

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska (2016), 25 (3), 264–276  
Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. (2016), 25 (3)  
Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences (2016), 25 (3), 264–276  
Sci. Rev. Eng. Env. Sci. (2016), 25 (3)  
[http://iks\\_pn.sggw.pl](http://iks_pn.sggw.pl)

**Grzegorz STRAŻ**

Zakład Geodezji i Geotechniki im. Kaspra Weigla, Politechnika Rzeszowska  
Department of Geodesy and Geotechnics, Rzeszow University of Technology

## **Analiza wpływu temperatury na wielkość strat masy przy prażeniu wybranego rodzaju torfu**

### **The analysis of the impact of temperature when it comes to the rate of ignition loss of selected kind of peat**

**Słowa kluczowe:** torf, zawartość części organicznych, straty przy prażeniu

**Key words:** peat, organic matter content, rate of ignition loss

## **Wprowadzenie**

Grunty organiczne ze względu na charakterystyczne, niekorzystne z inżynierskiego punktu widzenia właściwości powszechnie uznawane są za grunty słabe. Wyróżniają się dużą niejednorodnością struktury, co wynika przede wszystkim z ich budowy i składu mineralnego. Określenie parametrów geotechnicznych gruntów organicznych wymaga profesjonalnego pobrania próbek, praktycznej wiedzy na temat prowadzenia badań oraz właściwej interpretacji wyników (Malinowska i Domański, 2013). Trudności związane z pozyskiwaniem próbek gruntów organicznych do badań laboratoryjnych szczegółowo zostały

przedstawione w pracy Straża (2011). Grunty organiczne najczęściej występują na niewielkich głębokościach, lecz w przypadku, gdy zalegają pod warstwami innych osadów mineralnych, mogą ulegać procesowi konsolidacji, a wtedy ich parametry różnią się zasadniczo od podobnych utworów, które nie zostały skonsolidowane (Wojtasik i inni, 2014). Przypadki takie przemawiają za rejonizacją badań i parametrów gruntu, na co zwracają uwagę Rybicki i Krokoszyński (2011). Mimo coraz bardziej zaawansowanych metod do badań w warunkach *in situ*, ich wyniki mogą być niewystarczające do pełnego scharakteryzowania gruntu organicznego (Wierzbicki i inni, 2015), dlatego badania laboratoryjne są koniecznym uzupełnieniem.

Podstawowym parametrem decydującym o właściwościach gruntów organicznych jest zawartość części organicznych. W przypadku gruntów

o dużej zawartości części organicznych ( $I_{om} > 10\%$ ) ich zawartość można określać jako straty suchej masy gruntu w wyniku procesu prażenia ( $I_z$ ) zgodnie z PN-B-04481:1988. W metodzie tej zakres dopuszczalnych temperatur wynosi od 600 do 800°C. Wątpliwości związane ze znaczną rozpiętością normowego zakresu dopuszczalnych temperatur stanowiły podstawę niniejszej pracy, a jej głównym celem było zweryfikowanie rzeczywistego wpływu wysokości temperatury na wielkość strat masy podczas prażenia na przykładzie badań wybranego, lokalnego torfu.

### **Material badawczy**

Poligon badawczy założono na obrzeżach miasta Mielec w północno-zachodniej części województwa podkarpackiego. W trakcie rozpoznania ustalono, że w przypowierzchniowej strefie terenu występuje warstwa gruntów organicznych o miąższości około 2 m. Zgodnie z klasyfikacją przywołaną przez Myślińską (2001) przyporządkowano je do gruntów organicznych pochodzenia wodnego-bagiennego, reprezentowanych przez torfy niskie. Uwzględniając genetyczny podział torfów zgodnie z PN-G-02500:1985, ustalono rodzaj torfu jako olesowy oraz gatunek jako olchowo-brzozowy. Torfy niskie bywają silnie zmulone, dlatego do makroskopowego oznaczania stopnia rozkładu tego typu torfu wykorzystano siedmiostopniową skalę Maciaka i Liwskiego (1995). Na jej podstawie ustalono, że stopień rozkładu badanego torfu oscyluje między 50 a 60%, co odpowiada grupie H<sub>6</sub> według skali von Posta, oraz że jest to torf pseu-

dowlóknisty, średnio zhumifikowany (Karlsson i Hansbo, 1989). Równoległe przeprowadzone badania makroskopowe według PN-EN ISO 14688-1:2006 potwierdziły średni stopień rozłożenia torfu oraz jego pseudowlóknisty charakter. Do badań laboratoryjnych z głębokości 1,2 m p.p.t. pozyskano próbki torfu o naruszonej strukturze, klasy A2 (PN-EN 1997-2:2009). Z pobranego materiału usunięto nierozłożone korzenie i części organiczne (Myślińska, 2001), następnie torf wysuszono do stanu powietrzno-suchego i dokładnie wymieszano, po czym wysuszono do stałej masy i przetarto przez sito w celu wyeliminowania części większych niż 0,25 mm. Postępowanie takie pozwoliło na przygotowanie materiału o maksymalnie jednorodnym składzie.

### **Metodyka badań**

Zawartość części organicznych w badanym gruncie z braku nowszych wytycznych ustalono, wykorzystując normową metodę określenia utraty masy gruntu podczas prażenia zgodnie z PN-B-04481:1988. W metodzie tej próbki są prażone w temperaturze od 600 do 800°C przez czas nie krótszy niż 4 h, a po ostudzeniu, proces powtarzany jest przez czas od 3 do 4 h. Nasuwa się więc pytanie, jaki jest wpływ tak znacznej rozbieżności początkowych warunków testu na rezultat końcowy oznaczenia. Nowy system normalizacyjny związany z Eurokodem 7 (PN-EN 1997-2:2009) nie wprowadził istotnych zmian w tym zakresie, co było przedmiotem krytyki badaczy, między innymi Gołębskiej i Wudzkiej (2006). Zakres prowadzonych badań obejmował prażenie przygotowa-

nych próbek torfu w różnych temperaturach i okresach czasu. Zaplanowano program badań polegający na prażeniu torfu w temperaturach: 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850°C w czasach: 3, 3 + 3, 3 + 4, 4, 4 + 3, 4 + 4, 5, 5 + 3 oraz 5 + 4 h, stosując przy tym możliwe kombinacje obydwóch parametrów testu. Materiał do badań podzielono na 63 serie badawcze, obejmujące po 12 próbek około 10 g każda. W sumie badaniu poddano 756 próbek torfu. Wielkość strat masy podczas procesu prażenia obliczono ze wzoru zgodnie z PN-B-04481:1988:

$$I_z = \frac{m_{st} - m_u}{m_{st} - m_t} 100\%$$

gdzie:

$I_z$  – procentowa zawartość strat masy podczas prażenia [%],

$m_{st}$  – masa próbki wysuszonej do stałej masy wraz z tygielkiem [g],

$m_u$  – masa próbki wyprażonej do stałej masy wraz z tygielkiem [g],

$m_t$  – masa wyprażonego tygielka [g].

## Wyniki badań i analiza statystyczna

Po zakończeniu procesu prażenia i obliczeniu wielkości strat w obrębie każdej serii, przeprowadzono weryfikację błędów grubych za pomocą testu Q-Dixona (Zajac, 1994). Przykładowe wyniki weryfikacji błędów jednej z serii badawczych przedstawiono w tabeli 1.

Przy założonym prawdopodobieństwie, równym 95% (PN-EN 1990:2014), weryfikacja nie wykazała występowania w badaniu błędów grubych, dlatego

wszystkie uwzględnione wyniki ( $n = 756$ ) zaakceptowano i przyjęto do dalszej analizy jako wiarygodne elementy próby.

Zbiór danych do analizy statystycznej obejmował 63 podstawowe dane, czyli uśrednione wartości strat masy torfu podczas prażenia (tab. 2). Zmiennymi niezależnymi w tym przypadku była temperatura ( $X_1 = t$ ) oraz czas ( $X_2 = T$ ), zaś zmienną zależną natomiast poszukiwana wartość strat masy gruntu przy prażeniu ( $Y = I_z$ ). Zakres analizy danych metodami statystycznymi obejmował sprawdzenie charakteru związków między wielkością strat masy podczas prażenia i zmiennymi: temperaturą oraz czasem prażenia, a samą analizę przeprowadzono ze wspomaganiami arkusza kalkulacyjnego Excel z pakietu MS Office oraz programu STAT\_STUD\_1.0 (Białek i Depta, 2010).

Ocenę wpływu dwóch zmiennych na wartości strat masy wykonano, stosując metodę korelacji (określającą siłę związku) oraz regresji (umożliwiającej funkcyjny opis związku między cechami). Istotność zależności korelacyjnej sprawdzono testem parametrycznym t-Studenta, polegającym na postawieniu i weryfikacji dwóch hipotez: zerowej –  $H_0: [\rho = 0]$ , oraz alternatywnej –  $H_1: [\rho \neq 0]$ , gdzie  $\rho$  jest współczynnikiem korelacji całej zbiorowości. W przypadku gdy wartość statystyki –  $t_{obl}$ , była większa od krytycznej –  $t_\alpha(\alpha; n)$ , odrzucano  $H_0$  na rzecz  $H_1$ , co świadczy o istotnej zależności między badanymi cechami, czyli w tym przypadku między wielkością strat masy ( $Y = I_z$ ) a zmiennymi ( $X_1 = t$  i  $X_2 = T$ ). Analiza statystyczna wykazała, że występuje istotna zależność między zmiennymi (tab. 3).

TABELA 1. Weryfikacja błędów grubych za pomocą testu Q-Dixona na przykładzie serii próbek wyprażanych w temperaturze 550°C przez 3 h

TABLE 1. An example of the verification of gross errors under the Q-Dixon test of the series of samples roasted at the temperature of 550°C during 3 h

Warunki testu Test conditions		Temperatura Temperature $t = 550^{\circ}\text{C}$		Czas /Time $T = 3 \text{ h}$	
$X_w$	$ X_w - X_s $	$R$	$Q$	$Q_{kr}$	element próby element of sampling
50,395	0,617	4,995	0,124	0,546	tak / yes
51,012	0,218		0,044		tak / yes
51,230	1,000		0,200		tak / yes
52,230	0,162		0,032		tak / yes
52,392	0,388		0,078		tak / yes
52,781	0,625		0,125		tak / yes
53,405	0,102		0,020		tak / yes
53,507	0,363		0,073		tak / yes
53,870	0,161		0,032		tak / yes
54,031	0,019		0,004		tak / yes
54,050	1,340		0,268		tak / yes
55,390	1,340		0,268		tak / yes

Objaśnienia:  $X_w$  – wynik wątpliwy,  $X_s$  – wynik sąsiadujący z wynikiem wątpliwym,  $R$  – rozstęp,  $Q$  – wartość zmiennej losowej,  $Q_{kr}$  – wartość parametru krytycznego.

Explanations:  $X_w$  – the doubtful result,  $X_s$  – the result adjacent to the doubtful result,  $R$  – the value of random variable,  $Q_{kr}$  – the value of critical property.

TABELA 2. Zestawienie uśrednionych wartości strat masy torfu ( $I_2$ ) podczas prażenia dla wszystkich przyjętych temperatur ( $t$ ) i czasów ( $T$ )

TABLE 2. The summary average values of ignition loss of peat ( $I_2$ ) for all accepted temperatures ( $t$ ) and roasting times ( $T$ )

Czas/Time $T$ [h]	Temperatura/Temperature, $t$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]						
	550	600	650	700	750	800	850
3	52,86	54,20	56,21	55,69	57,37	55,38	56,43
3 + 3	54,74	54,62	56,40	56,36	56,50	56,34	57,48
3 + 4	54,88	55,30	57,21	57,18	57,67	56,94	57,73
4	55,29	55,47	57,18	57,49	56,84	57,35	58,94
4 + 3	55,08	56,59	58,06	57,39	58,29	58,15	59,55
4 + 4	55,40	56,61	58,64	57,39	58,89	59,24	60,02
5	55,45	56,70	59,21	58,97	60,43	60,27	60,51
5 + 3	55,67	57,37	59,73	59,38	60,72	60,66	60,40
5 + 4	56,39	58,59	59,94	59,06	60,80	60,99	61,41

TABELA 3. Analiza wpływu dwóch zmiennych: temperatury ( $T$ ) i czasu prażenia ( $t$ ) na wielkość strat przy prażeniu torfu (założenia:  $\alpha = 0,05$ ;  $n = 63$ )

TABLE 3. The results of the analysis of the impact of two variables: temperature ( $t$ ) and time ( $T$ ) on the rate of ignition loss of peat (assumptions:  $\alpha = 0,05$ ;  $n = 63$ )

Zmienne Variables	$r_{x,y}$	$t_{obl}$	$t_{\alpha}(\alpha;n)$	Hipoteza Hypothesis	Zależność Dependence
Temperatura Temperature	0,63	6,27	1,998	$t_{obl} > t_{\alpha}(\alpha;n) \rightarrow H_1$	$Y = f(X_1)$ istotna significant
Czas Time	0,47	4,15	1,998	$t_{obl} > t_{\alpha}(\alpha;n) \rightarrow H_1$	$Y = f(X_2)$ istotna significant

Objaśnienia:  $\alpha$  – poziom istotności,  $n$  – liczba pomiarów,  $X_1$  – zmienna pierwsza: temperatura,  $X_2$  – zmienna druga: czas,  $r_{x,y}$  – współczynnik korelacji liniowej Pearsona,  $t_{obl}$  – obliczona wartość statystyki,  $t_{\alpha}(\alpha;n)$  – wartość krytyczna statystyki zgodnie z rozkładem t-Studenta.

Explanations:  $\alpha$  – significance level,  $n$  – number of research,  $X_1$  – the first variable: temperature,  $X_2$  – the second variable: time,  $r_{x,y}$  – Pearson linear correlation coefficient,  $t_{obl}$  – the calculated value of statistics,  $t_{\alpha}(\alpha;n)$  – the critical value of statistics according to the t-Student's distribution.

TABELA 4. Wyniki analizy regresji wpływu zmiennych: temperatury ( $t$ ) i czasu ( $T$ ) na wielkość strat masy określone metodą regresji  
TABLE 4. The results of impact with a regression methods of the essential variables: temperature ( $t$ ) and time ( $T$ ) on the rate of ignition loss

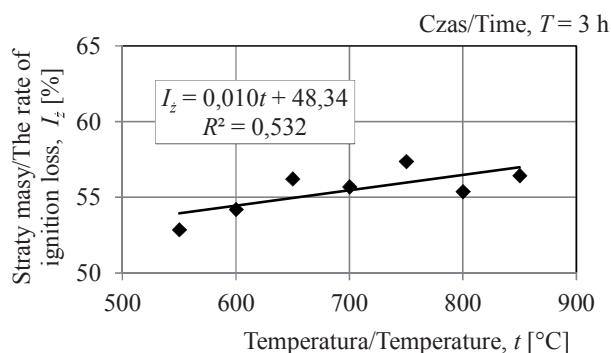
Parametry Parameters	Czas/Time, $T$ [h]									Temperatura/Temperature, $t$ [°C]						
	3	4	5	3 + 3	3 + 4	4 + 3	4 + 4	5 + 3	5 + 4	850	800	750	700	650	600	550
$n$	9															
$r$	0,73	0,88	0,91	0,88	0,83	0,90	0,91	0,87	0,91	0,65	0,66	0,57	0,56	0,68	0,75	0,73
$R^2$	0,53	0,78	0,83	0,78	0,68	0,82	0,84	0,76	0,83	0,42	0,44	0,33	0,31	0,47	0,57	0,54
$F$	0,063	0,008	0,004	0,008	0,021	0,005	0,004	0,010	0,004	0,057	0,051	0,105	0,115	0,039	0,017	0,023
$F < \alpha$	nie no	tak yes	tak yes	tak yes	tak yes	tak yes	tak yes	tak yes	tak yes	nie no	nie no	nie no	nie no	tak yes	tak yes	tak yes

Objaśnienia:  $n$  – liczba badań,  $r$  – współczynnik korelacji,  $R^2$  – współczynnik determinacji,  $F$  – wartość statystyki,  $\alpha$  – poziom istotności.  
Explanations:  $n$  – number of research,  $r$  – the correlation coefficient,  $R^2$  – the coefficient of determination,  $F$  – the value of statistics,  $\alpha$  – significance level.

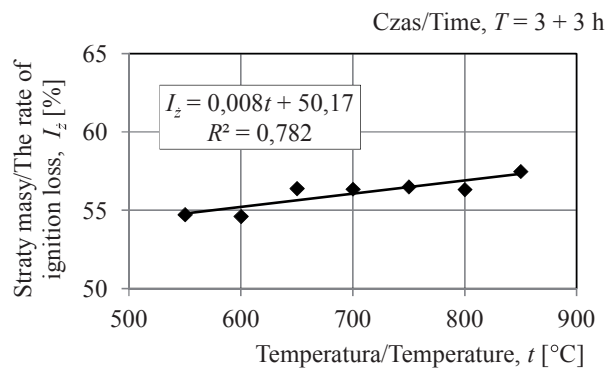
W kolejnym etapie badań przeanalizowano metodą regresji wpływ zmiennych: temperatury ( $X_1$ ) oraz czasu ( $X_2$ ) na wielkość strat masy torfu podczas prażenia. Pod uwagę wzięto takie parametry, jak: współczynnik korelacji ( $r$ ), determinacji ( $R^2$ ) oraz wartość statystyki ( $F$ ). Istotna zależność między zmiennymi a wielkością strat ( $I_z$ ) zachodziła

w przypadku, gdy wartość  $F$  miała wartość mniejszą od dopuszczalnej, odpowiadającej przyjętemu poziomowi istotności  $\alpha = 0,05$  (Zajac, 1994).

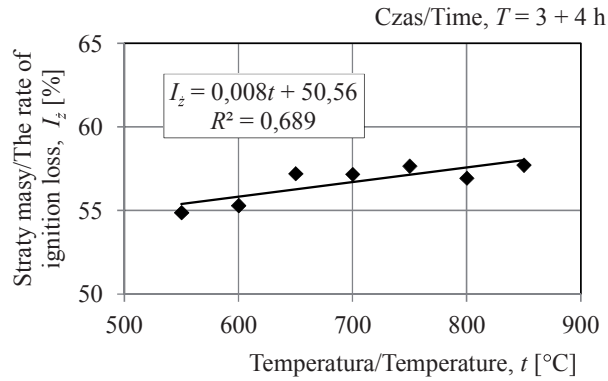
Wyniki badań przedstawiono w tabeli 4, a na rysunkach zobrazowano wyniki analizy za pomocą wykresów regresji liniowej wraz z funkcjami zależności wielkości  $I_z$  od  $t$  (rys. 1–9) oraz  $T$  (rys. 10–16).



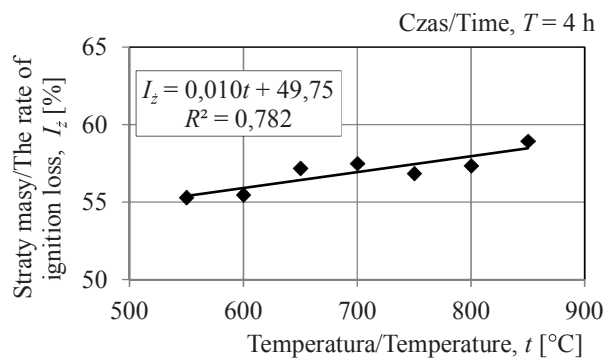
RYSUNEK 1. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od temperatury ( $t$ ) dla czasu  $T = 3$  h  
FIGURE 1. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the temperature ( $t$ ) for the time  $T = 3$  hours



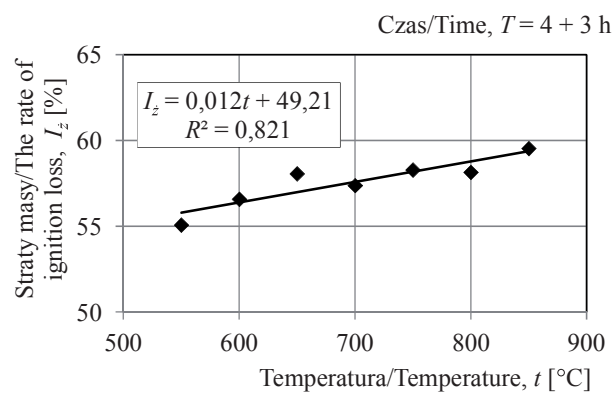
RYSUNEK 2. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od temperatury ( $t$ ) dla czasu  $T = 3 + 3$  h  
FIGURE 2. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the temperature ( $t$ ) for the time  $T = 3 + 3$  h



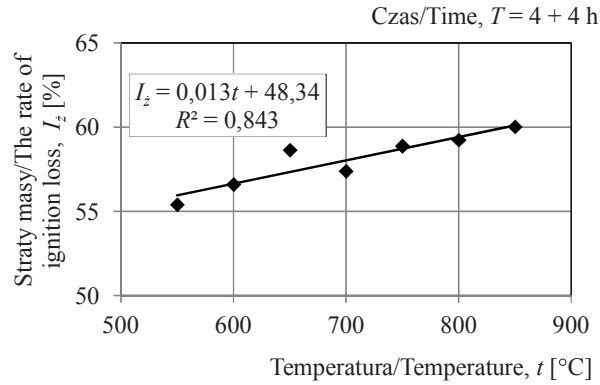
RYSUNEK 3. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od temperatury ( $t$ ) dla czasu  $T = 3 + 4$  h  
 FIGURE 3. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the temperature ( $t$ ) for the time  $T = 3 + 4$  h



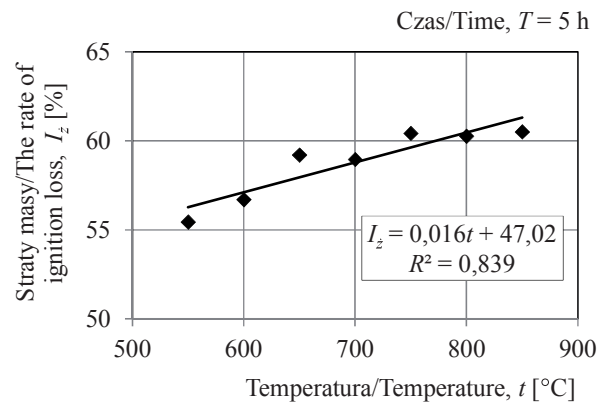
RYSUNEK 4. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od temperatury ( $t$ ) dla czasu  $T = 4$  h  
 FIGURE 4. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the temperature ( $t$ ) for the time  $T = 4$  h



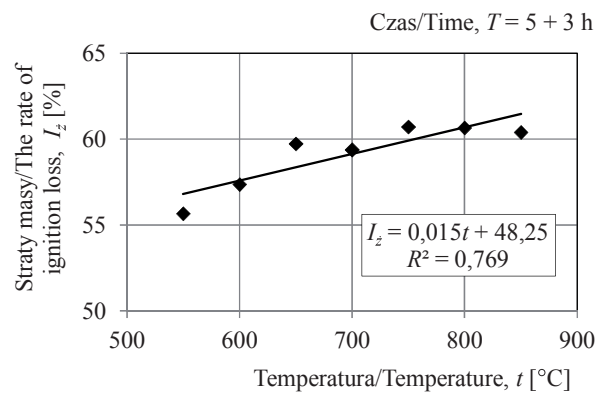
RYSUNEK 5. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od temperatury ( $t$ ) dla czasu  $T = 4 + 3$  h  
 FIGURE 5. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the temperature  $t$  for the time  $T = 4 + 3$  h



RYSUNEK 6. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od temperatury ( $t$ ) dla czasu  $T = 4 + 4$  h  
 FIGURE 6. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the temperature ( $t$ ) for the time  $T = 4 + 4$  h

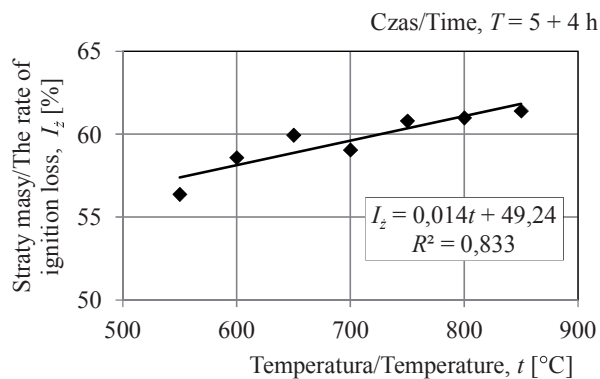


RYSUNEK 7. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od temperatury ( $t$ ) dla czasu  $T = 5$  h  
 FIGURE 7. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the temperature ( $t$ ) for the time  $T = 5$  h

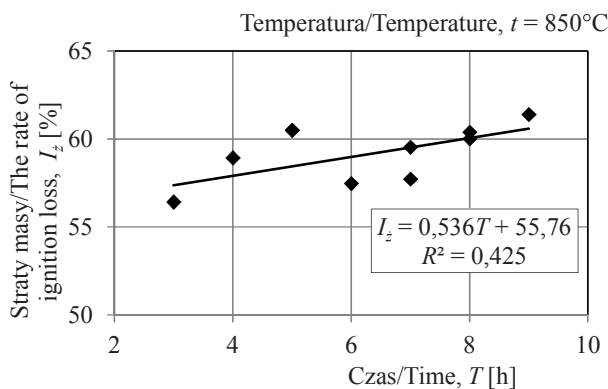


RYSUNEK 8. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od temperatury ( $t$ ) dla czasu  $T = 5 + 3$  h  
 FIGURE 8. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the temperature  $t$  for the time  $T = 5 + 3$  h

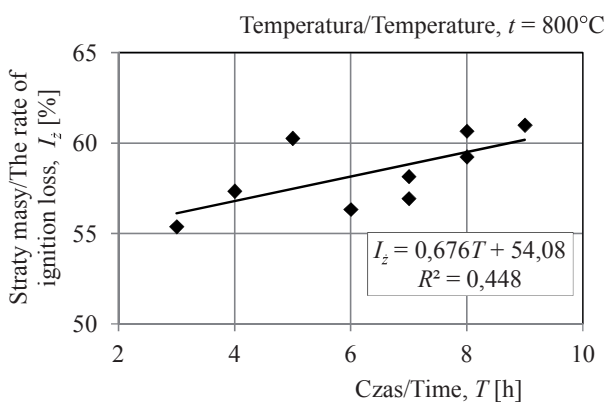




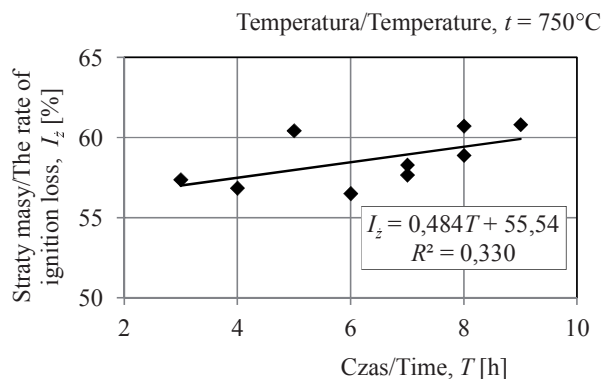
RYSUNEK 9. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od temperatury ( $t$ ) dla czasu  $T = 5 + 4$  h  
 FIGURE 9. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the temperature ( $t$ ) for the time  $T$  of  $5 + 4$  h



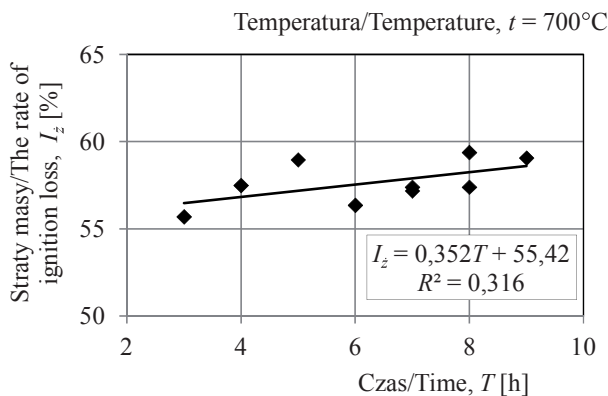
RYSUNEK 10. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od czasu prażenia ( $T$ ) dla  $t = 850^\circ\text{C}$   
 FIGURE 10. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the time ( $T$ ) for temperature  $t = 850^\circ\text{C}$



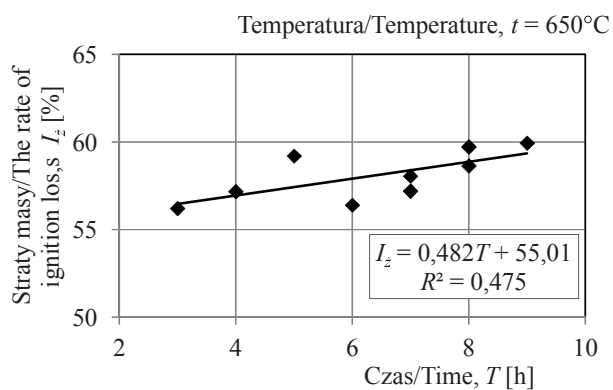
RYSUNEK 11. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od czasu prażenia ( $T$ ) dla  $t = 800^\circ\text{C}$   
 FIGURE 11. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the time ( $T$ ) for temperature  $t = 800^\circ\text{C}$



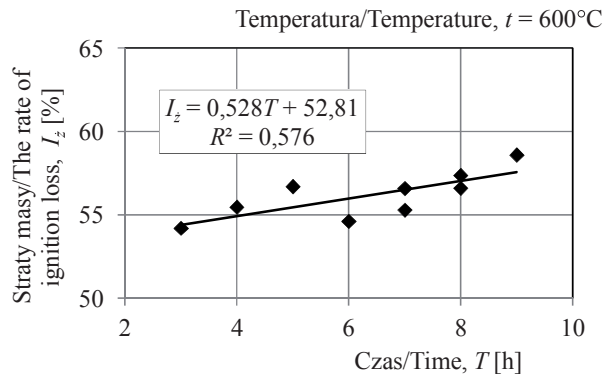
RYSUNEK 12. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od czasu prażenia ( $T$ ) dla  $t = 750^{\circ}\text{C}$   
 FIGURE 12. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the time ( $T$ ) for temperature  $t = 750^{\circ}\text{C}$



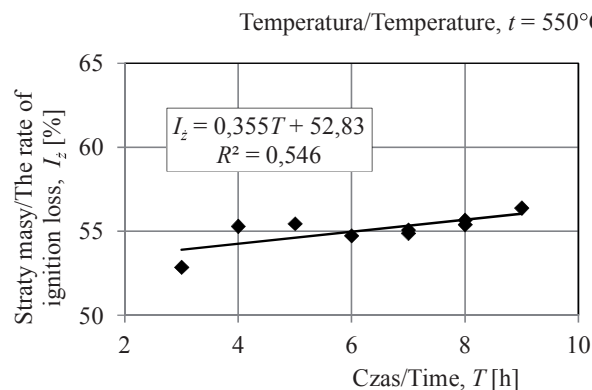
RYSUNEK 13. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od czasu prażenia ( $T$ ) dla  $t = 700^{\circ}\text{C}$   
 FIGURE 13. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the time ( $T$ ) for temperature  $t = 700^{\circ}\text{C}$



RYSUNEK 14. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od czasu prażenia ( $T$ ) dla  $t = 650^{\circ}\text{C}$   
 FIGURE 14. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the time ( $T$ ) for temperature  $t = 650^{\circ}\text{C}$



RYSUNEK 15. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od czasu prażenia ( $T$ ) dla  $t = 600^{\circ}\text{C}$   
 FIGURE 15. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the time ( $T$ ) for temperature  $t = 600^{\circ}\text{C}$



RYSUNEK 16. Wielkość strat masy przy prażeniu ( $I_z$ ) w zależności od czasu prażenia ( $T$ ) dla  $t = 550^{\circ}\text{C}$   
 FIGURE 16. The rate of ignition loss ( $I_z$ ) for roasting depending on the time ( $T$ ) for temperature  $t = 550^{\circ}\text{C}$

### Podsumowanie i wnioski

Zawartość części organicznych odpowiadająca wartości strat masy gruntu podczas prażenia, w zależności od warunków badania torfu (temperatury i czasu), oscylowała między 52,86 a 61,41% (tab. 2). W przypadku analizy wpływu temperatury, wartości współczynnika determinacji, poza jednym przypadkiem, były duże  $R^2 = 0,68\text{--}0,84$ , co świadczy o tym, że zmienność uzyskanych wyników można wyjaśnić zmiennością tej cechy w przeciwień-

stwie do czasu prażenia, gdzie wartości współczynnika były znacznie mniejsze  $R^2 = 0,31\text{--}0,57$ . Analizując wykresy regresji (rys. 1–9), zaobserwowano, że bez względu na czas prażenia intensywny przyrost wartości strat masy następuje do temperatury  $650^{\circ}\text{C}$ , dla wyższych temperatur różnice są natomiast stosunkowo niewielkie. Obserwacja ta może być podstawą do wnioskowania, że w analizowanym przypadku minimalną temperaturą wystarczającą do prawidłowego przeprowadzenia procesu prażenia jest  $650^{\circ}\text{C}$ . Analiza przeprowadzona

metodami statystycznymi (tab. 4) generalnie potwierdziła istotny wpływ temperatury na uzyskane wartości wielkości strat podczas prażenia torfu ( $F < \alpha$ ), czas w zweryfikowanym zakresie (od 3 do 9 h) okazał się zaś pod względem statystycznym czynnikiem nieistotnym ( $F > \alpha$ ). Wyniki prezentowanych badań są miarodajne przy założeniu, że spalana jest wyłącznie substancja organiczna. Niestety na podstawie analizy rezultatów samego procesu prażenia nie można wykluczyć wpływu innych czynników, dlatego definitywne rozwiązanie tego zagadnienia wymaga dalszych badań z wykorzystaniem zaawansowanych metod badawczych, takich jak na przykład metoda dyfrakcji promieniowania X (XRD), metoda termicznej analizy różnicowej czy termogravimetrii sprzężonej ze spektrometrią mas (DTA-TG-MS), które być może pozwolą na rozdzielenie i oszacowanie wpływu innych czynników, takich jak na przykład: zawartość minerałów ilastych, węglanów czy siarczków (PN-EN 1997-2:2009) na uzyskiwane wartości strat masy gruntu przy prażeniu.

## Literatura

- Bialek, J. i Depta, A. (2010). *Statystyka dla studentów z programem STAT\_STUD 1.0*. Warszawa: Wydawnictwo C.H. Beck.
- Gołębiewska, A. i Wudzka, A. (2006). Nowa klasyfikacja gruntów według normy PN-EN ISO. *Geoinżynieria - Drogi, Mosty, Tunele*, 04 (11), 44-55.
- Karlsson, R. i Hansbo, S. (1989). *Soil classification and identification*. Swedish Geotechnical Society.
- Maciak, F. i Liwski, S. (1996). *Ćwiczenia z torfoznawstwa*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Malinowska, E. i Domański, P. (2013). *Określenie parametrów fizycznych i mechanicznych słabonośnych gruntów organicznych z podłoża trasy S2*. Warszawa, *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 2 (60), 147–157.
- Myślińska, E. (2001). *Grunty organiczne i laboratoryjne metody ich badania*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- PN-B-04481:1988. *Grunty budowlane. Badania próbek gruntu*.
- PN-G-02500:1985. *Torf. Genetyczny podział surowca*.
- PN-EN 1990:2014. Eurokod 0. *Podstawy projektowania konstrukcji*.
- PN-EN 1997-2:2009. Eurokod 7. *Projektowane geotechniczne. Część 2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego*.
- PN-EN ISO 14688-1:2006. *Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1. Oznaczanie i opis*.
- Rybicki, S. i Krokoszyński, P. (2011). Sondowanie statyczne i dynamiczne w badaniach podłoża gruntowego budowli drogowych. *Biuletyn PIG*, 466, 397-406.
- Straż, G. (2011). O niektórych problemach związanych z określaniem parametrów geotechnicznych gruntów organicznych. W J. Bzówka, *Badania i analizy wybranych zagadnień z budownictwa*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- Wierzbicki, J., Stefaniak, K. i Boczkowski, B. (2015). Analiza wybranych właściwości geotechnicznych torfu w zależności od jego gatunku i wilgotności. *Inżynieria Morska i Geotechnika*, 3, 212-216.
- Wojtasik, A.T., Troć, M. i Nyckowiak, M. (2014). Wyniki wstępnych badań parametrów geotechnicznych gruntów organicznych interglacjału eemskiego na terenie lewobrzeżnej części Poznania. *Inżynieria Morska i Geotechnika*, 1, 43-48.
- Zajac, K. (1994). *Zarys metod statystycznych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.

## Streszczenie

**Analiza wpływu temperatury na wielkość strat masy przy prażeniu wybranego rodzaju torfu.** W pracy analizowano wpływ czasu i wysokości temperatury prażenia na wielkość strat masy podczas prażenia gruntów wysokoorganicznych – torfów, zgodnie z PN-B-0448:1988. Badaniom poddano 756 próbek w 63 seriach badawczych, które wyprażano jedno- lub dwuetapowo w różnych temperaturach od 550 do 850°C w czasie od 3 do 9 h. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej, która potwierdziła istotność wpływu temperatury na uzyskane wyniki.

## Summary

**The analysis of the impact of temperature when it comes to the rate of ignition loss of selected kind of peat.** In this

paper the impact of temperature on the rate of ignition loss of high-organic soils – peats was conducted, in accordance with to Polish standard PN-B-0448:1988. In total, 756 samples were tested in 63 testing series, that were of a roasting test in one or two stages for the temperature range from 550 to 850°C and for different time periods from 3 to 9 h. The results were analyzed statistically and revealed that the main parameter to decide about the outcome of a roasting test is the temperature.

### Author's address:

Grzegorz Straż  
Politechnika Rzeszowska  
Zakład Geodezji i Geotechniki im. Kaspra Weigla,  
35-084 Rzeszów, ul. Poznańska nr 2, bud. P,  
Poland  
e-mail: gstraz@prz.edu.pl