

1.4. PROGRAM POMIAROWY C2: CHEMIZM OPADU PODKORONOWEGO

1.5. PROGRAM POMIAROWY C3: CHEMIZM SPŁYWU PO PNIACH

Tomasz Śnieżek, Anna Degórska (Instytut Ochrony Środowiska w Warszawie)

CEL POMIARÓW:

Na obszarach leśnych część opadów zatrzymywana jest przez korony drzew (intercepcja), część zaś dociera do dna lasu. Opad w lesie występuje jako tzw. opad podkoronowy (woda i śnieg spadające z koron) i spływ po pniach (woda spływająca po gałęziach i po pniach). Tak jedna, jak i druga forma opadu w lesie, poprzez kontakt z powierzchnią roślin, zmienia znacznie swoje właściwości fizykochemiczne. Wpływają na to zarówno osadzone w warstwie koron aerozole i pyły, jak i procesy fizjologiczne: roślina może zarówno pobierać z wód opadowych niektóre składniki, jak je do nich wprowadzać. Zbilansowanie obiegu materii na obszarach leśnych wymaga zatem określenia ładunków zarówno w opadzie na terenie otwartym, jak i pod drzewami.

Podprogram C2 - chemizm opadu podkoronowego jest obligatoryjny na stacjach, natomiast podprogram C3 – chemizm spływu po pniach może być realizowany fakultatywnie dla zbiorowisk iglastych, natomiast powinien być realizowany obowiązkowo dla zbiorowisk lasów liściastych i mieszanych.

ZALECANA METODYKA:

Monitoring chemizmu opadu podkoronowego i spływu po pniach powinien być realizowany w zbiorowisku leśnym, które odzwierciedla strukturę gatunkową i wiekową lasów na obszarze zlewni reprezentatywnej.

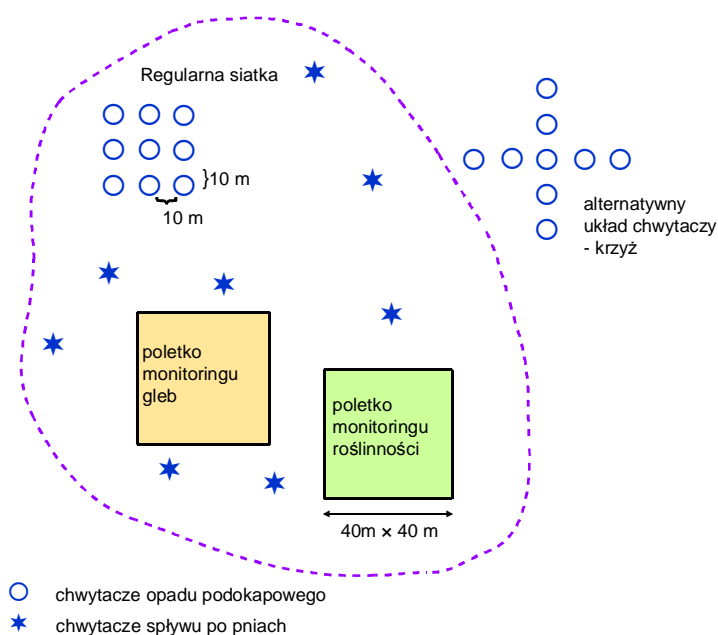
Opad podkoronowy

Ze względu na bardzo duże zróżnicowanie przestrzenne opadu podkoronowego, związane z niejednorodną strukturą warstwy koron drzew, uzyskanie reprezentatywnych wyników wymaga instalacji wielu kolektorów. **Zaleca się, aby było ich co najmniej 10 rozstawionych regularnie na planie siatki lub krzyża pod koronami drzew** (Manual 1998) (ryc. 1). Zakładając powierzchnię badawczą należy przeprowadzić pomiary wstępne zróżnicowania przestrzennego właściwości fizykochemicznych opadu podkoronowego, które pozwolą określić optymalną liczbę kolektorów dla danego zbiorowiska leśnego.

Odległości między poszczególnymi kolektorami nie powinny być mniejsze niż 1/2 średniego promienia koron drzewostanu.

Stanowisko do pomiaru opadu podkoronowego i spływu po pniach należy zlokalizować w pobliżu (ale nie na tej samej powierzchni) stałych powierzchni monitoringu gleb i roślinności. Zaleca się stosowanie kolektorów o powierzchni wlotu powyżej 200cm², umieszczonych tak aby wlot był na wysokości ok. 1 – 1,5m nad powierzchnią gruntu i objętości od 2 do 5l. W ciepłym półroczu próbki opadów należy pobierać do kolektorów składających się z butelki i lejka, a w okresie gdy spodziewane są opady śniegu (na ogół od listopada do kwietnia) do naczyń cylindrycznych o głębokości uniemożliwiającej wywiewanie zebranego śniegu przez wiatr. Kolektory letnie powinny być osłonięte przed światłem słonecznym i nagrzewaniem folią aluminiową, natomiast szyki lejków powinny być zabezpieczone sitkiem lub siatką polietylenową przed wpadaniem liści, owadów itp.. Obsługa pomiarów wymaga zachowania

odpowiednich środków ostrożności i czystości, podobnie jak przy postępowaniu z próbkami opadu na otwartej przestrzeni.



Ryc. 1. Lokalizacja kolektorów opadu podkoronowego i spływu po pniach w stosunku do stałych powierzchni monitoringu gleb i roślinności (Manual 1993, 1998).

Pobieranie próbek na obecność metali ciężkich w opadzie podkoronowym powinno być wykonywane przy użyciu osobnych kolektorów, w których naczynia do zbierania próbek wykonane są ze szkła a próbki wstępnie lub zaraz po zebraniu zakwaszana kwasem azotowym o stężeniu ok. 0,5%.

Analizie powinna podlegać zbiorcza próbka opadu podkoronowego reprezentująca zbiorowisko leśne (dominujące gatunki drzew).

Zasady pobierania próbek opadu podkoronowego

- **Próbki opadu powinny być pobierane jako tygodniowe.** Nie jest dopuszczalne zbieranie na stanowisku pomiarowym próbek przez cały miesiąc ze względu na zachodzące w wodzie opadowej w tym okresie nieodwracalne zmiany fizyko-chemiczne, dające fałszywy obraz składu opadów. Okresy tygodniowe na przełomie miesiąca ulegają wydłużeniu lub skróceniu, tak by było możliwe zamknięcie okresu pomiarowego w miesiącu kalendarzowym.
- Próbki tygodniowe należy zbierać analogicznie jak w przypadku opadu na terenie otwartym – w poniedziałek (a na przełomie miesiąca – w pierwszym dniu miesiąca).
- Dla każdego kolektora należy zmierzyć objętość opadu podkoronowego i następnie przeliczyć na wysokość (w mm) i obliczyć średnią wysokość opadu dla całej powierzchni testowej.
- Dla **każdego** kolektora, jeżeli na to pozwala objętość roztworu, należy zmierzyć przewodność elektrolityczną oraz pH. W tym celu należy odlać część próby z kolektora do zlewki, zachowując proporcję objętości opadu między kolektorami i wykonać **pomiar przewodności a następnie pH (inna kolejność jest niedozwolona).** Po wykonaniu

pomiaru próbkę ze zlewki należy wylać, gdyż stosowanie elektrod pehametrycznych (wypełnionych stężonym KCl) może spowodować zanieczyszczenie próbek.

W przypadku próbek, gdzie uzyskane wartości pH i przewodności odbiegałyby znacząco od obserwowanego zakresu a woda w kolektorze charakteryzowałaby się zapachem gnilnym i znacznym zmętnieniem, próbkę należy wylać. Wymienione objawy mogą wskazywać na silne zanieczyszczenie próbki związkami organicznymi (odchody ptasie, rozkładające się organizmy).

- Zebrane próbki należy mieszać w całości lub we właściwych proporcjach - odpowiadających objętości próbek w kolektorach. Następnie należy próbkę zbiorczą (zmieszaną) przesączyć przez filtr membranowy o średnicy 0,45µm. Nie należy stosować bibuły filtracyjnej, gdyż może to spowodować wzrost stężeń jonów amonowych w próbce (Manual 2004).
- Jeżeli w próbkach tygodniowych oznaczana jest zawartość substancji rozpuszczonych, należy odlać właściwą ilość próbki zbiorczej, zgodnie z zaleceniami laboratorium analitycznego.
- Jeżeli natomiast zbierane są próbki tygodniowe a analizowane miesięczne, to przesączone tygodniowe próbki zbiorcze (w całości lub w odpowiednich proporcjach) należy zlewać do dużych, zamykanych naczyń, przechowywanych we właściwych warunkach – w niskiej temperaturze i bez możliwości ich zanieczyszczenia. Właściwym i jedynym miejscem przechowywania próbek opadu na stacji jest chłodziarka o temperaturze wnętrza nie przekraczającej 4°C, bez dostępu światła. Dopiero po upływie okresu miesięcznego z takich naczyń, po odpowiednim wymieszaniu zawartości, należy odlać właściwą ilość wody do analizy zgodnie z zaleceniem laboratorium analitycznego. Jeżeli objętość próbki po okresie zlewania przekroczy objętość jednego naczynia, należy przed odlaniem do butelki laboratoryjnej dokonać właściwego wymieszania całej próbki wodnej lub wymieszać próbki z kolejnych naczyń w proporcjach odpowiadających objętości próbek w tych naczyniach. Można też stosować metodę proporcjonalnego mieszania podczas zlewania próbek tygodniowych. Pojemniki (butelki), w których próbki będą transportowane do laboratorium powinny być odpowiednio przez to laboratorium przygotowane.
- Po przelaniu próbek opadu opróżnione naczynie kolektora (oraz naczynie zbiorcze na próbki zlewane) opłukać wodą dejonizowaną, intensywnie nim poruszając. Czynność tę należy wykonać również w przypadku, gdy opad nie wystąpił.
- **Przynajmniej raz w miesiącu (na przełomie miesięcy) umyć lejek kolektora - ścianki lejka opłukać strumieniem wody dejonizowanej, wytrzeć bibułą, jeszcze raz opłukać. Jeśli lejek w międzyczasie został zanieczyszczony przez ptaki należy go każdorazowo umyć szczególnie dokładnie.**
- Niskie stężenia większości badanych składników wód opadowych wymuszają stosowanie odpowiednich zasad czystości. Cały sprzęt (lejek i pojemniki na opady, butelki itp.) powinien być starannie myty, a wszystkie manipulacje nim wykonywane tak aby uniknąć zanieczyszczenia. Sprzęt płucze się w wodzie dejonizowanej (pojemniki do próbek przeznaczonych do analiz metali ciężkich - w 0,5% HNO₃) a następnie suszy i przechowuje w atmosferze pozbawionej pyłów. Należy zwracać baczną uwagę, aby nie dotykać gołymi dłońmi powierzchni stykających się z próbką opadu. Zalecane jest używanie jednorazowych rękawiczek (z obojętnego tworzywa sztucznego).
- Jeśli w kolektorach zebrano próbki śniegu lub próbki w kolektorach zamrzły, należy je przenieść do pomieszczenia i stopić. Czynność tę należy wykonać w temperaturze pokojowej. Unikać topienia próbek na grzejnikach powodujących nadmierne skoki temperatury, parowanie próbek i zmiany ich składu chemicznego. Po stopieniu się śniegu lub lodu należy postępować z zebranymi próbkami tak, jak opisano powyżej.

- Wszystkie informacje związane z pobieraniem próbek i warunkami w jakich ono się odbywało powinny być notowane.

Spływ po pniach

Kolektory spływu po pniach instaluje się na drzewach należących do dominującego gatunku w pobliżu stałych powierzchni monitoringu gleb i roślinności (ryc. 1). Jeżeli skład zbiorowiska leśnego zdominowany jest przez dwa gatunki drzew o zbliżonym udziale, monitorowany jest ten gatunek, który charakteryzuje się większą powierzchnią intercepcyjną.

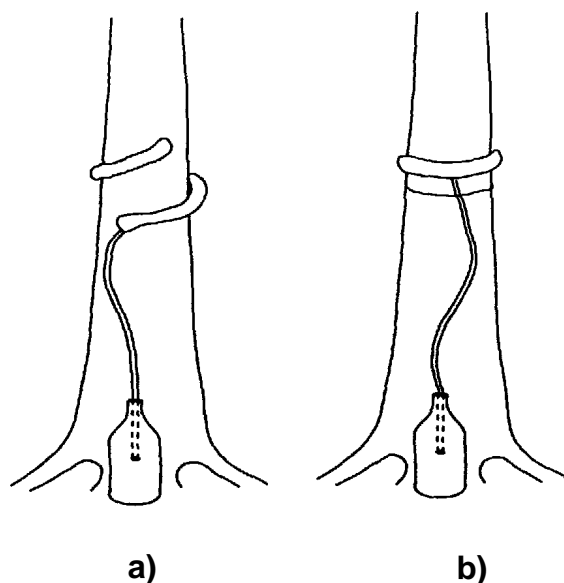
Wybrane dla pomiaru spływu po pniach drzewa powinny oddawać cały zakres wiekowy wybranego gatunku. **Dalsze zasady pobierania próbek spływu po pniach są analogiczne jak w przypadku opadu podkoronowego.**

W przypadku pobierania próbek spływu po pniach reprezentujących różne gatunki drzew, **niedopuszczalne jest łączenie tych próbek.**

Niedopuszczalne jest również łączenie próbek spływu po pniach z opadem podkoronowym.

Reprezentatywna liczba kolektorów zależy przede wszystkim od struktury drzewostanu, **zaleca się aby wartość ta nie była mniejsza niż 5 chwytaczy dla każdego monitorowanego gatunku drzew** (Manual 1998). Objętość spływu powierzchniowego jest bardzo zróżnicowana między gatunkami drzew o gałęziach wznoszących się do góry (efekt lejka - koncentracja wody przy pniu), głównie liściastymi a gatunkami z gałęziami opadającymi (rozpraszanie wody). W drzewostanach bukowych, należących do pierwszej grupy, spływ po pniach stanowi od 10 do 40% opadu na dnie lasu, w świerczynach będących w grupie drugiej zaś nie przekracza 1%. Spływ po pniach sosen jest zazwyczaj wyższy niż po świerkach. Potrzeba pomiarów spływu po pniach jest uzależniona zatem od składu gatunkowego drzew na siedlisku. **Jeżeli dominują drzewa należące do pierwszej ze scharakteryzowanych wyżej grup - pomiary są konieczne.**

Do chwytania spływu używać można opasek spiralnych lub też pierścieniowych (ryc.2), wykonanych z materiałów elastycznych, zapewniających dostosowanie się do przyrostu obwodu pnia. Jako substancję uszczelniającą można używać silikon. Podczas instalacji opasek należy nie dopuścić do możliwości zanieczyszczenia próbek spływu przez soki drzewa. Kolektory należy montować u podstawy pni, natomiast opaski powinny się znajdować na wysokości ok. 1-1,5m nad powierzchnią gruntu. Objętość kolektorów powinna być dostosowana do objętości spływu. W przypadku buków oraz grabów, pomiar objętości spływu wymagać może instalacji dwóch 60 l kolektorów przy każdym pniu.



Ryc.2. Kolektory spływu po pniach: a - spiralny, b - kołnierzowy (Manual 1993).

Kontrola jakości badań

patrz program C1 – chemizm opadów atmosferycznych, Aneks 5.

Algorytmy obliczeń parametrów

Przeliczenie objętości spływu po pniach na wysokość warstwy wody należy dokonać wg wzoru (*Manual 1998, Manual 2004*):

$$RR_SF [mm] = \frac{n * \frac{a}{b}}{P}$$

gdzie:

n – suma objętości spływu po pniach ze wszystkich stanowisk pomiarowych [dm^3]

a – suma powierzchni przekrojów poprzecznych wszystkich drzew na poletku [m^2]

b – suma powierzchni przekrojów poprzecznych drzew – stanowisk do pomiaru spływu [m^2]

P – powierzchnia poletka testowego [m^2]

Podane wielkości odnoszą się wyłącznie do jednego gatunku drzew.

W przypadku opadu podkoronowego i spływu po pniach średnie wartości stężenia badanych składników oraz średni odczyn i przewodność elektrolityczna wyrażane są jako średnie ważone. Metodyka obliczeń wymienionych statystyk zawarta jest w Aneksie 1

PARAMETRY POMIAROWE:

program podstawowy

Parametr	Kod parametru	Lista kodowa	Jednostka – dokładność (ilość miejsc dziesiętnych)	Częstotliwość pomiarów
opad podkoronowy (wysokość) spływ po pniach drzew (wysokość)	RR_TF RR_SF	ZM ZM	mm.....1	12/rok
przewodność elektrolityczna właściwa	COND	DB	mS/m.....1	12/rok z próbek tygodniowych
odczyn (pH)	PH	DB	[-]2	....
siarka siarczanowa S-SO ₄	SO4S	DB	mg/dm ³ .....2	....
azot azotanowy N-NO ₃	NO3N	DB	mg/dm ³ .....2	....
azot amonowy N-NH ₄	NH4N	DB	mg/dm ³ .....2	....
chlorki Cl	CL	DB	mg/dm ³ .....2	....
sód Na	NA	DB	mg/dm ³ .....2	....
potas K	K	DB	mg/dm ³ .....2	....
wapń Ca	CA	DB	mg/dm ³ .....2	....
magnez Mg	MG	DB	mg/dm ³ .....2	....

program rozszerzony

fosfor ogólny P _{ogól.}	PTOT	DB	ug/dm ³ .....0	12/rok z próbek tygodniowych
kadm Cd	CD	DB	ug/dm ³ .....2	....
miedź Cu	CU	DB	ug/dm ³ .....2	....
ołów Pb	PB	DB	ug/dm ³ .....2	....
mangan Mn	MN	DB	ug/dm ³ .....2	....
żelazo Fe	FE	DB	ug/dm ³ .....2	....
cynk Zn	ZN	DB	ug/dm ³ .....2	....
nikiel Ni	NI	DB	ug/dm ³ .....2	....
arsen As	AS	DB	ug/dm ³ .....2	....
chrom Cr	CR	DB	ug/dm ³ .....2	....
glin Al	AL	DB	ug/dm ³ .....2	....

ZAPIS DANYCH W RAPORCIE ROCZNYM

Opracowanie graficzne, tabelaryczne oraz kontrola jakości danych analogiczne jak w przypadku programu C1 – chemizm opadów atmosferycznych. Dodatkowo, zarówno dla opadu podkoronowego jak i spływu po pniach, należy sporządzać wykresy rozkładu współczynnika koncentracji, który jest stosunkiem stężenia określonego jonu w opadzie podkoronowym lub spływie po pniach do stężenia tego jonu w opadzie na terenie otwartym.

ZAPIS DANYCH W BAZIE DANYCH ZMŚP

podprogram: C2 i C3 – chemizm opadu podkoronowego i sływu po pniach drzew (wybrane parametry)

podpro-gram	obszar	instytucja	stanowisko	kod medium	lista medium	poziom	data	skala	parametr	lista parametru	wartość	wsk. jakości danych	wsk. typu danych	kod metody wstępnego przyg. próby	lista metod wstępnego przyg. próby	kod metody analitycznej	lista metod analitycznych	jednostka
1-2	3-6	7-8	9-11	12-19	20-21	22-25	26-35	36-38	39-48	49-50	51-57	58-58	59-59	60-65	66-67	68-70	71-72	73-102
tekst	tekst	tekst	tekst	tekst	tekst	liczba	tekst	liczba	tekst	tekst	liczba	tekst	tekst	tekst	tekst	tekst	tekst	tekst
C2	01ZM	PB	005	PICE ABI	B4	150	2004-07-00	4	COND	DB	11.1		W			CNA	DB	mS/m
C2	09ZM	SW	012	FAGU SYL	B4	100	2003-11-00	5	RR_TF	ZM	21.1		S					mm
C2	09ZM	SW	012	FAGU SYL	B4	100	2004-07-00	5	PH	DB	5.35		W			EL	DB	[-]
C2	01ZM	PB	005	PICE ABI	B4	150	2004-09-00	4	SO4S	DB	4.13		W	F1	DB	EK	ZM	mg/dm3
C3	01ZM	PB	005	CARP BET	B4	150	2004-01-00	4	NH4N	DB	0.49		W	F1	DB	SP	DB	mg/dm3
C3	01ZM	PB	005	CARP BET	B4	150	2004-01-00	4	CA	DB	1.32		W	F1	DB	AAG	DB	mg/dm3
C3	01ZM	PB	005	QUER ROB	B4	150	2004-06-00	4	K	DB	7.97		W	F1	DB	AAF	DB	mg/dm3

W danych przekazywanych do bazy danych podajemy formę pierwiastkową SO₄, NO₃, NH₄. Formuły do przeliczeń zamieszczone są w Aneksie nr 1.

- podprogram (kolumny 1-2) zawiera kod podprogramu,
- obszar (kolumny 3-6) – kod Stacji Bazowej,
- instytucja (kolumny 7-8) kod instytucji wykonującej pomiar,
- stanowisko (kolumny 9-11) kod stanowiska,
- kod medium (kolumny 12-19) kod medium (należy podać kod dominującego gatunku drzew, jeżeli skład zbiorowiska leśnego zdominowany jest przez dwa gatunki drzew o zbliżonym udziale, podawany jest ten gatunek, który charakteryzuje się większą powierzchnią intercepcyjną, (liście, igły, gałęzie itp) – Aneks 9,
- lista kodowa medium (kolumny 20-21) kod listy (B4),
- poziom (kolumny 22-25) wysokość w cm umieszczenia przyrządu pomiarowego nad powierzchnią terenu
- data (kolumny 26-35) format RRRR-MM-00,
- skala (kolumny(36-38) liczba przyrządów do pomiaru danego parametru
- parametr (kolumny 39-48),
- lista parametru (kolumny 49-50) kod listy, która zawiera dany parametr (DB, ZM, IM)
- wartość (kolumny 51-57),
- wskaźnik jakości danych (kolumna 58) – patrz Aneks 11,

- wskaźnik typu danych (kolumna 59) – patrz aneks 10, wartości podawane są jako **średnie ważone miesięczne**, gdy analizy chemiczne są wykonywane dla próbek tygodniowych. **W przypadku gdy parametr jest mierzony dla próbek zlewanych w ciągu miesiąca pole pozostaje puste !!** Dla parametrów: RR_TF i RR_SF wartości podawane są jako sumy (kod S),
- kod metody wstępnego przygotowania próby (kolumny 60-65) - Aneks 4,
- lista kodowa metod wstępnego przygotowania próby (kolumny 66-67) (DB, ZM),
- kod metody analitycznej (kolumny 68-70) - Aneks 3,
- lista kodowa metod analitycznych (kolumny 71-72) (DB, ZM),
- jednostka (kolumny 73-102).

Wykaz wybranych gatunków drzew (Lista kodowa B4 – Aneks 9).

nazwa polska	nazwa łacińska	kod
jodła pospolita	<i>Abies alba</i>	ABIE ALB
świerk pospolity	<i>Picea abies</i>	PICE ABI
sosna pospolita	<i>Pinus sylvestris</i>	PINU SYL
olsza czarna	<i>Alnus glutinosa</i>	ALNU GLU
brzoza brodawkowata	<i>Betula pendula</i>	BETU PEN
grab pospolity	<i>Carpinus betulus</i>	CARP BET
buk zwyczajny	<i>Fagus sylvatica</i>	FAGU SYL
dąb szypułkowy	<i>Quercus robur</i>	QUER ROB

LITERATURA

Manual, 1993: Manual for Integrated Monitoring, Programme Phase 1993-96. Environment Data Centre, National Board of Waters and the Environment, Helsinki.

Manual 1998: Manual for Integrated Monitoring. International Co-operative Programme on Integrated Monitoring of Air pollution Effects on Ecosystems, ICP IM Programme Centre Helsinki, on-line.

Manual Sampling and Analysis of Deposition 2004: Part VI, International Co-operative Programme on Integrated Monitoring of Air pollution Effects on Forest, on-line.

Manual For The GAW Precipitation Chemistry Programme 2004: Guidelines, Data Quality Objectives and Standard Operating Procedures, No 160, on-line.