

WEATHER DEPENDENT APPLICATION FOR MONITORING THE MUNICIPAL LANDFILLS

APLICAȚIE DE MONITORIZARE DEPENDENTA METEOROLOGIC A DEPOZITELOR DE DEȘEURI MUNICIPALE

Michaela Bianca SOPORAN*, Vasile Filip SOPORAN, Liviu NISTOR

*Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering,
103-105 Muncii Ave, Cluj-Napoca, Romania*

Abstract: Brief description of the monitoring optimization process of environmental factors present in closed municipal landfills. The process is used as a tool for weather forecasts relative to a certain area.

Keywords: monitoring, landfill, mathematical simulation.

Rezumat: Scurtă descriere a procesului de optimizare a monitorizării factorilor de mediu prezenți în depozitele de deșeuri municipale, proces utilizat ca instrument în prognozele meteorologice raportate la un anumit areal.

Cuvinte cheie: monitorizare, depozit, modelare matematică.

1. Introduction

Using mathematical simulation to create the critical areas of environmental factors in the development of municipal landfills and use them in the optimization monitoring process of landfills, includes the following:

- Designing the software application to determine the quantitative evolution of environmental factors;
- Software application optimization for different practical situations (experimentally known data);
- Optimized using the application in varying degrees of degradation of waste from landfills for extreme weather situations, to create critical space in the evolution of pollutants generated from the landfill;
- Use of critical space in the process of environmental factors optimizing monitoring of.

This type of monitoring is intended to be used as a tool in forecasts for dynamic evolution of environmental factors to a specific area, such as weather forecasting.

1. Introducere

Utilizarea modelării matematice pentru crearea spațiilor critice de evoluție a factorilor de mediu din depozitele de deșeuri municipale și folosirea acestora în cadrul procesului de optimizare a monitorizării depozitelor cuprinde următoarea abordare metodologică:

- conceperea aplicației informatice în vederea determinării cantitative a evoluției factorilor de mediu;
- optimizarea aplicației informatice pentru diferite situații practice date cunoscute pe cale experimentală;
- utilizarea aplicației informatice optimizate la diferite grade de degradare a deșeurilor din depozite pentru situațiile extreme ale condițiilor meteorologice, în vederea constituirii spațiului critic în evoluția poluanților generați de la nivelul depozitelor de deșeuri;
- folosirea spațiului critic în procesul de optimizare a monitorizării factorilor de mediu.

Această variantă de monitorizare se dorește a fi utilizată ca un instrument în prognozele de prezentare dinamică a evoluției factorilor de mediu, raportată la un anumit areal, asemănătoare prognozelor meteorologice.

2. Theoretical fundamentals

2.1. *Designing IT application development to determine environmental factors*

IT application construction preliminaries

2.1.1. The aim of application: determining the level of atmosphere pollutants from noncompliant landfills in specific situations, or for any other existing situation which is analyzed according to the state of activity of the waste mixture from the landfill.

2.1.2. The purpose of application: finding atmosphere pollutants distribution for specified cases in order to build static and dynamic maps of the environmental factors influence in the selected areas;

2.1.3. The fields of use for the application: current forecasts of areas that will be affected by pollutants generated from landfills, that can be used as a warning similar to weather forecasts; determination of areas with potential emergency situations, simulated by adverse climatic data input and by existing or simulated landfill activity conditions.

2.1.4. The application structure: the application is a result of numerical simulation of hydraulic phenomena and those related to pollutants diffusion in the atmosphere.

2.1.5. The input data of the application relates to the following:

2.1.5.1. *System's topology and morphology;*

2.1.5.2. *The atmospheric circulation states definition that are considered according to the target;*

2.1.5.3. *Positioning waste processing infrastructure and their effects on the environment.*

3. Materials and methods

3.1. *The calculation algorithm used in the application*

3.1.1.1. The output of wide potential application materialize by storing the results of numerical calculations in the speed expression, temperature and landfill gas concentration for

2. Fundamente teoretice

2.1. *Conceperarea aplicației informatice în vederea determinării evoluției factorilor de mediu*

Preliminariile construcției aplicației informatice

2.1.1. Obiectivul aplicației: determinarea poluanților din atmosferă la nivelul depozitelor neconforme de deșeuri în situațiile atmosferice limită specifice zonei analizate și pentru oricare altă situație existentă, acestea fiind analizate în funcție de starea de activitate a amestecului de deșeuri de la nivelul depozitului.

2.1.2. Scopul aplicației: cunoașterea distribuției poluanților la nivelul atmosferei pentru situațiile menționate în vederea construirii hărților statice și dinamice a influențării factorilor de mediu la nivelul zonelor de interes.

2.1.3. Domeniile de utilizare ale aplicației: previziuni curente asupra zonelor care vor fi afectate de poluanții generați de depozitele de deșeuri la nivelul spațiului care pot fi utilizate ca prognoze similare celor de atenționare meteorologică; determinarea zonelor afectate de potențialul unor situații de urgență care pot fi simulate prin datele de intrare ale fenomenelor meteorologice și cele ale stărilor de activitate existente sau simulate la nivelul depozitului.

2.1.4. Structura aplicației: aplicația este o rezultată a utilizării modelării numerice a fenomenelor hidraulice și a celor legate de difuzia poluanților la nivelul atmosferei.

2.1.5. Datele de intrare ale aplicației se referă la următoarele elemente:

2.1.5.1. *Topologia și morfologia sistemului analizat;*

2.1.5.2. *Definirea stărilor circulației atmosferice care sunt luate în considerare în funcție de obiectivul stabilit;*

2.1.5.3. *Poziționarea infrastructurii de procesare a deșeurilor și efectele acestora asupra mediului.*

3. Materiale și metode

3.1. *Algoritmul de calcul utilizat în cadrul aplicației*

3.1.1.1. Datele de ieșire ale aplicației se materializează la nivel potențial prin înmagazinarea rezultatelor calculelor numerice la nivelul exprimării vitezei, temperaturii și concentrației gazelor de depozit

elementary mesh structures. The results of process are in the output selective distribution maps, expressed by concentration in three possible forms: horizontally a certain height at a certain moment of the deployment process (at ground level or at a certain height); vertical a horizontal segment, having usually important areas in the process analysis; or time varying the concentration in one point (the chosen location is as a strategic objective).

3.2. Algorithmic construction stages

3.2.1.1. The selection and demarcation of the interest area (Cluj area and its adjacent zone, including Pata Rat non-compliant landfill);

3.2.1.2. Relief prefiguration of the interest zone (relief using data according http://www1.wetter3.de/Archiv/archiv_dwd.html);

3.2.1.3. Positioning waste processing infrastructure at the site of interest (in this case non-compliant waste landfill Pata Rat);

3.2.1.4. Meshing analysis and optimization by covering its major objectives (goals polluting strategic objectives);

3.2.1.5. Initialization of interest area by establishing the baseline physicaly wich is evidenced by the temperature, humidity, wind speed and direction distribution in the area analyzed and the boundary conditions at the interfaces areas that are reset periodically based on changes that occur within the system.

Note: Initialization digital data analysis values are taken from existing archive of Regional Meteorological Centre in Cluj-Napoca. Weather forecasts aimed:

- Atmospheric circulation at mean day level;
- Atmospheric circulation to the average level of the year (seasons);
- Major changes of atmospheric event;
- Extreme weather situations;
- Current values observed and measured at atmospheric circulation through global systems.

la nivelul structurilor elementare ale discretizării. La nivelul formelor concrete rezultatele din prelucrarea selectivă a datelor de ieșire sunt exprimate prin hărțile de distribuție a concentrației în trei forme posibile: pe orizontala unei anumite înălțimi la un anumit moment al desfășurării procesului (la nivelul solului sau la o anumită înălțime); pe verticala unui segment orizontal, cuprinzându-se de obicei zonele importante în analiza procesului; sau, variația concentrației unui punct în funcție de timp (locația unui obiectiv strategic se alege ca punct de reprezentare).

3.2. Etapele construcției algoritmice

3.2.1.1. Alegerea și delimitarea zonei de interes (zona Cluj și adiacentă acesteia prin cuprinderea depozitului neconform Pata Rât);

3.2.1.2. Prefigurarea reliefului din zona de interes (folosirea datelor de relief conform http://www1.wetter3.de/Archiv/archiv_dwd.html);

3.2.1.3. Poziționarea infrastructurii de procesare a deșeurilor la nivelul zonei de interes (în cazul de față depozitul neconform de deșeuri Pata Rât);

3.2.1.4. Discretizarea domeniului analizat și optimizarea acesteia prin cuprinderea obiectivelor importante (obiective poluatoare, obiective strategice);

3.2.1.5. Inițializarea zonei de interes prin stabilirea condițiilor inițiale, materializate fizic prin distribuția temperaturii, umidității, direcției și vitezei vântului pe arealul de influență în zona analizată și condițiile la limită la interfețele domeniului, care se reinițializează periodic în funcție de modificările care apar în cadrul sistemului.

Notă: Valorile de inițializare sunt preluate din analiza datelor numerice existente în arhiva Centrului Meteorologic Regional din Cluj-Napoca și din prognozele meteorologice carea vizează:

- circulația atmosferică la nivel mediu a unei zile;
- circulația atmosferică la nivelul mediu al unui an (anotimpuri);
- modificări majore de manifestare atmosferică;
- situații de vreme extremă;
- valori curente observate și măsurate la nivelul circulației atmosferice prin intermediul sistemelor globale.

3.2.1.6. Setting and enforcing emission intensity and composition of landfill gas as the initial condition to the existing mesh analyzed domain;

3.2.1.7. Implementation of calculation algorithm based on mathematical description of physical phenomena in the atmosphere carried by including pollutant dispersion (hydraulic phenomena, heat transfer and diffusion);

3.2.1.8. Setting frequency reset by imposing periodic boundary conditions with known trends data (historical data or forecasts data);

3.2.1.9. Performing calculations and data captures for results in terms of speed, temperature and concentration of landfill gas;

3.2.1.10. Building the interest maps (concentration distribution) by the following ways:

3.2.1.10.1. The concentration distribution in the horizontal plane to a certain height (from ground level or at a certain height above it);

3.2.1.10.2. Variation of concentration in a point of interest for a given time;

3.2.1.10.3. The concentration distribution in the vertical plane of a certain horizontal positioning.

3.2.1.11. Archiving and establishing a system for identifying critical states of pollutants evolution according to the meteorological parameters and emission levels (determined or evaluated);

3.2.1.12. Maps of risk construction quantifying the pollutants concentration distribution within the area of interest;

3.2.1.6. Stabilirea și impunerea ca și condiție inițială intensitatea emisiei gazelor de depozit și compoziția acestora, la nivelul discretizării existente a domeniului analizat;

3.2.1.7. Informatizarea algoritmului de calcul bazat pe descrierea fizico-matematică a fenomenelor desfășurate la nivelul atmosferei prin cuprinderea dispersiei poluanților (fenomene hidraulice, de transfer termic și de difuzie);

3.2.1.8. Stabilirea frecvenței de reinițializare prin impunerea periodică a condițiilor la limită cu datele evoluțiilor cunoscute (date istorice sau date legate de prognozele efectuate) a parametrilor utilizați;

3.2.1.9. Efectuarea calculelor și înmagazinarea rezultatelor acestora la nivelul vitezei, temperaturii și concentrației gazelor de depozit;

3.2.1.10. Construcția hărților de interes (distribuția concentrației) în următoarele variante:

3.2.1.10.1. Distribuția concentrației pe planul orizontal al unei anumite înălțimi (la nivelul solului sau la o anumită înălțime deasupra acestuia);

3.2.1.10.2. Variația concentrației într-un punct de interes pentru un interval de timp dat;

3.2.1.10.3. Distribuția concentrației pe planul vertical al unei anumite poziționări orizontale.

3.2.1.11. Arhivarea și stabilirea unui sistem de identificare stărilor critice de evoluție a poluanților în funcție de starea parametrilor meteorologici și a nivelului emisiilor determinate sau evaluate;

3.2.1.12. Construcția hărților de risc la nivelul cuantificării distribuției concentrației poluanților în cadrul zonei de interes;

3.3. Attempts to optimize the application for various practical situations.

3.3. Încercări de optimizare a aplicației pentru diferite situații practice

4. Conclusions

During the simulation work we tried to synthesize the case of the specific activity: phenomenological description of the process analyzed, the significance and prioritization of simulated phenomena, establishing the mathematical equations governing the conduct in phenomena analyzed, the construction and presentation of the numerical simulation activities.

4. Concluzii

În activitatea de modelare am încercat să sintetizăm cazul concret al activității specifice: descrierea fenomenologică a procesului analizat, stabilirea importanței și prioritizarea fenomenelor modelate, stabilirea ecuațiilor matematice care guvernează desfășurarea fenomenelor în contextul analizat, construcția modelului numeric și prezentarea rezultatelor activităților de modelare.

The main object of the study is to obtain a tool to analyze the atmosphere pollutants dispersion generated by landfill. The simulation equations are based on fundamental physical principles, expressed through relationships quantity of motion, conservation of mass, heat and humidity.

The dispersion of pollutants generated by non-compliant landfill Pata Rât, near Cluj-Napoca was done on a 158 km² area, considering the Earth's surface relief in the area.

The results of the simulation are useful for interpreting environmental data.

Basically, this method could be used for better locating landfills nearby cities in order to achieve the effects on residential areas and good functioning of strategic objectives.

Obiectul principal al studiului aplicativ de modelare este legat de realizarea unui instrument de analiză a dispersiei poluanților generați de rampa de deșeuri în atmosferă. Având în vedere precizările făcute, ecuațiile modelului se bazează pe principii fizice fundamentale, exprimate prin relații de conservare ale cantității de mișcare a masei, a căldurii și a umidității aerului.

Dispersia poluanților generați de depozitul neconform de deșeuri Pata Rât din apropierea municipiului Cluj-Napoca s-a făcut pe o arie de 158 km², ținându-se cont de cotele de relief ale suprafeței terestre din această zonă.

Rezultatele activității de modelare s-au materializat în date utile pentru interpretările de mediu care pot fi realizate.

Practic, această metodă ar putea fi utilizată și în cadrul studiilor de amplasare a depozitelor de deșeuri, cu scopul de a realiza în ce măsură sunt afectate zonele rezidențiale și funcționarea unor obiective strategice.

References

- [1] Vac (Soporan), M.B., Cercetări asupra optimizării procesului de monitorizare complexă a depozitelor de deșeuri, Program de cercetare PARTING, 2014;
- [2] Soporan, V.F., Nascutiu, L., Soporan, B., Pavai, C., Case studies of methane dispersion patterns and odor strength in vicinity of municipal solid waste landfill of Cluj-Napoca, Romania, using numerical modeling, Atmospheric Pollution Research, no.6, 2015, pp. 312 - 321;
- [3] Vac (Soporan), M.B., Soporan, V.F., Cocis, E.A., Batrinescu, G., Nemes, O., Gas Analysis of Municipal Landfill Emissions, Studia Universitatis Babes – Bolyai, seria Chemia LVII, 2012, pp23–30;
- [4] ***, Protocol contract de cercetare de tip Parteneriate, acronim VALENDEM, etapa a 2-a, Experimente preliminare pentru caracterizarea gazelor de depozit, UTC-N, (2009);
- [5] Markatos, N.C., Computational Fluid Flow Capabilities and Software, Ironmaking and Steelmaking, nr.4, vol.16, London U.K., 1989, pp.266-273;
- [6] Patankar, S.V., Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Taylor and Francis, New York, 1980;
- [7] http://www1.wetter3.de/Archiv/archiv_dwd.html;
- [8] Grigoras, G., Cuculeanu, V., Ene, G., Mocioaca, G., Deneanu, A., Air pollution dispersion modeling in a polluted industrial area of complex terrain from Romania, Romanian Reports in Physics 64, 2012, pp. 173–186;
- [9] Grigoras, G., Mocioaca, G., Air quality assessment in Craiova urban area, Romanian Reports in Physics 64, 2012, pp.768–787;
- [10] Cuna, C., Ardelean, P., Cuna, S., The analysis of atmospheric methane concentration in the Areal of Cluj, Studia Universitatis Babes–Bolyai, Physica XLVIII, 2003, pp. 565–567;
- [11] Soporan, V.F., Vamos, C., Pavai, C., Numerical Modeling of Solidification, Editura Dacia, Cluj–Napoca, 2003, pp. 89–197;
- [12] Vac (Soporan) M.B., Studii asupra degradării deșeurilor municipale și aprecieri ale activității fizico-chimice la nivelul depozitelor neconforme – teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2012;
- [13] Sandu, I., Pescaru, V.I., Poiana, I., The Climate of Romania, Editura Academiei, Bucuresti, 2008, pp. 171–187;

- [14] Hategan, R.M., Popita, G.E., Varga, I., Popovici, A., Frentiu, T., The heavy metals impact on surface water and soil in the non-sanitary municipal landfill "Pata Rat"– Cluj–Napoca, *Studia Universitatis Babes– Bolyai Chemia* 57, 2012, 119–126;
- [15] Haiduc, I., Beldean–Galea, M.S., Variation of greenhouse gases in urban areas – case study: CO₂, CO and CH₄ in three Romanian cities, in *Air Quality–Models and Applications*, edited by Popovic, D., INTech, UK, 2011, pp. 289–318;
- [16] Martilli, A., A two–dimensional numerical study of the impact of a city on atmospheric circulation and pollutant dispersion in a coastal environment, *Boundary–Layer Meteorology* 108, 2003, pp. 91–119.