



INSTYTUT CHEMICZNEJ
PRZERÓBKI WĘGLA



1955-2016

Konferencja Naukowo-Techniczna
„Koksownictwo 2016”
06.10-08.10.2016 Ustroń

**Domieszkowanie
dodatków pochodzenia
biomasowego do
mieszanki koksowniczej
– czy to ma sens?**

Łukasz Smędowski, Izabela Mazurek, Małgorzata Uglik

Tytułem wstępu

Trendy lansowane w UE

- zwiększenie konkurencyjności i rentowności koksowni poprzez optymalne wykorzystanie surowców węglowych,
- minimalizowanie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery.



Prowadzone są badania w mające na celu ocenę (w aspekcie ekonomicznym i technologicznym) możliwości dodawaniu do wsadu różnorodnych dodatków, w tym tych pochodzenia **biomasowego**.

Przegląd projektów

- **RFCR-CT-2006-00002 MAXICARB**

Maximising carbon utilisation through improved raw material selection and proces control.

- **RFCR-CT-2010-00007 DENSICHARGE**

Improving the use of alternative raw materials in coking blends through charge densification.

- **RFCR-CT-2014-00006 ALTERAMA**

Developing uses of alternative raw materials in cokemaking.

- **RFSR-CT-2013-00001 FLEXCOKE**

Flexible production of coke using alternative coals - effects on coke properties under blast furnace conditions.

Przegląd jednostek

- Instituto Nacional del Carbon – INCAR-CSIC,
- University of Nottingham,
- DMT GmbH&Co.KG,
- voestalpine Stahl GmbH,
- Centre de Pyrolyse de Marienau – CPM,
- Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla – IChPW

Przegląd literatury

- **Díaz, M., C., Zhao, H., Kokonya, S., Dufour, A., Snape, C.E., 2012.** The Effect of Biomass on Fluidity Development in Coking Blends Using High-Temperature SAOS Rheometry. *Energy & Fuels* 26(3): 1767-1775.
- **Diez, M.A., Borrego, A.G., 2013.** Evaluation of CO₂-reactivity patterns in cokes from coal and woody biomass blends. *Fuel* 113: 59–68.
- **Flores, B.D., Flores, I.V., Guerrero, A., Orellana, D.R., Pohlmann, J.G., Diez, M.A., Borrego, A.G., Osório, E., Vilela, A.C.F., 2016.** Effect of charcoal blending with a vitrinite rich coking coal on coke reactivity. *Fuel Processing Technology* - In press, Corrected Proof.
- **Guerrero, A., Diez, M.A., Borrego, A.G., 2015.** Influence of charcoal fines on the thermoplastic properties of coking coals and the optical properties of the semicoke. *International Journal of Coal Geology* 147: 105-114.
- **Kokonya, S., Castro-Díaz, M., Barriocanal, C., Snape, C.E., 2013.** An investigation into the effect of fast heating on fluidity development and coke quality for blends of coal and biomass. *Biomass and Bioenergy* 56: 295–306.

Przegląd literatury

- **Lu, K.M., Lee, W.J., Chen, W.H., Lin, T.Ch., 2013.** Thermogravimetric analysis and kinetics of co-pyrolysis of torrefied wood and coal blends. *Applied Energy* 105:57-65.
- **Melendi, S., Diez, M.A., Alvarez, R., Barriocanal, C., 2011.** Relevance of the composition of municipal plastic wastes for metallurgical coke production. *Fuel* 90(4): 1431-1438.
- **Moghtaderi, B., Meesri, Ch., Wall, T.F., 2004.** Pyrolytic characteristics of blended coal and woody biomass. *Fuel* 83(6):745-750.
- **Montiano, M.G., Barriocanal, C., Alvarez, R., 2013.** Effect of the addition of waste sawdust on thermoplastic properties of a coal. *Fuel* 106: 537–543.
- **Montiano, M.G., Díaz-Faes, E., Barriocanal, C., 2014.** Partial briquetting vs direct addition of biomass in coking blends. *Fuel* 137: 313-320.
- **Montiano, M.G., Díaz-Faes, E., Barriocanal, C., Alvarez, R., 2014.** Influence of biomass on metallurgical coke quality. *Fuel* 116: 175-182.
- **Pohlmann, J.G., Osório, E., Vilela, A.C.F., Diez, M.A., Borrego, A.G., 2016.** Pulverized combustion under conventional (O₂/N₂) and oxy-fuel (O₂/CO₂) conditions of biomasses treated at different temperatures. *Fuel Processing Technology* – In press.

Przegląd literatury

- **Smatanova, N., Borrego, A.G., Diez, M.A., 2015.** Thermal behaviour of woody biomass and its relevance to coal thermoplasticity. *International Journal of Chemical & Petrochemical Technology* 5 (4): 9-16.
- **Tao Wu, T., Gong, M., Lester, E., Hall, P., 2013.** Characteristics and synergistic effects of co-firing of coal and carbonaceous wastes. *Fuel* 104: 194-200.
- **Zhu, X., Li, X., Xiao, L., Zhang, X., Tong, S., Wu, Ch., Ashida, R., Liu, W., Miura, K., Yao, H., 2016.** Novel carbon-rich additives preparation by degradative solvent extraction of biomass wastes for coke-making. *Bioresource Technology* 207: 85–91.
- **Wasielowski R., Sobolewski A, Ciuruś N., 2006.** Isslijedowanija wlijanija termiczeskoj utylizaciji osadkow stocznych wod w processe koksowanija uglia na pokazatieli kaczestwa koksa CRI/CSR. *Koks i Chimija* 10:13-16.
- **Wasielowski R., Rejdak M., 2013.** Przemysłowe testy koprolyzy stałych paliw wtórnych (SRF) z węglem kamiennym. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska* 1: 29-36.

Węgle i biomasy

Parametr	Jedn.	Węgiel G	Trociny kasztanowca SC1	Toryfikat z trocin kasztanowca SC1-250	Trociny dębu SR1	Toryfikat z trocin dębu SR1-250	Trociny sosny SP1	Toryfikat z trocin sosny SP1-250
V^d	%	32.0	78.8	58.1	81.9	65.1	84.8	74.4
A^d	%	8.3	1.3	5.9	0.5	0.9	0.3	0.6
C_t^d	%	78.3	50.2	58.8	50.2	59.8	50.7	57.6
H_t^d	%	4.9	5.7	4.7	5.9	4.9	6.1	5.9
N^d	%	2.5	0.5	0.8	0.4	0.5	0.3	0.5
S_t^d	%	0.88	0.00	0.03	0.02	0.04	0.00	0.02
O^d	%	4.5	43.0	27.5	44.0	33.8	42.5	35.3
C/H	%	1.34	0.73	1.05	0.71	1.02	0.69	0.81
C/O	%	23.35	1.56	2.86	1.52	2.36	1.59	2.18

Węgle i biomasy

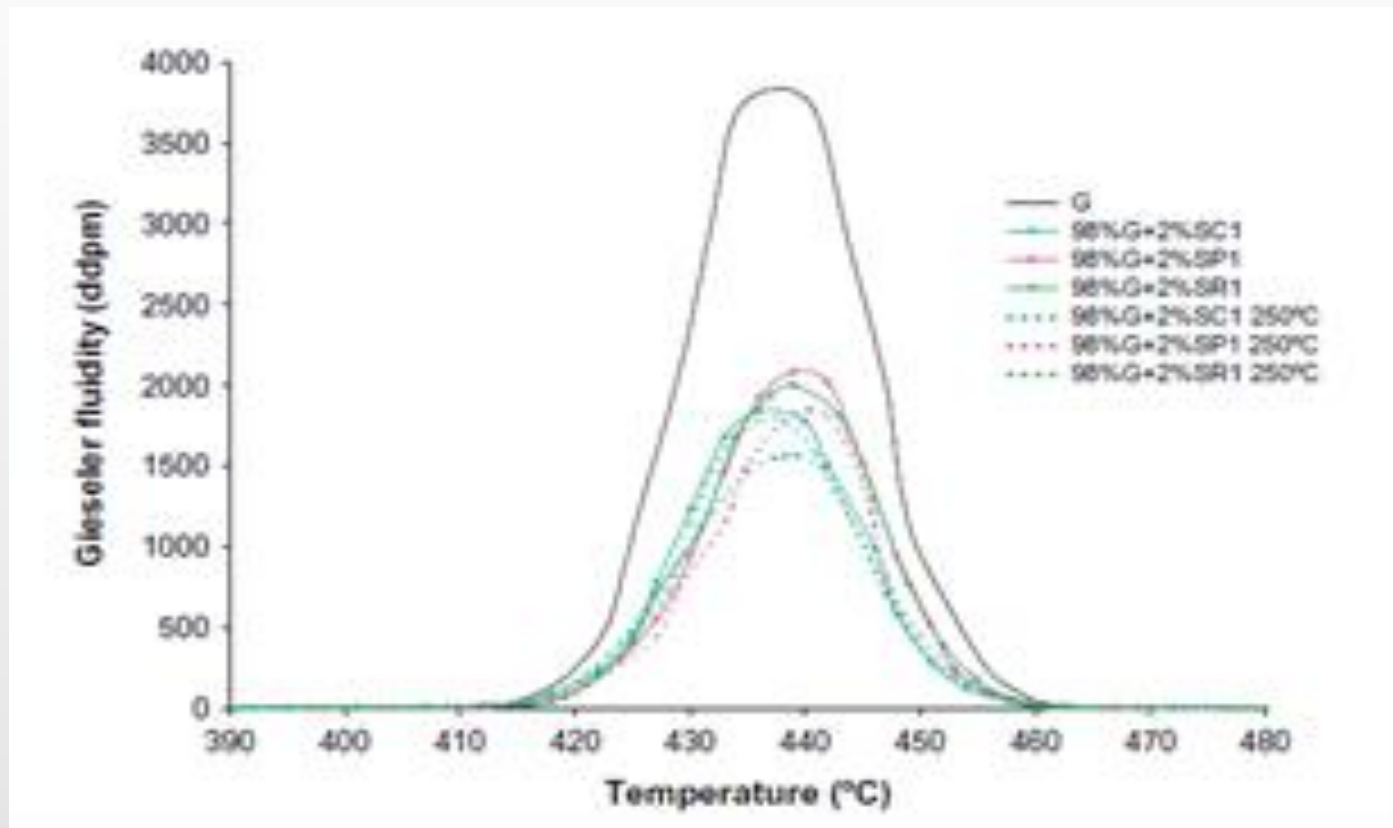
Parametr	Jedn.	Mieszanka węglowa B3	Mieszanka węglowa B4	Trociny kasztanowca SC2	Trociny sosny SP1
V ^d	%	23.0	26.2	76.8	85.3
A ^d	%	8.5	7.8	1.5	0.3
C _t ^d	%	82.1	82.4	56.1	53.3
H _t ^d	%	4.7	4.9	5.2	6.6
N ^d	%	1.9	1.9	0.5	0.5
S _t ^d	%	0.51	0.62	0.02	0.00
O ^d	%	2.3	2.4	36.7	39.2
C/H	%	1.45	1.40	0.89	0.67
C/O	%	46.9	45.0	1.82	0.81

Węgle i biomasy

	Węgiel koksujący (P)	Węgiel koksujący (M)	Trociny kasztanowca (SC1)	Węgiel niekoksujący (K)	Smola węglowa (T)
V ^d	22.7	24.5	78.8	14.6	65.9
A ^d	7.8	7.5	1.3	8.4	–
C _t ^d	83.7	82.5	50.2	83.0	90.3
H _t ^d	4.8	4.6	5.7	3.9	4.7
N ^d	1.5	1.4	0.5	2.1	0.8
S _t ^d	0.75	0.72	0.00	0.48	0.38
V ^d	2.6	3.0	43.0	2.6	2.8
C/H	1.5	1.5	0.7	1.8	1.6
C/O	42.9	33.3	1.6	42.6	43.0

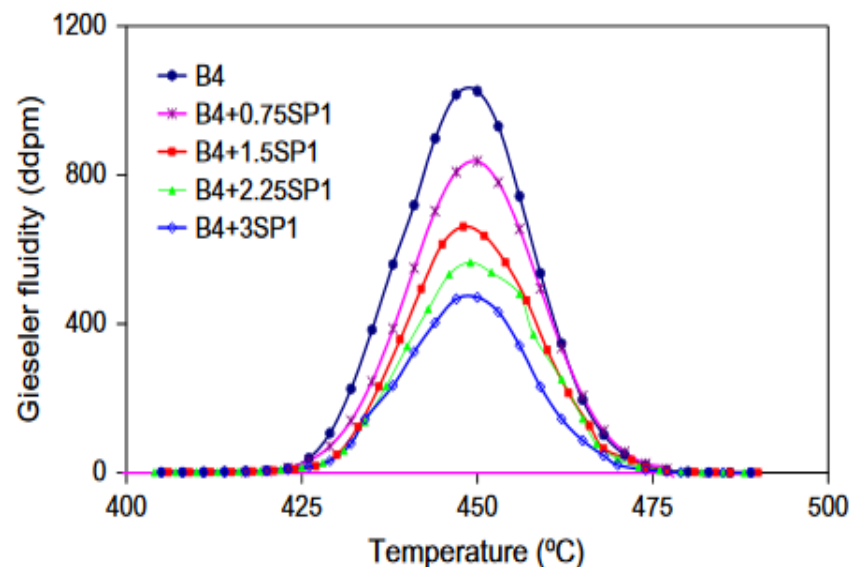
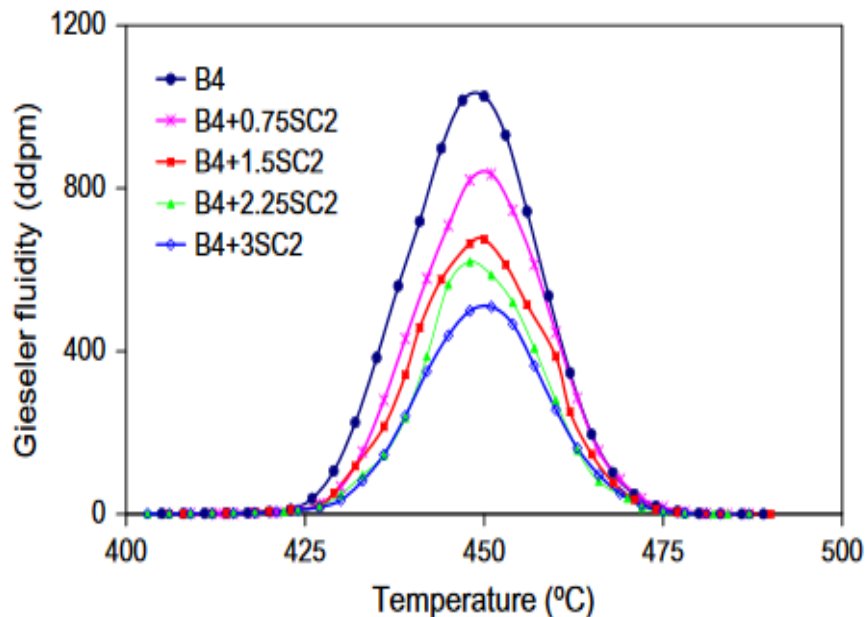
	Węgiel koksujący (P) (wt.%)	Węgiel niekoksujący (M) (wt.%)	Trociny kasztanowca (SC1) (wt.%)	Węgiel niekoksujący (K) (wt.%)	Smola węglowa (T) (wt.%)
B1	0.00	–	15.00	70.00	15.00
B2	35.00	–	15.00	35.00	15.00

Wpływ dodatku biomasy na właściwości termoplastyczne węgla



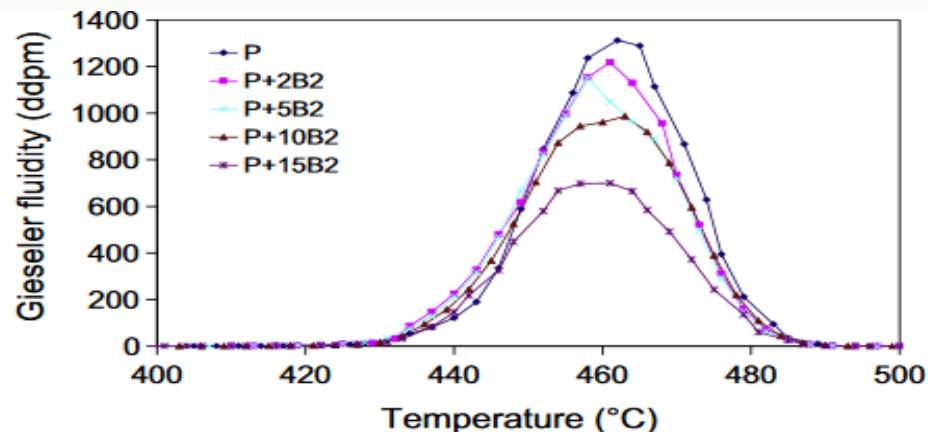
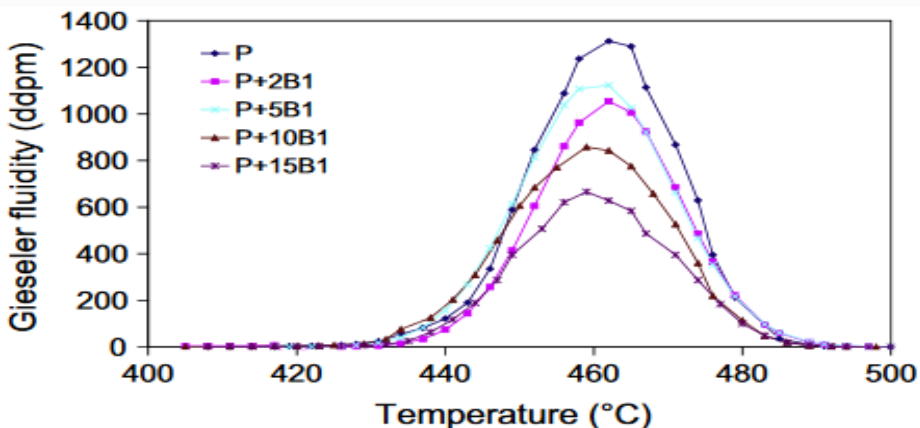
Krzywe zmian płynności masy plastycznej badanych mieszanek w trakcie testu Gieselera.

Wpływ dodatku biomasy na właściwości termoplastyczne węgla

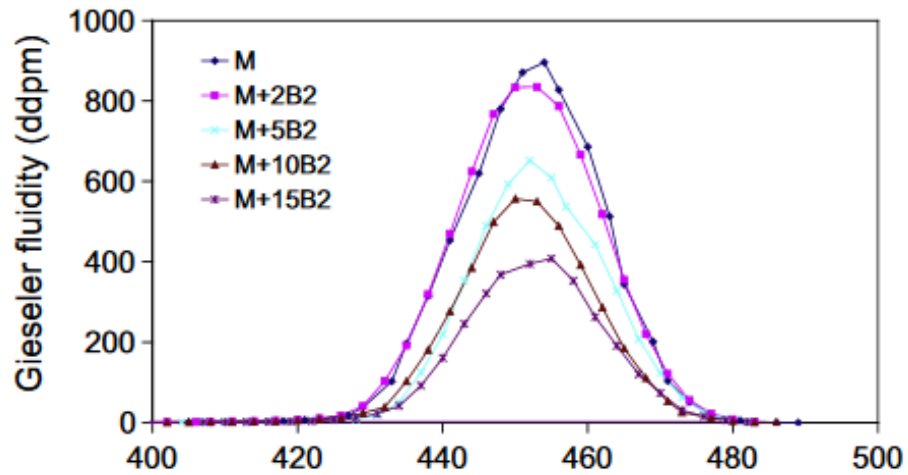
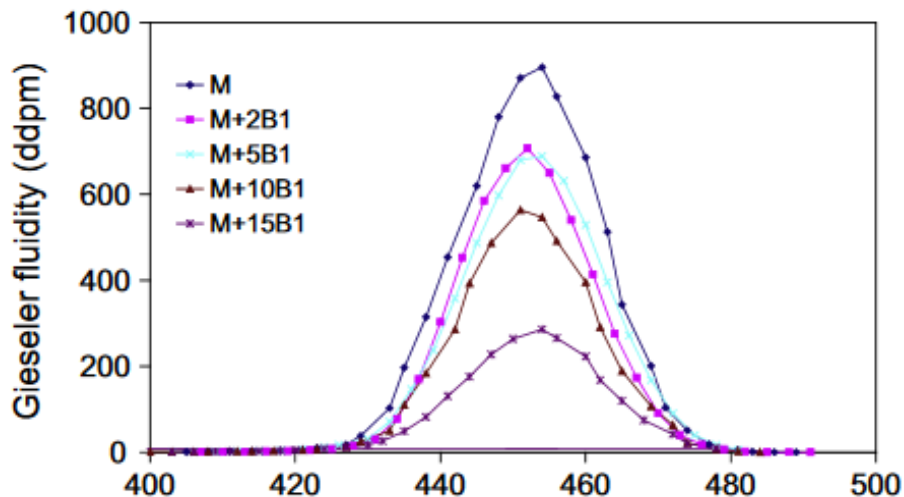


Krzywe zmian płynności masy plastycznej badanych mieszanek w trakcie testu Gieselera.

Wpływ dodatku biomasy na właściwości termoplastyczne węgla

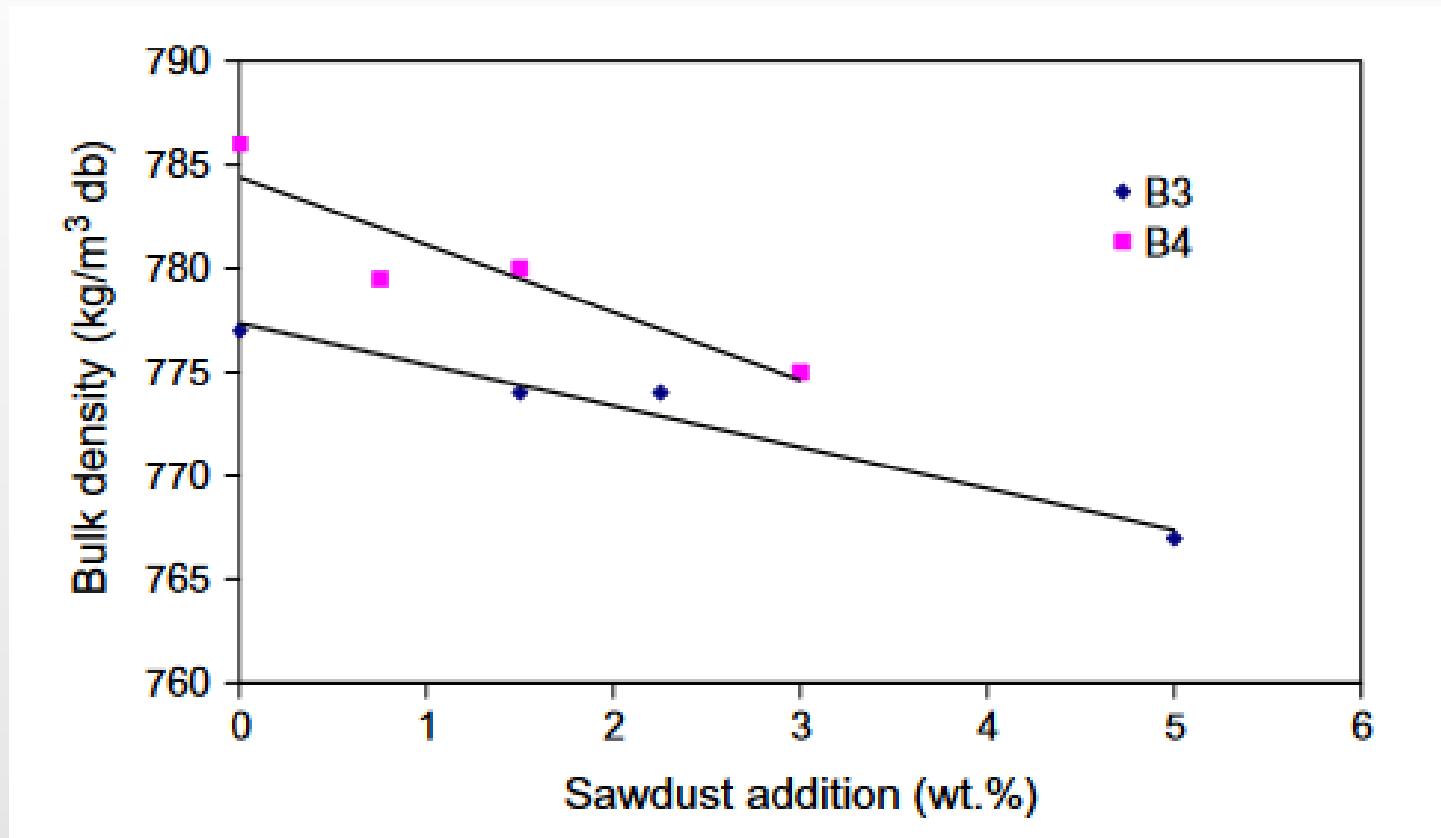


Krzywe płynięcia masy plastycznej Gieselera dla węgla koksującego (P) z dodatkiem 2, 5, 10 i 15% wag. brykietów B1 i B2



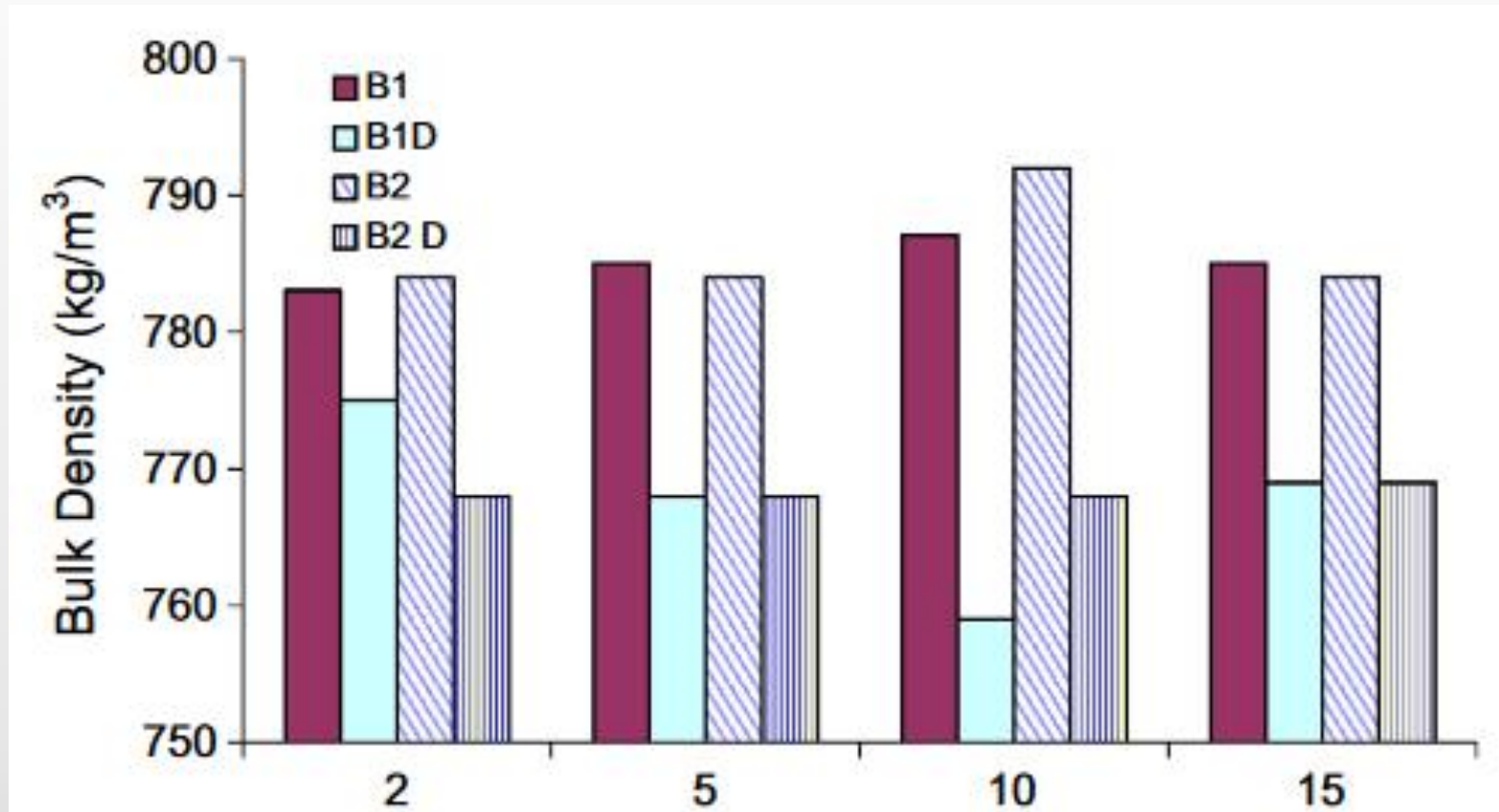
Krzywe płynięcia masy plastycznej Gieselera dla węgla niekoksującego (M) z dodatkiem 2, 5, 10 i 15% wag. brykietów B1 i B2

Wpływ dodatku biomasy na gęstość nasypową



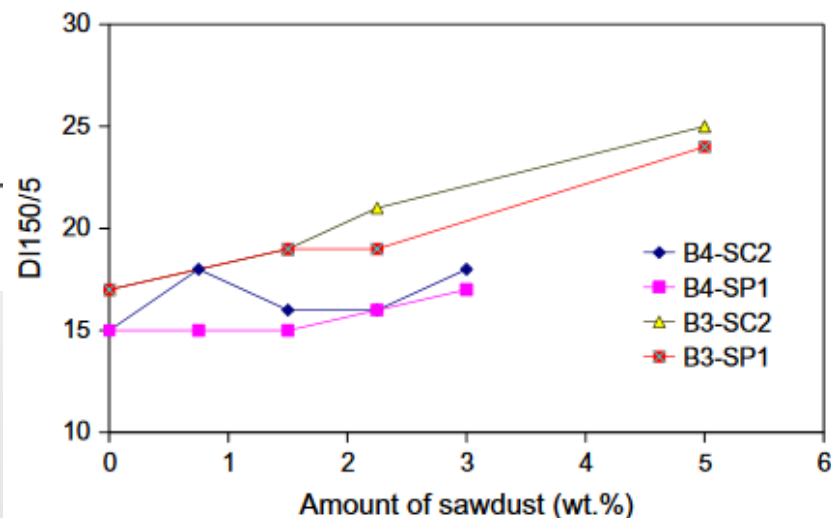
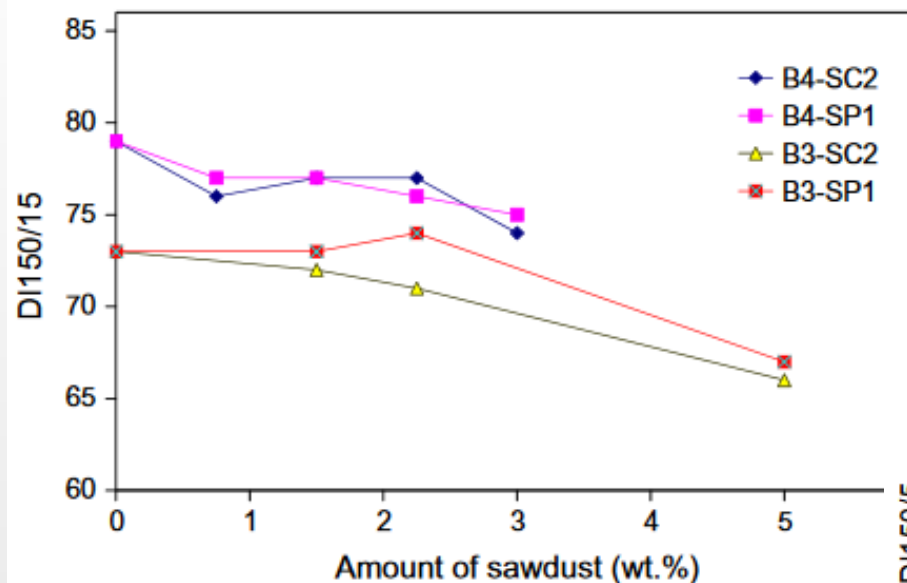
Zmiana gęstości nasypowej wsadu (mieszanek węglowych B3 i B4 z różną ilością trocin kasztanowca SC2)

Wpływ dodatku biomasy na gęstość nasypową



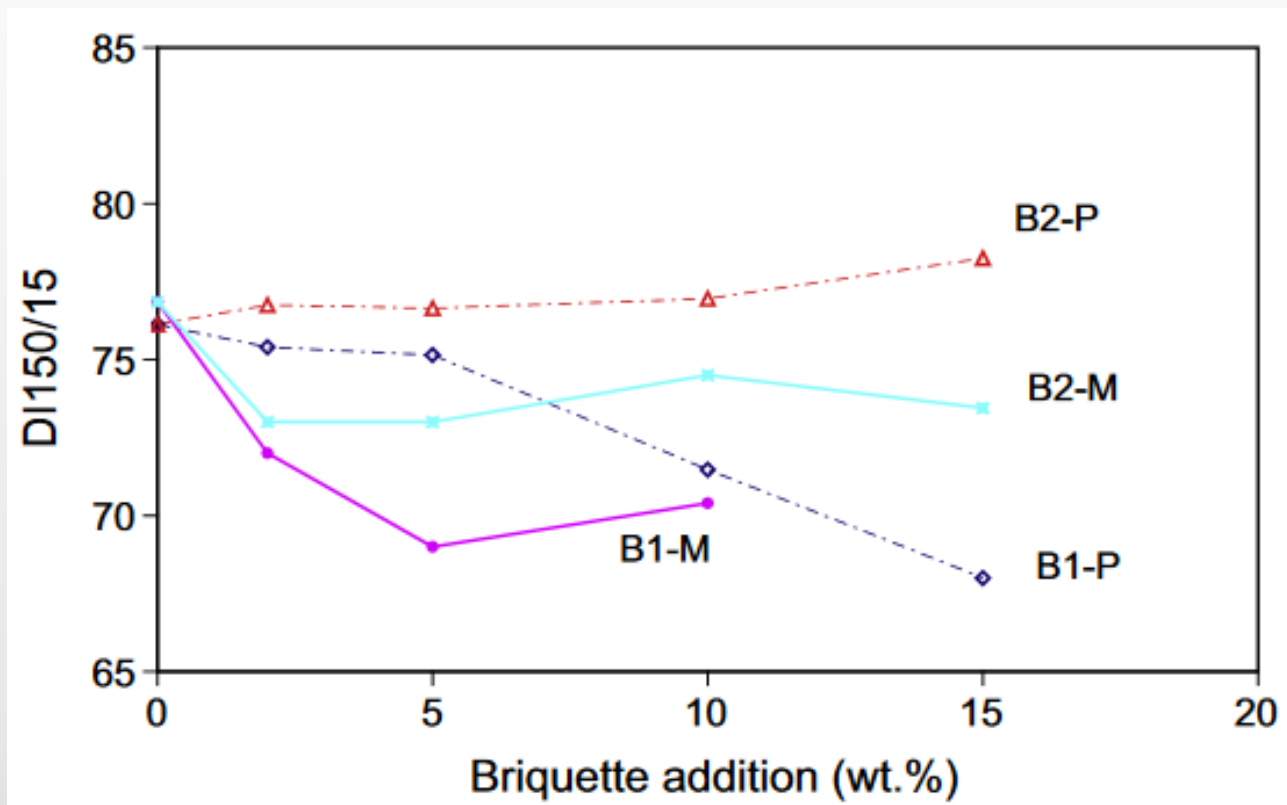
Zmiana gęstości nasypowej wsadu przez domieszkowanie biomasy w formie brykietu. Węgiel koksujący (P)

Wpływ dodatku biomasy na wytrzymałość



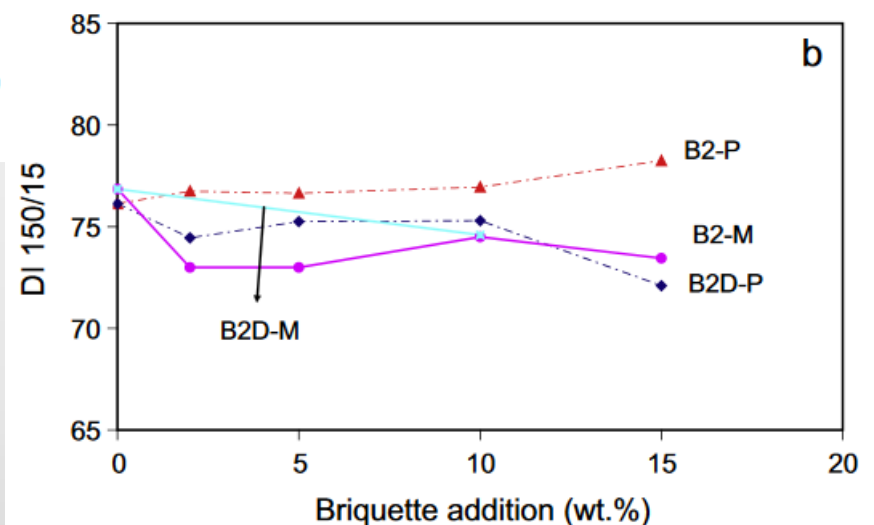
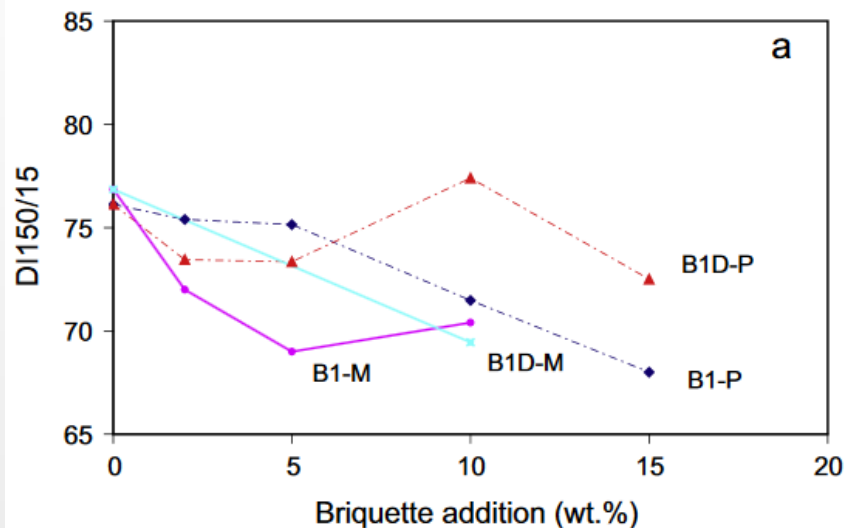
Zmiana wskaźnika JIS 150/15 i 150/5 po dodaniu różnej ilości biomasy (trocin kasztanowca SC2 i trocin sosny SP1) do mieszanek węglowych B3 i B4

Wpływ dodatku biomasy na wytrzymałość



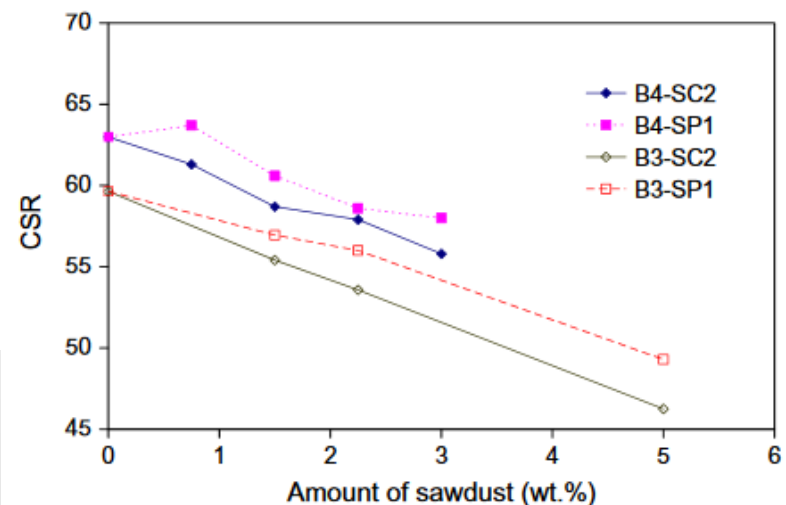
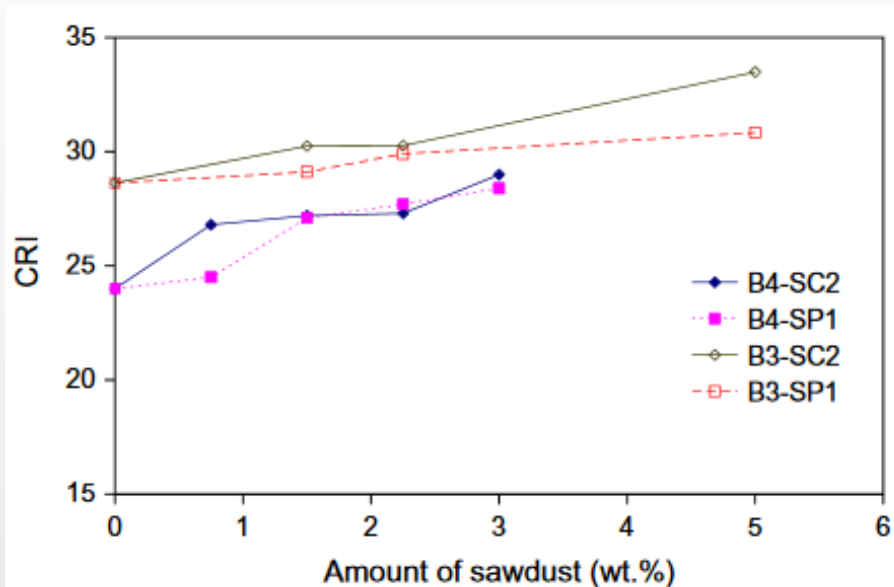
Wpływ dodatku brykietów biomasowych na wytrzymałość mechaniczną koksu

Wpływ dodatku biomasy na wytrzymałość



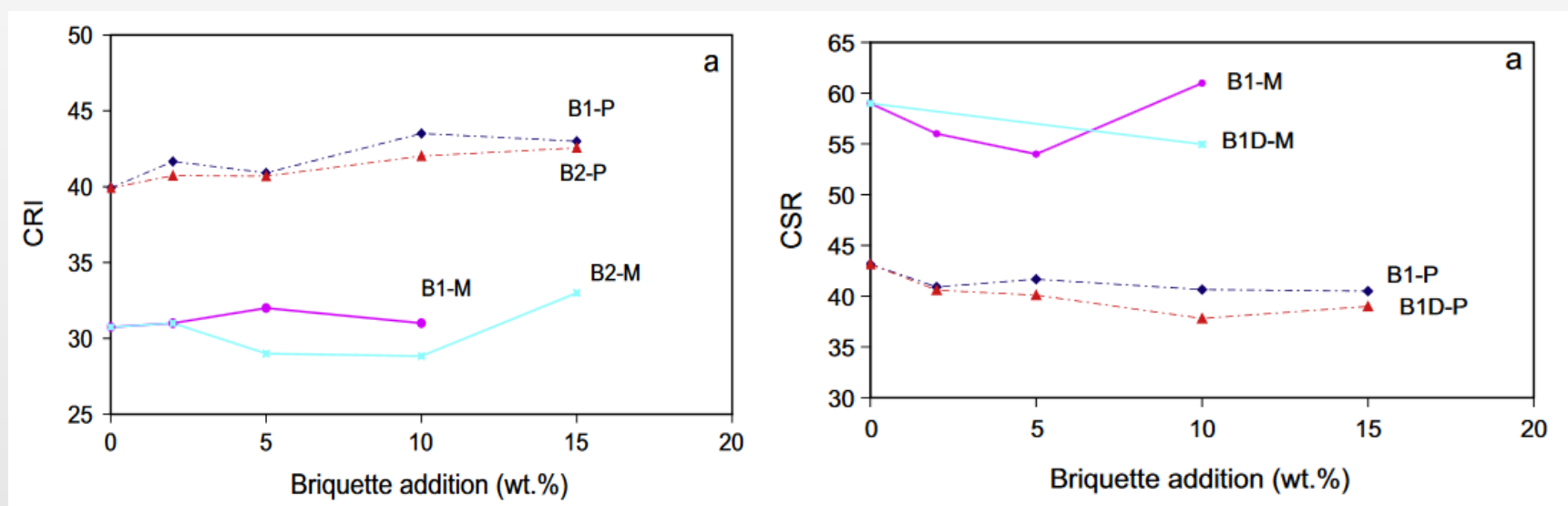
Porównanie wytrzymałości mechanicznej koksu produkowanego poprzez bezpośrednie i częściowe brykietowanie

Wpływ dodatku biomasy na CRI/CSR



Zmiana wartości wskaźnika reakcyjności koksu wobec CO_2 - CRI i wytrzymałości poreakcyjnej CSR w zależności od ilości i rodzaju dodawanej biomasy

Wpływ dodatku biomasy na CRI/CSR



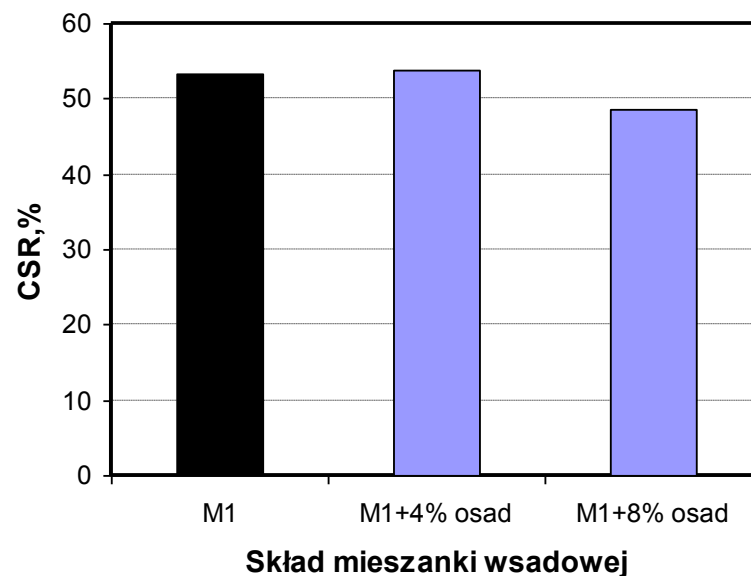
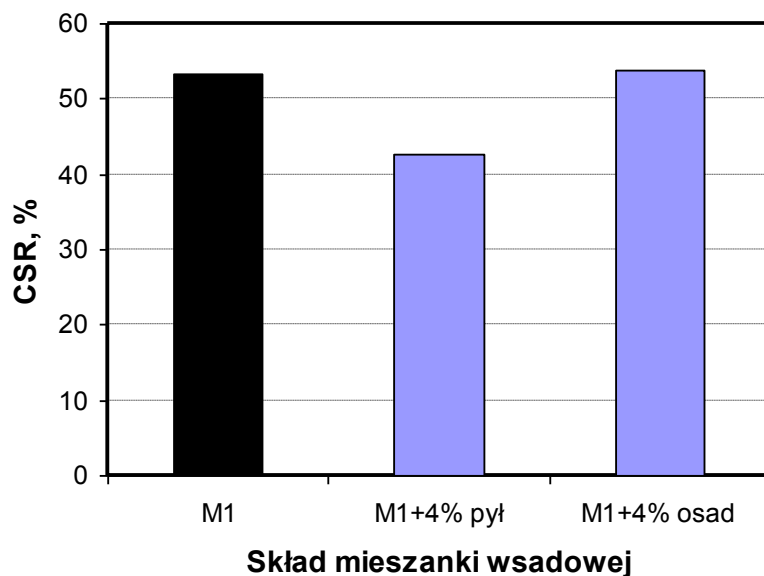
Zmiana wartości wskaźnika reakcyjności koksu wobec CO_2 - CRI i wytrzymałości poreakcyjnej CSR w zależności od ilości i rodzaju dodawanego brykietu z biomasy

Wpływ dodatku biomasy strukturę koksu

	Składniki anizotropowe (vol.%)	Składniki izotropowe (vol.%)	Duże cząstki inertne (vol.%)	Małe cząstki inertne (vol.%)
B3	70	2	22	6
B3 + 5SC2	61	5	26	8
B3 + 5SP1	60	6	25	9

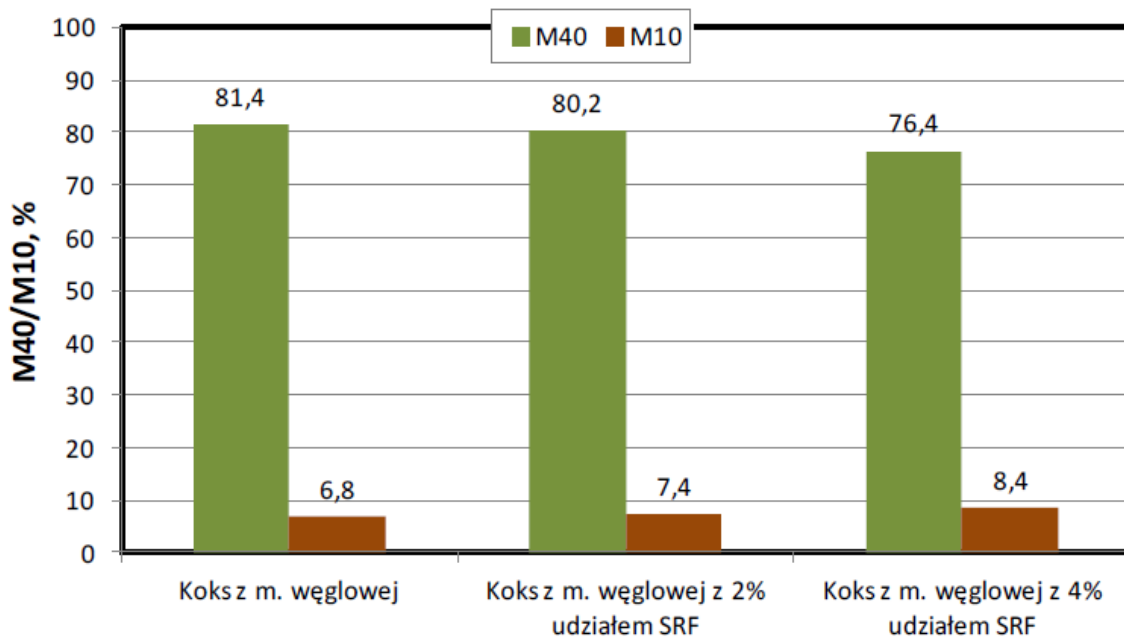
Udział struktur o wyższym uporządkowaniu jest mniejsza dla koksu wytworzonego z mieszanki zawierającej biomasę

Dodatkovanie osadu ściekowego do wsadu

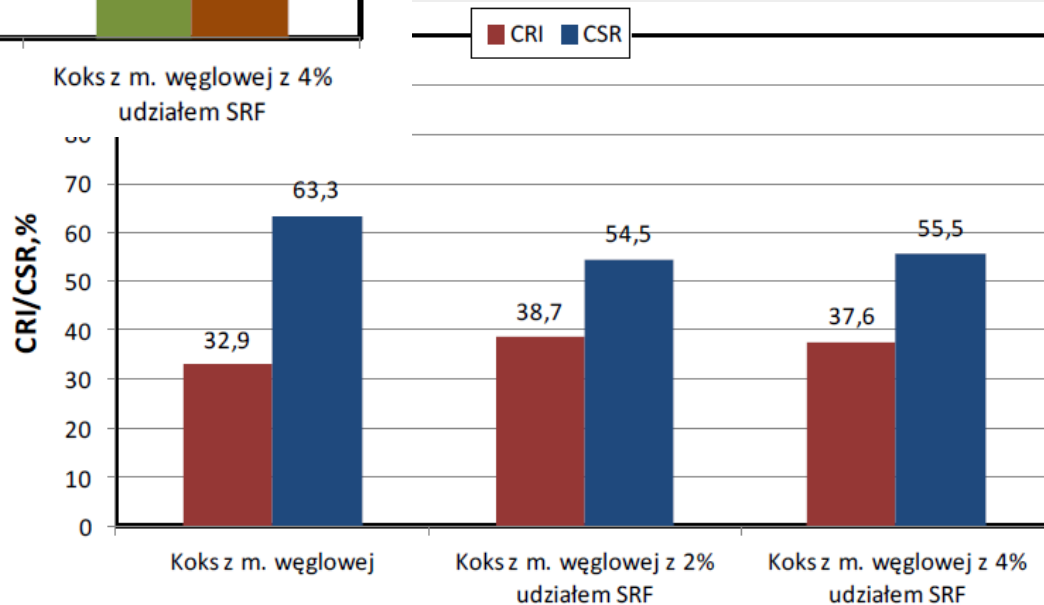


- przy udziale do 4%, nie obserwuje się niekorzystnych zmian w wartościach wskaźników CRI i CSR koksu. Dodatek w tej ilości można uznać za bezpieczny z punktu widzenia jakości koksu.
- przy udziale wyższym od 4% osadów w mieszance wsadowej, należy się liczyć ze stopniowym pogarszaniem się wartości obu wskaźników jakościowych koksu.
- wzrost zawartości popiołu w koksie, w proporcji 0,15% / 1% udziału osadów.

Dodatkowanie SRF do wsadu



- dodatek SRF do wsadu negatywnie wpływa na jakość koksu.



Podsumowanie

Plastyczność	Biomasa	Silny spadek F_{\max}
	Brykiet	Spadek F_{\max}
Gęstość nasypowa	Biomasa	Silny spadek
	Brykiet	Wzrost
Wytrzymałość mech.	Biomasa	Pogorszenie
	Brykiet	Poprawa/pogorszenie w zależności od składu brykietu
NSC	Biomasa	Wyraźne pogorszenie
	Brykiet	Pogorszenie/brak zmian w zależności od składu brykietu

Dziękuję za uwagę