

APLICAREA METODELOR STATISTICE PENTRU ANALIZA DEȘEURILOR PERICULOASE DIN UNITĂȚILE SANITARE

Drd. ing. Anișoara POPESCU
Ministerul Mediului și Pădurilor



REZUMAT. Lucrarea prezintă aplicații ale metodelor statistice de mediu pentru analiza cantităților de deșeuri periculoase, care sunt generate de către unitățile sanitare. Statistica contribuie la procesul de cunoaștere și fundamentare a deciziilor, elaborând metode pentru culegerea, analiza și interpretarea datelor sau informațiilor numerice. Datele sunt elemente esențiale în realizarea cunoașterii și în analizele statistice indispensabile proceselor decizionale pentru o dezvoltare durabilă. Delimitarea concretă a datelor de mediu este un procedeu complicat, generat, în special, de determinarea neclară a elementelor mediului. Astfel, complexitatea statisticii mediului este o provocare permanentă pentru specialiștii din domeniul mediului. Prezenta lucrare își propune stabilirea elementelor de bază ale statisticii deșeurilor medicale periculoase și alegerea unui cadru pentru organizarea sistemului statistic în funcție de tipul datelor și aspectele specifice mediului.

Cuvinte cheie: deșeuri periculoase, analiza statistică, unitate sanitară, statistica mediului, deșeuri medicale.

ABSTRACT: The paper presents applications of environmental statistical methods for analyzing quantities of hazardous wastes that are generated by health units. Statistics contribute to the knowledge process and base for decisions, developing methods for the collection, analysis and interpretation of numerical data. The data are essential in achieving the necessary knowledge and into statistical analysis for sustainable development decision-making processes. The practical demarcation of environmental data is a complicated process, especially generated by ambiguous determination of environmental features. Thus, the complexity of environmental statistics is a constant challenge for environmental experts. This paper aims to establish basic elements of health care waste statistics and choosing a statistical framework, depending on the type of data and specific environmental issues.

Key words: hazardous waste, statistical analysis, sanitary units, environmental statistics, health-care waste.

1. CONSIDERAȚII GENERALE

Statisticile privind generarea și gestionarea deșeurilor provenind de la toate unitățile sanitare sunt necesare pentru monitorizarea implementării politicilor în domeniul deșeurilor medicale.[5] Procesul statistic cuprinde toate activitățile necesare colectării de date, procesării, stocării, analizei și respectiv a diseminării datelor statistice.

Datele de mediu se pot organiza pe mai multe straturi (figura 1), ca într-o piramidă cu o bază foarte largă. Baza piramidei este formată din datele primare, iar vârful este reprezentat de indicatorii foarte puternic agregați. [3]

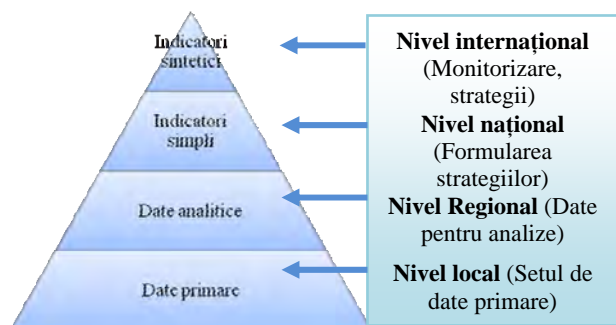


Fig. 1. Piramida informațională.

Cele patru straturi ale piramidei corespund nevoilor informaționale la nivel local, regional, național și internațional. Datele primare, ce formează baza piramidei sunt pe cât de voluminoase pe atât de detaliate și corespund situației dintr-o unitate sanitară.

Cel de-al doilea nivel al piramidei este constituit din date analitice, care sunt obținute prin consolidarea datelor primare (de exemplu mediile anuale, măsurători ale variației și totalul pentru fiecare parametru al deșeurilor).

La cel de-al treilea și al patrulea nivel de agregare, indicatorii simpli și sintetici de mediu sunt construiți pe baza datelor primare și analitice. De exemplu, cantitatea de deșeuri infecțioase generate de un spital municipal, poate fi de interes ca informație pentru autoritățile locale, dar aproape inutilă pentru autoritățile de la nivel național. Cei care realizează strategii naționale pot avea nevoie, de exemplu, de o estimare a cantității de deșeuri infecțioase raportată la numărul de paturi, la nivelul unui județ. În concluzie, datele primare și analitice de pe primele două niveluri ale piramidei trebuie utilizate și agregate astfel încât să poată folosi nevoilor decizionale ale autorităților naționale și formulării strategiilor la nivel mondial.

În prezenta lucrare se exemplifică metoda de grupare a datelor culese din teren și utilizate pentru analiza și prelucrarea datelor.

2. PROBLEMATICĂ

Modalitatea de culegere a datelor prezintă o serie de neajunsuri, atât în România cât și în lume [3]:

- orientarea fluxului de date pe principiul bottom-up conduce la o greutate în asigurarea calității datelor;
- existența mai multor instituții care activează în domeniul mediului, organizații ale căror responsabilități nu sunt clar definite și generează mai multe structuri de procesare a datelor de mediu, iar informația de mediu pe care o furnizează este uneori incompletă sau redundantă;
- lipsa referinței geografice împiedică folosirea datelor pentru simulări și integrări în diferite domenii specifice: apă, aer, sol, biodiversitate.

3. STATISTICA DATELOR DE MEDIU

Unitățile sanitare generează atât deșuri nepericuloase, asimilabile cu deșeurile menajere, cât și deșuri medicale periculoase, care expun populația la riscuri de îmbolnăvire. Datele privind cantitățile de deșuri generate sunt înregistrate prin intermediul metodelor de culegere a datelor, și reprezintă valorile individuale ale caracteristicilor precizate în programul de cercetare. De regulă, valorile individuale culese prezintă mari variații de la o unitate la alta, motiv pentru care datele culese în formă brută nu pot permite cunoașterea formei de manifestare a fenomenelor studiate sau a legăturilor existente între unitățile colectivității.

Totalitatea tipurilor de deșuri observate pot proveni din eșantionarea unei unități sanitare (în cazul unui sondaj) sau poate fi vorba de sistemul întreg de unități sanitare. [3]

Asupra tipurilor de deșuri se poate stabili un anumit număr de caracteristici: cantitative și calitative (calitativ ordinal și calitativ nominal). O caracteristică este *cantitativă* atunci când ia valori pe o scară numerică și asupra cărora pot fi efectuate operațiile algebrice obișnuite: adunarea, înmulțirea cu o valoare constantă, calcularea mediei etc.

O caracteristică este *calitativă* în cazul în care are modalități nenumerice. Datele calitative nominale sunt grupate ținând seama de valorile caracteristicilor studiate. Fiecărei modalități “*i*” a caracteristicii studiate *i* se pot asocia: frecvența n_i , frecvența relativă f_i ; procentul p_i ; repartiția frecvențelor; repartiția frecvențelor relative.

Pentru datele calitative ordinale se calculează frecvențele, frecvențele relative, procentele. Dacă se ordonează crescător sau descrescător valorile seriei, mai pot fi calculați o serie de indicatori de sinteză, cum sunt: mediana m_e ; cuartilele q ; funcția de repartiție a frecvențelor cumulate. [3]

Datele cantitative discrete sunt cele în care caracteristica numerică are un număr redus de variante și permit

calcularea următorilor indicatori de sinteză: media m ; amplitudinea A ; varianța σ^2 ; abaterea standard σ .

Datele cantitative continue, sunt cele în analiza cărora sunt permise toate operațiile matematice.

Datele pot fi reprezentate într-un tabel (tabelul 1), care descrie caracteristicile tipurilor de deșuri și care poate avea forma următoare:

Tabelul 1

Tipuri de deșuri × caracteristici

| | | Caracteristici | | | | | |
|----------|----------|------------------------------|--|-----|--|-----|---------------------|
| | | Grad de periculozitate x_1 | Compoziția chimică: Element chimic x_2 | ... | Compoziția chimică: Element chimic x_j | ... | Masa eșantion x_p |
| Indivizi | 1 | x_1^1 | x_2^1 | ... | x_j^1 | ... | x_p^1 |
| | 2 | x_1^2 | x_2^2 | ... | x_j^2 | ... | x_p^2 |
| | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| | <i>i</i> | x_1^i | x_2^i | ... | x_j^i | ... | x_p^i |
| | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| | <i>n</i> | x_1^n | x_2^n | ... | x_j^n | ... | x_p^n |

În acest caz, caracteristicile cantitative au fost observate asupra n tipuri de deșuri. Cele p caracteristici au fost notate astfel:

x^1 – grad de periculozitate;

x^2 – compoziția chimică a elementelor chimice;

x^j – compoziția chimică a elementelor chimice;

x^p – masa unui eșantion.

Pentru tipul de deșeu *i* aceste caracteristici au luat valorile $x_1^i, x_2^i, \dots, x_j^i, \dots, x_p^i$. Pentru ca aceste date să poată fi tratate numeric, caracteristicile cantitative vor fi reprezentate sub forma unui tabel de variabile care vor lua valoarea 0 sau 1, caz în care datele vor fi reprezentate sub forma disjunctivă completă. Această reprezentare a caracteristicilor calitative permite asimilarea lor în categoria caracteristicilor cantitative prin luarea valorilor 0 și 1. Este valabilă și reciproca, adică transformarea caracteristicilor cantitative în caracteristici calitative.

Ca ultimă observație, se poate afirma că asupra caracteristicilor calitative astfel transformate pot fi aplicate operații algebrice.

4. TIPURI DE INDICATORI STATISTICI

Indicatori absoluți. Indicatorii absoluți măsoară datele de bază, de exemplu tone de deșuri generate într-un an. Aceștia prezintă informații utile, dar pot genera confuzii. De exemplu, dacă cantitatea de deșuri

generată dintr-un an a fost mai mică decât cea din anul anterior, nu înseamnă neapărat că s-au înregistrat îmbunătățiri în eficiența activității unității sanitare. Trebuie analizată și gradul de ocupare a paturilor sau numărul de pacienți care au solicitat îngrijire în acel an, un indicator care să permită aprecieri în sensul eficienței fiind cantitatea de deșeuri generată de un pacient într-o zi (indicator relativ).

Indicatori relativi. Indicatorii relativi sunt ratele de eficiență și mărimile relative de structură.

Ratele de eficiență descriu modul de utilizare a resurselor sau cantitatea de deșeuri în funcție de inputuri sau outputuri (cantitatea de deșeuri generată de un pacient, numărul de bolnavi care au solicitat spitalizare). [3]

Mărimile relative de structură sunt determinate prin calcularea cotei. Cota reprezintă ponderea părții în întregul din care face parte (de exemplu ponderea cantității de deșeuri înțepătoare generate într-un județ din cantitatea de deșeuri înțepătoare generate la nivel național).

Indicatori agregați. Indicatorii agregați sunt utili în analize pentru că includ în ei o cantitate mare de date exprimate într-o singură valoare. Ei oferă o imagine de ansamblu, nepermițând analize detaliate, astfel încât ei trebuie să fie complementari celor individuali și nu ca o alternativă. [3] Un exemplu de indicator agregat este cantitatea totală de deșeuri.

Indicatori de sinteză Indicatorii de sinteză se utilizează pentru a se surprinde într-o singură valoare toate aspectele de mediu ale activității unei unități sanitare sau toate aspectele de mediu la nivel național. Astfel de indicatori se construiesc prin acordarea unor coeficienți de importanță (factori de ponderare) fiecărui aspect și agregarea valorilor astfel obținute într-una singură, valoare care reprezintă performanța de mediu. [3].

Indicatorii de sinteză pot fi: mediana, cuartilele, media, variația, abaterea standard.

5. APLICAȚII ALE STATISTICII ÎN ANALIZA DEȘEURILOR MEDICALE

Calculul cantității de deșeuri generate într-un an.

Se definește cantitatea *cantitatea de deșeuri generate într-un an*, $D_{generate}$, ca sumă a cantității de deșeuri generată în fiecare zi a anului, astfel:

$$D_{generate} = \sum_{i=1}^{365} D_i, \text{ [kg]} \quad (1)$$

unde: D_i este cantitatea de deșeuri generată în ziua i [kg].

Se consideră cantitatea totală de deșeuri generată într-o zi, într-un județ, măsurată în kg/24h, conform raportărilor statistice realizate de Institutul de Sănătate Publică București, pentru anii 2006, 2007, respectiv pentru anul 2008.

Aplicând formula (1) se obțin următoarele date: cantitatea totală de deșeuri generată în anul 2006, D_{2006} , este de 14837 tone deșeuri, în anul 2007, $D_{2007} = 14080$ tone, iar în anul 2008, $D_{2008} = 12918$ tone deșeuri. Introducând aceste date într-un grafic și dacă unim punctele aferente cantităților de deșeuri generate în cei trei ani consecutivi, obținem figura 2.

Se observă în figura 2, tendința de scădere a cantității de deșeuri generate în unitățile sanitare, calculată la nivelul întregului sistem medical național. Acest fapt se justifică prin îmbunătățirea, la nivel național, a modului de gestionare a deșeurilor produse de către unitățile sanitare.

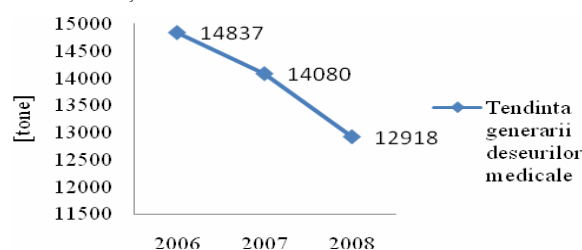


Fig. 2. Cantitatea de deșeuri generată în anii 2006, 2007 și 2008.

Calculul ponderii cantității de deșeuri periculoase generate într-un județ din cantitatea de deșeuri periculoase generate la nivel național. Se definește *ponderea cantității de deșeuri periculoase generate în județul i din cantitatea de deșeuri periculoase generate la nivel național*, $P_{deșeuri-i}$, ca fiind cantitatea de deșeuri periculoase dintr-un județ raportată la cantitatea totală de deșeuri periculoase generate de toate județele, astfel:

$$P_{deșeuri-i} = \frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i}, \quad (2)$$

unde: D_i este cantitatea de deșeuri periculoase generată în județul i [kg].

Se consideră trei județe, Argeș, Dâmbovița, Călărași și municipiul București. Cantitatea medie de deșeuri periculoase generată într-o zi în aceste județe diferă de la un an la altul (figura 3).

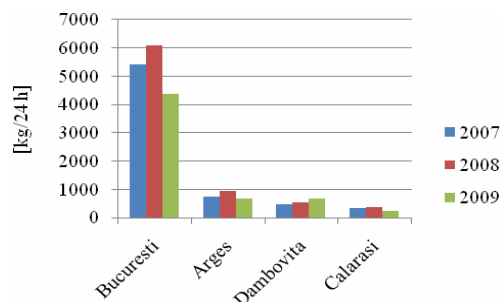


Fig. 3. Cantitatea de deșeuri periculoase rezultate din activitatea medicală în anii 2007, 2008 și 2009 [kg/zi].

Valoarea calculată a cantității totale de deșeuri periculoase rezultate din activitatea medicală într-o zi, pentru anul 2007 este de 27078,91 [kg/zi], pentru anul 2008 este de 30432 [kg/zi], iar pentru anul 2009, 23027 [kg/zi].

Pentru calculul ponderii cantității de deșeuri periculoase generate în județele Argeș, Călărași, Dâmbovița și din Municipiul București din cantitatea de deșeuri periculoase generate la nivel național, în anii 2007, 2008 și 2009, se aplică formula (2). Rezultatul se poate observa în tabelul 2, care este reprezentat grafic în figura 4.

Tabelul 2

Valori calculate ale ponderii

| Zona | Ponderea | | |
|-----------|----------|---------|---------|
| | 2007 | 2008 | 2009 |
| București | 0,2002 | 0,2004 | 0,18983 |
| Argeș | 0,0274 | 0,03072 | 0,02850 |
| Dâmbovița | 0,0175 | 0,0176 | 0,02896 |
| Călărași | 0,0123 | 0,01178 | 0,01075 |

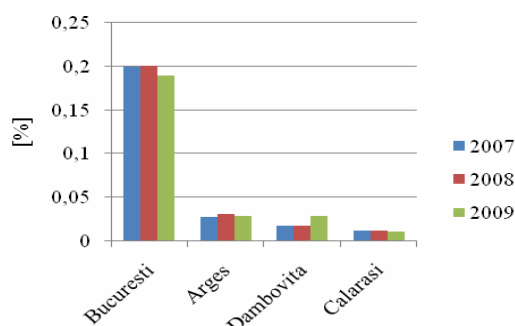


Fig. 4. Reprezentarea grafică a ponderii pentru exemplul dat.

Se observă, din figura 4, că Municipiul București este un important generator de deșeuri periculoase provenite din unitățile sanitare care își desfășoară activitatea pe teritoriul administrativ al acestuia. Acest fapt se datorează mai multor factori, care pot fi: populație numeroasă, important centru universitar care atrage studenți și cercetători din țară și din străinătate, populația din alte județe apelează la serviciile din capitală pentru cazuri speciale, etc.

Calculul procentului cantității de deșeuri înțepătoare din cantitatea totală de deșeuri. Se definește procentul cantității de deșeuri înțepătoare din cantitatea totală de deșeuri, K , astfel:

$$K = \frac{D_1}{D_T}, [\%] \quad (3)$$

unde: D_1 este cantitatea de deșeuri înțepătoare [kg];
 D_T - cantitatea totală de deșeuri [kg].

Continuând cazul celor trei județe, respectiv municipiul București, se va calcula procentul cantității de

deșeuri înțepătoare generate din cantitatea totală de deșeuri produsă la nivelul anului 2008 de către unitățile sanitare. În figura 5, sunt specificate valorile cantităților de deșeuri înțepătoare-tăietoare periculoase generate, pentru cele patru trimestre ale anului 2008, calculate în kg generate într-o zi.

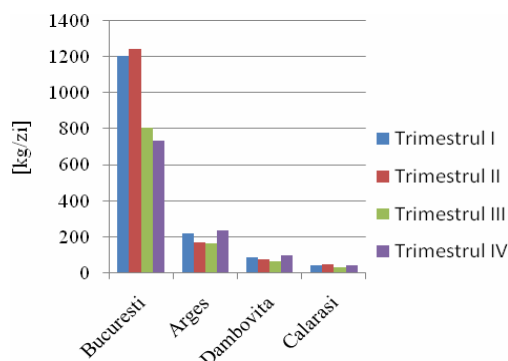


Fig. 5. Cantitatea de deșeuri înțepătoare-tăietoare periculoase generate în 2008.

Pentru a avea o imagine cât mai clară a situației din județele studiate, figura 6 cuprinde numărul mediu de paturi ocupate în anul 2008:

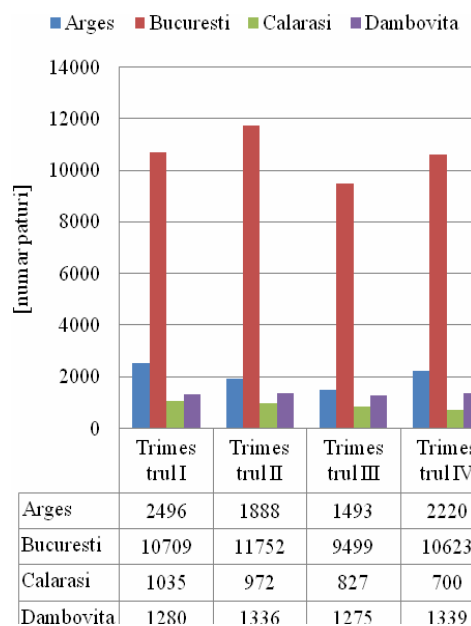


Fig. 6. Numărul mediu de paturi ocupate pe trimestre.

Valoarea calculată a cantității totale de deșeuri (periculoase și nepericuloase) rezultate din activitatea medicală într-o zi, pentru anul 2008 este:

- pentru trimestrul I: 103782,2 kg/zi;
- pentru trimestrul II: 109797,5 kg/zi;
- pentru trimestrul III: 100856,57 kg/zi;
- pentru trimestrul IV: 99896,51 kg/zi.

Acum se poate calcula procentul cantității de deșeuri înțepătoare din cantitatea totală de deșeuri, conform formulei (3). Rezultatele se pot observa în figura 7.

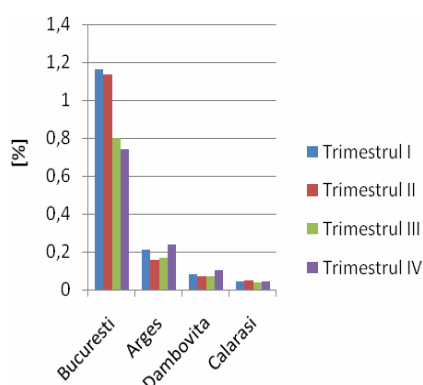


Fig. 7. Procentul cantității de deșeuri înțepătoare din cantitatea totală de deșeuri.

Din figura 7 se observă faptul că unitățile sanitare nu produc o cantitate mare de deșeuri înțepătoare-tăietoare comparată cu cantitatea totală de deșeuri pe care acestea o generează într-un anumit interval.

Calculul evoluției în timp a generării deșeurilor periculoase. Se definește *evoluția în timp a generării deșeurilor periculoase*, I , ca fiind raportul dintre cantitățile de deșeuri periculoase generate în doi ani consecutivi astfel:

$$I = \frac{D_p}{D_{p-1}}, \quad (4)$$

unde: D_p și D_{p-1} reprezintă cantitatea de deșeuri periculoase generate în doi ani consecutivi [kg]; p - anul de referință.

Se consideră cantitatea medie de deșeuri periculoase generată într-o zi în județele Argeș, Călărași, Dâmbovița și Municipiul București, conform datelor din figura 3. Evoluția în timp a generării deșeurilor periculoase în aceste județe, începând cu 2007, pînă în anul 2009, este reprezentată în figura 8.

Dacă $I > 1$, rezultă o creștere a cantității de deșeuri periculoase față de anul precedent. În caz contrar, dacă $I < 1$, atunci se înregistrează o scădere a acestor deșeuri.

Pentru cazul studiat, în anul 2008 s-a înregistrat o mărire a cantității de deșeuri periculoase generată (în toate cazurile $I > 1$), iar în anul 2009 tendința a fost de descreștere ($I < 1$) în județele Argeș, Călărași și București. Din figura 8 reiese că este o tendință crescătoare a masei deșeurilor periculoase provenite de la unitățile sanitare din județul Dâmbovița.

Calculul mediei aritmetice a cantității deșeurilor infecțioase. generate la nivelul unei unități sanitare într-un interval Se definește *media aritmetică a cantității de deșeuri infecțioase generate la nivelul unei*

unități sanitare într-un interval, \bar{D} , ca fiind suma tuturor înregistrărilor raportată la numărul de înregistrări. Formula de calcul este descrisă mai jos:

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i, \text{ [kg]} \quad (5)$$

unde: D_i este cantitatea de deșeuri infecțioase la o anumită înregistrare (cântărire) [kg]; n - numărul de înregistrări realizate într-o perioadă de timp dată.

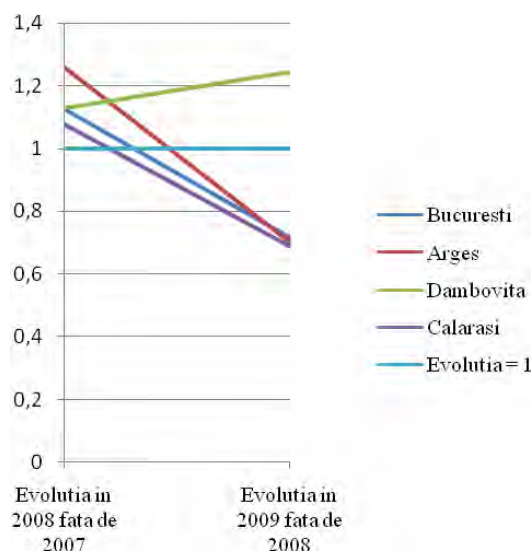


Fig. 8. Evoluția în timp a cantității de deșeuri periculoase generate.

Această formulă este extrem de utilizată la primele nivele ale piramidei informaționale (figura 1), pentru determinarea mediei lunare, mediei trimestriale, mediei cantității de deșeuri generate la nivelul unei secții, laborator, etc. Acesta se aplică și în cazul determinării mediei anuale a deșeurilor generate în unitățile sanitare.

6. REZULTATE

În prezenta lucrare s-a dezbătut posibilitatea aplicării statisticii în determinarea cantității de deșeuri generate. Astfel, s-au determinat indicatorii statistici aplicabili analizei deșeurilor periculoase din unitățile sanitare.

Prin calcularea indicatorilor statistici, a fost și este posibilă generarea unui volum mare de date. Astfel, se poate determina cantitatea de deșeuri periculoase dintr-un județ, cantitatea de deșeuri generate într-o lună, cantitatea de deșeuri infecțioase generate de o unitate medicală, etc.

Aceste date sunt utilizate de factorii decizionali la nivelul autorității centrale pentru sănătate, respectiv la nivelul autorității centrale pentru protecția mediului.

Statisticile nu se opresc la nivel național, ele fiind utile inclusiv formulării strategiilor la nivel mondial.

7. CONCLUZII

Instrumentul statistic este necesar pentru evaluarea principiului prevenirii/reducerii generării deșeurilor la sursă și pentru stabilirea unei legături între cantitățile de deșeuri generate și gradul de utilizare a resurselor, la nivel global, național și regional. [5]

Statistica intervine în activitatea zilnică, acolo unde nu sunt date disponibile în anumit domeniu sau insuficiente, necesare descrierii anumitor fenomene sau situații.

Statistica a fost și este folosită întotdeauna ca un puternic instrument de cunoaștere a vieții social-economice, iar în ultima vreme, cu majore implicații în management și în deciziile politice (prin volumul imens de date pe care le deține). Procesul de conturare a statisticii, în accepțiunea de astăzi, a fost marcat de mai multe momente semnificative, care au asigurat trecerea de la primele înregistrări izolate (care datează din cele mai vechi timpuri) la statistica contemporană, devenită indispensabilă în managementul societății.

Pentru definitivarea statistică sunt necesare diferite metode de analiză.

În timpul sau după aplicarea eșantionului, pot apărea o serie de erori. Acestea pot fi: erori de eșantionare, erori care nu se datorează eșantionării, erori de acoperire, de măsurare, de prelucrare, de non-răspuns și erori în ipotezele modelului. Acesta este motivul pentru care datele inițiale nu inspiră încredere totală.

Nici o modalitate de lucru pentru statistica mediului nu poate descrie într-un mod adecvat rețeaua complicată și în continuă schimbare a relațiilor existente în mediu. Fiecare versiune, în mod implicit, va aduce

simplificări, ceea ce înseamnă ca unele aspecte ale realității nu sunt redată întocmai.

În procesul de culegere a datelor, nu toate unitățile medicale transmit rapoarte trimestriale cu cantitățile de deșeuri generate. De asemenea, există evidențe incomplete la nivelul unei unități sanitare. Ceea ce înseamnă că o anumită cantitate de deșeuri care se generează, nu este cuantificată. Pentru a acoperi această lipsă sunt necesare calculele statistice.

BIBLIOGRAFIE

- [1] **Bara, A.**, *Tratarea deșeurilor medicale infecțioase*, revista *Green report*, 22 august 2007, <http://www.green-report.ro/revista/tratarea-deeurilor-medicale-infecioase>
- [2] **Bulucea, Aida**, *Managementul reziduurilor solide*, Universitatea din Craiova, Facultatea de Electromecanică, note de curs, 2006.
- [3] **Grădinaru, G.**, *Bazele statisticii mediului*, Editura ASE, București, 2004
- [4] **Olaru, Anișoara**, *Deșeuri provenite din activitatea medicală și de asigurare a sănătății*, referat, Universitatea din Craiova, Școala Doctorală, septembrie 2009
- [5] *** *Metodologia anchetei statistice pentru generarea și gestionarea deșeurilor*, Institutul Național de Statistică, aprobată prin Ordin al președintelui I.N.S., nr. 599, din 14.02.2005.
- [6] *** laborator.visoft.ro/statistica.htm
- [7] *** *Regulamentul (CE) nr. 1445/2005 al Comisiei din 5 septembrie 2005 de definire a criteriilor adecvate de evaluare a calității și a conținutului rapoartelor de calitate privind statisticile asupra deșeurilor în sensul Regulamentului (CE) nr. 2150/2002 al Parlamentului European și al Consiliului*, Jurnalul Oficial L 229, 06/09/2005 p. 0006 – 0012, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32005R1445:RO:HTML>
- [8] www.smarquest.ro/ro/nonsampling_errors.htm
- [9] *** Sinteza națională "Monitorizarea sistemului de gestionare a deșeurilor rezultate din activitatea medicală", Raport final pentru anul 2008, Institutul de Sănătate Publică București.
- [10] *** *Raportul de calitate asupra Anchetei Forței de Muncă în Gospodăria 2008*, Institutul Național de Statistică, România, 2008.