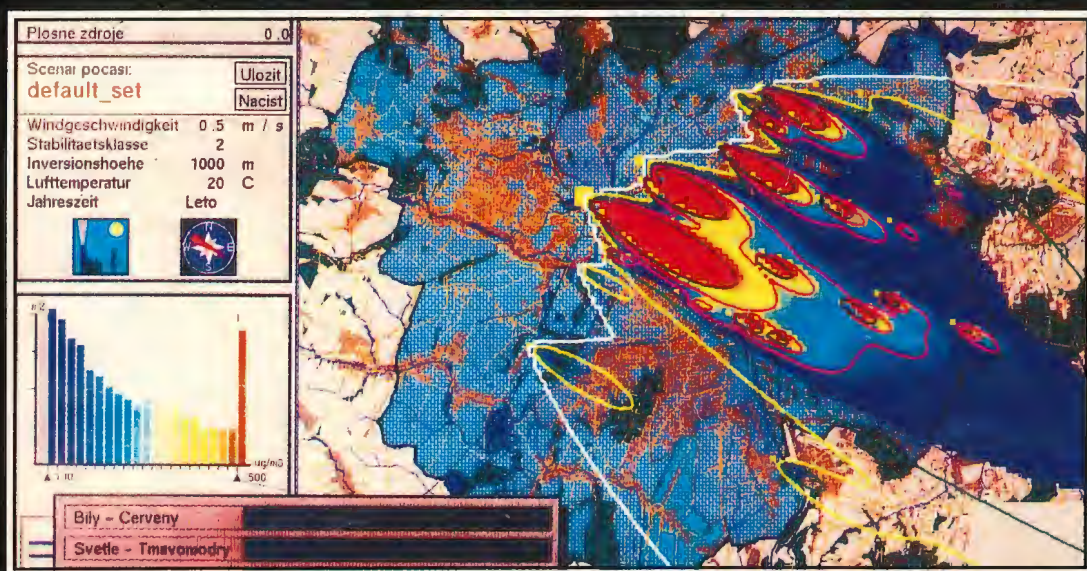


* Polski Zespół ds. Współpracy z IIASA *
* Instytut Badań Systemowych PAN *

ANALIZA SYSTEMOWA I JEJ ZASTOSOWANIA



INTERDYSCYPLINARNOSC * DEMOGRAFIA * PRZEKSZTALCENIA
GOSPODARCZE * SRODOWISKO * LASY * ENERGETYKA *
ZASOBY WODNE * METODY I TECHNIKI SYSTEMOWE

*Materiały z konferencji "Dni Międzynarodowego Instytutu
Stosowanej Analizy Systemowej"*

Warszawa, Pałac Staszica, 20-21 kwietnia 1993

Redaktor
JAN W. OWSIŃSKI

* Polski Zespół ds. Współpracy z IIASA *
* Instytut Badań Systemowych PAN *

ANALIZA SYSTEMOWA I JEJ ZASTOSOWANIA

*Materiały z konferencji "Dni Międzynarodowego Instytutu
Stosowanej Analizy Systemowej"
Warszawa, Pałac Staszica, 20-21 kwietnia 1993*

Redaktor
JAN W. OWSIŃSKI

Warszawa, grudzień 1993

Niniejsza publikacja została wydana dzięki dofinansowaniu
przyznanemu przez Komitet Badań Naukowych

© Polska Akademia Nauk

ISBN 83 - 85847 - 25 - 1

Na okładce wykorzystano fragment postaci ekranu z jednego
z systemów oprogramowania przeznaczonych do celów
przestrzennej analizy środowiskowej, opracowanego w ramach projektu
IIASA - ZAAWANSOWANYCH ZASTOSOWAN KOMPUTEROWYCH
we współpracy z zespołem z IBS PAN w składzie:
P.Holnicki, A.Katuszko i A.Żochowski.

42859

Skład i opracowanie tekstu:
Dział Wydawniczy Instytutu Badań Systemowych PAN

Druk i oprawa: ZWP SYNPRESS, Łomianki, ul. Łąkowa 17
tel./fax 511-745

NOWOCZESNE ZASTOSOWANIA KOMPUTEROWE

Kurt Fedra i Elisabeth Weigkricht

*Międzynarodowy Instytut Stosowanej Analizy Systemów
Laxenburg, Austria*

Zagadnieniem, którym zajmuje się w IIASA grupa Nowoczesnych Zastosowań Komputerowych (dalej odwoływać się będziemy do angielskiego skrótu ACA - Advanced Computer Applications), jest rozdziew pomiędzy ciągle rosnącym skomplikowaniem i objętością informacji naukowej i technicznej odnoszącej się do wielkich systemów społeczno-technicznych i środowiskowych, a wymaganiami w zakresie informacji na poziomie planowania strategicznego i tworzenia polityk. Grupa ACA zajmuje się tworzeniem i wdrażaniem łatwych w obsłudze, lecz naukowo głęboko uzasadnionych, narzędzi i systemów oprogramowania, których zadaniem jest likwidacja wspomnianego rozdziewu poprzez wykorzystanie szybkiego rozwoju technologii i techniki komputerowej. Od 1985 ACA opracowywała narzędzia komputerowe i pakiety oprogramowania, które łączą w sobie modele, systemy informacji geograficznej (SIG), metody wspomaganie decyzji i systemów eksperckich, a także wyrafinowane metody prezentacji graficznej.

W niniejszym referacie opisane są niektóre z bieżących prac ACA dotyczące modeli środowiskowych oraz systemów wspomaganie decyzji w dziedzinach ochrony wody i powietrza, a także ryzyka. Jakkolwiek zakres zastosowań jest bardzo szeroki, podejmowane prace mają wiele wspólnego: współpracę z rzeczywistymi użytkownikami i klientami na całym świecie; integrację wielu źródeł informacji oraz aktualnie najlepszych narzędzi; dialogowy sposób obsługi, który pozwala użytkownikowi skon-

centrować się na rozwiązywanym problemie raczej niż na technicznej stronie zarządzania zbiorami danych; zaawansowane metody prezentacji graficznej pozwalające użytkownikowi na oglądanie i rozumienie sytuacji w jednej chwili; a w końcu i wbudowany element "inteligencji", który dodaje wiedzę ekspertów do możliwości programowych.

Modelowanie i zarządzanie w dziedzinie jakości powietrza

Zanieczyszczenie powietrza jest zagadnieniem występującym w wielu regionach, a zwłaszcza w wielkich miastach i ośrodkach przemysłowych. Metody stosowanej analizy systemów mogą pomóc w projektowaniu sprawnych, efektywnych kosztowo strategii kontroli zanieczyszczeń. Grupa ACA opracowała i wdrożyła modele jakości powietrza atmosferycznego oraz odpowiednie systemy informacyjne w wielu miejscach na świecie. Zgodnie z podejściem przyjętym w ACA, wszystkie modele cząstkowe (podmodele) oraz inne składniki systemu są wbudowywane w interaktywny (dialogowy) system informacji graficznej opracowany dla użytkowników z niewielkim lub żadnym doświadczeniem komputerowym.

Sercem każdego systemu jest pewien model jakości powietrza. Jest to zazwyczaj zmodyfikowana wersja jakiegoś wypróbowanego, łatwo dostępnego modelu, takiego na przykład jak jeden z serii UNAMAP modeli dostępnych z amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska. ACA pracuje z ostatecznym użytkownikiem, tak, aby dopasować model do konkretnego zastosowania. Każdy z systemów informacyjnych dotyczących jakości powietrza atmosferycznego zawiera system informacji geograficznej oraz wykaz źródeł zanieczyszczeń. Wykaz ten może być z łatwością redagowany przy pomocy systemu eksperckiego, który pomaga użytkownikom ocenić różne parametry, a zwłaszcza emisję zanieczyszczeń. Jest to szczególnie przydatne w przypadku źródeł, dla których nie ma pomiarów. Każdy system zawiera także kilka opcji graficznych do przedstawiania i analizy wyników modelu.

Mogą być także uwzględnione inne składniki, w zależności od potrzeb użytkownika. Wbudowane narzędzia optymalizacyjne, dla przykładu, mogą pomóc użytkownikom w zaprojektowaniu rozwiązań o minimalnym koszcie zapewnienia spełniania norm środowiskowych, lub w zaprojektowaniu najefektywniejszej strategii inwestycyjnej dla zadanego budżetu. Moduł dyskretnej (nieciągłej) optymalizacji wielokryterialnej pomaga użytkownikom w znajdowaniu rozwiązań kompromisowych w przypadku rozpatrywania celów pozostających we wzajemnym konflikcie i wielu

ograniczeń. Składniki: symulacyjny i optymalizacyjny mogą być użytkowane interaktywnie (dialogowo).

Pierwszy model jakości powietrza zbudowany przez grupę ACA był częścią regionalnego systemu planowania rozwoju przemysłowego dla prowincji Shanxi w Chińskiej Republice Ludowej. System wspomaganie decyzji w prowincji Shanxi zawiera wielokryterialny model optymalizacyjny do celów bilansowania możliwości produkcyjnych oraz system ekspercki do identyfikowania ewentualnych lokalizacji działalności przemysłowej. Dołączono do tego prosty gaussowski model zanieczyszczeń powietrza opracowany na podstawie modelu Kompleksowych Źródeł Przemysłowych (angielski skrót: ISC, od Industrial Source Complex) z amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska. Zmodyfikowany model ISC używany jest do przetwarzania danych o technologiach przemysłowych i scenariuszach produkcji na informacje o wpływie na środowisko, dostarczając planistom i decydom dodatkowych kryteriów do oceny różnych możliwych strategii rozwoju.

W roku 1989 model ISC został zaadaptowany przez ACA we współpracy z Instytutem Badawczym Kontroli Zanieczyszczeń w Hardwar w Indiach, i użyty do wyznaczenia normatywnych poziomów zanieczyszczeń i innych regulacji prawnych w Indiach, a następnie do formalnych studiów oceny wpływu na środowisko (Environmental Impact Assessment Studies). Późniejsze wersje omawianego systemu zostały opracowane dla Wydziału Ochrony Środowiska miasta Wiednia, jak również dla holenderskiego Ministerstwa Budownictwa Mieszkaniowego, Planowania Przestrzennego i Środowiska do użytku w XENVISie, systemie informacyjnym o środowisku przeznaczonym do sporządzania ocen i zarządzania w sytuacji ryzyka związanego z niebezpiecznymi chemikaliami (do czego jeszcze wrócimy w niniejszym artykule).

Rozszerzona wersja tego modelu jakości powietrza, zawierająca system ekspercki, który pomaga użytkownikowi w ocenie wartości emisji na podstawie informacji o rodzajach źródeł, paliwach, poziomach produkcji lub wydatku energii, a także technologii kontroli emisji, zostanie wdrożona w północnych Czechach, w Ostrawie (Morawy).

ACA opracowuje również regionalny system informacyjny o jakości powietrza dla północnych Czech. Dla danej topografii terenu i dla danych statystyk dotyczących wiatrów w regionie, gaussowski model użyty w innych zastosowaniach musiał zostać zastąpiony przez inne, bardziej wyrafinowane narzędzie. We współpracy ze specjalistami z Instytutu Ba-

dań Systemowych PAN w Warszawie zaadaptowano dla północnych Czech model pierwotnie opracowany dla terenu Warszawy.* Ten system modeli może również optymalizować sterowanie emisją.

Zarządzanie basenami rzecznyymi

W ramach programu Wspólnot Europejskich pn. EUREKA (wspólne prace o charakterze zastosowaniowym, w znacznej mierze nakierowane na osiągnięcie takich wyników, które mogą być komercjalizowane) grupa ACA uczestniczy w projekcie mającym na celu opracowanie interaktywnego systemu oprogramowania do zarządzania basenami rzek (projekt EU487 EUREKA EVINET).

W projekcie tym współpracują naukowcy wspólnie z użytkownikami przemysłowymi. Po stronie naukowej mamy tutaj Uniwersytet z Newcastle upon Tyne z Wielkiej Brytanii, University College z Cork w Irlandii oraz Centrum IDEA na Uniwersytecie w Bolonii we Włoszech. Dwoma partnerami przemysłowymi są: Thames Water International z Wielkiej Brytanii oraz Ansaldo Spa z Włoch. Służą oni także jako prototypy ewentualnych innych partnerów przemysłowych. Praca w projekcie rozpoczęła się w roku 1992 i już w tym samym roku pierwsze, wstępne produkty współpracy zostały dostarczone do Thames Water.

Głównym tematem projektu jest środowiskowo uzasadnione zarządzanie zasobami wodnymi, z uwzględnieniem wód podziemnych, jezior, sztucznych zbiorników, rzek, ujść rzek oraz pobliskich morskich obszarów przybrzeżnych. System, lub - mówiąc poprawniej - każdy wariant systemu, ponieważ każdy użytkownik będzie miał dostosowaną do jego potrzeb wersję systemu - pozwoli użytkownikom na analizę szerokiego wachlarza zagadnień związanych z ilością i jakością wody. Między innymi, umożliwi on

- symulację zatrucia wody pitnej i projektowanie strategii oczyszczania,
- prognozowanie i planowanie przyszłego popytu na wodę w rolnictwie,

* Model ten, opracowany przez zespół z IBS PAN: P.Holnicki, A.Kałużko, A.Żochowski, opisany został, m.in. w Biuletynie IBS PAN, nr 1, czerwiec 1993 i w kwartalniku "Control and Cybernetics", nr 3, 1993 (przy. red.).

przemysle i gospodarstwach domowych,

- ocenę polityk w zakresie zarządzania i projektowanie lepszych uregulowań formalnych,

jak również

- ocenę wpływu wywieranego na środowisko przez proponowane inwestycje, takie jak nowe sztuczne zbiorniki, systemy nawadniania, tereny zielone, a także inwestycje miejskie i przemysłowe.

Zasadniczym wkładem ACA jest zaprojektowanie i realizacja ram systemu oraz programów dialogowych, a także opracowanie prototypów systemu. ACA jest też odpowiedzialna za opracowanie wybranych składników, takich jak model wód gruntowych oraz system ekspercki do celów oceny wpływu na środowisko. Dąży się do łatwości użytkowania, wysokiego stopnia integracji, "inteligentnej" grafiki komputerowej i analizy informacji.

Złożoność systemów rzecznych i zagadnień zarządzania wodą oznacza, że żaden jednolity system oprogramowania nie będzie się nadawał do wszystkich basenów rzek. Obrane podejście polega zatem na stworzeniu elastycznego, modularnego oprogramowania opartego na zestawie narzędzi, pozwalającym użytkownikowi na wybór modeli i instrumentów, które dadzą mu informację niezbędną do zarządzania jęgo systemem wodnym.

System został tak zaprojektowany, by mógł obejmować SIGi (Systemy Informacji Geograficznej, często używany skrót angielski: GIS, Geographic Information Systems), wielkie bazy danych, modele symulacyjne, systemy eksperckie, a także narzędzia do prezentacji graficznej z użyciem wyrafinowanych możliwości grafiki - a więc wszystkie elementy wspólne dla systemów opracowywanych przez grupę ACA. Kluczem jest stworzenie ram do zarządzania informacją, oraz komunikacji i integracji modeli, które pozwoliłyby użytkownikom na wymianę modeli lub dodanie nowych, bez poważnych modyfikacji systemu, pod warunkiem, że nowe składniki spełniają założenia i definicje podstawowe dla stworzonych ram systemowych.

Sercem systemu w projekcie EUREKI jest pewien SIG zrealizowany przy pomocy zestawu narzędzi ACA, z połączeniami do różnych baz danych i modeli. Obrazy satelitarne, takie jak Landsat TM dostarczają aktualnych danych synoptycznych do SIGu. Basen jest zdefiniowany przez modele cyfrowe opisujące współrzędne wysokości. Integracja tych danych z informacjami zaczerpniętymi z map glebowych i stacji hydro-

meteorologicznych daje bogatą bazę informacyjną do modelowania spływu powierzchniowego i rozpiływu, niepunktowych źródeł zanieczyszczeń oraz erozji.

Zamierza się dołączyć do tych ram baz danych i SIGów różne modele symulacji dynamicznej do analizy scenariuszy. W końcowej postaci system powinien zawierać zarówno narzędzia pochodzące z nauk przyrodniczych, takie jak modele cząstkowe (podmodele) opisujące rzeki czy zbiorniki, systemy wód gruntowych, ujścia rzek, czy przylegające przybrzeżne obszary morskie, jak też i narzędzia przeznaczone do analizy słabiej kwantyfikowalnych elementów społeczno-politycznych. Celem łączenia elementów pochodzących z nauk "ściślych" i "jakościowych" jest dostarczenie użytkownikom bardziej realistycznych perspektyw na zagrożenia i możliwe wybory, a także zachęcenie do bardziej zintegrowanego podejścia do zarządzania basenami rzecznyymi.

Elementy społeczne i pewne rozważania środowiskowe będą włączone przez zastosowanie techniki systemów eksperckich, wnioskowania opartego na regułach i wnioskowania jakościowego. Inne rodzaje narzędzi dołączone do modeli symulacyjnych pozwolą użytkownikom na dokonanie oceny bezpośrednich kosztów ekonomicznych i korzyści związanych z różnymi propozycjami inżynierskimi.

Ryzyko technologiczne i zdrowie ludzkie

Ryzyko dla systemów środowiskowych i zdrowia ludzkiego, wynikające z technologii, jest coraz większym problemem dla społeczeństw uprzemysłowionych. Osoby odpowiedzialne za planowanie, zarządzanie i regulacje prawne dotyczące operacji i substancji niosących ryzyko potrzebują narzędzi, które byłyby oparte na najwybitniejszych osiągnięciach naukowych.

Od roku 1985 grupa ACA opracowała kilka systemów oprogramowania dotyczących oceny ryzyka technologicznego. Pierwszy z tych systemów, opracowany w ramach kontraktu z Ośrodkiem Badawczym Komisji Wspólnot Europejskich w Isprie, we Włoszech, był prototypem do wykorzystywania w ramach regulacji prawnych związanych z Dyrektywą Seveso Wspólnot Europejskich i innych podobnych przepisów prawnych. System ten stanowił punkt startowy dla wielu innych projektów, włączając w to prototypowy system do oceny ryzyka transportowego dla regionu Górnej Normandii we Francji, opracowany we współpracy z francuskim

Narodowym Instytutem Badań Transportu i jego Bezpieczeństwa (Departament Ocen i Badań nad Wypadkami). Posłużył on także jako baza do XENVISa, opracowanego w ramach kontraktu z holenderskim Ministerstwem Budownictwa Mieszkaniowego, Planowania Przestrzennego i Środowiska.

XENVIS rozpoczęty został w roku 1986 jako studium nad interaktywną oceną ryzyka transportu chloru w Holandii. Od tego czasu jego zakres był wielokrotnie rozszerzany, powodując ewolucję XENVISa do interaktywnego systemu informacji i wspomagania decyzji, który może być stosowany do szerokiego zakresu zagadnień w Holandii, związanych z ryzykiem przemysłowym oraz zarządzaniem ryzykownymi operacjami i substancjami. Kontynuacja prac nad XENVISEm została ułatwiona przez modularne podejście projektowe, które pozwala na integrację poszczególnych dodawanych bloków. System został zaprojektowany do wspomagania funkcji Ministerstwa dotyczących zarządzania ryzykiem w ramach regulacji prawnych, zarówno narodowych jak i europejskich. Integruje on, w obrębie jednego wspólnego oprogramowania interaktywnego i graficznego SIG, kilka baz danych i modeli symulacyjnych.

SIG ułatwia dotarcie do wielu funkcji systemu: jeśli, na przykład, użytkownik chce informacji o długoterminowych układach pogody w danym obszarze, może przy pomocy "myszki" wskazać stację meteorologiczną w tym obszarze, a system wywoła odpowiednią informację. XENVIS pokazuje większość wyników analizy przy pomocy znanej formy map tematycznych.

Jednym z głównym elementom dodanych do XENVISa była baza danych o lokalizacjach przemysłu. Aby zapewnić ciągłość w dziedzinie oceny ryzyka, baza danych XENVISa została zbudowana na podstawie wielu baz danych używanych poprzednio w Ministerstwie. Dla każdej lokalizacji dostarcza on zazwyczaj ogólny opis, jak również szczegółowe informacje dotyczące bezpieczeństwa i przepisów prawnych, z uwzględnieniem nazwy, typu i miejsca zakładu, jego opisu, informacji na temat poprzednich ocen ryzyka, a także streszczenie informacji o ryzyku otrzymywanej z modułu SAFETI. Każda informacja jednostkowa zawiera również odpowiednie licencje, urządzenia odnoszące się do bezpieczeństwa, oraz niebezpieczne substancje magazynowane w każdej lokalizacji, z uwzględnieniem ilości i warunków składowania, a także skrót stanu kontroli bezpieczeństwa i licencji. Druga baza danych zawiera informacje o kilkuset substancjach niebezpiecznych. Strona informacji o każdej z tych substancji zawiera nazwę i synonimy, krótki opis chemiczny, wzór

chemiczny, odnośne przepisy itp. Zawiera ona ogólną informację, taką jak zapach, wygląd, możliwe skutki oddziaływania i pokazuje graficzny znak niebezpieczeństwa i kod niebezpiecznego związku chemicznego, używane przy oznaczaniu transportów. Dostarcza ona także tablicę z informacją na temat procesów przemysłowych i strumieni odpadów związanych z daną substancją, jak również tablice fizycznych i chemicznych własności i różnych aspektów toksyczności.

Obie bazy danych są powiązane z kilkoma modelami. W XENVISie istnieją obecnie: model rzeki, model zanieczyszczeń powietrza (patrz powyżej) i model transportu. Każdy z modeli uzupełnia pakiet oceny ryzyka SAFETI. I tak, na przykład, model transportu może być użyty do ustalenia "bezpiecznych" dróg łączących instalacje przemysłowe szosami lub koleją, minimalizujących odległość do przebycia lub stopień narażenia ludności mieszkającej wzdłuż trasy przewozu. Otrzymane drogi mogą być następnie poddane działaniu SAFETI w celu szczegółowej analizy ryzyka i, po przebyciu pełnego "obrotu" w systemie, mogą być znowu pokazane jako mapa tematyczna w SIGu.

* * *

Następne strony pokazują ilustracje do rodzajów informacji przekazywanych przez systemy oprogramowania opisane w tekście referatu.





KRATKODOBY MODEL SIMULACE KVALITY OVZDUSI

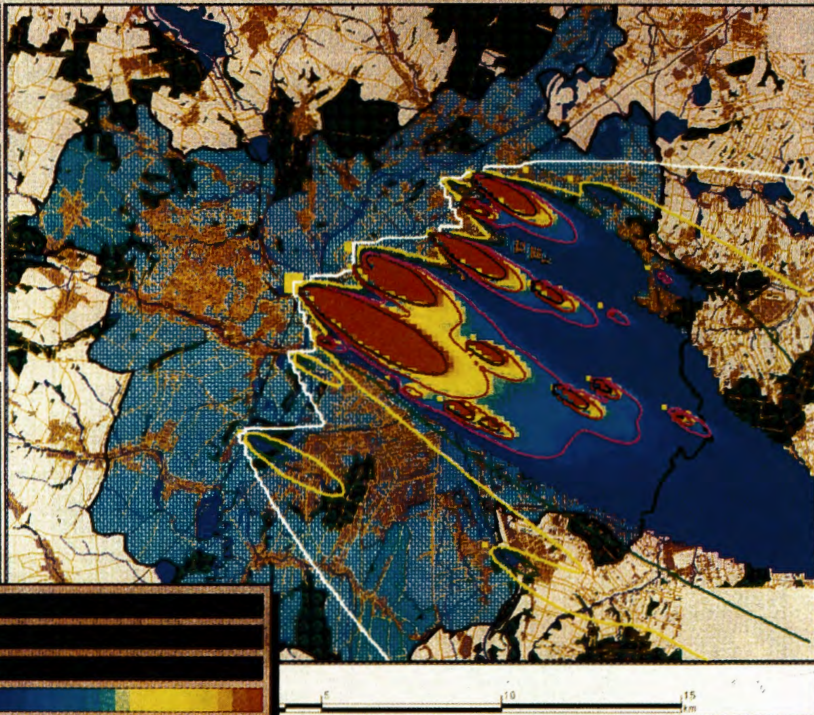
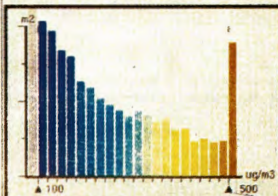
ACA IIASA

Emisni scenar:
 default_set

SO ₂	NO _x	Dust
Bodove zdroje (g / s)	491.7	
Plošne zdroje (g / s)	0.0	

Scenar počasí:
 default_set

Windgeschwindigkeit 0.5 m / s
 Stabilitätsklasse 2
 Inversionshoehe 1000 m
 Lufttemperatur 20 C
 Jahreszeit Leto



Bily - Cerveny

Svetle - Tmavomodry

Bily - Cervy

Dusle



leve tlačitko na myši vybírá příslušnou barevnou škálu,
 pravé ukončuje proces výběru



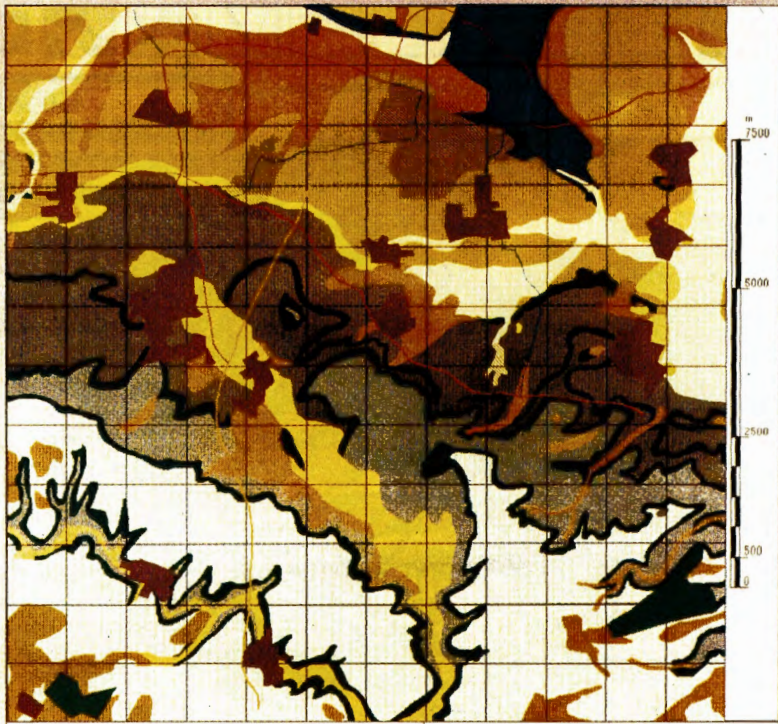
EUREKA! GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM



- ACTIVE**
- Current Well Set
 - B Roads
 - A Roads
 - Primary Routes
 - Kilometer Grid
 - Geology - Solid & Drift



- TOTAL**
- Kilometer Grid
 - Primary Routes
 - A Roads
 - B Roads
 - Woodlands
 - Large Urban Areas
 - Small Urban Areas
 - Concentration Field
 - Groundwater Head
 - Current Well Set
 - Current Pollutant Source Set
 - Current Observation Point Set



Thames Satellite Image: Vegetation © Raw data ESA/EURIMAGE

Kilometers Grid	Dual Carriage Primary Rte	Single Carriage A Rd	Single Carriage B Rd
Woodlands	Large Urban Area	Small Urban Area	Upper Chalk
Middle Chalk	Lower Chalk	Up Greensand	Gault

Select an Option or Pick overlay from list -->

Decay Rate per Day - Default Value: 0.00001

Question: What is the daily decay rate of the pollutant?

Very high	High	Medium	Low	Very low	None
-----------	------	--------	-----	----------	------

Range of Answers: Very high, High, Medium, Low, Very low, None

Values: 0.000000, 10.000000, 0.000000

0.30000

Concentration in mg/m3: 100.95

Day: 1 Hour: 0
Time Step: 6.0 h

Don't know, Abort, Confirm

Select an Option

IBS

ANALIZA SYSTEMOWA I JEJ ZASTOSOWANIE 42859 A

WPROWADZENIE

Leszek Kuźnicki
Peter E. de Jánosi
Miroslaw Mossakowski
Jan Owskiński

INTERDYSCYPLINARNOŚĆ

Nathan Keyfitz

DEMOGRAFIA

Christopher Prinz
Jerzy Z. Holzer

TRANSFORMACJA GOSPODARCZA

János Gács
Józef St. Zegar

ŚRODOWISKO I ZASOBY NATURALNE

Nebojša Nakićenović
Jacek Marecki
Janusz Cofała
Maciej Nowicki
Sten Nilsson
Andrzej Szujecki
Wojciech Galiński i Manfred Küppers
Laszlo Somlyódy
Zdzisław Kaczmarek

METODY I TECHNIKI SYSTEMOWE

Andrzej Ruszczyński
Marek Makowski
Andrzej P. Wierzbicki
Zdzisław Pawlak
Kurt Fedra i Elisabeth Weigkricht

ISBN 83 - 85847 - 25 - 1