

## **15. Metodyka pomiarów zanieczyszczeń atmosferycznych w ramach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego**

### **Wstęp**

Zanieczyszczenia przenoszone przez warstwy powietrza dostają się na powierzchnię Ziemi trzema drogami (Hryniewicz, Przybylska; 1989, 1990):

- poprzez wymywanie przez opady atmosferyczne;
- poprzez sedymentacyjne osiadanie cząstek;
- poprzez pochłanianie substancji gazowych przez podłoże.

Wymywanie zanieczyszczeń odbywa się w dwóch etapach. Na cząsteczkach aerozoli niosących zanieczyszczenia następuje kondensacja pary wodnej w czasie tworzenia się chmur a następnie cząsteczki wody podczas kondensacji absorbują zanieczyszczenia gazowe i wychwytyują cząsteczki aerozoli. Opad docierający do powierzchni ziemi niesie różną ilość zanieczyszczeń w zależności od swojej intensywności. W zasadzie największe stężenia zanieczyszczeń występują w opadach o małym natężeniu lub w początkowej fazie ich występowania.

Sedymentacja cząstek zanieczyszczeń związana jest silnie z ich wielkością. Procesowi sedymentacyjnego osiadania podlegają w zasadzie cząstki o średnicach powyżej 1 m. Są to aerozole pochodzenia naturalnego - morskie, z wietrzenia skał i gleby - a także np. lotne popioły. Największe cząstki opadają w pobliżu źródeł. Mniejsze przenoszone są czasami na bardzo wielkie odległości rzędu setek i tysięcy kilometrów i po osiągnięciu odpowiedniej wielkości opadają na powierzchnię ziemi.

Substancje gazowe usuwane są z atmosfery poprzez bezpośrednią absorpcję przez wody powierzchniowe, gleby, rośliny. Procesy te w zależności od zanieczyszczenia są odwracalne lub nieodwracalne. Prędkość absorpcji zależy od wielu czynników związanych z charakterem absorbenta oraz warunkami meteorologicznymi. Stosunkowo najlepiej poznane są warunki pochłaniania dwutlenku siarki.

Celem prowadzenia monitoringu zanieczyszczenia atmosfery w ramach zintegrowanego monitoringu środowiska przyrodniczego jest badania strumieni zanieczyszczeń docierających z powietrza do innych komponentów wszystkimi wyżej opisanymi drogami. Pomiarom podlegają więc stężenia gazów w powietrzu, stężenia aerozoli w powietrzu, analiza jakościowa i ilościowa tych aerozoli oraz opad atmosferyczny wraz z analizą. Strumienie zanieczyszczeń powstające w wyniku absorpcji gazów przez podłoże wyznaczone są na podstawie znajomości współczynników pochłaniania. W związku z niepełną znajomością tych współczynników wartości strumieni obarczone są dość znacznymi błędami.

Stacje Bazowe monitoringu zintegrowanego muszą zapewnić uzyskiwanie informacji o migracji, bilansie i obiegu substancji zanieczyszczających, uznanych za priorytetowe w skali regionalnej. Substancje wprowadzane do atmosfery mogą rozprzestrzeniać się szybko i na duże odległości, ulegają przy tym różnego rodzaju przemianom fizycznym i chemicznym. Zanieczyszczenia atmosfery mogą zatem powodować skażenia innych środowisk - świata roślinnego i zwierzęcego, gleby i wód powierzchniowych.

Pomiary stężeń zanieczyszczeń gazowych i aerozoli na stacjach zintegrowanego monitoringu środowiska przyrodniczego powinny pozwalać na określenie ładunków tych substancji docierających do gleb, wód i roślin. Dysponując wartościami stężeń oraz podawanymi w literaturze współczynnikami suchego osiadania można oszacować dopływ zanieczyszczeń do podłoża, będący wynikiem tego procesu. Bezpośredni pomiar nie jest w obecnej chwili rozpowszechniony w Polsce.

Integralną częścią programu monitoringu zintegrowanego są również pomiary chemizmu opadów atmosferycznych. Opady stanowią bowiem podstawowy czynnik powodujący docieranie zanieczyszczeń z atmosfery do ekosystemów.

Program pomiarowy realizowany na stacji zintegrowanego monitoringu środowiska przyrodniczego w zakresie badania wskaźników powietrza i opadów atmosferycznych opiera się na wytycznych międzynarodowych (Cooperative programme... 1977, 1985, Field and laboratory... 1989). Program monitoringu skandynawskiego korzysta z ustaleń EMEP-u (Guidelines for... 1988, GAW and precipitation... 1989, Global Atmosphere...).

## Określenie tła zanieczyszczeń powietrza

Ważnym elementem dokumentacji stacji jest inwentaryzacja źródeł emisji zanieczyszczenia atmosfery w rejonie stacji pozwalająca oszacować tło zanieczyszczeń. Inwentaryzacja powinna objąć elektrownie, duże kotłownie i inne znaczne zakłady przemysłowe zlokalizowane w promieniu 200 km od stacji i emitujące z procesów technologicznych nie tylko zanieczyszczenia mierzone na stacji, ale również inne substancje (np. węglowodory). W trakcie prowadzenia inwentaryzacji należy zgromadzić następujące dane:

- współrzędne określające położenie emitora;
- wysokość emitora;
- średnica emitora;
- prędkość wylotowa gazów;
- temperatura gazów;
- czas pracy emitorów w ciągu roku;
- emisja SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, pyłu zawieszonego lub innych charakterystycznych dla zakładu zanieczyszczeń.

W promieniu kilkunastu km od stacji należy również zinwentaryzować małe źródła indywidualne.

Na podstawie takich danych powinno się wykonać obliczenia modelowe, które pozwolą oszacować stan zanieczyszczenia powietrza w rejonie lokalizacji stacji oraz określić, w jakim stopniu stacja podlega wpływom bliskich a w jakim stopniu dalekich źródeł zanieczyszczeń atmosfery.

## Wybór metody pomiaru zanieczyszczeń atmosfery

Pomiary zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego mogą być wykonane metodami manualnymi (próbka pobierana jest na filtr lub do roztworu i analizowana w terminie późniejszym w laboratorium) lub automatycznymi (przyrząd pomiarowy samoczynnie pobiera próbkę i ją analizuje).

Z punktu widzenia czasu poboru próbki powietrza rozróżniamy pomiary okresowe i ciągłe. Czas pobierania próbki w pomiarach okresowych powinien być ściśle związany z czasem uśredniania stężeń (30 minut, 24 godziny i in.). W pomiarach ciągłych uzyskujemy chwilowe wartości stężeń, które następnie można uśredniać w dowolnych okresach.

### Uwaga!

**W zintegrowanym monitoringu środowiska przyrodniczego nie ma potrzeby posługiwania się stężeniami chwilowymi, gdyż z założenia zajmuje się on zmianami długookresowymi zachodzącymi w ekosystemach pod wpływem zanieczyszczeń i trendami tych zmian. Z definicji nie jest to monitoring alarmowy, którego celem jest bieżąca analiza zanieczyszczenia atmosfery i szybkie przeciwdziałanie stanom zagrożenia.**

Zważywszy na powyższą uwagę nie ma potrzeby wyposażania stacji w kosztowną w chwili zakupu i drogą w eksploatacji automatyczną aparaturę o ile program pomiarowy nie służy innym poza zintegrowanym monitoringiem celom.

Wybrana metoda pomiarowa powinna umożliwiać uzyskiwanie wyników porównywalnych z innymi i o odpowiedniej jakości; zwłaszcza dla stacji pracujących w jednej sieci.

Dla zapewnienia odpowiedniej jakości danych wybrana metoda pomiarowa musi spełniać określone wymagania odnośnie:

- zakresu pomiarowego - należy mieć na uwadze spodziewane w rejonie lokalizacji stacji wartości stężeń badanych zanieczyszczeń oraz obowiązujące wartości stężeń dopuszczalnych;
- oznaczalności tj. najmniejszej możliwej do zmierzenia wartości stężenia badanej substancji - z uwzględnieniem spodziewanych wartości stężeń;
- dokładności i precyzji - wyniki pomiarów powinny reprezentować wartość rzeczywistą stężeń zanieczyszczeń a wahania wokół średniej wartości pomiarów powtarzanych dla tego samego stężenia zanieczyszczenia powinny być jak najmniejsze;
- selektywności - wiąże się z wrażliwością metody na obecność innych substancji zakłócających;

- stopnia przebadania metody w warunkach jej przewidywanego zastosowania - np. przydatność metody w warunkach polowych, w zmiennych temperaturach, w określonej temperaturze i wilgotności.

Porównywalność wyników pomiarów zapewniana jest poprzez jednolitość:

- metod pobierania próbek;
- zastosowanych przyrządów i aparatury;
- metod analiz i wzorcowania.

Tak więc pomiary stężeń zanieczyszczeń powietrza powinny być wykonywane według obowiązujących norm lub zalecanych metodyk. Międzynarodowy Program Współpracy w Dziedzinie Monitoringu Zintegrowanego, realizowany na wielu stacjach na świecie, zaleca stosowanie metodyk opracowanych na potrzeby monitoringu transgranicznego przenoszenia zanieczyszczeń w Europie - EMEP. Szczegółowe rozwiązania proponowane w dalszej części opierają się na zaleceniach podręczników pt. "International Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe; Manual for Sampling and Chemical Analysis".

Na szczególną uwagę zasługuje problem interkalibracji laboratoriów prowadzących badania. Bez właściwie zaplanowanej i sprawnie prowadzonej przez centralne laboratorium akcji interkalibracji nie można mówić o właściwej jakości wyników pomiarów.

## Pobór próbek zanieczyszczeń powietrza

### Zagadnienia ogólne

Właściwe pobranie próbki ma decydujący wpływ na dokładność pomiaru. Jeśli próbka została pobrana nieprawidłowo jej analiza jest bezcelowa a wręcz prowadzi do marnowania sił i środków. Podstawowe zasady, które muszą być spełnione w celu zapewnienia prawidłowego poboru próbki są następujące:

- z analizowanego powietrza należy dokładnie wydzielić ilość zanieczyszczenia niezbędną do wykonania oznaczenia;
- należy zapewnić stały przepływ badanego powietrza przez układ do poboru próbek;
- niezbędne jest zapewnienie dokładnego pomiaru objętości próbki powietrza przeprowadzonej przez układ do poboru próbek, przy czym należy zwracać uwagę na absolutną szczelność układu;
- materiały, z których wykonana jest instalacja do poboru próbek powinny być chemicznie obojętne,
- nie mogą wchodzić w reakcje z zanieczyszczeniami zawartymi w badanym powietrzu. Najlepszym materiałem jest szkło borowe oraz teflon. W zamian za teflon używać można przewodów polietylenowych.

Uwzględniając powyższe uwagi można stwierdzić, że w skład typowej instalacji do poboru próbek zanieczyszczeń gazowych (ryc.15.1) i aerozoli (ryc.15.2) wchodzi następujące elementy:

- czerpnia powietrza;
- rozdzielnik powietrza z króćcami do przyłączania płuczek lub innych przyrządów;
- filtry odpowiednio zamocowane lub płuczki z płynem pochłaniającym;
- osuszacze powietrza (przy układach do poboru próbek w płuczkach);
- pompy wymuszające przepływ powietrza przez filtry lub płuczki;
- gazomierze służące do pomiaru objętości próbki powietrza, z której wydzielane są zanieczyszczenia;
- rotametry, kryzy lub zwężki pomiarowe do kontroli natężenia przepływu i uzyskiwania ustalonych przepływów.

### Zakres pomiarów zanieczyszczeń gazowych atmosfery w programie ZMŚP i metody poboru próbek

Zgodnie z programem Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego oraz zaleceniami zawartymi w "EMEP - Manual for Sampling and Chemical Analysis, 1985" na Stacjach Bazowych powinno się pobierać następujące próbki:

#### - dwutlenek siarki:

- . próbki  $\text{SO}_2$  pobiera się na filtr Whatman-40 impregnowany KOH,
- . średnie natężenie przepływu powietrza wynosi tyle, aby średnia prędkość przepływu powietrza przez filtr wynosiła od 8 do 11  $\text{cm s}^{-1}$  (np. dla filtrów o średnicy czynnej 25 mm przepływ ten powinien być w zakresie ok. 3,5 - 5  $\text{m}^3 \text{doba}^{-1}$ ),
- . przed tym filtrem umieszczony jest pre-filtr do wychwytywania aerozoli,

. obydwaj filtry, o ile umieszczone są w jednym uchwycie, muszą być przedzielone siatką z materiału obojętnego. Pre-filtr musi być umieszczony od strony czerpni.

**- azot azotanowy ogólny  $\text{HNO}_3$ (gaz) i  $\text{NO}_3^{-1}$ (aerozol):**

. pobiera się na filtr Whatman-40 impregnowany NaOH,

. średnia prędkość przepływu powietrza przez filtr wynosi  $9,5 \text{ cms}^{-1}$  (np. dla filtru o średnicy j.w. średnie natężenie przepływu powietrza powinno wynosić ok.  $4 \text{ m}^3$  na dobę).

**- azot amoniakalny ogólny  $\text{NH}_3$ (gaz) i  $\text{NH}_4^{-1}$ (aerozol):**

. pobiera się na filtr Whatman-40 impregnowany  $(\text{COOH})_2$ ,

. średnia prędkość przepływu powietrza przez filtr wynosi  $9,5 \text{ cms}^{-1}$  (np. dla filtru o średnicy j.w. średnie natężenie przepływu powietrza powinno wynosić ok.  $4 \text{ m}^3$  na dobę).

**- dwutlenek azotu  $\text{NO}_2$ :**

. wykorzystywany jest płyn pochłaniający TSG,

. średnie natężenie przepływu powietrza wynosi  $0,3 - 0,8 \text{ m}^3$  na dobę,

. płuczka dla  $\text{NO}_2$  musi być osłonięta przed wpływem światła. Najlepiej, żeby instalacja poboru prób pracowała na stałe - poza okresami obsługi przez obserwatora - w całkowitym zaciemnieniu.

**- ozon  $\text{O}_3$ , dwutlenek węgla  $\text{CO}_2$  i metan  $\text{CH}_4$ :**

. pomiarów ww. gazów dokonuje się wykorzystując do tego celu automatyczną aparaturę pomiarową.

**- metale ciężkie (aerozol):**

. pobiera się na filtr membranowy Synpor-0.85,

. średnia prędkość przepływu powietrza przez filtr wynosi  $3,5 \text{ cms}^{-1}$  (np. dla filtru o średnicy j.w. średnie natężenie przepływu powietrza powinno wynosić ok.  $1,5 \text{ m}^3$  na dobę).

**UWAGA.**

Filtry do poboru aerozoli umieszczone są na początku układu pomiarowego (inaczej niż w przypadku  $\text{SO}_2$  lub  $\text{NO}_2$ ).

Zalecane natężenia przepływów podyktowane są koniecznością wychwycenia danego zanieczyszczenia z powietrza przeprowadzonego przez układ i zebrania ilości zanieczyszczeń umożliwiających wykonanie analiz w laboratorium.

Reasumując, instalacja do poboru próbek przewidywana do realizacji programu pomiarowego składa się z następujących elementów:

- układ czerpni szklanej do poboru próbek gazowych - 1 komplet;

- płuczka do płynu pochłaniającego  $\text{NO}_2$ ;

- osuszacz powietrza;

- uchwyt do filtrów  $\text{SO}_2$  - 1 szt.;

- uchwyt do filtrów  $\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^{-1}$  - 1 szt.;

- uchwyt do filtrów  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^{-1}$  - 1 szt.;

- uchwyt do filtrów  $\text{SO}_4^{-2}$  - 1 szt.;

- uchwyt do filtrów Cd, Cu, Pb, Zn - 1 szt.;

- automatyczny miernik  $\text{CO}_2$ ;

- automatyczny miernik  $\text{CH}_4$ ;

- automatyczny miernik  $\text{O}_3$ ;

- pompa powietrza - 6 szt.;

- rotametr - 6 szt.;
- gazomierz - 6 szt.;
- przewody teflonowe (przed filtrami i płuczkami) lub polietylenowe (reszta instalacji) w ilości zależnej od lokalnych warunków;
- elementy zapasowe (części szklane czerpni, pompy, gazomierze, rotametry, przewody).

Wzajemne usytuowanie wszystkich składowych elementów układu do poboru próbek powietrza na stacji zależy od lokalnych warunków i powinno być przedmiotem indywidualnego projektu.

### **Przygotowanie materiału do poboru próbek powietrza.**

Filtry.

1. Filtry do poboru  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{HNO}_3+\text{NO}_3^{-1}$  i  $\text{NH}_3+\text{NH}_4^{-1}$  przygotowane są z bibuły celulozowej Whatman-40.

Po wycięciu z bibuły filtrów o odpowiednich kształtach (zależnych od rodzaju uchwytu) płukane są one w wodzie zdejonizowanej w następujący sposób:

- zanurza się wycięte filtry na okres jednej godziny w wodzie;
- przyjmuje się, że w jednym litrze wody dejonizowanej można wypłukać filtry o łącznej powierzchni ok.  $800 \text{ cm}^2$ ;
- operację płukania powtarza się czterokrotnie;
- po ostatnim płukaniu filtry suszy się.

2. Filtry do poboru aerozolu dobowego ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) nie są preparowane dodatkowo.

3. Filtry do poboru  $\text{SO}_2$  po płukaniu i suszeniu impregnowane są 0,5 molowym roztworem wodorotlenku potasu (KOH) w proporcji (15 l roztworu)/ $\text{cm}^2$  filtra. 0,5 molowy roztwór KOH przygotowuje się rozpuszczając 28,054 g KOH w 1 litrze wody. Po nasączeniu filtry suszy się.

4. Filtry do poboru  $\text{NH}_3+\text{NH}_4^{-1}$  po płukaniu w wodzie i suszeniu impregnowane są roztworem alkoholowym kwasu szczawiowego [0,75 g  $(\text{COOH})_2$  rozpuszczonego w 25 ml  $\text{CH}_3\text{OH}$  (metanol)] w proporcji (15 l roztworu)/ $\text{cm}^2$  filtra a następnie suszone.

5. Filtry do poboru  $\text{HNO}_3+\text{NO}_3^{-1}$  po płukaniu w wodzie i suszeniu impregnowane są roztworem alkoholowym wodorotlenku sodu [0,25 g NaOH rozpuszczonego w 25 ml  $\text{CH}_3\text{OH}$  (metanol)] w proporcji (15 l roztworu)/ $\text{cm}^2$  filtra a następnie suszone.

6. Jako filtry do poboru miesięcznych prób na metale ciężkie używane są filtry membranowe Synpor-4 o średnicach porów 0,85  $\mu\text{m}$ .

7. Filtry po przygotowaniu i jednoznacznym oznaczeniu zamyka się poprzez zaspawanie w odpowiednio przygotowanych torebkach polietylenowych.

### **Płyn pochłaniający.**

Do poboru próbek  $\text{NO}_2$  wykorzystywany jest płyn TSG (10  $\text{cm}^3$  trójetanolaminy, 0,25  $\text{cm}^3$  gwajakolu, 0,125 g pirosiarczynu sodu rozpuszczone w 0,5  $\text{dm}^3$  wody redestylowanej) przechowywany w ciemnej butelce w ciemnym i chłodnym miejscu. Ma on trwałość do 1 miesiąca.

### **Kolejność postępowania w czasie pomiarów.**

Czynności składające się na pobór poszczególnych rodzajów próbek wykonuje się w porannym terminie obserwacyjnym posterunku meteorologicznego tj. o godzinie 06.00 GMT (w Polsce o godz. 7.00 czasu zimowego, a o godzinie 8.00 czasu letniego).

Czas poboru próby dobowej wyznaczają:

- termin poranny danego dnia;
- termin poranny dnia następnego.

Próbka dobową pobierana jest w ciągu tzw. doby opadowej.

Czas poboru próbki tygodniowej wyznaczają:

- termin poranny pierwszego dnia tygodnia - poniedziałek;
- termin poranny pierwszego dnia następnego tygodnia - poniedziałek;

Czas poboru próbki miesięcznej wyznaczają:

- termin poranny pierwszego dnia miesiąca;
- termin poranny pierwszego dnia następnego miesiąca;

Jeżeli na stacji jest jeden obserwator i prowadzone są obserwacje meteorologiczne kolejność jest następująca:

1. obserwacje meteorologiczne z kolejnością ich wykonywania wg Instrukcji dla stacji meteorologicznych tak, by termometry suchy i zwilżony zostały odczytane o pełnej godzinie; wysokość opadu pod koniec trwającej ok. 10 minut obserwacji.
2. Zmiana zbiornika na tygodniowe/miesięczne próbki opadu, zebranie opadu do dużych butelek.
3. Zmiana płynu pochłaniającego  $\text{NO}_2$ , odczyt i zanotowanie wskazania licznika gazomierza.
4. Zmiana filtra dobowego do poboru  $\text{SO}_2$ , odczyt i zanotowanie wskazania licznika gazomierza.
5. Zmiana filtra dobowego do poboru próbek na azot azotanowy ogólny, odczyt i zanotowanie wskazania licznika gazomierza.
6. Zmiana filtra dobowego do poboru próbek na azot amoniakalny ogólny, odczyt i zanotowanie wskazania licznika gazomierza.
7. Zmiana filtra dobowego do poboru aerozolu, odczyt i zanotowanie wskazania licznika gazomierza.
8. W dniu pierwszym każdego miesiąca zmiana filtra miesięcznego do poboru aerozolu, odczyt i zanotowanie wskazania licznika gazomierza.
9. Oznaczenie i zabezpieczenie próbek na filtrach i w płynie.
10. Pomiar masy pobranego opadu, oddzielenie próbki (min. 125 ml), przelanie do butelki polietylenowej, oznaczenie i zabezpieczenie do przechowania.
11. Czynności porządkowe i przygotowanie sprzętu na dzień następny (umycie wodą destylowaną zbiornika na opad i czyszczenie oraz umycie wszystkich używanych naczyń).

Na wymienione wyżej czynności główne składa się szereg szczegółowych, charakterystycznych dla poszczególnych próbek, które trzeba przeprowadzić w opisanej kolejności i we wskazany sposób.

*Zestaw 1 ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{NH}_3+\text{NH}_4^{-1}$ ,  $\text{HNO}_3+\text{NO}_3^{-1}$ ) - próbki dobowe.*

Czynności opisane poniżej wykonuje się identycznie dla próbek  $\text{SO}_2$ , azotu azotanowego ogólnego, azotu amoniakalnego ogólnego jak i dla aerozolu.

1. Wyjąć torebkę polietylenową z filtrem opisanym odpowiednią datą (data dnia zakładania), odciąć brzeg torebki nożyczkami (używając wyłącznie do tego zestawu) - ostrożnie, by nie uszkodzić filtra; przygotować czystą torebkę z folii na zdejmowany filtr.
2. Odczytać stan licznika gazomierza, wskazania rotametry (górny poziom wskaźnika) i wpisać w odpowiedniej rubryce (data założenia filtra) formularza dziennika pomiarowego (dziennik przez kalkę zał. wz. nr 2).
3. Złuznić uchwyt filtra, wyjąć ostrożnie (za brzeg, nie dotykać części eksponowanej na przepływ) pensetą (nie wolno ręką) filtr eksponowany przez poprzednią dobę i włożyć do uprzednio przygotowanej czystej torebki polietylenowej.
4. Uwaga! można nie wyłączać urządzenia - wymiana przy pracującym !!!
5. Przy pomocy pensety włożyć następny filtr, lekko dokręcić uchwyt filtra (układ ma być szczelny ale należy uważać, by nie uszkodzić filtra).
6. Jeżeli to konieczne dokonać regulacji przepływu.
7. Torebkę polietylenową z wyjętym filtrem zaspawać zgrzewarką i włożyć do większej torebki polietylenowej lub pudełka, gdzie przechowywane będą filtry z danego okresu pomiarowego (w tym również filtr "zerowy" oznaczony "0") przed transportem do laboratorium. Filtry przechowywać w miejscu suchym, chłodnym i bezpiecznym przed zanieczyszczeniem, zamoczeniem, uderzeniem itp. (lodówka).

*Zestaw 2 ( $\text{NO}_2$ ) - próbka dobową.*

1. Do czystego (umytego poprzedniego dnia wodą destylowaną i wysuszonego) cylindra miarowego nalać 15 ml płynu pochłaniającego (ciemną butelkę z płynem przechowywać w lodówce bądź innym chłodnym i koniecznie zaciemnionym miejscu).
2. Odczytać stan licznika gazomierza, wskazanie rotametu (górny poziom wskaźnika), wpisać na formularzu (dziennik obserwacyjny - wzór zał. nr 2) w rubryce odpowiadającej dacie zakończenia poboru próbki (dzień wymiany sorbentu).
3. Ostrożnie otworzyć płuczkę, oprzeć wewnętrzną część płuczki podkładając bibułę lub wstawić do czystej zlewki, uzupełnić zawartość świeżym płynem pochłaniającym do stałego przyjętego poziomu (odpowiadającego objętości np. 15 ml), wymieszać, przelać zawartość do szklanej buteleczki (próbówki) oznaczonej kolejnym numerem i datą doby minionej, starannie zamknąć buteleczkę (próbówkę).
4. Przelać świeżo przygotowany płyn pochłaniający do płuczki do stałego poziomu (np. zawsze 15 ml), zamknąć szczelnie płuczkę, wstawić do statywu i osłonić przed światłem.  
Uwaga! Wymiana sorbentu może być wykonana przy pracującym urządzeniu!!!
5. Jeżeli to konieczne dokonać regulacji przepływu.
6. Zamknąć szczelnie buteleczkę (próbówkę), wstawić do lodówki lub do ustalonego, chłodnego i ciemnego miejsca.
7. Sprawdzić stan zawilgocenia silikażelu (zmiana zabarwienia silikażelu z barwy niebieskiej na różową w więcej niż połowie zawartości) w płuczce Dreschl'a i jeżeli to konieczne wymienić na suchy wsypując połowę pojemności płuczki.
8. Cylinderek miarowy i lejek umyć, przepłukać wodą destylowaną, odłożyć na suszarkę; czyste i suche przygotować na dzień następny.

### *Zestaw nr 3 (aerozol - metale ciężkie) - próba miesięczna.*

Postępowanie jak przy obsłudze zestawu nr 1 pamiętając o:

1. Terminie zakładania (termin poranny pierwszego dnia miesiąca) i zdejmowania filtru (termin poranny pierwszego dnia następnego miesiąca).
2. Bardzo ostrożnym zakładaniu i wyjmowaniu filtru zbierającego, który nałożony jest luźno na podkładkę z bibuły.  
Zakładając należy pensetą uchwycić podkładkę i razem z filtrem wsunąć w uchwyt (filtrem od strony wlotu powietrza a nie od pompy) uważając, by filtr nie spadł i był ułożony równo pod przyciskiem uchwytu (filtru nie wolno dotknąć ręką) - dopiero wtedy dokręcić docisk.  
Zdejmować wyłącznie pensetą i bardzo ostrożnie wsunąć do uprzednio przygotowanej czystej torebki polietylenowej (tak, by podkładka nie przesuwiała się w torebce) i zaspawać ją zgrzewarką. Tak przygotowaną próbkę włożyć do torebki polietylenowej, w której przechowywane będą próbki wraz z zerową.
3. stany licznika gazomierza należy wpisać na odpowiednim arkuszu dziennika pomiarowego (wzór - zał. nr 3) w rubrykach odpowiadających datom założenia oraz zdjęcia filtru.

### *Opad atmosferyczny*

1. Na poletku pomiarowym umieszczone jest stanowisko do poboru próbek opadu - do poboru próbek tygodniowych lub/i do poboru próbek miesięcznych. Do stanowiska zestawu zbiornik-lejek prznosić należy dnem do góry.
2. Zmiana zbiornika na próbki tygodniowe/miesięczne następuje zgodnie z wyżej omówioną kolejnością czynności w czasie poboru próbek na stacji - w porannym terminie obserwacji. W przypadku próbek tygodniowych bądź miesięcznych zawartość opadu z doby zlewana jest sukcesywnie do większej butelki, która przechowywana jest do końca okresu pomiarowego w warunkach jak dla próbek dobowych. Przed przelaniem opadu do większej butelki należy wodę opadową dobrze wymieszać a także odlać niewielką próbkę dla oznaczenia pH i przewodności elektrolitycznej właściwej.
3. Zbiornik (wraz z lejkiem w okresie letnim) z zebrany za ubiegłą dobę opadem lub osadem (przy silnej mgle) przenieść do zamkniętego pomieszczenia zastępując go natychmiast drugim (nie może być przerwy w ekspozycji). Jeżeli w czasie tej czynności występuje opad należy zbiornik z już pobraną próbką osłonić w czasie przenoszenia.
4. Po przeniesieniu próbki do pomieszczenia należy zważyć zbiornik i - znając masę pustego - obliczyć masę zebranej próbki opadu.
5. Jeżeli zebrany opadem był opad śniegu zbiornik opadowy należy przenieść do ciepłego pomieszczenia, pozostawić do czasu stopienia się śniegu i następnie postępować jak wyżej. Należy unikać topienia próbek na piecach, kuchenkach i innych grzejnikach powodujących nadmierne skoki temperatury i parowania próbki.
6. Wyniki zapisać w dzienniku pomiarowym "opad atmosferyczny" (Załącznik 4a).

7. Butelkę polietylenową na próbę opadu o pojemności zależnej od wymagań laboratorium (ok. 125 ml) - czystą i wyjałowioną, przepłukać pobraną wodą opadową (jeżeli wody opadowej jest pod dostatkiem) napełnić ją dobrze zamieszaną wodą opadową. Odlać także próbkę, w której następnie należy zmierzyć przewodność elektrolityczną właściwą i pH. Przy opadach o objętości mniejszej niż 125 ml całość przelać do butelki transportowej. Butelkę szczelnie zakręcić, oznaczyć (nr próby, symbol stacji, data tygodnia opadowego), włożyć do torebki foliowej, zaspawać ją lub zabezpieczyć gumką. Do czasu oddania do laboratorium przechowywać pionowo w temperaturze 2-5C bez dostępu światła.
8. Zbiornik i lejek zmyć wodą destylowaną (1-2 l) wolno oblewając całe ściany, po silnym zamieszczeniu (poruszając zbiornikiem - bez użycia jakichkolwiek materiałów pomocniczych) wodę wylać; zbiornik i lejek wytrzeć dokładnie bibułą i ustawić dnem do góry w miejscu na stałe do tego przeznaczonym. Sprawdzić każdorazowo szczelność folii aluminiowej. Uszkodzoną wymienić zaraz po zmianie zbiornika.
9. Umyć używane naczynia, przepłukać dokładnie wodą destylowaną i odłożyć na suszarkę;
10. Zbiornik z próbką miesięczną wymienić pierwszego dnia następnego miesiąca - postępowanie jak z próbką tygodniową.
11. Jeżeli w okresie pomiarowym nie wystąpił opad lub wystąpił lecz o małej łącznej wysokości należy do zbiornika wlać 500 ml wody dejonizowanej, odczekać ok. 0.5 godziny, lekko zamieszać i zlać próbkę do butelki polietylenowej o objętości 125 ml. Próbę oznaczyć i zabezpieczyć, zapisać wyniki i ewentualne uwagi w dzienniku pomiarowym "Opad...".
12. Codziennie prowadzić obserwacje rodzaju i czasu zjawisk opadowych, silnych wiatrów, mgieł - zapis w dzienniku pomiarowym "Opad..." lub osobno - dołączyć do zestawu próbek i zapisu wyników. Należy także obliczyć sumaryczną wysokość opadu w tygodniu i miesiącu. Formularze przesłać do laboratorium lub osoby opracowującej wyniki.

## Dokumentacja terenowa

Wyniki pomiarów, badań i oznaczeń prowadzonych na stacji powinny być notowane natychmiast po ich uzyskaniu w Dzienniku pomiarowym. Dziennik stacji jest stale uzupełnianym zbiorem formularzy, na których obserwator notuje wszystkie dane o pomiarach i inne ważne wydarzenia. Prowadzony jest zwykle w segregatorze, gdzie wpinane są wszystkie kopie załączników. Dziennik powinien na pierwszej stronie zawierać podstawowe informacje o stacji: jej nazwę, miejsce lokalizacji, imię i nazwisko stałego obserwatora, datę rozpoczęcia i datę zakończenia wpisów. Zawartość dziennika stanowią załączniki przedstawione w rozdziale 8.

Obserwator zobowiązany jest do wypełniania następujących formularzy:

- . Raport o ruchu materiałów eksploatacyjnych.

W przypadku, gdy posterunek pomiarowy oddalony jest od laboratorium wykonującego oznaczenia obserwator musi dokładnie wiedzieć jakimi zapasami materiałów pomiarowych i pomocniczych dysponuje. W Załączniku 1 podano przykładowy raport. Zarówno jego zakres jak i wartości progowe stanu materiałów w stacji można kształtować w zależności od lokalnych warunków.

- . Stany gazomierza w pomiarach dobowych.

Liczba wypełnianych formularzy Załącznika 2 zależy od liczby torów pomiarowych pracujących w cyklu dobowym na Posterunku.

- . Stany gazomierza w pomiarach miesięcznych.

Uwaga jw.

- . Opad atmosferyczny (1).

Formularz przedstawiony w Załączniku 4a wypełniany jest na początku i na końcu tygodniowego okresu eksploatacji zbiorników.

- . Opad atmosferyczny (2).

Formularz przedstawiony w Załączniku 4b wypełniany jest na początku i na końcu miesięcznego okresu



ekspozycji zbiorników.

## Konserwacja, przechowywanie i transport próbek

Nieodłącznym elementem dobrze wykonanego pomiaru jest właściwe zabezpieczenie pobranej próby na czas pomiędzy końcem cyklu pomiarowego a oznaczeniem wykonanym w laboratorium.

Z laboratorium dostarczane są:

- . filtry dobowe do SO<sub>2</sub> - na każdą dobę pomiarową + filtr "zerowy" jeden z każdej partii przygotowanych jednocześnie filtrów;
- . filtry dobowe dla oznaczeń azotu azotanowego ogólnego - na każdą dobę pomiarową + filtr "zerowy";
- . filtry dobowe dla oznaczeń azotu amoniakalnego ogólnego - na każdą dobę pomiarową + filtr "zerowy";
- . filtry dobowe do aerozoli - na każdą dobę pomiarową + filtr "zerowy"
- . filtry miesięczne do aerozolu - jeden filtr na miesiąc + filtr "zerowy";
- . płyn pochłaniający do NO<sub>2</sub>;
- . probówki lub fiolki na próbki NO<sub>2</sub>;
- . polietylenowe butelki na opady;

Do laboratorium przekazywane są:

- . filtry z dobowymi próbkami SO<sub>2</sub> + filtr "zerowy"
- . filtry dobowe dla oznaczeń azotu azotanowego ogólnego + filtr "zerowy";
- . filtry dobowe dla oznaczeń azotu amoniakalnego ogólnego + filtr "zerowy";
- . filtry z dobowymi próbkami aerozoli + filtr "zerowy"
- . filtry miesięczne do aerozoli - jeden filtr w miesiącu + filtr "zerowy",
- . probówki z dobowymi próbkami NO<sub>2</sub> oraz pozostała w butelce część płynu pochłaniającego;
- . butelki z tygodniowymi i miesięczną próbką opadu oraz próba wody destylowanej;
- . wypełnione dzienniki pomiarowe; Dzienniki pomiarowe powinny trafić do osoby zajmującej się obliczeniami i opracowywaniem wyników.

Uwaga !

Filtry, próby NO<sub>2</sub> oraz próbki opadu tygodniowe powinny być dostarczane do laboratorium możliwie często, nie rzadziej niż raz w miesiącu ze względu na nieodwracalne zmiany w nich zachodzące (niezależnie od właściwych warunków przechowywania).

Program pomiarowy jest realizowany w cyklu miesięcznym. Dla uzyskania porównywalnych wyników przy interpretacji za najkrótszy okres uśredniania przyjmuje się tzw. dobę opadową tj. okres od godz. 06.00 do godz. 06.00 GMT. W okresie gdy obowiązuje w Polsce czas letni próbki powinny być zebrane i zabezpieczone przez obserwatora rano o godzinie 8.00 a w okresie obowiązywania czasu zimowego o godzinie 7.00.

Kolejność postępowania jest następująca:

1. Konserwacja próbek zanieczyszczeń powietrza odbywa się zgodnie z opisem powyżej.
2. Przechowywanie próbek zanieczyszczeń powietrza odbywa się zawsze w chłodnym (temperatura ok. 5° C) i ciemnym miejscu. Najłatwiej przechowywać je w lodówce, w którą każda stacja musi być wyposażona.
  - . Butelki z opadami przechowywane są w pozycji pionowej.
  - . Probówki (fiolki) z płynami pochłaniającymi przechowywane są w odpowiednich statywach.
  - . Filtry zaspawane (każdy osobno) w szczelne torebki polietylenowe, zamknięte są dodatkowo w woreczkach polietylenowych lub pojemnikach.

Transport próbek zanieczyszczeń powietrza odbywa się w podobnych warunkach jak ich przechowywanie. Probki należy przewozić w światłoszczelnym, przenośnym pojemniku termostatycznym (np. tzw. chłodziarce turystycznej) umieściwszy w nim oprócz materiału pomiarowego zamrożone wkłady. Transport prób z posterunku do laboratorium

powinien odbywać się szybko lecz z zachowaniem środków ostrożności ze względu na nieodtwarzalną wartość tego materiału.

## Inne informacje

Wyposażenie i obsługa stacji.

Oprócz instalacji do poboru próbek zanieczyszczeń powietrza i opadów atmosferycznych na stacji powinny się znajdować :

- . zapasowe elementy układu szklanego do poboru próbek powietrza na wymianę w przypadku awarii,
- . zapasowe pompy do pobierania próbek powietrza;
- . zapasowe węże polietylenowe lub teflonowe o średnicach używanych w instalacji do poboru próbek powietrza;
- . lodówka do przechowywania próbek,
- . redestylarka/dejonizator do wytwarzania ultraczystej wody,
- . pH-metr i konduktometr do wykonywania pomiarów pH i przewodności elektrolitycznej właściwej opadów zaraz po pobraniu próbek,
- . waga laboratoryjna do ważenia próbek opadów,
- . szkło laboratoryjne przydatne przy prowadzeniu oznaczeń przewodności, pH i in.;
- . zgrzewarka do folii, służąca do zabezpieczania filtrów przed zanieczyszczeniem w czasie przechowywania i transportu do laboratorium.
- . kuwety plastikowe różnych wielkości;
- . pensety z tworzywa sztucznego;
- . torebki foliowe;

Okresowo należy dokonywać przeglądu szczelności instalacji do poboru próbek. Wszystkie urządzenia, których jakość ma wpływ na dokładność pomiarów muszą podlegać okresowej kontroli. Należy podczas codziennej obsługi pomiarów zwracać uwagę na wszelkie nieprawidłowości w działaniu sprzętu. Przynajmniej raz w roku powinna być wykonana kalibracja takich urządzeń jak gazomierze i rotametry.

Raz w roku należy rozebrać instalację rurową czepni powietrza i starannie przemyć jej wszystkie powierzchnie wewnętrzne.

Obserwator zatrudniony na stacji musi być bezwzględnie osobą rzetelną. Od uczciwości i dokładności obserwatora uzależnione jest uzyskiwanie wiarygodnych rezultatów. Wszystkie uwagi mogące mieć wpływ na interpretację wyników powinny być bezwzględnie notowane w Dzienniku pomiarowym.

W pomieszczeniach, w których znajduje się aparatura pomiarowa należy utrzymywać bezwzględny porządek i czystość, starannie odkurzać wszystkie sprzęty, zakrywać sprzęty bojące się kurzu, nie palić papierosów, w pomieszczeniach chodzić w domowym obuwiu, pracować w fartuchu, myć i płukać wodą destylowaną ręce przed przystąpieniem do pracy. Wszelkie prace z odczynnikami (np. roztworami do kalibracji pH-metru i in.) należy wykonywać w innym pomieszczeniu lub przynajmniej na innym stole niż zabezpieczanie próbek.

Na stacji powinien być zorganizowany podręczny warsztat, w którym można by dokonywać drobnych regulacji i napraw sprzętu oraz aparatury wyposażony w podstawowe narzędzia do prac elektromechanicznych. W szczególnych przypadkach obserwator musi potrafić posłużyć się tymi narzędziami.

## Analizy laboratoryjne

### **Organizacja prac laboratoryjnych.**

Niezbędnym uzupełnieniem stacji musi być laboratorium, gdzie wykonywane są analizy próbek pobranych w terenie. Wskazane jest, by mogło ono obsługiwać więcej niż jedną stację. Nie powinno się organizować laboratorium na potrzeby każdej stacji osobno, gdyż trudno sobie wyobrazić tak duże rozproszenie drogiego sprzętu analitycznego i tak nieefektywne jego wykorzystanie. To samo dotyczy wysoko wykwalifikowanego personelu laboratorium. Ponadto

laboratorium nie powinno być zlokalizowane bezpośrednio na stacji, gdyż grozi to wprowadzaniem zanieczyszczeń do badanego środowiska. Zaleca się podjęcie współpracy np. z Wojewódzkimi Inspektoratami Ochrony Środowiska lub innymi jednostkami dysponującymi dobrze wyposażonym laboratorium. Należy jednak podkreślić konieczność powołania centralnego laboratorium, które prowadziłoby akredytacje i akcje interkalibracyjne. Jest to szczególnie istotne w sytuacji, gdy stacje wchodzące w skład sieci są obsługiwane przez różne laboratoria, metodami dostępnymi w tych laboratoriach i nie ma możliwości wyegzekwowania od wszystkich stosowania identycznych metod.

Wyposażenie laboratorium powinno pozwalać na prowadzenie oznaczeń wszystkich rodzajów zanieczyszczeń w badanych komponentach środowiska według przyjętych metodyk.

Wykorzystywać należy techniki zaawansowane takie jak chromatografia jonowa czy atomowa spektroskopia absorpcyjna. Techniki te wymagają drogiej aparatury, lecz wyniki oznaczeń w ten sposób wykonywane mają znacznie większą dokładność niż wykonywane technikami manualnymi. Wydaje się, że aparatura taka jest dostępna w wielu laboratoriach i należy dążyć do zawierania porozumień międzyinstytucjonalnych do jej efektywnego wykorzystywania.

Jednak, gdy nie ma chwilowo możliwości dostępu do ww. aparatury i metodyk oznaczeń z nią związanych, aby nie opóźnić rozpoczęcia pomiarów zanieczyszczeń atmosfery należy wykorzystać metodyki oznaczeń będące w zasięgu możliwości stacji.

Organizacja pracy przy prowadzeniu tych oznaczeń nie odbiega od organizacji pracy przy innych preparatach i nie wymaga tu specjalnego omawiania. Przy obecnie zaawansowanych technikach pomiarowych, umożliwiających detekcję bardzo niewielkich ilości substancji domieszkowych nie jest możliwe wykonywanie tych oznaczeń w prowizorycznych warunkach i przez nie-specjalistów.

### **Wymagania sprzętowe.**

Zasadnicza aparatura stosowana w laboratorium do oznaczeń zanieczyszczeń powietrza i opadów zbieranych na stacji to:

- chromatograf jonowy wraz z niezbędnym wyposażeniem (pompa, kolumna analityczna, detektor, system zbierania danych);
- atomowy spektroskop absorpcyjny;
- spektrofotokolorometr;

Poza tym używana jest cała gama sprzętu pomocniczego, który stosowany jest powszechnie w każdym laboratorium chemicznym i nie będzie tu omawiany.

### **Dokumentacja laboratoryjna.**

W wyniku prowadzonych w laboratorium analiz otrzymywany jest Raport z wynikami. Raport ten musi zawierać każdorazowo następujące dane:

- . pełną nazwę laboratorium,
- . nazwisko osoby odpowiedzialnej za wykonywane analizy,
- . wykaz metodyk stosowanych do oznaczeń,
- . wykaz aparatury używanej do wykonywania oznaczeń,
- . zestawienie wyników pomiarów - tabelaryczne lub/i w zbiorze dyskowym, w ustalonym formacie. Zestawienie tabelaryczne powinno być podpisane przez osobę odpowiedzialną za analizy.

Do Raportu powinien być dołączony protokół pomiarowy z danymi dotyczącymi wartości przepływów powietrza podczas pomiarów. Pozwala on zwrócić uwagę i wstępnie zinterpretować nietypowe wyniki analiz i prowadzić dalsze obliczenia.

Jeden egzemplarz Raportu powinien pozostać w laboratorium, drugi otrzymuje zlecniodawca.

Zestawienie wyników pomiarów powinno zawierać następujące informacje:

- . nazwę stacji, dla której wykonywane są oznaczenia,
- . okres, dla którego wykonano oznaczenia,
- . zestawienie zanieczyszczeń wraz z odpowiednimi wartościami liczbowymi i jednostkami układu SI dla każdej doby

pomiarowej.

Uwaga! Wyniki podawane dla zanieczyszczeń powietrza przez laboratorium dotyczą całkowitej zawartości danego zanieczyszczenia w próbce (na filtrze, w próbce płynu pochłaniającego) i w dalszej obróbce muszą być przeliczone na średnie stężenia. Wyniki dotyczące opadów podawane są od razu w jednostkach stężenia w opadzie.

### Inne informacje.

Przed uruchomieniem pomiarów należy zapoznać się ze wszystkimi technikami oznaczeń. Pierwszy okres badań (1 - 2 miesiące) należy traktować jako próbny. Należy bezwzględnie włączyć laboratorium do sieci interkalibracji metod na oznaczanie zanieczyszczeń powietrza i opadów. W kraju Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, wobec stopniowego uruchamiania Państwowego Monitoringu Środowiska prowadzi prace zmierzające do organizacji laboratoriów prowadzących okresowo akcje interkalibracyjne. Laboratoria te włączone zostaną w międzynarodową sieć interkalibracji aparatury pomiarowej.

## Gromadzenie i opracowywanie danych

### Przeliczanie wyników laboratoryjnych

Wyniki stężeń zanieczyszczeń powietrza i opadów, a także wartości ładunków docierających do powierzchni ziemi obliczane są według wzorów opisanych szczegółowo w rozdziale 10.

### Dokumentacja wyników pomiarów

Wyniki pomiarów archiwizowane muszą być na stacji do dalszego wykorzystania. Dobrym sposobem ich przechowywania są zbiory dyskowe. Wygodnie otrzymywane z laboratorium wyniki wpisywać do arkusza obliczeniowego (Lotus 1-2-3, QuattroPro i in.) odpowiednio przygotowanego. Lepszym sposobem jest archiwizowanie danych w odpowiednio przygotowanej bazie danych typu dBase, Access, Paradox i in. Umożliwi to potem szybkie przekazywanie uzyskanych wyników a także ich opracowanie na własne potrzeby. Tak przygotowane zbiory danych powinny być zabezpieczone poprzez wykonanie kopii bezpieczeństwa na dyskietkach, a także powinny być wpięte w postaci wydruków do zbiorów archiwalnych.

## Załączniki

### Załącznik nr 1

RAPORT (przykładowy)

o ruchu materiałów eksploatacyjnych na potrzeby pomiarów powietrza w Stacji Monitoringu Zintegrowanego

Imię i nazwisko sporządzającego raport

Nazwa materiału	Przywóz do stacji (szt.)	Wywóz ze stacji (szt.)	Stan w stacji	Uwagi
Filtry do SO <sub>2</sub>	20	11	56	
Filtry do aerozoli dobowe		11	45	
Filtry do aerozoli miesięczne	2	1	1	mało
Probówki do NO <sub>2</sub>	35	17	39	
Butelki ciemne	1	1	1	mało
Butelki opadowe	0	5	15	
Paski meteo - pluwiogramy	0	25	57	
- termogramy	0	7	12	
- barogramy	0	7	5	mało
Woda destylowana (kanister 15 l)	1	0	1	mało

Data i godzina wykonania raportu.....

podpis:.....

**Załącznik 2.**

## STANY GAZOMIERZA W POMIARACH DOBOWYCH

Stacja Monitoringu Zintegrowanego.....

Punkt pomiarowy ....., miesiąc, rok.....

Data	Godzina odczytu	Gazomierz nr..... (nr fabr. ....)		
		Stan licznik/rotametr	Uwagi	Średni przepływ w ciągu doby pomiarowej
1				
2				
3				
...				
30				
31				
1*				

)\* - pierwszy dzień następnego miesiąca

Obserwator:.....

**Załącznik 3.**

## STANY GAZOMIERZA W POMIARACH MIESIĘCZNYCH

Stacja Monitoringu Zintegrowanego.....

Punkt pomiarowy ....., miesiąc, rok.....

Data	Godzina odczytu	Gazomierz nr..... (nr fabr. ....)		
		Stan licznik/rotametr	Uwagi	Średni przepływ w ciągu miesiąca
1				
1*				

)\* - pierwszy dzień następnego miesiąca

Obserwator: .....

**Załącznik 4a.**

## OPAD ATMOSFERYCZNY (1)

Stacja Monitoringu Zintegrowanego.....

Okres .....

Próba tygodniowa (zbiornik nr 1)

Data	Godzina i data wymiany zbiornika	Masa próby [g]	Oznaczenie próby	Tygodniowa wysokość opadu	Zjawiska opadowe w ciągu tygodnia	Uwagi

Obserwator: .....

**Załącznik 4b.**

## OPAD ATMOSFERYCZNY (2)

Stacja Monitoringu Zintegrowanego.....

Okres .....

Próba miesięczna (zbiornik nr 2)

Okres poboru próby	Data i godz. założenia	Masa próby [g]	Oznaczenie próby	Suma opadu za miesiąc (mm)	Uwagi
	zdjęcia				

Obserwator: .....