

Zbigniew Kuczera*

CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻENIA KLIMATYCZNEGO W STREFIE PRZODKOWEJ WYROBISKA KORYTARZOWEGO DLA ZMIENNEJ LOKALIZACJI CHŁODNICY POWIETRZA**

1. Wprowadzenie

Wzrost głębokości eksploatowanych pokładów, koncentracja wydobycia i związana z nią mechanizacja procesów urabiania i transportu węgla wpływa na pogorszenie mikroklimatu w wyrobiskach przodkowych.

Ograniczenie zagrożenia klimatycznego ma ogromne znaczenie na bezpieczne i efektywne prowadzenie robót górniczych w wyrobiskach korytarzowych, przewietrzanych za pomocą wentylacji lutniowej. Utrzymanie niskiego stężenia zanieczyszczeń gazowych i pyłowych, odpowiedniego stężenia tlenu oraz odprowadzenie powietrzem nadmiaru wydzielającego się ciepła i wilgoci wymaga coraz częściej obok intensywnego przewietrzania użycia maszyn klimatycznych [1, 2, 6].

W artykule przedstawiono wyniki analizy zmienności mocy chłodniczej maszyny klimatycznej oraz przedstawiono ocenę wpływu lokalizacji chłodnicy powietrza w pomocniczym lutniociągu tłoczącym na warunki klimatyczne (temperaturę termometru suchego, wilgotność właściwą i względną powietrza) panujące w strefie przodkowej wyrobiska korytarzowego. Celem badań *in situ* było sprawdzenie działania klimatyzacji lokalnej drażonego wyrobiska korytarzowego w warunkach geologiczno-górnictwowych KWK „Staszic”.

2. Charakterystyka wyrobiska korytarzowego

2.1. Charakterystyka warunków geologiczno-górnictwowych

Analiza wpływu lokalizacji chłodnicy na warunki klimatyczne w przodku przeprowadzono w wyrobisku korytarzowym upadowa I-S, chodniku badawczym i upadowej badawczej na poziomie 720 w pokładzie 407/4 w KWK „Staszic” (rys. 1). Przekrój wyrobiska wynosił 18 m², a docelowa długość 1430 m. Temperatura pierwotna górotworu wynosiła 32°C.

* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

** Artykuł wykonano w ramach pracy własnej nr 10.10.100.128.

Wyrobyiska prowadzone były w pokładzie węgla 407/4, który zaliczony został przez OUG w Katowicach jako pokład nietąpiący do [7]:

- II kategorii zagrożenia metanowego,
- B klasy zagrożenia wybuchem pyłu węglowego,
- I i III stopnia zagrożenia wodnego,
- III grupy samozapalności węgla.

Warunki geologiczne w rejonie upadowej I-S, chodnika badawczego i upadowej badawczej na poziomie 720 w pokładzie 407/4 były następujące [7]:

- upadowa I-S prowadzona była w pokładzie 407/4 na głębokości od ok. 730 do ok. 830 m,
- upad warstw w rejonie tego wyrobiska skierowany był na południowy zachód pod kątem $2\div 3^\circ$,
- miąższość pokładu 407/4 wahała się w granicach od 1,35 do 1,90 m.

2.2. Charakterystyka warunków wentylacji

Wyrobyisko przodkowe przewietrzane było zasadniczym lutniociągami ssącym i zastosowanym w celu poprawy warunków klimatycznych krótkim pomocniczym lutniociągami tłoczącym z zabudowaną chłodnicą powietrza o działaniu bezpośrednim.

TABELA 1

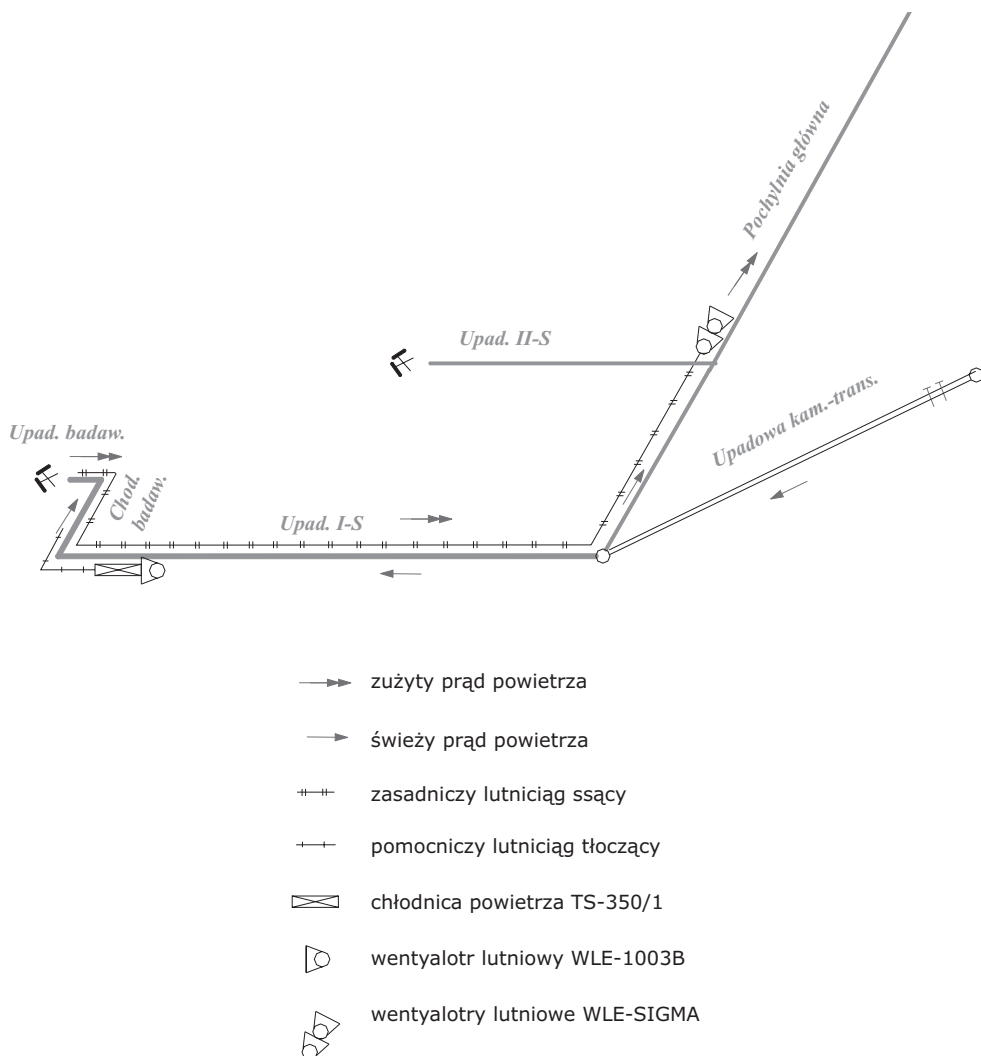
Dane zmianowe chłodziarki powietrza TS-350/1

Typ chłodziarki	TS-350/1
Typ zespołu maszynowego	TS-350/ZM-1
Typ parownika	TS-350/P
Typ chłodnicy wyparnej	CWW-460
Moc chłodnicza	350 kW
Rodzaj czynnika chłodniczego	R507, R404A, R407C
Wymiary	Wysokość 1,200 mm
	Szerokość 800 mm
	Długość 3,350 mm
Masa z silnikiem	2750 kg
Typ sprężarki	Carrier 5H120
Silnik elektryczny	Produkcji „CELMA” 90 kW, 500 V lub 1000 V, 50 Hz
Obieg chłodzenia skraplacza	Otwarty lub zamknięty z filtracją wody
Przepływ wody w obiegu skraplacza	$Q = 18,36 \text{ m}^3/\text{h}$, 28/38°C
Max ciśnienie w obiegu chłodzenia wody	1,6 MPa
Układ sterowania i zabezpieczenia elektrycznego	Iskrobezpieczny kategorii ia -ExiaI, i zgodny z Dyrektywą UE ATEX
Znak dopuszczenia WUG	GM-160/03 i GX-149/99

Źródło: [8]

Zużyte powietrze odprowadzone było z przodka lutnią spiro o średnicy 1 m i lutnią z tworzywa sztucznego ssąco-tłoczącą o średnicy 0,8 m. W lutniociągu ssącym zastosowano połączenie 600 m³/min i spiętrzenie 5100 Pa, zaś w pomocniczym lutniociągu tłoczącym o średnicy lutni tłoczącej z tworzywa sztucznego 0,6 m pracował wentylator WLE-1003B oraz chłodnica powietrza TS-350/1 firmy Termospec Sp. z o.o. o znamionowych danych technicznych jak w tabeli 1.

Lokalizacja chłodnicy powietrza TS-350/1 względem czoła przodka została przedstawiona na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat ideowy rejonu upadkowej I-S, chodnika badawczego i upadkowej badawczej w pokładzie 407/4 na poziomie 720

2.3. Charakterystyka maszyn i urządzeń

W wyrobisku korytarzowym upadowa I-S, chodnik badawczy i upadowa badawcza pracowały maszyny i urządzenia, stanowiące jedno z głównych źródeł ciepła:

- kombajn chodnikowy AM-75 z podajnikiem kombajnowym typu BOA-800,
- przenośnik zgrzeblowy SKAT E180 W,
- przenośniki taśmowe GWAREK i PTG,
- wentylator elektryczny WLE 1003B,
- pojazdowe stacje transformatorowe typu:
 - IT3Sb-315/6/0,5,
 - IT3Sb-400/6/1,
- pompy stacjonarne OS,
- zespół sprężarkowy chłodnicy TS-350/1.

W tabeli 2 wyszczególniono wszystkie maszyny stosowane w wyrobisku przygotowawczym upadowa I-S, chodnik badawczy i upadowa badawcza, podając ich moc.

TABELA 2

Moc urządzeń pracujących w wyrobisku przygotowawczym upadowa I-S, chodnik badawczy i upadowa badawcza w poszczególnych etapach drażenia

Nazwa wyrobiska	Kombajn		Przenośniki			Pompy			Wentylatory, transformatory, sprężarka		
	Typ	Moc [kW]	Typ	Moc [kW]	[szt.]	Typ	Moc [kW]	[szt.]	Typ	Moc [kW]	[szt.]
Upadowa I-S+ chodnik badawczy + upadowa badawcza	AM-75	357	Skat	15	4*	OS	55	1	WLE	55	1
	BOA	15	Gwarek	90	1		90	2	Trafo	400	1
			PTG	55	2		22	1	Trafo	315	1
	Sprężarka	90	1								
Podsumowanie											
Moc w wyrobisku przedkorytarzowym [kW]	Moc kombajnu [kW]		Moc przenośników [kW]			Moc pomp [kW]			Moc wentylatorów i transformatorów [kW]		
1614	372		215			257			770		

* stosowane w początkowym etapie drażenia wyrobiska (do około 100 m)

Źródło: [7]

3. Pomiary kopalniane

Do analizy wybrano pomiary wentylacyjne jak na rysunku 2:

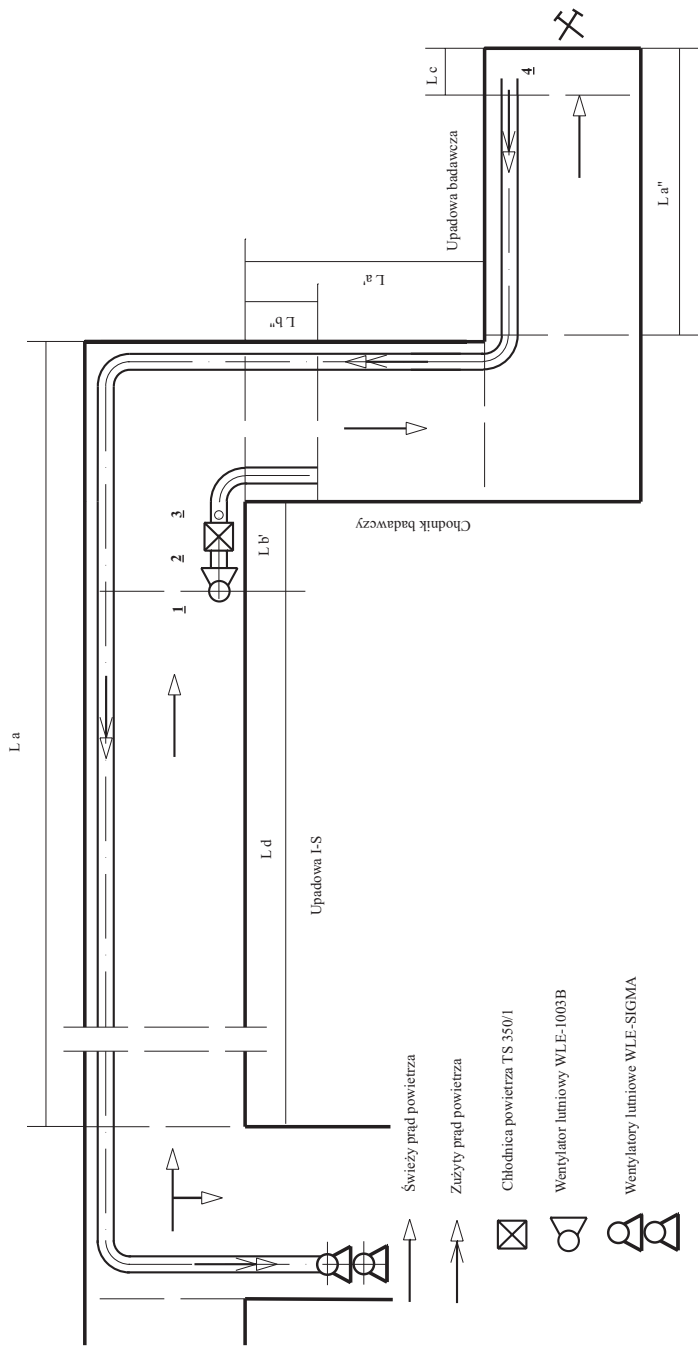
- na wlocie do wentylatora lutniociągu pomocniczego (punkt 1):
 - temperatury termometru suchego t_{s1} i wilgotnego t_{w1} psychrometrem Assmana,
 - ciśnienia bezwzględnego b w wyrobisku mikrobarometrem μBAR ,
 - średniej prędkości przepływającego powietrza v w przekroju poprzecznym wlotu do wentylatora za pomocą anemometru $\mu\text{As 4}$ metodą równoległą trawersowania ciągłego,
 - przekroju poprzecznego F wlotu do wentylatora (ze wzoru gdzie d średnica wlotu wentylatora zmierzona taśmą mierniczą),
- na wlocie do parownika chłodnicy powietrza (punkt 2):
 - temperatury termometru suchego t_{s2} i wilgotnego t_{w2} psychrometrem Assmana,
- na wylocie z parownika chłodnicy powietrza (punkt 3):
 - temperatury termometru suchego t_{s3} i wilgotnego t_{w3} psychrometrem Assmana,
- w strefie przodkowej – osiem metrów od czoła przodka (punkt 4):
 - temperatury termometru suchego t_{s4} i wilgotnego t_{w4} psychrometrem Assmana,
 - ciśnienia bezwzględnego b w wyrobisku przyrządem do pomiaru ciśnienia μBAR ,
 - średniej prędkości przepływającego powietrza v_p w przekroju wyrobiska anemometrem $\mu\text{As 4}$ metodą równoległą trawersowania ciągłego,
 - przekroju poprzecznego wyrobiska F_p w miejscu pomiaru prędkości v , ze wzoru $F_p = 0,8 \cdot S \cdot H$, gdzie S szerokość wyrobiska na spągu, a H wysokość wyrobiska w osi mierzona taśmą mierniczą z uwzględnieniem lokalnego zawężenia przekroju przez maszyny, materiały, lutnie.

Na rysunku 2 przedstawiono poligon pomiarowy w badanym wyrobisku przodkowym, który obejmował 4 miejsca, gdzie wykonywano pomiary wentylacyjne. Punkty pomiarowe oznaczono kropkami.

Punkt pomiarowy 1 znajdował się na wlocie do wentylatora WLE 1003b 668 m od wlotu do wyrobiska, punkt 2 na wlocie do parownika chłodnicy powietrza 670 m, a punkt 3 na wylocie z parownika 674 m od wlotu do wyrobiska. Pomiary były wykonywane dla czterech różnych odległości chłodnicy powietrza od przodka, podczas zmian roboczych i pracy wszystkich maszyn.

Naniesione na schemacie ideowym wymiary podają:

- L_a — długość upadowej I-S [m],
- L_b — długość pomocniczego lutniociągu tłoczącego z chłodnicą powietrza [m],
- L_d — odległość chłodnicy powietrza od wlotu do upadowej I-S [m],
- L_c — długość strefy przodkowej [m],
- L'_a — długość chodnika badawczego [m],
- L''_a — długość upadowej badawczej [m],
- L'_b — długość części pomocniczego lutniociągu tłoczącego z chłodnicą powietrza w upadowej I-S [m],
- L''_b — długość części pomocniczego lutniociągu tłoczącego w chodniku badawczym [m].



Rys. 2. Poligon pomiarowy w wyrobisku korytarzowym

Objaśnienia w tekście

4. Schemat obliczeniowy

Wyniki pomiarów i obliczeń zgrupowano w dwóch tabelach, oddzielnie dla wyrobiska i strefy przodkowej.

W tabeli 3 zebrano wyniki pomiarów i obliczeń dla punktów pomiarowych 1, 2 i 3:

- t_{s1} — temperaturę termometru suchego na wlocie do wentylatora [°C],
- t_{w1} — temperaturę termometru wilgotnego na wlocie do wentylatora [°C],
- Q — natężenie objętościowe przepływającego powietrza mierzone na wlocie do wentylatora [m³/min],
- b — ciśnienie bezwzględne powietrza na wlocie do wentylatora [Pa],
- t_{s2} — temperaturę termometru suchego na wlocie do parownika [°C],
- t_{w2} — temperaturę termometru wilgotnego na wylocie do parownika [°C],
- t_{s3} — temperaturę termometru suchego na wylocie z parownika [°C],
- t_{w3} — temperatura termometru wilgotnego na wylocie z parownika [°C],
- x_1 — obliczoną wartość wilgotności właściwej na wlocie do wentylatora [g pary H₂O/kg pow. such.],
- x_2 — obliczoną wartość wilgotności właściwej na wlocie do parownika [g pary H₂O/kg pow. such.],
- x_3 — obliczoną wartość wilgotności właściwej na wylocie z parownika [g pary H₂O/kg pow. such.].

Na podstawie literatury [1, 2, 4, 6] uzyskano zależności z których obliczono:

- wilgotność właściwa powietrza x_1 na wlocie do wentylatora w [kg/kg p.s.] (1):

$$x_1 = \frac{379,8 \cdot u_1 - 4,1161 \cdot 10^{-4} \cdot (t_{s1} - t_{w1}) \cdot b}{b - 610,6 \cdot u_1 + 6,6176 \cdot 10^{-4} \cdot (t_{s1} - t_{w1}) \cdot b} \quad \text{gdzie} \quad u_1 = 10^{\frac{7,5 \cdot t_{w1}}{237,29 + t_{w1}}} \quad (1)$$

- wilgotność właściwa powietrza x_2 na wlocie do parownika w [kg/kg p.s.] (2):

$$x_2 = \frac{379,8 \cdot u_2 - 4,1161 \cdot 10^{-4} \cdot (t_{s2} - t_{w2}) \cdot b}{b - 610,6 \cdot u_2 + 6,6176 \cdot 10^{-4} \cdot (t_{s2} - t_{w2}) \cdot b} \quad \text{gdzie} \quad u_2 = 10^{\frac{7,5 \cdot t_{w2}}{237,29 + t_{w2}}} \quad (2)$$

- wilgotność właściwa powietrza x_3 na wylocie z parownika w [kg/kg p.s.] (3):

$$x_3 = \frac{379,8 \cdot u_3 - 4,1161 \cdot 10^{-4} \cdot (t_{s3} - t_{w3}) \cdot b}{b - 610,6 \cdot u_3 + 6,6176 \cdot 10^{-4} \cdot (t_{s3} - t_{w3}) \cdot b} \quad \text{gdzie} \quad u_3 = 10^{\frac{7,5 \cdot t_{w3}}{237,29 + t_{w3}}} \quad (3)$$

TABELA 3

Wyniki pomiarów i obliczeń w punktach pomiarowych 1, 2 i 3

Wlot do wentylatora (1)					Wlot do parownika (2)			Wylot z parownika (3)		
t_{s1} [m]	t_{w1} [m]	Q [m ³ /min]	b [Pa]	x_1 [g/kg]	t_{s2} [m]	t_{w2} [m]	x_2 [g/kg]	t_{s3} [m]	t_{w3} [m]	x_3 [g/kg]
29,2	23,2	530	106221	14,51	31,2	23,8	14,55	15,2	15,2	10,28
28,4	23,6	529	109230	14,96	30,6	24,0	14,60	15,0	15,0	9,86
28,2	23,4	527	106113	15,25	30,4	24,0	15,21	14,8	14,6	9,81
28,6	21,8	529	106428	12,72	30,8	22,4	12,62	14,4	14,2	9,53

TABELA 4

Wyniki pomiarów i obliczeń w punkcie pomiarowym 4

Przodek (4)					
t_{s4} [m]	t_{w4} [m]	Q_p [m ³ /min]	b_p [Pa]	x_4 [g/kg]	φ_4 [%]
26,0	22,2	505	106232	14,4	71,7
26,4	23,2	498	109220	15,2	75,9
27,2	24,0	463	106320	16,6	76,5
27,8	25,0	463	106596	17,8	79,5

W tabeli 4 zebrano dane pomiarowe i obliczeniowe dla punktu pomiarowego 4 w czole przodka; oznaczenia użyte w tabeli:

t_{s4} — temperatura termometru suchego w przodku [°C],

t_{w4} — temperatura termometru wilgotnego w przodku [°C],

Q_p — natężenie objętościowe przepływającego powietrza mierzone w przodku [m³/min],

b_p — ciśnienie bezwzględne powietrza w przodku [Pa],

x_4 — obliczona wartość wilgotności właściwej w przodku [g pary H₂O/kg pow. such.],

φ_4 — obliczona wartość wilgotności względnej w przodku [%].

Wilgotność właściwą x_4 w [kg pary H₂O/kg pow. such.] i wilgotność względną φ_4 [%] powietrza w przodku [1, 2, 4, 6] obliczono wzorem (4) i (5):

$$x_4 = \frac{379,8 \cdot u_4 - 4,1161 \cdot 10^{-4} \cdot (t_{s4} - t_{w4}) \cdot b_p}{b - 610,6 \cdot u_4 + 6,6176 \cdot 10^{-4} \cdot (t_{s4} - t_{w4}) \cdot b_p} \quad \text{gdzie} \quad u_4 = 10^{\frac{7,5 \cdot t_{w4}}{237,29 + t_{w4}}} \quad (4)$$

$$\varphi_4 = \frac{610,6 \cdot u_4 - 6,6176 \cdot 10^{-4} \cdot (t_{s4} - t_{w4}) \cdot b_p}{610,6 \cdot u_4} \cdot 100\% \quad \text{gdzie} \quad u_4 = 10^{\frac{7,5 \cdot t_{s3}}{237,29 + t_{s3}}} \quad (5)$$

TABELA 5

**Wyniki analizy pomiarów i obliczeń
dla różnych odległości chłodnicy powietrza od czola przodka**

L [m]	L_{ch} [m]	ρ [kg/m ³]	Q_{mps} [kg p.s./s]	N_{cs} [kW]	N_{cw} [kW]	N [kW]
862	194	1,21	10,50	174,58	109,13	283,71
915	247	1,24	10,79	175,21	124,81	300,02
965	297	1,21	10,44	172,03	137,60	309,63
980	312	1,21	10,54	178,68	79,65	258,33

W tabeli 5 zebrano charakterystyczne wymiary i wyniki obliczeń dla różnych odległości chłodnicy powietrza od przodka; oznaczenia użyte w tabeli:

- L — długość wyrobiska [m],
- L_{ch} — odległość chłodnicy od przodka [m].
- ρ — gęstość powietrza na wlocie do parownika [kg/m³],
- Q_{mps} — strumień masowy powietrza suchego na wlocie do parownika [kg p.s./s],
- N_{cs} — moc chłodzenia [kW],
- N_{cs} — moc osuszania [kW],
- N — moc chłodnicza parownika [kW].

Długość wyrobiska L [m] według danych na rysunku 2 jest sumą:

$$L = L_a + L_{a'} + L_{a''} \quad (6)$$

Odległość chłodnicy od przodka L_{ch} [m] obliczono wzorem:

$$L_{ch} = (L_a + L_{a'} + L_{a''}) - L_d = L - L_d \quad (7)$$

Korzystając z zależności podanych w literaturze [1–6] wyznaczono:

- gęstość powietrza na wlocie do parownika ρ w [kg/m³]:

$$\rho = \frac{0,003484}{t_{s2} + 237,29} \cdot [b - 0,3781 \cdot (610,6 \cdot u_2 - 6,6176 \cdot 10^{-4} (t_{s2} - t_{w2}))] \quad (8)$$

- strumień masowy powietrza suchego Q_{mps} w [kg p.s./s] (9):

$$Q_{mps} = \frac{Q \cdot \rho}{1 + x_2} \quad (9)$$

- moc chłodzenia N_{CS} w [kW]:

$$N_{CS} = Q_{mps} \cdot [C_p (t_{s2} - t_{s3}) + C_{pw} (x_2 \cdot t_{s2} - x_3 \cdot t_{s3})] \quad (10)$$

gdzie:

C_p — ciepło właściwe powietrza suchego $J/(kg \cdot K)$

$$C_p = 1,005 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

C_{pw} — ciepło właściwe pary wodnej przegrzanej $[J/(kg \cdot K)]$

$$C_{pw} = 1,86 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}),$$

— moc osuszania N_{CW} w [kW]:

$$N_{CW} = Q_{mps} (x_2 - x_3) \cdot (r - C_{ww} \cdot t_{x3}) \quad (11)$$

gdzie:

r — utajone ciepło parowania wody $J/(kg \cdot K)$,

$$r = 2500 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}),$$

C_{ww} — ciepło właściwe wody $J/(kg \cdot K)$,

$$C_{ww} = 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}),$$

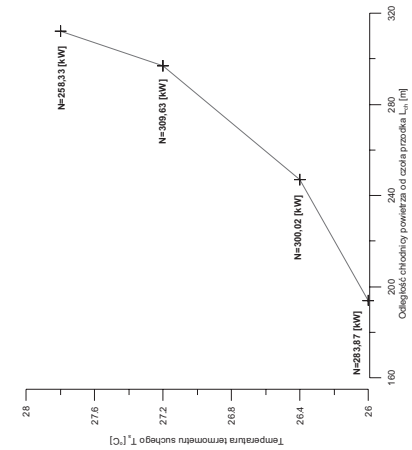
— moc chłodniczą parownika N w [kW] dla chłodzenia mokrego:

$$N = N_{CS} + N_{CW} \quad (12)$$

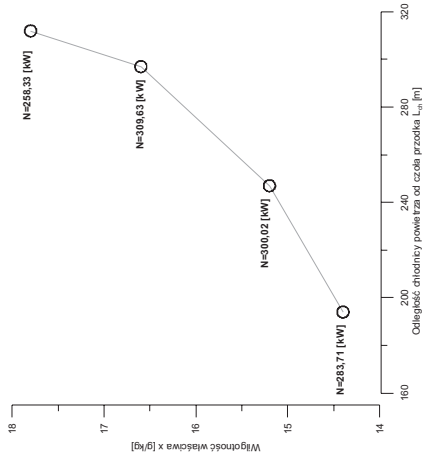
Na rysunku 3 przedstawiono zmianę temperatury termometru suchego, wilgotności właściwej i wilgotności względnej powietrza w przodku badanego wyrobiska korytarzowego wraz z jego postępem dla różnych odległości chłodnicy powietrza od przodka.

Analiza zmian temperatury termometru suchego, wilgotności właściwej i względnej powietrza w przodku wyrobiska korytarzowego wykazała, że:

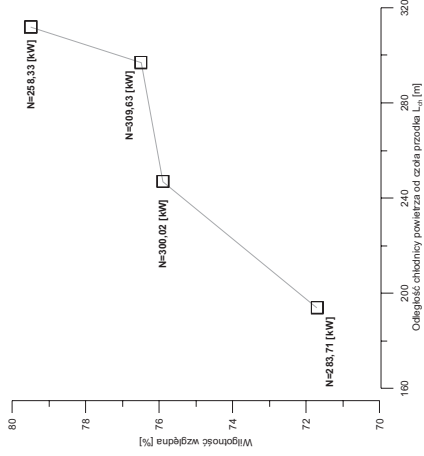
- dla chłodnicy odległej od przodka o 194 m, w przodku uzyskano temperaturę termometru suchego rzędu $26,0^\circ\text{C}$, wilgotność właściwą powietrza $14,4 \text{ g/kg}$, wilgotność względną powietrza $71,7\%$, a moc chłodnicza parownika wynosiła $283,71 \text{ kW}$ (moc chłodzenia $174,58 \text{ kW}$; moc osuszania $109,31 \text{ kW}$);
- dla chłodnicy odległej od przodka o 247 m, w przodku uzyskano temperaturę termometru suchego rzędu $26,4^\circ\text{C}$, wilgotność właściwą powietrza $15,2 \text{ g/kg}$, wilgotność względną powietrza $75,9\%$, a moc chłodnicza parownika wynosiła $300,02 \text{ kW}$ (moc chłodzenia $175,21 \text{ kW}$; moc osuszania $124,81 \text{ kW}$);
- dla chłodnicy odległej od przodka o 297 m, w przodku uzyskano temperaturę termometru suchego rzędu $27,2^\circ\text{C}$, wilgotność właściwą powietrza $16,6 \text{ g/kg}$, wilgotność względną powietrza $76,5\%$, a moc chłodnicza parownika wynosiła $309,63 \text{ kW}$ (moc chłodzenia $172,03 \text{ kW}$; moc osuszania $137,60 \text{ kW}$);
- dla chłodnicy odległej od przodka o 312 m, w przodku uzyskano temperaturę termometru suchego rzędu $27,8^\circ\text{C}$, wilgotność właściwą powietrza $17,8 \text{ g/kg}$, wilgotność względną powietrza $79,5\%$, a moc chłodnicza parownika wynosiła $358,33 \text{ kW}$ (moc chłodzenia $178,68 \text{ kW}$; moc osuszania $79,65 \text{ kW}$).



Zmiana temperatury termometru suchego w przodku w zależności od odległości chłodnicy od człoła przodka



Zmiana wilgotności właściwej powietrza w przodku w zależności od odległości chłodnicy od człoła przodka



Zmiana wilgotności względnej powietrza w przodku w zależności od odległości chłodnicy od człoła przodka

Rys. 3. Zmiana temperatury suchej, wilgotności właściwej i względnej przepływającego powietrza w przodku w zależności od lokalizacji chłodnicy powietrza od człoła przodka w upadkowej badawczej w układzie 407/4

Średnia arytmetyczna z obliczonych czterech wartości mocy chłodniczej parownika podczas pomiarów wykonywanych dla różnych odległości chłodnicy powietrza od przodka wyniosła 288 kW. Chłodnica powietrza pracowała prawidłowo, ale ze względu duży dopływ ciepła z pracujących maszyn i urządzeń, celowa była jej przebudowa, gdy jej odległość od przodka wyniosła 320 m. Pozwoliło to na uzyskanie w przodku wyrobiska korytarzowego warunków klimatycznych pozwalających na ośmiogodzinny czas pracy załogi.

5. Podsumowanie

W czasie wykonywanych pomiarów natężenie objętościowe przepływającego powietrza na wlocie do wyrobiska wynosiło około 580 m³/min, a w przodku 460 m³/min.

Zastosowanie chłodnicy powietrza TS 350/1 zabudowanej w pomocniczym lutniociągu tłoczącym pozwoliło na uzyskanie w strefie przodkowej odpowiednich, zgodnych z przepisami bhp, warunków klimatycznych.

Pomiary wykazały, że dla warunków geologiczno-górnicznych i sposobu mechanizacji drażenia badanego wyrobiska korytarzowego prawidłowe warunki klimatyczne w przodku zostaną zachowane, jeśli przebudowa chłodnicy powietrza, będzie wykonywana, tak, aby jej odległość od przodka nie przekroczyła 320 m.

Dla chłodnicy oddalonej od przodka:

- o 194 m, w strefie przodkowej temperatura termometru suchego wynosiła 26,0°C, wilgotność właściwa powietrza 14,4 g/kg, a wilgotność względna powietrza 75%; na tym etapie moc parownika chłodnicy powietrza w 61,6% została wykorzystana na chłodzenie, a w 38,4% na osuszanie powietrza;
- o 247 m, w przodku nastąpił wzrost temperatury termometru suchego do 26,4°C, wilgotności właściwej powietrza do 15,2 g/kg, a wilgotności względnej powietrza do 76,3%; w tym przypadku moc parownika chłodnicy powietrza w 58,4% została spożytkowana na chłodzenie, a w 41,6% na osuszanie;
- o 297 m temperatura termometru suchego wzrosła do wartości 27,2°C, wilgotność właściwa powietrza do 16,6 g/kg, a względna do 76,7%. Podczas tych pomiarów moc parownika chłodnicy powietrza w 55,6% została zużyta na chłodzenie, a w 44,4% na osuszanie powietrza;
- o 312 m temperatura termometru suchego w strefie przodkowej wyniosła 27,8°C, wilgotność właściwa powietrza 17,4 g/kg, a wilgotność względna powietrza 79,5%; moc parownika chłodnicy powietrza w 69,2% została zużyta na chłodzenie, a w 30,8% na osuszanie powietrza.

Wzrost odległości chłodnicy od przodka wynoszący 118 m dla wyrobiska korytarzowego o długości 980 m spowodował przyrost w strefie przodkowej temperatury termometru suchego o 1,8°C, wilgotności właściwej powietrza o 3,4 g/kg, a wilgotności względnej o 4,5%, przy średniej mocy chłodniczej parownika 288 kW, która w 61,2% została zużyta na chłodzenie, a w 38,8% na osuszanie powietrza.

LITERATURA

- [1] *Filek K., Nowak B.*: Chłodzenie powietrza górnictwem chłodnicą przeponową o działaniu bezpośrednim. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Górniczej, Kraków 2002
- [2] *Frycz A.*: Klimatyzacja kopalń. Wydanie II. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1981
- [3] *Kozaczka J.*: Podstawy termodynamiki. Wydawnictwo Taurus-K, Kraków, 1997
- [4] *Nowak B.*: Temperatura i wilgotność powietrza w wyrobiskach korytarzowych przewietrzanych nieszczelnymi lutniociągami. Wydawnictwa AGH 1997
- [5] *Staniszewski B.*: Termodynamika. PWN, Warszawa 1982
- [6] *Wacławik J., Cygankiewicz J., Knechtel J.*: Warunki klimatyczne w kopalniach głębokich. Wydanie II. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Górniczej, Kraków 1998
- [7] Materiały udostępnione przez KWK „Staszic”
- [8] Strona internetowa www.termospec.pl (10.11.2007)