

Krystian PROBIERZ \*, Marek MARCISZ \*\*

## CHANGES OF ASH AND SULPHUR CONTENT IN COAL MINE PRODUCTION CYCLE

### ZMĚNY OBSAHU POPELA A SÍRY BĚHEM TĚŽEBNÍHO CYKLU UHELNÉHO DOLU

#### Abstract

Changes of the qualitative parameters of coal during exploitation and preparation process, that is from in situ coal to the final coal product in the coal mine were followed. Retrospective recognition of the deposit (in the form of digital map of isolines) was carried out. All production lines with their trouble spots (where change of qualitative parameters of coal is possible) were analysed. Possibility of application of the results of the work was showed.

#### Abstrakt

Na uhelném dole byly sledovány změny kvalitativních parametrů uhlí během procesu těžby a úpravy, tj. od uhlí in situ až ke konečnému uhelnému produktu. Formou digitálních map izolinií byl proveden retrospektivní průzkum ložiska. Analyzovány byly všechny výrobní linky s jejich problémovými body, kde může dojít ke změnám kvalitativních parametrů uhlí. V článku je uvedena možnost využití výsledků práce.

**Key words:** Upper Silesian Coal Basin, changes of coal quality parameters, digital maps, production cycle, preparation process

#### Introduction

Profile of coal quality usually includes description of changes of quality parameters in seam/deposit [2]. Comprehensive quality analyses preparation process products are made rarely. Exceptionally all production cycle (from in situ coal to the final coal product) is analysed [5].

The paper presents changes of qualitative parameters of coal during the whole process of exploitation and preparation, i. e. from in situ coal to the final coal product [9].

Necessity of such studies results from the assertion that precision of coal quality estimation depends on natural and technological factors [2], [7]. Conceivable is the influence of the way of deposit sampling as well.

The choice the “Szczycłowice” coal mine (situated in NW part of the Upper Silesian Coal Basin, Poland) is justified by considerable size of the resources [1], [3]. Changes of quality were ascertained on the basis of coal from seam 415/2 – Namurian C (Ruda Bes according to polish classification or Suchá Beds according to czech classification).

#### Method

The method of work embraced recognition of coal quality in seam 415/2 and in individual points of the preparation plant.

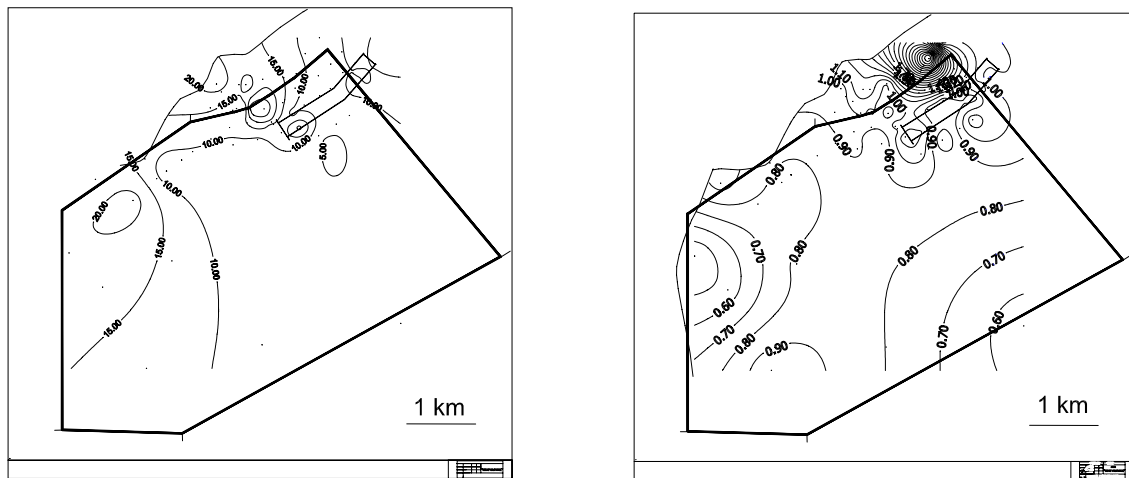
At the beginning retrospective recognition of the deposit with special consideration of changes of ash and sulphur content was carried out. Research works included recognition stages on to Detailed Exploration

---

\* Prof., PhD, DSc, Silesian Technical University, Faculty of Mining and Geology, Institute of Applied Geology, 44-100 Gliwice, Akademicka 2, e-mail: probierz@zeus.polsl.gliwice.pl

\*\* MSc, Silesian Technical University, Faculty of Mining and Geology, Institute of Applied Geology, 44-100 Gliwice, Akademicka 2, e-mail: marek@geo.gorn.polsl.gliwice.pl

[6]. Digital maps of changes of qualitative parameters of coal were the effect of the recognition [4], [8], (Fig. 1.). The maps were prepared on the basis of the data from drill-holes and seam samples. Maps of isolines were made for the whole of seam 415/2, taking into consideration only natural borders: Orlova overthrust (in the west) and the coal seam outcrops (in the north). Place of currently exploitation was also depicted (longwall face no X in the NNE part of the mining-area).



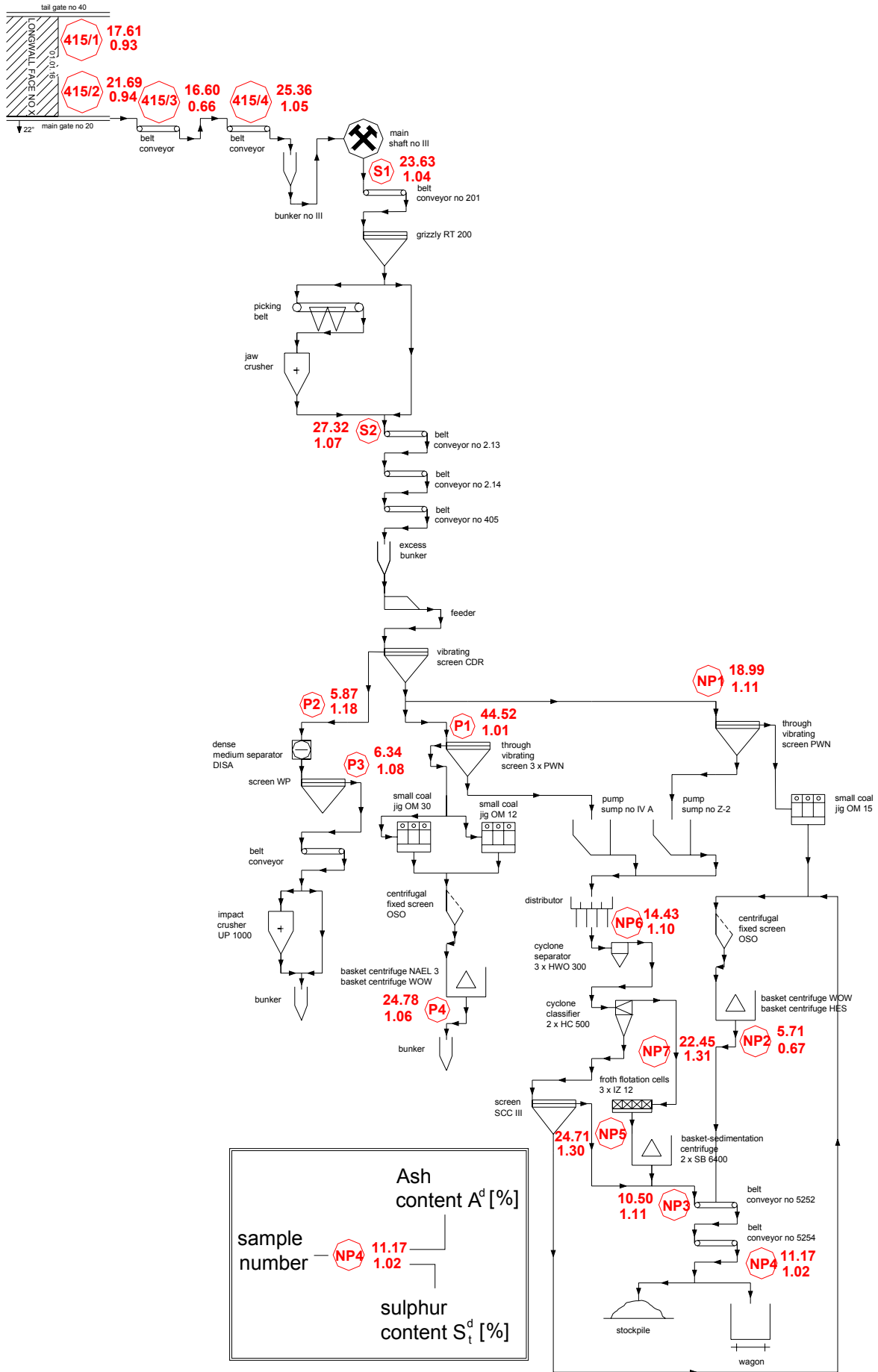
**Fig. 1.** Maps of ash (on the left) and sulphur (on the right) content. Recognition category of the deposit: Detailed Exploration

In turn individual points of production process were sampled (Tab. 1.). Sampling diagram is presented on Fig. 2. All trouble spots of production cycle (where changes of qualitative parameters of coal are possible) were the criterion of sampling.

**Tab. 1.** Sampling profile of seam and preparation plant

Sample number	Samples
415/1	Seam sample, seam 415/2, longwall face no X, tail gate no 40
415/2	Seam sample, seam 415/2, longwall face no X, main gate no 20
415/3	Belt conveyor, seam 415/2
415/4	Belt conveyor, seam 415/2
S1	Run-of-mine coal, sorting plant, belt conveyor nr 201
S2	Run-of-mine coal, sorting plant, belt conveyor nr 2.13
P1	Run-of-mine small coal, $\varnothing$ 0-20 mm, coal washer
P2	Run-of-mine small coal, $\varnothing$ 20-200 mm, coal washer
P3	Coal concentrate, $\varnothing$ 20-200 mm, coal washer, <b>SALEABLE COAL</b>
P4	Dressed small coal (washed small coal), $\varnothing$ 2-20 mm, <b>SALEABLE COAL</b>
NP1	Run-of-mine small coal, $\varnothing$ 0-20 mm, coal washer
NP2	Dressed small coal (washed small coal), $\varnothing$ 2-20 mm, coal washer
NP3	Dehydrated flotation concentrate with coal concentrate from cyclone classifier HC 500, coal washer
NP4	Collective concentrate, coal washer, <b>SALEABLE COAL</b>
NP5	Dehydrated flotation concentrate from cyclone classifier HC 500, coal washer
NP6	Material fed mechanically for enrichment by hydraulic cyclone, coal washer

Material fed mechanically for flotation overflow from cyclone classifier HC 500 coal



## Research results discussion

Profile of coal quality from seam 415/2 i. e. ash and sulphur content in exploitation area (embrace i.a. mean parameters values, standard deviation and deviation coefficient) were presented in Tab. 2.

**Tab. 2.** Changes of values of the qualitative parameters of coal. Recognition category of the deposit: Detailed Exploration

Parameter	Symbol	A <sup>d*</sup>	S <sub>t</sub> <sup>d*</sup>
Number of observations	N	42	42
Maximum value	Max	30,31	3,04
Minimum value	Min	5,60	0,40
Arithmetic mean	Śr	13,07	0,97
Empirical variance	S <sup>2</sup>	44,30	0,14
Standard deviation	S	6,66	0,37
Coefficient of variation	V	50,93	38,34
Coefficient of skewness (of asymmetry)	Sk	1,10	4,23

\* A<sup>d</sup> – ash content in dry state; S<sub>t</sub><sup>d</sup> – total sulphur content in dry state

Results of analyses of ash and sulphur content and petrographic composition of coal in individual points of production process were presented in Tab. 3. Changes of ash and sulphur content in individual production lines were presented in Fig. 3.

Comparison of data, concerning ash and sulphur content in seam (Tab. 2.), and production points (Tab. 3.), shows higher, in some cases, content of these components in the points of production process than in the deposit. This concerns first of all sample P1 (coal washer). In case of saleable coal substantial decrease of ash content was ascertained for coal concentrate Ø 20-200 mm from coal washer (sample P3) and for collective concentrate from coal washer (sample NP4).

Petrographic composition of coals which were sampled in the points of production process shows some changes such as increase of vitrinite content and decrease of liptinite share in the relation to the data concerning seam samples collected from the longwall face no X.

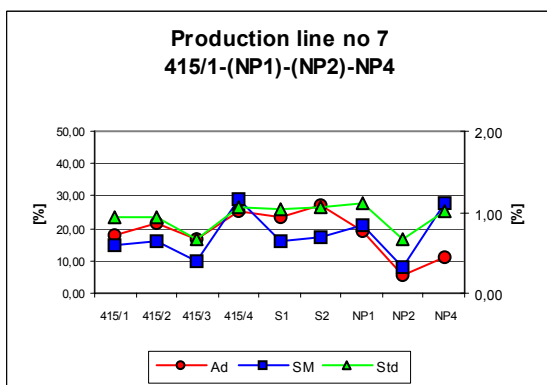
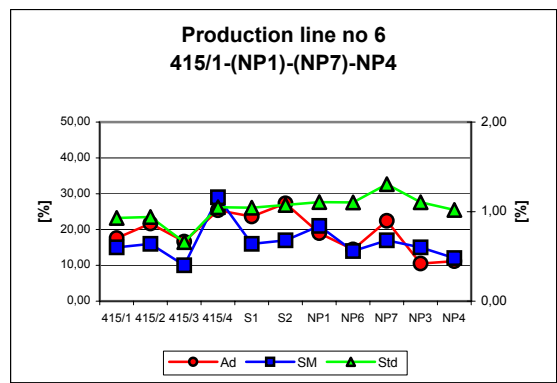
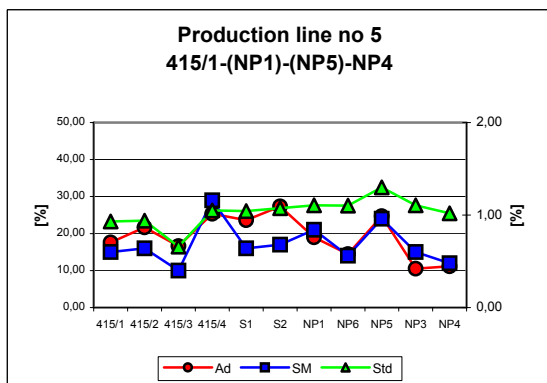
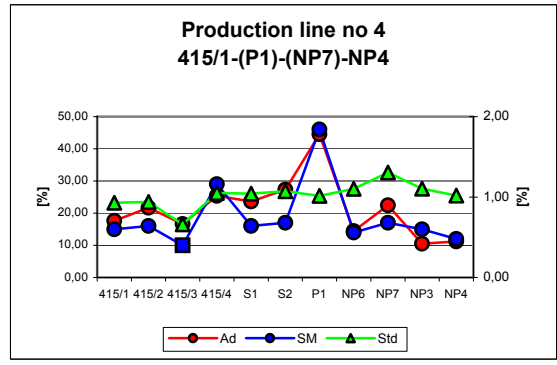
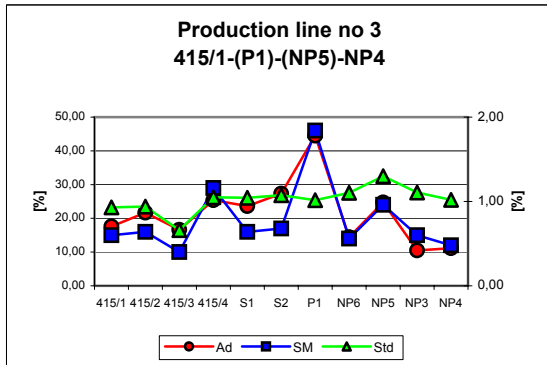
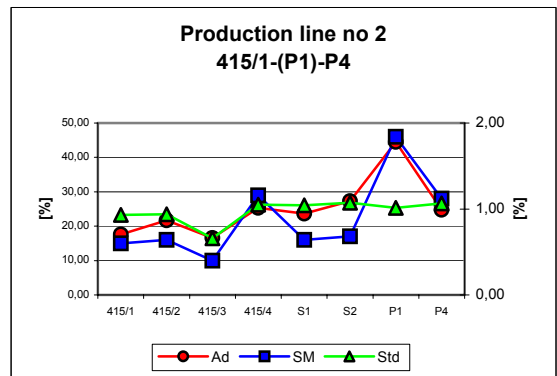
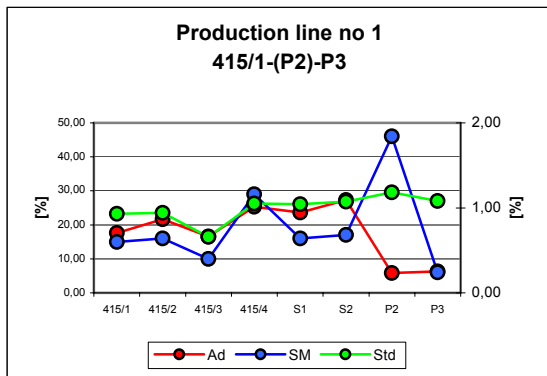
The analysis of changes of coal parameters i. e. ash and sulphur content in the production cycle permits to draw some conclusions:

- ❑ the quality of the mined coal may differ from that estimated in the deposit. Ash and sulphur contents in seam samples, determined by laboratory methods, differ from values estimated on the basis of the maps of isolines,
- ❑ situation, when the expected parameter value is different from the real value (i. e. determined by research) may come into being also within the preparation process. Ash content between vibrating screen CDR and vibrating screen PWN (Fig. 2.) usually achieves 24 – 26 %. However, laboratory analyses showed, that it can substantially differ from these values, what is proved by sample P1, in which 44,52 % of ash was ascertained. Examined rock though isn't already coal but flammable carbonaceous shale,
- ❑ general trend of changes of qualitative parameters in the whole production process can't be unequivocally described. Analyses of each production line, separately, are necessary. However possibility of pointing out general and local similarities between individual lines of this cycle cannot be rejected,
- ❑ comprehensive analyses of production cycle can assist in developing of scientific bases of methodologies of: correct choose of seams for exploitation, corrections in preparation process, exploitation of coal characterized by required qualitative parameters.

**Tab. 3.** The values of the qualitative parameters of coal and preparation plant

Sample number	A <sup>d**</sup> [%]	S <sub>t</sub> <sup>d**</sup> [%]	SM <sup>**</sup> [%]	V <sub>t</sub> <sup>mmf**</sup> [% vol.]	L <sup>mmf**</sup> [% vol.]	I <sup>mmf**</sup> [% vol.]
415/1	17,61	0,93	15	79	7	14
415/2	21,69	0,94	16	75	8	17
415/3	16,60	0,66	10	79	9	12
415/4	25,36	1,05	29	74	7	19
S1	23,63	1,04	16	72	7	21
S2	27,32	1,07	17	76	6	18
P1	44,52	1,01	46	77	6	17
P2	5,87	1,18	6	75	10	15
<b>P3</b>	<b>6,34</b>	<b>1,08</b>	<b>6</b>	<b>82</b>	<b>7</b>	<b>11</b>
<b>P4</b>	<b>24,78</b>	<b>1,06</b>	<b>28</b>	<b>82</b>	<b>5</b>	<b>13</b>
NP1	18,99	1,11	21	80	6	14
NP2	5,71	0,67	8	82	5	13
NP3	10,50	1,11	15	86	2	12
<b>NP4</b>	<b>11,17</b>	<b>1,02</b>	<b>12</b>	<b>83</b>	<b>3</b>	<b>14</b>
NP5	24,71	1,30	24	87	3	10
NP6	14,43	1,10	14	86	2	12
NP7	22,45	1,31	17	85	2	13

\*\* A<sup>d</sup> – ash content in dry state; S<sub>t</sub><sup>d</sup> – total sulphur content in dry state; SM – mineral matter content; V<sub>t</sub><sup>mmf</sup> – vitrinite content; L<sup>mmf</sup> – liptinite content; I<sup>mmf</sup> – inertinite; mmf – mineral matter free state; **P3, P4, NP4** – final coal product



**Fig. 3.** Changes of the qualitative parameters of coal in all production lines. Data from Tab. 3.  
( ) – characteristic points

## References

- [1] Darski J., Kicki J., Sobczyk E. J.: Raport o stanie gospodarki zasobami złóż węgla kamiennego. *Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Studia, Rozprawy, Monografie, nr 85, Kraków, 2001, 127 s.*
- [2] Gabzdyl W., Probiez K.: Możliwości wykorzystania wyników badań petrologicznych węgla w geologii, górnictwie i przetwórstwie węgla. *Prace Naukowe GIG, s. Konferencje, nr 13, Konferencja nt. „Problemy geologii w ekologii i górnictwie podziemnym – Ustroń 96”, Katowice, 1996, s. 33-43.*
- [3] Gabzdyl W.: Wpływ restrukturyzacji górnictwa na wielkość i strukturę bazy zasobowej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Materiały Międzynarodowej Konferencji pt.: „Górnictwo 2000” Stowarzyszenie Wychowanków Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej, Szczyrk 23-24 listopada 1999, s. 59-68.*
- [4] Marcisz M.: „Przedstawienie wyników badań jakości węgla w postaci map cyfrowych”. *Polska Akademia Nauk, oddział w Katowicach, Prace Komisji Naukowych, z. nr 25, s. 159-160, Katowice, 2001.*
- [5] Mastalerz M., Padgett P. L.: From in situ coal to the final coal product: a case study of the Danville Coal Member (Indiana). *International Journal of Coal Geology, vol. 41, 1999, s. 107-123.*
- [6] Nieć M.: Geologia kopalniana. *Wyd. Geologiczne, Warszawa, 1982, 488 s.*
- [7] Probiez K.: Górnictwo na cenzurowanym. *Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2001.*
- [8] Probiez K., Marcisz M.: „Zastosowanie kombinacji programów AutoCAD i Surfer do konstrukcji map jakości węgla”. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Górnictwo, z. 246, Gliwice, 2000, s. 439-450.*
- [9] Probiez K., Marcisz M.: „Zmiany zawartości popiołu i siarki w węglach z pokładu 415/2 w cyklu produkcyjnym KWK Szczygłowice”, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Górnictwo, z. 249, Gliwice, 2001, s. 135-145.*

## Resumé

Článek uvádí změny kvalitativních parametrů uhlí během celého procesu těžby a úpravy, tj. od uhlí in situ po konečný uhelný produkt. Nezbytnost takových studií vyplývá z tvrzení, že přesnost stanovení kvality uhlí závisí na přírodních a technologických faktorech. Také je možný vliv metody vzorkování ložiska. Volba uhelného dolu “Szczygłowice” (nachází se v SZ části hornoslezské uhelné pánve v Polsku) je zdůvodněna značnou velikostí zdrojů. Změny kvality byly stanoveny na základě uhlí ze sloje 415/2 – namur C (vrstvy Ruda podle polské klasifikace nebo sušské vrstvy podle české klasifikace).

Metodika prací zahrnovala průzkum kvality uhlí ve sloji 415/2 a v jednotlivých bodech úpravnického zařízení. Na počátku byl proveden retrospektivní průzkum ložiska se zvláštním ohledem na změny obsahu popela a síry. Výzkumné práce zahrnovaly stadia průzkumu až k průzkumu detailnímu. Výsledkem byly digitální mapy změn kvalitativních parametrů uhlí. Mapy byly připraveny na základě údajů z vrtů a slojových vzorků. Postupně byly vzorkovány jednotlivé body výrobního procesu. Všechna problematická místa výrobního cyklu (kde jsou možné změny kvalitativních parametrů uhlí) byla kritériem pro vzorkování.

Srovnání údajů týkajících se obsahu popela a síry ve sloji a ve výrobních bodech ukazují v některých případech vyšší obsah těchto komponent v bodech výrobního cyklu než v ložisku. Petrografické složení uhlí vzorkovaných v bodech výrobního cyklu ukazuje některé změny, jako např. zvýšení obsahu vitrinitu a snížení podílu liptinitu ve vztahu k údajům týkajících se slojových vzorků sebraných z porubní stěny.

Analýza změn parametrů uhlí, tj. obsah popela a síry ve výrobním cyklu umožňuje učinit některé závěry:

- Kvalita vytěženého uhlí se může lišit od kvality stanovené v ložisku. Obsahy popela a síry ve slojových vzorcích stanovené laboratorními metodami se liší od hodnot stanovených na základě map izolinií.

- ❑ Situace, kdy se liší očekávaná hodnota parametru od skutečné hodnoty (tj. stanovené výzkumem) může nastat také uvnitř procesu úpravy.
- ❑ Obecný trend změn kvalitativních parametrů v celém výrobním procesu nelze jednoznačně popsat. Nezbytné jsou analýzy každé výrobní linky odděleně. Nelze však odmítnout možnost upozornit na obecné a lokální podobnosti mezi jednotlivými linkami tohoto cyklu.
- ❑ Komplexní analýzy výrobního cyklu mohou pomoci při rozvíjení vědeckých bází metodologií: správného výběru slojí pro těžbu, korekce procesu úpravy, těžby uhlí charakterizovaného požadovanými kvalitativními parametry.

**Recenzent:** Prof. Ing. M. Sivek, CSc., VŠB-TU Ostrava