

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr Joanny Szczepańskiej pt. „Zmiany reżimu pożarowego wywołane zmianami klimatu w XXI wieku na przykładzie Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Spalsko-Rogowskie”

Promotor rozprawy: Prof. dr hab. Joanna Wibig, Wydział Nauk Geograficznych UŁ

I

Lasy stanowią w Polsce wartościowy element krajobrazu, zawierający zasoby surowca drzewnego i spełniający ważną rolę ekologiczną. Lesistość kraju jest docenianym wskaźnikiem tego znaczenia. Dlatego zapewne, dla poprawienia wizerunku lasów polskich, poprawiono także wielkość lesistości kraju, licząc powierzchnię zalesioną w odniesieniu do lądowej, zamiast do całkowitej powierzchni kraju. Po odjęciu powierzchni jezior, rzek, stawów i wód przybrzeżnych – lesistość wzrosła, osiągając pożądane 30%. Niestety, corocznie pewna część owej „lesistości” zamienia się w pogorzeliska – przestrzenie оголоcone z drzew lub drzewostany poważnie uszkodzone wskutek wypalenia.

W lasach polskich powstaje w ciągu roku od kilku do kilkunastu tysięcy pożarów, spowodowanych w olbrzymiej większości przez działalność ludzką – przypadkowe zaproszenia ognia, wypalanie traw w sąsiedztwie lasów, a także celowe podpalenia. Statystyki pożarów leśnych wykazują istnienie pewnego „reżimu” pożarowego, ukształtowanego przez sezonowe zmiany stanu wegetacji roślinności leśnej, sezonowe i dobowe zmiany nasilenia obecności i aktywności ludzkiej w lasach oraz przez warunki meteorologiczne.

Reżim pożarów leśnych stanowił przedmiot badań, przedstawionych w recenzowanej rozprawie doktorskiej. W świetle powyższych uwag, podjęty przez Autorkę temat i nakreślone cele opracowania można uznać za wartościowe i zasługujące na poświęcenie im uwagi w rozprawie na temat reżimu pożarowego lasów, którą przygotowano na przykładzie danych, pochodzących z Promocyjnego Kompleksu Lasów Spalsko-Rogowskich w Województwie Łódzkim.

Poza opisem reżimu pożarowego w 25-leciu (1989-2013) w rozprawie podjęto próbę oceny zmian zagrożenia pożarowego lasów pod wpływem zmian klimatycznych i sformułowano prognozę częstości i wielkości pożarów leśnych w ostatniej dekadzie XXI wieku. Zarówno scenariusze zmian klimatycznych, jak i ocena ich skutków dla środowiska i dla gospodarki stanowią aktualny i ważny problem dla różnych dziedzin nauki, nie tylko dla klimatologii. **Wybór problemu naukowego, rozpatrywanego w rozprawie jest niewątpliwie trafny i rokuje interesujące wyniki postępowania badawczego (1).**

Rozprawa licząca 100 stron tekstu (+ obszerne załączniki) składa się z 9. rozdziałów, w których po omówieniu przedmiotu i celów opracowania (1-2), przedstawiono statystyki pożarowe z lat 1989-2013 dla nadleśnictw Spała, Brzeziny oraz Lasów Doświadczalnych SGGW w Rogowie. Na podkreślenie zasługuje wnikliwa analiza i weryfikacja zebranych z różnych źródeł danych o liczbie, lokalizacji, czasie trwania i przestrzennym zasięgu pożarów leśnych. W sumie zebrano dane o 673 pożarach. Jest to dostatecznie liczna próba, umożliwiająca rzetelną analizę statystyczną. W opisie statystyk pożarów występujących w

Lasach Spalsko-Rogowskich zabrakło jednak ocen porównawczych i odpowiedzi na proste pytanie o stopień zagrożenia pożarami na badanym obszarze – czy jest ich względnie dużo czy niewiele, w porównaniu z lasami w całym województwie czy w całym kraju? Dane zawarte w Rocznikach GUS „Ochrona środowiska” i „Leśnictwo” mogłyby dostarczyć odpowiedzi na to pytanie.

W rozdz. 3. przedstawiono także wyniki analizy korelacyjnej obserwowanych pożarów i warunków meteorologicznych, panujących w „dniach pożarowych” i w ciągu kilku dni poprzedzających pożar. Korelacje te stanowią uzasadnienie dla symulacji zmian reżimu pożarowego pod wpływem zmian klimatycznych.

W rozdziale 4. określono stopień palności lasów – wykorzystano typy siedliskowe lasów i związany z nimi skład gatunkowy drzewostanów. Wyróżniono kilkanaście „typów paliwa”, różniących się ze względu na charakterystyki pożarowe: intensywność spalania, prędkość rozprzestrzeniania się pożaru, wysokość płomieni itp. Typologię przygotowano, przekształcając kanadyjski model rozwoju pożarów leśnych (zawarty w programie „Prometheus”) – kanadyjskim typom formacji leśnych przyporządkowano polskie odpowiedniki. Ten etap opracowania, następnie po przygotowaniu historii pożarów leśnych w Lasach Spalsko-Rogowskich, stanowi istotny i oryginalny element postępowania badawczego w całej rozprawie. Warto podkreślić, że Autorka przeprowadziła także szczegółową weryfikację typologii paliwa i funkcjonowania ocen charakterystyk pożarowych, wynikających z programu Prometheus, porównując je z rzeczywistymi pożarami (rozd. 5-6).

W rozdziale 7. przedstawiono symulacje statystyk pożarowych dla klimatu zapowiadanego przez dwa scenariusze zmian klimatycznych w końcu XXI wieku. Pracę kończy dyskusja i podsumowanie – wnioski.

Powyższe streszczenie układu pracy pozawala ją uznać za metodycznie poprawnie skonstruowaną rozprawę naukową (2, 3).

Wykorzystane w rozprawie źródła (historyczne dane wejściowe, metody symulacji pożarów i scenariusze klimatyczne) z jednej strony dowodzą dobrej umiejętności Autorki w zakresie posługiwania się nowoczesnymi narzędziami badań, a także znajomości wybranych pozycji literatury światowej. Mankamentem natomiast jest jednak dość pobieżny i nie pełny przegląd literatury przedmiotu, a przede wszystkim brak odniesienia do ocen zagrożenia pożarowego, stosowanych przez leśników w Polsce (4). W dalszej części recenzji przedstawiam uzasadnienie tej krytyki.

Praca napisana jest na ogół prostym, miejscami nawet potocznym językiem. Na przykład zwroty „z punktu widzenia ognia...” (str. 10) lub „dzień ten poprzedzał okres panowania wysokiej temperatur” (str. 37) i kilka innych są co najmniej dyskusyjne. Wyjaśnienie terminu „reżim” („kompleks zjawisk”, „zjawisko dynamiczne” str. 14) jest dalekie od precyzji. Nie wszystko jest w pełni jasne dla czytelnika; zabrakło mi na przykład bliższego wyjaśnienia przytaczanych za programem „Prometheus” indeksów (kodów) pogodowo-pożarowych (str. 60). Z reguły brakuje w tekście odnośników do tabel czy rysunków. Niektóre tabele nie zawierają tego, co figuruje w ich opisie (tab. 7.1) lub zawartość tabel nie odpowiada danym w tekście (tab. 3.1 i str. 24). Do tego dochodzą dość liczne usterki językowe, braki w interpunkcji, mało starannie stosowany sposób cytowania literatury. Przykłady językowych usterek:

(*Jest/* powinno być) str. 1: *Joanna/Joanny*, str. 3 *twórcą /twórcom*, str. 6. *lennictwach/* w leśnictwach, str. 8. *w 10 próbnym okresie/w 10-letnim próbnym okresie?* str. 11 *odstępności/* dostępności, str. 18 *nadleśnictwo Spalskie/nadleśnictwo spalskie*, *Nadleśnictwo Spała*, str. 32. *pozatym /* poza tym

Ocena jakości tekstu i sposobu przedstawienia wyników rozprawy nie wypada zatem najlepiej. (5). Praca wymagałaby starannej korekty. Być może zabrakło na nią czasu...

Za to nowatorskie ujęcie i samodzielność postępowania badawczego Autorki rozprawy wymagają uznania i akceptacji (6).

Zastosowanie kanadyjskiego modelu pożaru leśnego, jak i w ogóle precyzyjnego modelowania pożaru jest nowatorskim rozwiązaniem w skali krajowej. Być może, po odpowiedniej adaptacji, model pożaru znajdzie zastosowanie w praktyce ochrony przeciwpożarowej lasów w Polsce. Warto wskazać, że dzięki modelowi otrzymujemy obraz pożaru w poszczególnych fazach jego rozwoju, uwzględniający warunki atmosferyczne, rodzaj szaty roślinnej („paliwa”) oraz ukształtowanie i sposób zagospodarowania terenu, łącznie ze szczegółową topografią, zawierającą informacje o tzw. przerwach paliwowych, takich jak drogi, dukty leśne itp. W rozprawie przedstawiono interesujące odwzorowanie rozwoju w czasie i w przestrzeni jednego z wielkich pożarów na badanym terenie. Autorka samodzielnie przygotowała m.in. typologię paliw, adaptując model kanadyjski. Ustaliła także szereg prawidłowości, dotyczących reżimu pożarowego, m.in. dobowy i sezonowy rytm częstości pożarów, wskazała na ich tendencję do występowania w sąsiedztwie biegnących przez lasy linii kolejowych oraz wykazała rolę charakteru tzw. przerw paliwowych w ekspansji pożarów.

Autorka zdaje sobie sprawę z wad i zalet używanego modelu. Niemniej, przywiązuje według mnie zbyt dużą wagę do wyników różnych symulacji, porównuje je bez podania oceny wielkości błędu czy przedziałów ufności dla wynikowych statystyk. Wspomina o istotności statystycznej niektórych wyników, ale nie wiadomo, czy i jak tę ocenę przeprowadzono.

We wnioskach (rozdz. 9) spotykamy kilka banalnych stwierdzeń, jak na przykład wskazanie na znaczenie suszy w powstawaniu pożaru, co faktycznie wykazano jedynie na przykładzie największego pożaru pod Regnami w sierpniu 1992 r. Podano także, że „Prometheus” nadaje się do badania wpływu zmiany klimatu na reżim pożarowy. Faktycznie wykazano jedynie, że pod koniec XXI wieku pożarów będzie trochę mniej, albo trochę więcej (dalej spróbuję wykazać, że prognozowane zmiany są nieistotne). Zabrakło interpretacji przewidywanego reżimu klimatycznego; według „cieplejszego” scenariusza ma być nie tylko znacznie cieplej, ale będzie także znacznie mniej opadów w porze letniego maksimum pożarowego (bo mimo pewnego wzrostu sumy rocznej opadów, opady w lipcu będą mniejsze niż w styczniu, czyli też znacznie mniejsze niż obecnie). Zapowiada to letnią suszę i zapewne także wielkie zagrożenie pożarowe. Tymczasem symulacja określa przyrost liczby pożarów o zaledwie 6%, to jest w granicach obserwowanej współcześnie zmienności.

Trudno oczywiście spierać się o wyniki prognoz, dotyczących tak bardzo losowego zjawiska jak pożar w lesie. Klimat być może zmienia się tak, jak mówią to scenariusze (w istocie też dość chwiejne). **Nie wiadomo natomiast, jak zachowają się następne pokolenia ludzi - głównych sprawców pożarów...** Tu zapewne leżą przyczyny długoletnich zmian zagrożenia pożarowego lasów.

(7) Do głównych zalet rozprawy zaliczam: 1. podjęcie ambitnego tematu badań, 2. sprawne wykorzystanie nowoczesnych narzędzi badawczych, 3. wskazanie na możliwość precyzyjnego modelowania pożarów leśnych, 4. przygotowanie typologii pożarowej zbiorowisk leśnych Lasów Spalsko-Rogowskich, 5. zgromadzenie obszernej dokumentacji historii pożarów leśnych w latach 1989-2013.

Do głównych wad pracy należy brak nawiązania do stosowanych w Polsce metod oceny zagrożenia pożarowego lasów i literatury na ten temat. Nie jest także zaletą współlistnienie w rozprawie niespójnych (sprzecznych?) wniosków, na przykład stwierdzenie nieistotnej zależności pożarów od warunków meteorologicznych i prognozowanie pożarów na podstawie scenariusza zmian klimatu. Albo: określenie kategorii paliwa i stwierdzenie, że pożary powstają z praktycznie równą częstością na terenie występowania każdej kategorii. Kilka innych mankamentów przedstawiłem powyżej, są one

także zawarte w dalej zamieszczonej krytycznej dyskusji nt. rozprawy. Rzucającym się w oczy, choć może nie najistotniejszym, mankamentem jest niezbyt staranne edytorskie przygotowanie rozprawy.

Reasumując powyższe opinie, stwierdzam, że rozprawa p. Joanny Szczepańskiej pt. „Zmiany reżimu pożarowego wywołane zmianami klimatu w XXI wieku na przykładzie Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Spalsko-Rogowskie” spełnia wymagania rozprawy doktorskiej w stopniu dostatecznym. W związku z tym popieram też wniosek o nadanie Pani mgr. Joannie Szczepańskiej stopnia doktora nauk geograficznych.

W drugiej części recenzji przedstawiam do wiadomości Wysokiej Rady Wydziału Nauk Geograficznych UŁ oraz Autorce rozprawy krytyczną dyskusję na temat niektórych aspektów recenzowanej pracy. **Dyskusja ta jedynie uzupełnia przedstawione wyżej opinie wraz z ich pozytywną konkluzją.** Mam nadzieję, że moje uwagi przydadzą się Autorce w Jej dalszej aktywności naukowej i zawodowej.

II

Krytyczna dyskusja wybranych fragmentów rozprawy

1) Zbadano zależność liczby i wielkości pożarów leśnych od warunków meteorologicznych panujących w „dniach pożarowych” i w okresie 3. i 7 dni przed pożarami. W okresie badawczym (1989-2013) zanotowano 673 pożary (wg tekstu na str. 24) lub 675 pożarów (wg tab. 3.1, str.25) o średniej powierzchni spalonej 0,66 ha i maksymalnej powierzchni spalonej 100 ha (pożar 29.08.1992, trwający wg tekstu na str. 24 - 3 dni lub... 20 min wg danych w zał.1).

Wyniki oceny zależności liczby pożarów od temperatury, wilgotności względnej powietrza i opadu opisano na str. 36-37 i w tab. 3.5: Autorka pisze, że „... *stwierdzono słabą zależność liczby pożarów od występującej danego dnia wilgotności względnej.... Nie stwierdzono istotnej zależności liniowej między liczbą pożarów a temperaturą... Nie stwierdzono również istotnej korelacji między wielkością spalonej powierzchni a warunkami termicznymi i wilgotnościowymi*”. Ponadto „...*analiza wpływu prędkości wiatru ... nie wykazała istotnej zależności liniowej... „ (wskutek) „...względnie niskich (?) wartości prędkości wiatru dochodzących maksymalnie do 16 m/s”.*

Uwaga nt. w/w wyników: Współczynniki korelacji („wskaźniki korelacji”) liczby pożarów i temperatury, a częściowo i wilgotności nie mogą być wysokie ze względu na sezonowe zmiany tych elementów meteorologicznych i sezonowe zmiany pożarów: znaczna liczba pożarów wybucha w kwietniu, gdy jest jeszcze dość chłodno, i w lipcu-sierpniu – przy wysokiej temperaturze. Badając te korelacje należałoby albo wyeliminować cykl roczny temperatury, albo badać korelacje w sezonach, np. w kolejnych fenologicznych porach roku, lub przy jednolitych fazach rozwoju wegetacji (np. wg wskaźnika NDVI). Takie podejście daje znacznie lepszą, wysoce istotną korelację (zob. m.in. „Pory roku w Polsce. Sezonowe zmiany w środowisku a wieloletnie tendencje klimatyczne”. UŁ, Łódź, 2000 i Geogr. Polonica, 74, 2, 29-40, 2001,).

Korelacja pożarów ze średnimi wartościami elementów meteorologicznych z 3 i 7 dni przed pożarem także musi być słaba, bo znany z literatury „efekt 3 i 7 dni” dotyczy **nieprzerwanego** trwania suchej i cieplej pogody przez 3 lub 7 dni (po tym okresie liczby pożarów znacząco wzrastają). Średnia 3- czy 7-dniowa nie musi tego warunku odzwierciedlać.

Do oceny związku zagrożenia pożarowego z warunkami meteorologicznymi służy tzw. metoda IBL, opracowana w Instytucie Badań Leśnictwa przez prof. Karlikowskiego, który podaje m.in. równania, pozwalające ocenić (oddzielnie dla godzin porannych i południowych) wilgotność powietrza w lesie na podstawie pomiaru poza lasem i ocenić

wilgotność „ściółki wskaźnikowej” (ściółka sosnowa w borze świeżym). Na podstawie tych ocen formułuje się aktualny stopień zagrożenia pożarowego lasu (SZPL). (Karlikowski T., 1981, Prognozowanie zagrożenia pożarowego lasu metodą IBL. Prace IBL, 578, 3-72. zob. też „Meteorologia i klimatologia dla studentów leśnictwa”, Wyd. UŁ, 2014, rozdz. 10 ćwiczenie 3.).

Przytoczony fragment badań i wnioski Autorki wskazują, że warunki meteorologiczne co najwyżej „słabo” (albo wcale) wpływają (nie wpływają) na powstawanie pożarów w Lasach Spalsko-Rogowskich. Do badania warunków powstawania tych pożarów wybrano model kanadyjski *Prometheus*; nie wspomniano o w/w metodzie IBL ani o innych metodach europejskich, które już w 1961 roku przedstawiła Z. Pieślak („O metodach przewidywania stopnia zapalności lasu w niektórych krajach europejskich”, *Przeł. Geofiz.*, 6(14), 1-2, 37-47).

2) Przygotowując dane do programu *Prometheus* określono typy paliwa leśnego na badanym obszarze; przypisano odpowiednie „kanadyjskie” symbole typu paliwa zbiorowiskom roślinnym na terenie Lasów Spalsko-Rogowskich. Zastosowano tu „*subiektywne wyważenie podobieństw i różnic*” (str. 50) między drzewostanami i gatunkami roślin oraz użytkowaniem terenu w Polsce i w Kanadzie. Można wątpić czy te analogie są w pełni trafne... Powinien się w tej kwestii wypowiedzieć specjalista - geobotanik. Na przykład polski modrzew zaliczono do klasy mniej palnych gatunków drzew liściastych, gdyż tak jak one modrzew traci liście/igłowie na zimę. Według moich subiektywnych doświadczeń ściółka pod modrzewiami (liczne drobne gałązki, szyszeczek i suche igłowie) stanowi właśnie doskonałą podpałkę... Kwestia modrzewia nie jest jednak poważnym problemem w tej części rozprawy (rozdz. 4).

Niepokojący jest wniosek dotyczący wyróżnionego typu paliwa „C-3” – charakteryzującego się „*najwyższymi wskaźnikami prędkości rozprzestrzeniania się pożaru*” Autorka stwierdza, że „...*w okresie historycznym nie stwierdzono znacząco większej liczby pożarów i powierzchni spalonej na terenie występowania paliwa typu C-3*” (str. 60). Powierzchnia C-3 stanowi nieco ponad połowę (54%) powierzchni badanych lasów, liczba występujących na tej powierzchni pożarów stanowi także nieco ponad połowę wszystkich pożarów, a powierzchnia spalona - tylko 44% całkowitej powierzchni spalonej. Wysoko palne paliwo C-3 pali się tak samo, albo gorzej niż paliwo pozostałe! Odnotowane liczby pożarów są ściśle związane z powierzchnią zajmowaną przez wyróżnione, dominujące w Lasach Spalsko-Rogowskich typy paliwa:

Paliwo C-3: procent wszystkich pożarów 54,5, powierzchnia - 53,9 %

Paliwo D½ odpowiednio 20,2 % i 21,1%.

Paliwo M-½ odpowiednio 17,2% i 15,4 % (wg danych na str. 78)

Można by więc sądzić, że typ paliwa nie wpływa na „gęstość” pożarów leśnych!...

Niestety i w tej części badań pożarów leśnych nie skorzystano z opracowań, wykorzystywanych przez leśników. Lasy Państwowe przygotowały „Instrukcję ochrony przeciwpożarowej lasu” (Centrum Informacyjne LP, Warszawa, 2012). Instrukcja została wprowadzona w życie rozporządzeniem Dyrektora LP i jej zalecenia stanowią obligatoryjny element przygotowywania w nadleśnictwach tzw. „Operatów Urządzenia Lasu”. Operaty takie istnieją w nadleśnictwach Spała, Brzeziny i LD Rogów i są systematycznie aktualizowane (inf. potwierdzona przez leśników z Rogowa, 02. 2018). Każdy obwód leśny powinien być opisany przez kategorię zagrożenia pożarowego (I, II, III). Odpowiednie formuły pozwalają wyznaczyć kategorie według: 1. obserwowanej liczby pożarów, 2. udziału drzewostanów suchych i borowych, 3. śr. wilgotności powietrza, 4. gęstości zaludnienia w okolicy. W rozprawie nie porównywano określonych typów paliwa i stopnia ich palności z tymi kategoriami..

3) . Przedstawiono weryfikację ocen powierzchni symulowanych pożarów według metod Van Wagnera i Lawsona na tle „pożarów historycznych” z lat 1989-2013 (tab. 5.1). Wbrew sugestiom Autorki (np. wniosek 10, str. 94) weryfikacja ta wykazuje bardzo umiarkowaną, a nawet słabą, zbieżność symulacji z danymi obserwacyjnymi. Z wybranych do symulacji 66 największych i charakterystycznych pożarów, aż w 33 przypadkach rzeczywistego pożaru symulacja wykazała brak pożaru (tzn. według symulacji powierzchnia spalona =0). Na podstawie analizy całości danych (673 pożary) brak pożaru w symulacji wykryto w kilkunastu procentach przypadków. Symulacja nie jest więc tak bardzo niedoskonała, ale i tak nie do końca wiarygodna.

Próbka danych (tab. 5.1) pokazuje, że symulowane powierzchnie pożarów mogą być zarówno mniejsze, jak i większe od powierzchni rzeczywistych (odpowiednio 24 i 41 pożarów). Średnie bezwzględne różnice między ocenami (symulacja wg metody Van Wagnera) i rzeczywistymi wartościami (przeszacowania +2,9 i niedoszacowania -1,8 ha) są bliskie średniej wielkości spalonej powierzchni podczas wybranych pożarów (2,5 ha). Symulowane metodą Van Wagnera i rzeczywiste spalone powierzchnie są na szczęście pozytywnie, ale **słabo skorelowane** (według moich wyliczeń $r=0,36$). To oznacza, iż modelowe wartości wyjaśniają zaledwie 13% zmienności (wariancji) powierzchni spalonej w pożarach. Autorka zajmuje się bardziej różnicami wyników dwu symulacji komputerowych, zaniedbując ich porównanie z danymi o rzeczywistych pożarach.

4) . Ignorując powyższe trzy wnioski (w skrócie- bardzo słaba zależność pożarów od wilgotności powietrza, brak zależności pożarów od typu paliwa oraz dość słaba zgodność symulacji pożarowych z rzeczywistymi pożarami) przystąpiono do oceny charakterystyk pożarowych w końcu XXI wieku (2091-2100) na podstawie dwu scenariuszy klimatycznych RCP4.5 (umiarkowane ocieplenie) i RCP 8.5 (silniejsze ocieplenie, odwrócenie biegu rocznego opadów). Gdzieś zginął deklarowany na str. 18 okres 2040-50 (raczej może 2041-50?), podobnie jak zginęły ze „strumienia danych meteo” stacje W-wa Okęcie i Łódź Lublinek, „nie zauważono” też istnienia stacji meteo Lasów Doświadczalnych w Rogowie (str. 20).

Zmiany klimatyczne w XXI wieku prezentuje tab. 7.1 (w której zabrakło danych o wilgotności maksymalnej, opisaney w objaśnieniach do tabeli). Zmiany liczby i struktury pożarów w ostatniej dekadzie XXI w. prezentują tab. 7.2 i 7.3 na str. 87. Autorka stwierdza, że „widać zmiany”, przy czym „*nie zawsze są to zmiany w tym samym kierunku w obu scenariuszach*” (str. 88). Faktycznie, wg scenariusza RCP4.5 pożarów ma być nieco mniej (o 2 pożary na 10-lecie, tj mniej o 0,8%), według scenariusza zakładającego duże ocieplenie – pożarów będzie więcej (o 15 na 10-lecie, tj o 6% więcej) i będą one powierzchniowo większe.

Warto by sprawdzić, czy prognozowane zmiany są statystycznie istotne? Ustaliłem, że w „okresie historycznym” (1989-2013) zmienność rocznej liczby pożarów charakteryzowała się odchyleniem standardowym $STD=15,5$ poż/rok. Zakładając, że zmienność taka utrzyma się, można ocenić przedziały ufności dla średnich liczb pożarów w 10-leciach 2001-10 i 2091-2100 wg obu scenariuszy. Otrzymamy w przybliżeniu (dolna granica przedziału <średnia <górna granica przedziału, ocena dla poziomu $\gamma=0,99$):

2001-10 liczby zaobserwowane: 238<247<256

2091-2100 scenariusz RCP4.5 : 236<245<254

2091-2100 scenariusz RCP8.5: 253<262<271

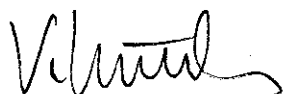
Widać, że zmiany liczby pożarów są prawdopodobnie nieistotne, bo przedziały „zachodzą na siebie” wzajemnie (np. 253<256). Można ponadto wątpić, czy w końcu XXI wieku wielkość pożarów wzrośnie, skoro już w III RP powierzchnia pożarów systematycznie malała wskutek postępów techniki gaszenia ognia...

Wybrane tu etapy postępowania badawczego (1-4) nie są bynajmniej sprzeczne. Przeciwnie – układają się w spójną całość: wykazano bowiem, że pożary b. słabo zależą od

warunków meteorologicznych (1), typ paliwa nie wpływa na częstość odnotowanych pożarów (2), symulacje numeryczne powierzchni pożarów nie najlepiej pasują do rzeczywistości, bo sugerują, że według symulacji pożar może powstać, albo nie (!). A więc w rezultacie okazuje się też, że zmiana klimatu nie wpłynie znacząco na liczbę pożarów leśnych, bo ich prognozowane średnie wartości są nieistotnie różne od średnich „historycznych”.

Mimo pewnych wątpliwości, prezentacja dyskusyjnych miejscami wyników poszukiwań kierunku i wielkości zmian reżimu pożarowego pod wpływem czynników klimatycznych w rozprawie doktorskiej nie przesądza o jej wartości. Sądzę jednakże, iż na wartość rozpatrywanej tu rozprawy składa się przede wszystkim zastosowanie i weryfikacja zaproponowanej metodyki prognozowania zagrożenia pożarowego w Lasach Spalsko-Rogowskich.. Weryfikacja ta, jak mi się wydaje, nie utwierdza nas w przekonaniu o zbyt wielkiej wiarygodności prognozy. Zapewne więc trafny jest wniosek Autorki, że **„warto jednak podejmować próby lepszego przystosowania parametrów palności typów paliwa do danych uzyskanych w polskich lasach”** (wniosek 10, str. 94).

Trzeba zauważyć, że apel o podejmowanie dalszych badań jest dość częstym, nawet popularnym składnikiem podsumowania w doniesieniach naukowych. Tak też uczyniono w rozprawie o pożarach leśnych, zagrażających lasom między Spałą i Rogowem.



(Prof. K.Kożuchowski)