

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI
SPORTULUI**

**UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICA**

Ing. POPESCU (OLARU) Anișoara

Rezumatul tezei de doctorat

**Metode de neutralizare și monitorizare
a deșeurilor provenite din activitatea
medicală**

**Conducător științific:
Prof.dr.ing. MANOLEA Gheorghe**

**CRAIOVA
2011**

REZUMAT

Introducere

Deșeurile medicale sunt deșeuri periculoase atât pentru oameni, cât și pentru mediu, expunând la riscuri infecțioase populația. Aceste tipuri de deșeuri provin din toate activitățile medicale din sistemul național de sănătate publică: spitale, centre de îngrijire, case de copii, centre de sănătate, cabinete medicale umane și veterinare, cabinete stomatologice, centre hematologice, laboratoare de sănătate publică, centre de cercetare în domeniu.

Pe plan internațional, deșeurile provenite din activitatea medicală sunt subiectul a numeroase studii. Conferințele internaționale organizate anual, dezbate și examinează problemele proceselor de eliminare a deșeurilor medicale, precum și noile practici și instalații.

Numeroase organizații internaționale (de exemplu: World Health Organization și Health Care Without Harm) duc o luptă continuă pentru a asigura un mediu curat și pentru a implementa alternative la practicile din domeniul sănătății, care poluează mediul înconjurător și contribuie la apariția îmbolnăvirilor.

La nivel național, România trebuie să ia măsuri pentru a asigura:

- Colectarea separată a deșeurilor periculoase în unitățile sanitare;
- Colectarea separată a deșeurilor nepericuloase rezultate din activitatea medicală;
- Eliminarea în siguranță a deșeurilor medicale fără afectarea sănătății personalului medico-sanitar și a populației;
- Realizarea unei depozități temporare, ecologic sigure, a deșeurilor infecțioase și periculoase;
- Interzicerea depozitării finale a deșeurilor periculoase fără pretratare, în vederea inertizării totale. În cazul deșeurilor infecțioase și periculoase vor fi excluse metodele de pretratare care transferă poluanți în alți factori de mediu.

Lipsa unei abordări fundamentate științific privind utilizarea sistemelor de monitorizare pentru obținerea datelor referitoare la cantitatea de deșeuri medicale generate conduce la rezultate incomplete, care nu pot fi corelate sau utilizate pentru aplicarea unor soluții eficiente destinate controlului deșeurilor medicale.

În acest context, problema propusă spre rezolvare se referă la utilizarea sistemelor de monitorizare a deșeurilor medicale pentru corelarea informațiilor și evaluarea eficienței soluțiilor aplicate în vederea reducerii cantității de deșeuri.

Structura tezei

Teza este structurată în 6 capitole și aduce contribuții în sistemul de gestionare al deșeurilor medicale, generate în unitățile sanitare. Sunt prezentate 37 relații, 95 figuri, 25 tabele și 186 poziții bibliografice.

În *primul capitol* am identificat tipurile de deșeuri generate în unitățile sanitare, principalele surse de producere a acestora, am cercetat dacă codurile de deșeuri din lista europeană a deșeurilor se regăsesc în unitățile sanitare, am stabilit o clasificare a deșeurilor medicale pe criterii multiple.

În *capitolul al 2-lea* am stabilit metodele de neutralizare a deșeurilor, care tratează deșeurile medicale prin metode alternative incinerării. Am identificat instalații existente și am analizat modul în care funcționarea acestora afectează sau nu mediul înconjurător și dacă prezintă risc pentru sănătatea operatorilor instalațiilor. Am studiat nivelul de distrugere a constituenților periculoși în instalațiile de neutralizare, nivelul emisiilor emanate în aer și existența mirosurilor. Am stabilit instalațiile care elimină lichide (de obicei apă) în urma procesului de tratare și s-a analizat gradul de reducere a volumului reziduurilor eliminate în procesul de neutralizare.

În *capitolul 3* am realizat cercetări statistice asupra datelor de mediu și, în special, adaptarea relațiilor statistice în calculul indicatorilor necesari pentru monitorizarea deșeurilor medicale. Am identificat elementele necesare monitorizării, am stabilit indicatorii pentru monitorizarea deșeurilor medicale și am propus o listă de responsabilități pentru personalul implicat în monitorizarea deșeurilor medicale și diminuarea numărului de persoane responsabile.

În *capitolul 4* am dezvoltat un software pentru înregistrarea cantităților de deșeuri generate în toate unitățile sanitare care produc deșeuri medicale. Pe baza indicatorilor și a formulelor statistice aplicabile pentru deșeurile medicale, am creat două programe de prelucrări statistice automate. Capitolul 4 face precizări cu referire la aspectele care trebuie monitorizate într-o unitate sanitară și, în plus, am propus un sistem de responsabilități la nivelul unității sanitare, mai eficient și simplificat.

Capitolul 5 prezintă sistemul de monitorizare la sursă a cantității de deșeuri generată într-o unitate sanitară propus în urma cercetărilor efectuate. În acest capitol fac precizări privind amplasarea optimă a acestui sistem de monitorizare, la structura și componența acestuia și este detaliată structura bazei de date locală.

Capitolul 6 prezintă concluziile și contribuțiile autorului.

Capitolul 1

În *capitolul 1* s-a urmărit identificarea tipurilor de deșeuri generate în unitățile sanitare și a surselor de generare, determinarea corectă a acestora în funcție de codurile deșeurilor, stabilirea unei clasificări clare a acestora pe mai multe criterii. Cunoașterea acestor elemente reprezintă un prim pas pentru stabilirea unui sistem corect de gestionare a deșeurilor derulat în unitatea sanitară.

Unitățile sanitare care produc deșeuri pot fi clasificate în trei categorii: *producători mari*, *producători medii* și *producători mici*.

Cantitatea de deșeuri periculoase generată în unitățile sanitare este de aprox. 20%. În *figura 1.5* este prezent procentul în care unitățile sanitare au generat principalele tipuri de deșeuri medicale, la nivelul anului 2005.

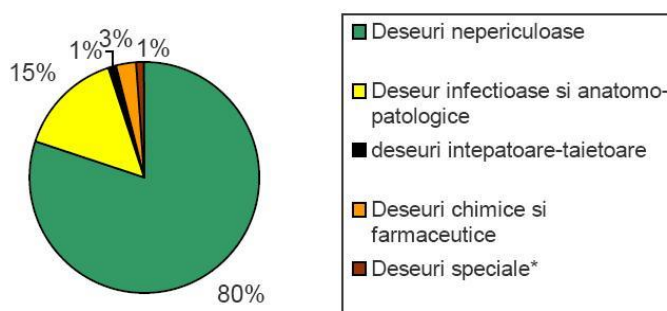


Fig. 1.5 Structura deșeurilor rezultate din activitatea medicală, în anul 2005

* citostatice, recipiente sub presiune, termometre sparte, baterii uzate, deșeuri rezultate din activitatea laboratoarelor de medicină nucleară.

Capitolul 2

În *capitolul 2* am analizat instalațiile de neutralizare din punct de vedere al impactului asupra mediului și al gradului de neutralizare a agenților infecțioși. Am determinat existența emisiilor în aer, a eliminării de lichide în urma neutralizării, gradul de reducere a agenților infecțioși din deșeurile medicale și gradul de reducere al volumului în urma procedurii de tratare.

Am analizat influența temperaturii de funcționare a instalațiilor de neutralizare asupra gradului de inactivare microbiană a deșeurilor medicale. Am stabilit o delimitare a instalațiilor în funcție de mediul de tratare folosit în neutralizarea deșeurilor medicale.

Toate instalațiile studiate ating cel puțin *nivelul III de inactivare microbiană* și se încadrează în normele internaționale din domeniu. Conform figurii 2.20, *gradul de distrugere a agenților infecțioși crește pe măsură ce temperatura procesului de neutralizare crește.*

Există *pericol de contaminare toxică* a apei, aerului, sau a reziduurilor rezultate în urma tratării prin metoda de neutralizare la temperatură joasă, dacă deșeurile tratate conțin substanțe periculoase. Eventualele *mirosuri degajate* de instalațiile de neutralizare studiate *nu prezintă un pericol* pentru sănătate. *Reducerea volumului deșeurilor este nesemnificativă* când acestea sunt tratate prin metoda de neutralizare la temperatură joasă (fig. 2.21).

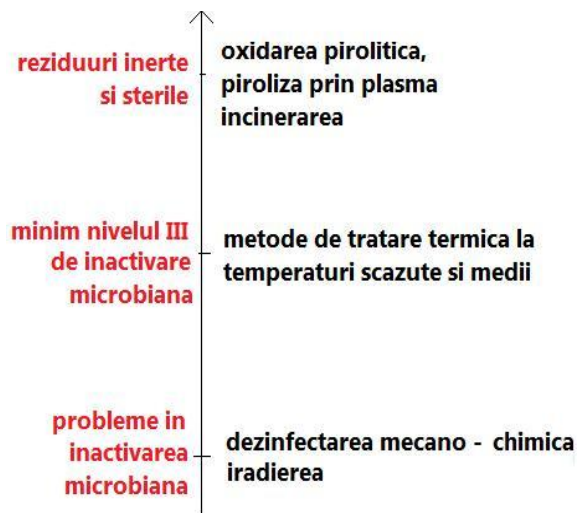


Fig. 2.20 Eficiența metodelor de tratare în funcție de inactivarea microbiană

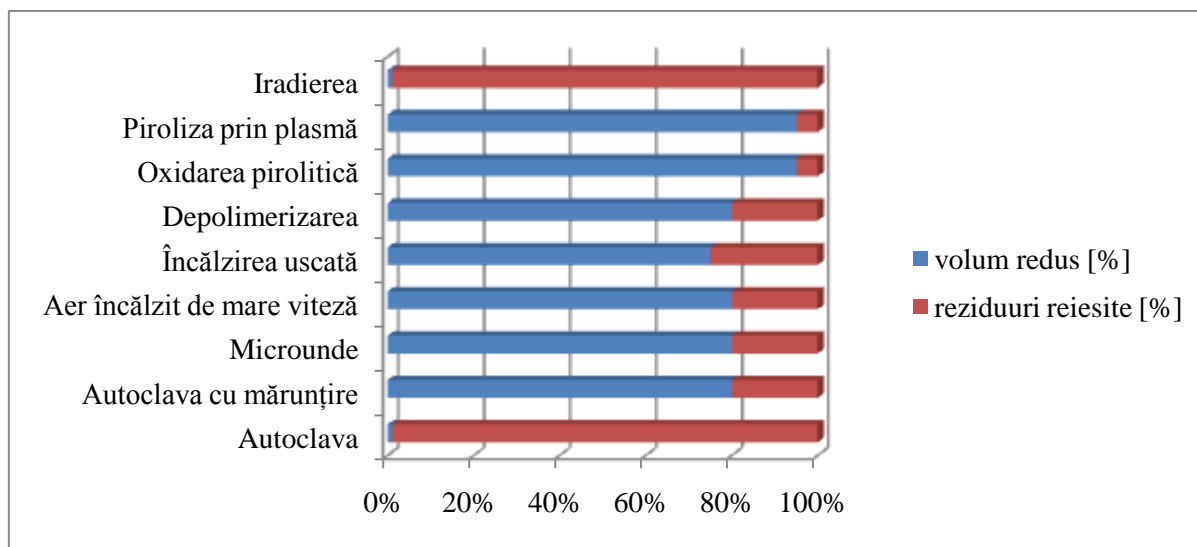


Fig. 2.21 Reducerea cantității de deșeuri în urma tratării

Există instalații (autoclava, instalațiile prin încălzire dielectrică și instalațiile prin iradiere) care îi expun pe operatorii acestor instalații la *riscuri și accidente*.

Pentru neutralizarea deșeurilor medicale se poate *recomanda* utilizarea metodei de tratare termică umedă (*neutralizarea în autoclavă*), metodei de *tratare termică uscată* și a metodei prin *microunde*, cu respectarea condițiilor de funcționare, atingerea temperaturii optime și timpul de tratare recomandat. *Metoda de neutralizare cea mai puțin recomandată este iradierea*: nu are o eficiență de sterilizare peste medie (nu omoară bacili pumilus), emană ozon în aer, impune costuri mari de achiziție a instalațiilor și costuri mari de funcționare și expune operatorii la radiații.

Deșeurile înțepătoare și deșeurile infecțioase pot fi tratate de toate instalațiile, însă deșeurile care conțin mercur, COV-uri, containerele sau recipientele sunt interzise la tratarea în instalațiile studiate.

Capitolul 3

Monitorizarea deșeurilor medicale din România se realizează prin anchete statistice, pe baza unor chestionare, care necesită un timp de răspuns destul de mare, raportări eronate uneori, existând o serie de neajunsuri și produce probleme în monitorizarea deșeurilor.

Astfel, în capitolul 3 am analizat indicatorii aplicabili în statistica mediului și am stabilit o listă cu indicatorii pentru monitorizarea deșeurilor medicale. Necesarul de date identificat din problemele practice apărute la nivel central, reprezintă punctul de plecare pentru stabilirea indicatorilor. Indicatorii propuși sunt: *indicatori de bază* (sunt date cantitative) și *indicatori asociați obiectivelor*.

În cadrul tezei am adaptat relațiile statistice la relații pentru calculul *indicatorilor de bază* pentru monitorizarea deșeurilor medicale.

Capitolul 4

În capitolul 4 am propus un sistem administrativ de monitorizare a cantităților de deșuri generate la sursă. Plecând de la fluxul de gestionare a deșeurilor medicale în unitățile sanitare, am identificat aspectele importante pentru monitorizare: minimizarea, trierea deșeurilor, sistemul de colectare, transportul deșeurilor până la zona de stocare temporară și monitorizarea la instalația de neutralizare, pentru situațiile când unitatea sanitară dispune de astfel de instalații.

În figura 4.4 este prezentat sistemul de colectare a deșeurilor medicale aplicabil în unitățile sanitare, asupra căruia am propus îmbunătățiri în concordanță cu sistemul de monitorizare dezvoltat în teză. Astfel, s-a inclus un punct de lucru în zona de stocare temporară a deșeurilor, pentru înregistrarea datelor în baza de date proiectată și s-a propus un sistem de responsabilități, care se pliază perfect sistemului de monitorizare a deșeurilor.

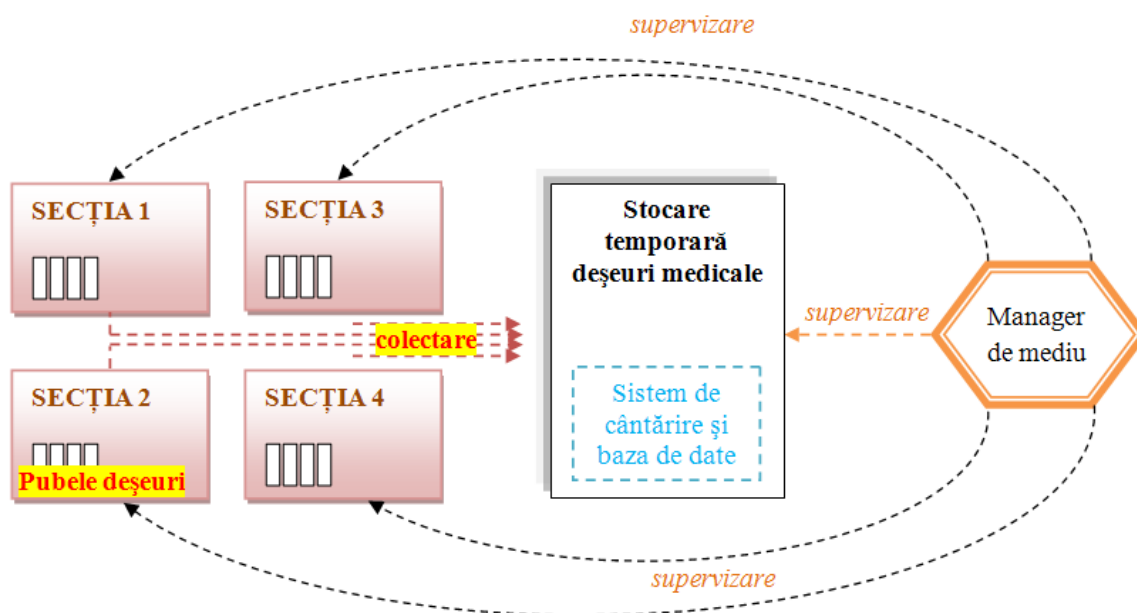


Fig. 4.4 Sistemul de colectare a pubelelor de deșuri

De asemenea, am dezvoltat o bază de date accesibilă, atât la nivelul unității sanitare cât și la nivel național și două programe de calcul al indicatorilor statistici și furnizarea de rapoarte cu rezultatele calculului statistice.

În figura 4.10 este prezentată structura de acces la rapoartele monitorizării:

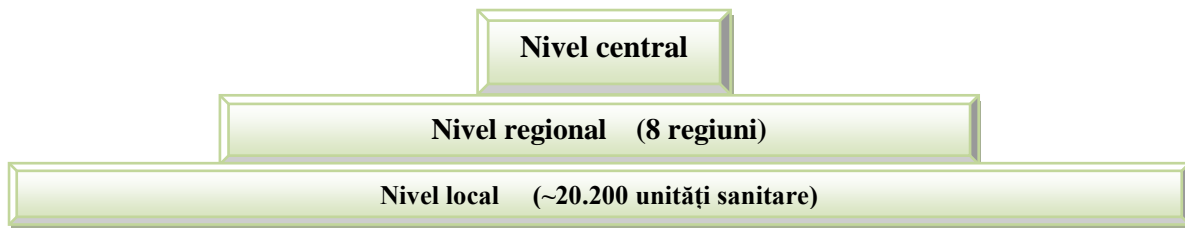


Fig. 4.10. Structura de acces la rapoartele monitorizării

În figura 4.11 este redată schema relațională dintre tabellele bazei de date.

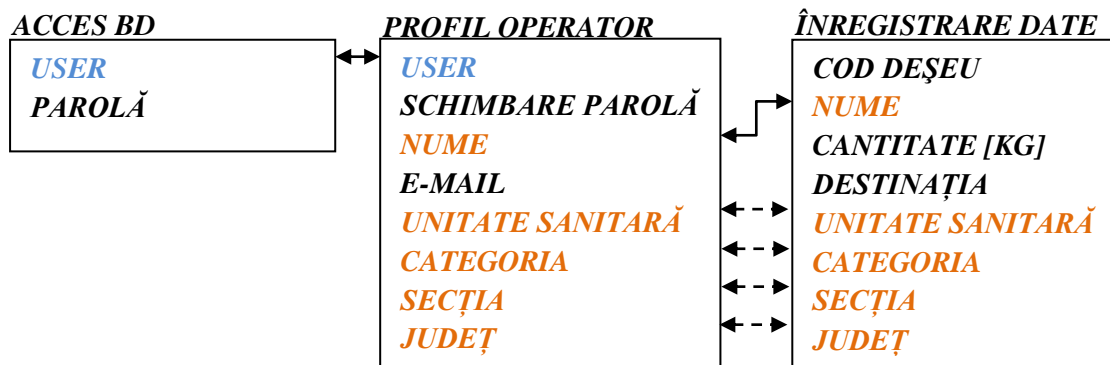


Fig. 4.11 Schema relațională a bazei de date online

În figura 4.13 este prezentată pagina de accesare a bazei de date, care este disponibilă la adresa web: <http://med.vfp.ro>.



Fig. 4.13 Pagina de accesare a programului

Deoarece monitorizarea la nivelul unității diferă de monitorizarea la nivel regional sau național, am creat două programe de calcul, câte unul pentru fiecare tip de monitorizare.

a) Programul de calcul statistic la nivelul unității sanitare

Datorită complexității în prelucrarea datelor, s-a ales realizarea unui program în Microsoft Excel 2007. Datele care sunt prelucrate de acest program sunt indicatorii de monitorizare de la nivelul unității sanitare (fig. 4.21) care au fost prezentați în capitolul 3.3.

Indicatori de monitorizare		
Nr. CRT.	INDICATOR MASURABIL DENUMIREA	UNITATEA DE MASURA
LA NIVELUL UNITATII SANITARE		
1.	CANTITATEA TOTALĂ DE DEȘEURI MEDICALE GENERATĂ ÎNTR-O UNITATE SANITARĂ	TONE/AN
2.	CANTITATEA TOTALĂ DE DEȘEURI ÎNȚEPĂTOARE - TĂIETOARE GENERATE ÎNTR-O UNITATE SANITARĂ	TONE/AN
3.	CANTITATEA TOTALĂ DE DEȘEURI INFECȚIOASE GENERATE ÎNTR-O UNITATE SANITARĂ	TONE/AN
4.	CANTITATEA DE DEȘEURI MEDICALE GENERATE ÎNTR-O ANUMITĂ SECȚIE	TONE/AN
5.	CANTITATEA MEDIE DE DEȘEURI MEDICALE GENERATĂ DE UN PACIENT ÎNTR-O ZI, LA NIVELUL UNEI SECȚII	KG/PACIENT/ZI
6.	CANTITATEA MEDIE ZILNICĂ DE DEȘEURI MEDICALE GENERATĂ, LA NIVELUL UNEI UNITĂȚI SANITARE	KG/ZI
7.	CANTITATEA MEDIE ZILNICĂ DE DEȘEURI INFECȚIOASE GENERATĂ, LA NIVELUL UNEI UNITĂȚI SANITARE	KG/ZI
8.	CANTITATEA MEDIE ZILNICĂ DE DEȘEURI ÎNȚEPĂTOARE – TĂIETOARE GENERATĂ, LA NIVELUL UNEI UNITĂȚI SANITARE	KG/ZI
9.	CANTITATEA MEDIE LUNARĂ DE DEȘEURI MEDICALE GENERATĂ, LA NIVELUL UNEI UNITĂȚI SANITARE	KG/LUNĂ
10.	CANTITATEA MEDIE LUNARĂ DE DEȘEURI INFECȚIOASE GENERATĂ, LA NIVELUL UNEI UNITĂȚI SANITARE	KG/LUNĂ
11.	CANTITATEA MEDIE LUNARĂ DE DEȘEURI ÎNȚEPĂTOARE – TĂIETOARE GENERATĂ, LA NIVELUL UNEI UNITĂȚI SANITARE	KG/LUNĂ
12.	CANTITATEA DE DEȘEURI DESTINATĂ UNEI ANUMITE OPERAȚII DE TRATARE	TONE/AN

Fig. 4.21 Afișarea în sistemul de monitorizare a indicatorilor aferenți unităților sanitare

b) Programul de calcul statistic la nivel central

Programul de prelucrare a datelor, intitulat „**Statistica nationala**” conține 6 foi de calcul: indicatori, total județ, categorii, tratate, procente, baza de date.

Indicatori de monitorizare		
CRT.	INDICATOR MASURABIL DENUMIREA	UNITATEA DE MASURA
LA NIVEL NAȚIONAL		
1	CANTITATEA TOTALĂ DE DEȘEURI GENERATĂ ÎNTR-UN JUDEȚ	TONE/AN
2	CANTITATEA TOTALĂ DE DEȘEURI ÎNȚEPĂTOARE – TĂIETOARE GENERATE ÎNTR-UN JUDEȚ	TONE/AN
3	CANTITATEA TOTALĂ DE DEȘEURI INFECȚIOASE GENERATE ÎNTR-UN JUDEȚ	TONE/AN
4	CANTITATEA DE DEȘEURI GENERATE ÎN FUNCȚIE DE CATEGORIA DE UNITATE SANITARĂ	TONE/AN
5	CANTITATEA MEDIE DE DEȘEURI MEDICALE GENERATĂ DE UN PACIENT ÎNTR-O ZI, LA NIVELUL UNUI JUDEȚ	KG/PACIENT/ZI
6	CANTITATEA MEDIE ZILNICĂ DE DEȘEURI MEDICALE GENERATĂ, LA NIVELUL UNUI JUDEȚ	KG/ZI
7	CANTITATEA MEDIE ZILNICĂ DE DEȘEURI INFECȚIOASE GENERATĂ, LA NIVELUL UNUI JUDEȚ	KG/ZI
8	CANTITATEA MEDIE ZILNICĂ DE DEȘEURI ÎNȚEPĂTOARE – TĂIETOARE GENERATĂ, LA NIVELUL UNUI JUDEȚ	KG/ZI
9	CANTITATEA MEDIE LUNARĂ DE DEȘEURI MEDICALE GENERATĂ, LA NIVELUL UNUI JUDEȚ	KG/LUNĂ
10	CANTITATEA MEDIE LUNARĂ DE DEȘEURI INFECȚIOASE GENERATĂ, LA NIVELUL UNUI JUDEȚ	KG/LUNĂ
11	CANTITATEA MEDIE LUNARĂ DE DEȘEURI ÎNȚEPĂTOARE – TĂIETOARE GENERATĂ, LA NIVELUL UNUI JUDEȚ	KG/LUNĂ
12	CANTITATEA MEDIE ANUALĂ DE DEȘEURI MEDICALE GENERATE LA NIVELUL UNUI JUDEȚ (MEDIA ARITMETICĂ, MEDIA GEOMETRICĂ)	TONE/AN
13	CANTITATEA MEDIE ANUALĂ DE DEȘEURI INFECȚIOASE GENERATE LA NIVELUL UNUI JUDEȚ	TONE/AN
14	CANTITATEA MEDIE ANUALĂ DE DEȘEURI ÎNȚEPĂTOARE – TĂIETOARE GENERATE LA NIVELUL UNUI JUDEȚ	TONE/AN
15	CANTITATEA DE DEȘEURI MEDICALE GENERATE ÎNTR-UN JUDEȚ, RAPORTATĂ LA CANTITATEA TOTALĂ DE DEȘEURI ÎNȚEPĂTOARE – TĂIETOARE GENERATĂ LA NIVEL NAȚIONAL	
16	CANTITATEA DE DEȘEURI ÎNȚEPĂTOARE – TĂIETOARE GENERATE ÎNTR-UN JUDEȚ, RAPORTATĂ LA CANTITATEA TOTALĂ DE DEȘEURI ÎNȚEPĂTOARE – TĂIETOARE GENERATĂ LA NIVEL NAȚIONAL	
17	CANTITATEA DE DEȘEURI INFECȚIOASE GENERATE ÎNTR-UN JUDEȚ, RAPORTATĂ LA CANTITATEA TOTALĂ DE DEȘEURI ÎNȚEPĂTOARE – TĂIETOARE GENERATĂ LA NIVEL NAȚIONAL	
18	PROCENTUL CANTITĂȚII DE DEȘEURI INFECȚIOASE DIN CANTITATEA TOTALĂ DE DEȘEURI MEDICALE	%
19	PROCENTUL CANTITĂȚII DE DEȘEURI ÎNȚEPĂTOARE – TĂIETOARE DIN CANTITATEA TOTALĂ DE DEȘEURI MEDICALE	%
20	CANTITATEA DE DEȘEURI DESTINATĂ UNEI ANUMITE OPERAȚII DE TRATARE	TONE/AN
21	FRACTIA DE DEȘEURI INCINERATE DIN TOTAL DEȘEURI MEDICALE (CANTITATE DEȘEURI MEDICALE INCINERATE/CANTITATE TOTALĂ DE DEȘEURI MEDICALE GENERATE X 100)	%

Fig. 4.31 Afișarea în sistemul de monitorizare a indicatorilor centralizați

Datele prelucrate de acest program sunt indicatorii de monitorizare de la nivelul național (fig. 4.31), determinați în capitolul 3.3. Variația acestora depinde de cantitățile de deșuri generate în unitatea sanitară.

Sistemul centralizat de monitorizare propus aduce o serie de beneficii, este un sistem cu grad mare de originalitate, nou și ușor accesibil, spre deosebire de sistemul actual. Acesta conduce la eficientizarea managementului de mediu și a sistemului de gestionare a deșeurilor medicale.

Capitolul 5

Aspectele dezbătute și propuse în acest capitol fac referire la îmbunătățirea monitorizării în zona de stocare temporară a deșeurilor medicale. În acest sens, am propus introducerea unui sistem de monitorizare a cantității de deșuri medicale generate la sursă, chiar înainte de stocarea lor temporară, pentru evitarea contaminării sau expunerii la risc de îmbolnăvire a responsabililor în timpul cântăririi și înregistrării cantității de deșuri.

Sistemul de monitorizare a cantității de deșuri generată la sursă cuprinde următoarele componente (fig. 5.2):

- Cântar;
- Calculator (unitate centrală);
- Bază de date locală.



Fig. 5.2. Schema generală a sistemului de monitorizare la sursă

Scopul acestui sistem este de a facilita înregistrarea datelor în baza de date, prin transmiterea automată și corectă a datelor către calculator. De asemenea, calculatorul va avea rol și de server local, pentru salvarea periodică a informațiilor introduse cu privire la cantitatea de deșuri medicale generată.

Baza de date este structurată în 4 tabele (fig. 5.17):

- tabel pentru datele de identificare ale operatorilor;
- tabel pentru datele de configurare;
- tabel pentru codurile deșeurilor;
- tabel pentru stocarea înregistrărilor livrărilor.

Erorile referitoare la cantitatea de deșuri medicale generate sunt reduse la minim prin existența conexiunii între cântar și calculator.

Astfel, sunt evitate erorile de introducere incorectă a datelor în baza de date, deoarece cântarul transmite automat bazei de date informații referitoare la greutatea înregistrată.

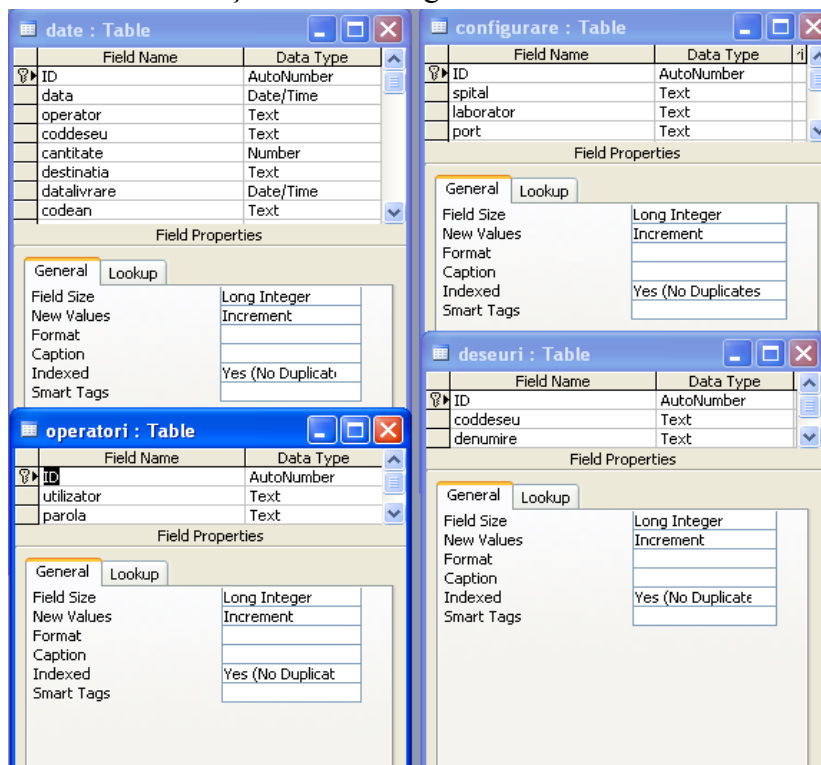


Fig. 5.17 Structura bazei de date

Implementarea sistemului de monitorizare, dezvoltat în teza de doctorat, va conduce la numeroase beneficii: managementul de mediu din unitățile sanitare va deveni mai eficient, iar în sistemul de gestionare a deșeurilor generate se vor constata îmbunătățiri .

Rezultatele obținute în teză au fost *diseminate* prin intermediul a numeroase canale, cu grupuri țintă diferite. S-au publicat 3 articole în reviste și unul pe web, s-au susținut 9 prelegeri la conferințe naționale și internaționale, 4 prelegeri în cadrul vizitelor de studiu ale experților din Ungaria, Serbia, Republica Moldova, Turcia și mai multe intervenții și propuneri de modificare a legislației actuale în cadrul a cinci grupuri de lucru ale experților la nivel național și internațional.

În ansamblul tezei, *contribuțiile personale* pot fi sintetizate după cum urmează:

- analiza instalațiilor de neutralizare în funcție de impactul asupra mediului și a gradului de neutralizare a agenților infecțioși;
- întocmirea unei noi liste cu indicatori pentru monitorizarea deșeurilor medicale;
- demonstrarea faptului că formulele statistice sunt aplicabile inclusiv în statistica deșeurilor medicale;
- propunerea unui sistem administrativ de monitorizare a cantităților de deșeuri generate la sursă;
- proiectarea unei baze de date accesibilă, atât la nivelul unității sanitare cât și la nivel național;
- proiectarea a două programe de calcul al indicatorilor statistici și furnizarea de rapoarte cu rezultatele;
- implementarea unui sistem de monitorizare la sursă a cantității de deșeuri medicale generate în unitatea sanitară.

Rezultatele obținute *sunt utile* atât autorităților de mediu și autorităților de sănătate publică, cât și unităților sanitare. Contribuțiile aduse prin teza de doctorat completează și îmbunătățesc modul de monitorizare actual, concretizează situația actuală privind tipurile de deșeuri generate în unitățile sanitare, definesc indicatorii care trebuie monitorizați și semnalizează problemele pe care le pot crea anumite instalații de neutralizare dacă nu se respectă condițiile de funcționare ale acestora.

Rezultatele obținute, prin crearea bazei de date online și a sistemului de monitorizare la sursă, *pot fi aplicate* imediat, cu scopul de a se rezolva problemele de colectare a datelor de la nivel de autorități centrale.