

# Lokacja górników w zawale

Wypożyczenie każdego górnika w nadajnik lokacyjny – część składowa lampy  
Stosowanie przez zastępy ratownicze odbiornika lokacyjnego. Odbiornik lokacyjny może określić usytuowanie nadajnika lokacyjnego w zawale

## 1. Nadajnik lokacyjny

Właściwości nadajnika lokacyjnego:

- Generator o częstotliwości w zakresie 4100 – 5850 Hz
- Wyjście nadajnika podłączone do cewki nawiniętej na rdzeniu ferrytowym
- Nadajnik może być traktowany jako dipol magnetyczny wytwarzający moment magnetyczny o wartości znamionowej  $m=0.08 \text{ Am}^2$ ,



*Widok pokrywy akumulatora z numerem fabrycznym*



*Widok pokrywy akumulatora z numerem kanału*

## 2. Odbiornik lokacyjny

Selektywny woltomierz dla pomiaru natężenia pola magnetycznego H wytwarzanego przez nadajnik lokacyjny.

Mierzy napięcie wytwarzane przez nadajnik lokacyjny w antenie izotropowej (3 wzajemnie prostopadłe anteny kierunkowe)

Na podstawie wartości zmierzonego pola H i znamionowego momentu magnetycznego nadajnika lokacyjnego oblicza i podaje odległość do nadajnika lokacyjnego.



Odbiornik lokacyjny GLOP



Odbiornik lokacyjny GLOP + antena izotropowa + szperacz



Lokacja nadajnika lokacyjnego



Odbiornik lokacyjny MinSerarch-08 z anteną izotropową

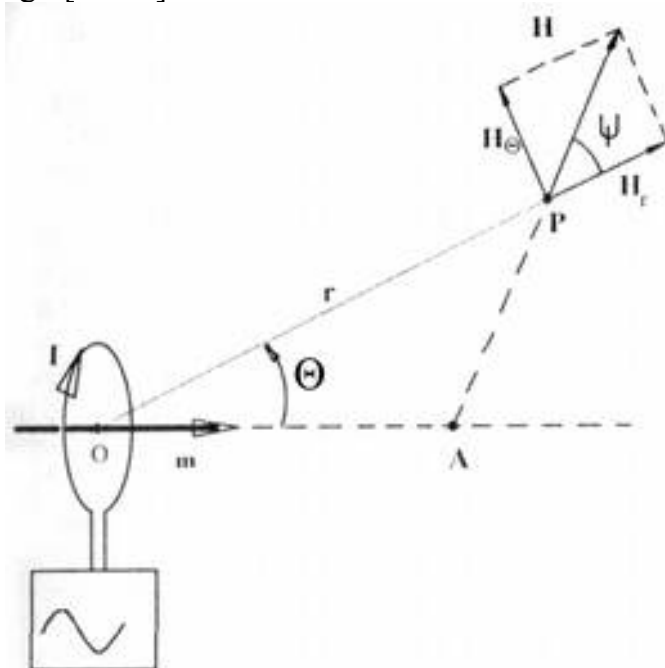


Szperacz nadajnika lokacyjnego MinSearch-08

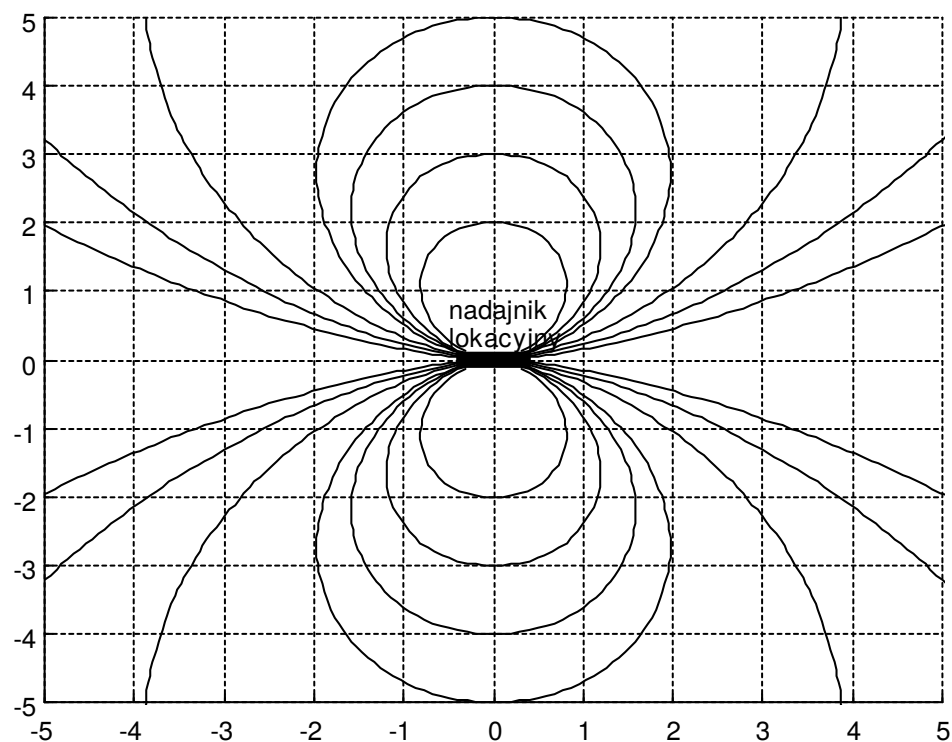
### 3. Metoda pomiaru odległości do nadajnika lokacyjnego

Pole magnetyczne wytwarzane przez nadajnik lokacyjny może być analizowane jako pole magnetyczne wytwarzane przez dipol magnetyczny o odpowiednim momencie  $m$ .

Pole magnetyczne dipola magnetycznego ma symetrię osiową względem osi cewki nadajnika lokacyjnego [Prażlat].



Rys. 4. Składowe pola magnetycznego dipola magnetycznego w biegunowym układzie współrzędnych



Przebieg linii pola magnetycznego  $H$  nadajnika lokacyjnego

Ze względu na symetrię poszczególne składowe pola najłatwiej przedstawić w biegunowym układzie współrzędnych (rys. 4) w postaci [Prałat]:

$$H_r = \frac{m}{2\pi} \cdot \frac{1}{r^3} \cos \theta \quad (1a)$$

$$H_\theta = \frac{m}{4\pi} \cdot \frac{1}{r^3} \sin \theta \quad (1b)$$

Trzecia składowa prostopadła do płaszczyzny rys. 4 jest równa 0. Wypadkowa wartość natężenia pola magnetycznego H jest równa:

$$H = \frac{m}{4\pi} \cdot \frac{1}{r^3} \sqrt{1 + 3 \cos \theta} \quad (2)$$

gdzie:

- m moment magnetyczny nadajnika lokacyjnego (znamionowa wartość jest równa 0,08 Am<sup>2</sup>),
- r odległość punktu do nadajnika,
- θ kąt między promieniem i osią nadajnika lokacyjnego.

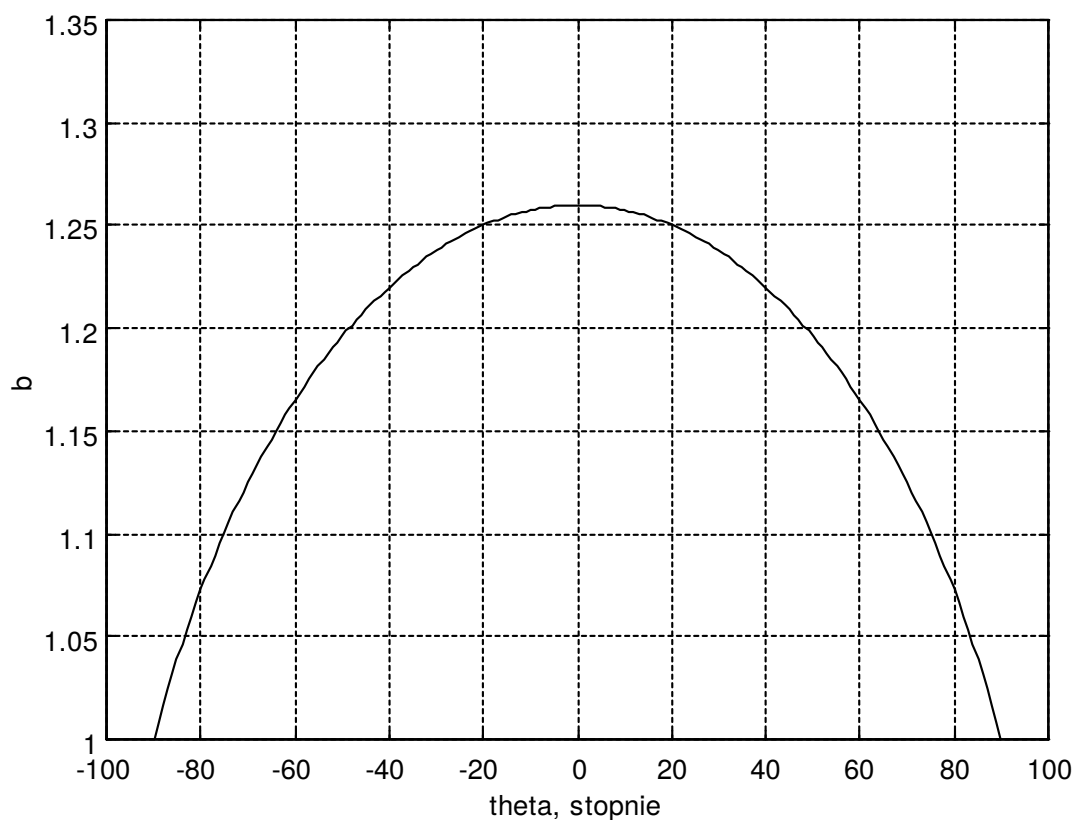
**Kierunek wektora natężenia pola magnetycznego H (styczny do linii pola magnetycznego) nie jest w ogólnym przypadku skierowany do miejsca usytuowania nadajnika lokacyjnego**

Odbiornik lokacyjny przy pomocy swojej anteny mierzy wartość natężenia pola H w miejscu gdzie znajduje się antena (jest to wypadkowa pomiarów realizowanych przez 3 wzajemnie prostopadłe anteny). Na podstawie pomiaru H obliczana jest odległość r między anteną pomiarową i nadajnikiem lokacyjnym

$$r = \sqrt[3]{\frac{m}{4\pi} \cdot \frac{1}{H} \cdot \sqrt{1 + 3 \cos \theta}} = \sqrt[3]{\frac{m}{4\pi} \cdot \frac{1}{H} \cdot \sqrt{1 + 3 \cos \theta}} \quad (3)$$

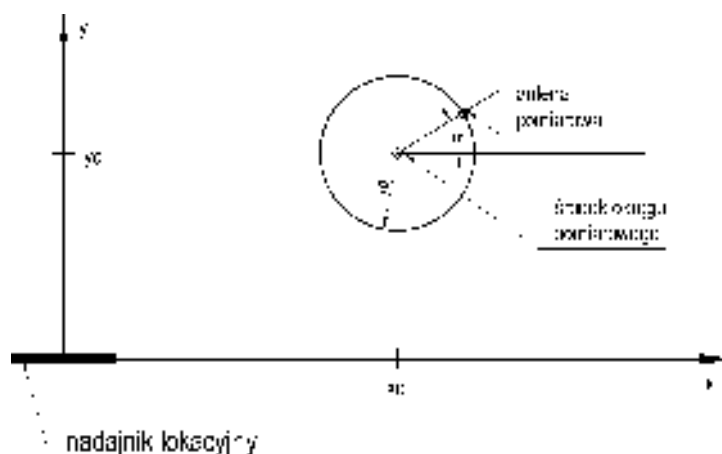
Jak widać z zależności (3) obliczona odległość r jest zależna od kąta θ. Jeżeli kąt θ będzie się zmieniał od -90° do +90° to wyrażenie  $\sqrt{1 + 3 \cos \theta}$  będzie się zmieniać w granicach od 1 do 2

Oznaczmy  $b = \sqrt{1 + 3 \cos \theta}$ . Zależność b od θ przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Zależność parametru  $b$  od kąta  $\theta$

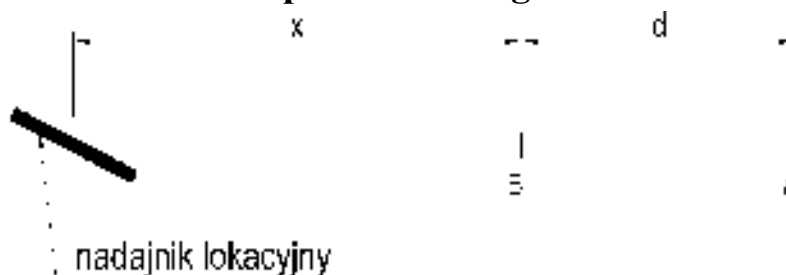
#### 4. Wyznaczanie kierunku do nadajnika lokacyjnego.



Rys. 10. Ilustracja graficzna metody wyznaczania kierunku do nadajnika lokacyjnego

Antenę odbiornika pomiarowego przesuwa się po okręgu pomiarowym mierząc wartość pola  $H$  (pośrednio odległość do odbiornika lokacyjnego). Punkt gdzie  $H$  jest największe (lub  $d$  jest najmniejsze) wyznacza kierunek od środka okręgu pomiarowego do nadajnika lokacyjnego.

## 5. Przyrostowa metoda pomiaru odległości



Rys. 12. Ilustracja przyrostowej metody pomiaru odległości do nadajnika lokacyjnego

W metodzie przyrostowej lokacji nadajnika mierzymy pole magnetyczne  $H$  w dwóch punktach A i B leżących na prostej przechodzącej przez nadajnik lokacyjny. Oznaczmy natężenia pola magnetycznego  $H$  w obu punktach odpowiednio  $H_a$  i  $H_b$ , odległość punktu B do nadajnika jako  $x$  oraz odległość pomiędzy punktami A i B jako  $d$  (rys. 12).

$$H_a = \frac{m}{4\pi} \cdot \frac{1}{x^3} \cdot b^3 \quad (8)$$

$$H_b = \frac{m}{4\pi} \cdot \frac{1}{(x+d)^3} \cdot b^3 \quad (9)$$

Wartość  $b$  nie jest znana. Znając wartości  $H_a$  i  $H_b$  obliczamy odległości do nadajnika  $r_{ma}$  i  $r_{mb}$  wg zależności:

$$r_{ma} = \sqrt[3]{\frac{m}{4\pi} \cdot \frac{1}{H_a} \cdot b_k} \quad (10)$$

$$r_{mb} = \sqrt[3]{\frac{m}{4\pi} \cdot \frac{1}{H_b} \cdot b_k} \quad (11)$$

gdzie  $b_k=1,21$  to współczynnik korekcyjny wynikający z kalibracji względem lampy ustawionej pod kątem  $45^\circ$  w stosunku do linii pomiarowej.

Oznaczmy stosunek zmierzonych odległości jako:

$$r_H = \sqrt[3]{\frac{H_a}{H_b}} = \frac{r_{mb}}{r_{ma}} \quad (12)$$

Wtedy:

$$r_H = \sqrt[3]{\frac{H_a}{H_b}} = \frac{x+d}{x} \quad (13)$$

Stąd:

$$x = \frac{d}{r_H - 1} \quad (14)$$

W zależności (14) nie występuje parametr  $b$  zależny od usytuowania osi nadajnika lokacyjnego jak i nie występuje wartość momentu magnetycznego  $m$ .

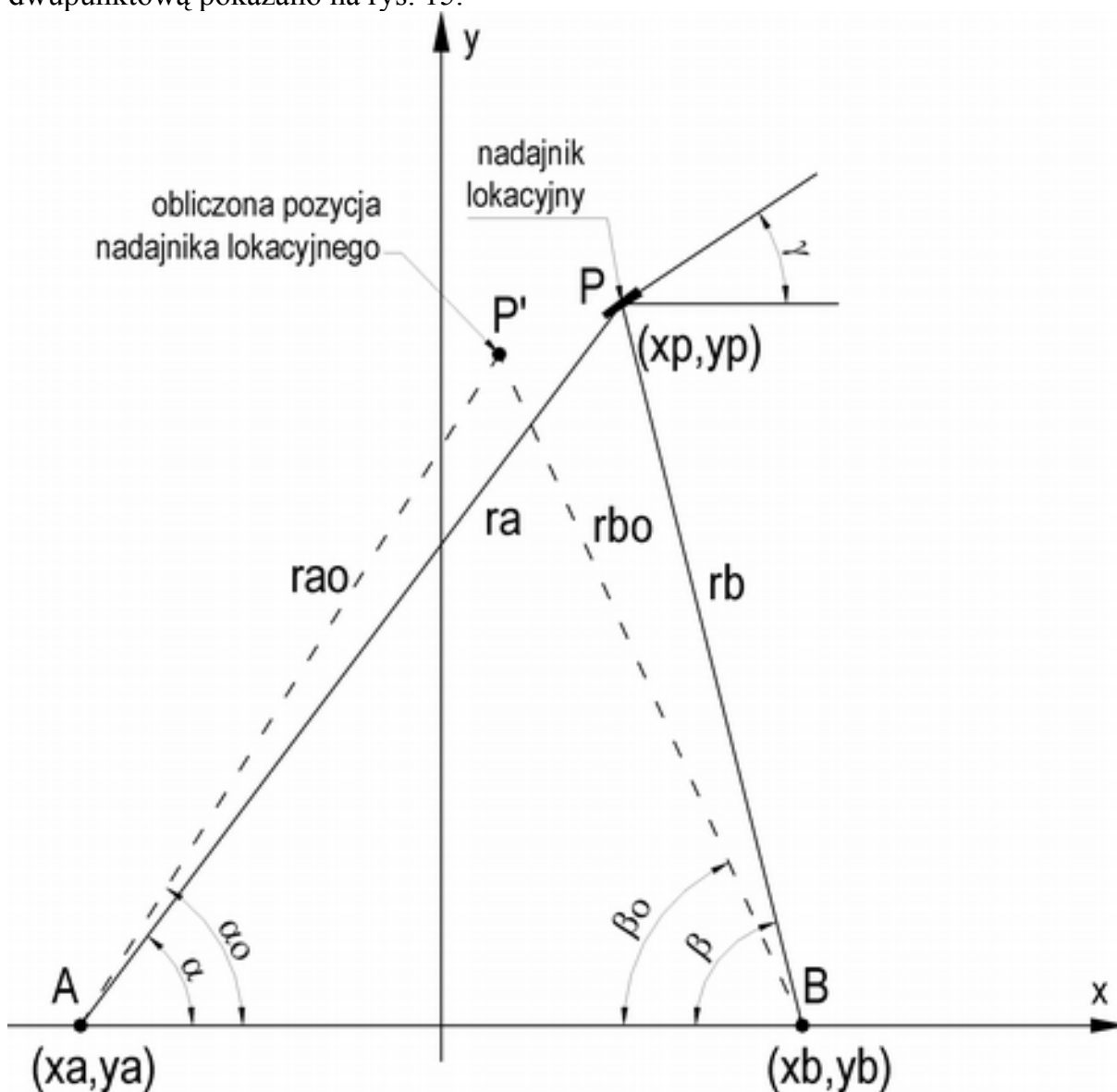
Drugim istotnym warunkiem poprawności metody przyrostowej jest to by natężenie pola magnetycznego  $H$  zależało odwrotnie proporcjonalnie do sześcianu odległości. Jest to najdokładniejsza metoda lokacji.

## 6. Lokacja metodą dwupunktową

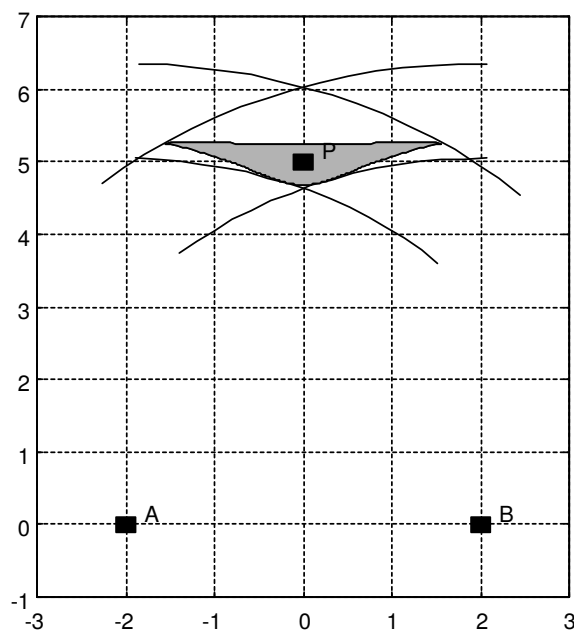
Dla analizy niepewności lokacji metodą dwupunktową poczyniono następujące założenia:



- Konfigurację geometryczną ilustrującą analizę niepewności lokacji metodą dwupunktową pokazano na rys. 15.



Rys. 15. Ilustracja analizy niepewności lokacji metodą dwupunktową



Rozmycie pozycji przy lokacji metoda dwupunktową

## 7. Właściwości metody lokacji

Zasięg do około 30 m

Zasięg zależny od poziomów szumów

Częstotliwości z zakresu kilku kHz

Wpływ dużych mas metalowych – częściowo zredukowany dla metody przyrostowej

## 8. Literatura:

1. Kononov V. A., 1998. Develop a trapped miner location system and an adequate rescue strategy and associated technology. *CSIR Division of Mining Technology*. November 1998
2. Prałat A., 1998, Lokacja osób odciętych przez zawał. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa*. Nr 9/1998
3. Prałat A., (1999), Wpływ instalacji metalowych na działanie systemu lokacji osób odciętych przez zawał. . *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa*. Nr 8-9/1999
4. Szóstka J., 2000: *Fale i anteny*. WKŁ. Warszawa 2000.
5. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28.06.02 r. „w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych”. Dz.U. Nr 139 poz. 1169.
6. Nessler N.: Electromagnetic location system for trapped mines. Proc. SPIE vol 3752. Subsurface Sensors and Applications
7. Bieńkowski P., Golisz P.: System lokalizacji osób zasypanych w polskich kopalniach węgla kamiennego. *Przegląd Elektrotechniczny* 2006/12
8. Odbiornik lokacyjny MinSearch-08. Instrukcja obsługi. Dokumentacja nr MS08 200-5