



Politechnika
Śląska



Wydział Górnictwa,
Inżynierii Bezpieczeństwa
i Automatyki Przemysłowej

Metoda obniżenia kosztów pracy wentylatorów głównego przewietrzania

Grzegorz Pach
Zenon Róžański
Paweł Wrona
Adam Niewiadomski
Dariusz Musioł

Katedra Geoinżynierii i Eksploatacji Surowców

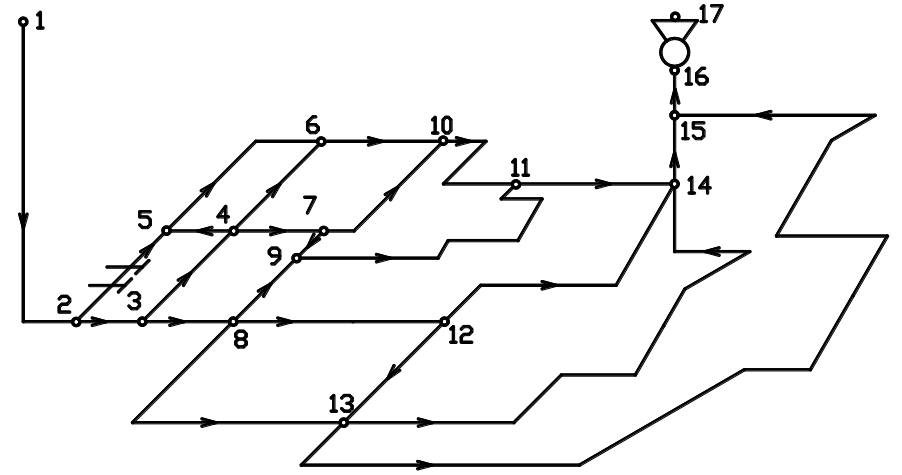
Zakres referatu

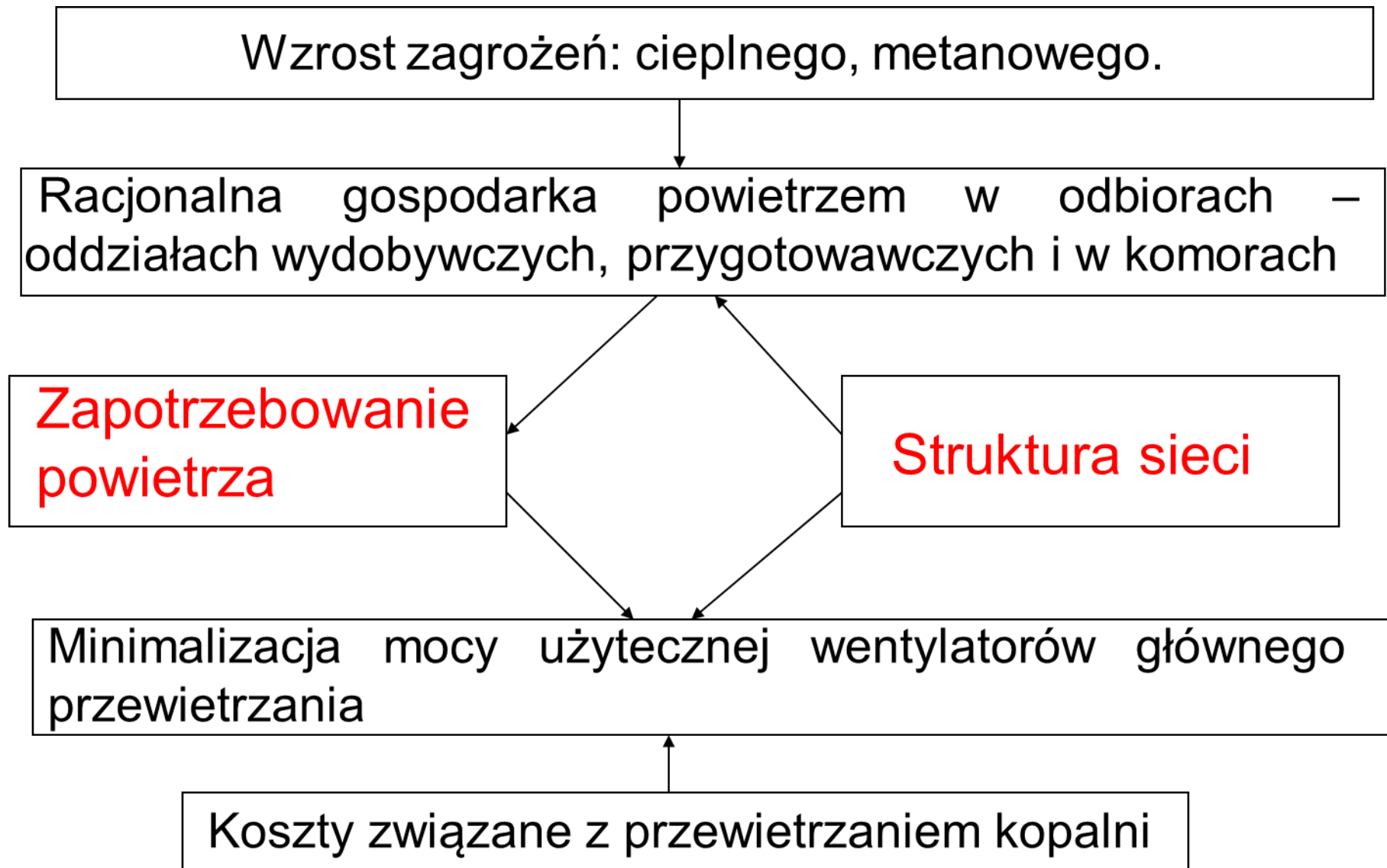
rozpływ wymuszony powietrza,

metodyka poszukiwania optymalnego rozpływu wymuszonego powietrza,

przykład obliczeniowy dla regulacji dodatniej,

wnioski.





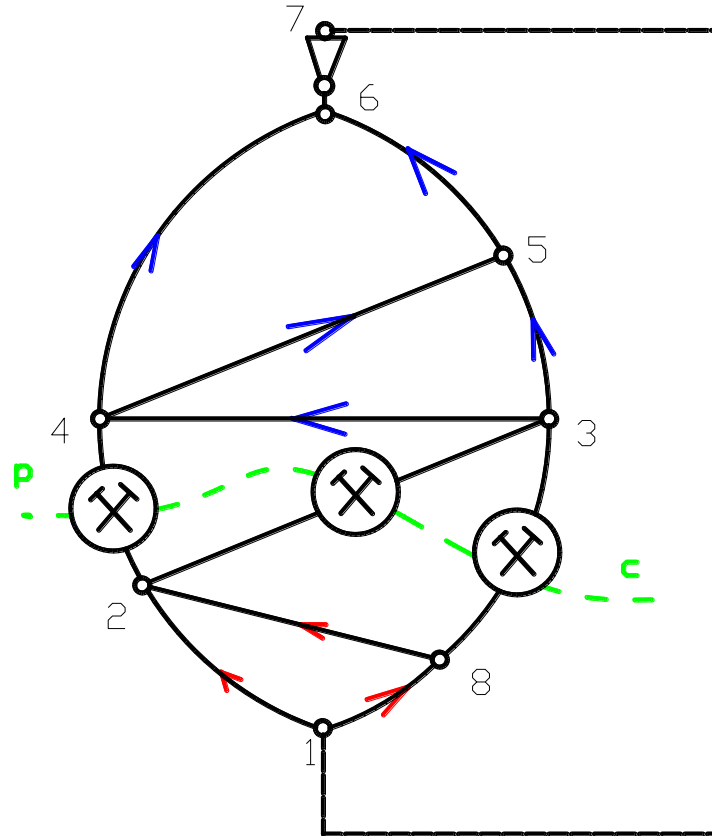
Zagadnienie rozptywu wymuszonego powietrza

Dane

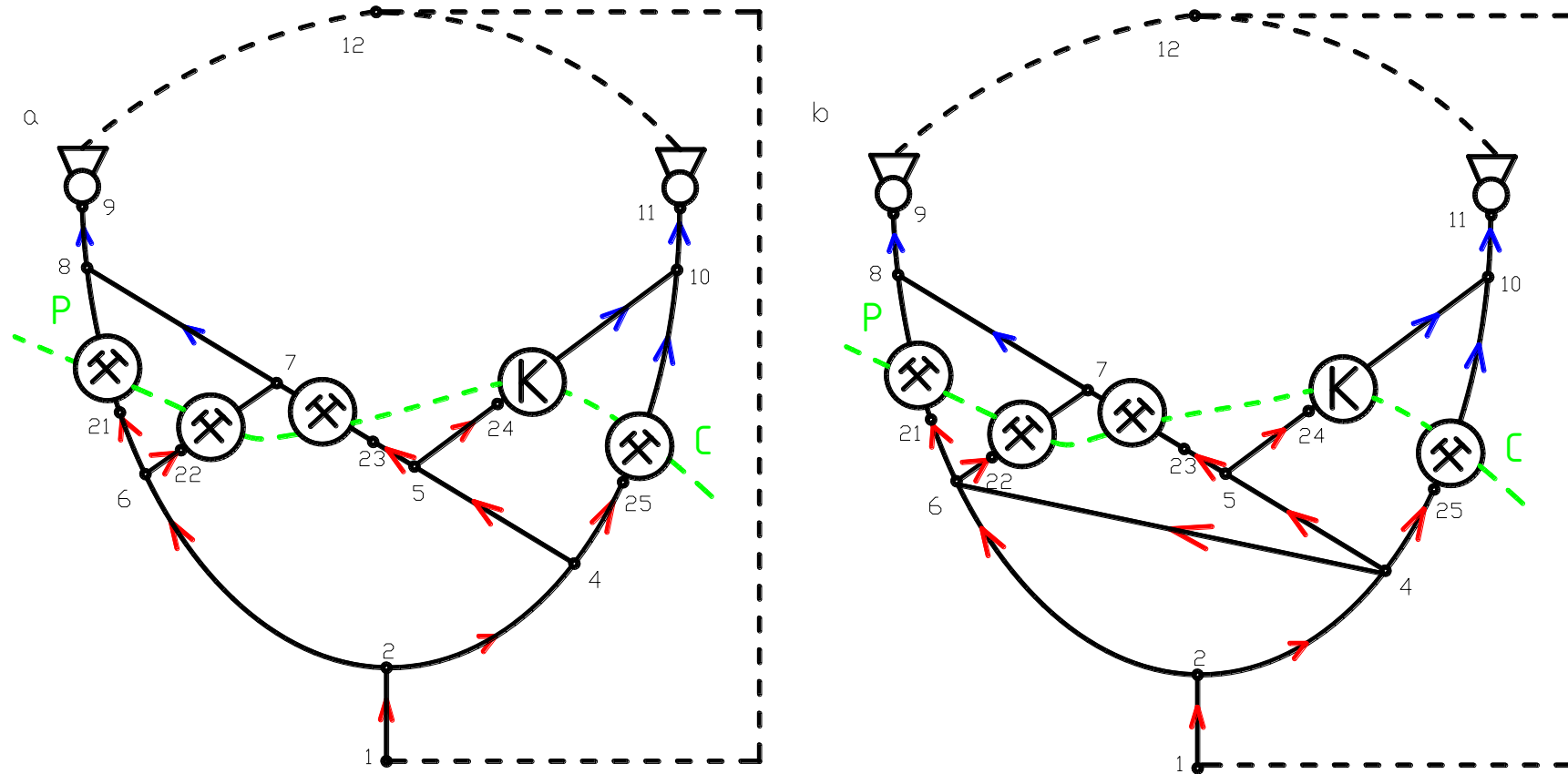
schemat przestrzenny, kanoniczny lub dowolny cyfrowy zapis struktury sieci wentylacyjnej (macierz sąsiedztwa, incydencji),
opory bocznic,
kierunki i strumienie objętości powietrza w niektórych bocznicach sieci (odbiorach powietrza).

Szukane

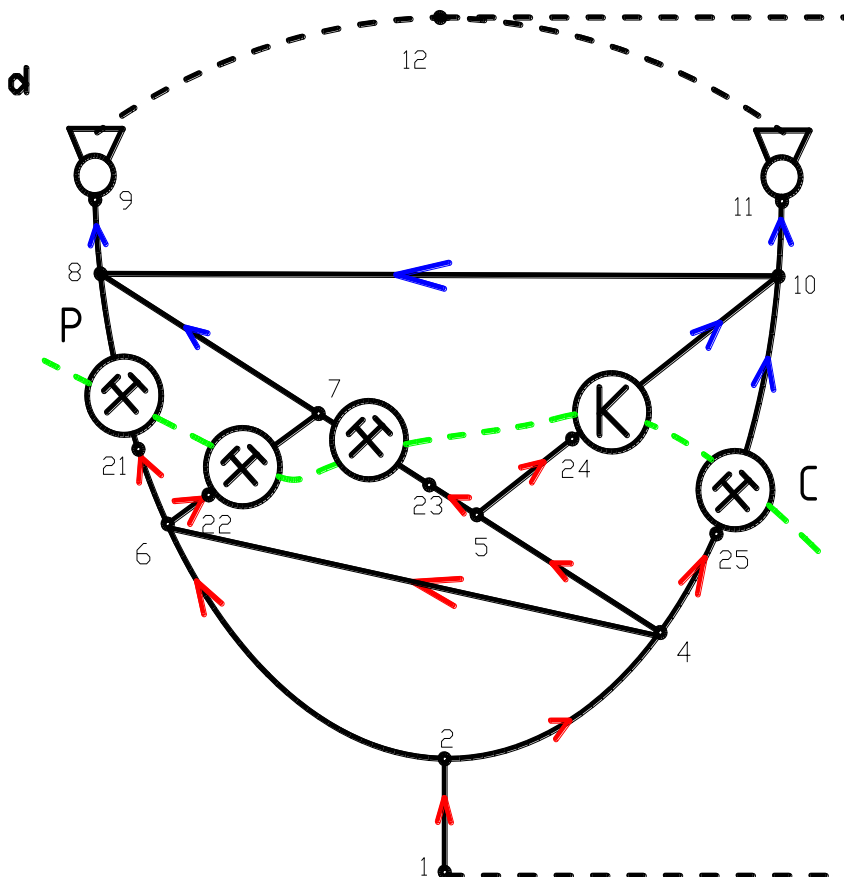
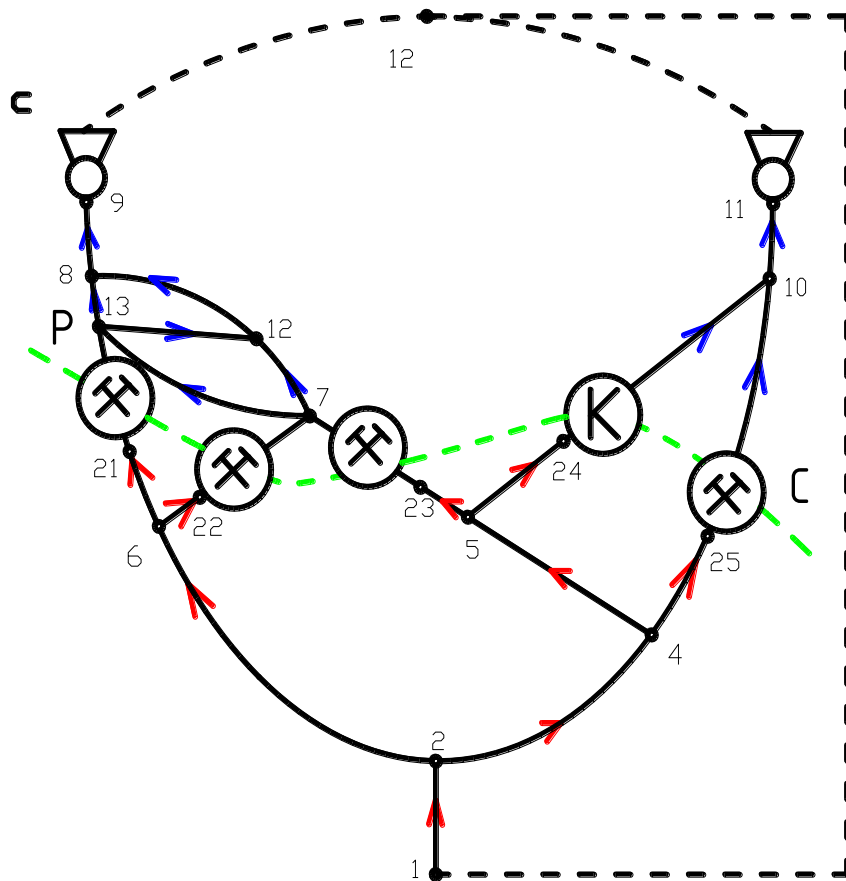
kierunki i strumienie objętości powietrza w bocznicach sieci,
potrzebne spiętrzenia wentylatorów głównego przewietrzania,
lokalizacja i nastawy regulatorów.



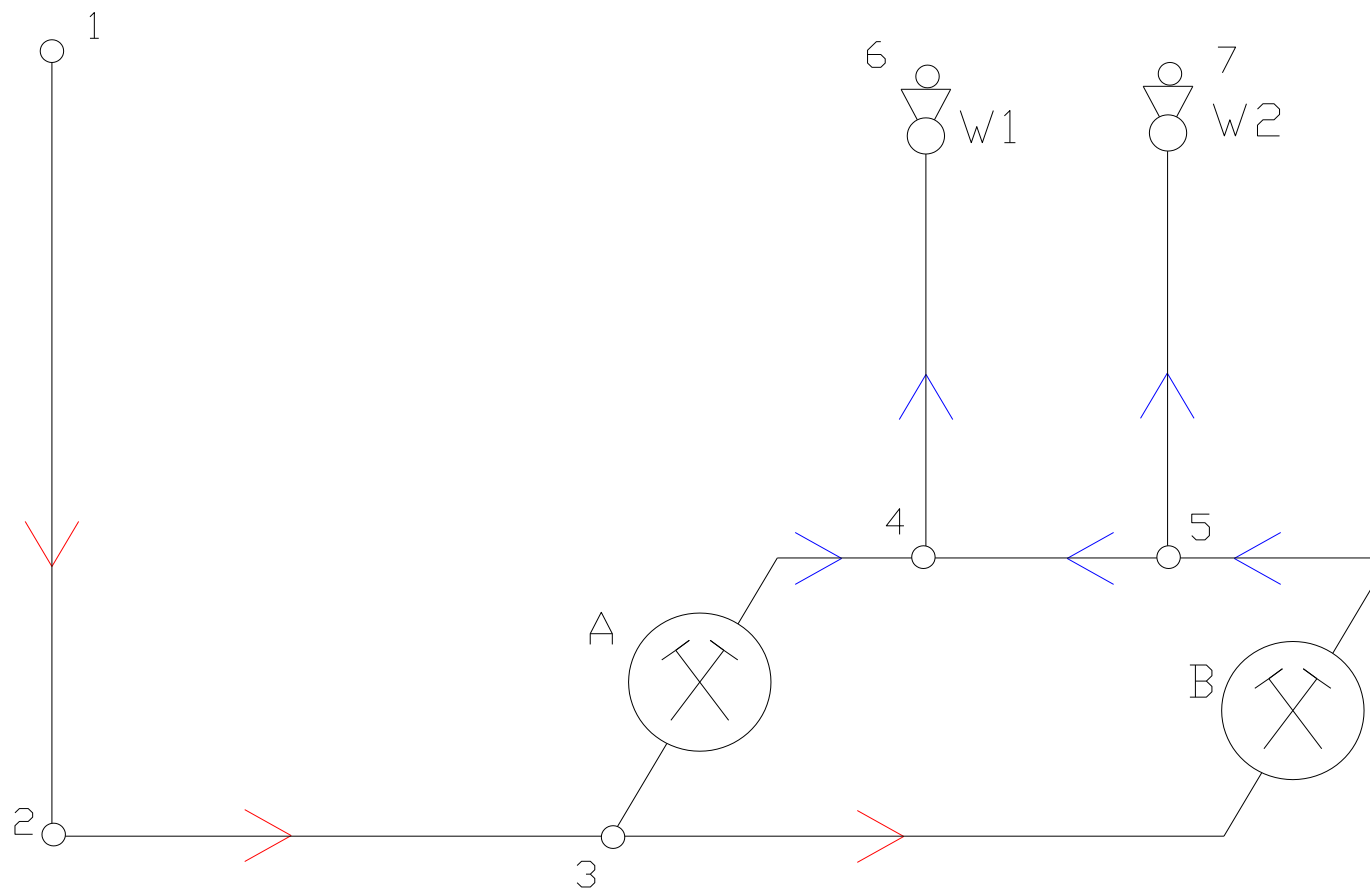
Przykład sieci wentylacyjnej z pojedynczym wentylatorem głównego przewietrzania



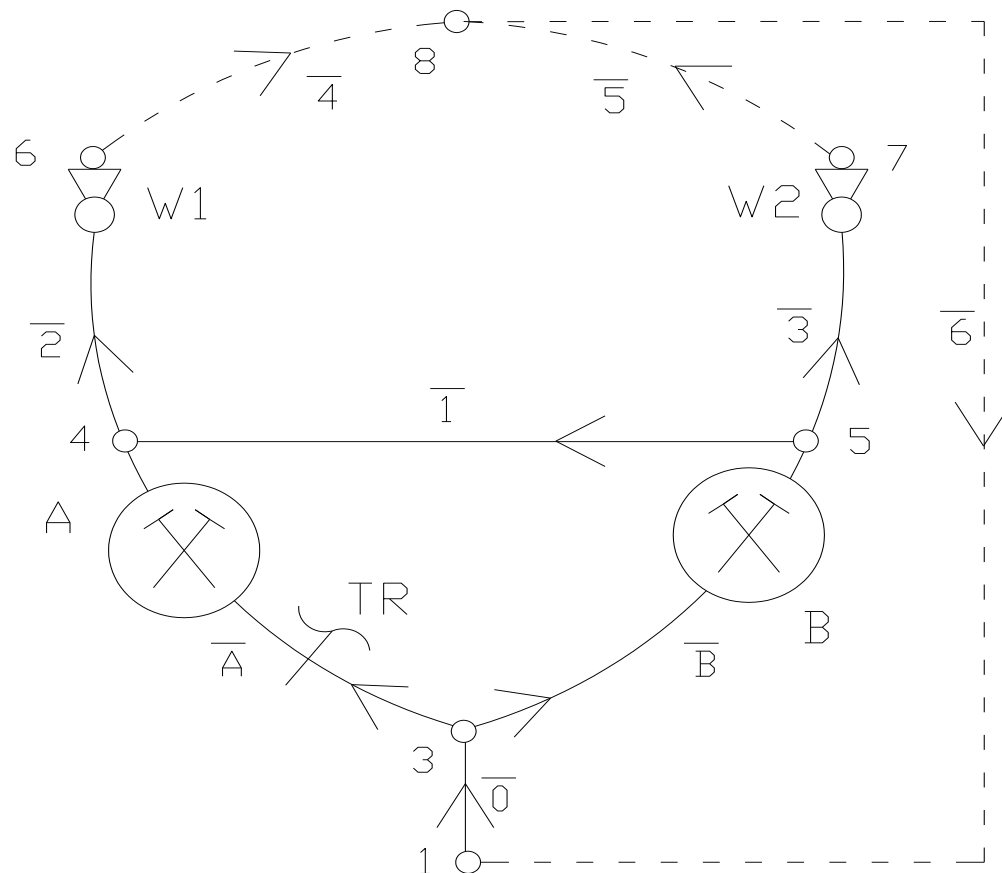
Przykłady sieci wentylacyjnych: a) bez prądów zależnych,
b) z prądami zależnymi w strefie świeżej



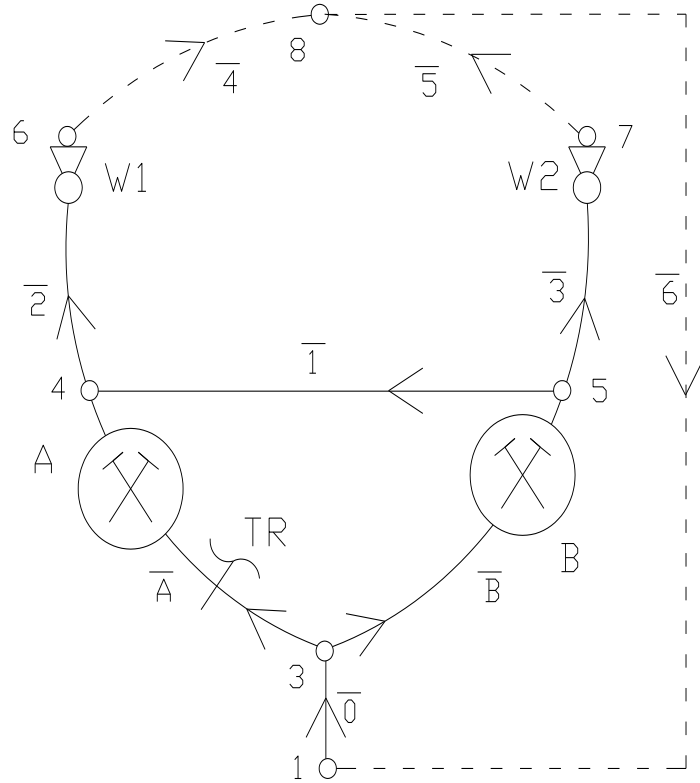
Przykłady sieci wentylacyjnych: c) z prądami zależnymi w strefie zużytej d) z zużytymi prądami zależnymi pomiędzy podsieciami dwóch wentylatorów głównych



Schemat przestrzenny prostej sieci wentylacyjnej



Schemat kanoniczny prostej sieci wentylacyjnej



Parametry znane

- opory aerodynamiczne wszystkich bocznic,
- wydatki powietrza w bocznicach A i B.

Parametry nieznane

- wydatki powietrza w bocznicach 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6,
- spiętrzenia wentylatorów W1 i W2,
- opór aerodynamiczny tamy regulacyjnej.

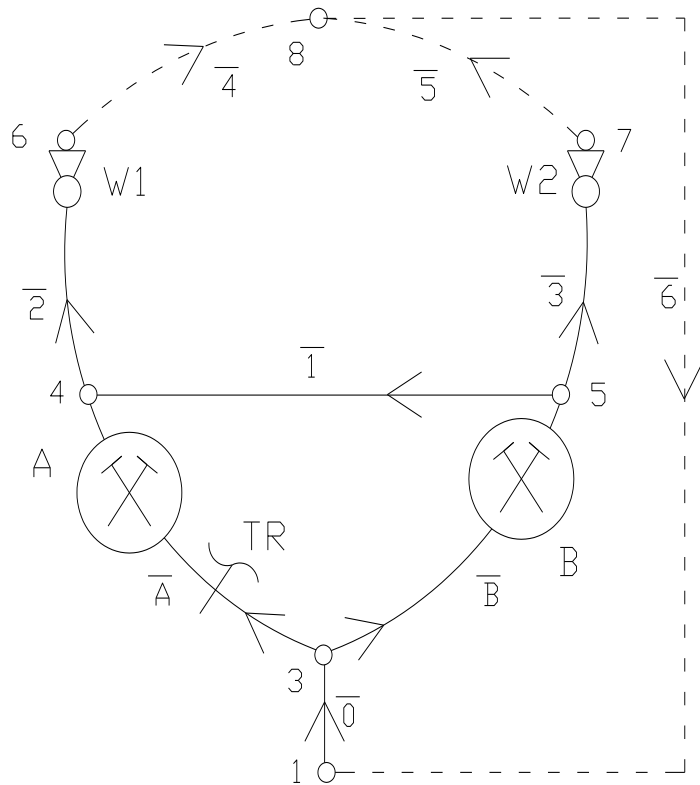
Łącznie 10 niewiadomych.

Liczba równań na podstawie praw równowagi:

- 6 z pierwszego prawa równowagi,
- 3 z drugiego prawa równowagi,

Problem

Znaleźć rozptyw powietrza dla którego suma mocy użytecznej wentylatorów W1 i W2 jest minimalna.



$$V_2 = V_A + V_1$$

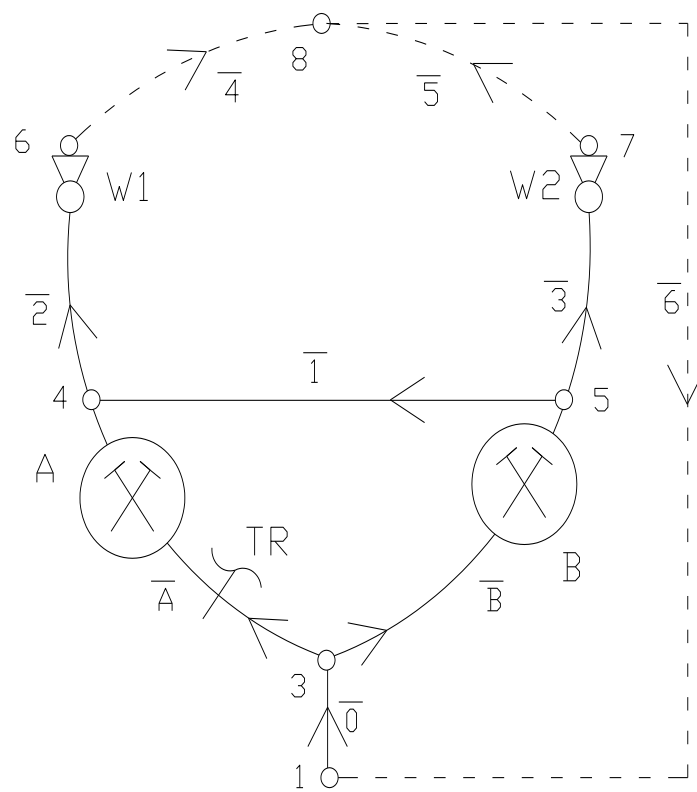
$$V_3 = V_B - V_1$$

$$\Delta p_{W1} = R_0 \cdot (V_0)^2 + R_B \cdot (V_B)^2 + R_1 \cdot V_1 \cdot |V_1| + R_2 \cdot (V_2)^2$$

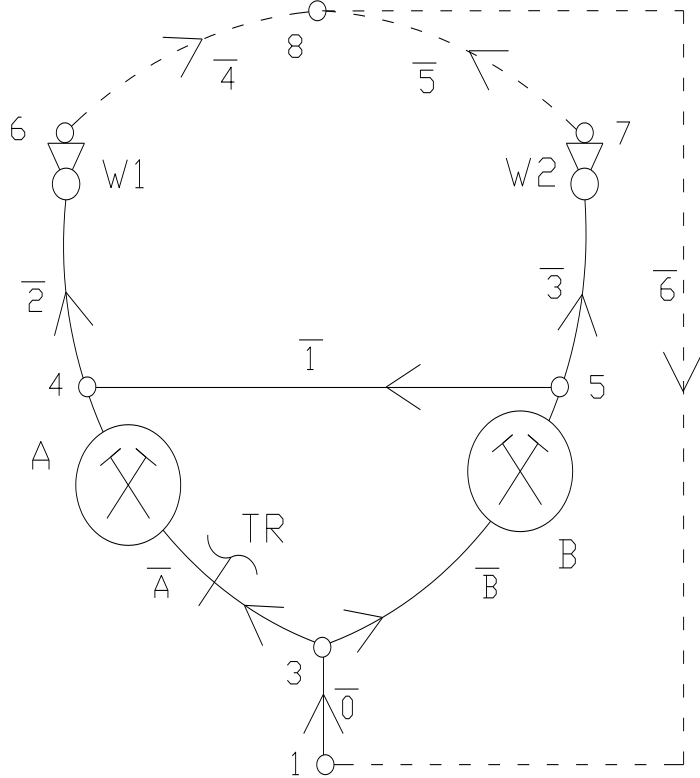
$$\Delta p_{W2} = R_0 \cdot (V_0)^2 + R_B \cdot (V_B)^2 + R_3 \cdot (V_3)^2$$

$$N_{uW1} = \Delta p_{W1} \cdot V_2 = \left(R_0 \cdot (V_0)^2 + R_B \cdot (V_B)^2 + R_1 \cdot V_1 \cdot |V_1| + R_2 \cdot (V_A + V_1)^2 \right) \cdot (V_A + V_1)$$

$$N_{uW2} = \Delta p_{W2} \cdot V_3 = \left(R_0 \cdot (V_0)^2 + R_B \cdot (V_B)^2 + R_3 \cdot (V_B - V_1)^2 \right) \cdot (V_B - V_1)$$



$$\begin{aligned}
 N_{uW1,W2} = & (R_2 - R_3) \cdot (V_1)^3 + (3 \cdot R_2 \cdot V_A + 3 \cdot R_3 \cdot V_B) \cdot (V_1)^2 + \\
 & + \left(3 \cdot R_2 \cdot (V_A)^2 - 3 \cdot R_3 \cdot (V_B)^2 \right) \cdot (V_1) + R_1 \cdot (V_1)^2 \cdot |V_1| + R_1 \cdot V_A \cdot V_1 \cdot |V_1| + \\
 & + R_B \cdot (V_B)^2 \cdot V_A + R_2 (V_A)^3 + R_B \cdot (V_B)^3 + R_3 \cdot (V_B)^3 + R_0 \cdot (V_A + V_B)^3
 \end{aligned}$$



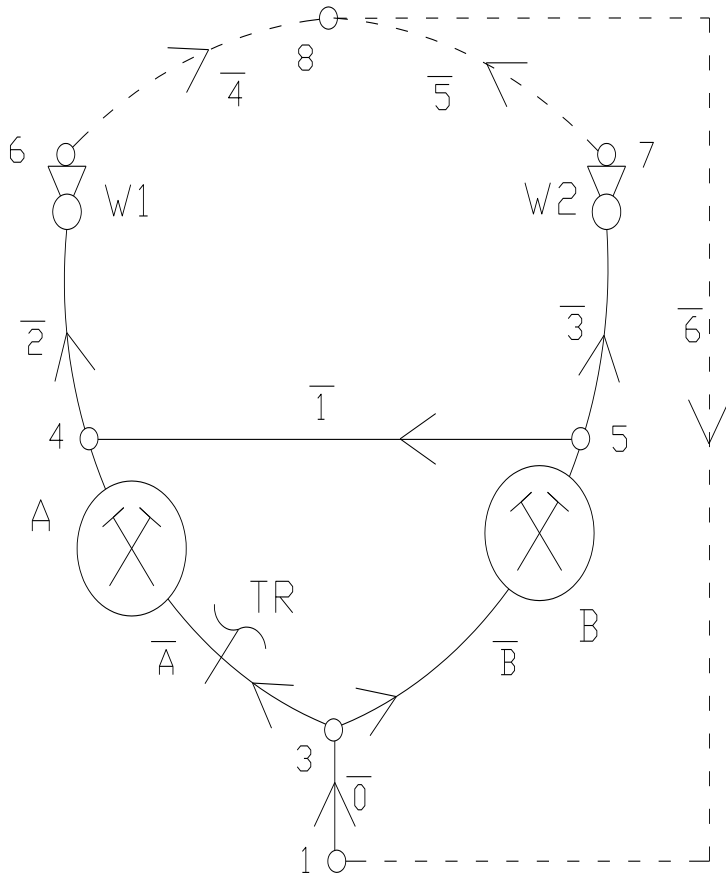
Optymalna ilość powietrza w bocznicie 1 ze względu na moc użyteczną wentylatorów W1 i W2

$$(N_{uW1,W2})' = 3a \cdot (V_1)^2 + 2b \cdot V_1 + c + \frac{2 \cdot R_1 \cdot V_A \cdot (V_1)^2}{|V_1|} + \frac{3 \cdot R_1 \cdot (V_1)^3}{|V_1|}$$

Należy znaleźć miejsce zerowe funkcji

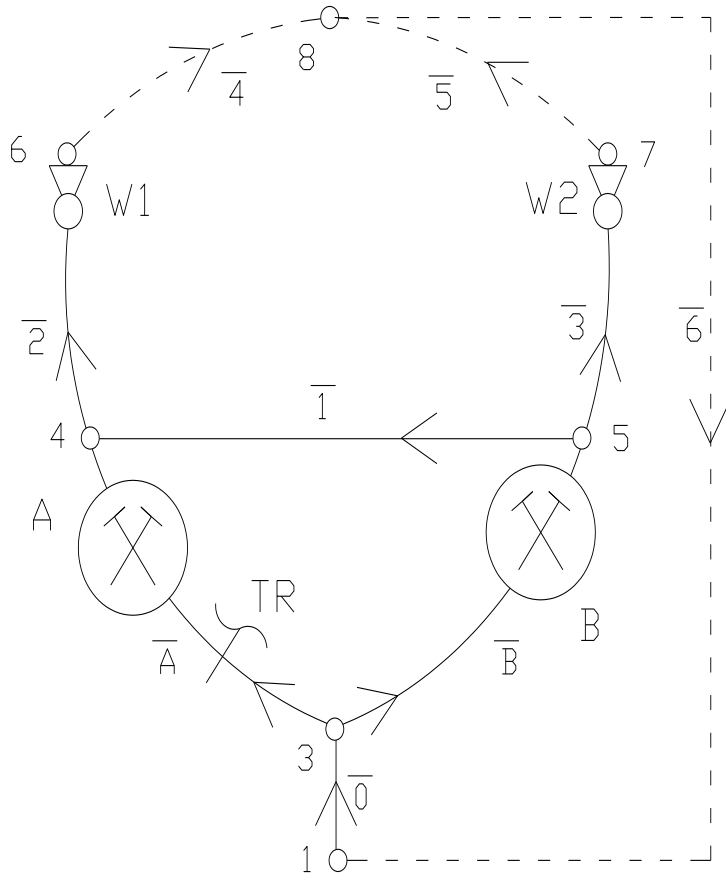
$$(N_{uW1,W2})'' = 6a \cdot V_1 + 2b + \frac{2 \cdot R_1 \cdot V_A \cdot (V_1)^3}{|V_1|^3} + \frac{6 \cdot R_1 \cdot (V_1)^4}{|V_1|^3}$$

Należy sprawdzić znak funkcji.

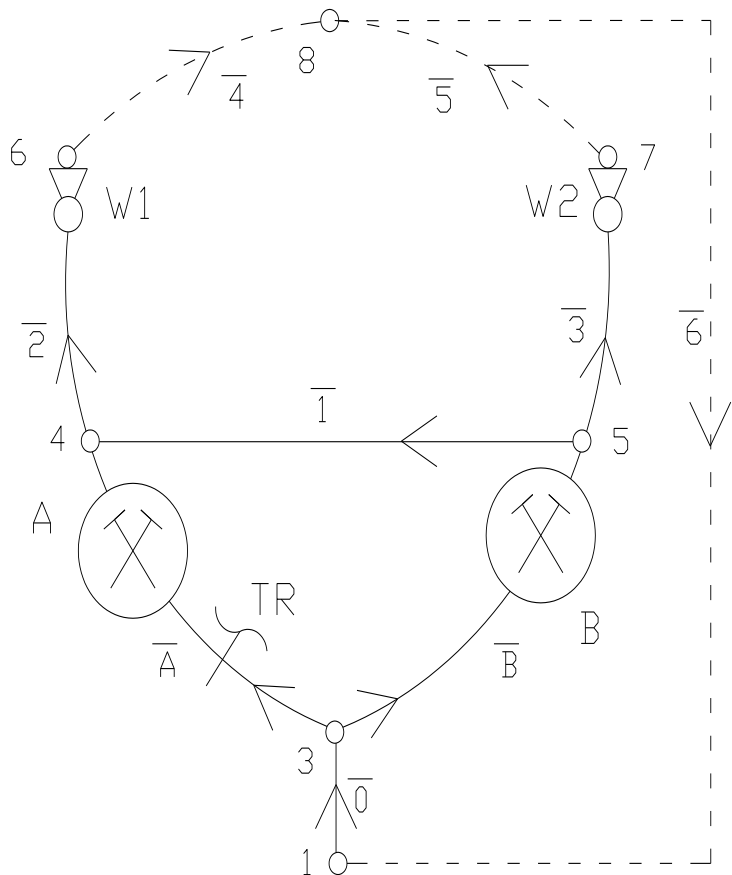


Kolejne kroki po wyznaczeniu optymalnej wartości V_1 .

1. Na podstawie pierwszego prawa równowagi wyznaczyć wydatki powietrza w bocznicach 2 i 3.
2. Uwzględniając drogi niezależne wyznaczyć spiętrzenia wentylatorów W1 i W2.
3. Na podstawie otrzymanych spiętrzeń i wydatków V_2 i V_3 wyznaczyć sumaryczną moc wentylatorów W1 i W2.
4. Na podstawie drugiego prawa równowagi wyznaczyć opór aerodynamiczny tamy regulacyjnej.



Numer bocznicy	Opór bocznicy kg/m ⁷	Wydatek powietrza m ³ /s	Uwagi
0	0.4	-	-
1	1.0	-	-
2	1.2	-	-
3	1.5	-	-
4	0	-	atmosfera
5	0	-	atmosfera
6	0	-	atmosfera
A	0.5	25	odbiór powietrza
B	0.7	30	odbiór powietrza



Stan przed optymalizacją

Opór tamy regulacyjnej – 0 kg/m^7

Wydatek powietrza $V_1 = -17,82 \text{ m}^3/\text{s}$

Wydatek powietrza na wentylatorze W1 = $7,18 \text{ m}^3/\text{s}$

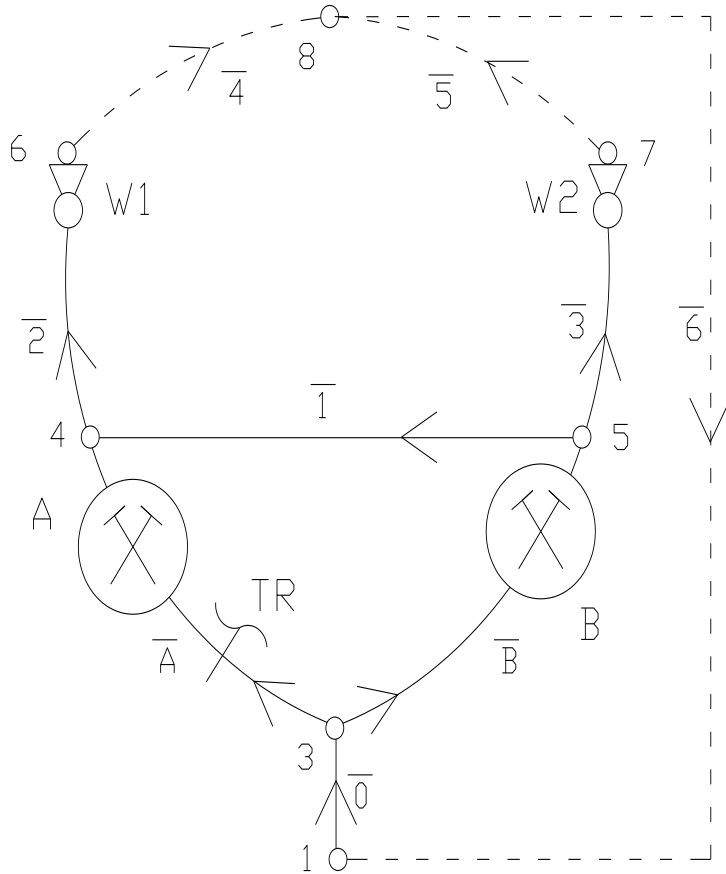
Wydatek powietrza na wentylatorze W2 = $47,82 \text{ m}^3/\text{s}$

Spiętrzenie wentylatora W1 = $1584,4 \text{ Pa}$

Spiętrzenie wentylatora W2 = $5270,1 \text{ Pa}$

Sumaryczna moc wentylatorów W1 i W2

263 393 W



Optymalizacja

$$N_{uW1,W2} = -0,3 \cdot (V_1)^3 + 225 \cdot (V_1)^2 - 1800 \cdot (V_1) + 160450 + 1 \cdot (V_1)^2 \cdot |V_1| + 25 \cdot V_1 \cdot |V_1|$$

$$(N_{uW1,W2})' = -0,9 \cdot (V_1)^2 + 450 \cdot V_1 - 1800 + \frac{50 \cdot (V_1)^2}{|V_1|} + \frac{3 \cdot (V_1)^3}{|V_1|}$$

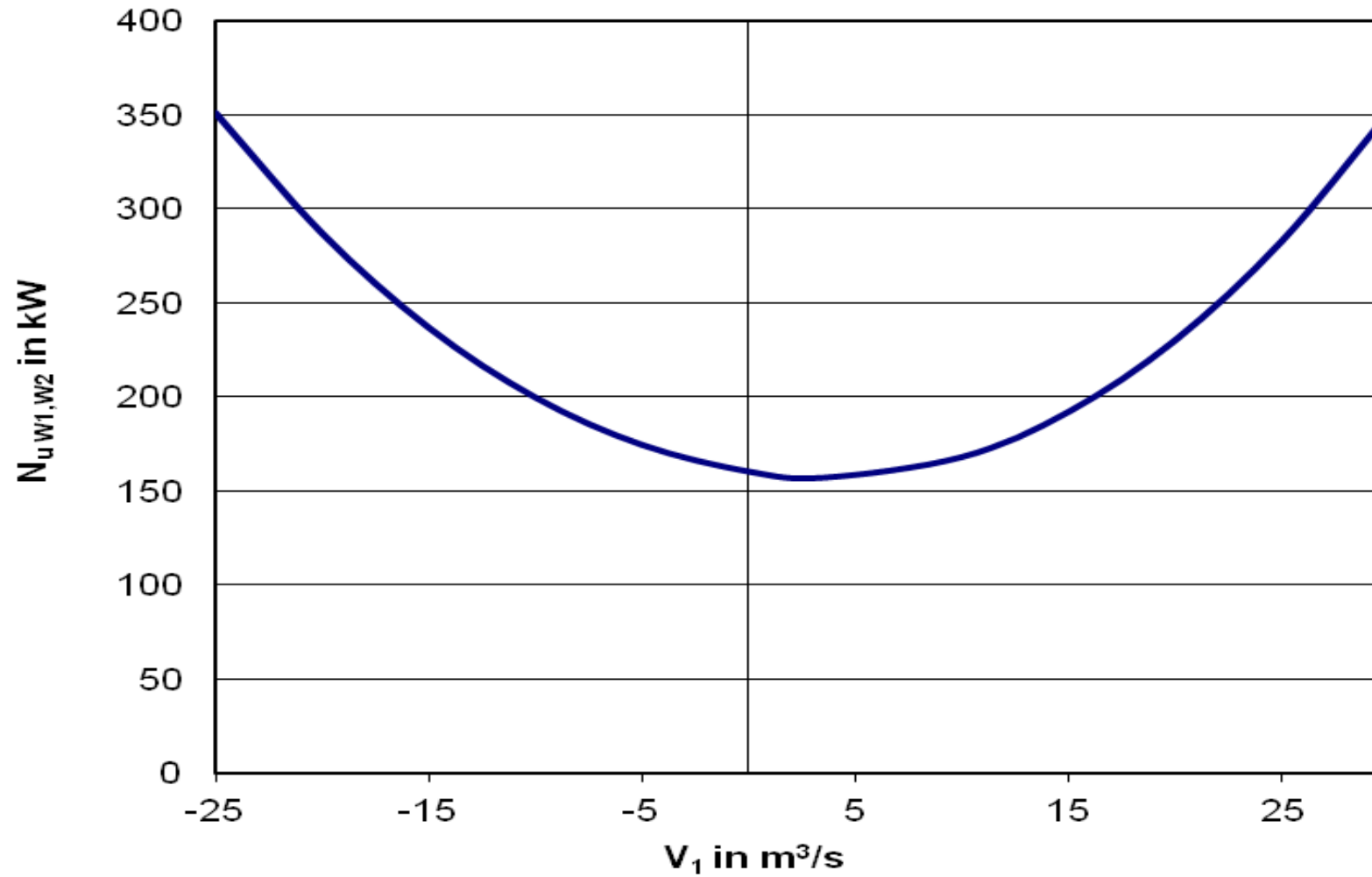
$$(N_{uW1,W2})'' = -1,8 \cdot V_1 + 450 + \frac{50 \cdot (V_1)^3}{|V_1|^3} + \frac{6 \cdot (V_1)^4}{|V_1|^3}$$

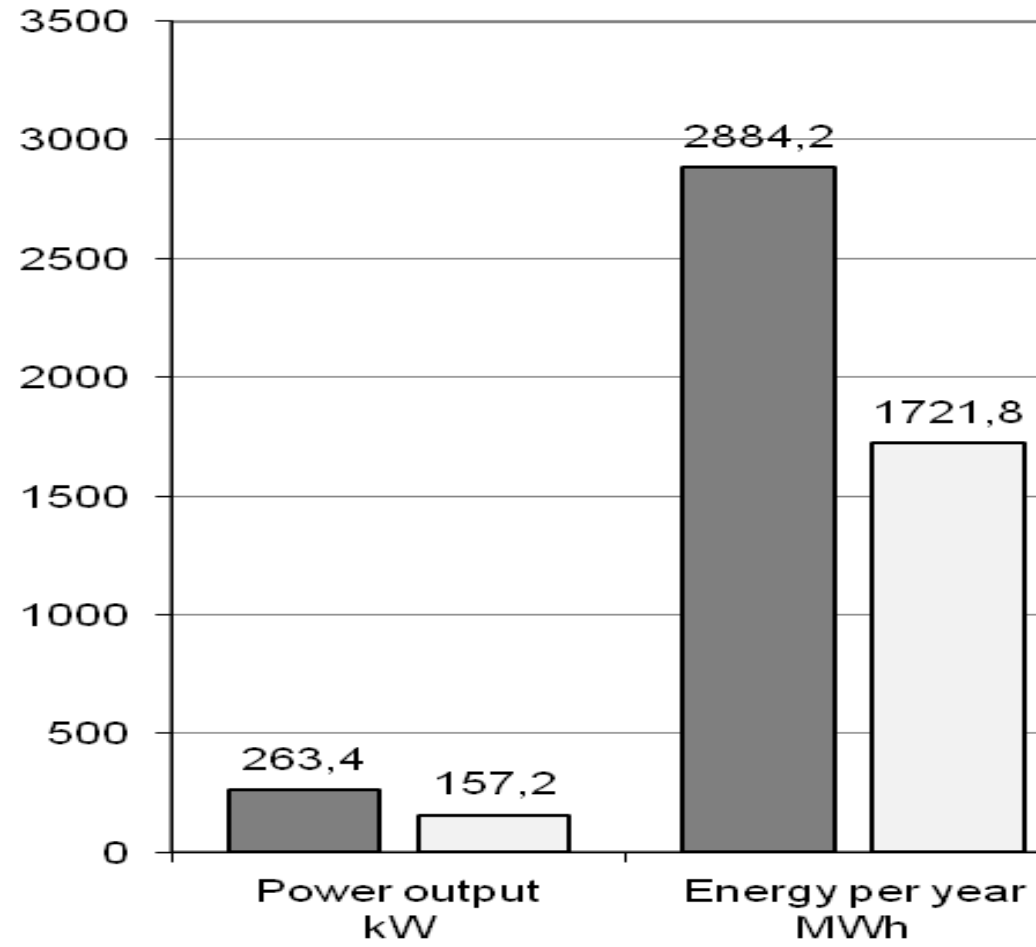
Wynik optymalizacji

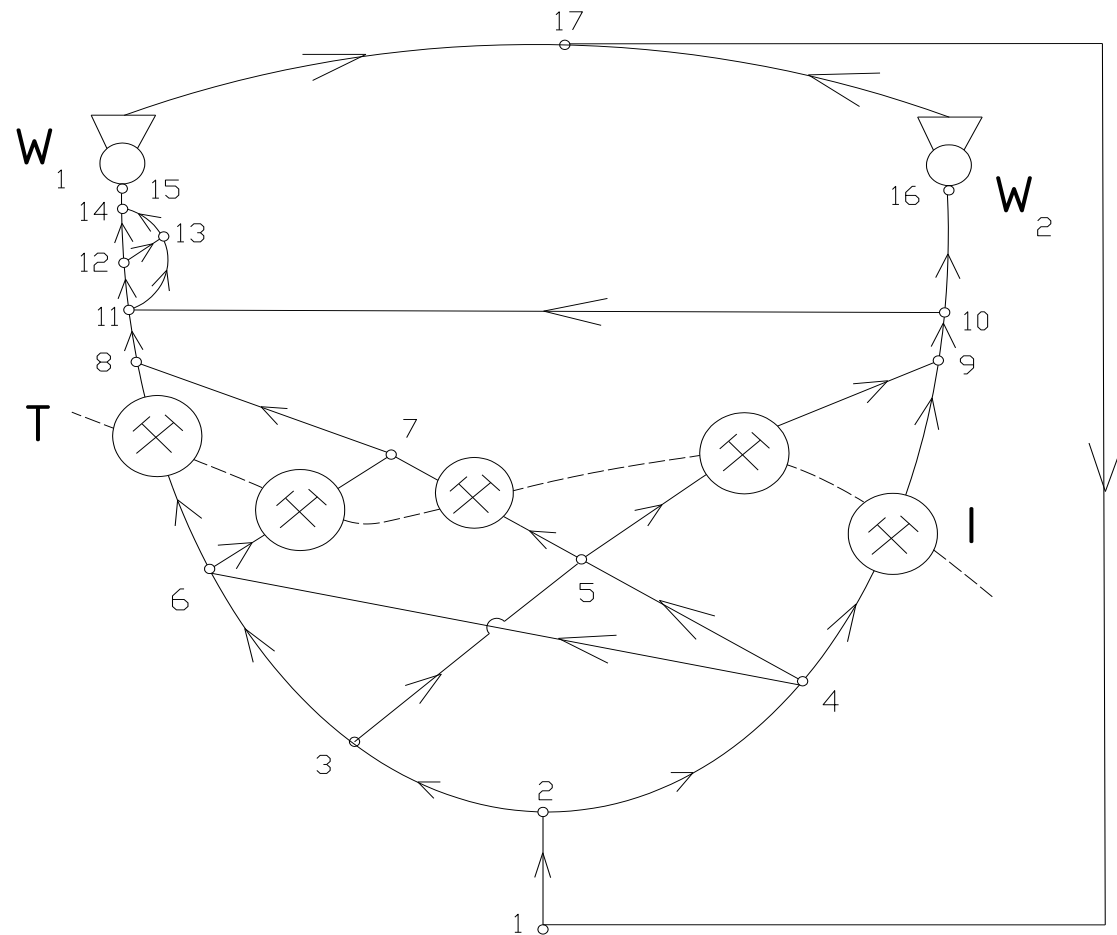
$$V_1 = 3,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

 $N_{uW1,W2}' = 514.91$ wartość dodatnia świadczy o minimum funkcji

$$N_{uW1,W2} = 157\,241 \text{ W}$$







Możliwości zastosowania metody do bardziej skomplikowanych sieci wentylacyjnych.

Wnioski

- 1) Przedstawiony nowy algorytm pozwala na określenie zarówno bezpiecznego, jak i optymalnego rozdziału powietrza. Celem optymalizacji jest zmniejszenie mocy wentylatorów przy zachowaniu stałego poziomu bezpieczeństwa w wyrobiskach górniczych.
- 2) Zmniejszenie całkowitej mocy użytecznej wentylatorów zostało osiągnięte poprzez zwiększenie oporu w bocznicy A co jest znacznie sprzeczne z intuicją.
- 3) Prąd łączący podsieci wentylatorów głównego przewietrzania może przyczynić się do możliwości obniżenia sumarycznej mocy użytecznej tych wentylatorów.

Dziękuję za uwagę