



12

SZKOŁA AEROLOGII GÓRNICZEJ
KOMITET GÓRNICTWA PAN
TARGANICE



Integracja nowoczesnych technik wizualizacji i symulacji w optymalizacji systemów wentylacyjnych w górnictwie podziemnym

Marek Borowski, Andrzej Szmuk, Konrad Krokos

Wprowadzenie



- Współczesne górnictwo podziemne stoi przed wieloma wyzwaniami, które **wymagają zaawansowanych rozwiązań technologicznych.**
- Jednym z kluczowych aspektów bezpieczeństwa i efektywności operacji górniczych jest odpowiednie **zarządzanie systemami wentylacyjnymi.**
- W ostatnich latach, rozwój nowoczesnych technologii wizualizacji i symulacji otworzył nowe możliwości w zakresie optymalizacji tych systemów.
- Zostaną omówione najnowsze osiągnięcia w tej dziedzinie, korzyści wynikające z ich zastosowania oraz potencjalne wyzwania.
- Przeanalizujemy również studia przypadków, które ilustrują praktyczne zastosowanie tych technologii w rzeczywistych warunkach górniczych.

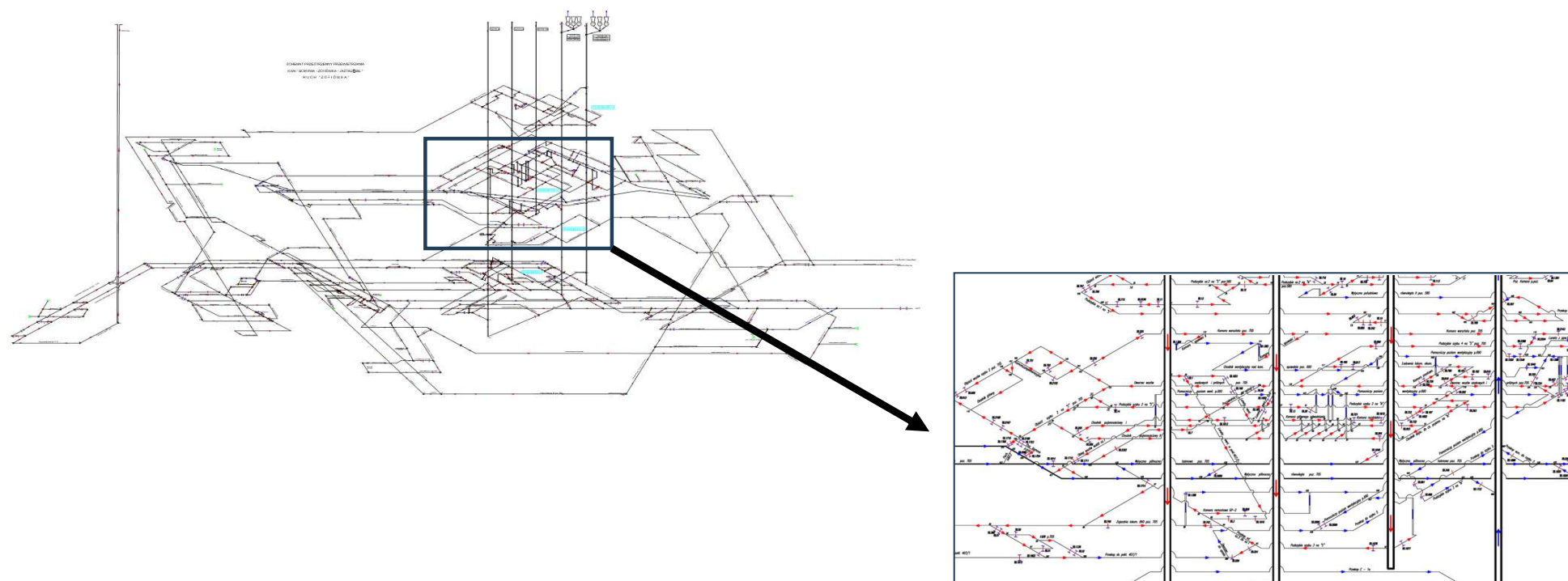
Dlaczego modelujemy i projektujemy systemy wentylacyjne?

- prognozowanie „atmosfery” w kopalniach
- projektowanie sieci wyrobisk podziemnych.
- zachowanie standardów i przepisów bhp;
- utrzymanie produktywność;
- kontrola kosztów wentylacji /efektywność wentylacji;





Dotychczasowa wizualizacja sieci wentylacyjnych



Po co nam oprogramowanie do wentylacji komputerowej?



- Przewidywanie bieżących i przyszłych wymagań dotyczących wentylacji;
- Oszacowanie, zaprojektowanie i kosztorysowanie infrastruktury wentylacyjnej;
- Prawidłowe dobranie wielkości i zaprojektowanie wentylatorów i regulatorów;
- W celu obliczenia wymagań dotyczące kosztów energii i wentylacji.



Współczesne możliwości oprogramowania



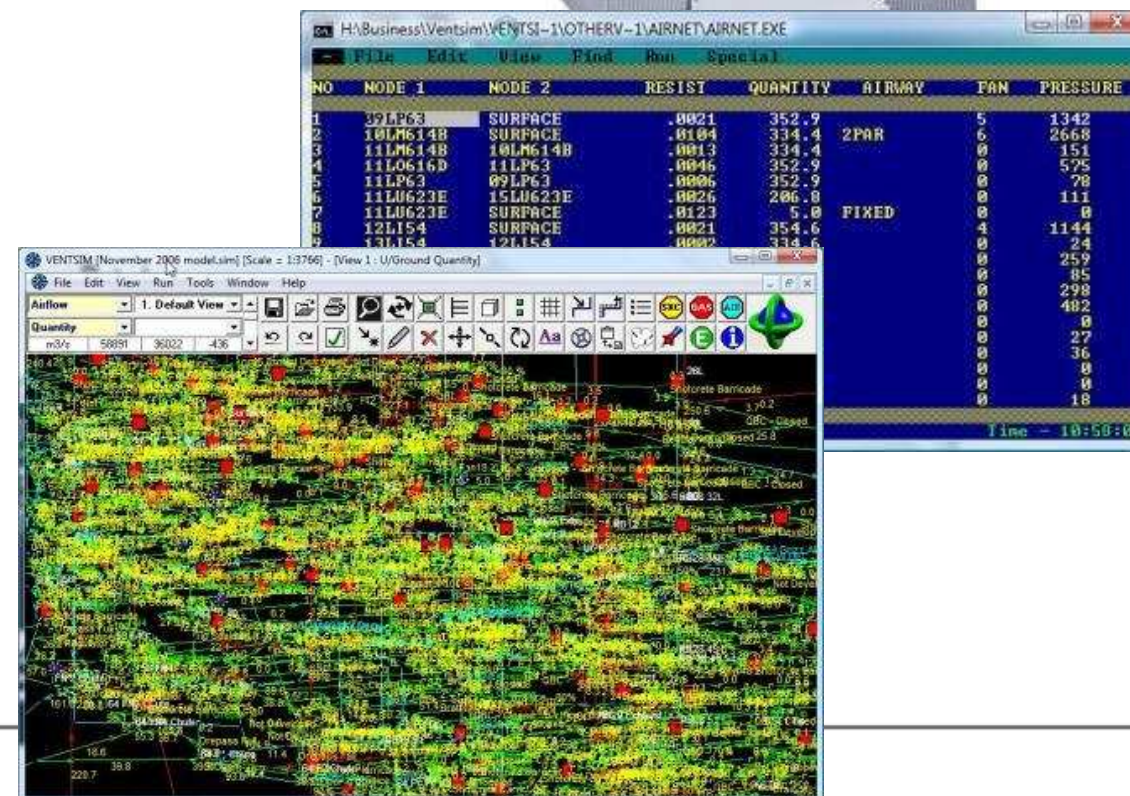
- Modelowania 3D struktury wyrobisk podziemnych,
- Symulacja wentylacji opływowej i odrębnej wyrobisk podziemnych,
- Określenia parametrów przepływów powietrza z uwzględnieniem zmian gęstości powietrza (płyn ściśliwy), rozkładu temperatur i wilgotności w wyrobiskach,
- Prognozowania dopływu ciepła i wilgoci z górotworu oraz od maszyn, modelowanie ogrzewania i chłodzenia powietrza;
- Określenia stężenia gazów oraz rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w wyrobiskach górniczych;
- Dynamiczne rozprzestrzenianie się gazów postrzałowych;
- Symulacja cząstek stałych (DPM)
- Symulowanie pożaru podziemnego z rozplywem gazów pożarowych oraz z wyznaczeniem dróg ucieczkowych;
- Aby wyświetlić informacje w czasie rzeczywistym o podziemnych systemach wentylacyjnych.

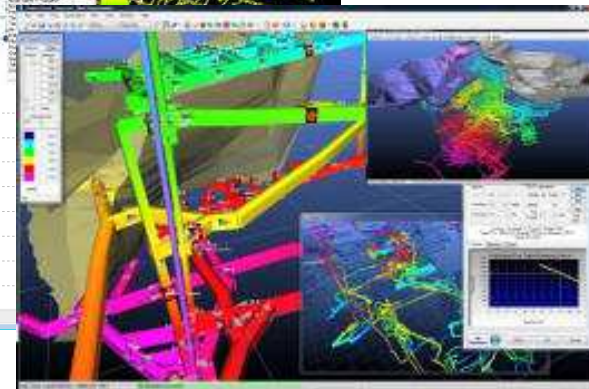
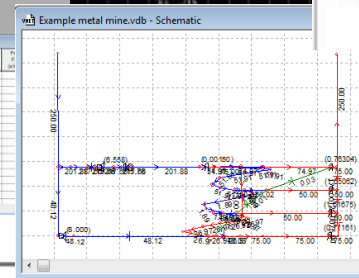
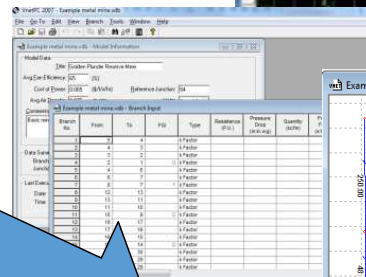
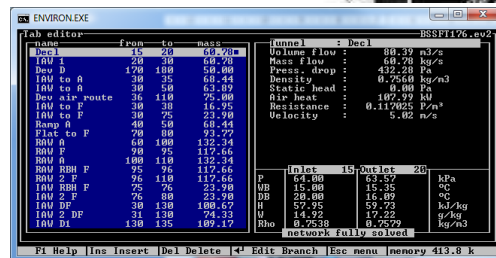
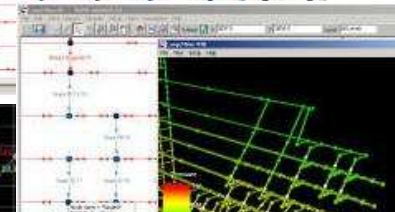
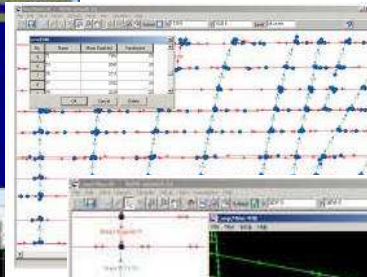


Problem projektowania wentylacji komputerowej



- Złożoność i zrozumienie,
- Integracja z innymi komponentami kopalni,
- Wyspecjalizowaną dziedziną,
- Modele trudne w utrzymaniu i aktualizacji.
-

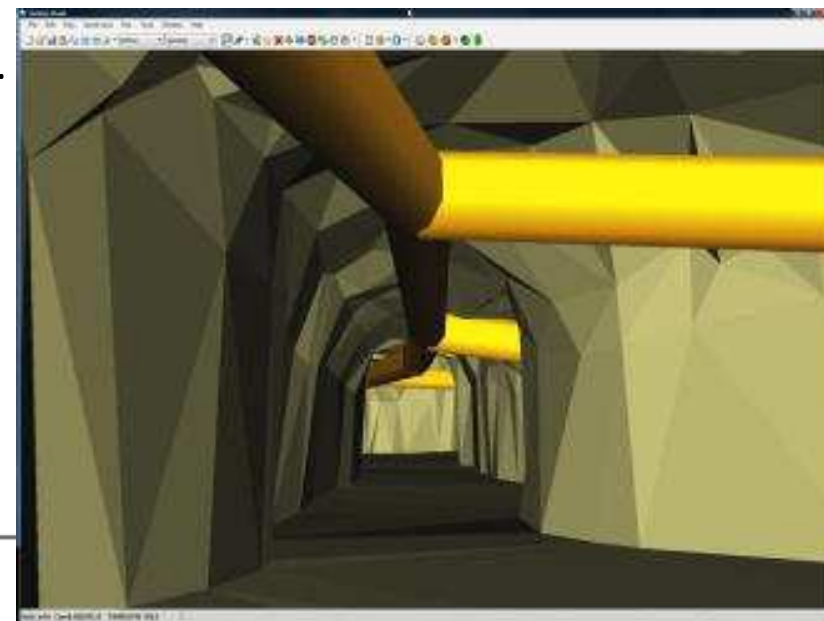
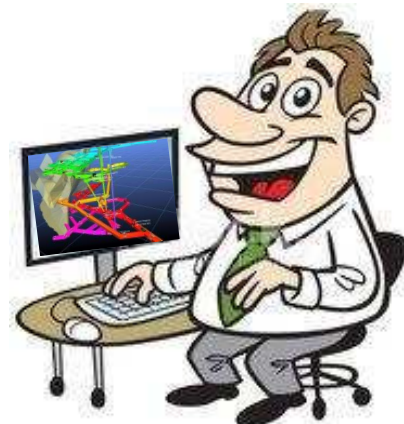




Wentylacja podziemnych wrobisk – podejście wizualne



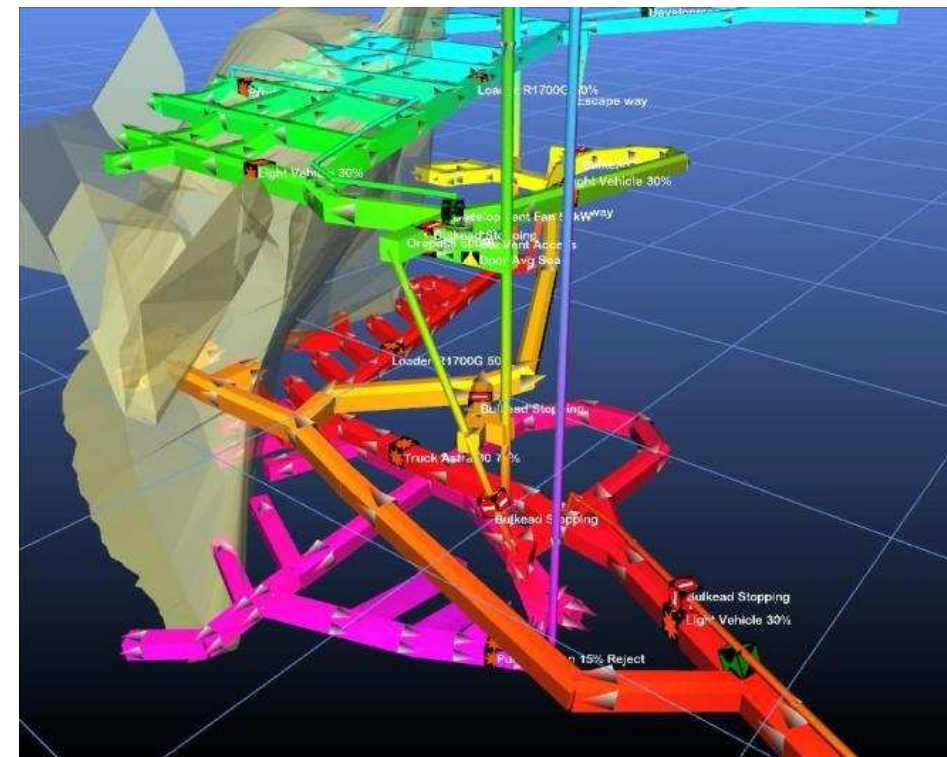
- Grafika nowej generacji
- Zaawansowane możliwości modelowania i symulacji
- Interakcja z oprogramowaniem i projektami do projektowanie i harmonogramowania eksploatacji.
- „Szybkie projektowanie/sprawdzenie wentylacji”.



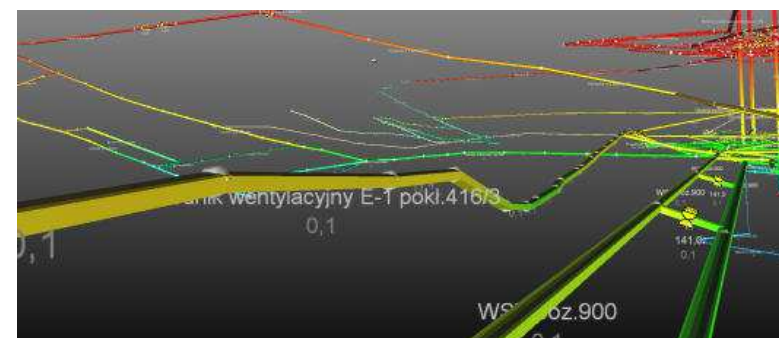
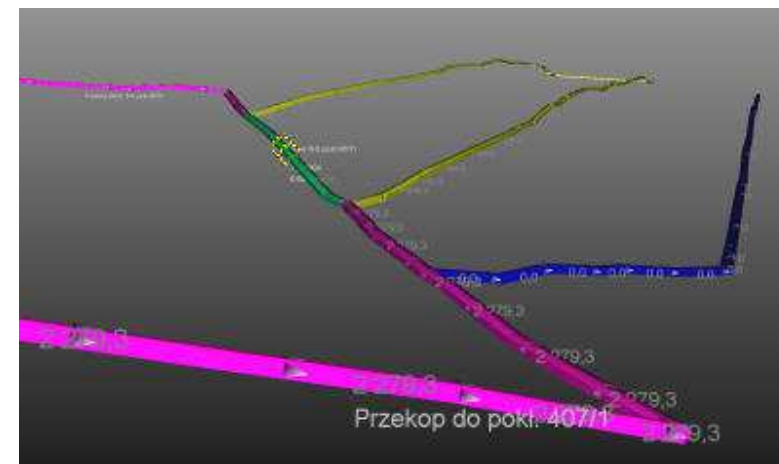
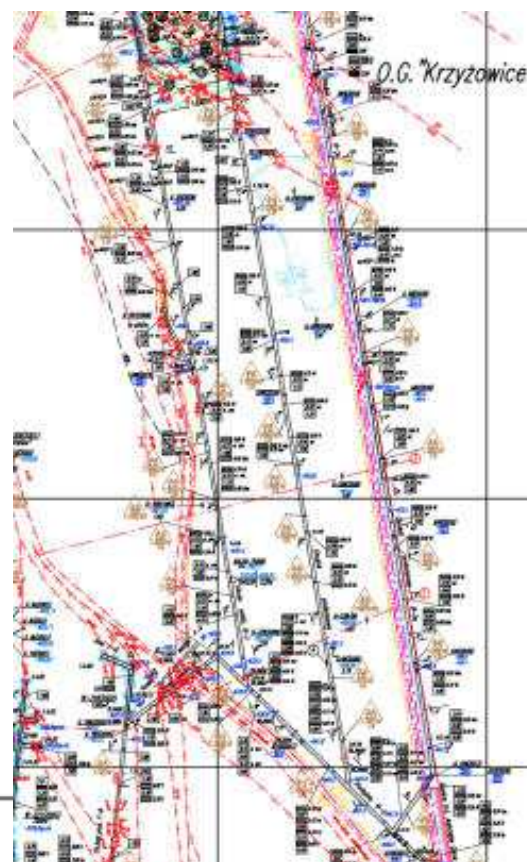
Projektowania interaktywnej wentylacji 3D



- Pełne wykorzystanie grafiki, koloru, animacji, a nawet dźwięku, aby pomóc w projektowaniu i zrozumieniu systemów wentylacyjnych.
- Ciągłe zmiany modelowania w systemach wentylacyjnych w miarę budowania i modyfikowania modeli.
- Pełne wykorzystanie środowiska świata 3D do budowania, modyfikowania, rozszerzania i projektowania rzeczywistych systemów;
- Włączenie innych grafik 3D w celu zbudowania rzeczywistego świata, z którym model wentylacji wchodzi w interakcję.

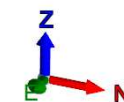
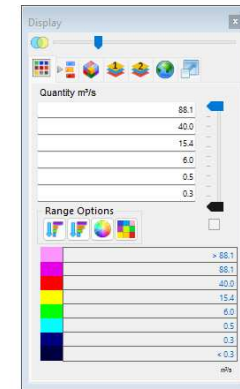
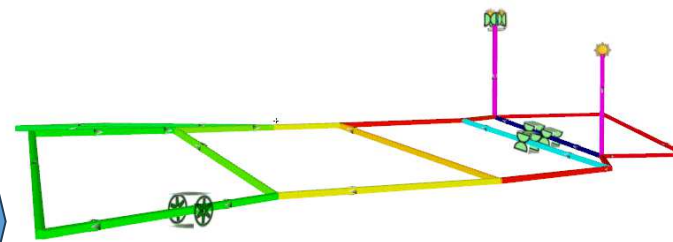
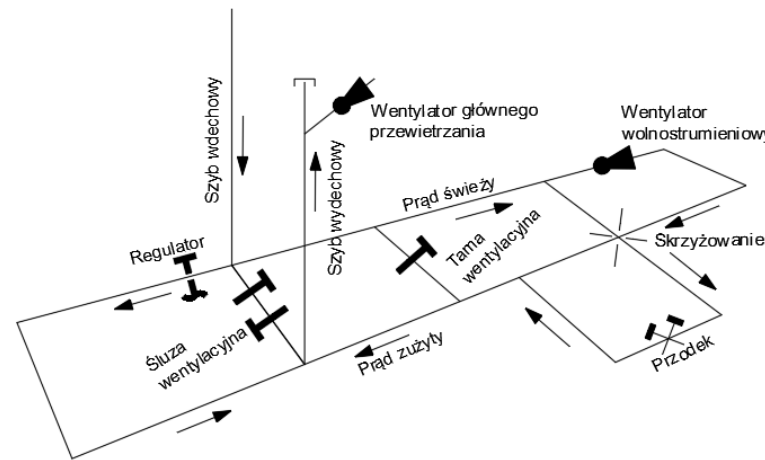


Modelowanie struktury sieci wentylacyjnej



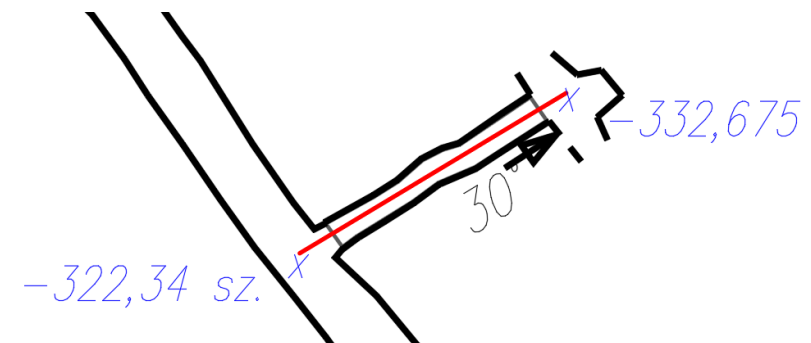


Modelowanie elementów systemu wentylacyjnego

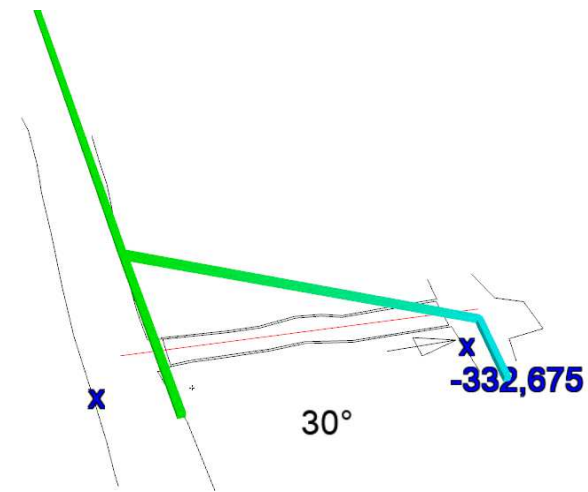




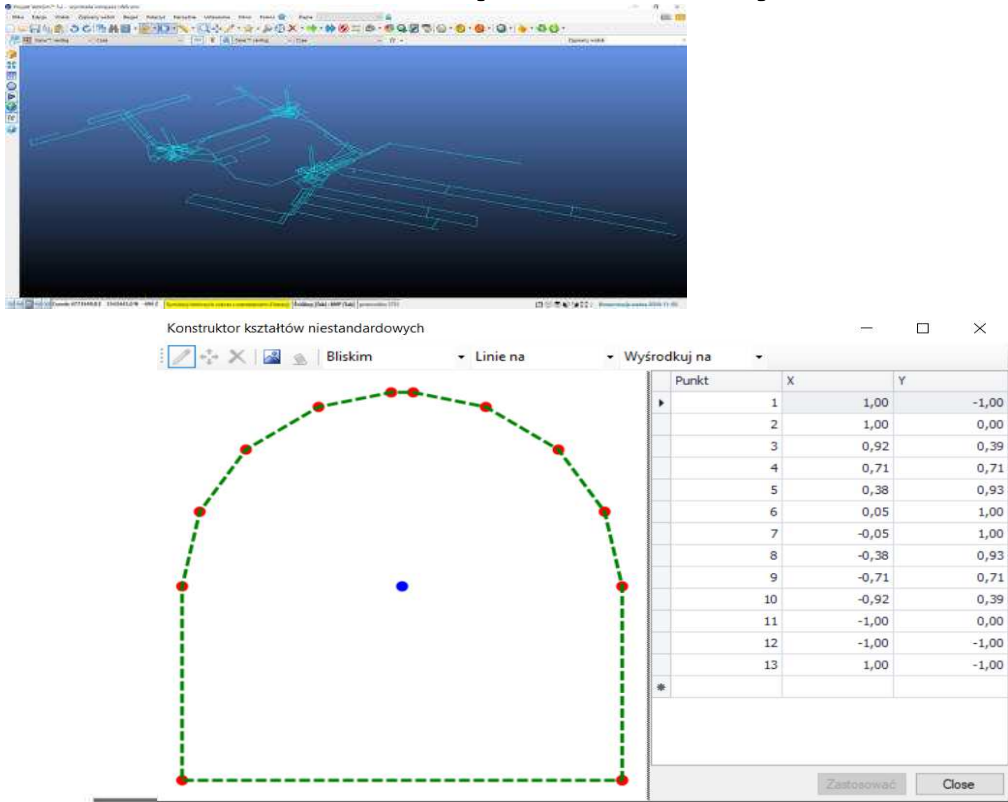
Budowa modelu 3D



-322,34 sz.



Wprowadzenie przekroju i oporu wyrobisk



Ventsim DESIGN ustawienie wartości

Pliku

Edycja

Odporności

Współczynniki tarcia

Szok straty

Powietrza typu

Podstawowych warstw

Wtórne warstwy

Fanów

Mieszanki gazowe

Ciepła wilgoć Diesel

Pojazdy

Frakcje wilgotności

Rodzaje skał

Typy tuneli

Profile tunelowe

Wyciek przewodów

Transfer ciepła w kanale

Czujniki

Paliwa spalinyowe

Materiały wybuchowe

Regulatory

Filtry

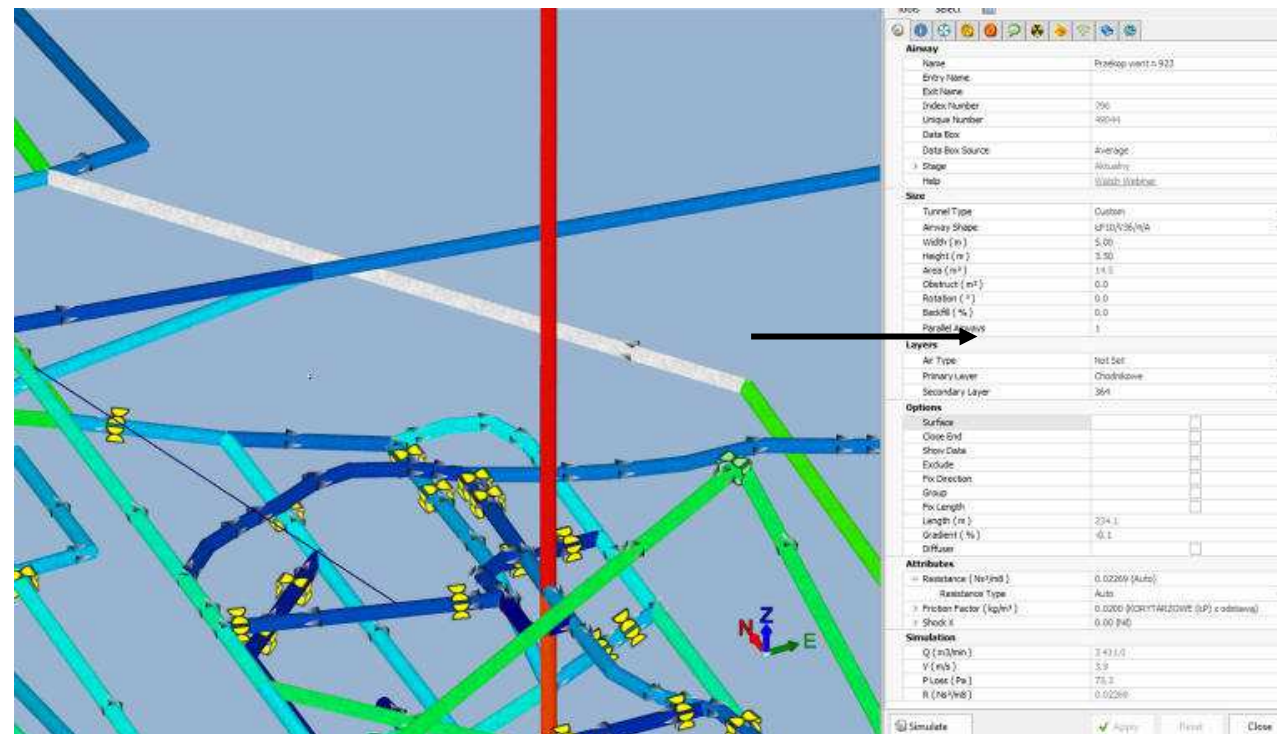
Skrypty VENTFIRE

# w użyciu (łącznie wszystkie etapy)	Nazwa tarcia	Czynnikiem	Chropowatości m	Gęstości odniesienia kg/m³	Komentarz
	RaiseBored Airway	0.005	0	1.2	
	ŚCIANA (IDEAL)	0.035	0	1.2	
9	ŚCIANA (TYPOWA)	0.1	0	1.2	
12	ŚCIANA (NIEREGULARNA)	0.15	0	1.2	
857 (860)	KORYTARZOWE (LP) z odstawą	0.02	0	1.2	
	KORYTARZOWE (BETON)	0.004	0	1.2	
	KORYTARZOWE (ZATARASOWANIA)	0.016	0	1.2	
	SZYB (IDEAL) BEZ URZĄDZEŃ	0.003	0	1.2	
1	SZYB (TYPOWY) BEZ URZĄDZEŃ	0.01	0	1.2	
	SZYB (TYPOWY) WYCIĄG I RUROCIĄGI	0.02	0	1.2	
	SZYB (DŹWIGARY) 2X WYCIĄG I RUROCIĄGI	0.04	0	1.2	
	LUTNIA ELASTYCZNA 400	0.0028	0	1.2	
	LUTNIA ELASTYCZNA 500	0.0011	0	1.2	
	LUTNIA ELASTYCZNA 600	0.0013	0	1.2	
16	LUTNIA ELASTYCZNA 800	0.002	0	1.2	
84	LUTNIA ELASTYCZNA 1000	0.0032	0	1.2	
139 (147)	LUTNIA ELASTYCZNA 1200	0.0028	0	1.2	
	LUTNIA METALOWA	0.003	0	1.2	
	KANAL PROSTOKĄTNY (IDEAL)	0.004	0	1.2	
9	KANAL PROSTOKĄTNY (TORKRET)	0.009	0	1.2	
	KANAL PROSTOKĄTNY (MUROWE) Z DZI...	0.018	0	1.2	
	KANAL PROSTOKĄTNY (NIEREGULARNY) ...	0.04	0	1.2	
1227	KORYTARZOWE (LP)	0.01	0	1.2	

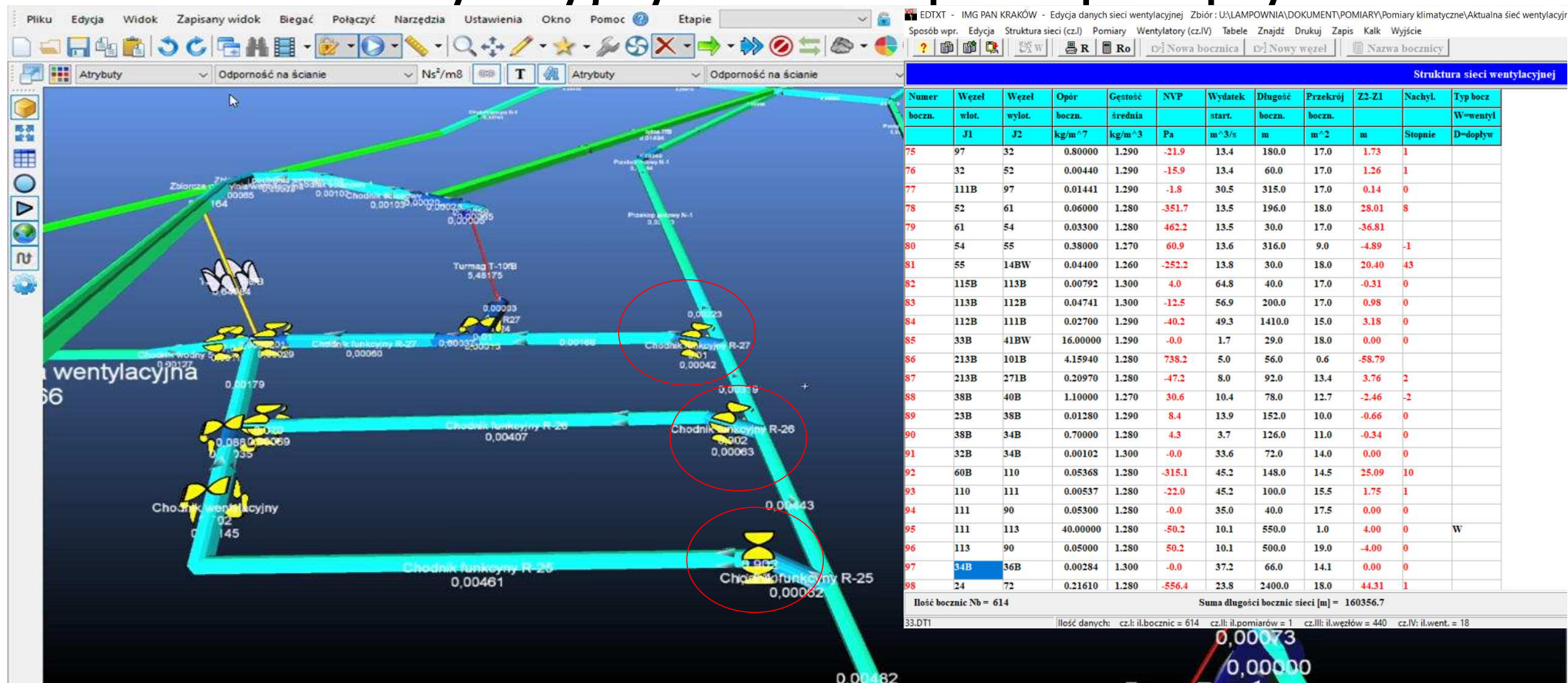
Ok

Anuluj

Wprowadzenie pozostałych danych i ich parametryzowanie

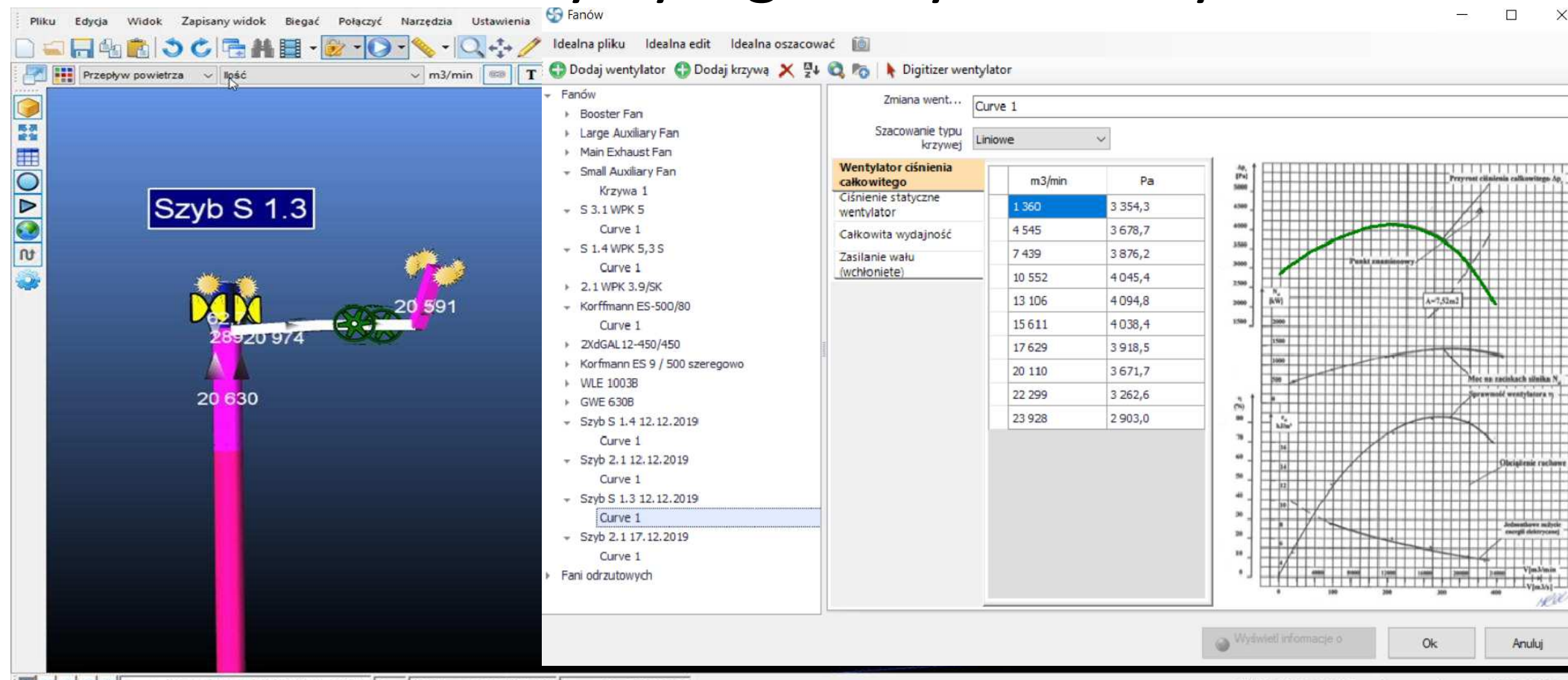


Mapowanie lokalizacji zapór wentylacyjnych i ich oporu przepływu



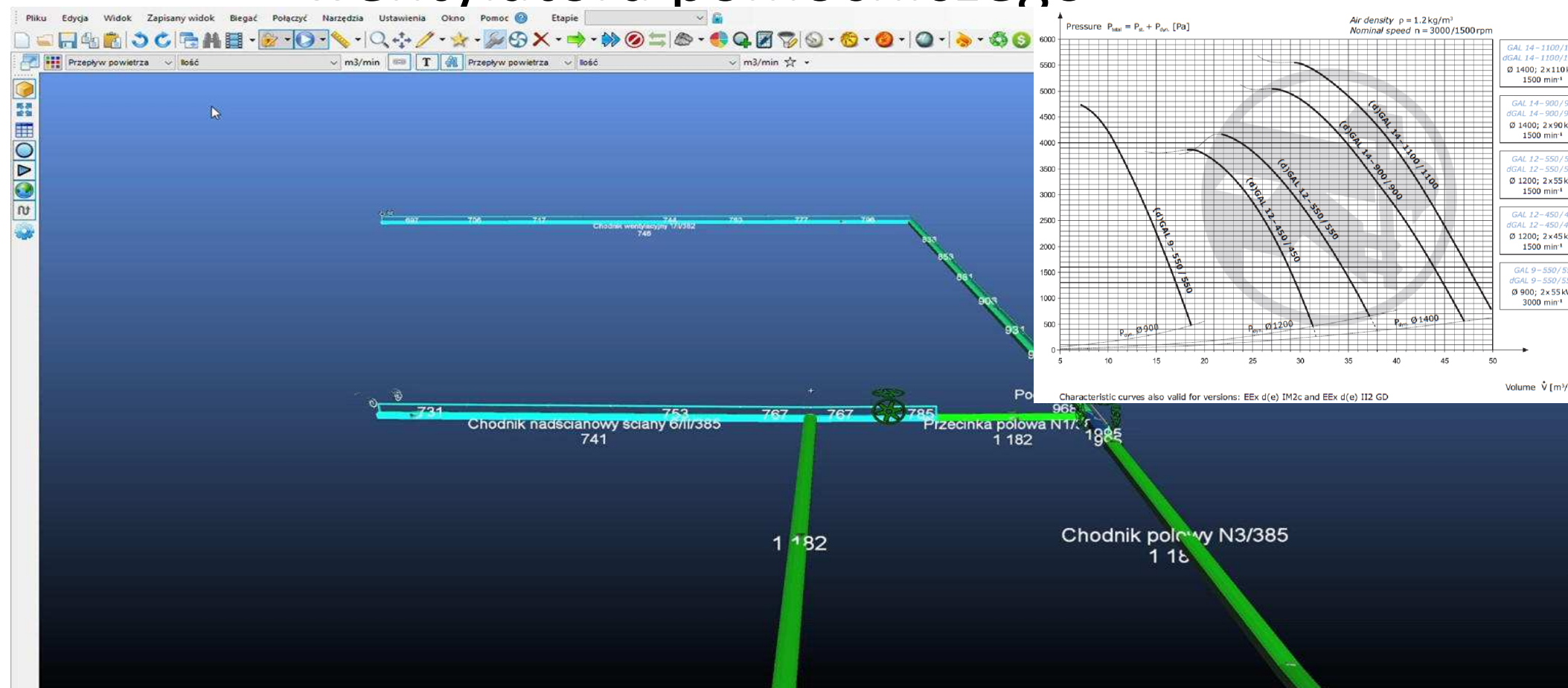


Mapowanie szybów i wprowadzenie charakterystyki głównych wentylatorów



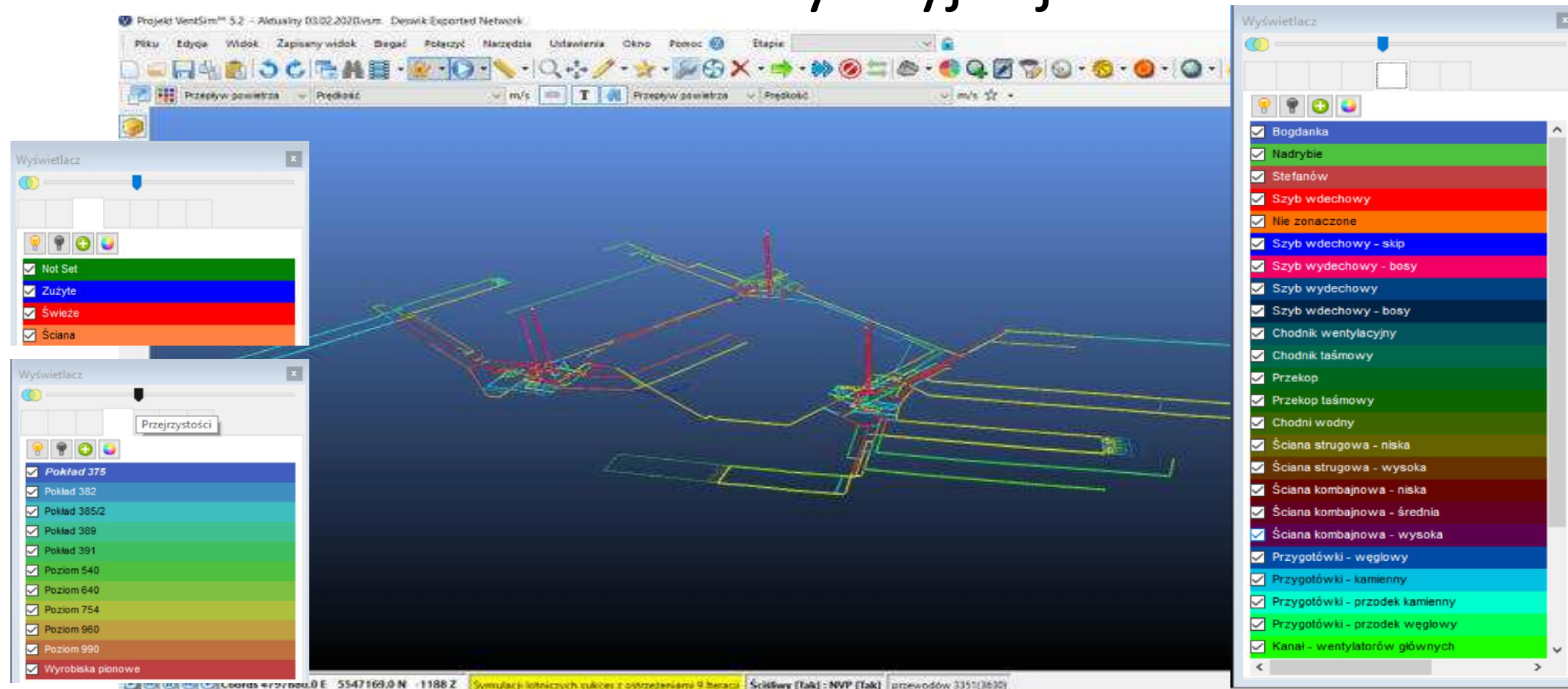


Wprowadzenie charakterystyki wentylatora pomocniczego



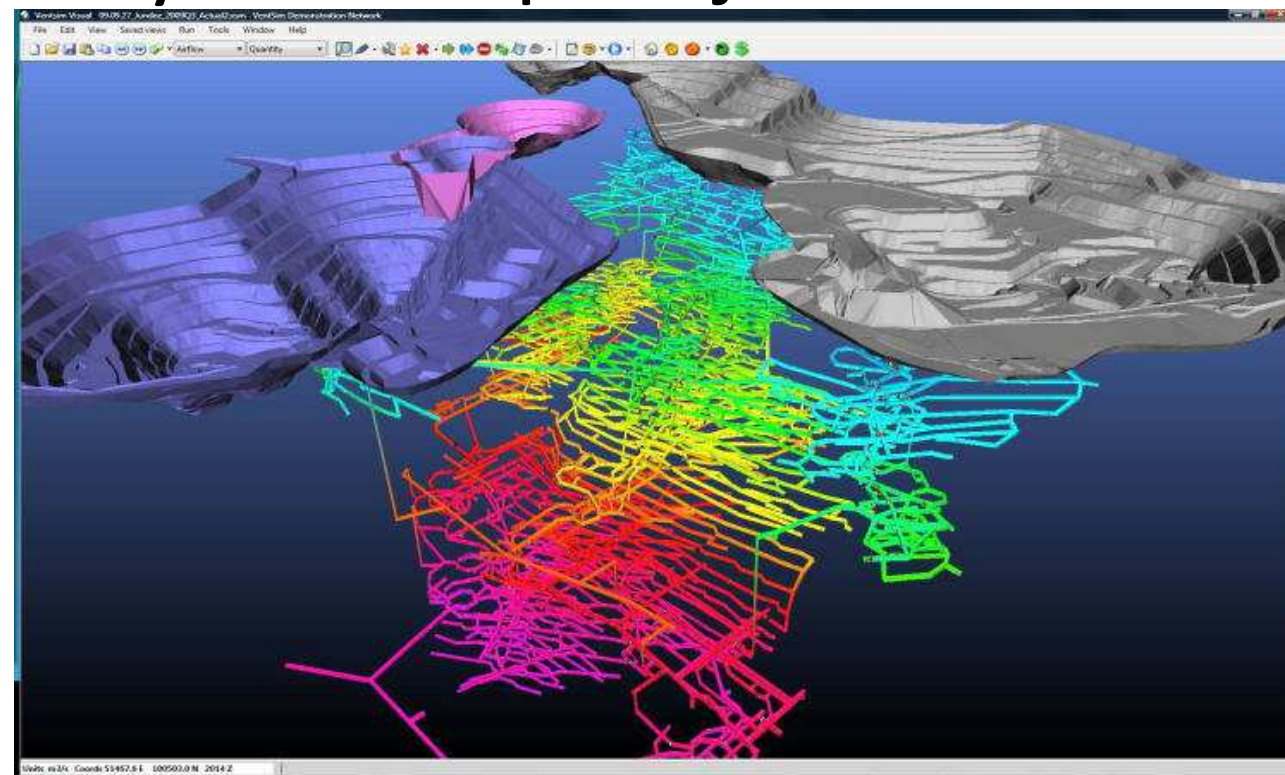


Przypisanie atrybutów poszczególnych bocznic sieci wentylacyjnej



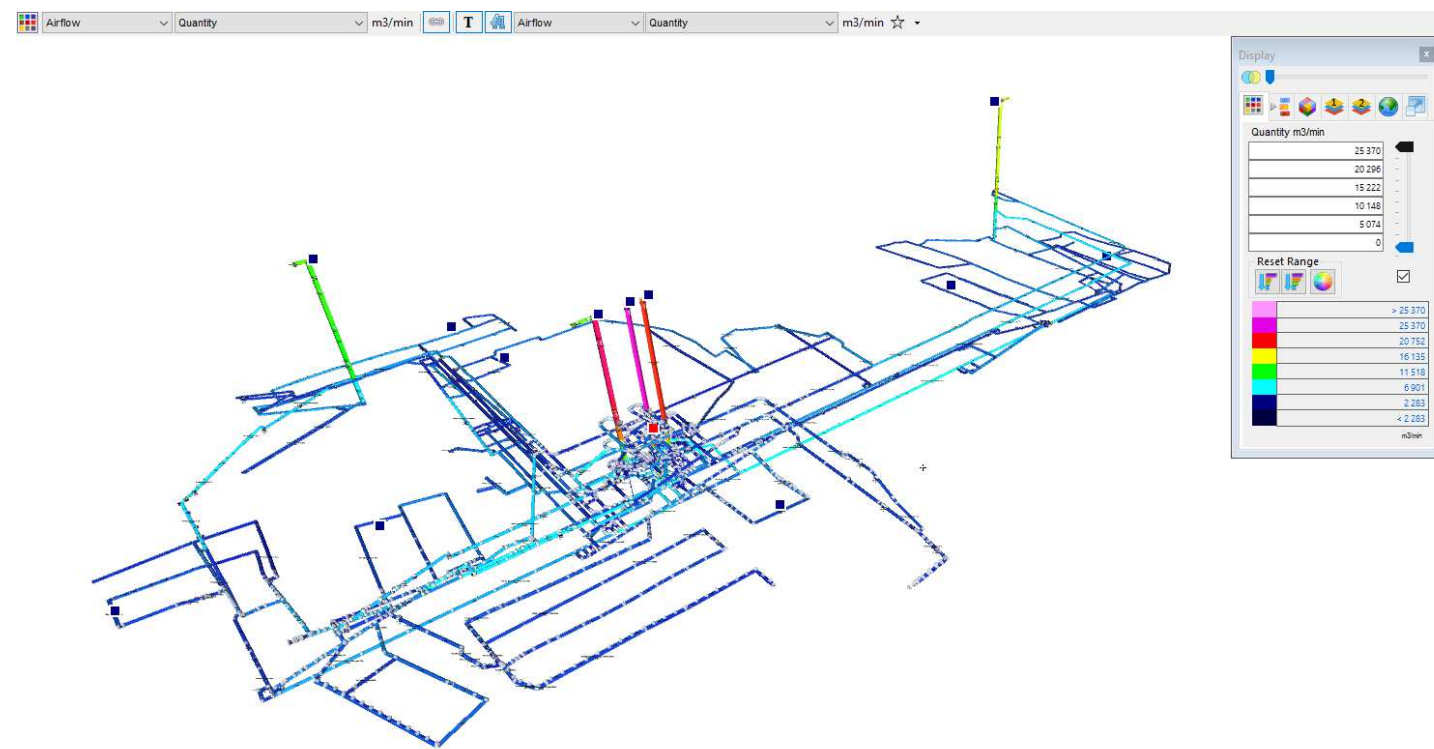


Wentylacja podziemnych wrobisk – podejście wizualne



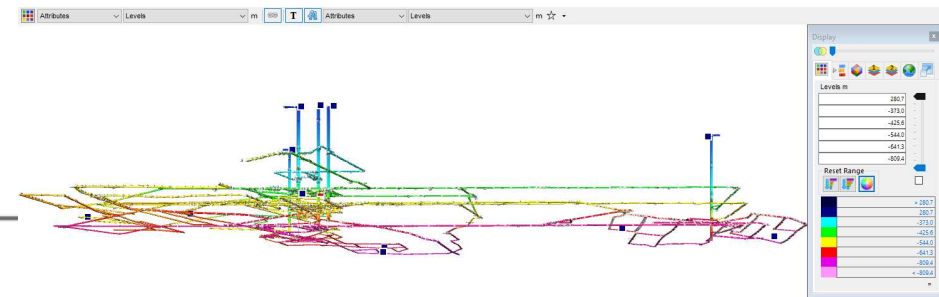
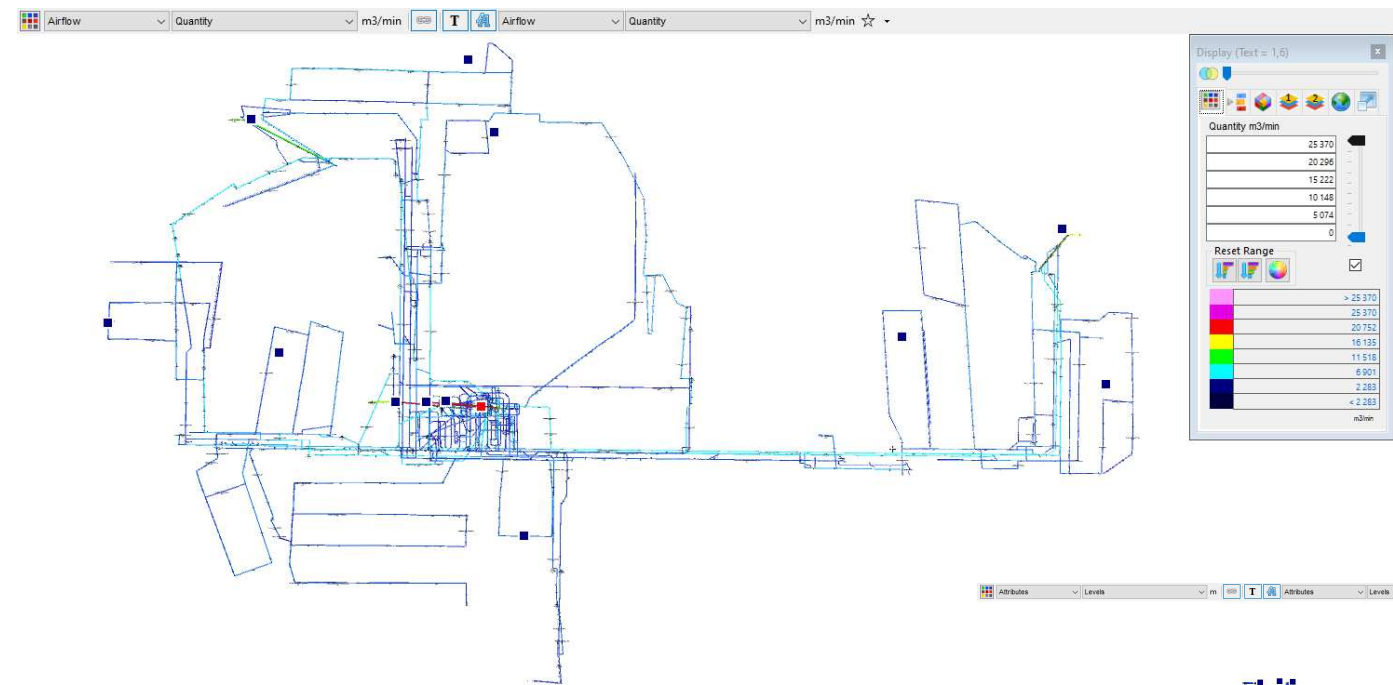


Wentylacja podziemnych wrobisk – podejście wizualne



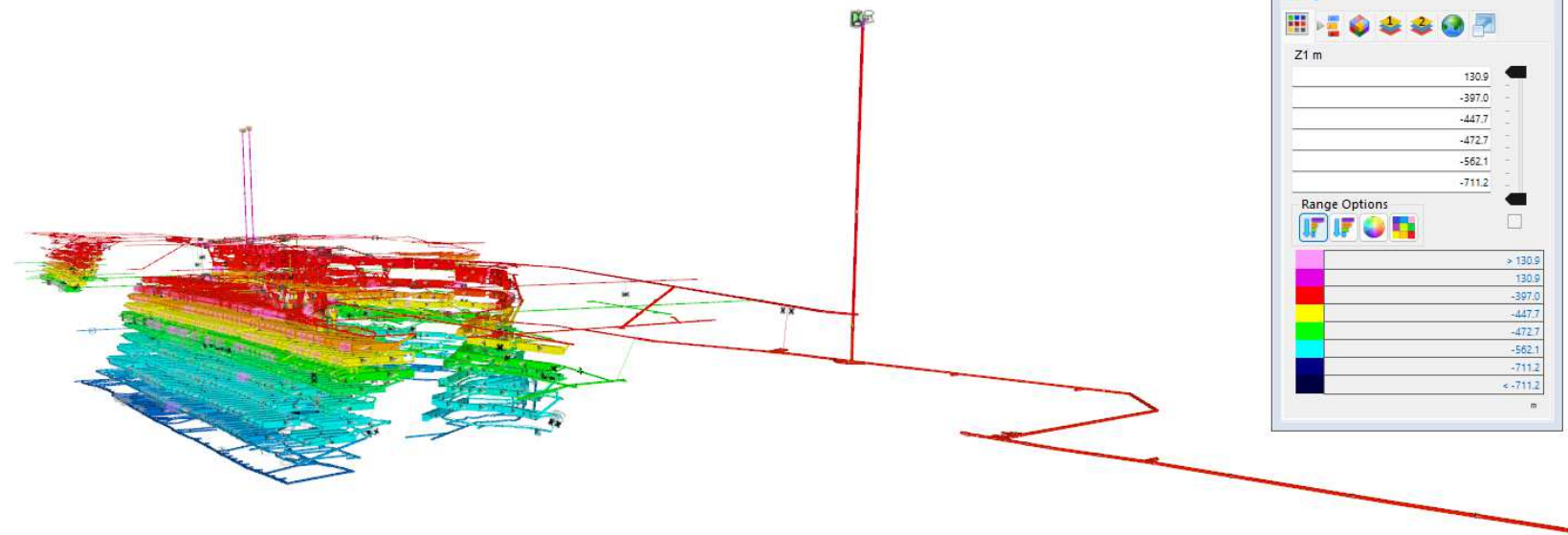


Wentylacja podziemnych wyrobisk – podejście wizualne

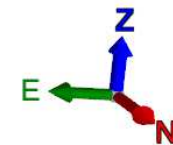




Wentylacja podziemnych wyrobisk – podejście wizualne

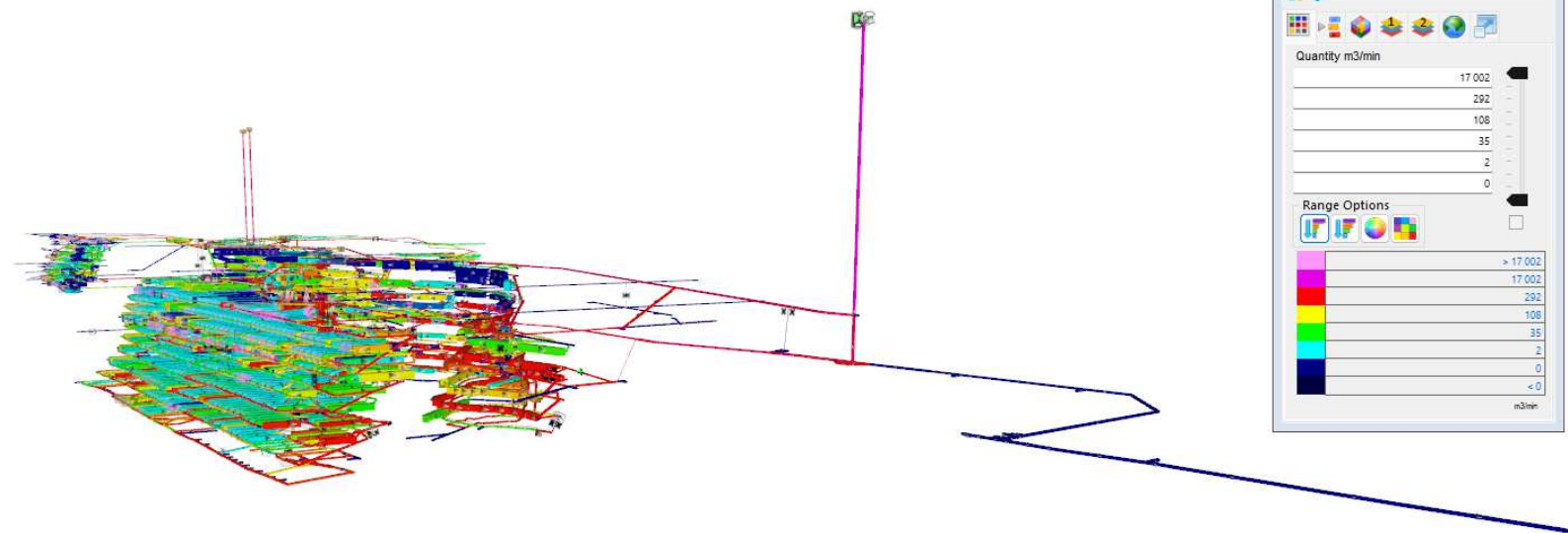


(Skala barw przedstawia głębokość wyrobisk, m)

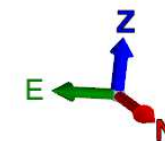


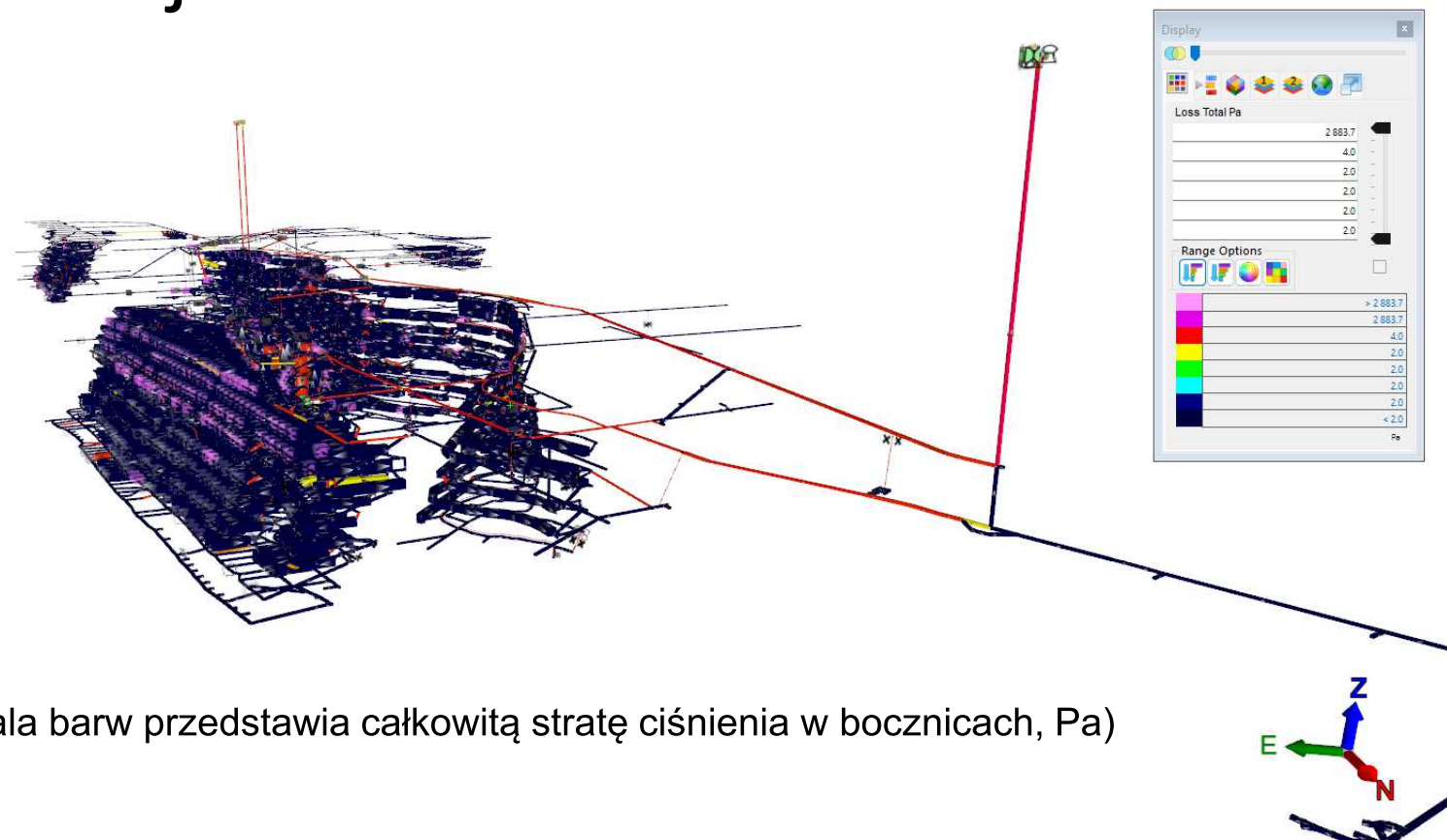


Wentylacja podziemnych wyrobisk – podejście wizualne



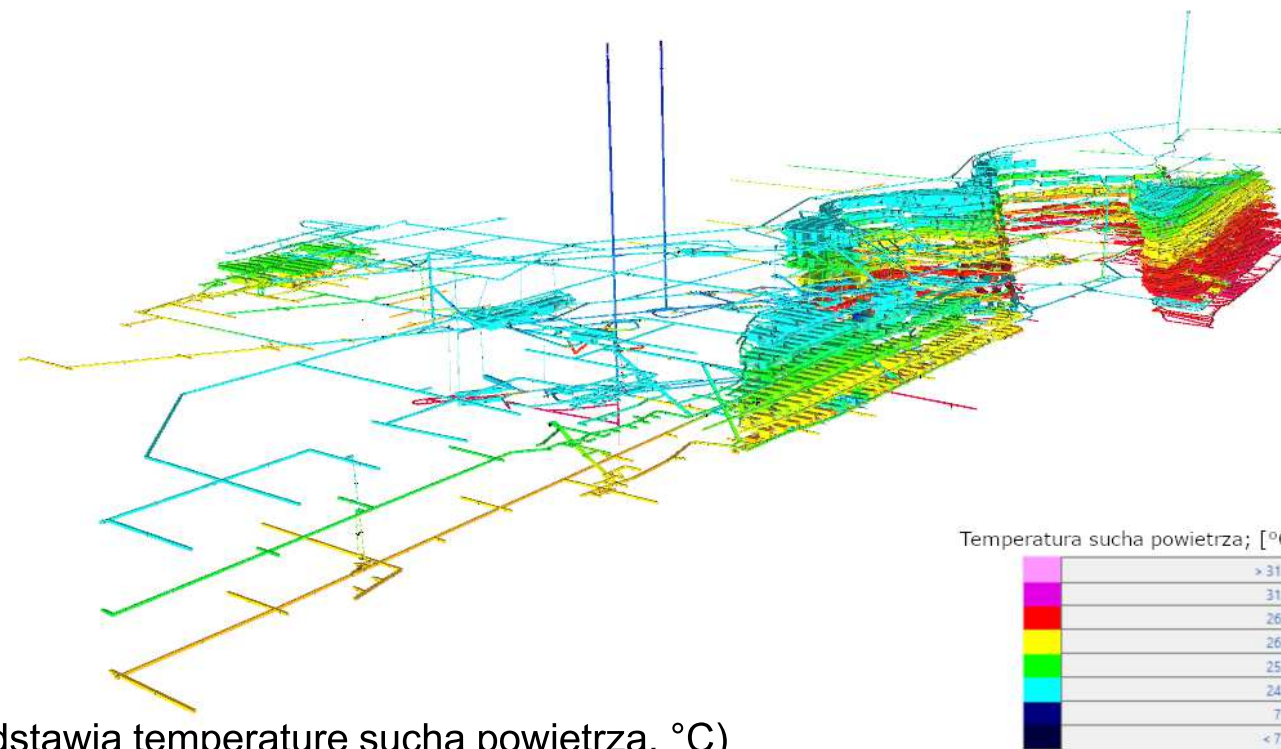
(Skala barw przedstawia ilości powietrza w bocznicach, Pa)





(Skala barw przedstawia całkowitą stratę ciśnienia w bocznicach, Pa)

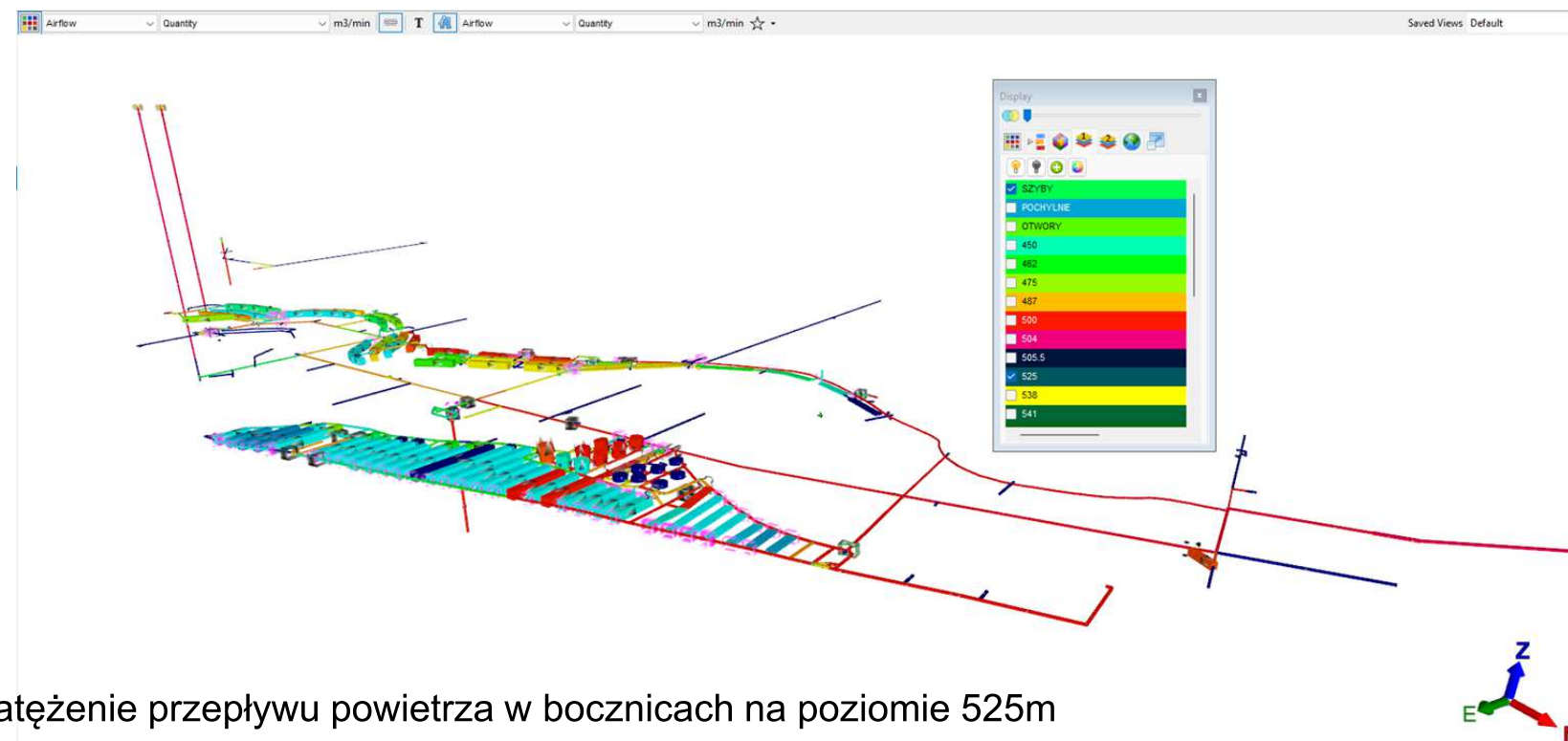
Wentylacja podziemnych wrobisk – podejście wizualne



(Skala barw przedstawia temperaturę suchą powietrza, °C)



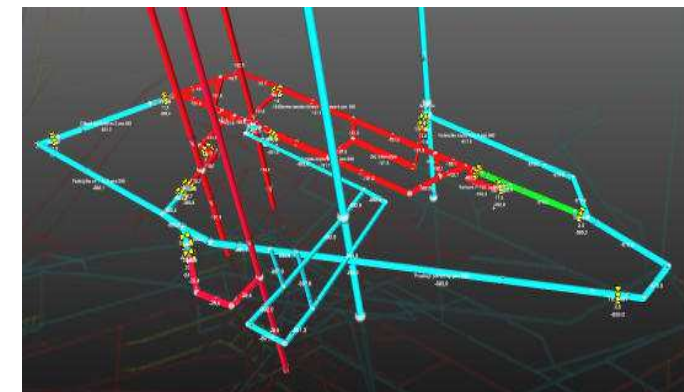
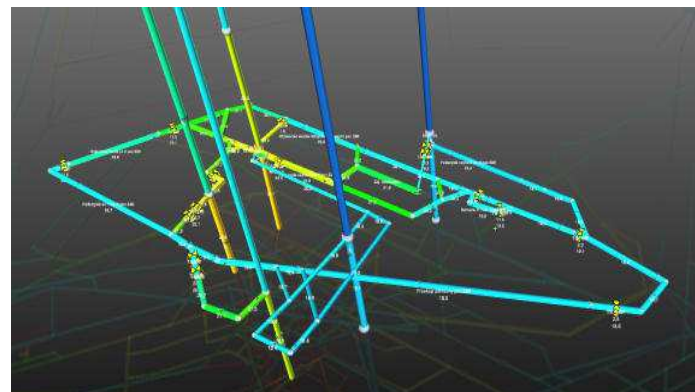
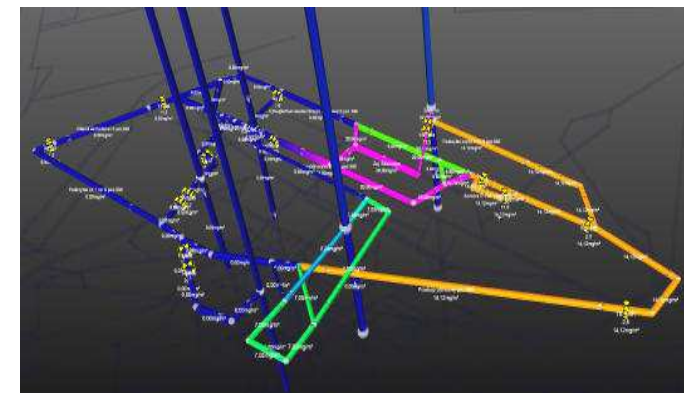
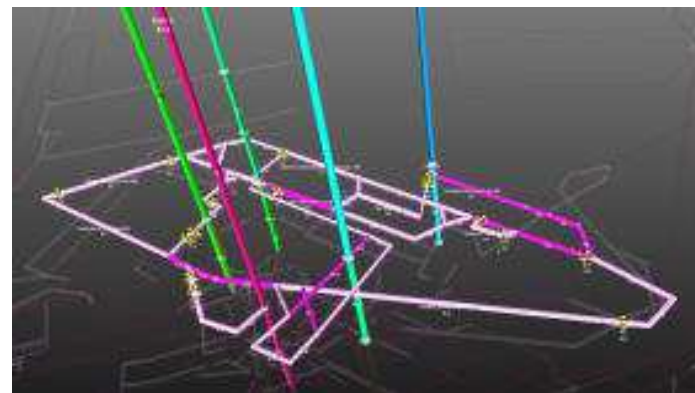
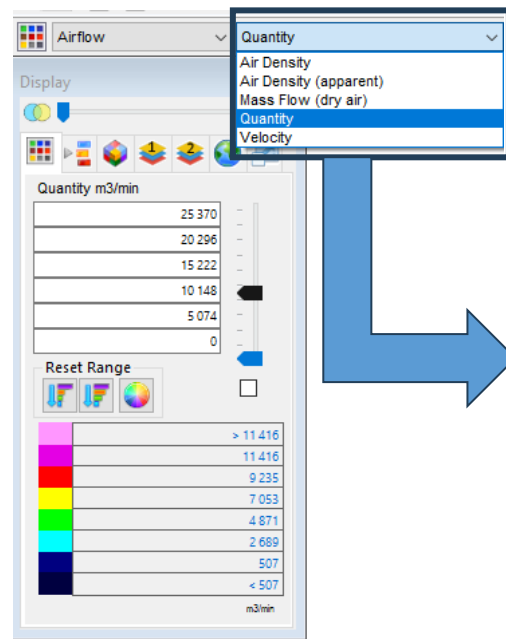
Wentylacja podziemnych wyrobisk – podejście wizualne



Natężenie przepływu powietrza w bocznicach na poziomie 525m

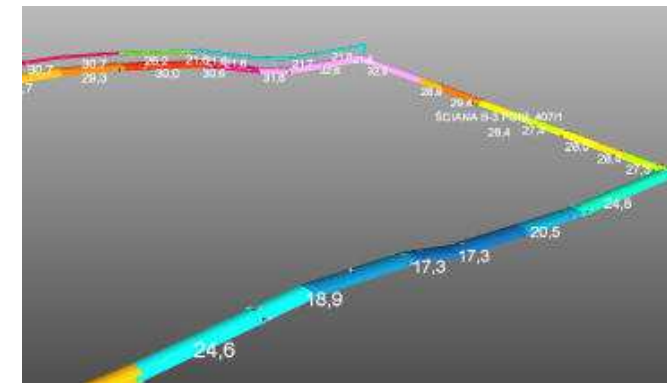
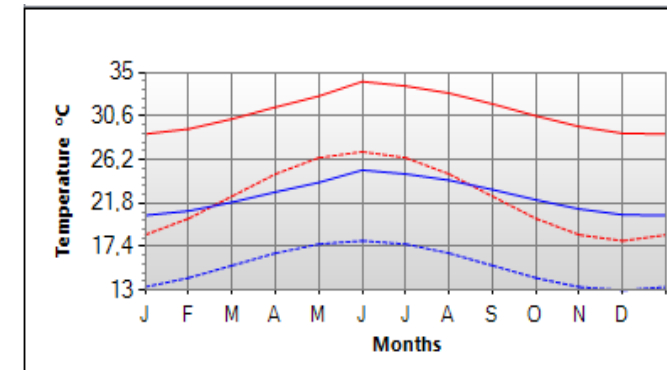
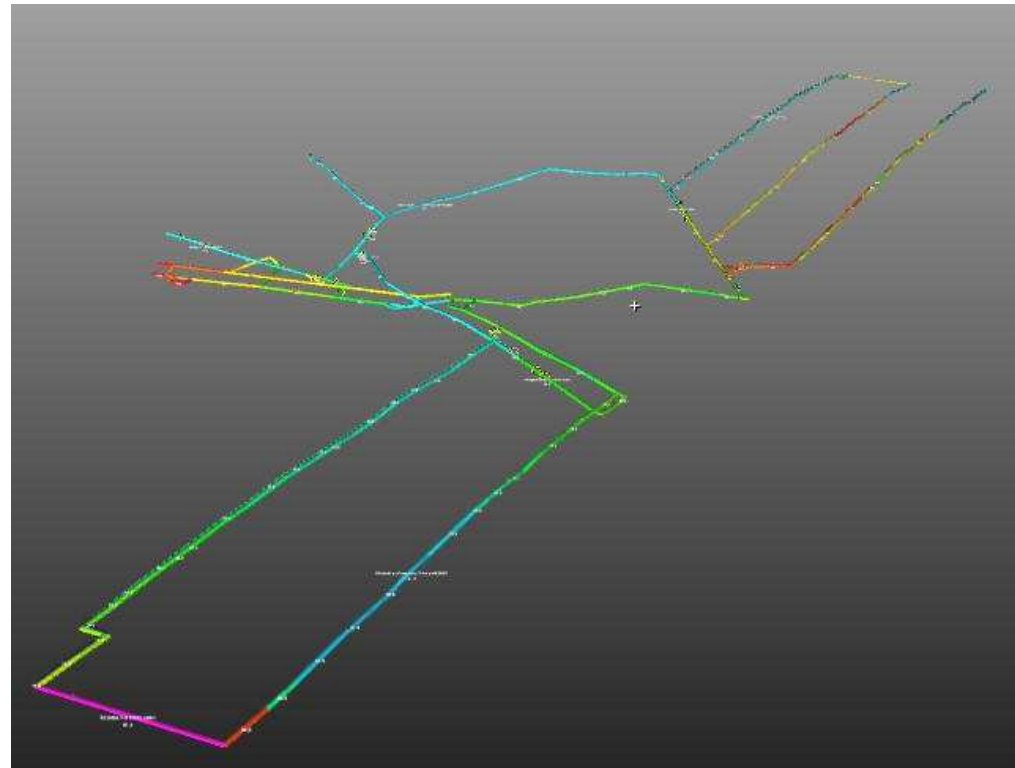


Prezentowanie różnych danych na modelu

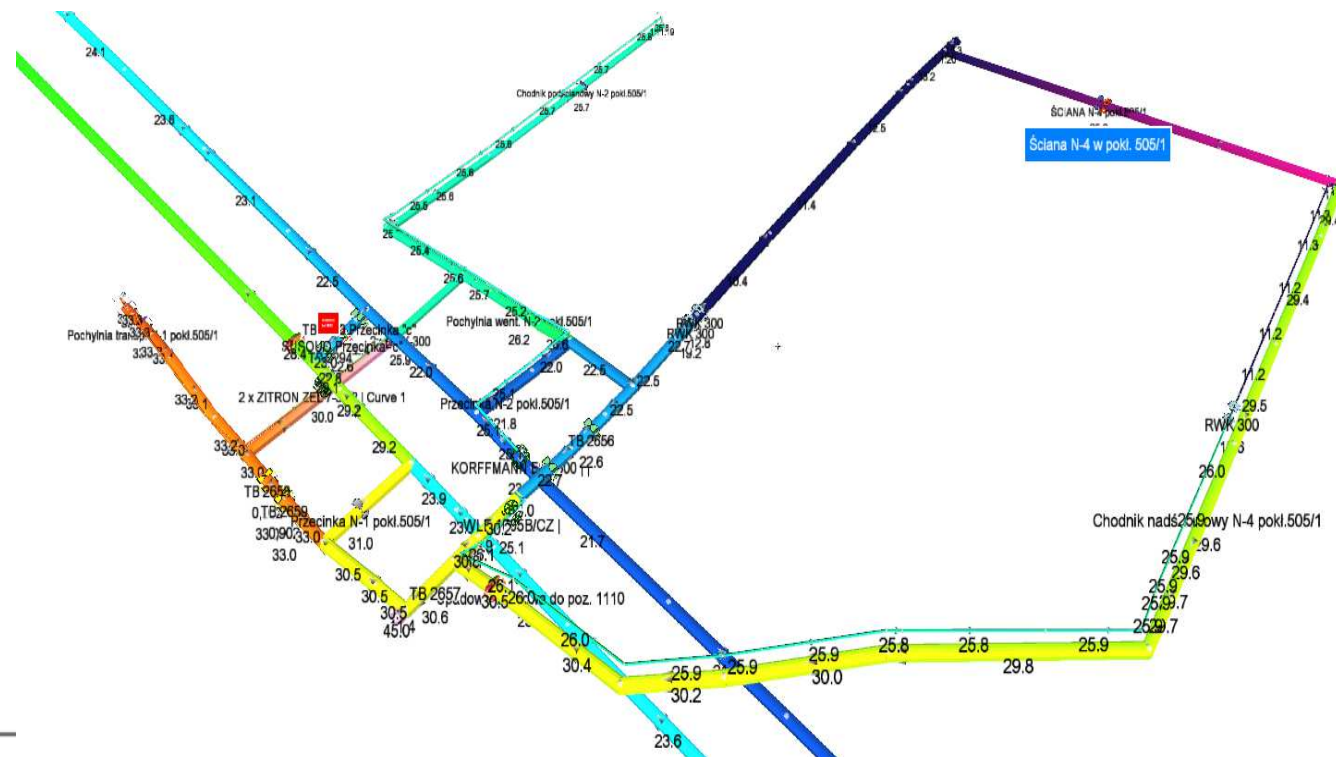




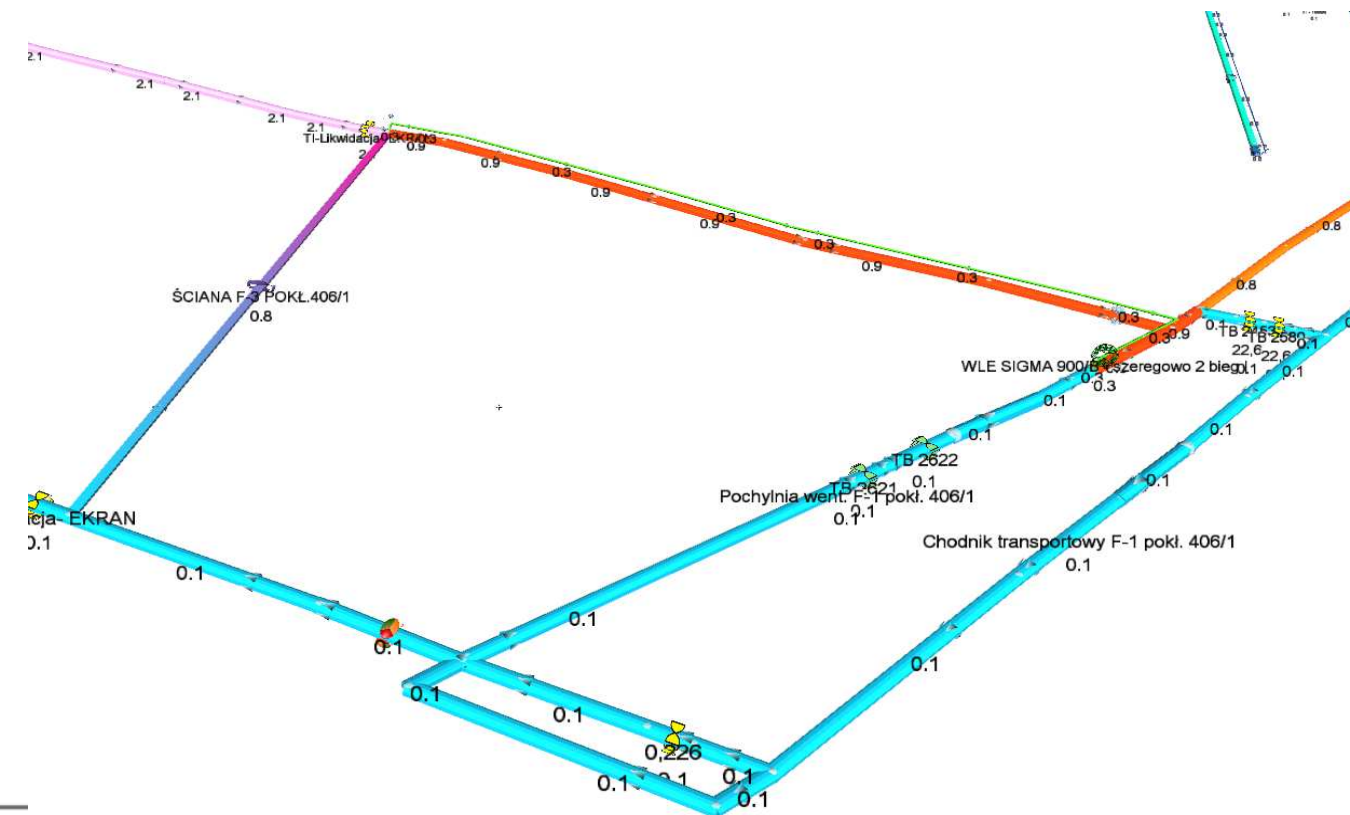
Prognozowanie zmian temperatury i wilgotności powietrza



Rozkład temperatury powietrza

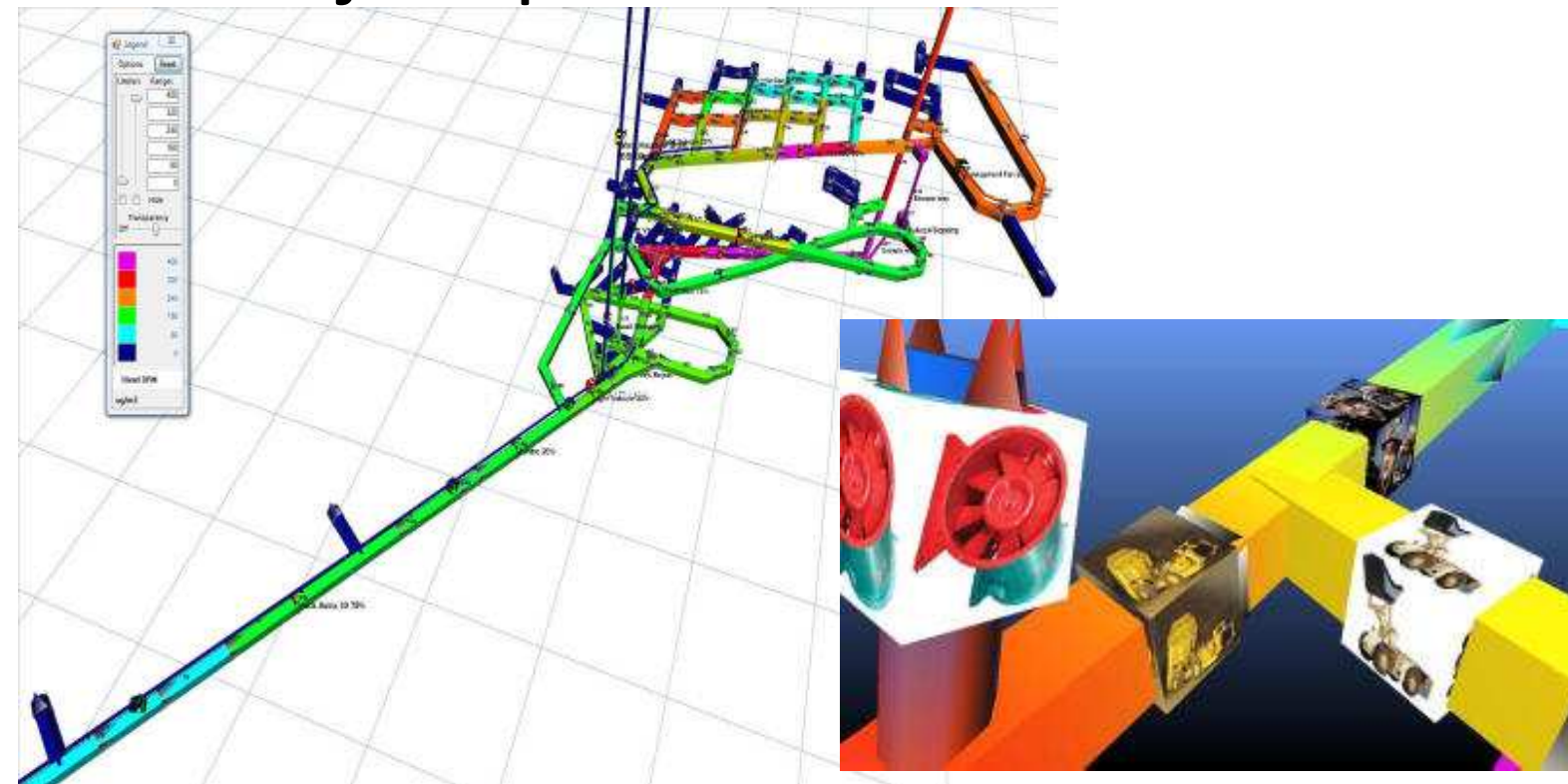


Rozkład stężenia metanu

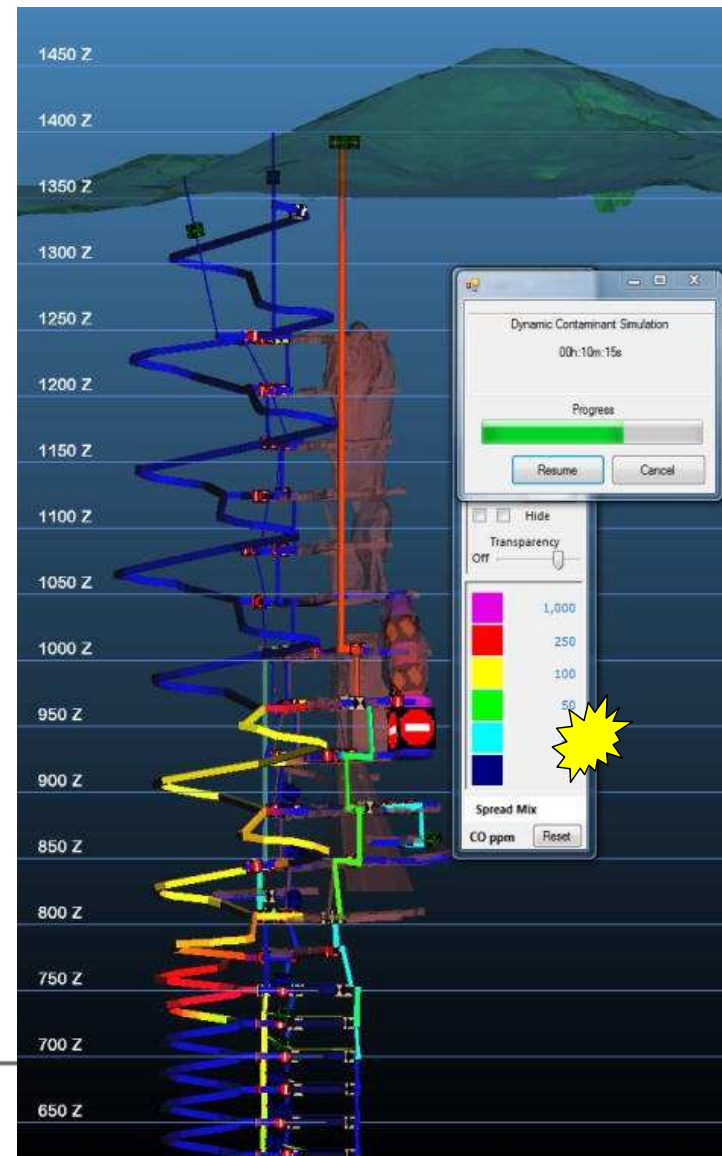




Określenie rozkładu i stężenia DPM oraz emisji ciepła

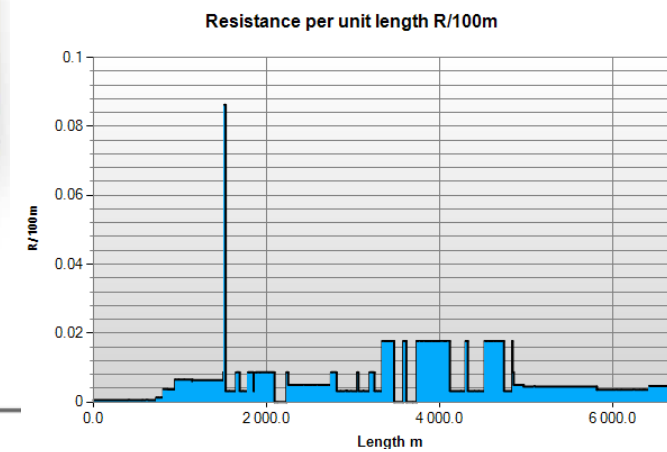
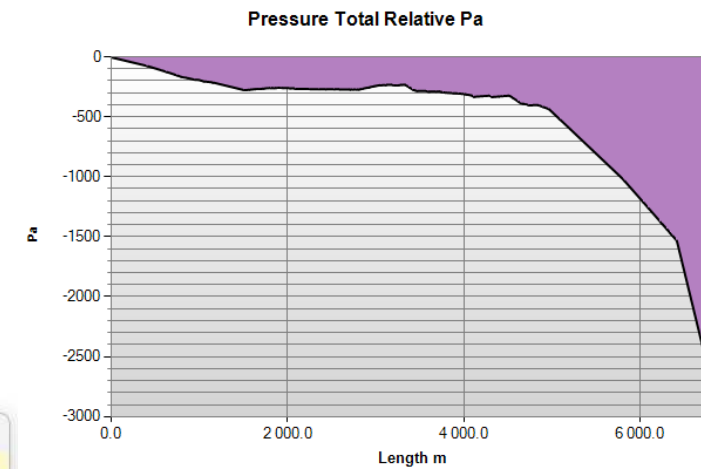
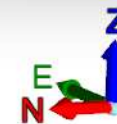
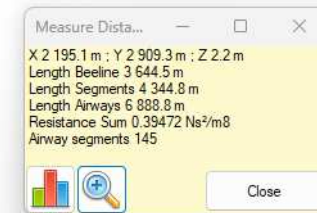
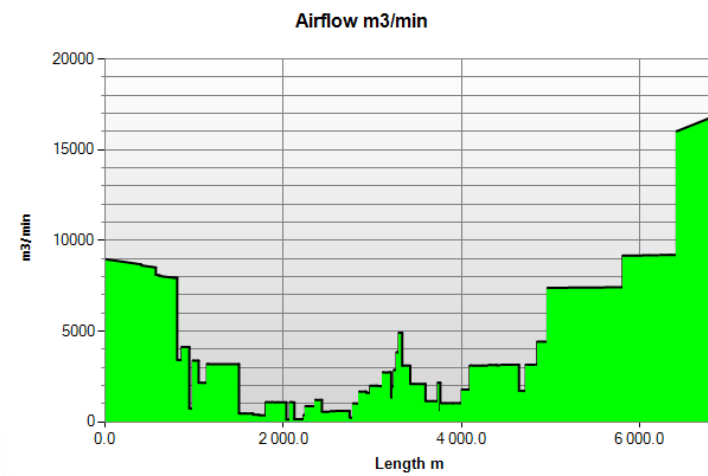


Rozprzestrzenianie się gazów postrzałowych



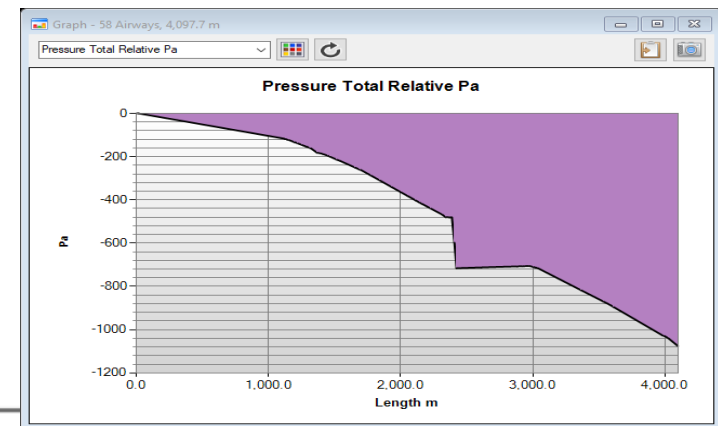
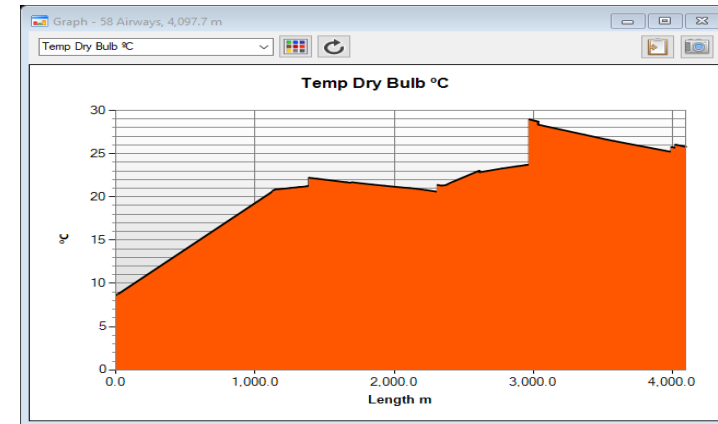
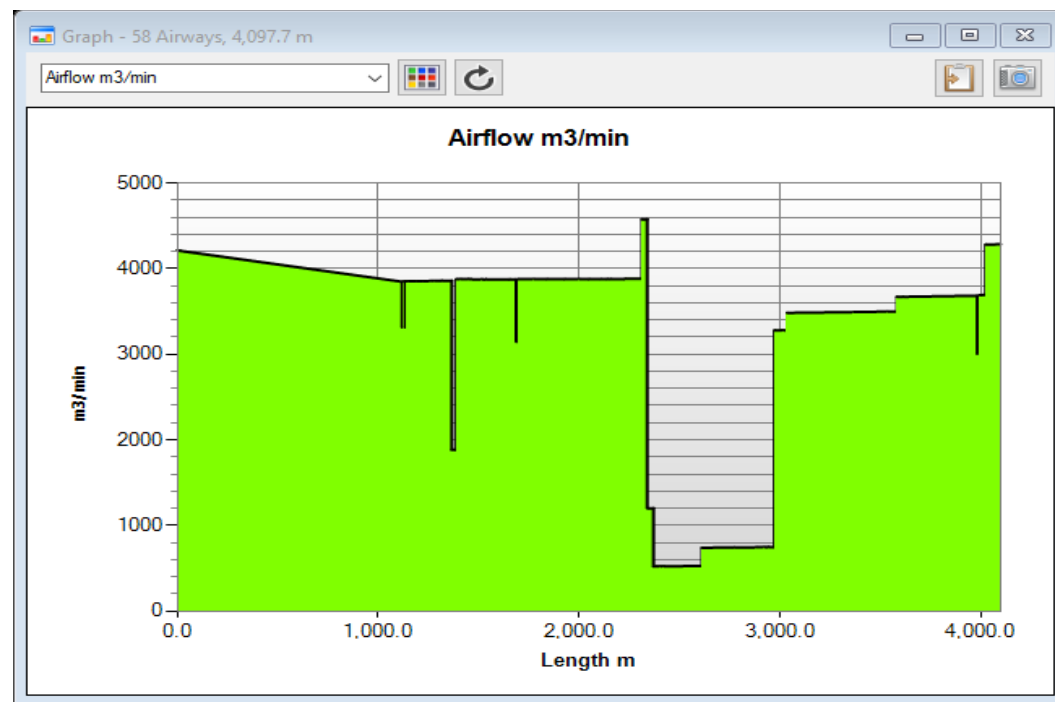


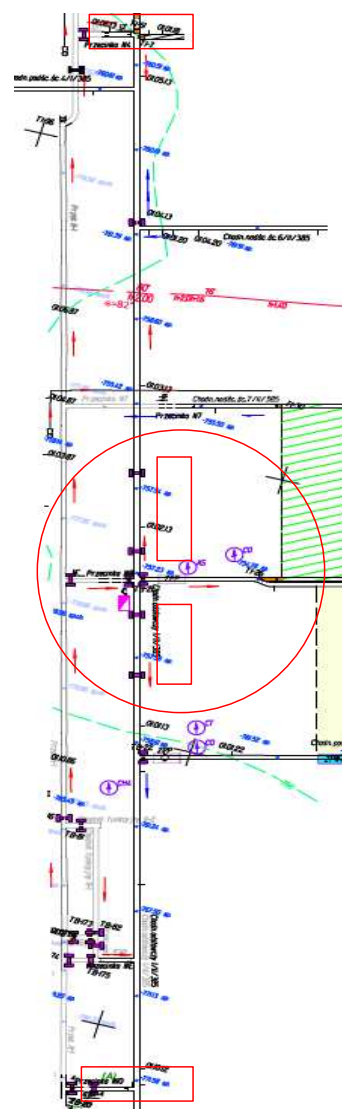
Zmiany parametrów na drodze przepływu



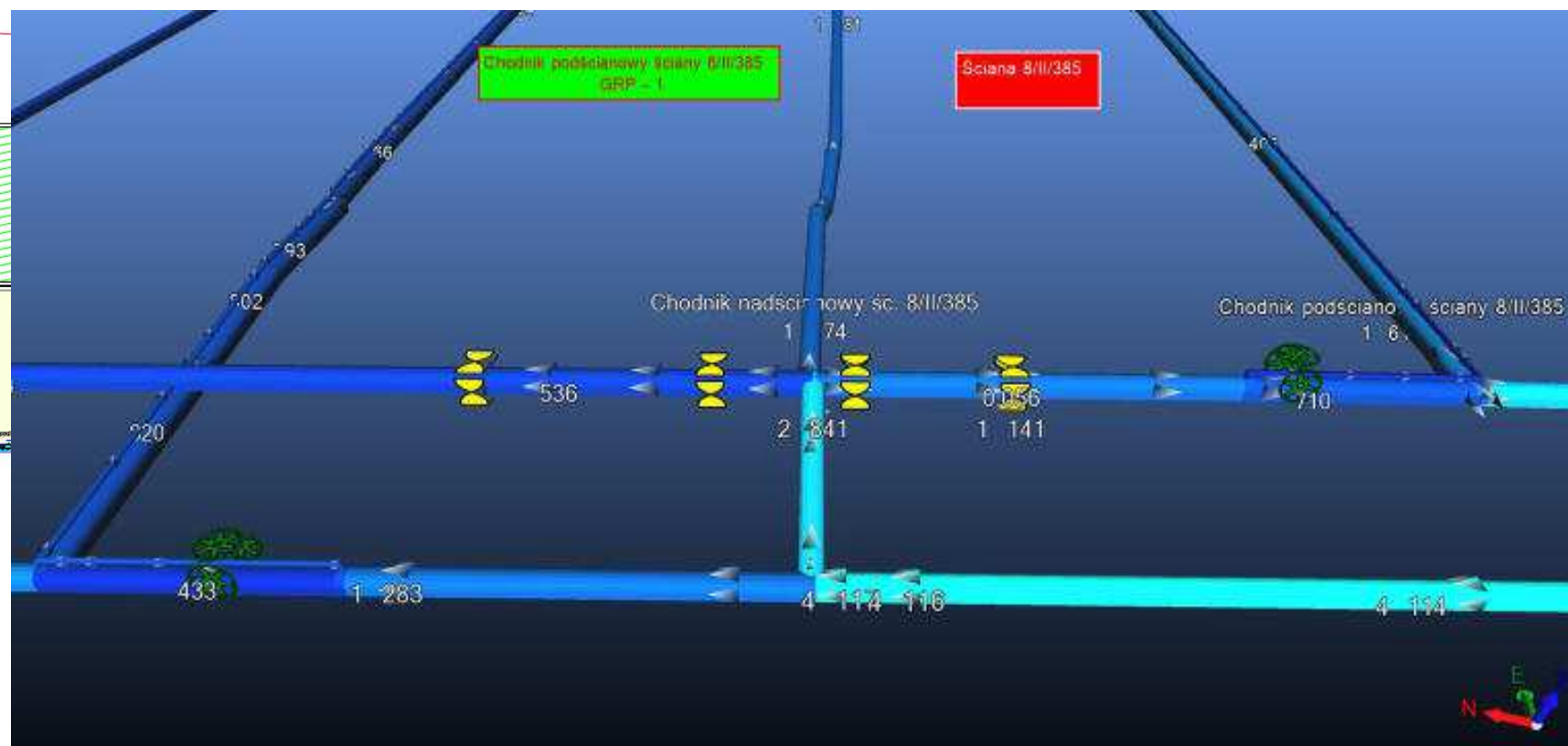


Zmiany parametrów na drodze przepływu

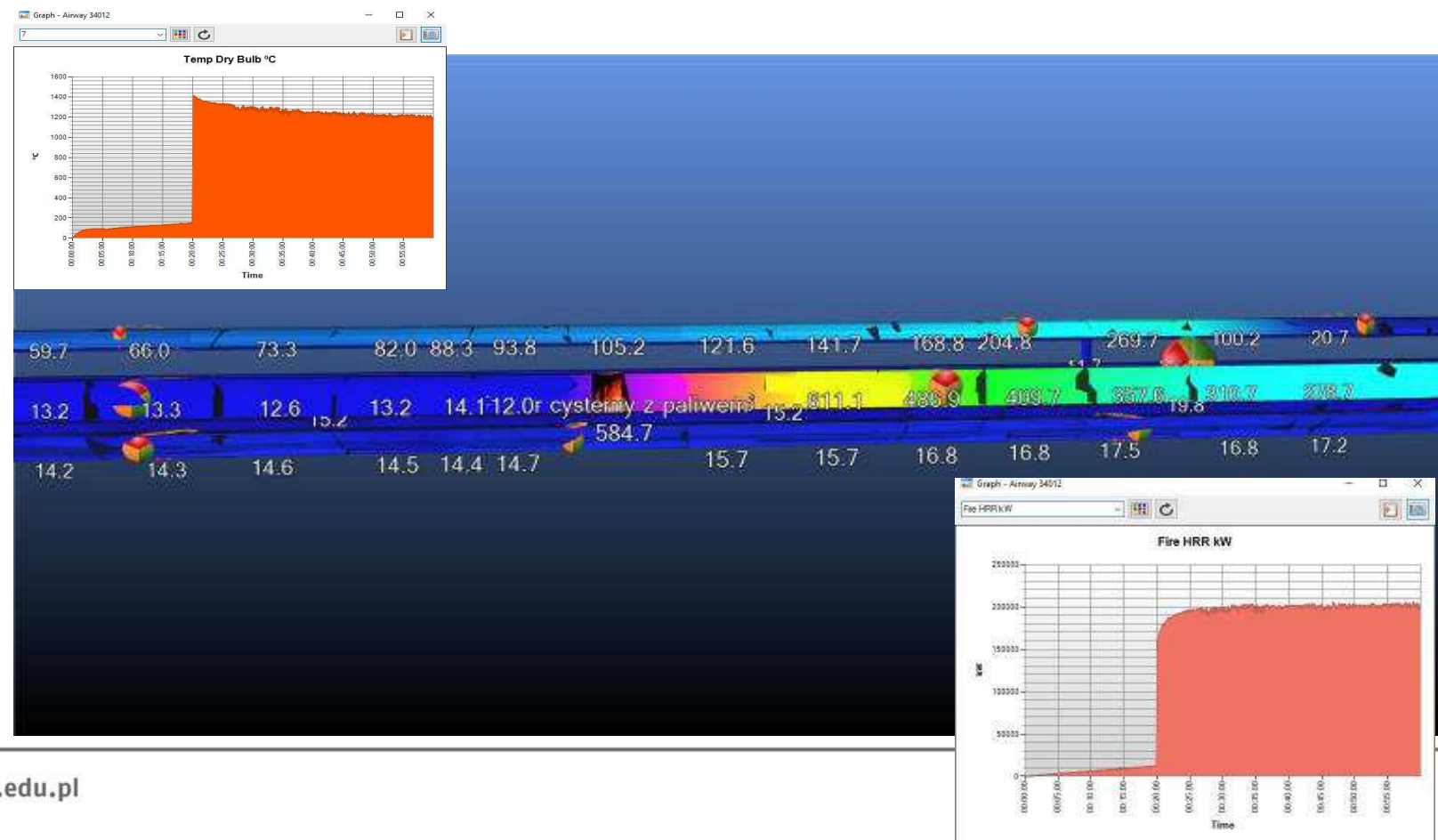




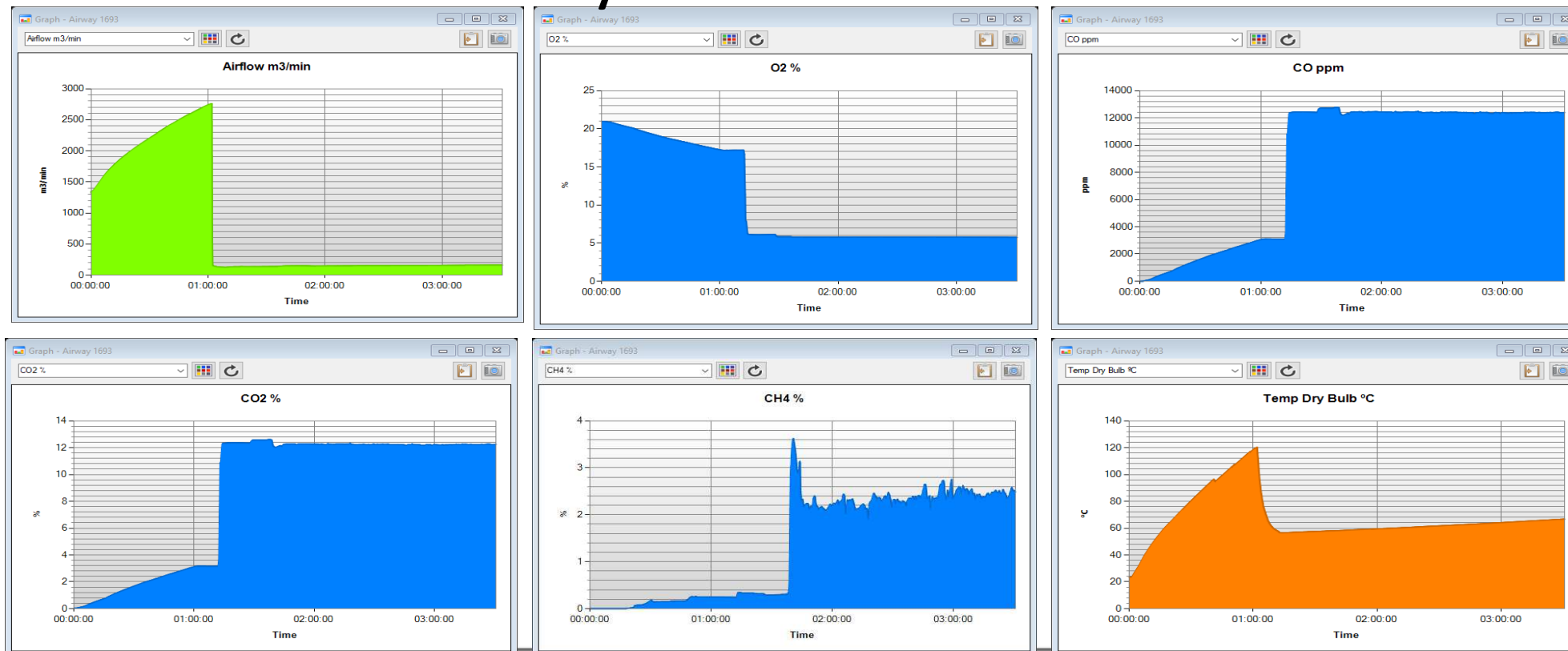
Zapewnienie wymaganej ilości powietrza w rejonie ściany jest uzależnione od prawidłowego funkcjonowania tam wentylacyjnych w 4 bocznicach stanowiących tzw. tamy wentylacyjne w 4 bocznicach tworzących tzw. "krótki łącznik wentylacyjny"



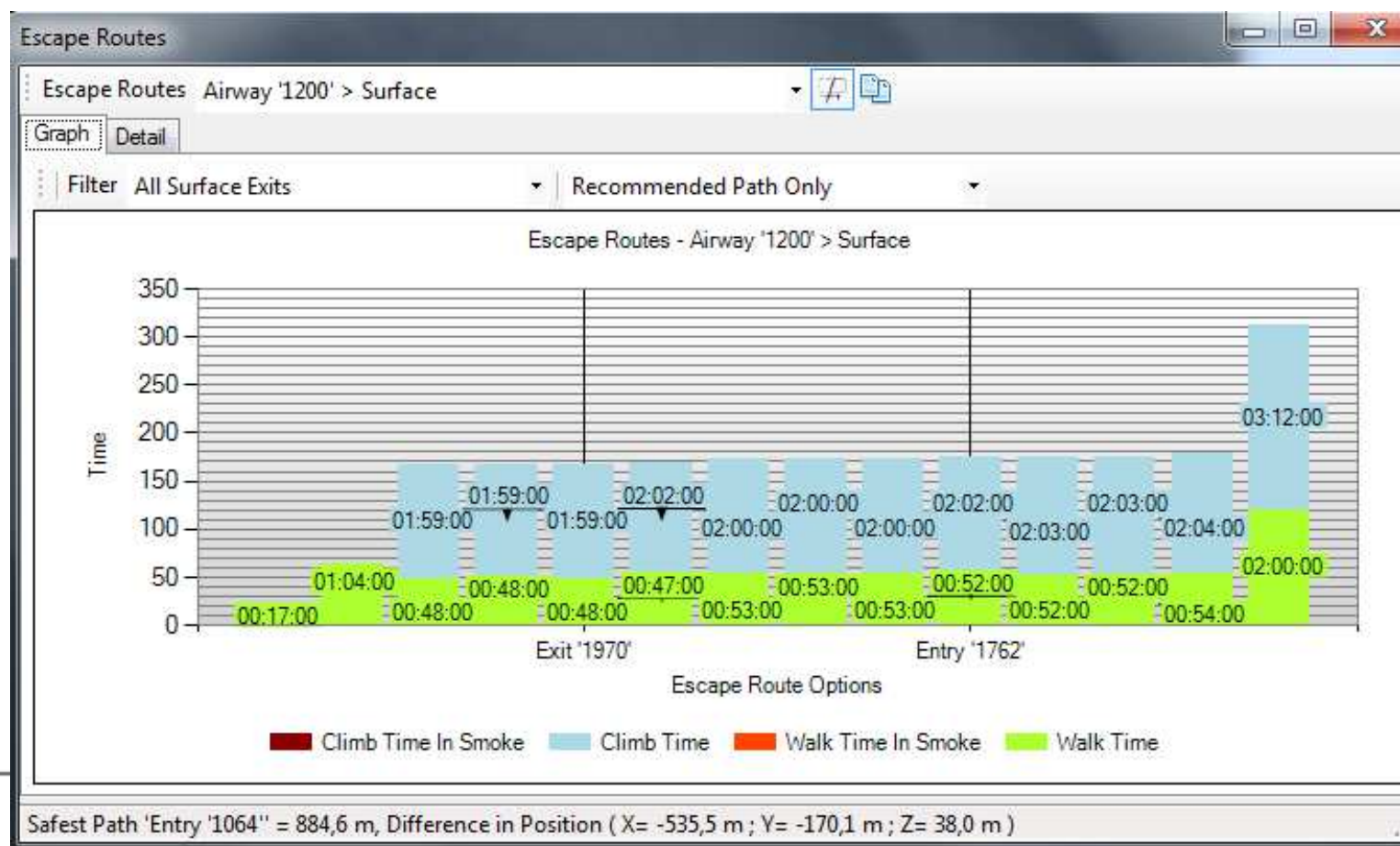
Scenariusze pożarowe



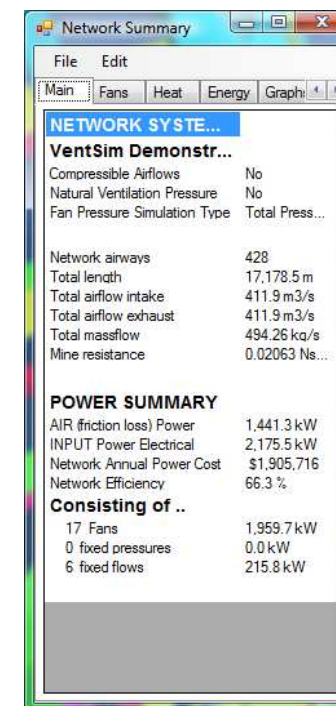
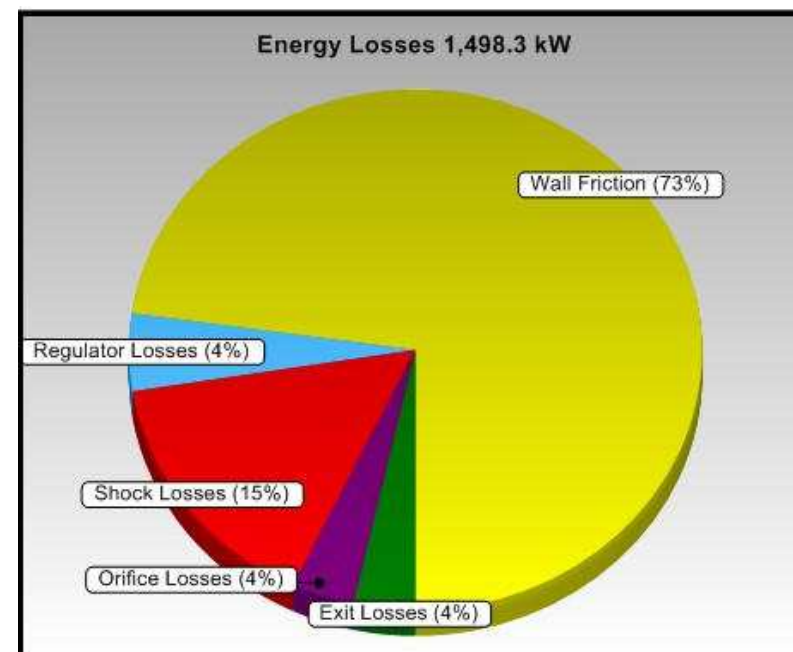
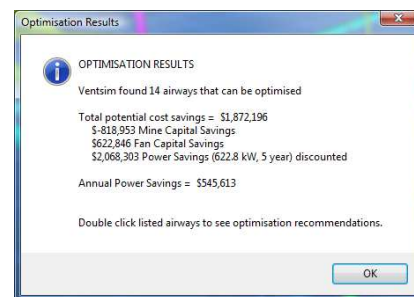
Bieżąca analiza w trakcie akcji ratowniczych



Wyznaczanie dróg ucieczkowych

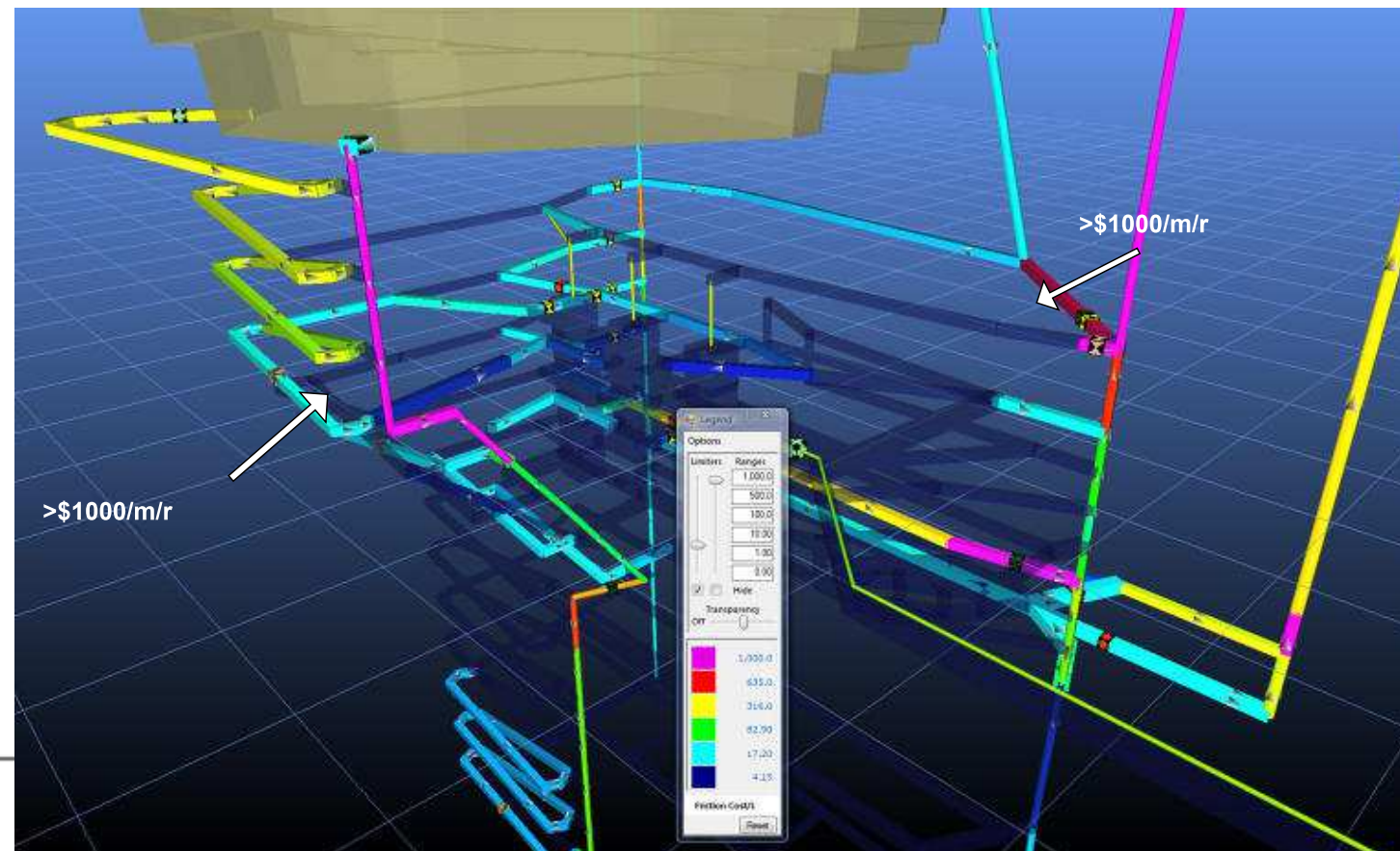


Całkowite koszty wentylacji

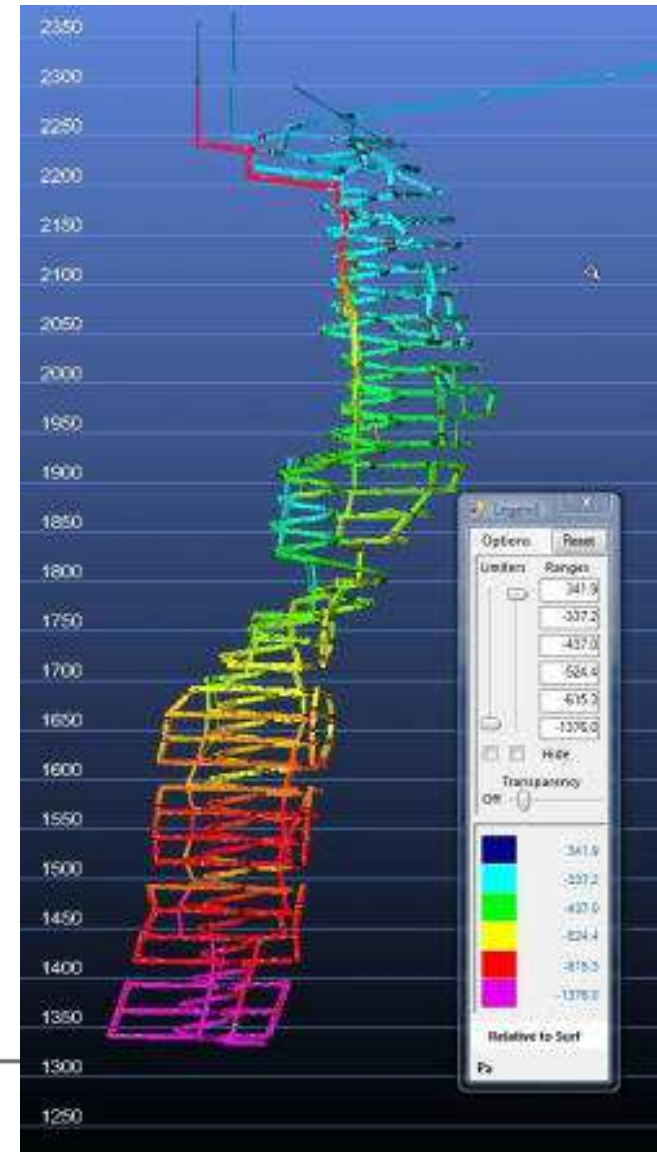




Sprawdzenie źródeł kosztów wentylacji

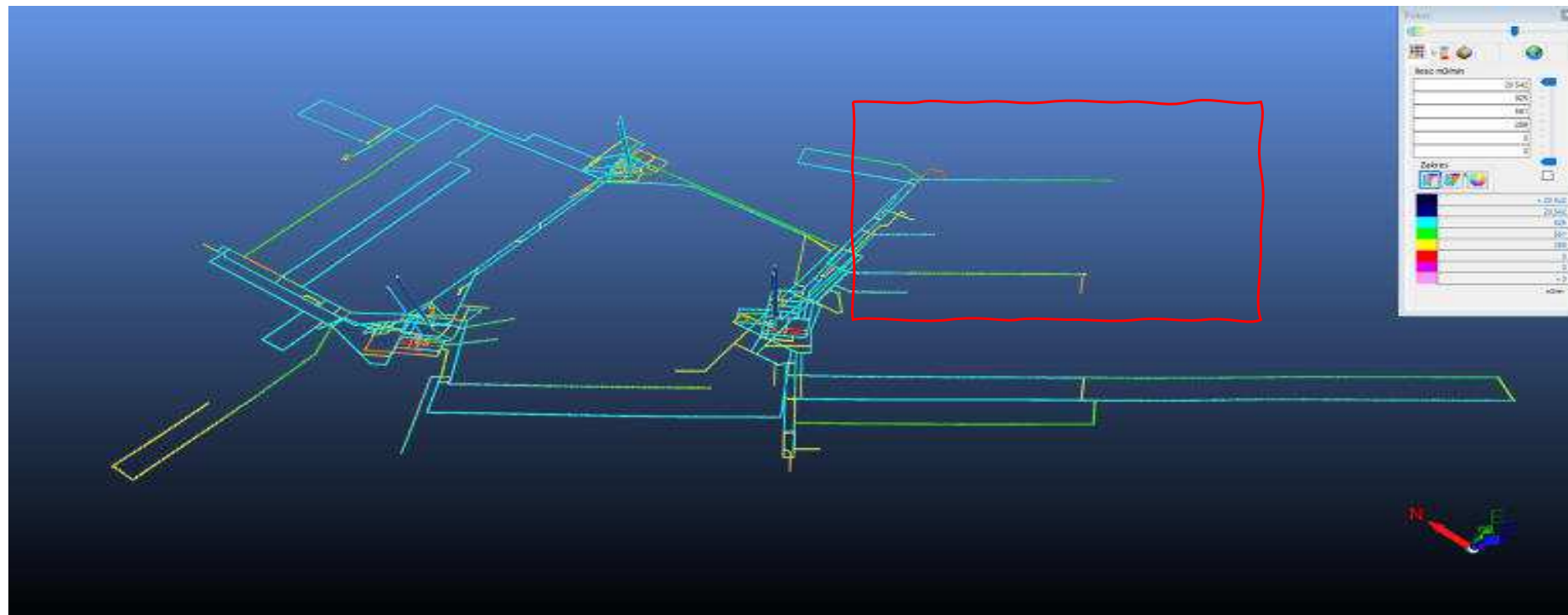


Optymalizacja - sprawdzenie możliwości rozbudowy



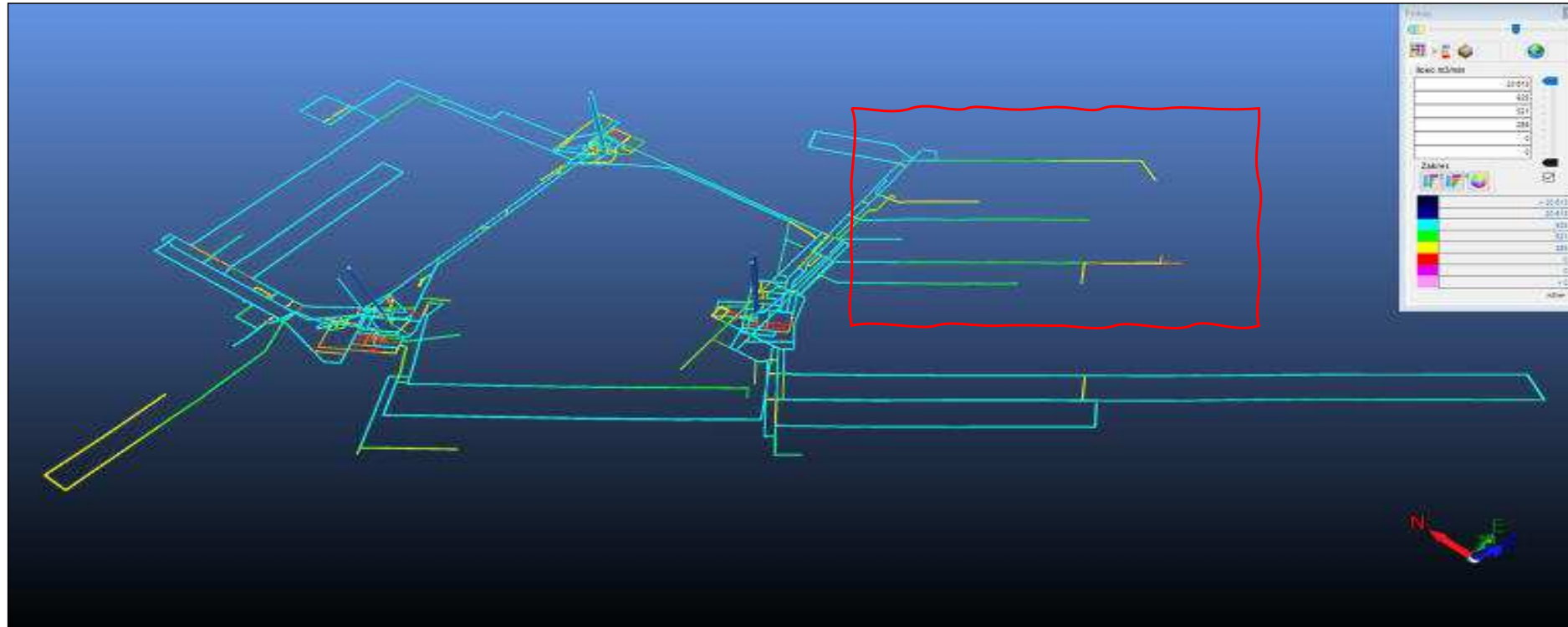


Model numeryczny - 1 etap



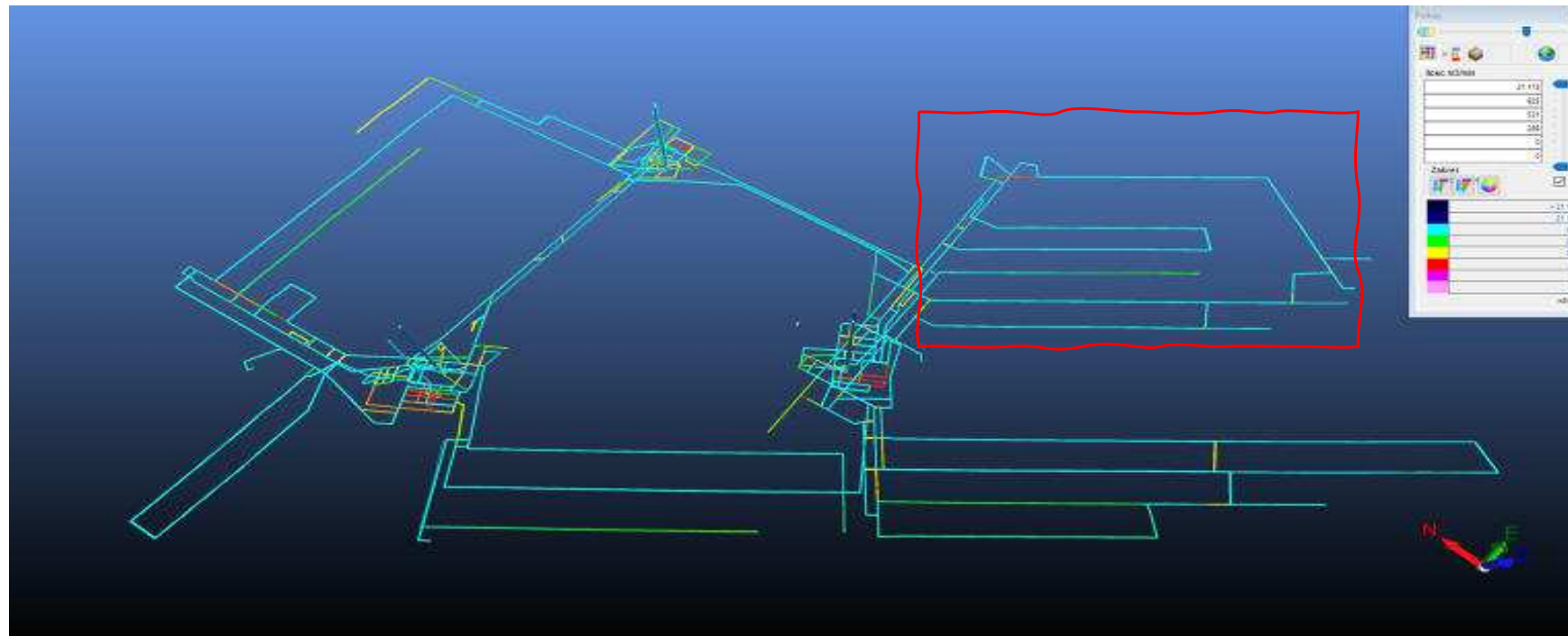


Model numeryczny – 2 etap



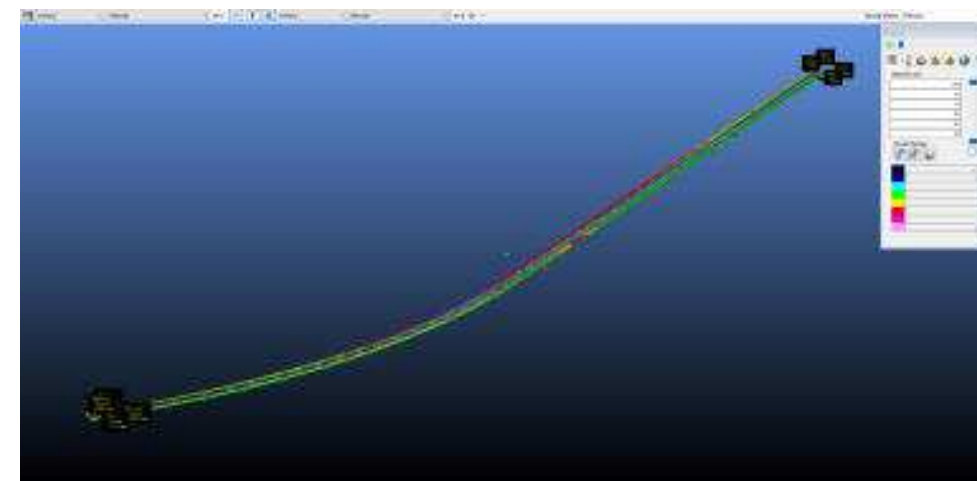
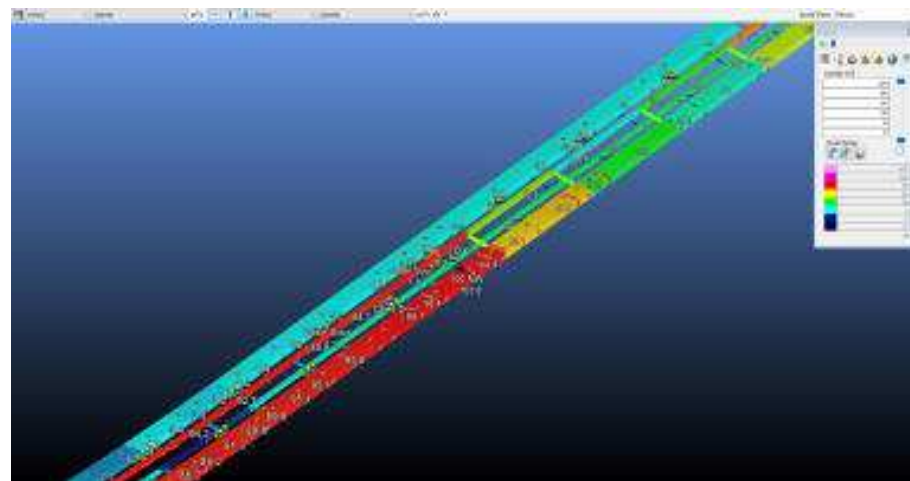


Model numeryczny - 3 etap



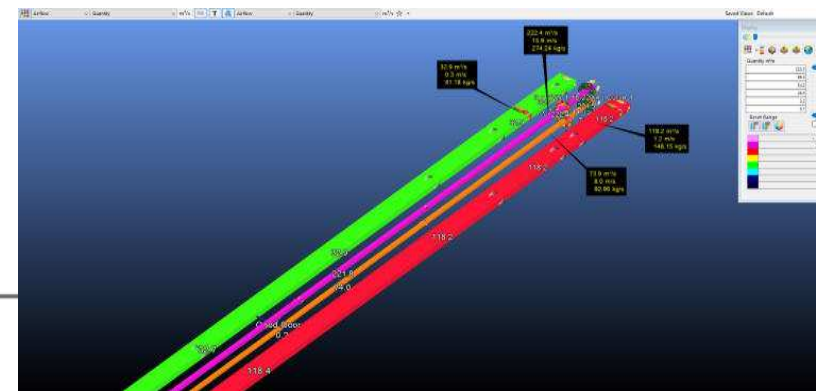


Tunele drogowe – implementacja modeli sieci wentylacyjnej



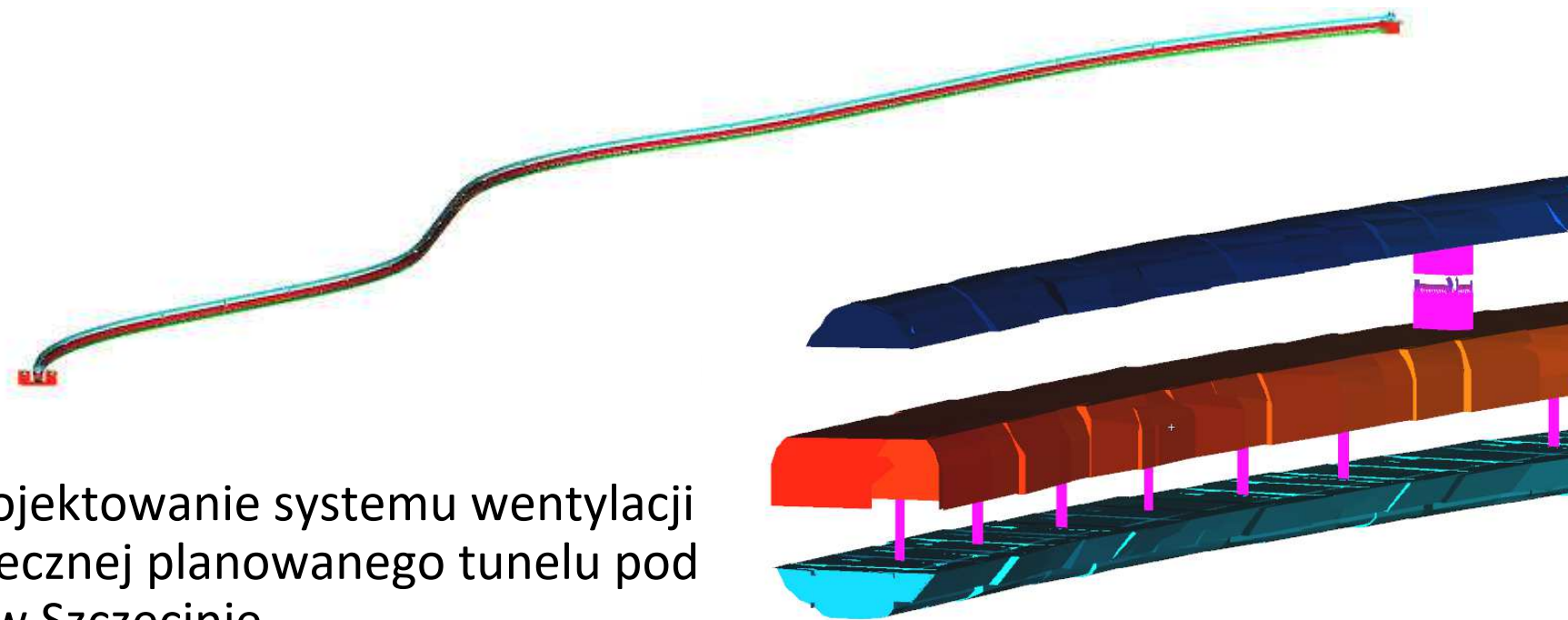
(1) Ocena skuteczności systemu wentylacji poprzecznej – tunel drogowy Południowej Obwodnicy Warszawy

www.agh.edu.pl





Tunele drogowe – implementacja modeli sieci wentylacyjnej



(2) Projektowanie systemu wentylacji poprzecznej planowanego tunelu pod Odrą w Szczecinie



Tunele drogowe – implementacja modeli sieci wentylacyjnej

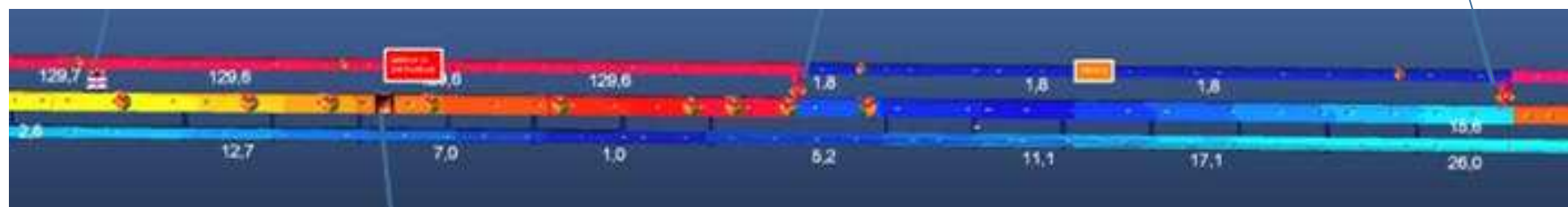


(3) Analiza scenariuszy pożarowy
- Tunel w Szczecinie



Zamknięta klapa
pożarowa

Otwarte klapy pożarowe

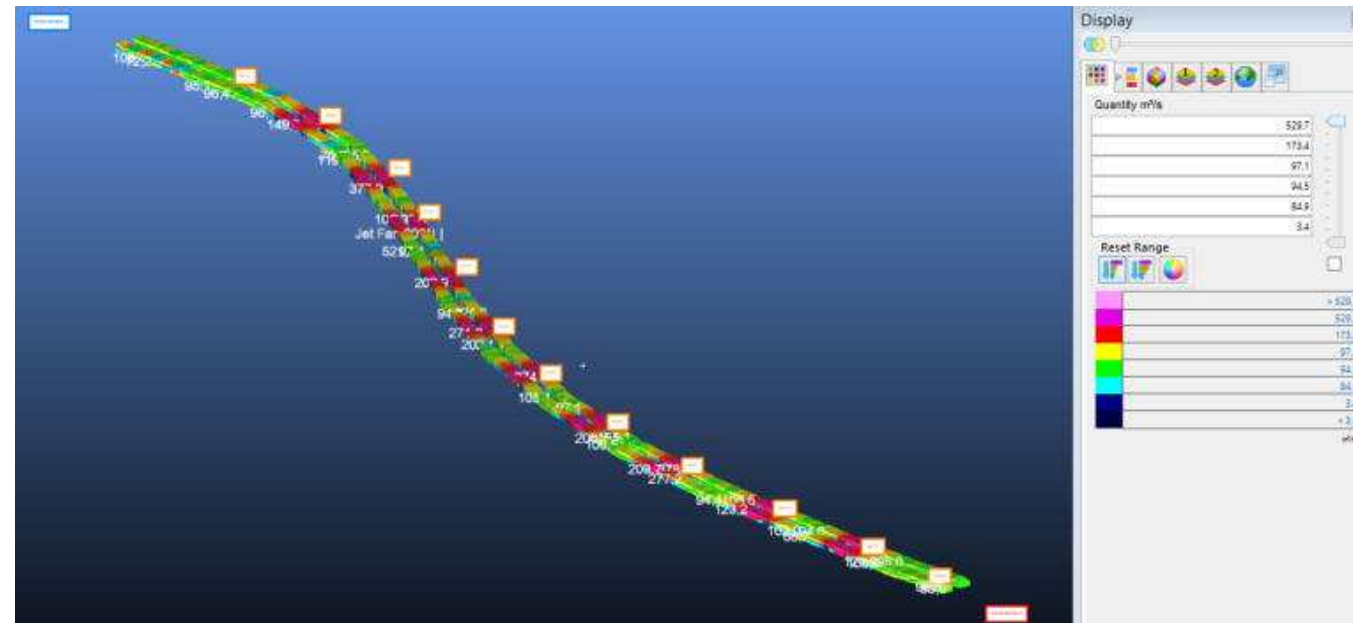




Tunele drogowe – implementacja modeli sieci wentylacyjnej



(4) Projektowanie systemu wentylacji wzdłużnej planowanego tunelu na Trasie Balickiej





Jak zarządzać złożoną siecią wentylacyjną?



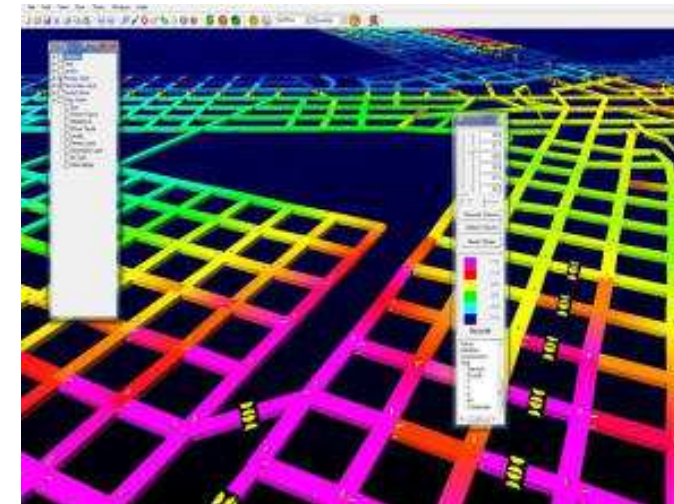
- Wiedza i umiejętności;
- Doświadczenie;
- IT narzędzia.



Dobra wentylacja = bezpieczna i produktywna kopalnia

Podsumowanie

- Szybkie zrozumienie projektów systemów wentylacyjnych.
- Graficzna informacja zwrotna o wynikach wentylacji.
- Możliwość pokazania innym osób bez wiedzy technicznej.
- Kolory, kształty i animacje w dużej mierze zastępują wymagania dotyczące czytania i interpretowania tekstu.





Dziękuję za uwagę



borowski@agh.edu.pl; +48600450542

