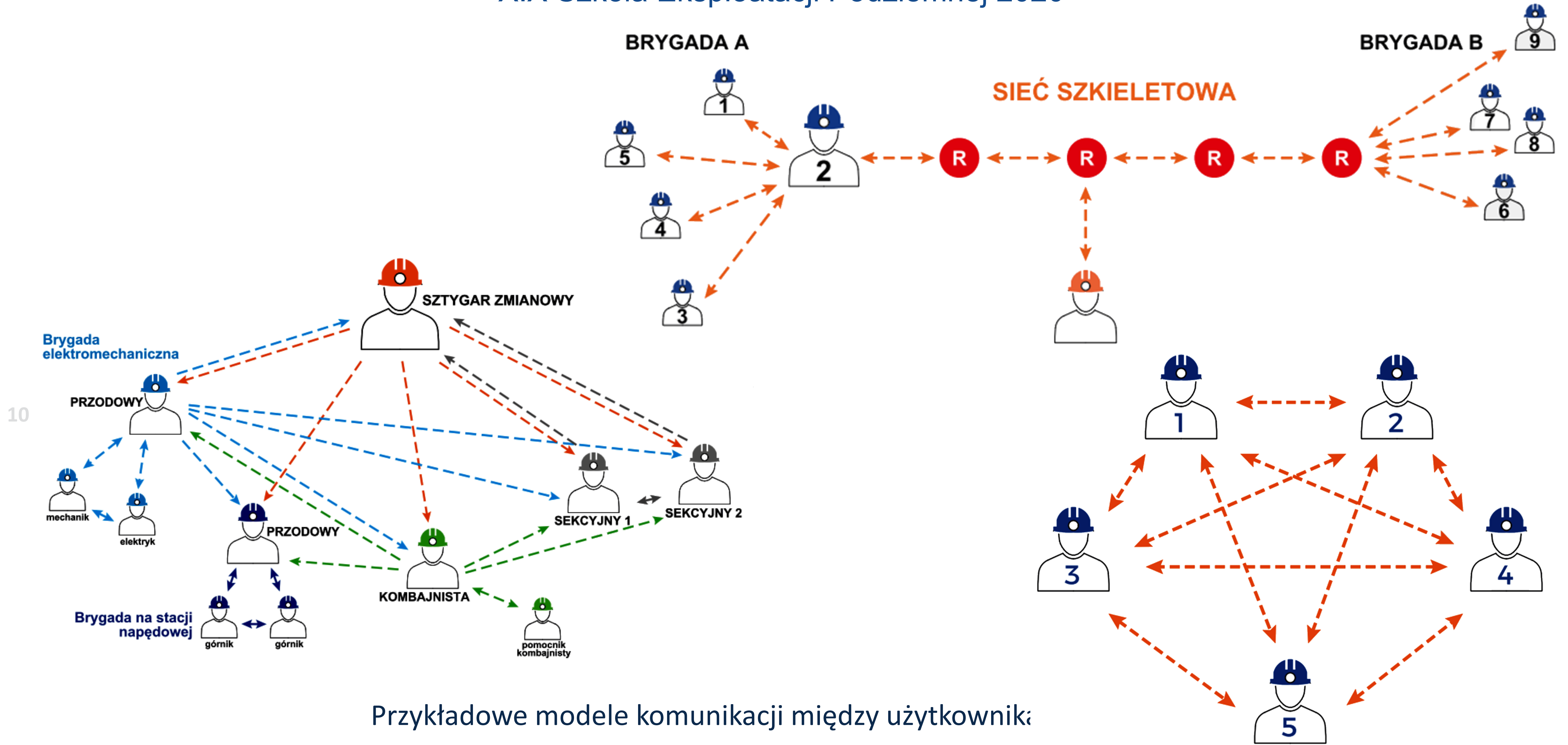
- Wizualizacja on-line prowadzonej akcji i jej rejestracja,
- Lokalizacja użytkowników, monitoring stanu naładowania akumulatorów w urządzeniach sieci i komunikatorach,
- Możliwość śledzenia akcji pod ziemią on-line oraz przesyłanie transmisji audio z bazy do sztabu akcji,
- Możliwość rysowania schematów wyrobisk oraz nanoszenie infrastruktury systemu np. położenie repeaterów,
- Możliwość użycia wcześniej przygotowanych schematów rejonów prac.





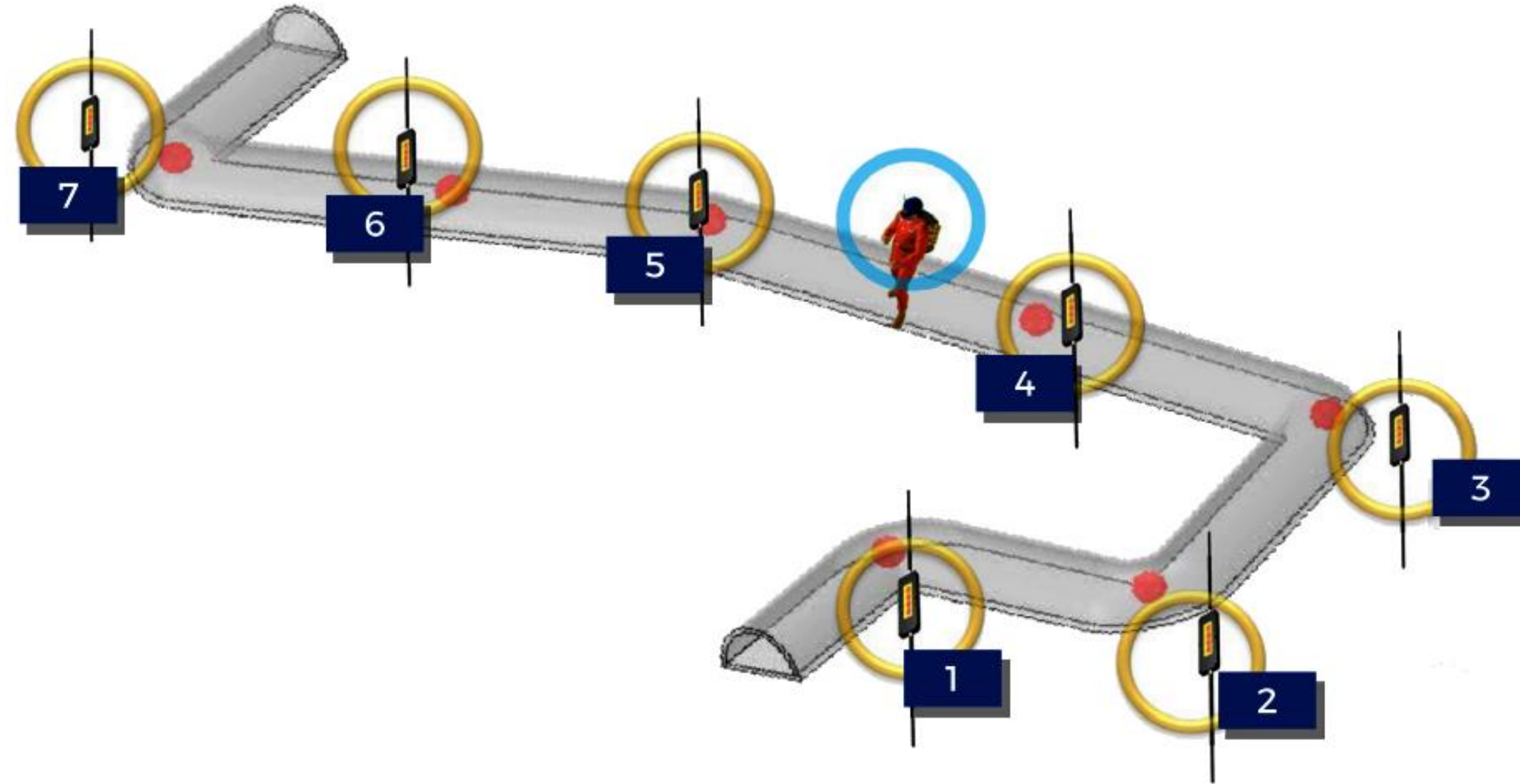
Przykładowy schemat rozmieszczenia Repeaterów REP1.0 w wyrobisku objętym akcją

# XIX Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2020



Przykładowe modele komunikacji między użytkownikami





Lokalizacja ratownika między 4 a 5 repeaterem





Przykłady zastosowania systemu **RESYS** w czasie prowadzenia akcji ratowniczych





Przykłady zastosowania systemu **RESYS** w czasie prowadzenia akcji ratowniczych



## Zalety i funkcjonalności Systemu **RESYS**:

- System znacząco przyśpiesza budowę łączności pomiędzy bazą akcji na dole, a miejscem prowadzenia akcji,
- zbudowanie sieci przez pierwszy zastęp ratowniczy pozwala korzystać z niej kolejnym zastępom, które nie muszą jak dotąd budować łączności przewodowej niezależnie dla każdego z nich,
- zastępy pozostają w ciągłej łączności również w trakcie wycofywania się do bazy,
- każdy członek zastępu posiada możliwość komunikacji głosowej zarówno z zastępem, jak i z bazą w pełnym **dupleksie**,
- sieć Systemu **RESYS** lokalizuje ratowników wyposażonych w Komunikatory Osobiste, jeśli znajdują się w jej zasięgu,
- Komunikatory Osobiste pozwalają na prowadzenie rozmów w dobrej jakości nawet gdy ratownicy stosują aparaty oddechowe, a w otoczeniu występuje hałas do 90 dB,

14

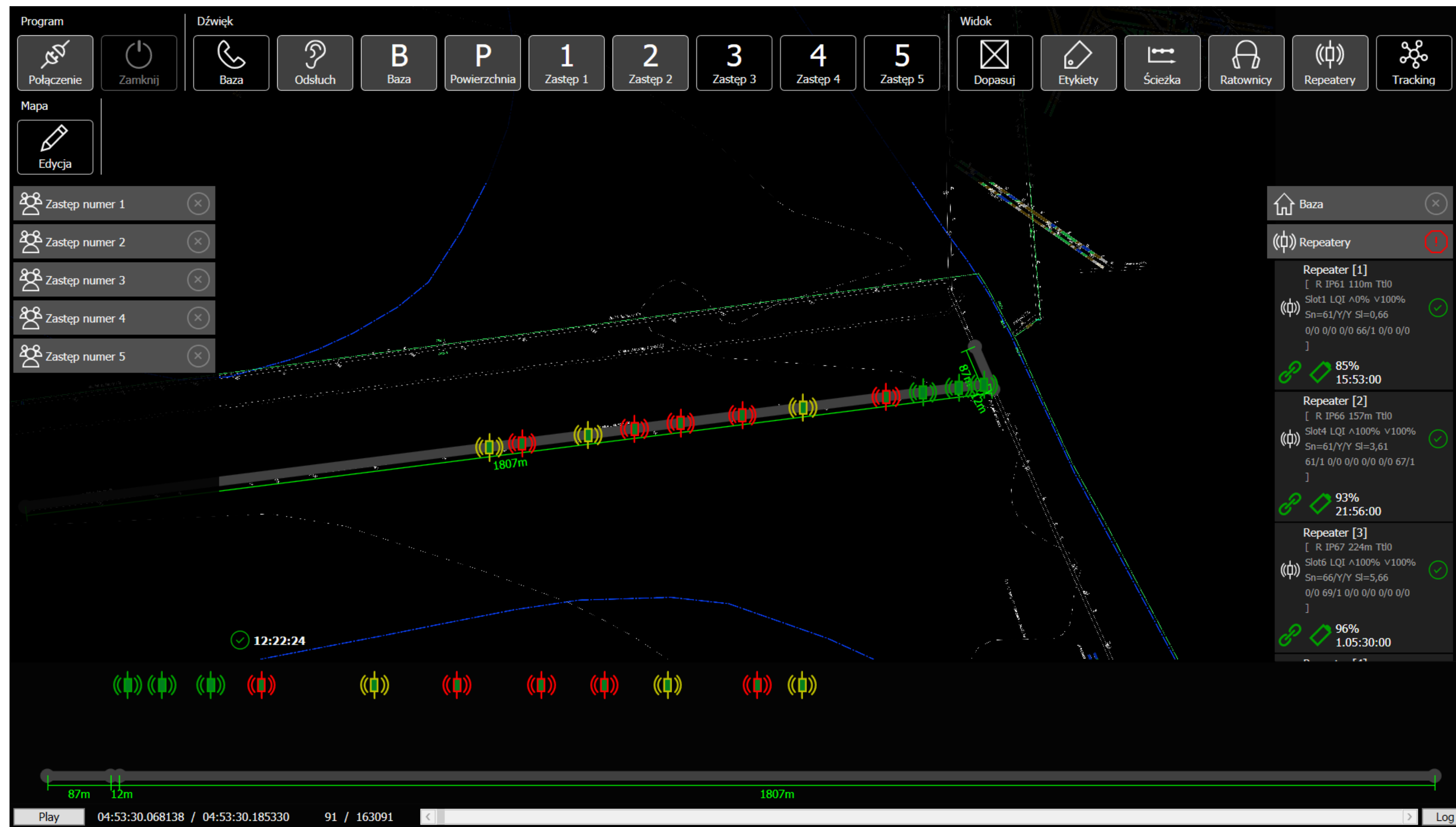


## Zalety i funkcjonalności Systemu **RESYS** cd:

- obudowa Komunikatora Osobistego w formie ochronnika słuchu pozwala chronić zdrowie ratowników (słuch, elektrofizjologia organizmu),
- umieszczenie radiotelefonu w obudowie na kasku uwalnia ręce od obsługi systemu łączności (brak przycisków typu PTT),
- sieć jest skalowalna i pozwala budować rozwidlenia nadzorowane z jednej bazy,
- przerwanie łączności jest monitorowane (wiadomo, na którym węźle została przerwana), co sprawia, że dużo łatwiej jest ją naprawić,
- aplikacja Systemu **RESYS** umożliwia prowadzenie nadzoru nad akcją ratowniczą w czasie rzeczywistym w sztabie przez kierownika akcji na powierzchni, co poprawia jej bezpieczeństwo, jak i usprawnia logistykę,
- akumulatory urządzeń są wymienne w strefie zagrożonej wybuchem.

15

## Wymiana akumulatorów w repeaterach



16



## Wymiana akumulatorów w repeaterach

The screenshot displays a monitoring software interface for a mine's communication system. The interface is divided into several sections:

- Program:** Includes icons for connection (Połączenie), power (Zamknij), base (Baza), listening (Odsłuch), and various shift (Zastęp) buttons (1-5).
- Dźwięk:** Includes icons for base (Baza), listening (Odsłuch), and various shift (Zastęp) buttons (1-5).
- Widok:** Includes icons for fitting (Dopasuj), labels (Etykiety), path (Ścieżka), rescuers (Ratownicy), repeaters (Repeatery), and tracking (Tracking).
- Mapa:** A central map showing the mine's layout with repeater locations marked by icons. A distance of 1807m is indicated between two points.
- Left Panel:** Lists team members (Zastęp numer 1-4) and rescuers (Ratownik numer 1-2) with their status, battery levels, and last communication times.
- Right Panel:** Lists repeaters (Repeater [1], [2], [3]) with their status, battery levels, and last communication times.
- Bottom Panel:** Includes a play button, a timeline with timestamps (06:47:25.198138 / 06:47:25.223602), and a log button.

Key data points from the interface:

- Repeater [1]: 75% battery, 13:58:00 last communication.
- Repeater [2]: 85% battery, 20:25:00 last communication.
- Repeater [3]: 87% battery, 1.02:50:00 last communication.
- Alert: 12:23:41 Repeater [IP79,R0]: poziom baterii 8% osiągnął wartość alarmową.

17



## Wymiana akumulatorów w repeaterach

The screenshot displays a monitoring software interface for underground operations. The interface is divided into several sections:

- Program:** Contains icons for Połączenie, Zamknij, Baza, Odsłuch, Baza, Powierzchnia, and Zastęp 1 through Zastęp 5.
- Dźwięk:** Contains icons for Baza, Odsłuch, Baza, Powierzchnia, and Zastęp 1 through Zastęp 5.
- Widok:** Contains icons for Dopasuj, Etykiety, Ścieżka, Ratownicy, Repeatery, and Tracking.
- Mapa:** Shows a map with various icons representing repeaters and personnel. A distance of 1807m is indicated on the map.
- Repeater List (Right Panel):**
  - Repeater [1]: R IP109 34m Tt0, Slot5 LQI ^0% v100%, Sn=93/Y/Y SI=4,61, 0/0 0/0 0/0 0/0 0/0, 100% battery, 1.05:37:00.
  - Repeater [2]: R IP93 87m Tt0 Slot3, LQI ^100% v100%, Sn=61/Y/Y SI=2,61, 0/0 0/0 0/0 0/0 0/0, 100% battery, 22:06:00.
  - Repeater [3]: R IP61 110m Tt0, Slot1 LQI ^100% v100%, Sn=61/Y/Y SI=0,66, 0/0 0/0 93/1 66/1 109/1 0, 100% battery, 20:11:00.
  - Repeater [4]: R IP66 157m Tt0, 100% battery, 20:11:00.
- Personnel List (Left Panel):**
  - Zastęp numer 1
  - Zastęp numer 2
  - Dowódca zastępu: [ Z2D IP48 562m Tt0, AQ 12%, 80% battery, 10:01:00.
  - Ratownik numer 1: [ Z2D IP53 562m Tt0, AQ 8%, 76% battery, 09:12:00.
  - Ratownik numer 2: [ Z2R2 IP52 116m Tt0, AQ 0%, 78% Mikr.wył., 08:58:00.
  - Ratownik numer 2: [ Z2R2 IP59 562m Tt0, AQ 0%, 84% Mikr.wył., 13:49:00.
  - Ratownik numer 4: [ Z2R4 IP29 104m Tt0, AQ 0%, Mikr.wył.

18



## Wymiana akumulatorów w repeaterach

The screenshot displays a monitoring application with the following components:

- Program:** Połączenie, Zamknij, Baza, Odsłuch, Baza, Powierzchnia, Zastęp 1, Zastęp 2, Zastęp 3, Zastęp 4, Zastęp 5.
- Widok:** Dopasuj, Etykiety, Ścieżka, Ratownicy, Repeatery, Tracking.
- Mapa:** Edycja.
- Left Panel (Zastęp numer 1-5):**
  - Zastęp numer 1: Dowódca zastępu [ Z2D IP48 847m Tt0 AQ 12% ], Mikr.wył. 09:35:00.
  - Zastęp numer 2: Ratownik numer 1 [ Z2D IP53 851m Tt0 AQ 8% ], Mikr.wył. 08:49:00.
  - Zastęp numer 2: Ratownik numer 2 [ Z2R2 IP52 851m Tt0 AQ 0% ], Mikr.wył. 07:59:00.
  - Zastęp numer 2: Ratownik numer 2 [ Z2R2 IP59 850m Tt0 AQ 0% ], Mikr.wył. 13:18:00 Sluch.zdj.
  - Zastęp numer 4: Ratownik numer 4 [ Z2R4 IP29 851m Tt0 AQ 0% ], Mikr.wył.
- Right Panel (Baza):**
  - Repeatery: Repeater [1] [ R IP109 34m Tt0 Slot5 LQI ^0% v100% Sn=93/Y/Y Sl=4,61 0/0 0/0 0/0 0/0 0/0 ], 100%, 1.06:04:00.
  - Repeater [2] [ R IP93 87m Tt0 Slot3 LQI ^100% v100% Sn=61/Y/Y Sl=2,61 0/0 0/0 0/0 0/0 0/0 ], 97%, 19:33:00.
  - Repeater [3] [ R IP61 110m Tt0 Slot1 LQI ^100% v100% Sn=61/Y/Y Sl=0,66 0/0 0/0 93/1 66/1 109/1 0 ], 100%, 19:55:00.
  - Repeater [4] [ R IP66 157m Tt0 ], 100%, 19:55:00.
- Map:** Shows a tunnel layout with repeaters (green icons) and rescue stations (blue icons). Distances are marked as 87m, 12m, and 1807m.
- Bottom:** Play button, time display (09:46:39.462138 / 09:46:39.547495), 121379 / 163091, and Log button.



## Wymiana akumulatorów w repeaterach

The screenshot displays a software interface for monitoring a radio system. At the top, there are tabs for 'Program', 'Dźwięk', and 'Widok'. The 'Program' tab is active, showing various control buttons like 'Połączenie', 'Zamknij', 'Baza', 'Odsłuch', and 'Powierzchnia'. Below this is a 'Mapa' section with an 'Edycja' button. The main area shows a map with several repeater locations marked with green icons. A central panel lists the status of various components:

- Zastęp numer 1** (Zastęp 1)
- Zastęp numer 2** (Zastęp 2)
- Dowódca zastępu** (Zastęp 1): [ Z2D IP48 070m Tt0 ] AQ 0% [ 71% Mikr.wył. 08:57:00 ]
- Ratownik numer 1** (Zastęp 1): [ Z2D IP53 975m Tt0 ] AQ 0% [ 67% Mikr.wył. 08:12:00 ]
- Ratownik numer 2** (Zastęp 2): [ Z2R2 IP52 975m Tt0 ] AQ 0% [ 65% Mikr.wył. 07:32:00 ]
- Ratownik numer 2** (Zastęp 1): [ Z2R2 IP59 975m Tt0 ] AQ 0% [ 75% Mikr.wył. 12:44:00 ]
- Ratownik numer 4** (Zastęp 1): [ Z2R4 IP29 950m Tt0 ] AQ 0% [ 70% Mikr.wył. ]

On the right side, a 'Baza' panel shows the status of four repeaters:

- Repeater [1]**: [ R IP109 34m Tt0 ] Slot5 LQI ^0% v100% Sn=93/Y/Y Sl=4,61 [ 98% 1.05:20:00 ]
- Repeater [2]**: [ R IP93 87m Tt0 Slot3 ] LQI ^100% v100% Sn=61/Y/Y Sl=2,61 [ 95% 21:37:00 ]
- Repeater [3]**: [ R IP61 110m Tt0 ] Slot1 LQI ^100% v100% Sn=61/Y/Y Sl=0,66 [ 100% 19:25:00 ]
- Repeater [4]**: [ R IP66 157m Tt0 ]

At the bottom, a timeline shows a log of events: '12:32:27 Słuchawka [IP29,Z2R4]: utracono łączność z urządzeniem' and '12:33:26'. A play button and a 'Log' button are also visible.

20



## Wymiana akumulatorów w repeaterach

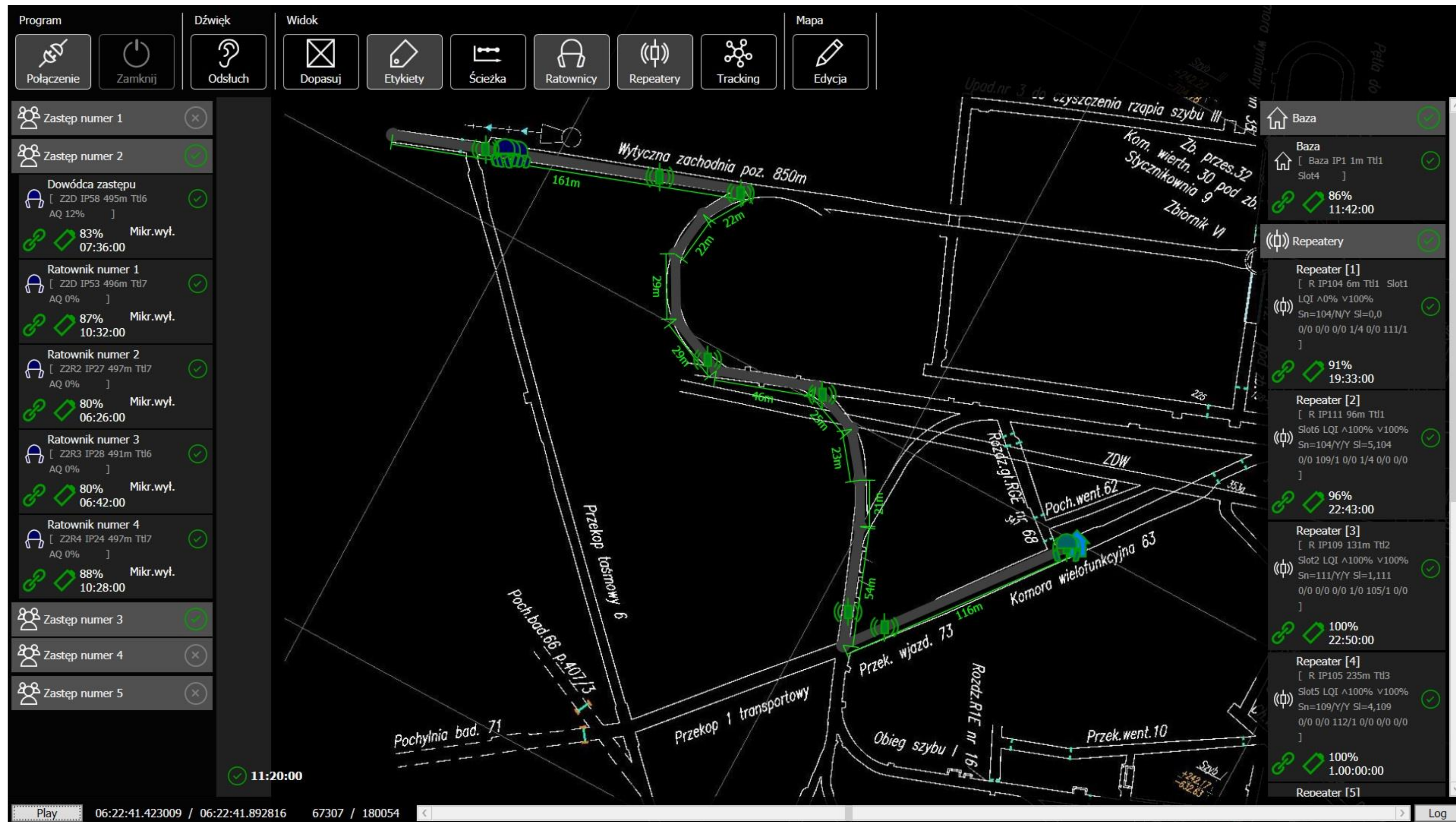
The screenshot displays a radio system monitoring interface with the following components:

- Program:** Połączenie, Zamknij, Baza, Odsłuch, Baza, Powierzchnia, Zastęp 1, Zastęp 2, Zastęp 3, Zastęp 4, Zastęp 5.
- Dźwięk:** Baza, Odsłuch, Baza, Powierzchnia, Zastęp 1, Zastęp 2, Zastęp 3, Zastęp 4, Zastęp 5.
- Widok:** Dopasuj, Etykiety, Ścieżka, Ratownicy, Repeatery, Tracking.
- Mapa:** Edycja.
- Left Panel (Personnel):**
  - Zastęp numer 1
  - Zastęp numer 2
  - Dowódca zastępu [ Z2D IP48 1013m Tt0 ] AQ 100%
  - Ratownik numer 1 [ Z2D IP53 975m Tt0 ] AQ 0% (Mikr.wył. 07:55:00)
  - Ratownik numer 2 [ Z2R2 IP52 975m Tt0 ] AQ 0% (Mikr.wył. 07:32:00)
  - Ratownik numer 2 [ Z2R2 IP59 975m Tt0 ] AQ 0% (Mikr.wył. 12:03:00)
  - Ratownik numer 4 [ Z2R4 IP29 966m Tt0 ] AQ 0% (Mikr.wył. 07:00:00)
- Right Panel (Repeater Status):**
  - Repeater [1] [ R IP109 34m Tt0 ] Slot5 LQI ^0% v100% Sn=93/Y/Y SI=4,61 0/0 0/0 0/0 0/0 0/0 ] 97% 1.00:48:00
  - Repeater [2] [ R IP93 87m Tt0 Slot3 ] LQI ^100% v100% Sn=61/Y/Y SI=2,61 0/0 0/0 0/0 0/0 0/0 ] 94% 18:51:00
  - Repeater [3] [ R IP61 110m Tt0 ] Slot1 LQI ^100% v100% Sn=61/Y/Y SI=0,66 0/0 0/0 93/1 66/1 109/1 0 ] 100% 16:51:00
  - Repeater [4] [ R IP66 157m Tt0 ]
- Log:**
  - 12:34:50 Repeater [IP83,R0]: utracono łączność z urządzeniem
  - 12:34:50 Słuchawka [IP52,Z2R2]: utracono łączność z urządzeniem
  - 12:35:35 Słuchawka [IP53,Z2D]: utracono łączność z urządzeniem
  - 12:35:41 Słuchawka [IP59,Z2R2]: utracono łączność z urządzeniem
  - 12:35:49
- Map:** Shows a tunnel layout with repeater locations marked by green icons. Distances of 87m, 12m, and 1807m are indicated.
- Bottom Bar:** Play button, time 10:29:58.242138 / 10:29:58.278978, and signal strength indicators 145226 / 163091.

21



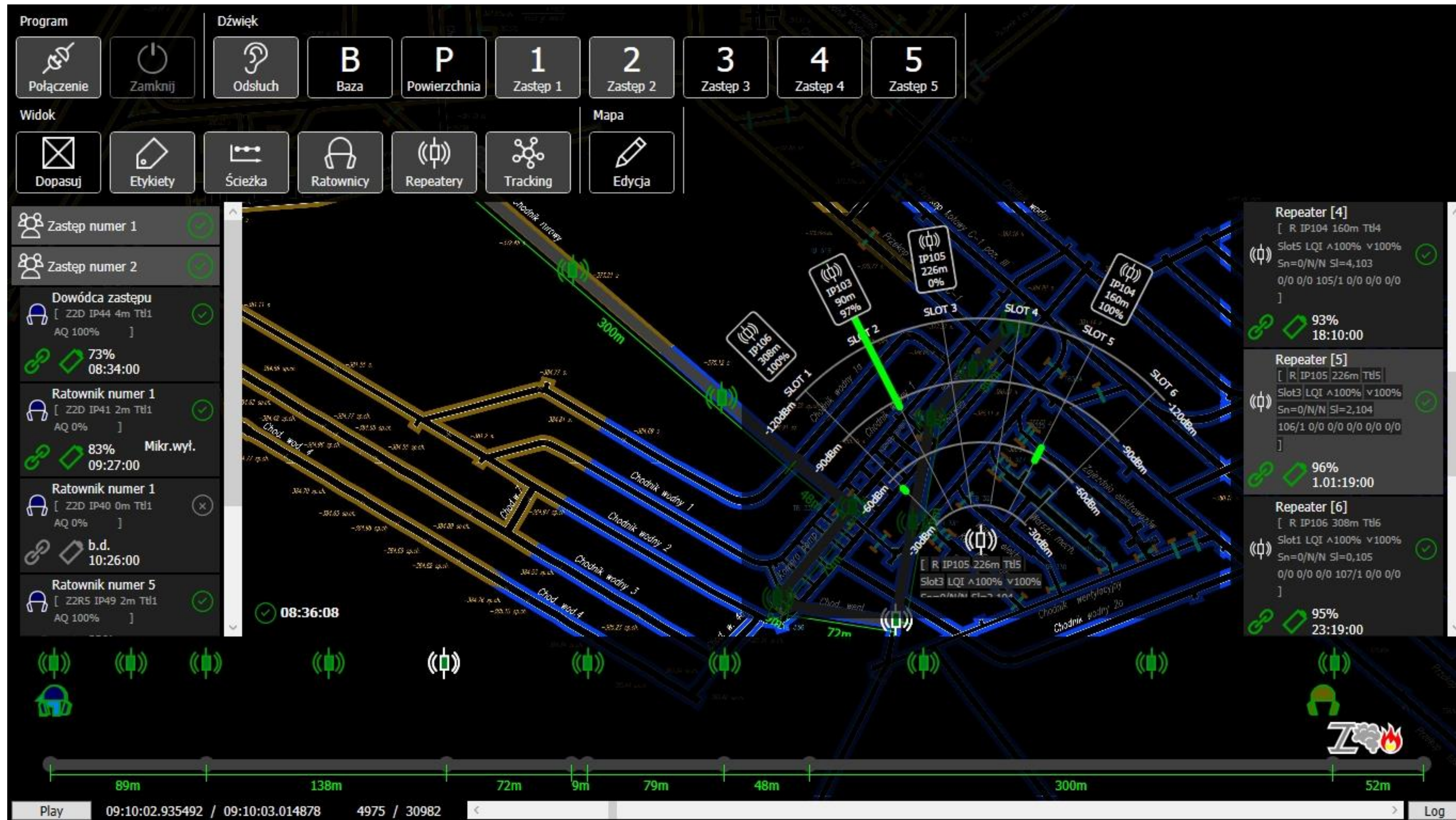
# XIX Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2020



22

Przykład skalowania odległości na trasie repeaterów





23

## Przykład trackingu repeaterów



The screenshot displays a radio network management interface for an underground facility. The interface is divided into several sections:

- Program:** Includes buttons for Połączenie, Zamknij, Odsluch, Baza, Powierzchnia, and five Zastep (Shift) buttons numbered 1 to 5.
- Widok:** Includes buttons for Dopasuj, Etykiety, Ścieżka, Ratownicy, Repeatery, Tracking, and Edycja.
- Mapa:** A central map showing a complex network of tunnels and rooms. Various equipment like Repeatery and Baza are marked on the map. A speaker icon is visible on the map, indicating audio transmission.
- Left Panel (Personnel/Equipment Status):**
  - Dowódca zastępu: [ Z1D IP42 732m Td11 ] AQ 86% [ 39% 04:37:00 ]
  - Ratownik numer 1: [ Z1D IP43 732m Td10 ] AQ 0% [ 88% 09:50:00 ]
  - Ratownik numer 3: [ Z1R3 IP58 734m Td10 ] AQ 0% [ 90% Mikr.wył. 11:01:00 Słuch.zdj. ]
  - Zastep numer 2: [ Z2D IP44 380m Td7 ] AQ 100% [ 71% 07:18:00 ]
- Right Panel (Equipment Details):**
  - Baza: [ Baza IP1 0m Td1 ] Slot1 [ 96% 15:56:00 ]
  - Repeater [1]: [ R IP101 2m Td1 Slot4 ] LQI 100% v100% Sn=0/N/N Sl=3,1 1/4 0/0 0/0 0/0 102/1 [ 81% 14:28:00 ]
  - Repeater [2]: [ R IP102 47m Td2 ] Slot6 LQI 100% v100% Sn=0/N/N Sl=5,101 1/0 103/1 0/0 0/0 0/0 [ 100% 07:18:00 ]
- Bottom Panel:** Shows a timeline with various time intervals (89m, 138m, 72m, 9m, 79m, 48m, 300m, 52m) and a status bar with Play, Log, and other controls.

24

## Przykład jakości dźwięku transmisji audio



## Podsumowanie

System **RESYS** to unikatowy bezprzewodowy system transmisji audio i danych, który może być wykorzystywany w wyrobiskach górniczych w rejonach, w których występuje zagrożenie metanowe.

Próby ruchowe przeprowadzone w JSW S.A. KWK Knurów-Szczygłowice oraz PGG KWK „Ziemowit” oraz Kopalni Soli „Kłodawa” S.A. wskazały na bardzo dużą przydatność systemu w wszelkiego rodzaju pracach, wymagających łączności bezprzewodowej.

Stosowanie systemu **RESYS** poprawia znacznie bezpieczeństwo pracy oraz umożliwia znaczne skrócenie czasu pracy ratowników górniczych.

**Rozwiązanie uzyskało ochronę patentową w Europie (EP3400658B1) i w RPA (ZA201900169B), w pozostałych krajach takich jak Australia, Kanada, USA i Indie postępowanie jest w toku.**

**Dziękuję za uwagę**



2RHP Sp. z o.o.  
ul. Chorzowska 37  
41-709 Ruda Śląska

+48 32 246 06 07



E-mail  
[kontakt@2rhp.pl](mailto:kontakt@2rhp.pl)