

## Zintegrowane narzędzie do zarządzania ryzykiem, charakteryzujące zależność zanieczyszczenia powietrza i narażenia ludzi w środowisku miejskim

# URBAN-EXPOSURE

Janina Fudała

Osiągnięcie w najbliższych latach norm jakości powietrza w zakresie pyłu zawieszonego PM10 w powietrzu znacznie obniży ryzyko zagrożenia zdrowotnego mieszkańców aglomeracji wielkoprzemysłowych. Należy jednak pamiętać, że zgodnie z obecnym stanem wiedzy jakość środowiska tylko w około 20% wpływa na stan zdrowia populacji. Czynniki decydującymi o stopniu narażenia zdrowia mieszkańców są także: stan techniczny budynków mieszkalnych, jakość powietrza w pomieszczeniach zamkniętych (mieszkanie, stanowiska pracy, pomieszczenia szkolne), styl życia (użytki, miejsce, czas i rodzaj wypoczynku). Świadczą o tym wyniki testów nowego narzędzia dla zarządzania jakością powietrza, opracowanego w ramach projektu Unii Europejskiej URBAN-EXPOSURE, przeprowadzone w Oslo (Norwegia), Haifie (Izrael) oraz Katowicach.

### Wprowadzenie

W trosce o zrównoważony rozwój społeczeństw konsekwentnie realizowane są priorytety Unii Europejskiej zapisane w 6. Programie Ramowym Działań. Jednym z nich jest poprawa jakości powietrza. Chociaż generalnie

obserwuje się poprawę jakości powietrza, w dalszym ciągu niezbędne jest kontynuowanie wysiłków na rzecz utrzymania właściwego trendu. Jednakże dla niektórych zanieczyszczeń problem nadal istnieje, np. w przypadku pyłu lub ozonu w warstwie przyziemnej, obserwuje się narastający wpływ tych substancji na zdrowie wielu osób. W związku z dużą koncentracją źródeł emisji (ogrzewanie i chłodzenie budynków, transport i przemysł) oraz warunkami geograficznymi i klimatycznymi, nagromadzenie problemów występuje również w niektórych obszarach i miastach. Z tych powodów istnieje konieczność podjęcia przez władze lokalne i regionalne odpowiednich działań w celu redukcji wielkości emisji.

Wspólnota Europejska na wielu poziomach dąży do zminimalizowania zagrożenia ludzi związanego z zanieczyszczeniem powietrza: poprzez prawo Unii Europejskiej, pracę na szczeblu międzynarodowym w celu zredukowania zanieczyszczeń transgranicznych, współpracę z sektorami odpowiedzialnymi za zanieczyszczenie powietrza, krajowymi i regionalnymi władzami oraz organizacjami pozarządowymi, a także przez prowadzenie działalności badawczej.

Jednym z nowych priorytetów zapisanych w programie tematycznym "Środowisko a Zdrowie" są Studia i badania nad problemem jakości powietrza w pomieszczeniach oraz nad ich wpływem na zdrowie w celu zidentyfikowania priorytetów oraz oceny potrzeb utworzenia strategii wspólnotowej i planów działania w tym zakresie. W odniesieniu do jakości powietrza w pomieszczeniach istnieje potrzeba przeglądu dotychczasowej wiedzy i podjęcia badań, a także zgromadzenia informacji, aby lepiej zrozumieć problem, ustalić priorytety oraz ocenić potrzeby działania na poziomie UE. Z jednej strony problem ten odnosi się do jakości powietrza atmosferycznego, która jest przedmiotem działań podanych powyżej, z drugiej zaś wiąże się także z uwalnianiem substancji chemicznych stosowanych w produktach takich jak dywany, kleje, farby i inne materiały konstrukcyjne. Stopniowo nastąpi wyjaśnienie tych zagadnień oraz ustalenie priorytetów, które będą musiały zostać powiązane z inicjatywami Krajów Członkowskich dotyczącymi Zintegrowanej Polityki Produktowej oraz ze zweryfikowaną Polityką Wspólnoty dotyczącą Chemikaliów.

Komisja Europejska wypełniając zadania związane z prowa-

dzeniem działalności badawczej w ramach nowych priorytetów naukowych finansuje wiele projektów, których wyniki powinny stopniowo przybliżać ocenę jakości powietrza w pomieszczeniach i związane z tym narażenie zdrowia ludności, przykładem jest projekt badawczy URBAN-EXPOSURE (EVK4-CT-2002-00090).

### Cele i zadania projektu

Głównym celem projektu było dokonanie analizy ilościowej całkowitego narażenia człowieka na zanieczyszczenia powietrza oraz zanieczyszczenia produktami ubocznymi procesu chlorowania wody do picia w niektórych europejskich obszarach miejskich. To wspólne przedsięwzięcie obejmowało dwie najważniejsze ścieżki ekspozycji/drogi narażenia człowieka: wdychanie oraz absorpcję przez skórę. Projekt miał na celu opracowanie naukowych metod oceny narażenia wraz z wielofazowym modelowaniem systemu zarządzania środowiskiem dla znalezienia lepszych rozwiązań w zakresie zmniejszenia niekorzystnego wpływu substancji zanieczyszczających powietrze, w tym produktów ubocznych procesu dezynfekcji wody do spożycia, a tym samym – poprawę warunków życia ludności w środowisku miejskim w Europie.

Do realizacji tego projektu zdefiniowane zostały następujące zadania:

- opracowanie, przetestowanie oraz wdrożenie najnowszych narzędzi do identyfikacji oraz analizy ilościowej całkowitego narażenia człowieka na zanie-

czyszczenia powietrza w środowisku miejskim oraz użytkowania wody w gospodarstwach domowych,

- stworzenie zintegrowanej bazy danych umożliwiającej ocenę narażenia na zanieczyszczenie powietrza w środowisku miejskim w Europie oraz charakterystykę narażenia człowieka w przypadku wdychania zanieczyszczeń w pomieszczeniach zamkniętych oraz na zewnątrz, a także w wyniku absorpcji przez skórę. Dane te, w połączeniu z pomiarami meteorologicznymi, ułatwią określenie wpływu zanieczyszczeń powietrza utrzymujących się na zewnątrz na narażenie człowieka w pomieszczeniach zamkniętych. W projekcie wykorzystuje się wszelkie dostępne informacje uzyskane w poprzednich badaniach, w celu dokonania charakterystyki narażenia człowieka w skali europejskiej,
- przeprowadzenie oceny ryzyka w przypadku populacji miejskich na terenie Europy w zakresie dozymetrii wdychania oraz absorpcji przez skórę. Otrzymane wyniki będą pomocne przy opracowywaniu ekonomicznie opłacalnych strategii redukcji narażenia na zanieczyszczenia, a tym samym – ochrony zdrowia człowieka,
- połączenie narażenia człowieka na pyły i różnego rodzaju zanieczyszczenia gazowe znajdujące się w pomieszczeniach zamkniętych z modelem mechanicznego i fizjologicznego wdychania oraz badaniami nad wchłanianiem przez skórę.

Opracowywany aktualnie dozymetryczny model mechanicznego wdychania pyłów i zanieczyszczeń gazowych znajdzie zastosowanie przy dokonywaniu zintegrowanej oceny i analizy narażenia. Ponieważ pyły znajdujące się w pomieszczeniach zamkniętych oraz na zewnątrz posiadają różne właściwości fizyczne, istotne jest zrozumienie, jaki wpływ mają powyższe różnice na układ oddechowy człowieka i dawkę wewnętrzną / wprowadzoną do organizmu,

- zastosowanie badań modelowych, prowadzonych w ramach projektu, w celu zademonstrowania funkcjonalności (studium aktualności) wyników pomiarów uzyskanych w poprzednich badaniach,
- włączenie narzędzi modelowania narażenia do najnowszego systemu zarządzania jakością powietrza w celu zademonstrowania możliwości badania narażenia człowieka w środowisku miejskim służbom kierowniczym i administracyjnym, władzom lokalnym, kręgom społecznym i biznesowym,
- aktywne zaangażowanie władz miejskich i organizacji społecznych w stosowanie systemu zarządzania jakością powietrza wraz z modułami szacowania narażenia; badania demonstracyjne w środowiskach miejskich na terenie Europy. Społeczeństwo zostanie zapoznane z możliwościami systemu zarządzania narażeniem/ryzykiem i poinformowane o drogach narażenia w środowiskach miejskich na terenie Europy.

## Wyniki

W trakcie trzyletnich badań i prac międzynarodowego konsorcjum opracowane zostały trzy moduły pozwalające na:

- szacowanie stężeń pyłu PM10, PM2,5 i PM1 w pomieszczeniach,
- szacowanie godzinowej dawki frakcji PM wchłanianej do organizmu drogą inhalacyjną,
- szacowanie godzinowej dawki chloroformu wchłanianej do organizmu drogą inhalacyjną i przez skórę.

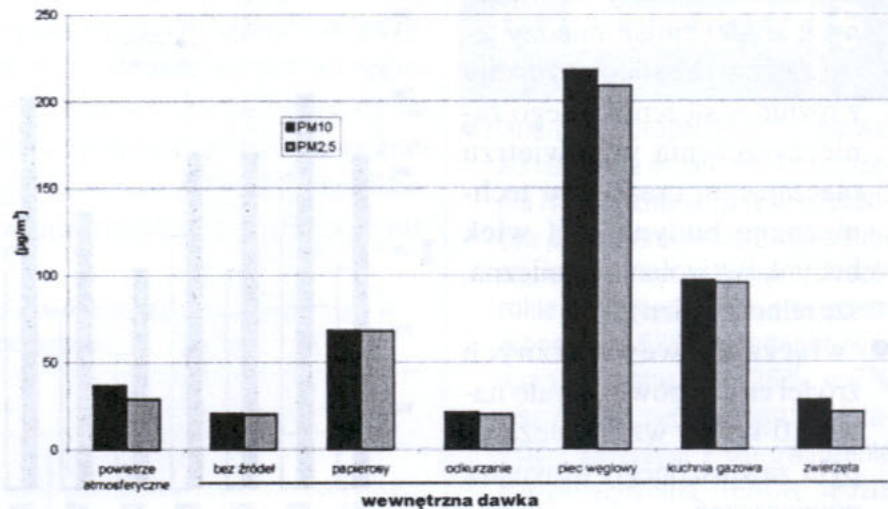
Moduły te zostały zintegrowane z systemem zarządzania jakością powietrza AirQUIS, co umożliwia szacowanie dobowej dawki analizowanych zanieczyszczeń przez mieszkańców poruszających się na terenie miasta w ciągu dnia, a narażonych na stężenia pyłów w powietrzu otaczającym, w środkach transportu, w pomieszczeniach biurowych, szkołach, przedszkolach, a także na terenach rekreacyjnych.

Testowanie opracowanego narzędzia przeprowadzono w Oslo (Norwegia), Haifie (Izrael) oraz w Katowicach.

Wykonane przez Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych testy modułu narażenia dla Katowic obejmowały:

- badania wymiany powietrza pomiędzy otoczeniem a pomieszczeniami zamkniętymi,
- badania składu frakcyjnego pyłu zawieszonego w powietrzu otaczającym oraz w pomieszczeniach zamkniętych,
- badania wpływu różnych wewnętrznych źródeł emisji na poziom stężeń poszczegól-

Rys. 1. Wpływ wewnętrznych źródeł na stężenie pyłu PM10 i PM2,5 w pomieszczeniach.



nych frakcji pyłu w pomieszczeniach,

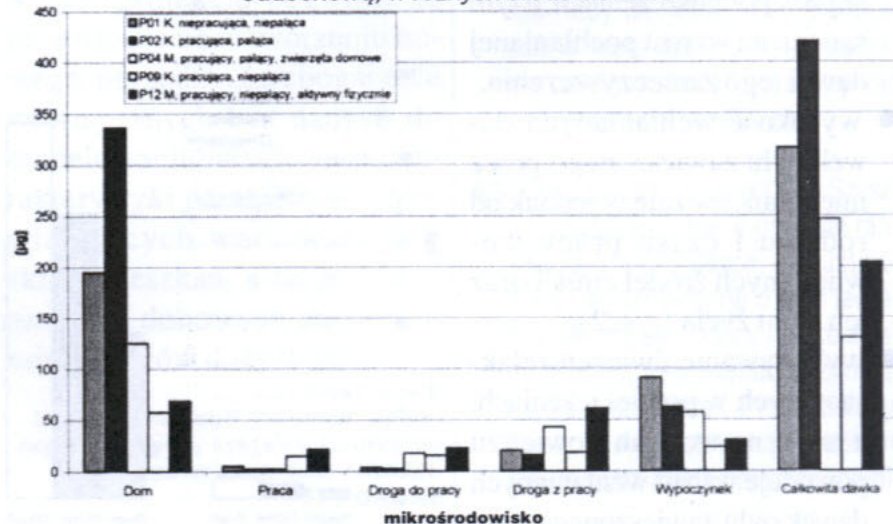
- określenie dawki pochłanianej pyłu przez różne grupy wiekowe mieszkańców Katowic, w zależności od ich miejsc pobytu w ciągu doby, rodzaju używanych środków transportu, uruchamianych wewnętrznych źródeł emisji pyłów (kuchnie gazowe, odkurzenie, piece grzewcze, obecność zwierząt) i stylu życia (palenie papierosów, miejsce i rodzaj ćwiczeń relaksacyjnych),

- wchłanianie chloroformu zawartego w wodzie wodociągowej drogą oddechową i przez skórę podczas używania prysznicza, kąpieli w wannie i korzystania z basenu.

Wynik uzyskane dla wszystkich trzech miast w trakcie testu modułu szacowania narażenia wykazały jednoznacznie, że:

- bez wewnętrznych źródeł emisji stężenia pyłu zawieszonego wewnątrz pomieszczeń są od 40–70% niższe od stężeń w powietrzu otaczającym (rys. 1),
- różnice w poziomie stężeń pyłu

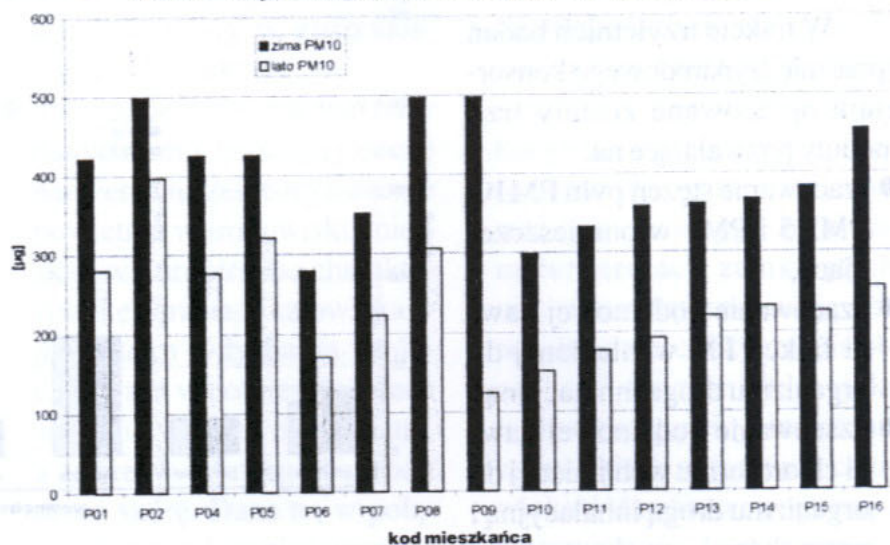
Rys. 2. Dobowa dawka pyłu PM10 wchłaniane do organizmu drogą oddechową, w różnych środowiskach.



zawieszonego wewnątrz pomieszczeń bez pracy wewnętrznych źródeł emisji między testowanymi miastami wynikały z różnic w stężeniach tego zanieczyszczenia w powietrzu otaczającym oraz stanu technicznego budynków ( wiek budynków, izolacja termiczna, szczelność okien),

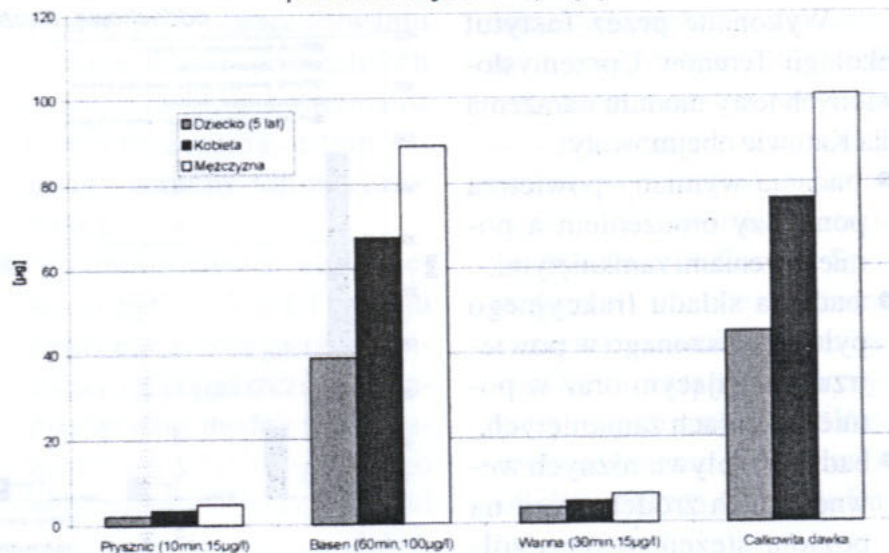
- włączanie wewnętrznych źródeł emisji powodowało nawet 10-krotny wzrost stężenia pyłu zawieszonego wewnątrz pomieszczeń,
- największy wpływ na kształtowanie poziomu stężeń pyłu zawieszonego wewnątrz pomieszczeń, a tym samym na wchłanianie dawki tego zanieczyszczenia, mają piece węglowe (rys. 1),
- nieco mniejszy wpływ na poziom stężeń pyłu zawieszonego wewnątrz pomieszczeń, a tym samym na wchłanianie dawki tego zanieczyszczenia, ma palenie papierosów, a następnie praca kucharki gazowej (rys. 1),
- również obecność zwierząt w pomieszczeniach wpływa na ponad półtorakrotny wzrost poziomu stężeń pyłu zawieszonego w pomieszczeniach, a tym samym na wzrost pochłanianej dawki tego zanieczyszczenia,
- wysokość wchłanianych dawek pyłu zawieszonego przez mieszkańców zależy jednak od rodzaju i czasu pracy wewnętrznych źródeł emisji oraz ich stylu życia (rys. 2),
- wykonywanie ćwiczeń relaksacyjnych w pomieszczeniach, a także na wolnym powietrzu powoduje wzrost wchłanianych dawek pyłu zawieszonego,

Rys. 3. Zróżnicowanie sezonowe (zima-lato) dobowej dawki PM10 wchłanianej przez grupę testową mieszkańców Katowic.



- dorośli mieszkańcy narażeni są na pochłanianie większych dawek pyłów (rys. 3), spośród dorosłych mieszkańców miast bardziej narażeni na wchłanianie pyłów są mężczyźni,
- kobiety, młodzież i dzieci z racji fizjologicznych właściwości organizmów są narażeni na mniejsze dawki pochłanianego pyłu zawieszonego, niezależnie od miejsca zamieszkania, rodzaju i czasu pracy wewnętrznych źródeł emisji oraz stylu życia w porównaniu do męskiej części populacji,
- zawarty w wodzie wodociągowej chloroform jest wchłaniany zarówno drogą inhalacyjną, jak i przez skórę podczas czynności higienicznych oraz rekreacyjnych (rys. 4),
- główną drogą narażenia na chloroform zawarty w wodzie jest system oddechowy (rys. 5),
- zarówno podczas kąpieli pod prysznicem, w wannie, jak i w czasie korzystania z pływalni droga inhalacyjna ma zasadniczy udział w dobowej dawce chloroformu dostarczanej organizmowi,

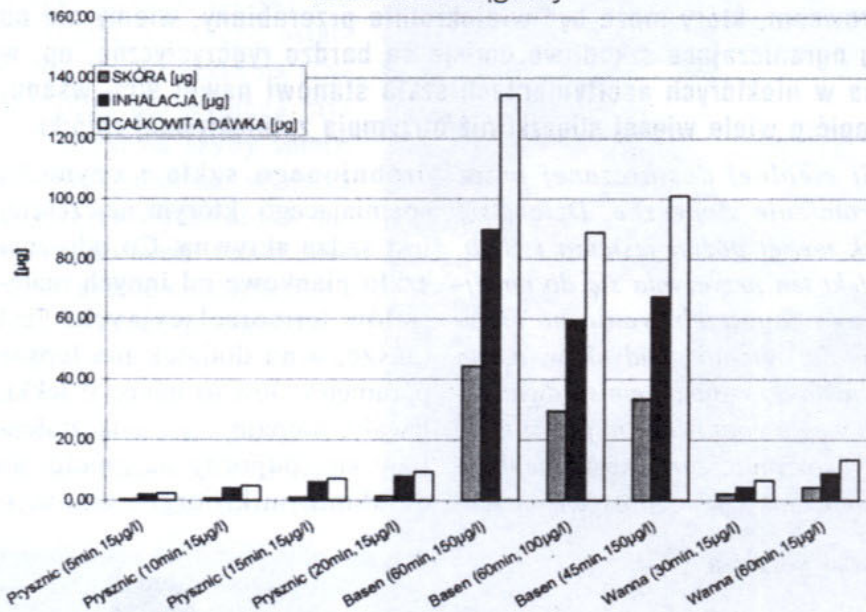
Rys. 4. Zmienność wchłanianej dawki chloroformu w zależności od wieku i płci oraz miejsca ekspozycji.



- wysokość dobowej dawki chloroformu dla organizmu zależy od stężenia tego zanieczyszczenia w wodzie wodociągowej, czasu, w którym organizm był poddany działaniu tego zanieczyszczenia, zarówno poprzez inhalację, jak

trza atmosferycznego. Skoro więc wymierne stają się efekty realizowanych strategii międzynarodowych, krajowych i regionalnych w zakresie poprawy jakości powietrza atmosferycznego, konieczne jest zintensyfikowanie działań, przede wszyst-

Rys. 5. Drogi wchłaniania i wielkość dawki chloroformu zawartego w wodzie wodociągowej.



i przez skórę, a także od wieku i płci mieszkańca.

Opracowane w ramach projektu narzędzie wspomagające procesy zarządzania jakością powietrza powinno być doskonałe przede wszystkim w kierunku poszerzenia listy zanieczyszczeń do szacowania dawek wchłanianych do organizmu, a także rozszerzenia charakterystyk wewnętrznych źródeł emisji.

Niemniej z przeprowadzonych w ramach projektu UE URBAN-EXPOSURE badań już obecnie wynika, że jakość powietrza w pomieszczeniach zamkniętych może w większym stopniu wpływać na narażenie zdrowia ludzi niż jakość powie-

kim podnoszenie świadomości społeczeństwa dotyczącej odpowiedzialności za jakość powietrza w pomieszczeniach, a także znaczenia stylu życia w narażeniu własnego zdrowia.

Udział polskiego partnera w tym projekcie pozwolił na uczestniczenie w tworzeniu nowego narzędzia, wzbogacenie wewnętrznych baz danych do modelowania narażenia o charakterystyki parametrów odpowiadających warunkom polskich mieszkań, a także o scenariusze dobowych zachowań mieszkańców dużych miast.

**Janina Fudała**  
Instytut Ekologii Terenów Przemysłowych, krajowy koordynator prac w projekcie URBAN-EXPOSURE

## ekoserwis

- Parlament Europejski zaakceptował 23 listopada projekt Rozporządzenia REACH zmuszający producentów do rejestracji i testowania substancji chemicznych mających szerokie zastosowanie. Za przyjęciem głosowało 67% eurodeputowanych, przeciw było 26%, a 7% wstrzymało się od głosu. Podstawową korzyścią z wprowadzenia Rozporządzenia REACH będzie stworzenie jednolitego systemu rejestracji substancji chemicznych, których produkcja przekracza w danym przedsiębiorstwie 1 tonę rocznie. Oprócz tego przedsiębiorstwa z branży chemicznej będą zobowiązane do przetestowania i dostarczenia informacji na temat konkretnych substancji. Jest to o tyle ważne, iż większość z obecnych na rynku ponad 100 tys. środków chemicznych nie została sprawdzona pod kątem długoterminowego oddziaływania. W całej sprawie kontrowersyjne wydaje się, że jedna substancja będzie zarejestrowana tylko raz, co w praktyce oznacza konieczność ujawniania informacji konkurencji. Kolejnym etapem zatwierdzania Rozporządzenia REACH będzie osiągnięcie porozumienia przez państwa członkowskie w ramach obrad Rady UE. Jeśli wszystko pójdzie w miarę dobrze, Rozporządzenie powinno zacząć obowiązywać pod koniec przyszłego roku.

- Minister środowiska prof. Jan Szyszko oddalił wniosek o odstrzał rannego żurbra z Puszczy Augustowskiej i wydał decyzję o jego leczeniu. Młody ok. 7-letni i dziko żyjący żubr najprawdopodobniej odłączył się od stada. Przemierzając Puszcę Augustowską wpadł we wnyki zastawione przez kłusowni-

cd. na str. 34