

Andrzej CIEPIEŁOWSKI

Katedra Budownictwa Wodnego SGGW

Bożena KUĆMIEROWSKA

Zakład Gospodarki Wodnej IBL

Badania wpływu pożarów lasu na zmiany obiegu wody

Wprowadzenie

Jednym ze zjawisk nadzwyczajnych, nie kontrolowanych przez człowieka są pożary lasu, powodujące niszczenie ekosystemów leśnych i jego elementów: drzewostanów, runa leśnego, fauny itp. W ich wyniku następują zmiany w mikroklimacie, atmosferze, siedliskach leśnych, glebie i obiegu wody.

Skutki ekologiczne pożarów lasu ujawniają się głównie w postaci:

- wzrostu zanieczyszczeń powietrza,
- uszczuplenia źródeł tlenu,
- zmiany cyrkulacji powietrza i materii,
- zatracania właściwości lasu – regulatora temperatury,
- spotęgowania zjawiska efektu cieplarnianego,
- naruszenia podstawowego piętra troficznego w biocenozie,
- zmiany struktur biocenotycznych i kierunku sukcesji ekologicznej,
- powstawania ognisk gradacyjnych szkodliwych owadów leśnych i grzybów,
- pogorszenia warunków życia flory i fauny leśnej, względnie zaniku niektórych gatunków,
- zniszczenia warstwy próchnicznej w glebach leśnych,
- ograniczenia korzystnych hydrologicznych funkcji lasu,

- zwiększenia erozji gleb,
- zmniejszenia powierzchni rekreacyjno-wypoczynkowej.

W celu ograniczenia niekorzystnych ekologicznie skutków pożarów lasu należy **tworzyć przeciwpożarowe pasy biologiczne** (w postaci zagospodarowanych stref leśnych) oraz wykorzystywać mikrozmienność siedliskową do wprowadzania drzewostanowych i krzewiastych gatunków liściastych, co w efekcie pozwoli ograniczyć rozprzestrzenianie się pożaru, oraz **przy zalesieniu pożarzysk preferować liściaste gatunki drzew** (udział procentowy zależnych od rodzaju gleby). Sadzonki stosowane do zalesień powinny być zaopatrzone we właściwe mikoryzy określające symbiotyczne współżycie korzeni z grzybami (Gorzelać, Ciepiewski i in. 1994).

W wyniku pożaru w zlewni zalesionej zostaje zachwiana dotychczasowa proporcja między parametrami hydrologicznymi tworzącymi cykl obiegu wody. Zmieniają się bowiem warunki do retencjonowania, straty bilansowe i odpływ wody. W wyniku mniejszego zużycia wody przez las powinny zwiększać się zasoby dyspozycyjne wód podziemnych. Zanikowi ulegają właściwości regulacyjne lasu pod kątem kształtowania odpływu. Proces topnienia śniegu przebiega wówczas gwałtownie, co sprzyja powstawaniu wezbrań. Zwiększa się ilość

opadów dochodzących do powierzchni terenu na skutek zaniku procesu intercepcji lasu.

Zainteresowania badawcze ZGW IBL koncentrują się wokół zmian ilościowych i jakościowych zasobów wodnych w zlewni zalesionej, tj. wód występujących w atmosferze, biosferze, pedosferze oraz zmiany zasobów wód w zbiornikach powierzchniowych (sztucznych i naturalnych) i sieci cieków. Problem jest ważny ze względu na dużą częstotliwość, a ostatnio coraz większą liczbę pożarów i znaczne powierzchnie spalone w Polsce (tab. 1).

W stosunku do największych pożarów, jakie zdarzyły się w ostatnim okresie w niektórych regionach świata, np. pożar w Kalifornii – Park Yellowstone (USA) w 1988, gdzie spalonych zostało 400 tys. ha lasu, czy w Kanadzie w 1989 r. – 7,5 mln ha lasów, największe pożary w Polsce w 1992 obejmujące 33 334 ha nie są zatem tak wielkie. Biorąc pod uwagę zagrożenie lasów, Polska (83%) przoduje w Europie (65%) i na świecie (40%). Spośród pożarów, które wystąpiły w polskich lasach w ostatnich latach, największe zniszczenia wywołał pożar koło Rud Raciborskich w sierpniu 1992 r., obejmujący obszar 9050 ha lasu.

Podstawowe pojęcia

Przez pojęcie pożaru lasu rozumiemy nie kontrolowany proces spalania drzewostanu i elementów drzew, koron, pni, korze-

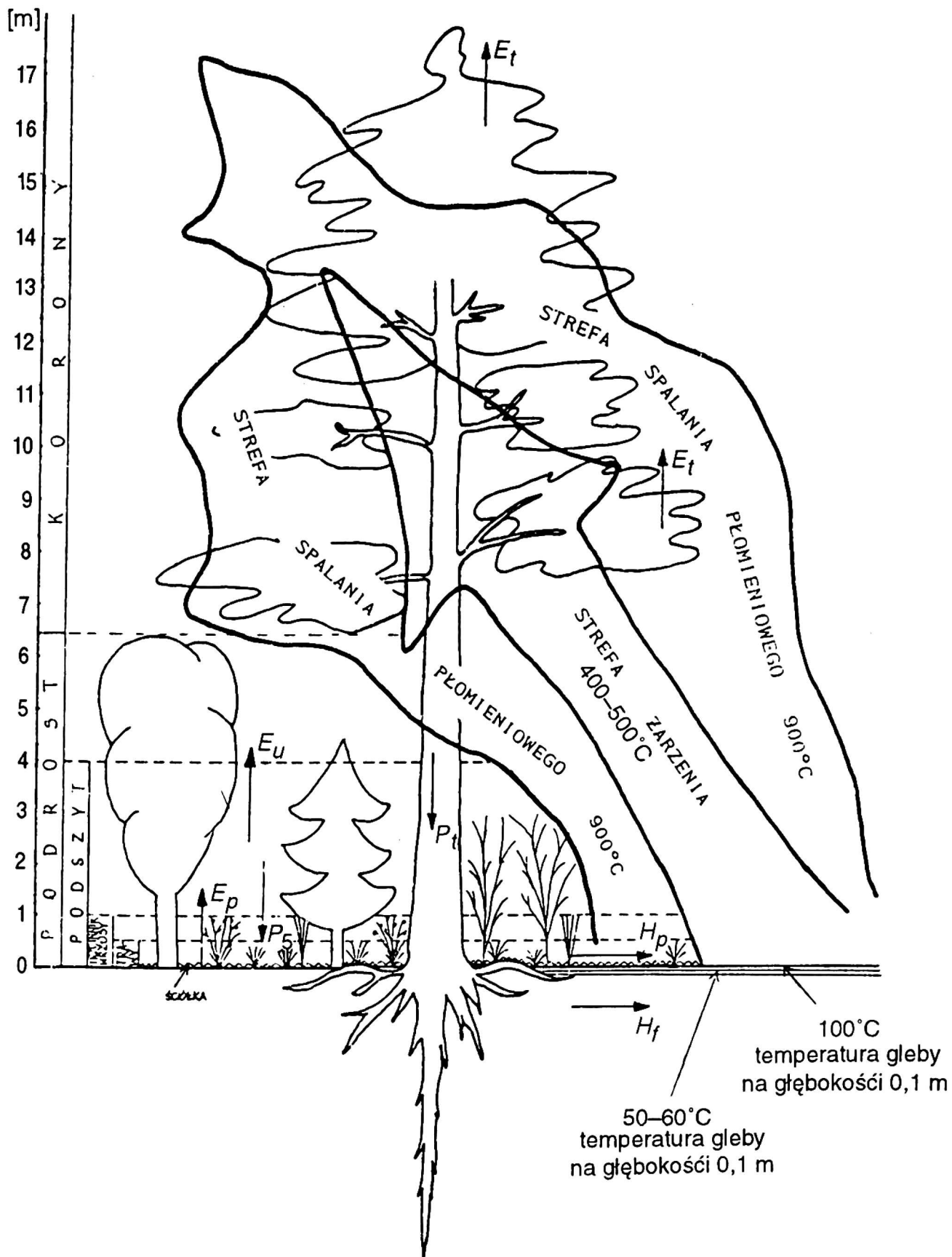
ni, podrostu i podszytu, runa, ściółki i górnej warstwy próchnicznej gleb. Jest to proces o charakterze termicznym, powstały przy sprzyjających warunkach meteorologicznych – wysokiej temperaturze powietrza, małych opadach i silnym wietrze. Temperatura powietrza w strefie spalania płomieniowego dochodzi do 900°C, a temperatura gleby na głębokości 0,2 m często przekracza 50°C, na głębokości zaś 0,1 m – 100°C. W strefie nie objętej bezpośrednio płomieniami, tzw. strefie żarzenia, temperatura wynosi nawet 500°C (rys. 1). Pożarom towarzyszy powstawanie dymów i popiołów.

Przez pojęcie dymu pożarowego rozumiemy mieszaninę gazów spalinowych (pożarowych) i części stałych, powstających wskutek niepełnego rozkładu termicznego części spalonych, sadzy, par cieczy palnych itp. Na skutek spalenia 1 tony leśnych materiałów palnych (np. z powierzchni 150 m² boru sosnowego w wieku 35 lat) są emitowane znaczne ilości pierwiastków i związków chemicznych: metanu, tlenków węgla, azotu i siarki, należących do grupy gazów szklarniowych. Dymy te w znacznym stopniu wywierają wpływ na ekosystemy leśne.

Popioły stanowią rezydualne części stałe powstające po spalaniu substancji organicznej, która nie została uniesiona z dymem podczas procesu spalania. Popioły powstałe w wyniku pożarów lasu mają właściwości nawozowe, ze względu na zawartość potasu, wapnia i magnezu. Popioły neutra-

TABELA 1. Liczba pożarów i wielkość powierzchni spalonych lasów państwowych w latach 1988–1993

Rok	Liczba pożarów	Powierzchnia spalona [ha]	% pow. spalonych w stosunku do ogólnej powierzchni lasów w Polsce
1988	2781	3063	0,035
1989	4100	5096	0,058
1990	4137	5029	0,058
1991	3008	2110	0,024
1992	9305	33334	0,382
1993	8672	4994	0,057



RYSUNEK 1. Rozkład temperatury podczas pożaru lasu oraz elementy obiegu wody, które ulegają zmianie po pożarze (objaśnienia równań 1-7)

lizują odczyn pH w kierunku od obojętnego do zasadowego. Powinny być przede wszystkim wykorzystywane do nawożenia gleb w rejonach przemysłowych, nawiedzanych przez kwaśne deszcze.

Požary lasów, podobnie jak powodzie, pociągają za sobą ofiary w ludziach i straty materialne, wymierne lub niewymierne. Do strat wymiernych należą zniszczenia w drzewostanie wyrażone w kosztach spalo-

nych drzew lub kosztach powierzchni wypalonych. Do strat niewymiernych należą straty spowodowane zniszczeniem niepowtarzalnych gatunków flory i fauny leśnej oraz zanikiem rekreacyjnych funkcji lasu. Są one trudne do oceny i dlatego wprowadza się wielkości porównawcze – zastępcze. Wartość strat ekonomicznych wynosi przeciętnie 40 mln zł (wg cen z 1992) za 1 ha spalonego lasu, a maksymalnie może przekraczać 100 mln zł.

Jako jednostki charakteryzujące pożar przyjmuje się obwód (km/h^1), powierzchnię (km^2) lub przyrost (km^2/h^1).

Pożar jako zjawisko ma charakter losowy, nie daje się zatem ściśle przewidzieć miejsca, czasu, zasięgu jego występowania. Pożary i powodzie w lasach, obok cech wspólnych – są zjawiskami nadzwyczajnymi, wywołują straty i mają charakter losowy, różnią się tylko genezą. Powstawanie pożaru jest zależne od nie przemyślanej lub wręcz celowej (podpalanie) działalności człowieka, natomiast powodzie to efekt zwiększonego zasilania, np. deszczami nawalnymi lub gwałtownym tajaniem śniegu w sprzyjających warunkach pogodowych i środowiskowych. Wynika stąd, że chociaż zjawiska te mają charakter losowy, jednak w odróżnieniu od losowości powodzi, losowość pożaru związana jest głównie z czynnikiem antropogenicznym, a nie genetycznym.

Pożar w Rudach Raciborskich

Pożar lasów wokół Rud Raciborskich, który trwał 19 dni (od 26.08.1992 do 13.09.1992 r.), nazwano pożarem stulecia, objął powierzchnię 9060 ha lasów w nadleśnictwach: Rudy Raciborskie, Rudzieniec, Kędzierzyn należących do Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Katowicach.

W sierpniu 1992 r. zaistniały w okolicy Rud Raciborskich ekstremalne warunki

meteorologiczne do powstania pożaru, a mianowicie:

- W ciągu dnia temperatura powietrza przekraczała 30°C i utrzymywała się przez wiele dni, co spowodowało w lasach iglastych (głównie sosnowych) obfite wydzielanie się olejków eterycznych, które w rozgrzanym powietrzu tworzyły mieszanę łatwopalną;
- Długi okres bezopadowy; od maja 1992 r. nie wystąpiły żadne opady atmosferyczne na obszarze objętym pożarem;
- Silny wiatr, którego prędkość przekraczała 60 km/h , a w porywach dochodziła do 120 km/h .

Powstaniu i szybkiemu powiększaniu się powierzchni pożaru dodatkowo sprzyjało suche runo złożone z łanów traw i paproci oraz sucha ściółka leśna i duża ilość posuszu. Warstwa murszu w podłożu miejscami przekraczała $0,2\text{ m}$ miąższości, co znacznie utrudniało gaszenie.

Pożar rozprzestrzenił się niezwykle szybko na skutek przerzutów dochodzących nawet do 1 km i po 2 godzinach obejmował już 80 ha , po $8,5$ godzinie – 2200 ha zamkniętych obwodem ponad 31 km . W kulminacyjnym momencie obwód pożaru wynosił $112,7\text{ km}$. Ponad 10 tys. osób uczestniczyło w gaszeniu pożaru, w tym (567 sekcji straży pożarnej) – podczas którego użyto ciężkiego sprzętu mechanicznego, 26 samolotów, 4 helikoptery, 73 ciągniki i 36 cystern kolejowych. Zginęły dwie osoby. Straty po pożarze oszacowano na 355 mld zł .

Pożarzysko koło Rud Raciborskich zostało wybrane przez Zakład Gospodarki Wodnej IBL do badania zmian obiegu wody.

Koncepcja badań

Koncepcja metodologiczna studiów polega na badaniu zmian obiegu wody w terenie wypalonym, reprezentowanym

¹ h – godzina

przez zlewnię potoku Br-6 (rys. 2), zamkniętą profilem hydrometrycznym przy drodze Kotłarnia-Gliwice ($A = 1,8 \text{ km}^2$) w porównaniu ze zmianami, jakie występują na obszarze nie spalonym, reprezentowanym przez zlewnię potoku Buk (rys. 3), zamkniętą profilem w Rudach koło ośrodka wypoczynkowego KWK "Knurów" w Rudach ($A = 2,6 \text{ km}^2$).

Zmiany obiegu wody w zlewni objętej pożarem w stosunku do zmian obiegu wody w zlewni leśnej są podstawą badań. Studia porównawcze mogą zmierzać także do oceny funkcji lasu jako filtra zanieczyszczeń powietrza.

Wychodząc z równania bilansu wodnego Pencka-Oppokowa, charakteryzującego obieg wody w zlewni leśnej można napisać, że

$$P - H = E \pm \Delta R \quad (1)$$

$$P = \sum_1^n P_n = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (2)$$

$$H = \sum_1^n H_n = H_p + H_f - H_{gd} + H_g \quad (3)$$

$$E = \sum_1^n E_n = E_p + E_t + E_i + E_u \quad (4)$$

$$\Delta R = \sum_1^n R_n = \Delta R_p + \Delta R_a + \Delta R_g + \Delta R_f \quad (5)$$

określając E_i przez

$$E_i = \sum_1^n P_n - (P_s + P_t) \quad (6)$$

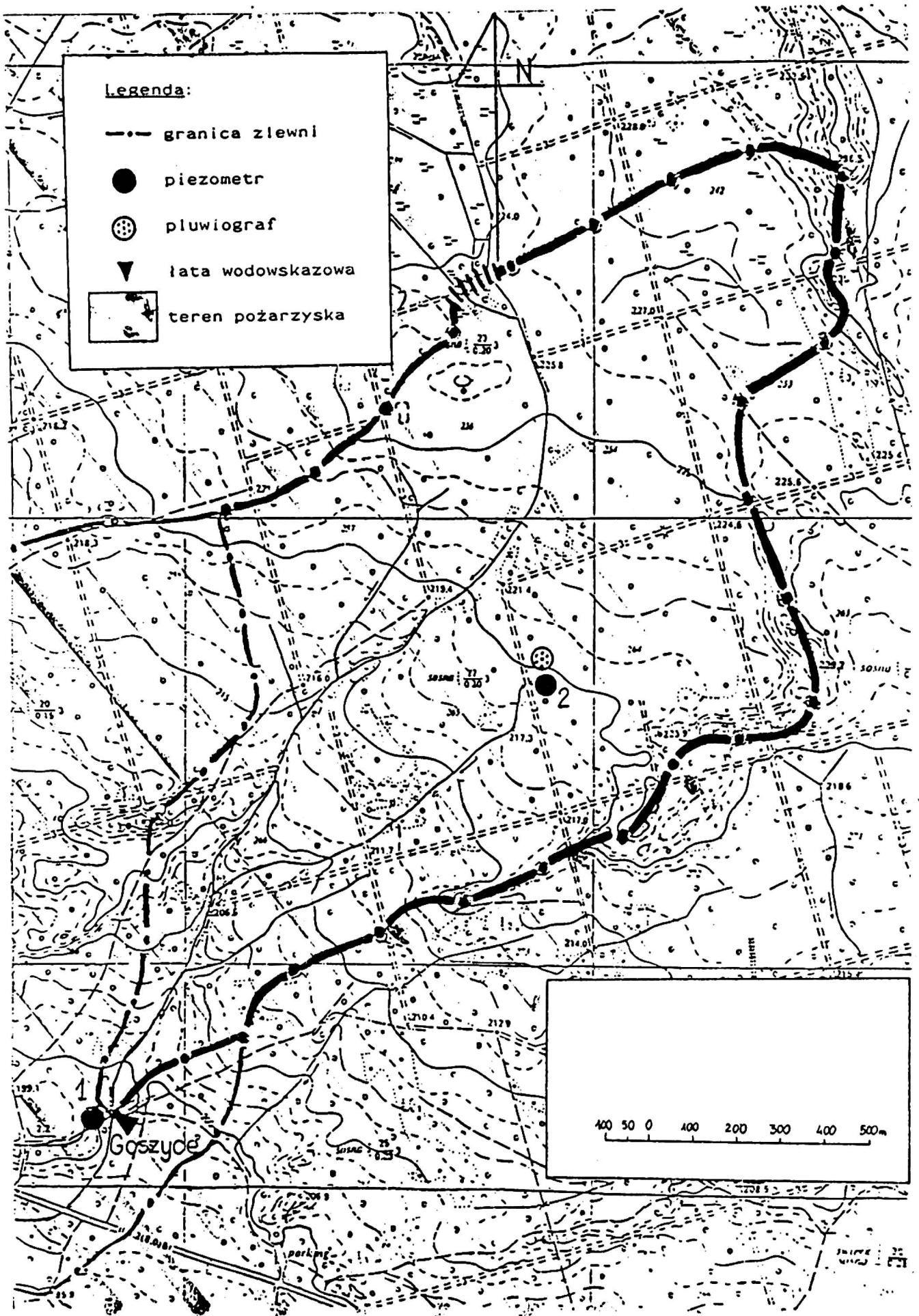
równanie rozwiniętego bilansu wodnego zlewni leśnej przybiera postać:

$$P_s \uparrow + P_t = H_p \uparrow + H_f \uparrow - H_{gd} + H_g + E_p \uparrow + E_t + E_u + \Delta R_p \downarrow + \Delta R_a \uparrow + \Delta R_g + \Delta R_f \quad (7)$$

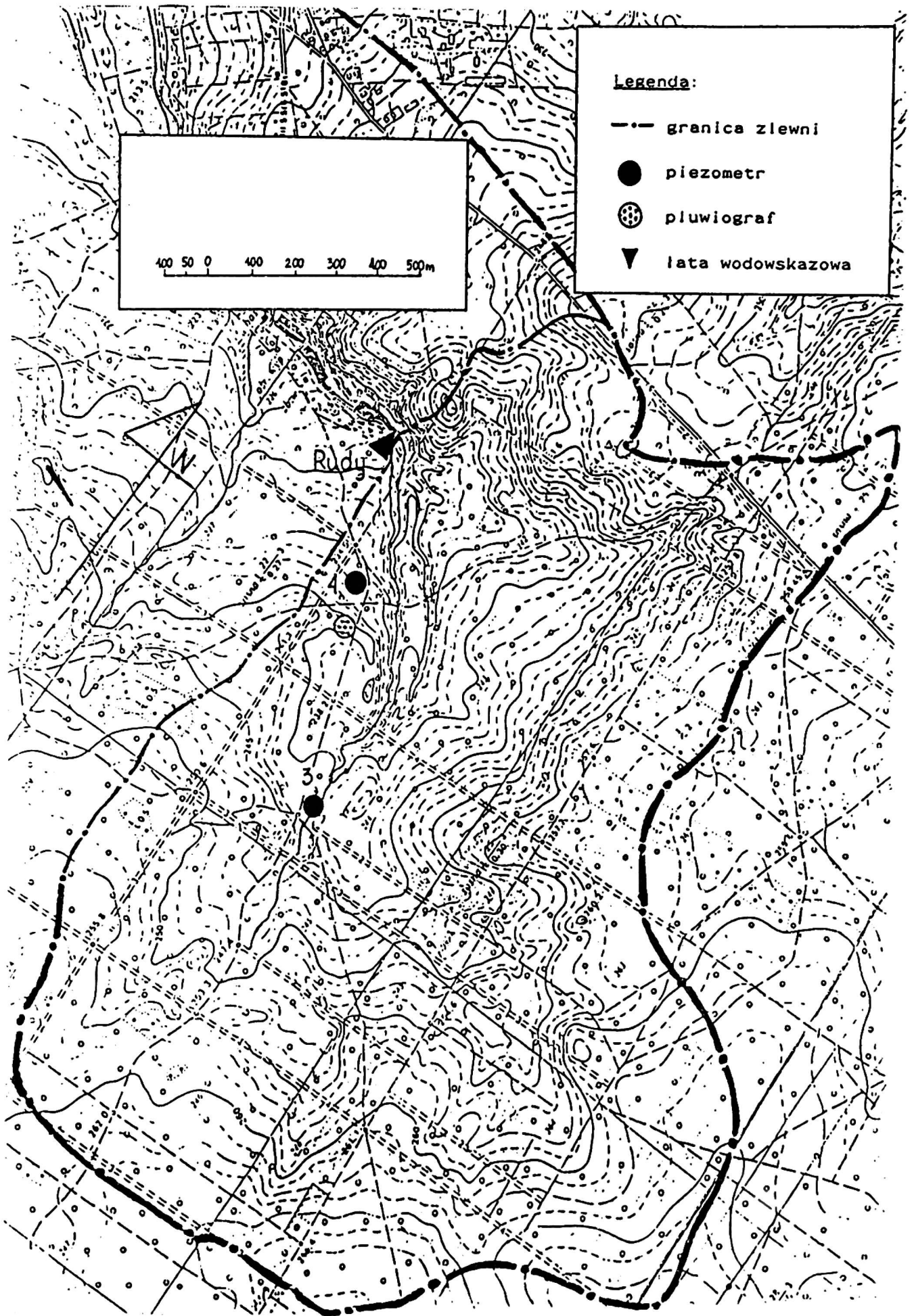
gdzie:

- P – opad całkowity,
- P_1 – opad atmosferyczny zmierzony standardowo na wys. 1 m,
- P_2 – dodatkowa wielkość opadu wynikająca z systematycznych błędów pomiarowych,
- P_3 – opad poziomy (sadź, szron, mgła),
- P_4 – woda pochodząca z kondensacji pary wodnej na powierzchni gruntu i w glebie (rosa),
- P_s – ilość wody, która przez pokrywę leśną dociera do powierzchni gruntu,
- P_t – ilość wody spływającej wzdłuż pni drzew,
- H – odpływ,
- H_p – odpływ powierzchniowy,
- H_f – odpływ podpowierzchniowy ze strefy wahań wód podziemnych,
- H_{gd} – dopływ wód podziemnych do zlewni,
- H_g – odpływ podziemny do cieków,
- E – parowanie całkowite,
- E_p – parowanie z gleby, śniegu lub obszarów o podłożu nieprzepuszczalnym,
- E_t – ewapotranspiracja i parowanie z koron drzew,
- E_i – straty na intercepcję przez liście i gałęzie,
- E_u – parowanie z roślinności podokapowej i dna lasu oraz ze ściółki,
- ΔR_p – zmiany retencji powierzchniowej,
- ΔR_a – zmiany retencji w strefie areacji (napowietrzenia),
- ΔR_g – zmiany retencji w strefie saturacji (długookresowe wahania wody),
- ΔR_f – zmiany retencji w strefie podpowierzchniowej saturacji (krótkookresowe wahania wody).

W równaniu (7) podkreślono te parametry bilansu wodnego, które uległy zmianie w wyniku pożaru lasu, a strzałkami oznaczono kierunek zmian; strzałka ku górze



RYSUNEK 2. Zlewnia potoku Br-6



RYSUNEK 3. Zlewnia potoku Buk

ilustruje wzrost elementu ku dołowi zaś – spadek wartości tego elementu.

Charakterystyka badanych zlewni i ich oprzyrządowanie

Zlewnie ZGW IBL leżą w obrębie plejstoceńskiej równiny denudacyjnej, pokrytej wydiami w Kotlinie Raciborskiej, która usytuowana jest w południowo-wschodniej części Niziny Śląskiej (Kondracki 1981). Tereny badawcze położone są około 70 km na zachód od Katowic i nieco ponad 10 km oddalone od siebie.

Zlewnia potoku Br-6 znajduje się na obszarze pożarzyska na północ od drogi Gliwice-Kotlarnia. Źródła potoku znajduje się na wysokości 226 m n.p.m. (tab. 2), na

północny wschód od miejscowości Kotlarnia, na obszarze torfowisk. Potok płynie w kierunku południowo-wschodnim, aby następnie łagodnym łukiem po około 500 m przybrać kierunek południowo-zachodni, aż do drogi Gliwice-Kotlarnia. Poniżej drogi potok skręca na zachód, a około 600 m dalej raptownie zanika w obrębie kopalni piasku "Kotlarnia". Ujście potoku do Bierawki znajduje się na wysokości 194 m n.p.m. Całkowita długość potoku wynosi 3,8 km, powierzchnia zlewni topograficznej – 4,8 km², średni spadek koryta – 8,4%.

Pożarem został objęty prawie w całości las sosnowy porastający zlewnię. Pozostały tylko niewielkie skupiska drzew. W grudniu 1993 r. resztki drzew zostały wycięte, korzenie wykarczowane, teren przeorano, a

TABELA 2. Cechy fizycznogeograficzne zlewni potoku Br-6 po profil wodowskazowy Goszyce i potoku Buk po profil wodowskazowy Rudy

Nazwa parametru	Symbol	Wymiar	Zlewnia	
			wylesiona potoku Br-6	zalesiona potoku Buk
Powierzchnia zlewni	A	km ²	1,8	2,6
Długość działu wodnego	P	km	6,55	7,25
Długość maksymalna zlewni	L	km	2,73	2,07
Średnia szerokość zlewni	W_{sr}	km	0,685	1,26
Maksymalna szerokość zlewni	W_{max}	km	1,23	1,83
Wysokość najwyższego punktu zlewni	H_{max}	m n.p.m.	236	268
Wysokość źródła	H_z	m n.p.m.	226	247
Wysokość ujścia ciek	H_o	m n.p.m.	199	225
Średnia wysokość zlewni	H_{sr}	m n.p.m.	212,5	236
Deniwelacja zlewni	ΔH	m	37	43
Długość ciek	l	km	2,33	1,3
Suma długości cieków	Σl	km	4,6	1,3
Gęstość sieci cieków	D	km/km ²	2,45	0,50
Rozwinięcie ciek	e_r	%	14,8	5,69
Spadek głównego ciek	I	‰	15,9	16,9
Średnie nachylenie zlewni	ψ	‰	27,1	26,7
Wskaźnik zalesienia	λ	%	0	100
Wskaźnik formy	W_f		0,25	0,61
Wskaźnik kolistości	W_k		0,55	0,62
Wskaźnik wydłużenia	W_w		0,56	0,88
Wskaźnik zwartości	W_z		1,34	1,28

lewobrzeżną część zlewni odwodniono za pomocą sieci rowów. Wydaje się, iż popełniono błąd w melioracjach nadmiernie odwadniając obszar pożarzyska, przez co nastąpiło przesuszenie i w wietrzne dni powstają trąby powietrzne z materiału eolicznego. Na północ od drogi Gliwice-Kotłarnia ocalały jedynie dwa skupiska nadpalonych sosen w rejonie wzniesienia 217,3 m wraz ze szkółką leśną. W tej okolicy bierze początek większy, lewobrzeżny dopływ potoku Br-6.

Za najwłaściwszą lokalizację profilu hydrometrycznego (wodowskazowego) uznano przekrój potoku około 100 m na północ od drogi Gliwice-Kotłarnia. Zamyka on zlewnię topograficzną o powierzchni 1,8 km², prawie w całości objętej pożarem. Na terenie zlewni założono dwa piezometry do pomiaru stanu wód podziemnych, a do pomiaru opadów użyto pluwiografu typu Zootechnika (rys. 2).

Zlewnia potoku Buk leży poza obszarem pożarzyska, po jego południowo-wschodniej stronie. W czasie pożaru zlewnia znajdowała się po stronie zawietrznej, nie została więc zanieczyszczona produktami spalinowymi lasu. Potok Buk jest lewobrzeżnym dopływem rzeki Rudy, a jego źródła znajdują się na wysokości 247 m n.p.m. (tab. 2). Początkowo płynie prawie równoleżnikowo z zachodu na wschód, po około 700 m łagodnie skręca ku północy i po dalszych 800 m przyjmuje aż do ujścia kierunek północno-wschodni. Uchodzi do rzeki Rudy w miejscowości Rudy, na wysokości 203 m n.p.m. Potok ma długość 3,5 km, średni spadek 12,2%, powierzchnia zlewni wynosi 5,05 km².

Koło ośrodka wypoczynkowego KWK "Knurów" w Rudach zaprojektowano profil wodowskazowy wyposażony w łatę, zamykający zlewnię o powierzchni 2,6 km². Obszar zlewni jest prawie całkowicie pokryty lasem sosnowym. Jedynie wzdłuż potoku i na północnym obrzeżu kompleksu leśnego występują również drzewa liściaste. Charakter lasu jest podobny do tego,

jaki porastał zlewnię potoku Br-6. W zlewni zalesionej zainstalowano 2 piezometry do kontroli stanu wód podziemnych oraz pluwiograf (rys. 3).

Ocena zanieczyszczenia powietrza

Średnie i maksymalne wartości wskaźników zanieczyszczenia powietrza w okresie letnim 1986–1988 i 1991–1993 w nadleśnictwach: Rudy Raciborskie i Rudzieniec (RDLP Katowice) są bardzo zróżnicowane (tab. 3).

Średnia wartość SO₂ wynosiła od 6,9 mg/m²/dobę latem 1992 r. do 25,1 mg/m²/dobę latem 1988 r. Maksymalna wartość dobową SO₂ wystąpiła w sierpniu 1992 r. i przekroczyła ponad 22-krotnie średnią wartość SO₂ dla Polski.

Średnia wartość NO_x w nadleśnictwach Rudy Raciborskie i Rudzieniec wyniosła od 0,084 mg/m²/dobę w 1993 r. do 0,279 mg/m²/dobę w 1988. Maksymalna wartość dobową wystąpiła w czerwcu 1991 r. i przekroczyła 11-krotnie średnią wartość NO_x dla kraju.

Wskaźnik *F* badany był w latach 1986–1988 i 1991–1992. Jego średnia wartość wynosiła od 0,030 mg/m²/dobę (1991 r.) do 0,097 mg/m²/dobę (1986–1988). Maksymalną dobową wartość *F* odnotowano we wrześniu 1988 r. – 0,700 mg/m²/dobę, przekroczyła ona kilkunastokrotnie średnią wartość tego wskaźnika dla Polski.

Badania opadu pyłów prowadzono w roku 1988, 1991 i 1992. Skrajne wartości tego wskaźnika wystąpiły w 1992 r. i wynosiły od 1,99 g/m²/m-c (n-ctwo Rudy Raciborskiej) do 3,22 g/m²/m-c (n-ctwo Rudzieniec). Maksymalny miesięczny opad pyłów wystąpił w czerwcu 1991 r., wynosił on 10,73 g/m²/m-c i przekroczył 3-krotnie średnią wartość opadu pyłów dla Polski.

Uwagi końcowe

Śledzenie zmian parametrów obiegu wody pod wpływem pożarów lasu stanowi

TABELA 3. Średnie i maksymalne wartości wskaźników zanieczyszczeń powietrza w badanych nadleśnictwach (wg J. Mozgawy)

Wskaźnik zanieczyszczeń	Rok	Nadleśnictwo Rudy Raciborskie		Nadleśnictwo Rudzieniec	
		wartości średnie	wartości maks.	wartości średnie	wartości maks.
SO ₂ mg/m ² /24 h	1986–1988	20,156	—	18,080	—
	1988	25,146	52,438	17,449	56,712
	1991	8,957	27,645	8,596	32,951
	1992	13,629	127,280	6,896	30,952
	1993	10,755	24,314	9,314	22,481
NO _x mg/m ² /24 h	1986–1988	0,297	—	0,277	—
	1988	0,279	0,949	0,238	0,902
	1991	0,197	1,389	0,124	0,417
	1992	0,272	0,822	0,256	0,886
	1993	0,084	0,165	0,094	0,273
F mg/m ² /24 h	1986–1988	0,097	—	0,082	—
	1988	0,096	0,700	0,063	0,259
	1991	0,045	0,138	0,030	0,116
	1992	0,080	0,116	0,046	0,220
	1993	nie prowadzono obserwacji			
Opad pyłu g/m ² /m-c	1988	2,843	10,330	2,821	6,226
	1991	2,247	10,734	2,873	7,403
	1992	1,986	4,923	3,223	9,450
	1993	nie prowadzono obserwacji			

część prowadzonych w Instytucie Badawczym Leśnictwa badań nad zagadnieniem przyrodniczo-środowiskowych, społecznych i ekonomicznych skutków pożarów lasów. Badania nasze poszerzają dotychczas realizowane programy.

Wstępne wyniki wskazują na potrzebę wprowadzenia na teren naszych zlewni badawczych innych zespołów, np. gleboznawców, hodowców, ekologów, meliorantów, fizyków atmosfery itp., których bada-

nia mogłyby wzbogacić materiał obserwacyjny i pomiarowy oraz przyczynić się do lepszego poznania genezy procesów i wyciągania wniosków praktycznych.

Literatura

CIEPIEŁOWSKI A., ŁYKOWSKI B. 1992: *Podstawy hydrologiczno-meteorologiczne gospodarki wodnej w lasach*. Prace IBL, Seria B, Numer specjalny, "Gospodarka wodna w lasach".

- CIEPIEŁOWSKI A., ŁYKOWSKI B. 1994: *Obieg wody i energii w zlewniach leśnych w warunkach skażenia środowiska*. Prace IBL, Seria B, nr 21/1, Numer specjalny, "Zagrożenie środowiska leśnego Sudetów, Góry Izerskie Karkonosze".
- GORZELAK A., CIEPIEŁOWSKI A i in. 1994: *Zalecenia w zakresie ekologizacji gospodarki leśnej* (maszynopis).
- KONDRACKI J. 1981: *Geografia fizyczna Polski*. Warszawa, PWN.
- Leśnictwo 1994*. Warszawa, GUS.
- MOZGAWA J. 1993: *Ochrona lasów Polski na podstawie badań monitoringowych*. Warszawa, PIOŚ.
- Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych*. Red. I. Dynowska, Kraków 1993.
- SAKOWSKA H., SZCZYGIEŁ R., UBYSZ B. 1994: *Chroniąc las przed pożarem – chronisz siebie*. Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych.
- Susza, pożary, strażacki trud*. Przeg. Pożarniczy 1992 nr 10.
- ZAGÓRSKI P. J. 1990: *Mały słownik pożarniczy*. Warszawa, IWZZ.

Summary

Research of influence of forest on changes of water rotation. In the article there was announced the research conception on changes of the water relations which appeared as a result of the forest fire in 1992 on the area of Silesia near Rudy Raciborskie.

Research are carried out in the two small catchment: burnt and covered by the forest in which the species composition is very similar to the composition from the burnt catchment before the fire.

Author's address:

A. Ciepielowski, B. Kućmierowska
Warsaw Agricultural University – SGGW
02-787 Warszawa
ul. Nowoursynowska 166
Poland