

ROMAN WOJTKOWIAK, MIROŚLAW NOWIŃSKI, ROBERT JACEK TOMCZAK

Spalanie pozostałości pozrębowych a nagrzewanie się gleby*

Soil temperature during wood slash burning

ABSTRACT

The work presents results of soil temperature measurements under bonfires in which felling residues (branches, twigs, needles) were burnt in a clear-cut area. An increase in soil temperature was observed to the depth of 50 cm below ground level. In the humus horizon, the temperature greatly exceeded the threshold value above which protein denaturation takes place. The ectohumus horizon, with a high water content, initially protected the mineral soil against an increase in temperature and later retarded this increase.

KEY WORDS

burning, utilization, soil, heating, bonfire, wood slash

Wstęp

Pozostałości pozrębowe, powstające w wyniku pozyskania drewna są dużym problemem związanym z koniecznością ich utylizacji. Jedną z najpopularniejszych metod jest palenie pozostałości pozrębowych bezpośrednio na zrębie. Temu negatywnie oddziaływującemu na środowisko zjawisku miały zapobiegać stosowne zarządzenia Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych (Zarządzenie nr 11/1995 i 11A/1999). Empiryczne badania powierzchni zrębów, na którym palono ogniska, wykazały, że 5-12% powierzchni ulega degradacji w wyniku termicznego oddziaływania na glebę palonych pozostałości [Wojtkowiak 1998, Wojtkowiak i in. 2001]. Zmienione zostają właściwości fizyczne i chemiczne gleb w wierzchnich poziomach [Walendzik i Szołtysik 1983]. Wypalona zostaje ściółka. W miejscach, w których palono ogniska nasadzone sadzonki wypadają przez wiele lat, mimo nawożenia. Objawy te są widoczne powszechnie na uprawach.

Autorzy postawili sobie za cel ustalenie faktycznego oddziaływania ogniska na glebę, biorąc pod uwagę wartości temperatury na różnych jej poziomach i jej fluktuacje w funkcji czasu dla płonącego ogniska i pozostawionego, dopalającego się żaru.

ROMAN WOJTKOWIAK

Katedra Techniki Leśnej
Akademia Rolnicza w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 71C
60-625 Poznań
rowojtko@au.poznan.pl

*) Artykuł powstał na podstawie referatu wygłoszonego na konferencji „Puszcza Notecka, Człowiek – Las – Drewno” w październiku 2002 r. na terenie Puszczy Noteckiej.

MIROŚLAW NOWIŃSKI

Katedra Gleboznawstwa Leśnego i Nawożenia Lasu
Akademia Rolnicza w Poznaniu
ul. Górska 3
60-623 Poznań
nowinski@au.poznan.pl

ROBERT JACEK TOMCZAK

Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 50
60-637 Poznań
rjt@au.poznan.pl

Metodyka badań

Badania wykonano w Nadleśnictwie Oborniki na powierzchni zrębowej z zalesienia terenów porolnych (widoczny poziom płużny Ap) z glebą rdzawą biellicową o uziarnieniu piasku luźnego.

Badania przeprowadzono w okresie jesienno-zimowym przy temperaturze otoczenia zmieniającej się w niedużym zakresie: od 5,6°C do 7,5°C (pierwsze, mniejsze ognisko wstępne) oraz od 7,6°C do 9,8°C (drugie ognisko – właściwe), przy słabym, zanikającym wietrze i braku opadów atmosferycznych.

Temperaturę mierzono przy użyciu 8 termopar TP-211K-a-1500-6000 umieszczonych na końcach 1,5 metrowych prętów. Termopary umieszczono w glebie pod centralną częścią ogniska korzystając z odkrywek glebowych ze ścianą w odległości 1,5 m od planowanego centrum ogniska, wprowadzając pręty równolegle do poziomu tak, aby zachować warunki środowiskowe wokół punktów pomiarowych. Następnie odkrywkę zasypano. Przewody sygnałowe w osłonie silikonowej przeprowadzono w glebie na odległość pięciu metrów od ogniska. Wyboru czujnika pomiarowego do odczytu temperatury dokonywano za pomocą sterownika RST-1, a wielkości mierzone określano za pomocą jednokanałowego miernika EMT-302 produkcji „Czaki Thermo-Product”. Przed badaniami termopary i układ pomiarowy zweryfikowano laboratoryjnie.

W pierwszym, mniejszym ognisku czujniki rozmieszczono rozpoczynając od powierzchni gleby mineralnej (0 cm) i dalej: 2,5 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm, 25 cm i 50 cm. Po przejrzeniu wyników i wykonaniu drugiej odkrywki zdecydowano się na rozmieszczenie czujników dla właściwego ogniska w następujących charakterystycznych miejscach: powierzchnia poziomu organicznego (+8 cm), połowa poziomu organicznego (+4 cm), styk ścióły i gleby (0 cm), 2,5 cm, 5 cm, na górnym i dolnym zarysie poziomu płużnego (20 cm i 25 cm) oraz na głębokości 50 cm. Z przyjętych poziomów pobrano próbki gleby w celu określenia jej wilgotności. Wilgotność gleby określono metodą suszarkową.

Wyniki badań

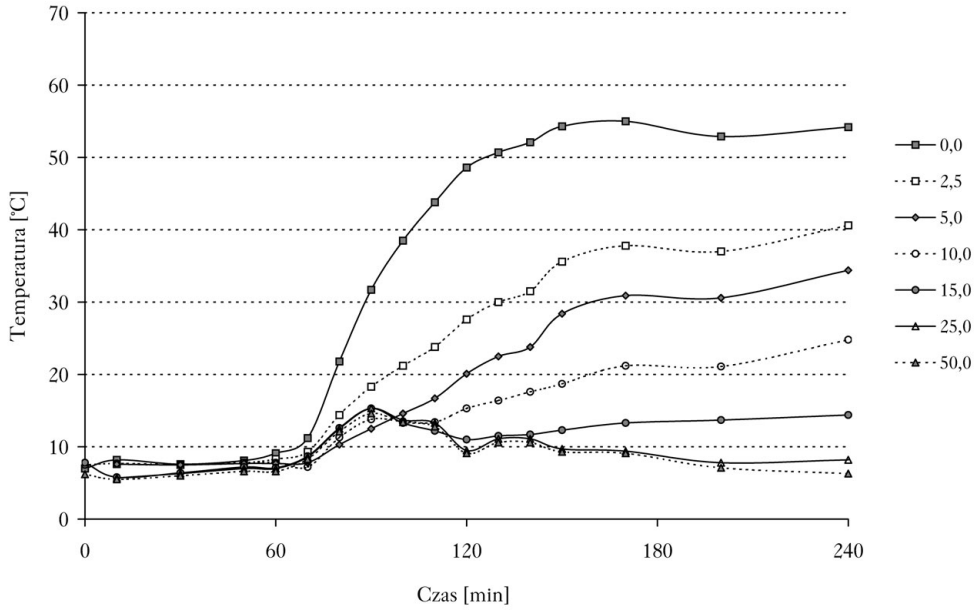
Do mniejszego ogniska dostarczono w partiach około 200 kg pozostałości pozrębowych i pozostawiono je do wypalenia. Czas spalania płomieniowego ogniska wynosił 4 godziny. Później nastąpiło dopalanie rozżarzonego materiału w kopcu popiołu. Pierwsze wyraźne zmiany temperatury w glebie wystąpiły po około godzinie (ryc. 1). Zauważono, że warstwa ścióły o grubości 7 cm i dużej wilgotności jest dobrym izolatorem ciepła.

W trakcie palenia ogniska temperatura pod ściółą po dwóch godzinach przekroczyła 50°C i przez następne godziny utrzymywała się na zbliżonym poziomie. Wyraźny wzrost temperatury – w dużym przybliżeniu liniowy – zaobserwowano do głębokości 15 cm. Nietypową charakterystykę w okolicach 90-tej minuty postanowiono zweryfikować – w drugim ognisku przecięcie takie już nie wystąpiło (ryc. 2.).

Po 22,5 godziny ognisko jeszcze się tliło i zostało zagaszone. Temperatura do głębokości 25 cm przekroczyła 40°C. Na głębokości 50 cm nie wystąpił wzrost temperatury. Ściółą nie została przepalona, lecz tylko nadpalona w wierzchniej warstwie na głębokość 1-3 cm.

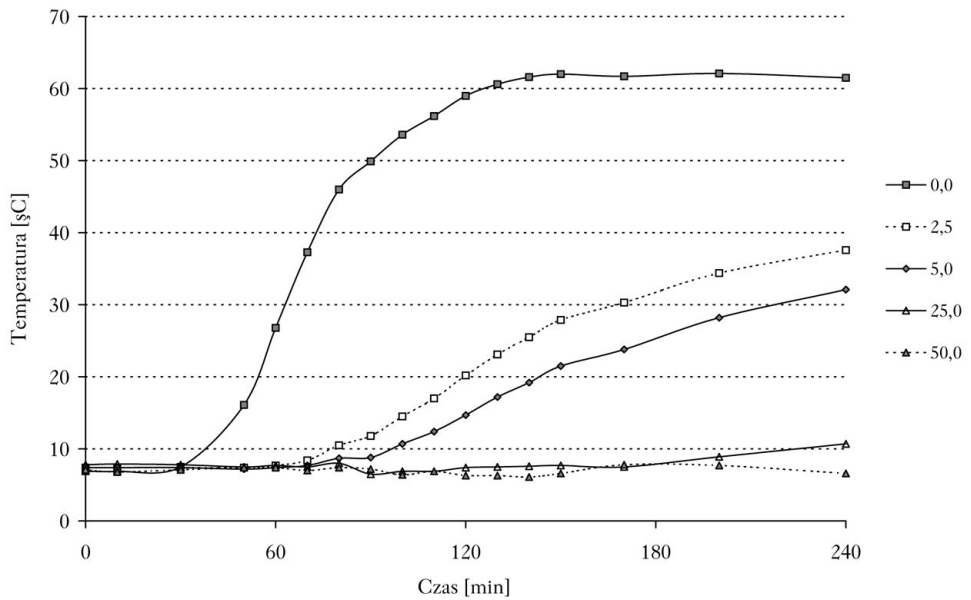
Duże ognisko zostało rozpalone zgodnie ze stosowaną na zrębach techniką wypalania. W trakcie czterogodzinnego palenia płomieniowego dostarczono do ogniska około 800 kg pozostałości pozrębowych. Odpowiada to przeciętnej ilości materiału spalane w jednym ognisku.

Po zakończeniu spalania płomieniowego, żarzący się kopiec pozostawiono do samoczynnego wygaszenia, które nastąpiło dopiero po 6 dniach (ryc.3).



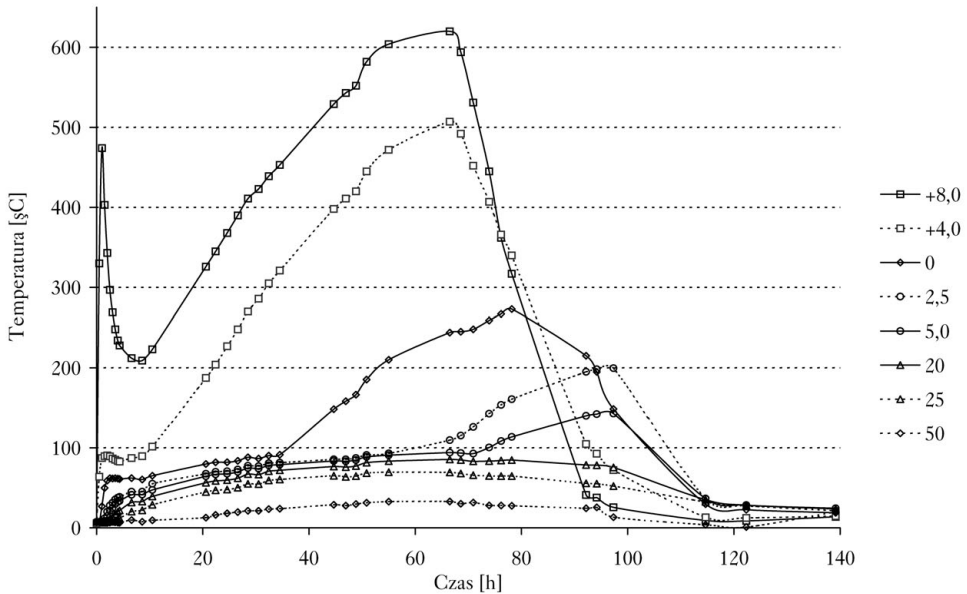
Ryc. 1.

Temperatura gleby pod małym ogniskiem
Soil temperature under small fire



Ryc. 2.

Temperatura gleby pod dużym ogniskiem w zakresie pomiarowym 240 minut
Soil temperature under big fire, measurement range 240 min.



Ryc. 3.

Temperatura gleby pod dużym ogniskiem na głębokościach +8 cm i +4 cm (w ektopróchnicy), 0 cm, 2,5 cm, 5 cm, 20 cm i 25 cm oraz 50 cm

Soil temperature under big fire at a depth +8 cm and +4 cm (in ectohumus), 0 cm, 2.5 cm, 5 cm, 20 cm, 25 cm and 50 cm

Temperatura na powierzchni ścióły w ciągu pierwszej godziny osiągnęła 470°C, by następnie opaść do nieco ponad 200°C w ciągu następnych godzin. Wydaje się że zjawisko to wywołane jest opadaniem na ściółę żaru z ogniska, a następnie wytworzeniem się izolującej warstwy popiołu.

Ściółka jest izolatorem, a jednocześnie ma małą pojemność cieplną, co uwidoczni się na wykresie pomiaru w połowie jej grubości, krzywą zbliżoną do krzywej temperatury na powierzchni. Punkt przecięcia się krzywych powinien wskazywać moment, gdy ilość ciepła dostarczanego przez ognisko jest mniejsza od ilości ciepła odbieranej przez glebę.

Na powierzchni gleby mineralnej już po 1,5 godziny temperatura osiągnęła 50°C, by pod koniec palenia płomieniowego osiągnąć 60°C. Znaczny wzrost temperatury nastąpił po około 40 godzinach i był to najprawdopodobniej moment odparowania resztek wody z próchnicy nakładowej.

W glebie mineralnej, od 4-tej godziny (zakończenie palenia płomieniowego) temperatura narastała w przybliżeniu liniowo przez trzy doby osiągając 70°C na 25 cm gleby mineralnej! W tym czasie na głębokości 5 cm temperatura osiągnęła punkt wrzenia wody.

Po trzeciej dobie dopalania żaru ujawniło się echo nagłego wzrostu temperatury na powierzchni gleby mineralnej (które wystąpiło dwie doby wcześniej) na głębokości 2,5 cm i 5 cm. Po czterech dobach od rozpalenia, na 2,5 cm temperatura osiągnęła maksimum – 270°C. Największą wartość osiągnęła również na 5 cm – 200°C. Od tego momentu temperatura zaczęła spadać na wszystkich poziomach w glebie mineralnej.

Najwyższą temperaturę zarejestrowano czujnikiem umieszczonym na poziomie +8 cm – 620°C w 66 godzinie badań. Czujnik na głębokości +4 cm zarejestrował w tym momencie również maksimum – 507°C.

Ognisko zakończyło żarzenie po 100 godzinach. Po 140 godzinach palenia temperatura na powierzchni gleby mineralnej osiągnęła około 20°C.

W miejscu palenia ogniska nagromadziła się warstwa popiołu o grubości 25-30 cm, jednakże lżejsze frakcje zostały już rozwiane przez słaby wiatr.

Tabela 1.

Wilgotność gleby naturalnej przed rozpoczęciem badań

Moisture of natural soil before the experiment

Poziom	Głębokość [cm]	Wilgotność [%]
O	+7(8)-1	221,71
A	0-22	5,71
Bv	22-60	3,76

Tabela 2.

Wilgotność gleby naturalnej po paleniu ogniska

Moisture of natural soil after fire

Poziom	Głębokość [cm]	Wilgotność [%]
A	0-3	0,72
A	3-9	0,35
A	10-20	5,57
Bv	25-30	4,91
Bv	40-50	3,46

Z poziomu ektopróchnicy zachowały się szczątki podpoziomów Of grubości od kilku do 10 mm w postaci zwęglonych i spieczonych włókien, kruchych i łamliwych. W stosunkowo dobrym stanie morfologicznym zachował się poziom Oh. Nie wystąpiły w nim przebarwienia i zmiany struktury. Naturalny wygląd zachowała także gleba mineralna.

Przed wypalaniem pozostałości pozrębowych gleba charakteryzowała się stosunkowo dużą wilgotnością (tab. 1). Prawdopodobnie ograniczyła ona w dużym zakresie oddziaływanie temperatury na glebę. Po wypaleniu stwierdzono wyraźne obniżenie wilgotności w wierzchniej części poziomu próchnicznego do głębokości 9 cm (tab. 2). Poniżej 10 cm wilgotność gleby zachowała się na poziomie sprzed wypalania ogniska.

Wnioski

1. Nagrzewanie się gleby, a więc wzrost jej temperatury zależy w dużym stopniu od ilości dostarczonego ciepła, czyli masy i rodzaju spalanego materiału oraz czasu jego palenia.
2. Spalanie pozostałości pozrębowych spowodowało wzrost temperatury gleby mineralnej sięgające 50 cm.
3. W poziomie próchnicznym temperatura przekroczyła znacznie próg, przy którym następuje ścinanie białka. Dla ogniska tłącego się przez 3 doby temperaturę taką osiąga gleba mineralna do głębokości poniżej 25 cm.
4. Poziom próchnicy nakładowej o bardzo dużej wilgotności wyraźnie chronił glebę mineralną przed wzrostem temperatury (nawet do 1 godziny) i spowalniał jej wzrost w późniejszym okresie.
5. Największym zagrożeniem dla środowiska glebowego jest pozostawienie kopca z dopalającym się żarem, osiagającym bardzo wysoką temperaturę i dobrze izolowanym przed oddaniem ciepła do atmosfery przez warstwę popiołu.

Literatura

- Wojtkowiak R. 1998. Maszyny do utylizacji odpadów pozrębowych. Materiały sesji naukowej: Tendencje i problemy w pozyskiwaniu drewna w leśnictwie wielofunkcyjnym. Zielona Góra 4-5. 1998. 48-67.
- Wojtkowiak R., Gałazka S., Nowiński M. 2001. Temperatura gleby podczas spalania pozostałości pozrębowych. IV Krajowe Sympozjum „Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe”. 29 maja – 1 czerwca 2001, Poznań-Kórnik. W druku.
- Walendzik R, Szołtysik G. 1983. Wpływ pożaru dna lasu na niektóre chemiczne i fizyczne właściwości gleb borów suchych. Prace IBL 599: 91-109. Warszawa.

Zarządzenie Nr 11 1.1998. Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych: W sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych. Warszawa 14.02.1995. 48-67.

Zarządzenie Nr 11A Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych: W sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych. Warszawa 1999.

SUMMARY

Soil temperature during wood slash burning

The temperatures in the soil during the process of wood slash burning were measured. The measurements were conducted following the contact method. The thermoelements were placed in the organic and mineral soil horizons under the fire down to a depth of 50 cm (193 in). About 800 kg of wood slash were burned during 4 hours. The burnout time was 6 days.

The organic horizon under the fire was mostly burnt out or charred. In the mineral soil the temperature reached 200°C (392 F) at a depth of 2,5 cm (1 in). At a depth of 25 cm (93 in) the temperature exceeded 50°C (122 F) for over 70 hours and at a depth of 50 cm the soil temperature reached 33°C (91 F).