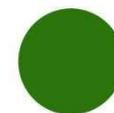


**AGH**



**12**

**SZKOŁA AEROLOGII GÓRNICZEJ  
KOMITET GÓRNICCTWA PAN  
TARGANICE**

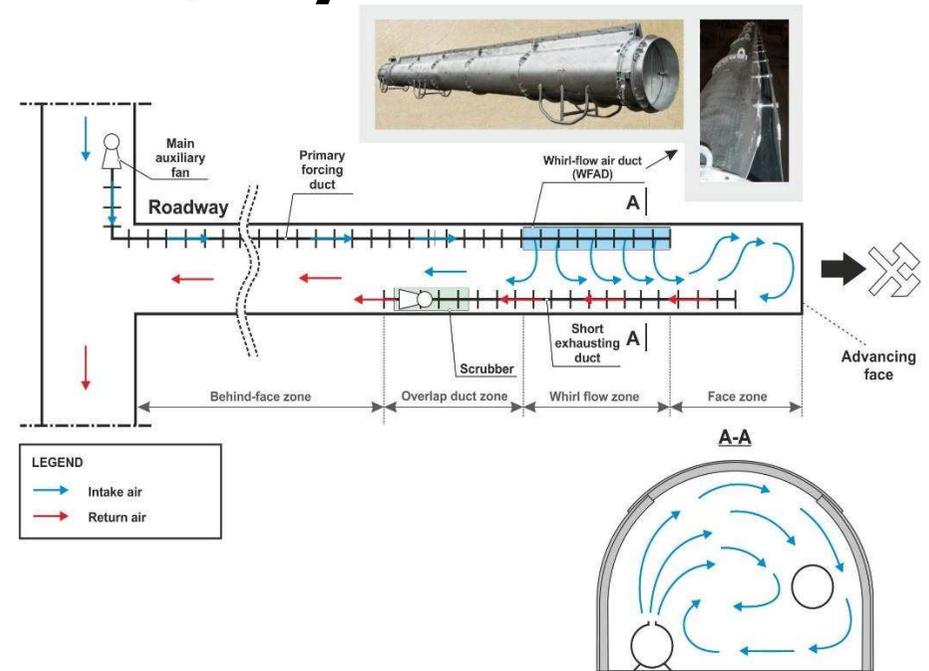


**Rozkład stężeń metanu w strefie przyzrodkowej drążonego  
wrobiska chodnikowego z wentylacją lutniową kombinowaną**

**Dariusz Obracaj,  
Marek Korzec,  
Paweł Deszcz**

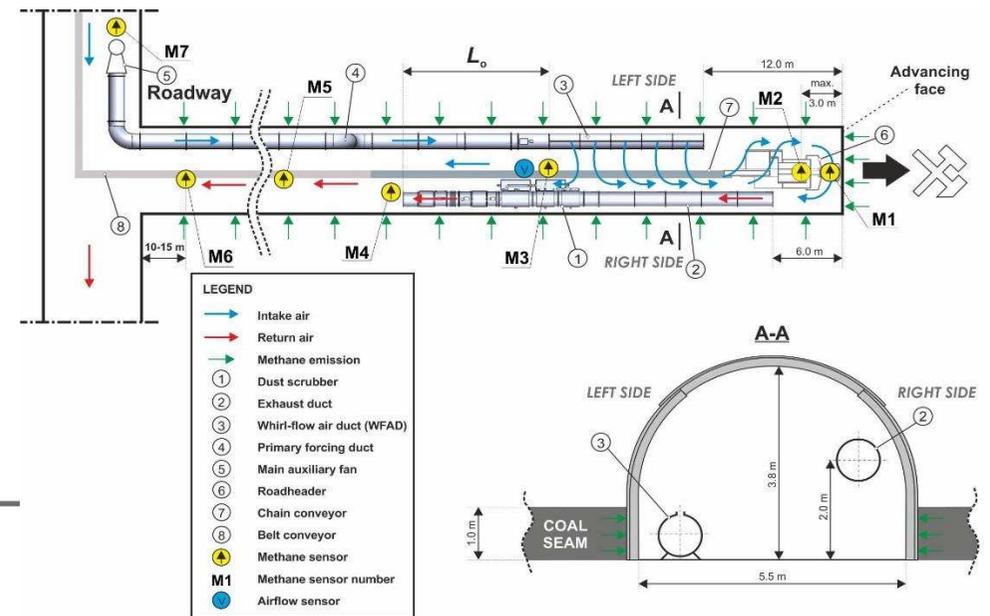
# Cel badawczy

- Sprawdzenie wpływu długości strefy zazębiania na rozkład koncentracji metanu w strefie przyprzodkowej



Odniesienie praktyczne:

Wyniki pomiarów w trakcie drążenia Chodnika taśmowego B-6 w pokładzie 405/1 o miąższości 1 m



# Założenia modelu geometrycznego



Pole powierzchni przekroju poprzecznego 17,6 m<sup>2</sup>

Obudowa : ŁP V36/12/4

Wyposażenie strefy przyprzodkowej:

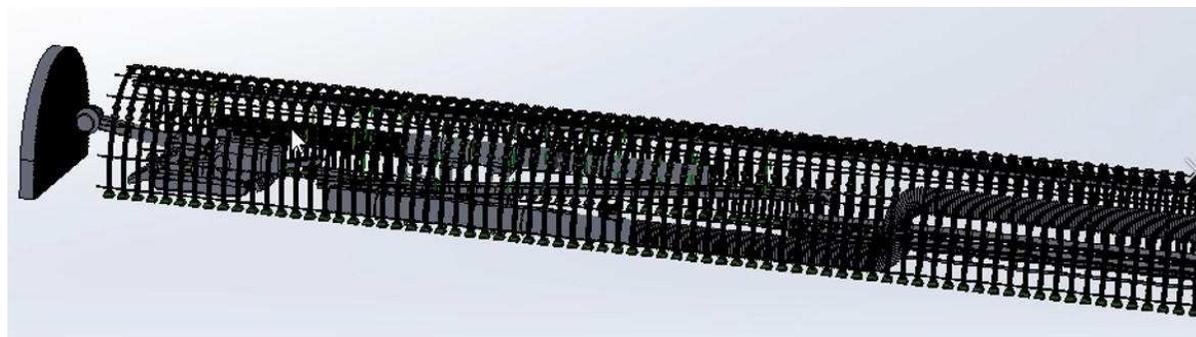
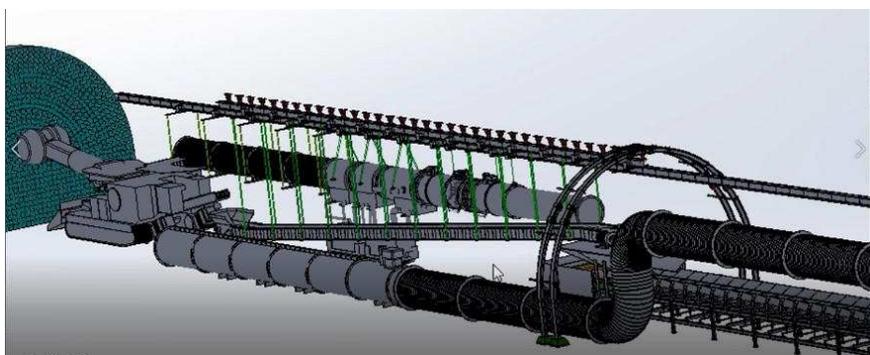
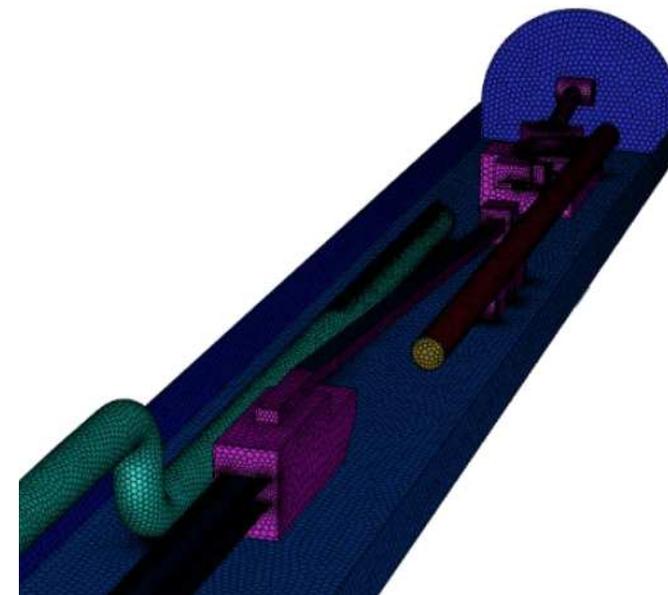
- Kombajn chodnikowy AM75
- Lutnia wirowa WIR-1000
- Urządzenie odpylające UO800-1000
- Przenośnik taśmowy GWAREK-1000
- Przenośnik zgrzeblowy SKAT80/KJ

Wysokość podwieszenia urządzenia odpylającego: 2000mm

Odległość urządzenia odpylającego od przodka: 6000mm

Odległość lutni wirowej od przodka 6000mm

Długość strefy zazębiania - wariantowa: 5, 10, 15, 20 m

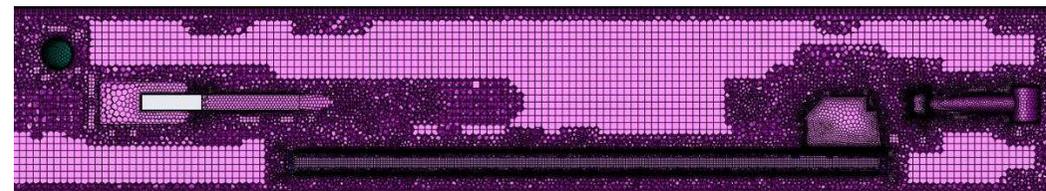




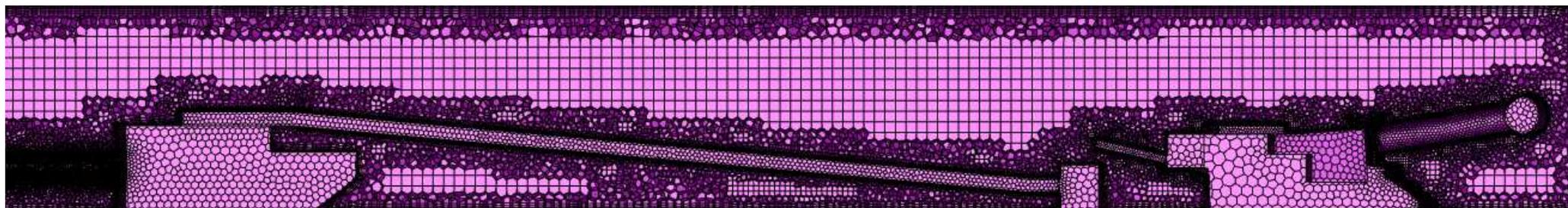


» Indywidualna siatka obliczeniowa dla każdego obiektu

- Urządzenie odpylające 0,175m
- Szczelina wylotowa lutni wirowej 0,0035m
- Lutniociągi 0,175m
- Górotwór-przodek i 0,200m
- Taśmociągi 0,125m
- Pozostałe obiekty 0,200m



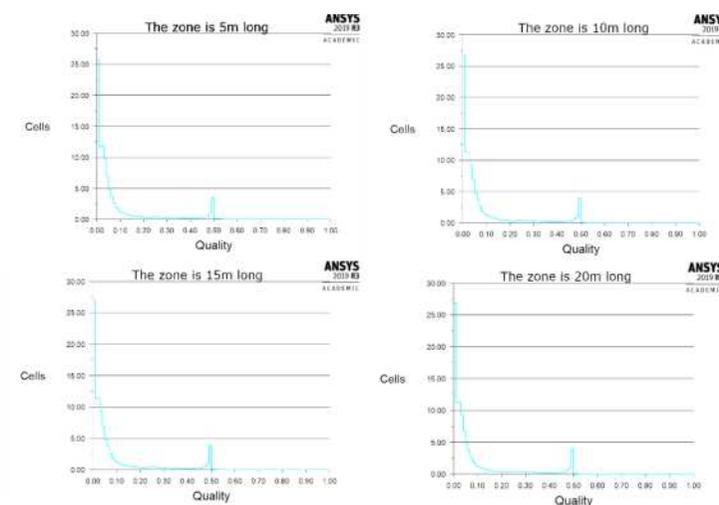
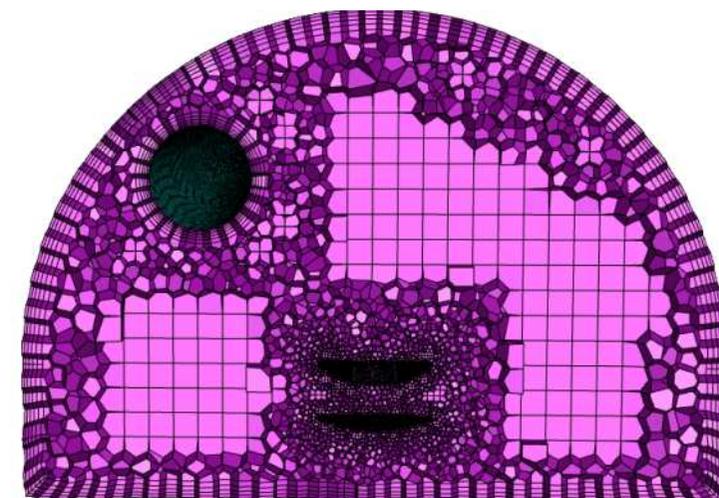
- » Współdzielona topologia obiektów tworzących domenę obliczeniową
- » Geometria obliczeniowa pozbawiona pustek
- » Siatka wykonywana dwustopniowo – powierzchniowo i następnie objętościowo
- » Zastosowanie algorytmów polepszających jakość siatki obliczeniowej
- » Zastosowanie algorytmów dogęszczających siatkę obliczeniową w miejscach prognozowanego występowania zawirowań powietrza



# Jakość dyskretyzacji

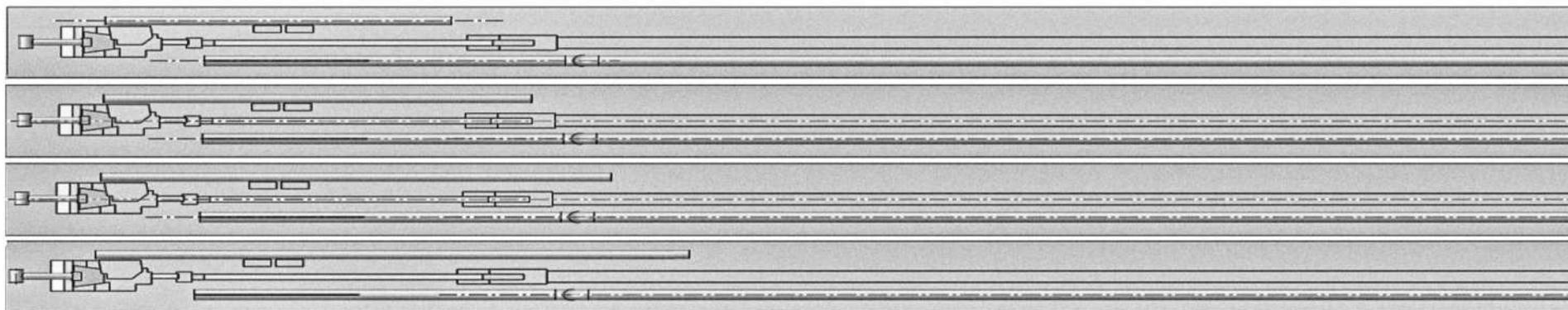


Parametr	Wartość			
Długość strefy zązębiana	5m	10m	15m	20m
Ilość elementów	6 800 000	6 580 000	6 590 000	6 650 000
Minimalna jakość ortogonalna	0,42	0,42	0,43	0,43





- » Symulacja: stan ustalony
- » Model przepływu: k-e Realizable z rozszerzoną funkcją ściany
- » Model Species dla mieszaniny powietrze-metan (tożsamość składników) w funkcji volume weighted mixing law
- » Bez równania energii – symulacja numeryczna dla przypadku izotermicznego
- » Lutniociąg w strefie przyprzodkowej : bez ucieczek powietrza
- » Lutnia wirowa z nadanym warunkiem mass-flow inlet o wartości 8 kg/s w kierunku normalnym do powierzchni wylotowej ze szczeliny lutni wirowej
- » Lutniociąg i urządzenie odpylające : przepływ bez ucieczek powietrza o stałej wydajności 6,4 kg/s
- » Urządzenie odpylające zostało zamodelowane jako źródło pędu w kierunku osi X o wartości 9 N/m<sup>3</sup>
- » Wylot mieszaniny powietrza i metanu z wyrobiska (przekroju poprzecznego modelu geometrycznego) zdefiniowany jako pressure-outlet



# Warunki brzegowe – emisja metanu



- » Wydzielanie metanu zostało zamodelowane autorskim skryptem w postaci UDF nakładającym dla każdej iteracji obliczoną wartość emisji metanu dla określonej pozycji komórki sieci obliczeniowej
- » Wartość wyznaczonej wydzielania metanu jest ściśle zależna od wielkość oczka sieci obliczeniowej dla której emisja jest w danej iteracji wyznaczona!

Wydzielanie CH<sub>4</sub> z transportowanego węgla

$$\frac{dV(\tau)}{d\tau} = -c_d \cdot V_d \cdot \tau$$

Wydzielanie CH<sub>4</sub> z przodka

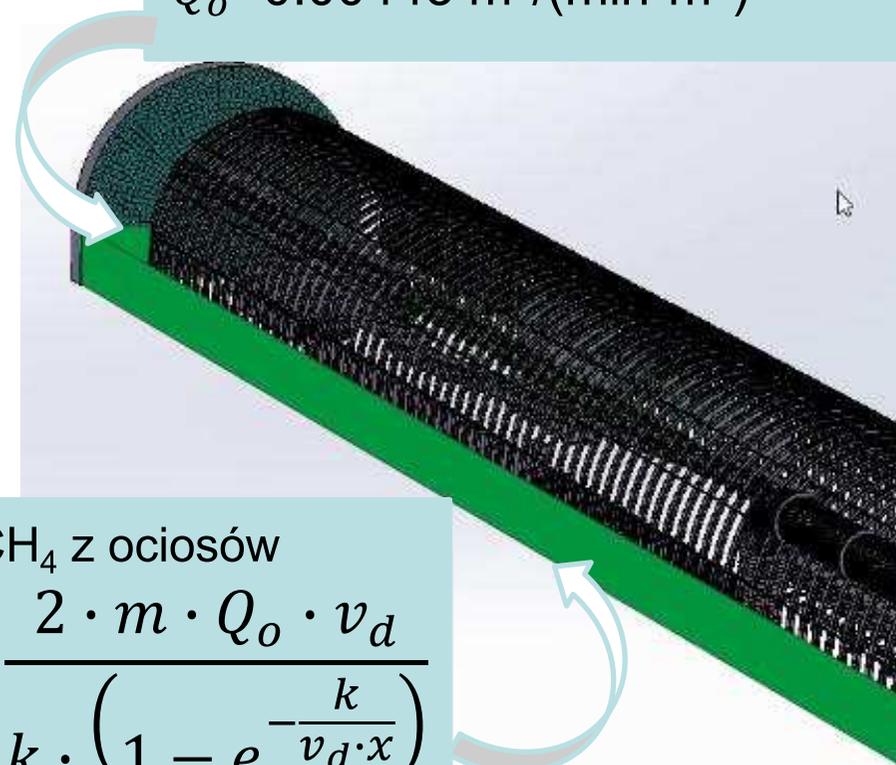
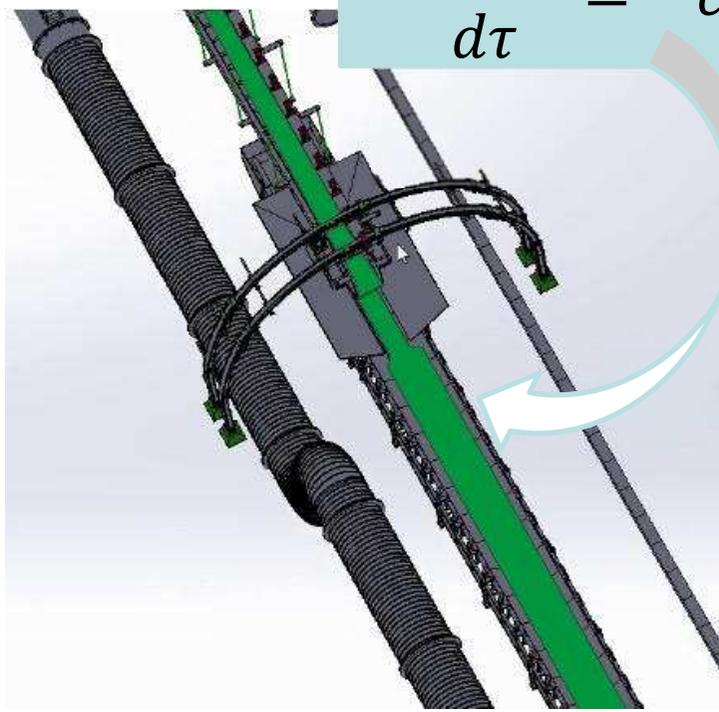
$$Q_f = const.$$

$$Q_f = Q_o \cdot m \cdot b$$

$$Q_o = 0.00443 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$$

Wydzielanie CH<sub>4</sub> z ociosów

$$Q_w(x,t) = \frac{2 \cdot m \cdot Q_o \cdot v_d}{k \cdot \left(1 - e^{-\frac{k}{v_d \cdot x}}\right)}$$

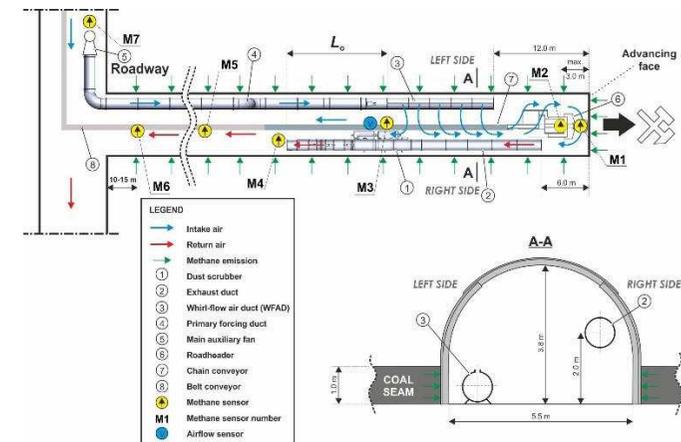
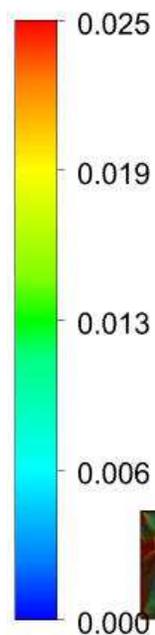


# Walidacja modelu numerycznego

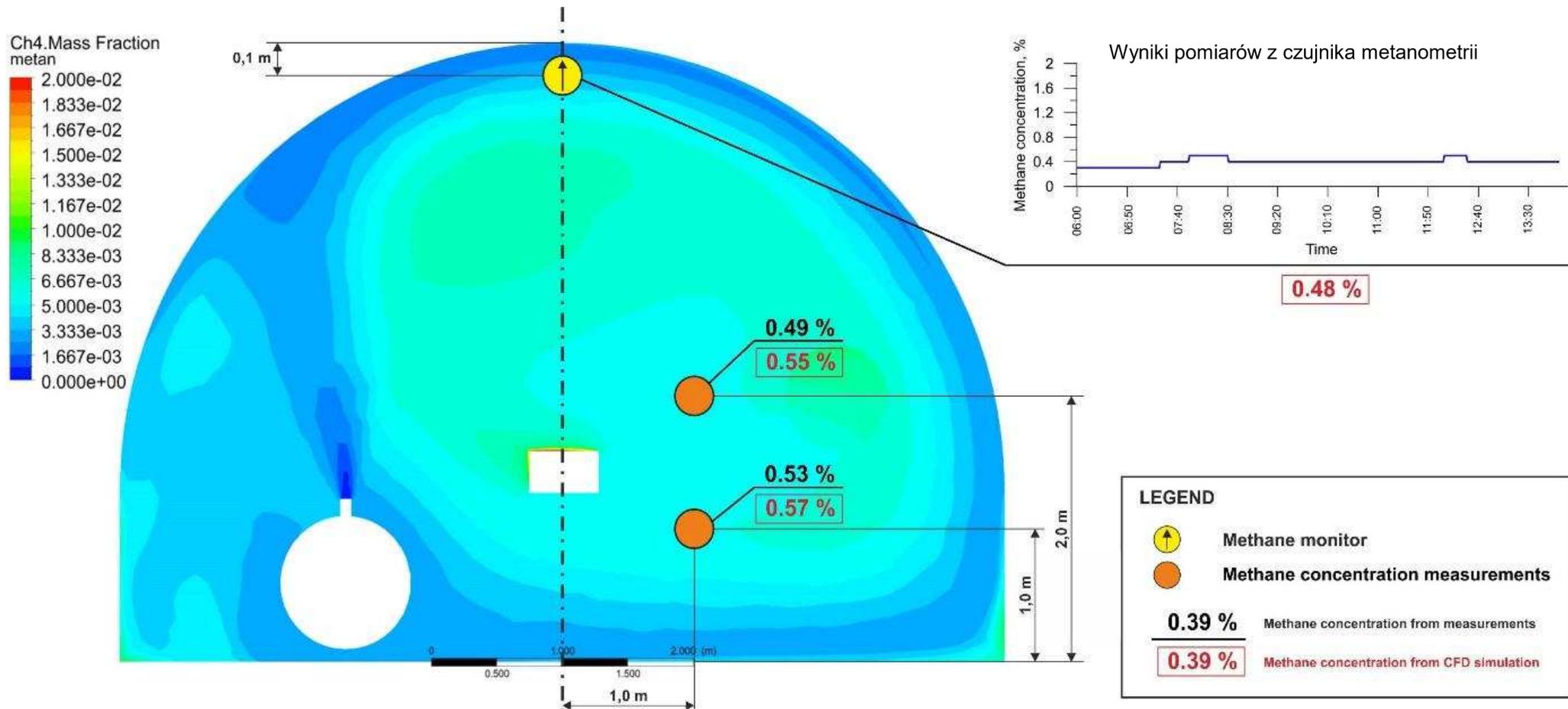


- » Pomiary rzeczywiste dla strefy zazębiania o długości 10m
- » Pomiary realizowane dla pierwszej zmiany roboczej 6:00-14:00
- » Średnia metanowość wyrobiska 7 m<sup>3</sup>/min
- » Punkty pomiarowe na wysokości 1m oraz 2m nad spągkiem oraz 0,1m od stropu
- » Przekroje porównawcze w odległości 22m, 32m oraz 42m od przodka

Ch4.Mass Fraction

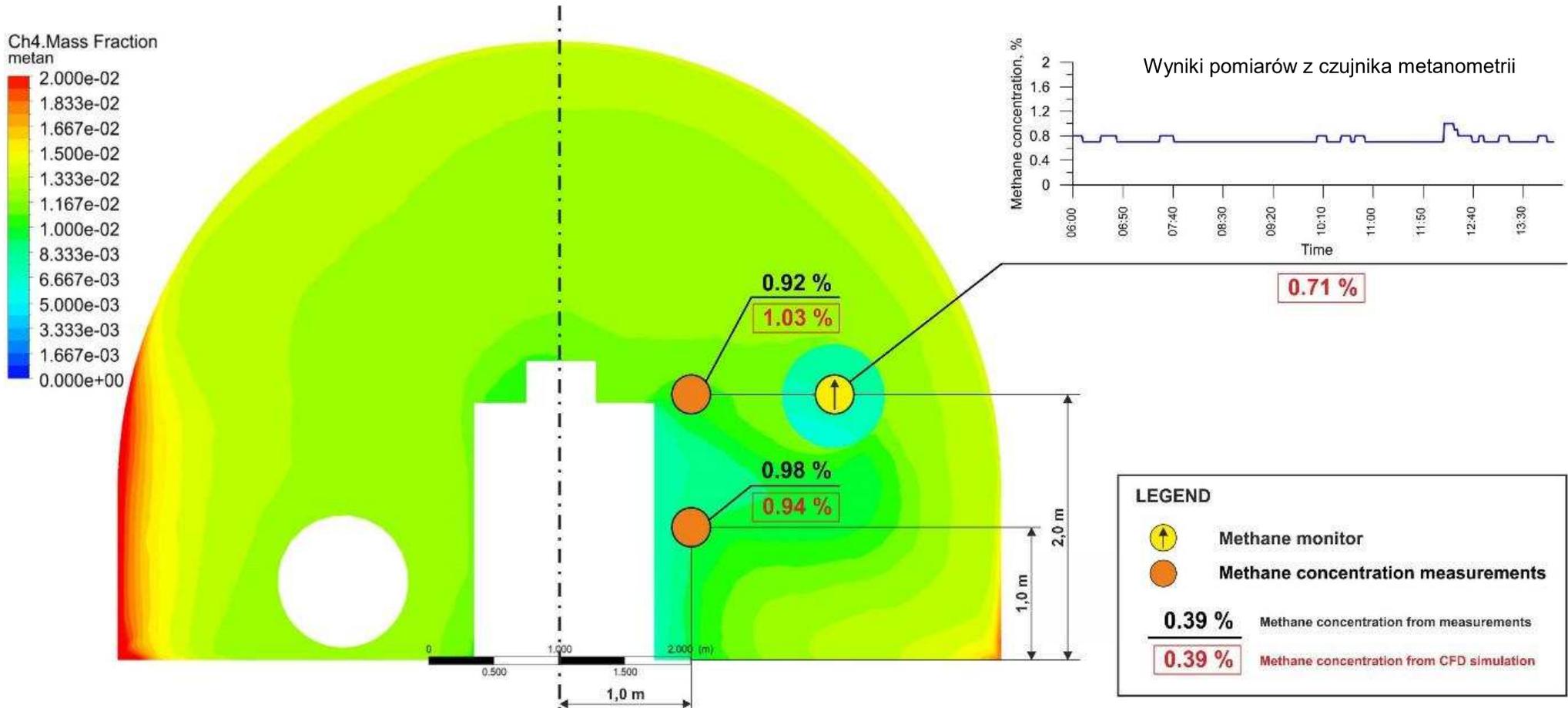


# Walidacja modelu numerycznego



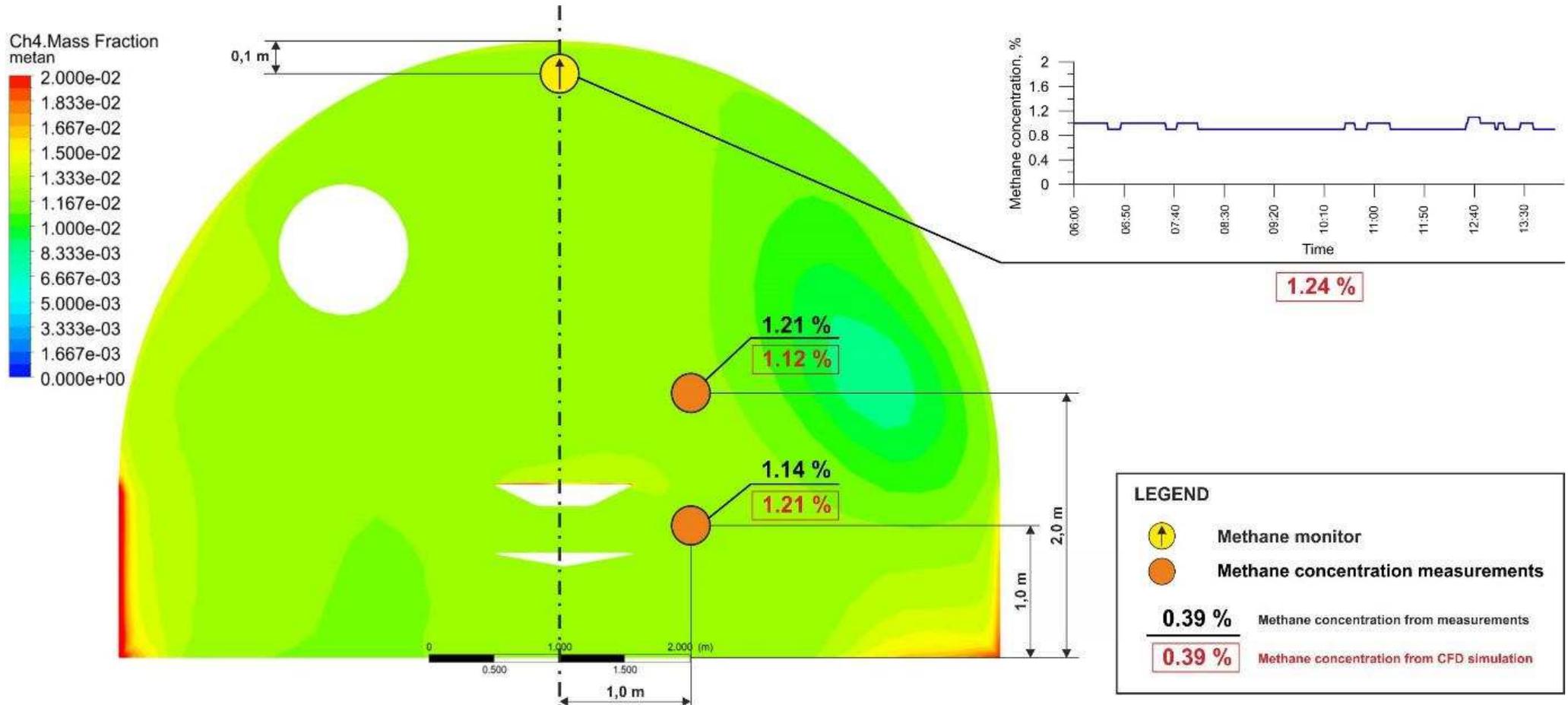
Rozkład stężeń metanu w przekroju wyrobiska w odległości 22 m od przodka w miejscu lokalizacji czujnika metanu M3 (w strefie zazębiania - 2 m od lutni wirowej)

# Walidacja modelu numerycznego



Rozkład stężeń metanu w przekroju wyrobiska w odległości 32 m od przodka w miejscu lokalizacji czujnika metanu M4 (**na wylocie z odpylacza**)

# Walidacja modelu numerycznego



Rozkład stężeń metanu w przekroju wyrobiska w odległości 42 m od przodka w miejscu lokalizacji czujnika metanu M5 (**10 m za strefą zazębienia**)

# Wyniki symulacji numerycznej

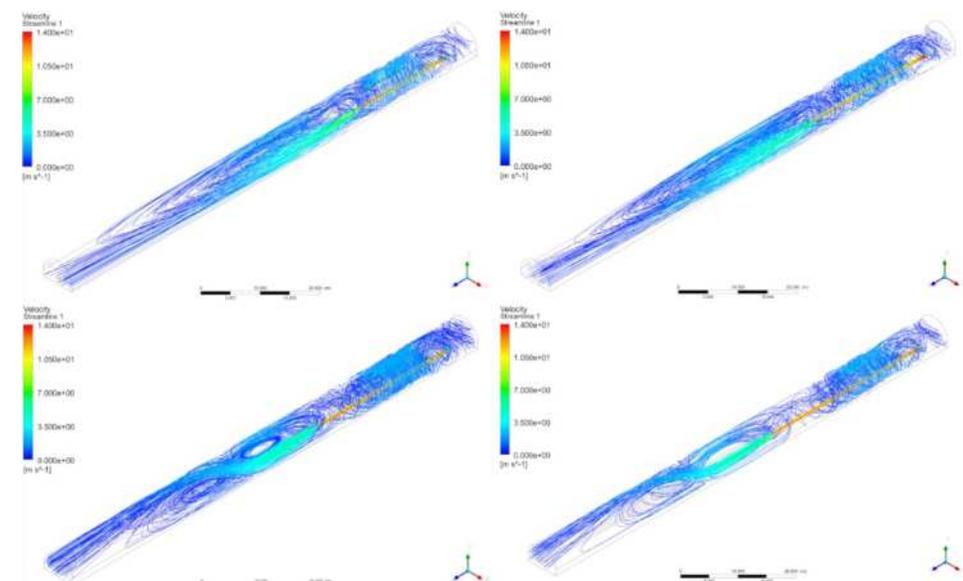
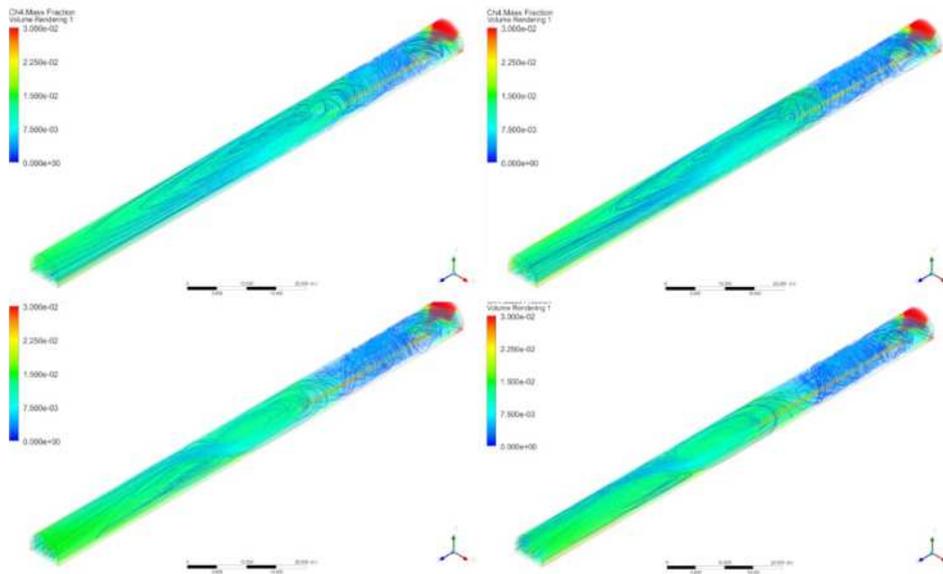
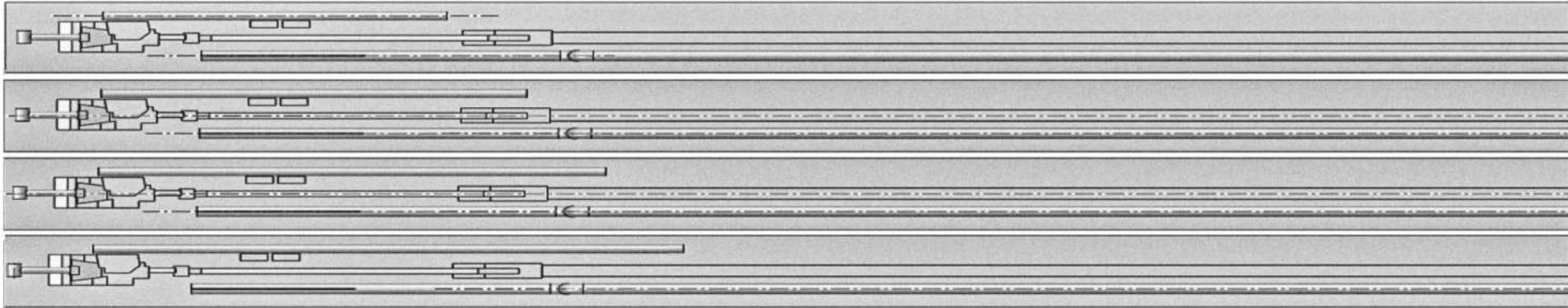


Wariant a)

Wariant b)

Wariant c)

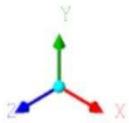
Wariant d)



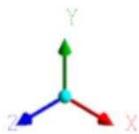
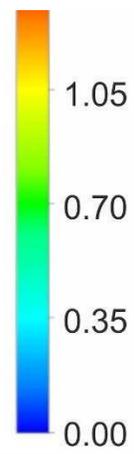
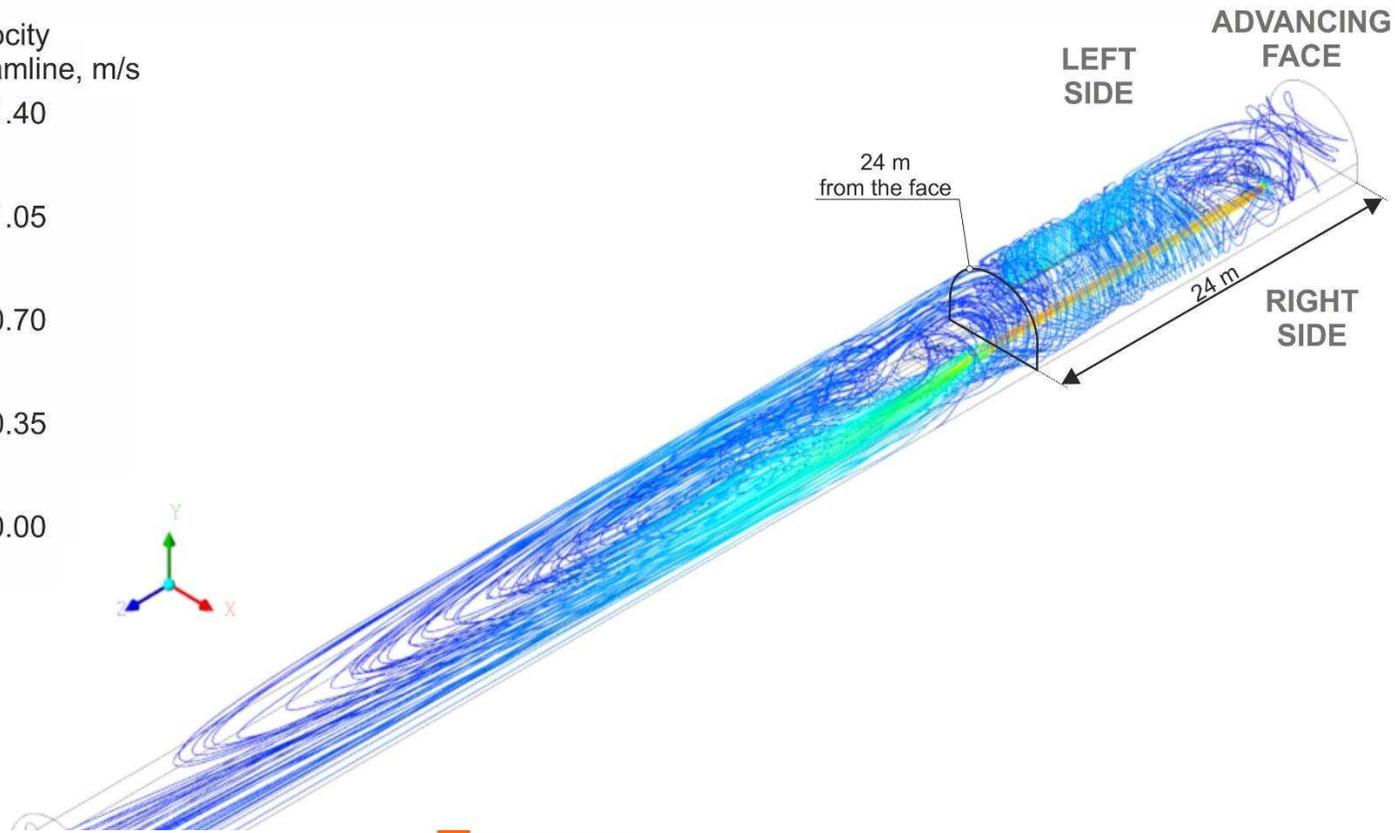
Koncentracje metanu a)  $L_0=5m$ , b)  $L_0=10m$ , c)  $L_0=15m$ , d)  $L_0=20m$ ,

Linie prądu powietrza a)  $L_0=5m$ , b)  $L_0=10m$ , c)  $L_0=15m$ , d)  $L_0=20m$

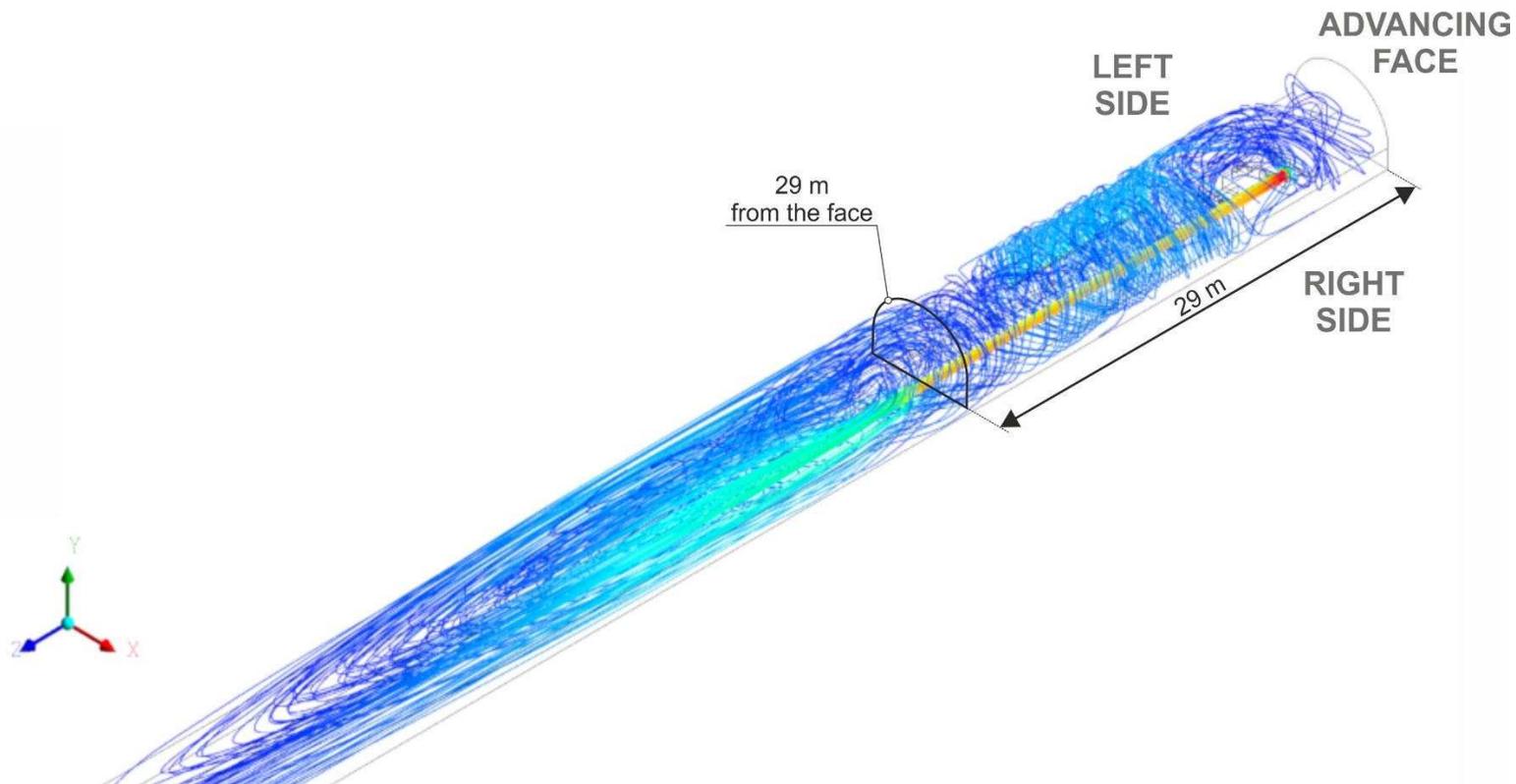
Velocity  
streamline, m/s



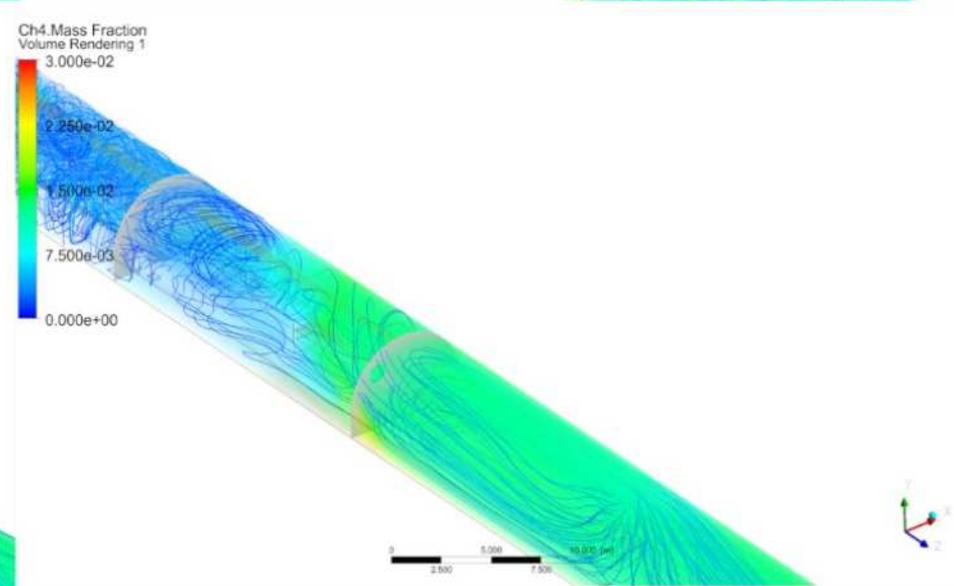
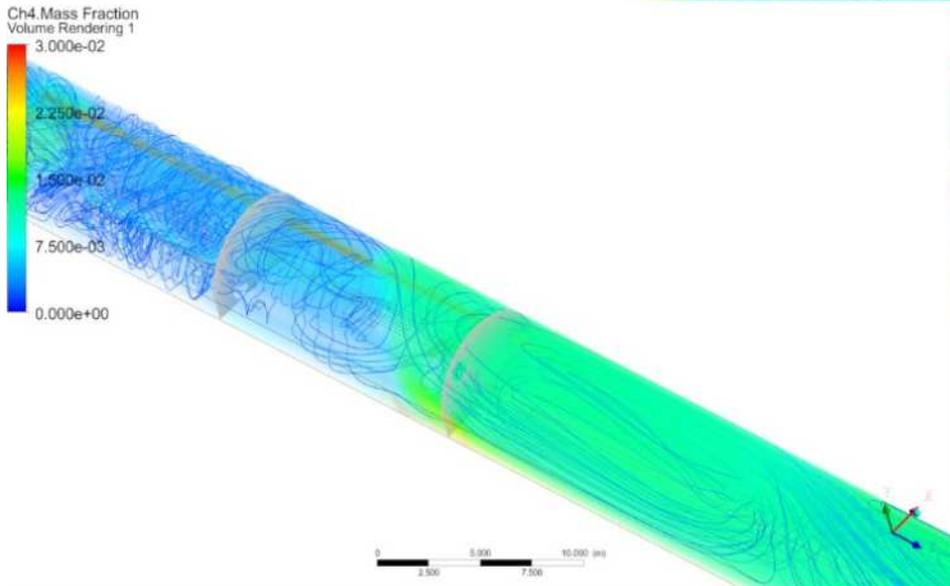
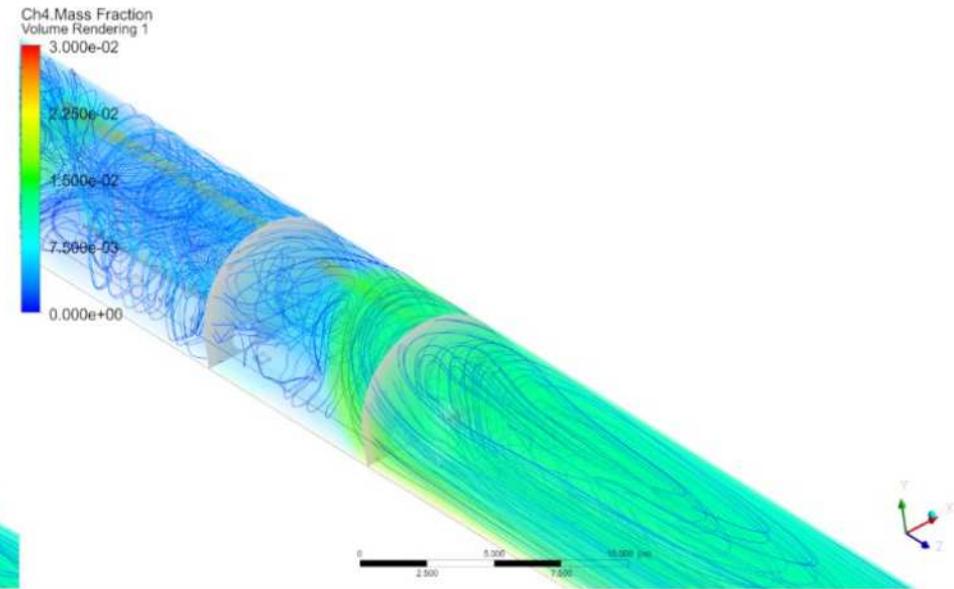
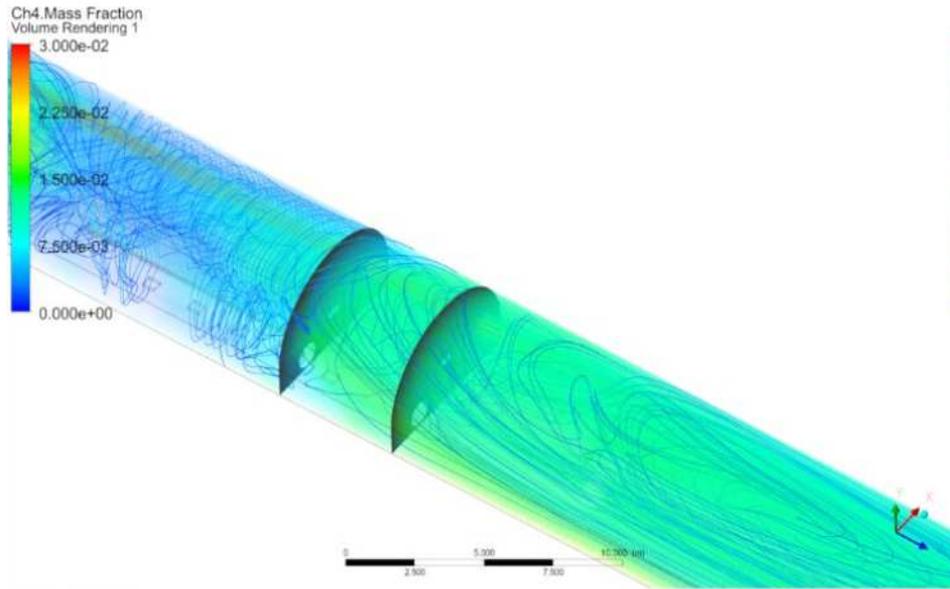
a)



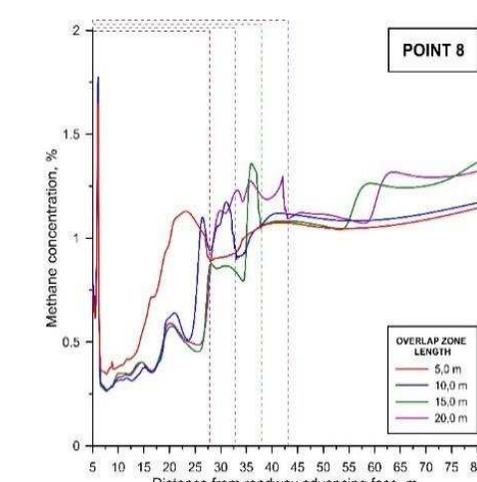
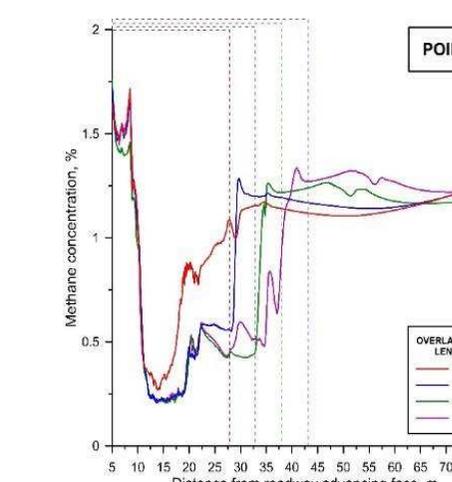
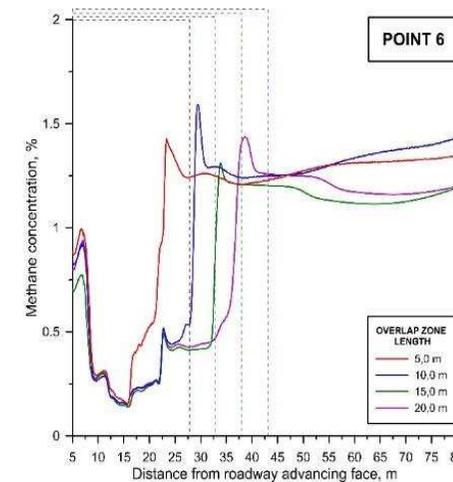
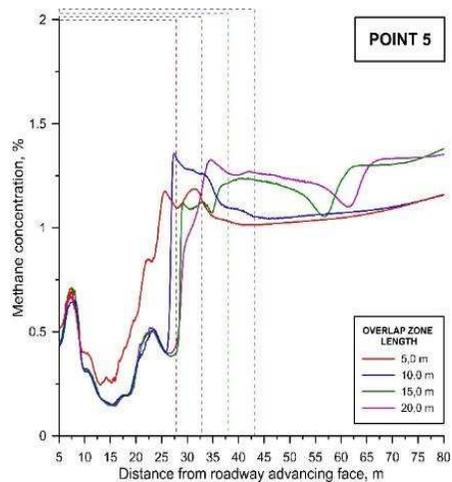
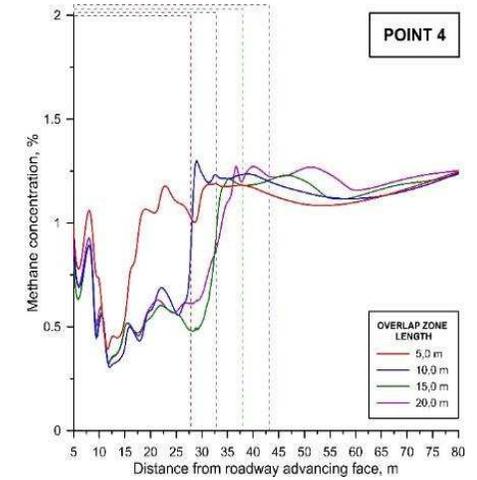
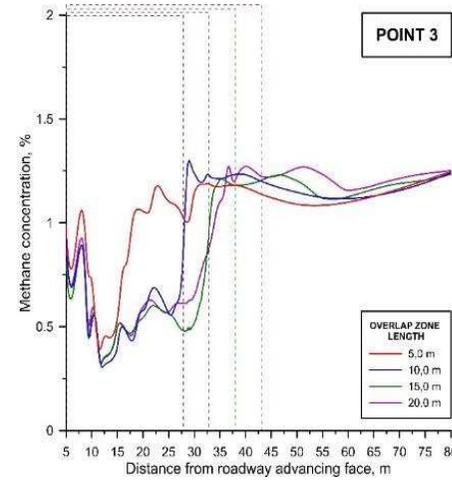
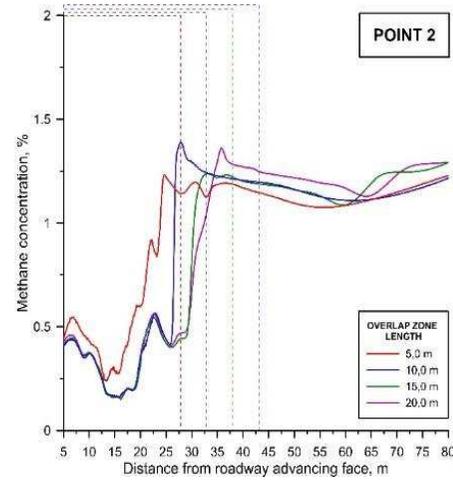
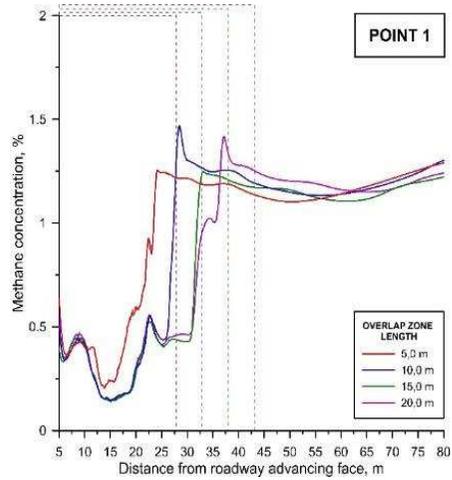
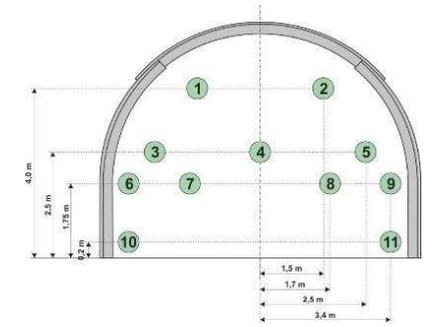
b)



# Wyniki symulacji numerycznej

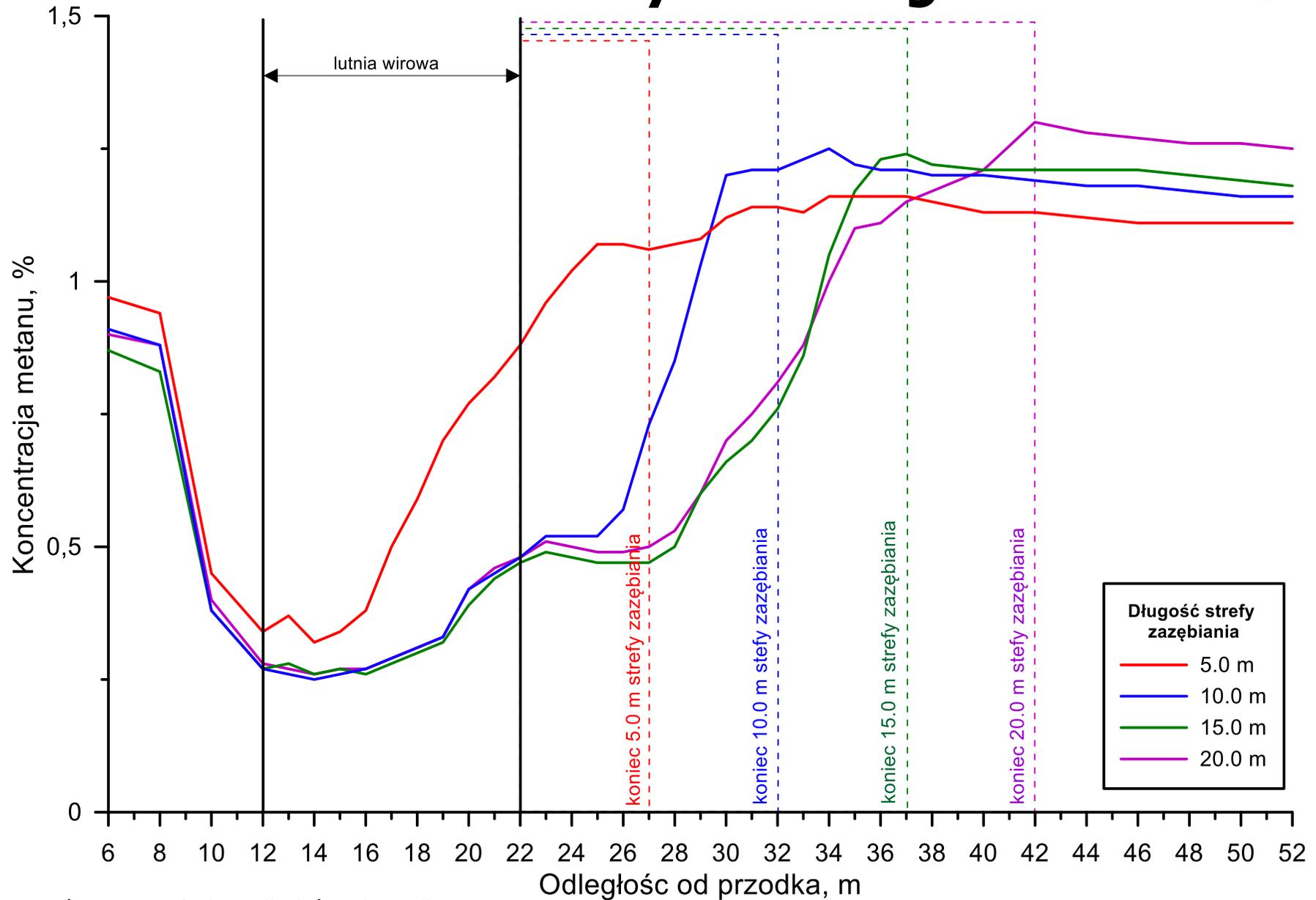
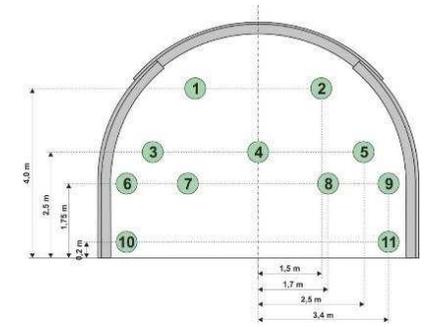


# Wyniki symulacji numerycznej



Wykresy rozkładu stężeń metanu w funkcji odległości od przodka w punktach przekroju poprzecznego wyrobiska dla wykonanych symulacji CDF: a) point 1; b) point 2; c) point 3; d) point 4; e) point 5; f) point 6; g) point 7; h) point 8;

# Wyniki symulacji numerycznej



Wykresy rozkładu stężeń metanu w funkcji odległości od przodka



- ❑ Narzędzia obliczeniowej mechaniki płynów (ang. *Computational Fluid Dynamics*) mogą być stosowane do rozpatrywania lokalnych zagadnień wentylacyjnych w wyrobiskach podziemnych.
- ❑ Wykonanie szczegółowego modelu geometrycznego oraz konstrukcja siatki obliczeniowej mają istotne znaczenie na uzyskiwane wyniki i wnioski wynikające z ich analizy.





- » S. Lowndes, A.J. Crossley, Z.Y. Yang, The ventilation and climate modeling of rapid development tunnel drainages. *Tunnelling and Underground Space Technology* Volume 19, Issue 2, March 2004, Pages 139-150
- » J. Janus, K. Krawczyk, Defining the computational domain and boundary conditions for fluid flow in a mining excavation. *Archives of Mining Sciences*, v.68, issue 3, 425-441. DOI: 10.24425/ams.2023.146860
- » Javier Toraño , Susana Torno , Mario Menendez , Malcolm Gent , Judith Velasco. Models of methane behaviour in auxiliary ventilation of underground coal mining. *International Journal of Coal Geology* 80 (2009) 35–43
- » Moloney, K.W., Lowndes, I.S., Hargrave, 1999. Analysis of flow patterns in drivages with auxiliary ventilation. *Trans. Inst. Min. Metall. (Sect. A: Min. Ind.)* 108, 17–26
- » Petrov, T., Wala, A.M., and Huang, G., 2013. Parametric study of airflow separation phenomenon at face area during deep cut continuous mining, *Mining Technology*, vol. 122, no. 4. pp. 208-214
- » Pawiński J., Roszkowski J., Emission of methane into mine galleries driven in coal by means of combined cutter-loaders . *Archives of Mining*, tom 30, z.2, Kraków 1985
- » Szlązak N., Tor A.: Distribution of methane in mining galleries excavated with continuous miners with regard to air leakages. *Archives of Mining Science*, vol. 42, issue 4, 1997
- » Szlązak N., Borowski M., Obracaj D., Swolień J., Korzec M., 2015. Odmetanowanie górotworu w kopalniach węgla kamiennego. Wydawnictwa AGH, Kraków 2015
- » Roszkowski J., Pawiński J., Nowak B.: Stężenie metanu wydzielającego się w przodku wyrobiska chodnikowego z węgla urabianego kombajnem. *Archiwum Górnictwa*, t.39, z.4, 1994
- » Hasheminasaba F., Bagherpoura R., Aminossadatib S. M. Numerical simulation of methane distribution in development zones of underground coal mines equipped with auxiliary ventilation. *Tunnelling and Underground Space Technology* 89 (2019) 68–77. DOI: 10.1016/j.tust.2019.03.022



# DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ