

UNIVERSITATEA “BABEȘ-BOLYAI”

CLUJ - NAPOCA

Facultatea de Știința și Ingineria Mediului

Școala doctorală Știința Mediului

**EVALUAREA RISCULUI EXPUNERII
POPULAȚIEI LA COMPUȘI ORGANICI
VOLATILI EMIȘI ÎN ATMOSFERĂ DE CĂTRE
UNITĂȚI INDUSTRIALE DE PRELUCRARE A
LEMNULUI**

- Rezumatul tezei de doctorat -

Conducător științific:

C.S.I prof. univ. asociat Eugen-Stelian GURZĂU

Doctorand:

NOVAC (RUGINĂ) Corina-Elena

Cluj - Napoca

2014

Mulțumiri

Cu aleasă stimă și deosebit respect, adresez cele mai sincere mulțumiri domnului Prof. Asoc. Dr. Eugen Stelian Gurzău, conducătorul științific al lucrării, pentru profesionalismul și competența cu care m-a îndrumat continuu pe drumul către obținerea titlului de doctor în științe, pentru permanenta îndrumare științifică, pentru sprijinul real acordat pe întreaga durată de desfășurare a doctoratului și a elaborării tezei de doctorat.

De asemenea, mulțumesc, începând cu președintele comisiei, d-l Prof. Univ. Dr. Ing. Alexandru Ozunu, Decanul Facultății de Știința și Ingineria Mediului, și membrilor referenți, d-na Prof. Univ. Dr. Monica Popa, d-l Prof. Univ. Dr. Ing. Valer Micle și d-l Prof. Univ. Dr. Laurențiu Călin Baci, pentru amabilitatea de a accepta să facă parte din comisia de doctorat, pentru timpul prețios alocat evaluării acestei teze, pentru sugestiile și recomandările oferite.

Adresez respectuoase mulțumiri doamnei Prof. Asoc. Dr. Anca Elena Gurzău, atât pentru discuțiile utile și încurajările permanente acordate pe tot parcursul pregătirii tezei de doctorat cât și pentru asigurarea materialelor și datelor prelucrate necesare pentru finalizarea tezei.

Sincere mulțumiri transmit multor foști colegi de la Agenția Națională pentru Protecția Mediului și din unele structuri teritoriale (agenții locale pentru protecția mediului)

care au contribuit, direct sau indirect, la realizarea acestei teze de doctorat și pentru sprijinul moral acordat, și aici cu mare drag și aleasă recunoștință doresc să nominalizez pe domnul dr. Ciprian Băncilă – director executiv al Agenției pentru Protecția Mediului Brașov și domnul Dănuț Ștefănescu – director executiv al Agenției pentru Protecția Mediului Mureș.

Nu în ultimul rând vreau să-i amintesc și pe colegii și prietenii mei, dr. Mihaela Petcu și Marian Nicolae, care m-au susținut și ajutat într-un mod în care le sunt profund recunoscătoare. Fără ei, drumul meu în carieră și în dezvoltarea mea profesională ar fi fost mult mai dificil.

Mulțumiri deosebite adresez soțului meu, Liviu, pentru grija permanentă față de mine, pentru răbdarea nemăsurată pe care mi-o arată, pentru ajutorul neprețuit acordat la elaborarea și tehnoredactarea tezei de doctorat, la menținerea echilibrului familial, la încurajările și susținerile pe care mi le-a transmis în momentele grele apărute pe durata ciclului doctoral, care m-au determinat, în final, să mă simt mândră și fericită pentru performanța mea în domeniul pregătirii științifice, care este acum o realizare a tuturor celor dragi mie.

Dedic această lucrare fiului meu, Răzvan-Alexandru, și soțului Liviu, cărora le mulțumesc, încă o dată, din inimă, pentru susținere.

Cluj Napoca,

Novac (Rugină) Corina-Elena

Iunie 2014

Cuprinsul tezei de doctorat

ACTUALITATEA ȘI IMPORTANȚA TEMATICII ABORDATE ÎN LUCRARE	4
CAPITOLUL 1. INTRODUCERE	24
CAPITOLUL 2. ANALIZA STADIULUI LA NIVEL NAȚIONAL ȘI INTERNAȚIONAL A DATELOR ȘTIINȚIFICE PRIVIND EXPUNEREA LA COMPUȘI ORGANICI VOLATILI ȘI EFECTELE ASUPRA SĂNĂTĂȚII	27
2.1. Compușii organici volatili – efecte asupra mediului si sănătății	27
2.2. Particularități ale expunerii la formaldehidă – date științifice actuale	31
2.2.1. Expunerea umană la formaldehidă – căi de expunere, toxicocinetică, efecte pe sănătate	32
CAPITOLUL 3. EVALUAREA STĂRII DE SĂNĂTATE A POPULAȚIEI ȘI MEDIULUI DIN AREALELE INVESTIGATE	47
3.1. Evaluarea stării de sănătate a populației din municipiul Brașov	47
3.1.1. Metodologia de evaluare a impactului asupra stării de sănătate a populației	47
3.1.2. Evaluarea impactului asupra stării de sănătate a populației	49

3.1.2.1. Analiza morbidității în aria de studiu	49
a. Morbiditatea prin afecțiuni respiratorii acute în aria de studiu	49
b. Morbiditate prin boli cronice în aria de studiu	50
c. Morbiditatea prin tumori maligne în aria de studiu	52
3.1.2.2. Evaluarea de risc în corelație cu distanța (spațialitatea riscurilor) față de obiectivul investigat	53
3.1.2.3. Evaluarea de risc asupra stării de sănătate a populației din aria de studiu în relație cu nivelul concentrațiilor de substanțe periculoase în factorii de mediu la momentul actual (modele de relaționare)	56
3.1.2.4. Discuții și concluzii	59
3.2. Aspecte particulare privind starea mediului din Municipiul Brașov	61
3.3. Evaluarea stării de sănătate a populației din orașul Reghin	68
3.3.1. Metodologia de evaluare a impactului asupra stării de sănătate a populației în zona Reghin	68
3.3.2. Evaluarea impactului asupra stării de sănătate a populației	69
3.3.2.1. Analiza morbidității în aria de studiu	69
a. Morbiditatea prin afecțiuni acute	69
b. Morbiditatea prin boli cronice în aria de studiu	72

3.3.2.2. Evaluarea de risc asupra stării de sănătate a populației în corelație cu distanța (spațialitatea riscurilor) față de obiectivul investigat	78
3.3.2.3. Concluzii	86
3.4. Aspecte particulare privind starea mediului din orașul Reghin	86
CAPITOLUL 4. EVALUAREA RISCULUI ÎN EXPUNEREA LA COMPUȘI ORGANICI VOLATILI GENERAȚI DE INDUSTRIA DE PRELUCRARE A LEMNULUI	90
4.1. Studiu de caz I.: Kronospan Brașov	90
4.1.1. Descrierea amplasamentului și a tehnologiei	90
4.1.2. Metodologii utilizate în realizarea studiului de caz Kronospan Brașov	97
4.1.2.1. Metodologia de prelevare a probelor de formaldehidă din aer și analiza propriu-zisă	97
4.1.2.2. Estimarea dozelor de expunere la formaldehidă	99
4.1.2.3. Analiza cantitativă de risc pentru formaldehidă	102
4.1.3. Evaluarea riscului asupra sănătății în relație cu activitățile fabricii Kronospan Brașov – etapa I-a	103
4.1.3.1. Monitorizarea substanțelor periculoase conținute în emisii și imisii la nivelul platformei fabricii de plăci pe bază de lemn	103

4.1.3.2. Estimarea dozelor și analiza riscurilor în expunerea la formaldehidă _____	118
4.1.4. Evaluarea riscului asupra sănătății în relație cu activitățile fabricii Kronospan Brașov – etapa a II-a _	124
4.1.4.1. Monitorizarea substanțelor periculoase conținute în emisii și imisii la nivelul platformei fabricii de plăci pe bază de lemn _____	124
4.1.4.2. Estimarea dozelor și analiza riscurilor în expunerea la formaldehidă _____	129
4.2. Studiu de caz II. Kastamonu Reghin _____	146
4.2.1. Descrierea amplasamentului _____	146
4.2.2. Metodologii utilizate în realizarea studiului de caz Kastamonu Reghin _____	146
4.2.2.1. Metodologia de prelevare a probelor de formaldehidă din aer și analiza propriu-zisă _____	146
4.2.2.2. Metodologia de prelevare a pulberilor din emisii _____	147
4.2.2.3. Metodologia de modelare a distribuției spațiale _____	148
4.2.3. Evaluarea riscului asupra stării de sănătate și controlul expunerii umane în relație cu activitățile fabricii Kastamonu Reghin (măsurători de emisii și imisii) _	149
CAPITOLUL 5. CONCLUZII FINALE _____	155
CAPITOLUL 6. RECOMANDĂRI _____	159

BIBLIOGRAFIE	161
---------------------	------------

ANEXE	172
--------------	------------

Anexa 1 – Punctele de prelevare a probelor de aer în care s-a determinat conținutul de formaldehidă din aria de influență a fabricii Kronospan, Brașov _____1

Anexa 2 – Harta cu punctele de prelevare a probelor de aer în care s-a analizat conținutul de formaldehidă din aria de influență a fabricii Kronospan, Brașov _____1

Anexa 3 – Harta cu punctele de prelevare a probelor de aer în care s-a analizat conținutul de formaldehidă din aria de influență a fabricii Kastamonu, Reghin _____1

Anexa 4 – Clasificarea internațională OMS - ICD 10 __1

Cuvinte cheie: efecte asupra stării de sănătate, evaluare, expunere, formaldehidă, neoplazii.

Rezumatul conține părți din rezultatele tezei, concluzii generale și bibliografie selectivă. Rezumatul conține aceleași notații pentru cuprins, capitole, sub-capitole, figuri, tabele și ecuații ca și teza de doctorat.

EVALUAREA RISCULUI EXPUNERII POPULAȚIEI LA COMPUȘI ORGANICI VOLATILI EMIȘI ÎN ATMOSFERĂ DE CĂTRE UNITĂȚI INDUSTRIALE DE PRELUCRARE A LEMNULUI

Actualitatea și importanța tematicii abordate în lucrare

Considerente de ordin general legate de poluarea atmosferică și calitatea aerului în Europa (EEA, 2013)

Calitatea aerului continuă să fie o problemă foarte importantă pentru sănătatea umană, pentru economie – în general – și pentru mediul înconjurător. În ultimele decenii, Europa a redus semnificativ emisiile pentru câțiva dintre poluanți, în mare măsură scăzând emisiile și expunerea la anumite substanțe, cum ar fi dioxid de sulf (SO_2), monoxid de carbon (CO), benzen (C_6H_6) și plumb (Pb). În ciuda îmbunătățirilor aduse, pe parcursul a câtorva decenii, poluarea aerului continuă să aducă prejudicii sănătății umane și mediului. Particulele în suspensie (PM), ozonul (O_3), substanțele care conțin azot și unii compuși organici constituie,

încă, o amenințare importantă. Acest lucru conduce la îmbolnăviri, morți premature, la pagube aduse ecosistemelor, culturilor, construcțiilor și constituie reale pierderi pentru economia Europei, pentru productivitatea forței sale de muncă, pentru sănătatea mediului său natural. Efectele calității slabe a aerului înconjurător s-a resimțit puternic în două mari zone:

- în zonele urbane, unde trăiește marea majoritate a populației europene, și care a condus la apariția unor efecte adverse pentru sănătatea publică;
- pentru ecosisteme, unde presiunea exercitată de poluarea aerului împiedică dezvoltarea vegetației și produce pagube biodiversității.

Emisiile de poluanți atmosferici provin din toate sectoarele economice și toate activitățile sociale. Politicile implementate la nivel European, național și sectorial au avut – în timp – ca rezultat, o scădere a nivelului emisiilor multor poluanți și a condus la o îmbunătățire a calității aerului pe întreg cuprinsul Europei, pentru câțiva poluanți, de exemplu CO și Pb. Cu toate acestea, transportul rutier, industria, centralele termo-electrice, activitățile casnice și cele agricole,

continua să producă cantități semnificative de poluanți atmosferici.

Poluarea aerului în Europa, cauzată de emisii specifice, poate fi privită la fel de bine și ca o problemă transfrontieră, și ca o problemă locală sau regională, conducând – direct sau prin intermediul unor reacții chimice – către impacturi negative. Fiecare poluant produce o serie de efecte, de la medii, la severe, după cum concentrația acestora sau expunerea se mărește. Principalele efecte ale poluării aerului sunt:

- degradarea sănătății umane, prin expunerea la emisiile de poluanți atmosferici sau prin inhalarea acestor poluanți transportați prin intermediul aerului, precum și prin ingerarea acestora datorită fenomenului de depozitare, urmat de cel de acumulare în lanțul trofic;
- acidifierea ecosistemelor (atât cele terestre, cât și cele acvatice), ceea ce conduce la pierderi de floră și faună;
- eutrofizarea produsă în ecosistemele terestre și acvatice, care poate să conducă la modificări în diversitatea speciilor;

- pagube și pierderi de beneficii în cazul cultivării plantelor agricole, a pădurilor și a altor plante, cauzate de expunerea la ozonul troposferic;
- impactul generat de metalele grele sau a metaloizilor toxici, precum și cel produs de poluanții organici persistenți (POPs) asupra ecosistemelor, din cauza toxicității lor asupra mediului sau a bioacumulărilor acestora;
- contribuția la accelerarea fenomenelor privind schimbările climatice și, indirect, la efectul cumulat al acestora;
- pagube asupra materialelor și a construcțiilor cauzate de contaminarea și expunerea la poluanți acidifianți și la O₃.

Efectele poluării aerului asupra sănătății umane

Există un volum mare de dovezi ale impactului pe care-l produce poluarea aerului asupra sănătății umane, dar a crescut și nivelul de cunoaștere în acest domeniu în ultimele decenii. Recenta analiză a Organizației Mondiale a Sănătății (OMS) asupra efectelor produse de poluarea aerului asupra sănătății (OMS, 2013) a concluzionat faptul că o cantitate considerabilă

de informații științifice noi au apărut pe piață în ultimii ani, referitoare la efectul produs de particulele în suspensie (PM), ozon (O_3) și a dioxidului de azot (NO_2), poluanți prezenți în concentrații frecvente pe tot cuprinsul Europei. Aceste noi dovezi sprijină concluziile științifice directe ale OMS introduse în ghidurile referitoare la calitatea aerului, revizuite în anul 2005, și care indică faptul că efectele pe sănătate pot apărea la concentrații scăzute ale poluanților. De asemenea, acestea dovedesc științific argumentele pe baza cărora s-au luat, respectiv trebuie să se ia deciziile în vederea îmbunătățirii calității aerului și reducerea ponderii bolilor apărute datorită poluării aerului în Europa.

Cele mai multe dintre studiile de impact asupra sănătății, revizuite de OMS, sunt focusate pe efectele asupra respirației și a celor cardiovasculare, fiind atribuite expunerii la poluarea aerului (OMS, 2005, 2006a, 2007, 2008). Dar evidențele au crescut și datorită gamei largi de efecte cauzate de expunerea permanentă la poluarea aerului, în diferite perioade ale vieții, mergând de la expunerea în perioada prenatală, până la viața adultă. De exemplu, expunerea la poluarea aerului în timpul sarcinii a fost asociată cu reducerea dezvoltării fătului, cu nașterea prematură și cu avorturile spontane (OMS, 2005). Expunerea maternală pe timpul sarcinii

mărește riscul apariției dezvoltării unor alergii și a astmului pe timpul vieții (Jedrychowski și alții, 2010 – v. bibliografia din EEA Report, no 9/2013; Baiz și alții, 2011– v. bibliografia din EEA Report, no 9/2013). Mai mult decât atât, mecanismul prin care poluarea aerului poate acționa asupra sistemului nervos a fost recent documentată (Genc și alții, 2012 – v. bibliografia din EEA Report, no 9/2013), și câteva studii epidemiologice au raportat asocieri între expunerea la poluarea aerului și afectarea funcției cognitive (van Kempen și alții, 2012 – v. bibliografia din EEA Report, no 9/2013) și totuși, multe cercetări trebuie efectuate pentru a explica mai bine toate aceste efecte.

Efectele pe sănătate se referă, în egală măsură, la cele apărute datorită expunerii pe termen scurt sau lung la poluarea aerului. Cea pe termen scurt (expunere de la câteva ore, la câteva zile) este legată de manifestările acute ale unor boli, iar cea pe termen lung determină apariția unor afecțiuni cronice. Indicatorii care cuantifică impacturile pe sănătate datorate expunerii la poluarea aerului sunt mortalitatea și morbiditatea. **Mortalitatea** reprezintă reducerea speranței de viață datorată poluării aerului, în timp ce **morbiditatea** este asociată cu apariția bolilor, variind de la efecte minore – cum ar fi tusea – până la unele serioase care necesită spitalizarea.

Studiile epidemiologice atribuie cele mai severe forme de boală cauzate de poluarea aerului, expunerii la pulberile în suspensie (PM). Dovada este aceea că efectele pe termen scurt (dar și cele pe termen lung) au devenit mai puternice. Studii recente au arătat faptul că expunerea pe termen lung la pulberi în suspensie determină o scădere a speranței de viață, la concentrații mult mai mici de $PM_{2,5}$ decât cele specificate în ghidul realizat de OMS, respectiv de $10 \mu g/m^3$. Ultimele studii publicate de OMS (OMS, 2013) fac legătura între expunerile pe termen lung la PM cu decesele provocate de afecțiunile cardio-respiratorii, precum și creșterea îmbolnăvirilor, cum ar fi bolile respiratorii la copii.

Ozonul (O_3) are, de asemenea, un efect marcant asupra sănătății umane, iar în studiile recente se indică faptul că efectele mortalității cauzate de acest poluant sunt mult mai mari decât se credea anterior (OMS, 2013). Concentrații ridicate ale ozonului determină probleme respiratorii, reduce funcționarea plămânilor, conducând la apariția bolilor, cum ar fi astmul (OMS, 2008). Expunerea pe termen scurt la concentrații crescute ale ozonului pe timpul verii în Europa, are efecte adverse asupra sănătății, cum ar fi afecțiunile pulmonare de tipul congestiilor pulmonare și simptomelor respiratorii.

Aceste simptome, la rândul lor, cresc nivelul mortalității și morbidității, printr-un consum ridicat de medicamente.

Multe studii, revizuite de OMS (2013) și care nu au fost luate în considerație până acum, sau nu au fost publicate până în anul 2004, oferă o bogată documentație care arată asocierea între expunerea pe termen lung și cea pe termen scurt la NO₂, cu mortalitatea și morbiditatea. Studiile despre cele două tipuri de expunere au demonstrat asocierea între efectele adverse și concentrație, care se realizează la sau sub valorile limită stabilite pentru acest indicator (OMS, 2013).

Unele hidrocarburi aromatice policiclice (PAHs) sunt potențial cancerigene și se regăsesc foarte des atașate de particulele în suspensie. OMS (2013) a descoperit legătura dintre expunerea la PAH-uri și morbiditatea, respectiv mortalitatea cardiovasculară, dar – în momentul de față – efectele expunerii la PAH-uri nu poate fi separată de cea de la particulele în suspensie. OMS recomandă, în continuare, BaP ca fiind un indicator pentru faptul că PAH-urile sunt cancerigene, dar nu poate explica decât jumătate din acest potențial.

Este important de notat faptul că procentul populației expuse la concentrații scăzute ale unor poluanți atmosferici și care este afectată mai puțin grav de impactul pe sănătate, este

mult mai mare decât cel afectat de evenimente mai severe care conduc la efecte mult mai grave ale sănătății. Cu toate acestea, chiar și aceste efecte mai puțin severe asupra sănătății, pot avea implicații majore asupra sănătății publice. Și asta din cauză că poluarea aerului afectează populația per ansamblu. În special în marile centre urbane, unde o largă majoritate a populației este expusă permanent. Costurile totale ale efectelor la o expunere mai puțin severă le pot depăși pe cele cauzate de expuneri mai severe la poluarea atmosferică, dacă populația este expusă în permanență. În ciuda tuturor acestor evidențe, numai rezultatele expunerilor severe se iau în considerație în cadrul studiilor efectuate pe această temă sau în cadrul efectuării evaluărilor de risc. Acest aspect este uzual, datorită faptului că aceste date sunt mult mai disponibile.

Evoluțiile deciziilor în politica Comunitară

Politica Uniunii Europene în domeniul calității aerului este, la ora actuală, într-un proces larg de revizuire, iar două măsuri pe termen scurt au fost deja adoptate, dintre care amintim:

- Inițiative internaționale în cadrul Convenției LRTAP privind transportul poluării aerului la nivel

emisferic culminând cu revizuirea Protocolului de la Gothenburg; acesta a stabilit noi plafoane privind emisiile atmosferice, listate deja în Directiva NEC (NO_x, COV, SO₂ și NH₃) și emisiile directe în atmosferă a PM_{2,5}, plafoane ce trebuie atinse până în anul 2020.

Alte măsuri în curs de implementare sunt cele cuprinse în recenta Comunicare a Comisiei Europene, “Cars 2020”, care trasează un calendar de implementare cu succes a standardului Euro 6 pentru autovehicule, în condiții reale de funcționare, precum și revizuirea legislației privind motoarele staționare.

Program general al Uniunii de acțiune pentru mediu până în 2020 „O viață bună, în limitele planetei noastre” (PAM 7) (Decizia nr. 1386/2013/UE a Parlamentului European și a Consiliului, 2013)

La sfârșitul anului 2013, Parlamentul European și Consiliul Uniunii Europene au aprobat cel de-al 7-lea Program general al Uniunii de acțiune pentru mediu, “O viață bună, în limitele planetei noastre”.

Al șaptelea program de acțiune pentru mediu are următoarele obiective prioritare:

- a) protejarea, conservarea și ameliorarea capitalului natural al Uniunii;
- b) trecerea Uniunii la o economie verde și competitivă cu emisii reduse de dioxid de carbon și eficientă din punctul de vedere al utilizării resurselor;
- c) protejarea cetățenilor Uniunii de presiunile legate de mediu și de riscurile la adresa sănătății și a bunăstării;
- d) sporirea la maximum a beneficiilor legislației Uniunii în domeniul mediului prin îmbunătățirea punerii în aplicare a acesteia;
- e) îmbunătățirea bazei de cunoștințe și de date pentru politica Uniunii în domeniul mediului;
- f) asigurarea de investiții pentru politica în domeniul mediului și al climei și abordarea externalităților de mediu;
- g) îmbunătățirea integrării considerentelor legate de mediu și a coerenței politicilor;
- h) ameliorarea sustenabilității orașelor din Uniune;

- i) creșterea eficacității Uniunii în abordarea provocărilor în materie de mediu și de climă la nivel internațional.

PAM 7 se bazează pe principiul precauției, pe principiile acțiunii preventive și remedierii poluării la sursă și pe principiul „poluatorul plătește”.

Nivelurile de poluare atmosferică sunt încă problematice în multe părți ale Europei, iar cetățenii Uniunii continuă să fie expuși la substanțe periculoase, ceea ce le poate afecta sănătatea și bunăstarea.

Dezvoltarea integrată și coerentă a politicii în domeniul mediului poate contribui la asigurarea faptului că economia și societatea Uniunii sunt pregătite în mod corespunzător pentru a face față provocărilor. În acest sens, este necesar să se acorde o atenție deosebită următoarelor trei obiective tematiche:

1. protejarea, conservarea și ameliorarea capitalului natural al Uniunii;
2. trecerea Uniunii la o economie verde și competitivă cu emisii reduse de dioxid de carbon și eficientă din punctul de vedere al utilizării resurselor;

3. protejarea cetățenilor Uniunii de presiunile legate de mediu și de riscurile la adresa sănătății și a bunăstării.

Capitolul 1. Introducere

Calitatea aerului din Europa nu s-a ameliorat întotdeauna odată cu reducerea generală a emisiilor antropice (produse de om) de poluanți atmosferici. Cauzele sunt complexe:

- nu există întotdeauna o relație liniară clară între emisiile în scădere și valorile concentrațiilor poluanților atmosferici măsurate în aer;
- există o contribuție crescândă a transportului pe distanțe mari a poluanților atmosferici din alte țări situate în emisfera nordică, spre Europa.

Janez Potočnik, Comisarul Uniunii Europene pentru mediu, exprimându-și îngrijorarea față de poluarea atmosferică, a solicitat Statelor Membre conformarea rapidă la standardele UE privind calitatea aerului și reducerea emisiilor de poluanți atmosferici.

Obiectivul UE pe termen lung este de a atinge niveluri ale calității aerului care să nu afecteze sau să inducă riscuri inacceptabile pentru sănătatea umană și mediu.

SCOPUL ȘI OBIECTIVELE LUCRĂRII

În ceea ce privește comunitățile umane, expunerea trebuie diferențiată funcție de concentrație, care este o expresie a cantității de poluant din cadrul unui factor de mediu dat. Concentrațiile mari de poluanți din aerul atmosferic nu sunt transpuse în mod necesar, în expuneri înalte.

Pornind de la ideea că în mediile urbane sursele de compuși organici volatili sunt numeroase, traficul auto fiind desemnat pe primul loc, apariția unor surse noi, industriale schimbă semnificativ profilul distribuției acestor poluanți, cu implicații directe în expunerea umană. În timp ce concentrațiile de poluanți din aer pot fi foarte mari în apropierea unui complex industrial cu emisii importante, expunerea la nivele mari de poluanți, va avea loc doar dacă vom avea grupuri populaționale în apropierea complexului industrial. Expunerea trebuie de asemenea diferențiată funcție de doză, care se referă la cantitatea de poluant care depășește una dintre barierele organismului.

În acest context **scopul lucrării noastre** este elaboarea **unui model pilot de evaluare integrată a expunerii la compuși organici volatili**. Ne propunem urmărirea evoluției spațiale a distribuției concentrațiilor de

COV cu scopul evaluării expunerii umane și a calculului riscului de cancer în expunerea la formaldehidă.

Obiectivele generale și specifice ale lucrării

Obiectivul general al lucrării de față este reprezentat de evaluarea riscului expunerii populației și mediului la compuși organici volatili emiși de către unități industriale de prelucrarea lemnului din Transilvania (Brașov și Reghin).

În scopul dezvoltării obiectivului major al lucrării s-au identificat câteva obiective specifice:

- Elaborarea unei metodologii unice în vederea obținerii unor baze de date comparabile pentru zonele Brașov și Reghin prin:
 - identificarea zonelor de studiu din Brașov și Reghin cu expunere la compuși organici volatili (formaldehida);
 - evaluarea condițiilor de mediu, a factorilor de risc și impactului asupra grupurilor populaționale asociate expunerii la compuși organici volatili în zonele investigate.

Obiectivele specifice:

- Analiza stadiului la nivel național și internațional a datelor privind expunerea la COV și formaldehidă și efectele asupra sănătății;
- Evaluarea riscurilor și impactului asupra grupurilor populaționale asociate expunerii la COV și formaldehidă, în zonele investigate, în corelație cu distanța față de obiectivele investigate, cât și cu nivelul concentrațiilor de substanțe periculoase măsurate în factorii de mediu.
- Prin realizarea modelului pilot de evaluare integrată a expunerii la COV estimăm un impact pozitiv al proiectului în cunoașterea condițiilor actuale de mediu din perspectiva poluării cu compuși organici volatili, din cunoștințele noastre și conform datelor publicate proiectul fiind o noutate absolută pentru România și printre puținele studii care au abordat în întreaga lume expunerea integrată la formaldehidă în mediul neprofesional. Proiectul va avea și un impact derivat din elaborarea unor măsuri tehnice și medicale de reducere a expunerii la COV în aria de studiu, măsuri care pot sta la baza elaborării de

modele specifice. Aceste beneficii includ: reducerea impactului asupra sănătății – mortalitatea/morbiditatea acută și cronică; reducerea efectelor negative asupra recoltelor; reducerea pagubelor la nivelul pădurilor și ecosistemelor.

Capitolul 2. Analiza stadiului la nivel național și internațional a datelor științifice privind expunerea la compuși organici volatili și efectele asupra sănătății

2.1. Compușii organici volatili – efecte asupra mediului și sănătății

Compușii organici volatili sau COV-urile sunt o categorie importantă de poluanți atmosferici, frecvent întâlniți în atmosferă la nivelul solului, în toate centrele urbane și industriale. Compușii organici sunt prezenți în atmosferă, ca rezultat al activităților umane, în principal provenite de la emisiile gazelor de eșapament ale vehiculelor cu motor, evaporarea benzinei de la alimentarea cu carburant a automobilelor, utilizarea de solvenți, procesele industriale, rafinarea petrolului, depozitarea și distribuția carburanților, depozitarea deșeurilor în halde, fabricarea produselor alimentare și agricultura. Procesele naturale biogene, de asemenea dau naștere la concentrații substanțiale de compuși organici în mediul ambiant și includ emisiile provenite de la

plante, arbori, animale sălbatice, incendii forestiere naturale și procesele anaerobe în bălți și mlaștini.

O dată prezenți în atmosferă COV contribuie la:

- epuizarea ozonului din stratosferă;
- formarea ozonului fotochimic la nivelul solului;
- efectele toxice sau carcinogenice asupra sănătății umane;
- intensificarea efectului de seră la nivel global;
- acumularea și persistența în mediul ambiant.

Compușii aromatici (CA), poate cea mai importantă clasă a COV, sunt formați în timpul combustiei incomplete sau a pirolizei materiei organice, care este parte din consumul la nivel mondial de combustibili lichizi, gazoși, cărbune și lemn utilizați la producerea de energie. Compușii organici prezenți în mediul înconjurător, în marile așezări umane caracterizate prin multitudinea mijloacelor de transport și traficul intens, sunt rezultanți principali din gazele de eșapament ale vehiculelor cu motor și evaporarea benzinei de la automobile.

Contribuții adiționale în creșterea concentrației de CA în interior și mediul înconjurător (în aer), îl au fumul de țigară și sursele de încălzire din locuințe. Datorită acestor surse, CA sunt practic omniprezenți. CA sunt formați dintr-un amestec

complex de sute de substanțe chimice, incluzând derivați ca de exemplu compuși aromatici cu O, N, S și mai importanți, CA heterociclici. H. Guo, și colaboratorii au publicat în 2009 rezultatele unui studiu despre prezența și impactul asupra stării de sănătate a COV și formaldehidei analizați în aerul din 100 de locuințe din Hong Kong. În 37 de locuințe considerate ca fiind spații rezidențiale cu nivel ridicat ambiental au fost evidențiate doar depășiri ale concentrației de formaldehidă, fără a se asocia cu creșteri ale nivelului de COV din aerul interior. În comparație cu alte orașe est asiatice, în zona luată în studiu, nivelele de formaldehidă și stiren din aerul interior au fost mai mari, concluzionându-se astfel că locuințele din Hong Kong sunt mult mai poluate prin produși rezultați din gătit sau din diferitele materiale din dotările interioare (H. Guo et al., 2009).

Atenția numeroșilor oameni de știință este îndreptată și asupra populațiilor cu risc, afectate de prezența acestor substanțe în aerul inspirat în spații închise. Astfel în 2011 Sait C. Sofuoglu și colaboratorii au studiat variațiile sezoniere (toamnă, iarnă, primăvară) ale concentrațiilor de COV (inclusiv formaldehidă) în aerul din clasele de școală și grădinițe, cât și în exterior în spațiile de joacă în zona Izmir din Turcia. Evaluarea riscurilor asupra sănătății copiilor s-a axat atât pe

urmărirea apariției efectelor acute (afectarea mirosului, simptomatologie iritativă respiratorie, oculară), cât și a celor toxice cronice și cancerului. (Sait C. Sofuoglu et al., 2011)

În general, în Europa, concentrațiile medii (curente) anuale, din zonele marilor orașe variază în intervalul de 1 - 10 ng/m³. În zonele rurale, concentrațiile sunt mai mici de 1 ng/m³. Alimentele sunt considerate sursa majoră de expunere la CA (compuși aromatici) pentru oameni, datorită faptului că CA se formează în timpul gătitului, sau datorită depunerii din aerul atmosferic a CA pe cereale, fructe și legume. Acești compuși apar în timpul prăjirii cărnii la grătar, a peștelui și chiar în crusta carbonizată a biscuiților și pâinii sau în alte produse alimentare industriale prăjite la temperaturi de peste 300 °C, precum și în alimentele afumate (pește, carne, brânză). Produsele afumate și chiar și unele băuturi alcoolice pot conține astfel de compuși aromatici. Există circa 100 de tipuri de CA identificați în alimente, multe fiind mutagene și/sau cancerigene: benzo(a)pirenul, benz(a)antracenu, benzo(e)pirenul, chrysenul și dibenz(a,h)antracenu. Benzo-a-pirenul (BaP) este cel mai studiat compus aromatic policiclic, iar abundența de informații cu privire la toxicitatea și apariția lui este extrapolată la compușii aromatici. BaP reprezintă 1 până la

25% din CA totale cancerigene din mediu și se găsește în alimente în concentrații de până la 50 $\mu\text{g/kg}$. Aportul zilnic acceptabil de CA nu este cunoscut. În SUA, aportul zilnic este estimat la 1,6 - 16 μg din care 0,16 - 1,6 μg provin din BaP. Mulți dintre CA ingerați sunt absorbiți rapid și excretați prin fecale și urină. Unii se rețin în glandele suprarenale, ovare și țesuturile grase, unde au fost detectate într-un interval de până la 8 zile sau mai mult. Studiile epidemiologice efectuate în Europa și SUA au sugerat o asociație între consumul de alimente cu conținut ridicat de CA și malignitatea gastro intestinală. (H. Guo et al., 2009; Ralf Koppmann & Jürgen Wildt, 2007)

2.2. Particularități ale expunerii la formaldehidă – date științifice actuale

Proprietăți fizico - chimice, surse, concentrații atmosferice

Formaldehida ($\text{H}_2\text{C}=\text{O}$) se prezintă la temperatura camerei și presiune normală sub forma unui gaz incolor, inflamabil, reactiv și polimerizat; are masa moleculară relativă 30,03 g/mol și un miros înțepător. Reacționează rapid cu

substanțele chimice/poluantii din atmosferă, motiv pentru care durata sa de viață în aerul urban este foarte redusă; în absența dioxidului de azot, pe durata zilei, timpul de înjumătățire al formaldehidei este de 50 de minute, iar în prezența dioxidului de azot scade la 35 de minute. În anumite condiții poate reacționa cu cloruri anorganice formând bisclorometileter.

Formaldehida este cea mai comună aldehydă din mediu; concentrația naturală de fond se găsește sub $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, având media de aproximativ $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Concentrațiile atmosferice din mediul urban sunt mai variate și depind de factori locali; mediile anuale se situează de obicei între 1 și $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Valorile maxime de scurtă durată (de exemplu, în trafic intens sau inversiuni atmosferice) pot ajunge și la $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nivelurile concentrațiilor de formaldehydă în interiorul clădirilor sunt în mod uzual mai ridicate decât la exterior; în locuințe, emisiile provenind frecvent din izolarea cu spumă ureo-formaldehydică, piese de mobilier și rășini. În locuințe s-au găsit valori și de câteva miligrame pe metru cub; în prezent valorile medii măsurate se situează în jur de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$; valorile medii în case neizolate cu spumă de acest tip variază între 25 și $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (S.S. Srivastava & K. Maharaj Kumari, 2006)

Expunerea umană poate fi definită ca „evenimentul în timpul căruia o persoană intră în contact cu un poluant de o anumită concentrație în timpul unei anumite perioade de timp” (WHO).

Conceptual, acest lucru se întâmplă de-a lungul „căii mediului” între concentrație și doză, după cum urmează:

- sursă;
- emisii;
- concentrații;
- expunere;
- doză;
- efecte asupra sănătății.

Expunerea trebuie diferențiată funcție de concentrație. Concentrațiile mari de poluanți din aerul atmosferic nu sunt transpuse în mod necesar, în expuneri înalte. De exemplu, în timp ce concentrațiile de poluanți din aer pot fi foarte mari în apropierea unui complex industrial cu emisii importante, expunerea la nivele mari de poluanți va avea loc doar dacă vom avea grupuri populaționale în apropierea complexului industrial. Expunerea trebuie, de asemenea, diferențiată funcție de doză. Doza va fi definită de către caracteristicile expunerii

ca și de o multitudine de factori specifici poluantului (exemplu: solubilitatea sa sau modelul de dispunere în plămân) și de factori fiziologici cum ar fi nivelul de activitate fizică al persoanei, caracteristicile pielii etc.

Căile de expunere posibile pentru oameni sunt ingestia, inhalarea, absorbția cutanată și, foarte rar, prin transfuzii/dializă.

Mai jos sunt sintetizate expunerile medii la formaldehidă, prin inhalare:

Tabel nr. 2.1. Expuneri medii la formaldehidă prin inhalare

Sursa	Concentrație (mg/m ³)	Expunere (mg/zi)
Atmosfera exterioară (10% timp, 2 m ³ /zi)	0,001 – 0,02	0,002 – 0,04
Casă - interior (65% timp, 10 m ³ /zi)		
- uzuală	0,03 – 0,06	0,3 – 0,6
- rulotă	0,1	1
- fumat	0,05 – 0,35	0,5 – 3,5
Loc de muncă (25% timp, 8 m ³ /zi)		

Sursa	Concentrație (mg/m ³)	Expunere (mg/zi)
- uzual	0,03 – 0,06	0,2 – 0,5
- expunere profesională	1	8
- fumat ambiental	0,05 – 0,35	0,4 – 2,8
Fumat activ (20/zi)	60 – 130	0,9 – 2,0

Expunerea acută a oamenilor la formaldehidă în aerul inspirat are drept efecte imediate iritația ochilor, căilor nazale și a gâtului, însoțite de disconfort, hiperlăcrimare, strănut, tuse, greață, dispnee, iar în concentrații mari chiar deces. Simptomatologia este de obicei mai pronunțată la inițierea expunerii și în timp se diminuează treptat. (Lippmann, 2008; Joerg U. Mueller et al., 2013)

Expunerea timp de 40 minute la formaldehidă (2,4 mg/m³) a unor grupuri de persoane sănătoase nefumătoare, astmatici, respectiv persoane expuse anterior nu a dus la obstrucții respiratorii, modificări ale funcției pulmonare sau hiperreactivitate bronșică. (Ahmed A. Arif & Syed M. Shah, 2007; Tatsuo Sakamoto et al., 1999) Creșterea concentrației (3,7 mg/m³) și a duratei (1 - 3 ore) la grupuri de persoane în repaus sau în activitate fizică intensă nu a determinat

modificări semnificative ale funcției pulmonare. Expunerea la 1,2 - 1,5 mg/m³ timp de 90 de minute, inclusiv a unor persoane cu efecte adverse raportate la spuma izolatoare, nu a indus schimbări semnificative ale capacităților și debitelor pulmonare; nici la astmatici expuși la 0,85 mg/m³ nu s-a remarcat o reacție obiectivabilă. Evaluarea spirometrică a rezidenților unor case / rulote și oficii (concentrații uzuale 0,007 - 2,0 mg/m³) nu a demonstrat modificări ale funcției pulmonare sau ale rezistenței la fluxul de aer. (M. W. Murphy et al., 2013)

Studiile și raportările cele mai semnificative privind expunerea acută a populației generale sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabel nr. 2.2. Expunerea acută a populației generale la formaldehidă

Concentrație (mg/m ³)	Timp (durată sau mediu)	Efecte pe sănătate
0,03	Expunere repetată	Detectția mirosului (10%)
0,18	Expunere repetată	Detectția mirosului (50%)

Capitolul 2. Analiza datelor științifice privind expunerea la compuși organici volatili

Concentrație (mg/m³)	Timp (durată sau mediu)	Efecte pe sănătate
0,6	Expunere repetată	Dectecția mirosului (90%)
0,1 - 3,1	Expunere singulară și repetată	Iritație nas și gât
0,6 - 1,2	Expunere singulară și repetată	Iritație oculară
0,5 - 2	3 - 5 ore	Uscăciune mucoasă nazală
2,4	40 minute, 2 zile consecutive, cu efort fizic	Cefalalgie postexpunere
2,5 - 3,7	-	Usturime ochi și nas
3,7	Expunere singulară și repetată	Ușoară scădere funcție pulmonară (efort intens)
5 - 6,2	30 minute	Tolerabil fără lăcrimare
12 - 25	-	Hiperlăcrimare (1 ora)
37 - 60	-	Edem pulmonar, pneumonie
60 - 125	-	Deces

Majoritatea cercetărilor legate de efectele pe sănătate ale poluării aerului s-au axat pe efectele respiratorii și cardiovasculare care au urmat inhalării. Ar trebui notat, totuși, că expunerea se referă la contactul cu *orice* parte a corpului uman și nu se referă doar la inhalare. Alte căi importante de expunere la poluanți atmosferici, includ absorbția dermică și expunerea oculară. De exemplu, expunerea acută la poluanți atmosferici poate determina iritații ale ochilor sau pielii.

Lumea poate fi divizată în mod brut în 8 microsiseme pe baza următoarelor trei scheme de clasificare:

- *Interior versus exterior*. Oamenii de pretutindeni își petrec majoritatea timpului în interior.
- *Dezvoltat versus în dezvoltare*. Mai bine de 80% din populația globului locuiește în țări în curs de dezvoltare (WHO).
- *Urban versus rural*. Urbanizarea se produce rapid, cu aproape jumătate din populația globului locuind în zone urbane (Badar K. Afghan et al., 1974). În timp ce 3 sferturi din populația din țările în curs de dezvoltare locuiește în zone urbane, aproximativ 60% din oamenii din țările dezvoltate continuă să

locuiesc în zone rurale. (Badar K. Afghan et al., 1974)

În lumina acestor informații, este clar că microsistemul cu cea mai mare contribuție este cel rural interior. În mod nesurprinzător, deci, pe scară globală, o mare parte din contribuția la expunere o are mediul interior.

Recomandare oficială OMS

Poluarea aerului este un factor major de risc ambiental pentru sănătate, și se estimează că ar cauza aproximativ 2 milioane de decese premature în întreaga lume, pe an.

Expunerea la poluanți este în mare parte în afara controlului individual și necesită intervenția autorităților publice de la nivel național, regional și chiar internațional.

Criteriile de calitate a aerului stabilite de Organizația Mondială a Sănătății (OMS) reprezintă abordarea cea mai recentă și mai agreeată a evaluării efectelor poluării aerului asupra sănătății, recomandând nivele pentru calitatea aerului la care riscurile pentru sănătate sunt semnificativ reduse. Reducând nivelele de poluare a aerului, putem ajuta țările să

reducă încărcătura globală dată de patologie cauzată de infecții respiratorii, afecțiuni cardiace și cancer pulmonar.

Cea mai scăzută concentrație asociată cu iritație nazală și faringiană este de $0,1 \text{ mg/m}^3$ formaldehidă în aer la expunere de scurtă durată. Unele persoane pot simți prezența compusului și la concentrații mai mici.

Recomandarea privind populația generală, în scopul evitării iritației senzoriale, prevede o limită a calității atmosferice de **$0,1 \text{ mg/m}^3$** formaldehidă ca medie pe 30 de minute; valoarea fiind cu un ordin de mărime mai mică decât limita presupusă a citotoxicității epiteliale, se consideră că respectarea acestei indicații duce și la existența unui risc neglijabil de neoplazie a căilor aeriene superioare la populație.

Capitolul 3. Evaluarea stării de sănătate a populației și mediului din arealele investigate

3.1. Evaluarea stării de sănătate a populației din municipiul Brașov

3.1.1. Metodologia de evaluare a impactului asupra stării de sănătate a populației

a. Descrierea metodelor de selecție a subiecților participanți în studiu.

Aria de studiu a fost reprezentată de municipiul Brașov cu o populație de 284.596 locuitori și respectiv, localitatea Sânpetru cu o populație de 3.400 locuitori.

Datele demografice au fost colectate de la Direcția Județeană de Statistică Brașov, iar pentru culegerea datelor de morbiditate din cele două locații au fost selectați 18 medici de familie din Brașov și doi medici de familie din localitatea Sânpetru.

Subiecții incluși în studiu au fost persoane din toate grupele de vârstă, de ambele sexe din aria de studiu care s-au

prezentat la medicul de familie pentru o problemă de sănătate într-un interval de 17 ani (1994 - 2009).

Datele referitoare la patologia cronică au fost culese din registrele de bolnavi cronici, respectând confidențialitatea, iar ulterior au fost introduse într-o bază de date în Microsoft Excel, fiind prelucrate atât în Microsoft Excel, cât și cu ajutorul pachetului statistic STATA. Codurile afecțiunilor investigate (conform clasificării internaționale OMS - ICD 10) sunt prezentate în Anexa nr. 4.

b. Metodologia de prelucrare statistică

Introducerea datelor în computer și prelucrarea statistică a acestora s-a realizat prin urmărirea următorului protocol de lucru, și anume: introducerea datelor de morbiditate în baza de date creată în Excel 5.0 de două ori, de către două persoane diferite, acceptarea bazei de date în condițiile unei diferențe, erori de introducere, mai mică de 5%, prelucrarea datelor în programul Excel.

Bazele de date în care s-au realizat prelucrările finale (relaționarea frecvenței afecțiunilor investigate cu nivelul concentrației poluanților din aerul atmosferic) au fost realizate prin introducerea în format electronic a datelor privind

expunerea (concentrații de substanțe periculoase în aer măsurate la momentul actual) și respectiv a datelor privind starea de sănătate a populației (date din chestionar și din înregistrările medicului de familie), cât și alți posibili factori de risc/eroare în Programul Microsoft Excel de unde au fost transferate în Programul STATA 5.0, acolo unde au fost prelucrate statistic (teste statistice).

În ceea ce privește relaționarea expunerii la substanțe periculoase din aer, ca și concentrații măsurate, cu frecvența afecțiunilor investigate, aceasta s-a realizat în Programul STATA, utilizând un model de regresie liniară care poate permite evidențierea unei corelații între apariția unor efecte adverse asupra stării de sănătate a populației și expunerea la substanțele periculoase analizate.

3.1.2. Evaluarea impactului asupra stării de sănătate a populației

3.1.2.1. Analiza morbidității în aria de studiu

a. Morbiditatea prin afecțiuni respiratorii acute în aria de studiu

Datele de morbiditate prin afecțiuni respiratorii acute (IACRS, rinite, laringite, traheite, bronșite, bronșiolite) au fost prelevate pe o perioadă de 2 ani din intervalul analizat (2007 - 2008). Evoluția frecvenței afecțiunilor respiratorii acute este prezentată comparativ la nivel de municipiu Brașov și la nivel de județ Brașov, în următoarele figuri.

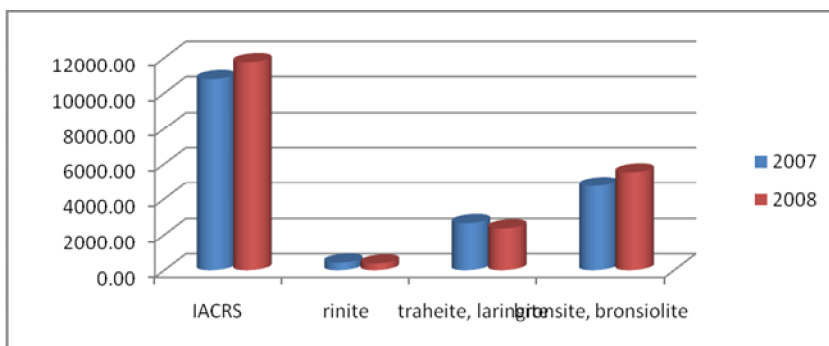


Fig. nr. 3.1.1. Evoluția frecvenței unor afecțiuni respiratorii acute – județul Brașov

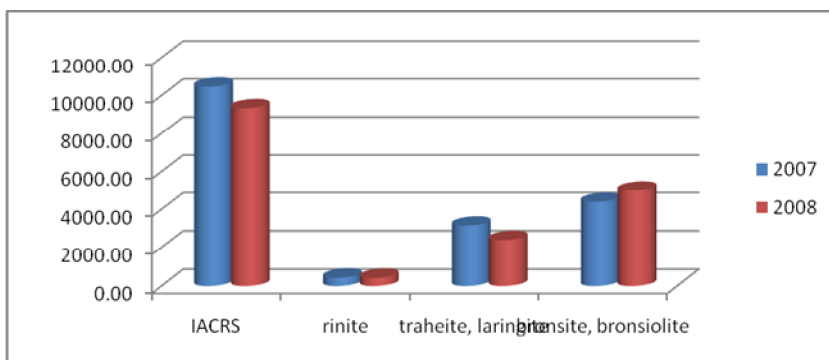


Fig. nr. 3.1.2. Evoluția frecvenței unor afecțiuni respiratorii acute – municipiul Brașov

b. Morbidity by chronic diseases in the study area

Indicators of morbidity in the study area (nr. of cases per 100,000 inhabitants) – initial conditions

- Chronic respiratory diseases

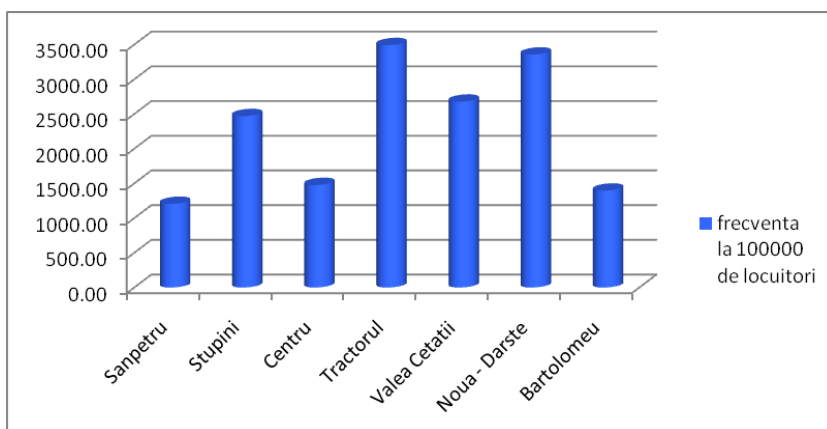


Fig. nr. 3.1.4. Frecvența de cazuri de afecțiuni respiratorii cronice

- Afecțiuni alergice

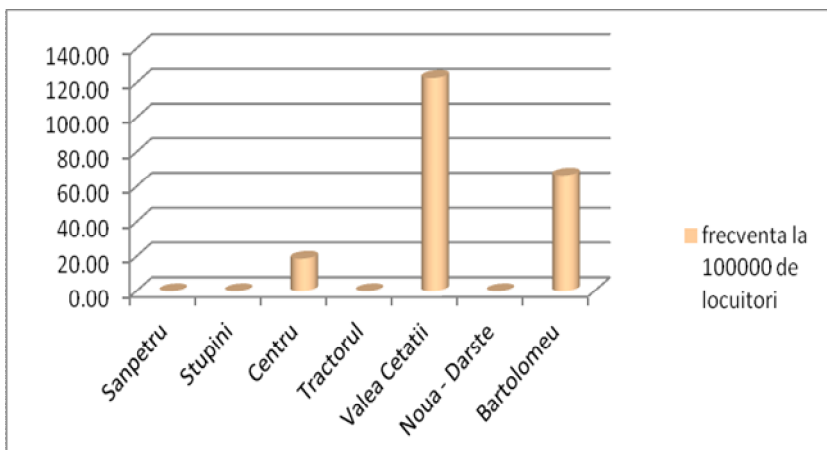


Fig. nr. 3.1.5. Frecvența de cazuri de afecțiuni alergice

- Afecțiuni ale conjunctivei

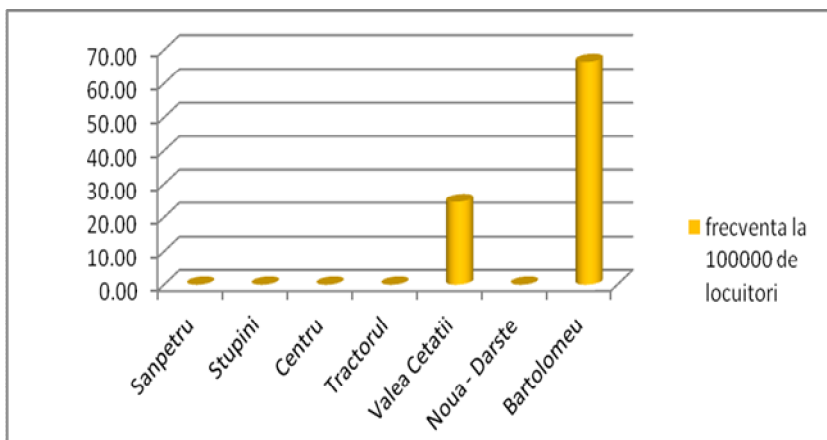


Fig nr. 3.1.6. Frecvența de cazuri de afecțiuni ale conjunctivei oculare

c. Morbidity prin tumori maligne în aria de studiu

Datele de morbiditate privind patologia malignă din aria de studiu s-au bazat pe numărul de cazuri de tumori maligne care au condus la deces în perioada 2003 - 2008.

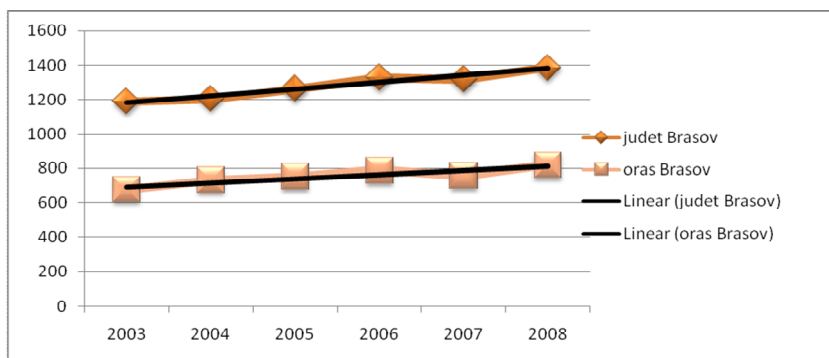


Fig. nr. 3.1.7. Evoluția frecvenței cazurilor de tumori maligne

3.1.2.4. Discuții și concluzii

Din cele prezentate mai sus se observă că, o dată cu apropierea de zona investiției, frecvența afecțiunilor investigate nu crește. Cu alte cuvinte, în zona Stupini se înregistrează valori ale frecvențelor afecțiunilor investigate mai mici decât în celelalte zone (cu unele mici excepții, în special cele legate de zona Bartolomeu).

Unele dintre modele au permis calcularea riscurilor de a dezvolta anumite afecțiuni specifice în diferite zone ale ariei

investigate funcție de distanța față de obiectivele urmărite, ceea ce din punct de vedere al stării de sănătate, ca și condiție inițială, ne poate furniza date concrete. S-a constatat că în majoritatea cazurilor aceste riscuri sunt mai crescute în celelalte zone investigate decât în zona din imediata vecinătate a fabricii de plăci pe bază de lemn din Brașov.

În același timp s-au identificat și s-au cuantificat anumiți factori de eroare majori în expunerea la poluanții atmosferici. Acești factori sunt reprezentați de fumatul activ, pasiv, expunerea ocupațională și poluarea interioară, cunoscuți ca și factori cu influență mai crescută în dezvoltarea de efecte adverse asupra stării de sănătate decât poluarea atmosferică.

Pentru a putea caracteriza corespunzător relația dintre condițiile inițiale de mediu și sănătate s-a completat lucrarea de față printr-o evaluare complexă care a arătat dacă în termenii spațialității, adică odată cu apropierea, respectiv depărtarea de sursă apare ca și condiție inițială de mediu și sănătate o relație pozitivă și semnificativă. Nu apare un risc semnificativ asupra stării de sănătate a populației odată cu apropierea de amplasament atunci când se realizează relaționarea condițiilor inițiale de mediu cu cele inițiale de sănătate. Mai mult decât atât, riscurile cresc cu îndepărtarea de amplasament.

Riscul de dezvoltare a unor boli specifice, luând în calcul condițiile inițiale de mediu și sănătate, scade odată cu îndepărtarea de amplasament.

3.2. Aspecte particulare privind starea mediului din Municipiul Brașov

Calitatea aerului în anul 2012

Emisiile de poluanți atmosferici provin din majoritatea activităților economice și sociale, putând fi uneori, un risc pentru sănătatea umană și ecosisteme. În județul Brașov politicile și acțiunile desfășurate la nivel local au determinat reducerea emisiilor antropice și în consecință riscul de expunere a populației la concentrații dăunătoare, dar unii poluanți atmosferici pot afecta încă sănătatea umană.

Emisiile sunt în scădere, dar calitatea aerului încă trebuie să se îmbunătățească.

În baza măsurărilor efectuate în Rețeaua Locală de Monitorizare a Calității Aerului, în Brașov au fost înregistrate depășiri ale obiectivelor de calitate a aerului privind protejarea sănătății umane, pentru PM_{10} și O_3 troposferic, dar expunerea

culturilor și a vegetației la ozon troposferic se așteaptă să nu depășească obiectivele pe termen lung ale Uniunii Europene. În ceea ce privește controlul emisiilor se așteaptă conformarea cu toate cele patru plafoane de emisie de poluanți specifici stabilite în conformitate cu legislația UE și internațională, limita superioară de oxizi de azot (NO_x) fiind cea mai provocatoare.

Depășirea valorilor limită de calitate a aerului în aglomerarea Brașov

O mare parte a populației urbane este expusă la concentrații de poluanți atmosferici care depășesc limita stabilită pentru protejarea sănătății sau valorile țintă definite în directiva privind calitatea aerului. Expunerea la CO și SO_2 nu prezintă risc pentru populație și mediu, dar această situație nu se regăsește și în cazul altor poluanți. Astfel, PM_{10} , ozonul și NO_2 sunt un subiect de discuție legat de calitatea aerului, deoarece valorile limită pentru protecția sănătății umane au fost depășite la stațiile de monitorizare.

Particulele de PM_{10} din atmosferă sunt rezultatul emisiilor directe (PM_{10} primare) sau a emisiilor de precursori de particule (oxizi de azot, dioxid de sulf, amoniac și compuși

organici) care se transformă parțial în particule (PM secundare) prin reacțiile chimice din atmosferă.

Din monitorizarea PM₁₀ realizată la stațiile de monitorizare din aglomerarea Brașov se observă că o parte din populația urbană este expusă la concentrații de substanțe sub formă de particule ce depășesc valorile limită stabilite în scopul protejării sănătății umane.

Tabelul nr. 3.2.1 evidențiază existența unor surse locale, care determină apariția unor picuri pentru concentrația de PM₁₀ în perioada 2009 - 2012.

Tabel nr. 3.2.1. Numărul de depășiri ale valorii limită zilnică pentru PM₁₀ în aglomerarea Brașov

An	Valoarea maximă înregistrată (μg/m ³)			Număr depășiri ale valorii limită zilnică pentru sănătatea umană		
	Stația BV1	Stația BV3	Stația BV4	Stația BV1	Stația BV3	Stația BV4
2009	*67,7	169,1	94,5	8	72	11
2010	100,8	92,5	109,7	14	35	12
2011	92,0	165,1	76,4	27	60	19
2013	90,4	112,2	90,7	19	81	7

** captura de date valide a fost mai mică de 55%, au fost efectuate măsurători în perioada iunie - decembrie*

Scăderea înregistrată la nivelul emisiilor de precursori ai ozonului pare să fi condus la concentrații mai reduse de ozon în troposferă, valoarea țintă pentru protejarea sănătății în cazul ozonului nefiind depășită în anul 2012 în Brașov, la stația de fond suburban BV4 – Sânpetru fiind înregistrate 62 depășiri. Trebuie menționat faptul că populația din zona suburbană a fost expusă la concentrații care au depășit nivelul de $120 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ timp de mai mult de 25 zile în 2008, 2009 și 2012.

Tabel nr. 3.2.2. Numărul de depășiri ale valorii țintă pentru O_3 pentru protejarea sănătății în aglomerarea Brașov

An	Stația BV2		Stația BV3		Stația BV4		Stația BV5	
	Cap-tura	Depă-șiri	Cap-tura	Depă-șiri	Cap-tura	Depă-șiri	Cap-tura	Depă-șiri
2008	61,1	2	33,8	1	57,5	56	60,0	14
2009	88,8	2	80,7	1	72,1	92	66,0	-
2010	89,8	-	90,7	-	81,6	-	37,4	-
2011	33,3	-	52,3	-	81,7	5	7,8	-
2012	84,9	-	78,6	-	89,7	62	89,6	-

Datele achiziționate la stațiile de monitorizare din aglomerarea Brașov indică faptul că populația din municipiul

Brașov trăiește în zone cu concentrații care depășesc valoarea limită anuală de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de dioxid de azot.

Tabel nr. 3.2.3. Valorile concentrației medii anuale de NO_2

An	Stația BV1	Stația BV2	Stația BV3	Stația BV4	Stația BV5
2008	43,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	58,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	64,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
2009	40,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	54,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	63,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	44,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2010	38,0* $\mu\text{g}/\text{m}^3$	47,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	42,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	27,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2011	-	-	56,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21,0** $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2012	25,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	48,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-

Notă: *, **Având în vedere disponibilitatea datelor, distribuția pe anotimpuri și captura de date, este posibil ca media estimată să nu fie reprezentativă la nivel de an.

Tabelul nr. 3.2.3. prezintă o tendință de menținere peste VL a concentrației ambientale de NO_2 în perioada 2009 - 2012 în Brașov, în special în zonele cu trafic intens.

Principala sursă de emisie în atmosferă a oxizilor de azot (NO_x) este arderea combustibililor în transportul rutier și producerea energiei electrice. Punerea în aplicare a legislației

comunitare actuale, precum și a prevederilor protocoalelor CLRTAP, au avut ca rezultat scăderea nivelului emisiilor. Această scădere se reflectă deja în concentrațiile medii anuale înregistrate la stațiile de monitorizare urbane ce măsoară concentrațiile de oxizi de azot.

Conformarea la concentrațiile limită pentru protejarea vegetației, precum și „nivelurile critice” stabilite, la nivelul aglomerării Brașov se evaluează, în acest studiu, pentru stația de fond suburban BV4 – Sânpetru. Din datele de monitorizare, expunerea ecosistemelor la acidifiere, eutofizare și ozon a înregistrat o menținere sub nivelurile critice în perioada monitorizată și, având în vedere planurile existente, se așteaptă în continuare o îmbunătățire a situației existente și respectarea valorii țintă și a obiectivului pe termen lung pentru expunerea ecosistemelor la ozon.

3.3. Evaluarea stării de sănătate a populației din orașul Reghin

3.3.1. Metodologia de evaluare a impactului asupra stării de sănătate a populației în zona Reghin

Aria de studiu a cuprins orașul Reghin, având o populație de 36.126 locuitori, și comuna Solovăstru, cu 2.847 locuitori. Datele referitoare la populația din aria de studiu sunt extrase din recensământul efectuat de către Institutul Național de Statistică, în martie 2002.

Subiecții incluși în studiu au fost persoane din toate grupele de vârstă, de ambele sexe, din aria de studiu care s-au prezentat la medicul de familie pentru o problemă de sănătate în intervalul 2000 - 2011.

În culegerea datelor de morbiditate s-a ținut cont, printre altele, de amplasarea obiectivului, de factorii meteorologici și geografici, de mărimea populației din zonă și de numărul și amplasarea cabinetelor medicale de medicină de familie. În aria de studiu au fost selectați 7 medici de familie.

Datele de *morbiditate acută* (număr cazuri de rinite, laringite, traheite, bronșite, bronșiolite, dermatite, urticarie, conjunctivite, eritem în anul 2011), precum și datele privind numărul de persoane care beneficiază de servicii medicale de asistență primară în anul 2011 (înscriși pe listele medicilor de familie), au fost colectate de la medicii de familie din aria de studiu. Pentru afecțiunile acute s-au calculat frecvențe la 1.000 de locuitori (nr. cazuri de boală în perioada menționată x

1.000/nr. populație înscrisă). Reprezentarea grafică a rezultatelor s-a realizat în programul Excel.

Aria de studiu a fost împărțită în funcție de distanța față de obiectiv, în 5 zone. În fiecare din cele 5 zone s-a realizat distribuția procentuală a cazurilor de *afecțiuni cronice* înregistrate în perioada 2000 - 2011, la medicii de familie incluși în studiu. Pentru fiecare din cele 5 zone s-a calculat o distribuție procentuală a *afecțiunilor respiratorii și a tumorilor maligne, inclusiv tumori maligne cu localizare la nivel respirator din totalul de afecțiuni înregistrate*, iar distribuția spațială a acestora a fost reprezentată grafic în programul Microsoft Excel.

Zona	Reprezentarea geografică
Zona 1	Zona situată la est de Mureș, incluzând zona Gării
Zona 2	Zona Centrală, incluzând Cartierul Mihai Viteazu și Cartierul Libertății
Zona 3	Zona nordică a localității Reghin, incluzând Cartierul Unirii și str. Rodnei
Zona 4	Zona sudică a localității Reghin, incluzând Cartierul Iernuteni, Făgăraș și Pomilor
Zona 5	Comuna Solovăstru

Datele au fost culese din registrele de bolnavi cronici și din centralizatoarele de morbiditate ale medicilor de familie selectați, respectând confidențialitatea. Datele au fost introduse într-o bază de date în Microsoft Excel și prelucrate în Microsoft Excel și cu ajutorul pachetului statistic STATA. Datele culese de la medicii de familie s-au referit la patologia cronică pe Coduri afecțiuni investigate (conform clasificării internaționale OMS - ICD 10) cuprinzând aceleași afecțiuni ca și cele investigate pentru zona Brașov

Introducerea datelor în computer și prelucrarea statistică a acestora, de asemenea s-a realizat ca și la zona Brașov.

3.3.2. Evaluarea impactului asupra stării de sănătate a populației

3.3.2.1. Analiza morbidității în aria de studiu

a. Morbidity prin afecțiuni acute

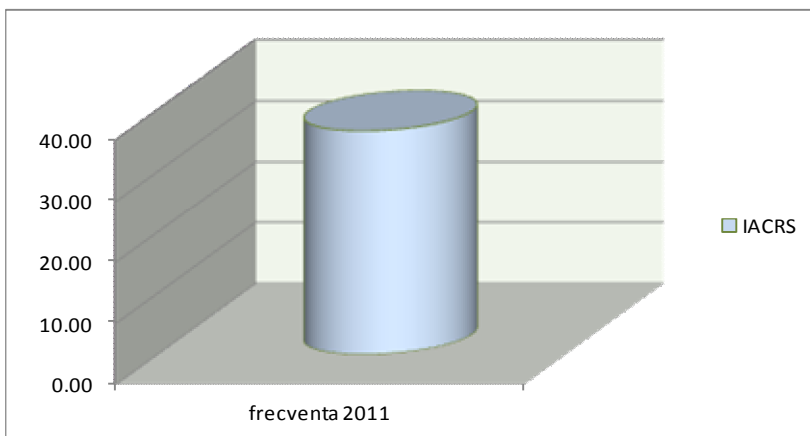


Fig. nr. 3.3.1. Evoluția frecvenței infecțiilor de căi respiratorii superioare (ICRS) în aria de studiu

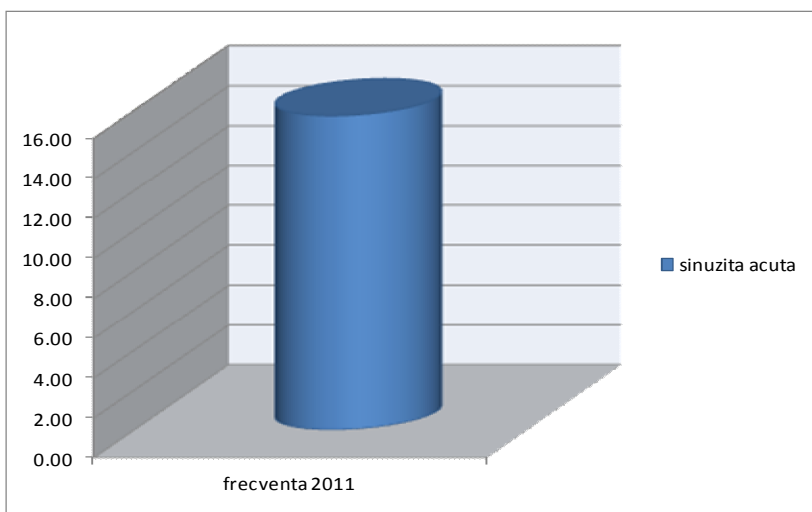


Fig. nr. 3.3.2. Evoluția frecvenței sinuzitei acute în aria de studiu

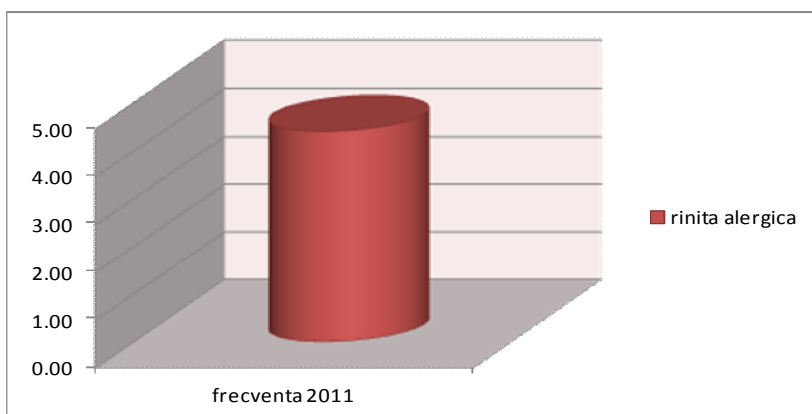


Fig. nr. 3.3.3. Evoluția frecvenței rinitei alergice și vasomotorii în aria de studiu

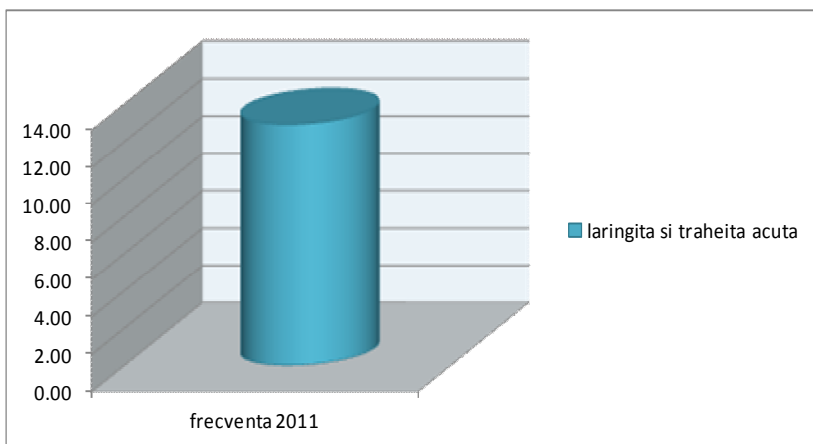


Fig. nr. 3.3.4. Evoluția frecvenței laringitei/laringotraheitei/traheitei acute în aria de studiu

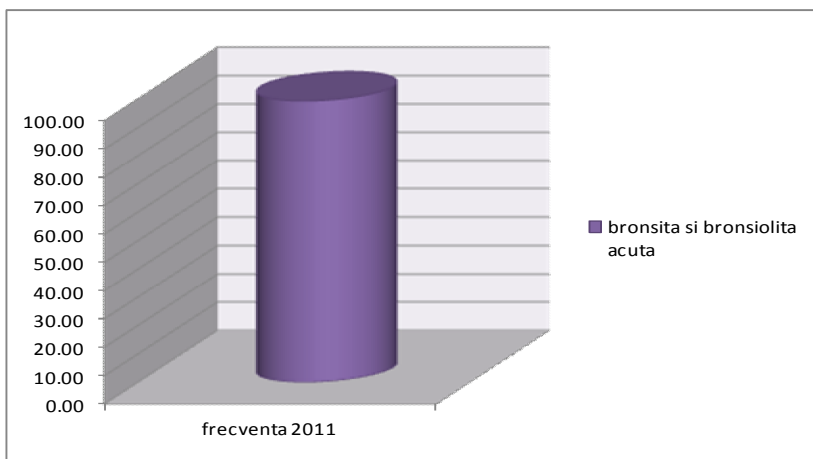


Fig. nr. 3.3.5. Evoluția frecvenței bronșitei/bronșiolitei acute în aria de studiu

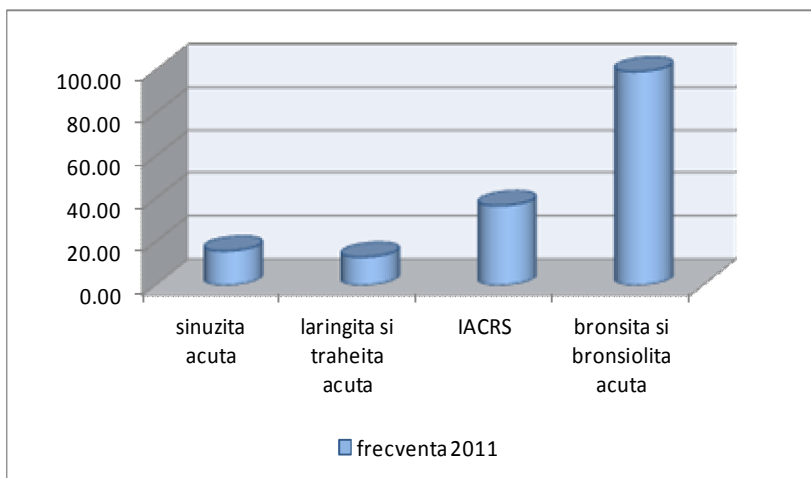


Fig. nr. 3.3.6. Evoluția frecvenței afecțiunilor respiratorii acute, per ansamblu, în aria de studiu

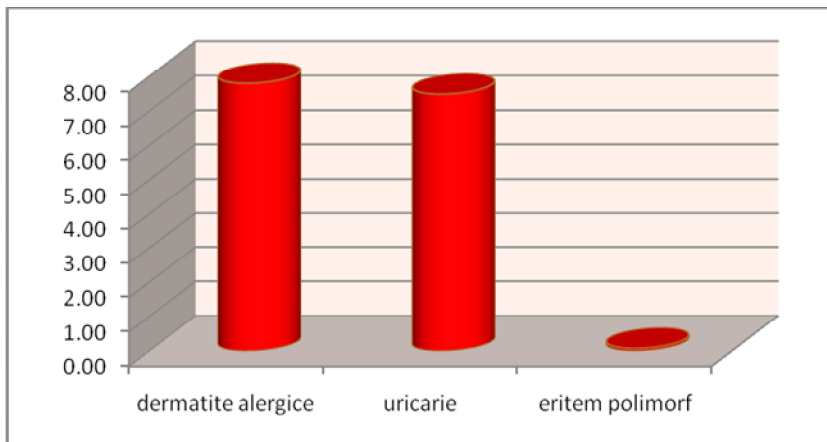


Fig. nr. 3.3.7. Evoluția frecvenței afecțiunilor de tip alergic (dermatita alergică, urticarie și eritem polimorf)

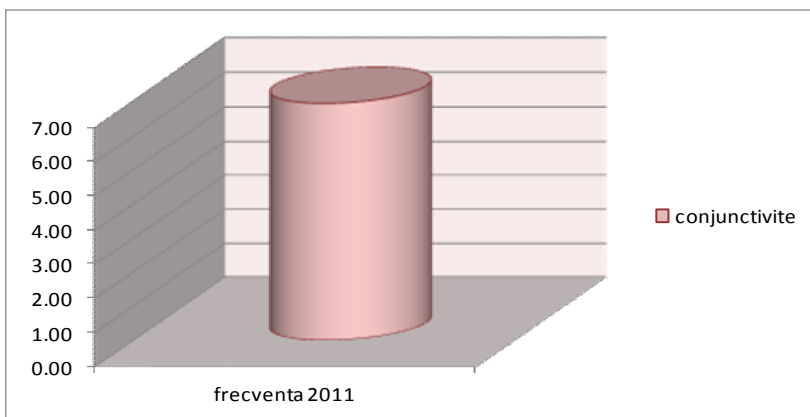


Fig. nr. 3.3.8. Evoluția frecvenței conjunctivitei în aria de studiu, în anul 2011

b. Morbidiata prin boli cronice în aria de studiu

Indicatori de morbiditate în aria de studiu (nr. de cazuri la 1.000 de locuitori) – condiții inițiale

Oraș Reghin

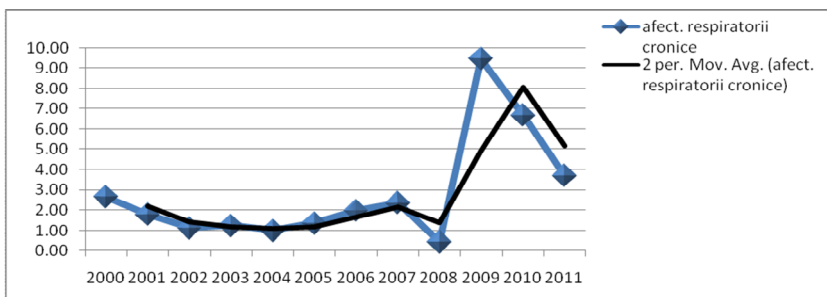


Fig. nr. 3.3.9. Distribuția temporală a frecvenței de cazuri de afecțiuni respiratorii cronice

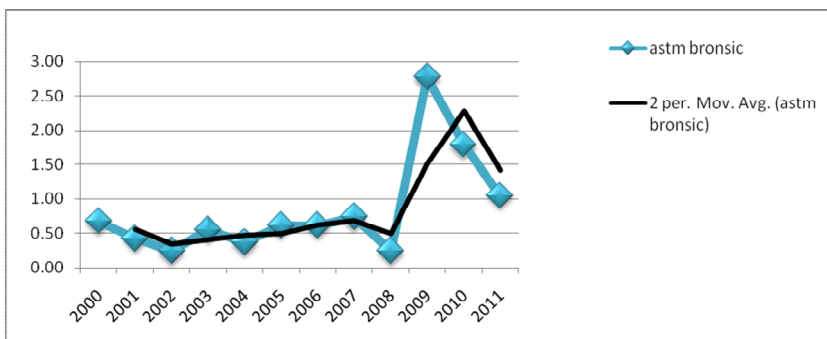


Fig. nr. 3.3.10. Distribuția temporală a frecvenței de cazuri de astm bronșic

Capitolul 3. Evaluarea stării de sănătate a populației și mediului din arealele investigate

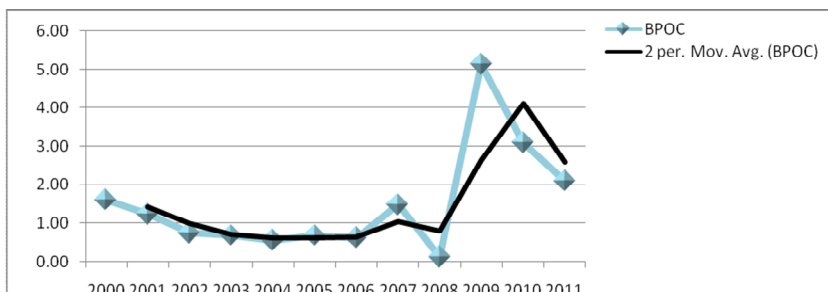


Fig. nr. 3.3.11. Distribuția temporală a frecvenței de cazuri de bronhopneumopatie obstructivă cronică

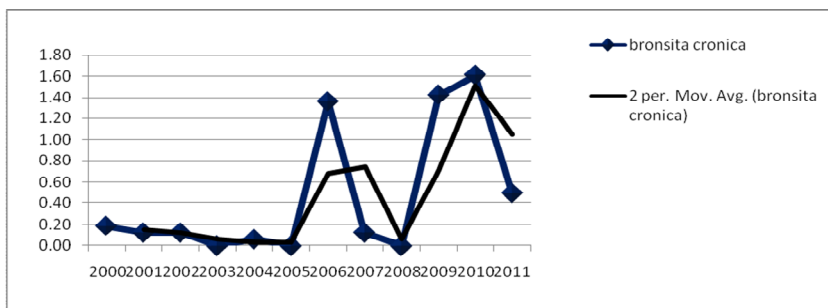


Fig. nr. 3.3.12. Distribuția temporală a frecvenței de cazuri de bronșită cronică

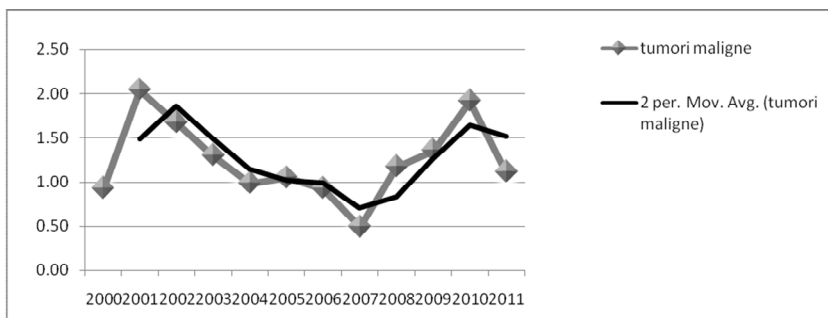


Fig. nr. 3.3.13. Distribuția temporală a frecvenței de cazuri de tumori maligne

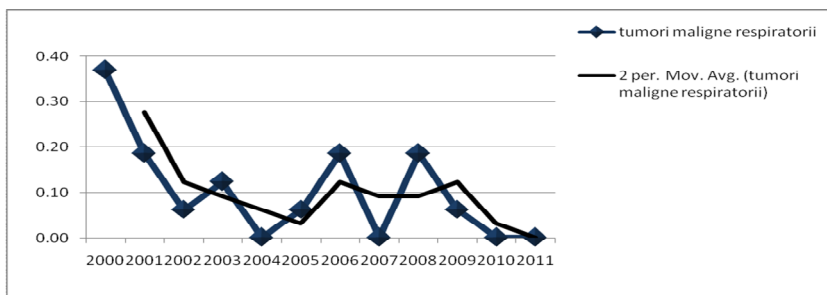


Fig. nr. 3.3.14. Distribuția temporală a frecvenței de cazuri de tumori maligne respiratorii

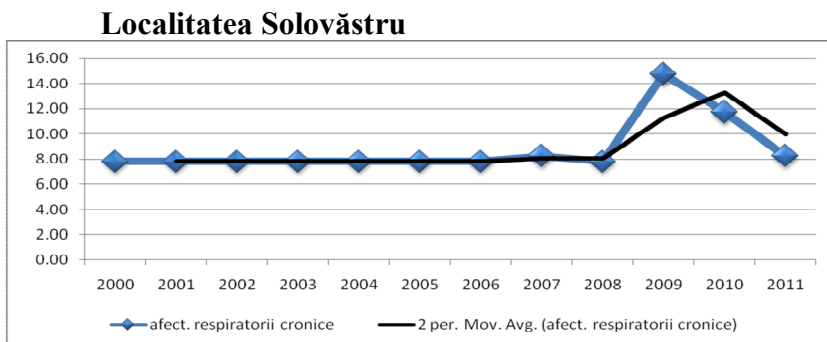


Fig. nr. 3.3.15. Distribuția temporală a frecvenței de cazuri de afecțiuni respiratorii cronice

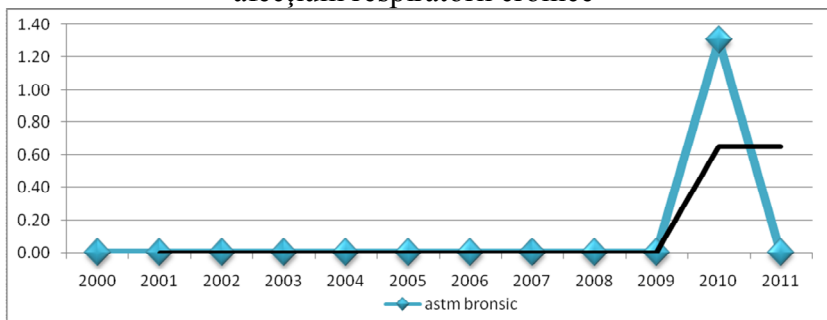


Fig. nr. 3.3.16. Distribuția temporală a frecvenței de cazuri de astm bronșic

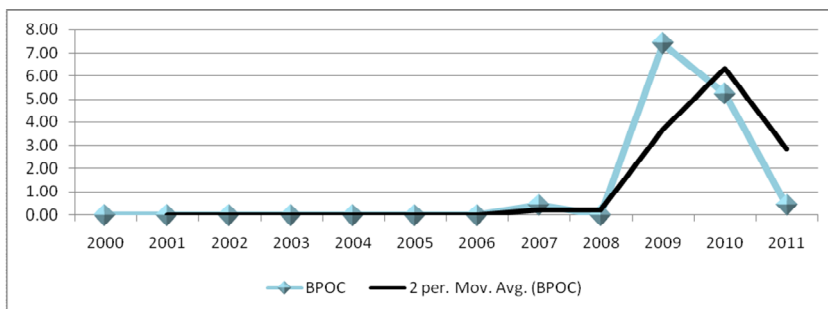


Fig. nr. 3.3.17. Distribuția temporală a frecvenței de cazuri de bronhopneumopatie obstructivă cronică

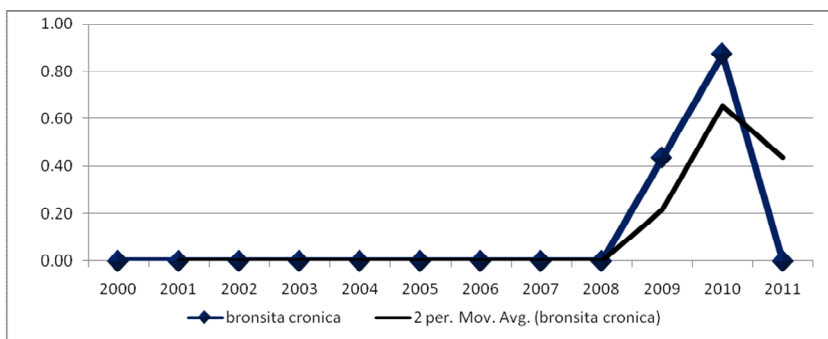


Fig. nr. 3.3.18. Distribuția temporală a frecvenței de cazuri de bronșită cronică

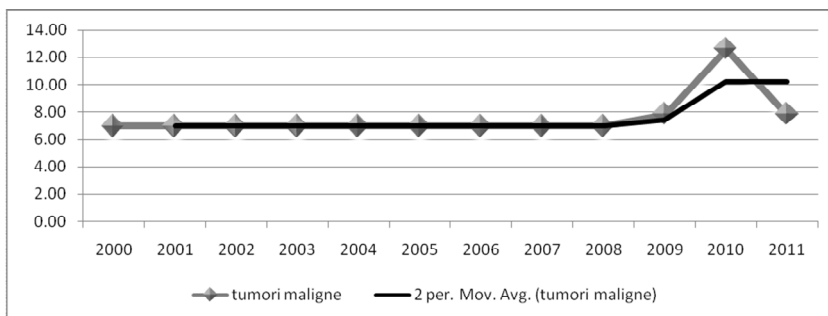


Fig. nr. 3.3.19. Distribuția temporală a frecvenței de cazuri de tumori maligne

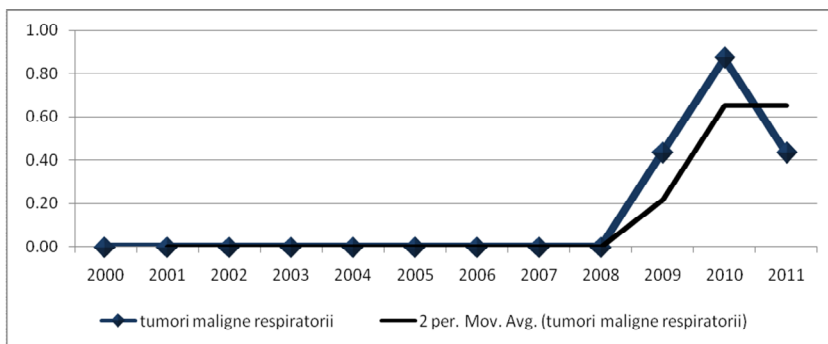


Fig. nr. 3.3.20. Distribuția temporală a frecvenței de cazuri de tumori maligne respiratorii

3.3.2.2. Evaluarea de risc asupra stării de sănătate a populației în corelație cu distanța (spațialitatea riscurilor) față de obiectivul investigat

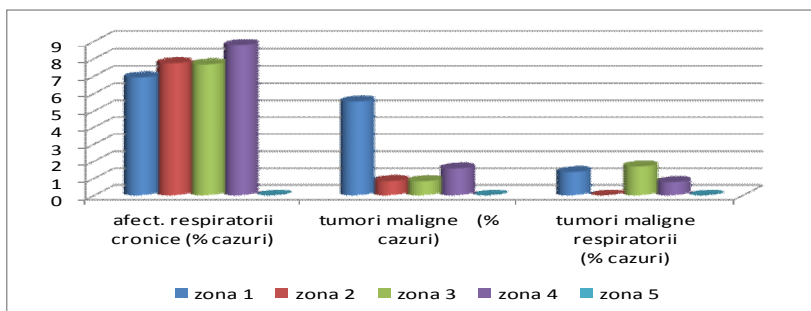


Fig. nr. 3.3.21. Distribuția spațială a cazurilor de afecțiuni respiratorii cronice, tumori maligne și tumori maligne respiratorii – anul 2000

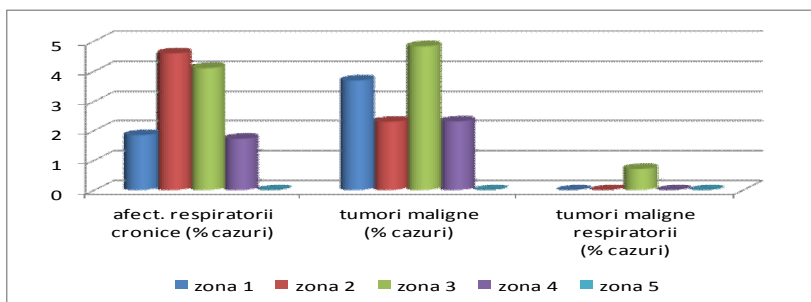


Fig. nr. 3.3.22. Distribuția spațială a cazurilor de afecțiuni respiratorii cronice, tumori maligne și tumori maligne respiratorii – anul 2001

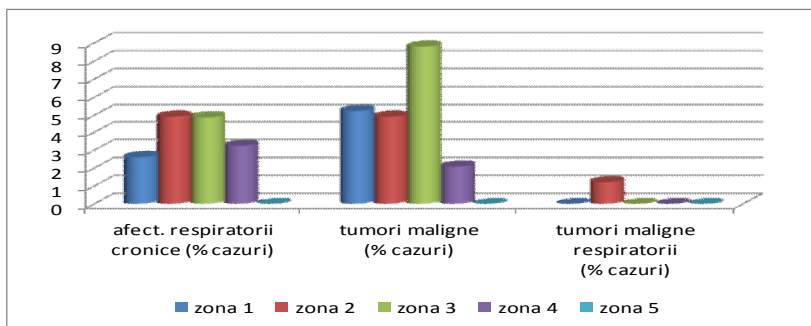


Fig. nr. 3.3.23. Distribuția spațială a cazurilor de afecțiuni respiratorii cronice, tumori maligne și tumori maligne respiratorii – anul 2002

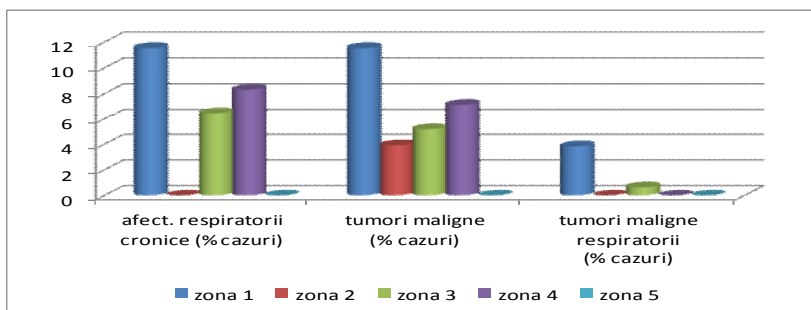


Fig. nr. 3.3.24. Distribuția spațială a cazurilor de afecțiuni respiratorii cronice, tumori maligne și tumori maligne respiratorii – anul 2003

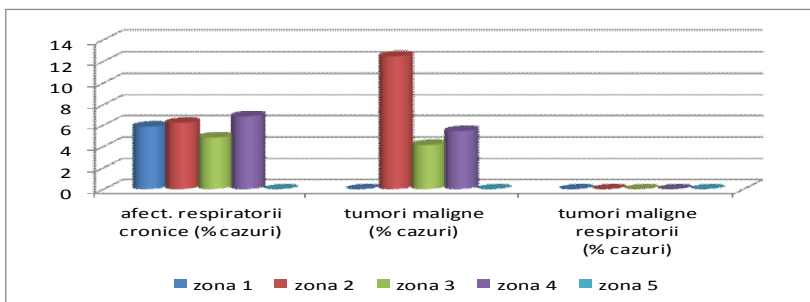


Fig. nr. 3.3.25. Distribuția spațială a cazurilor de afecțiuni respiratorii cronice, tumori maligne și tumori maligne respiratorii – anul 2004

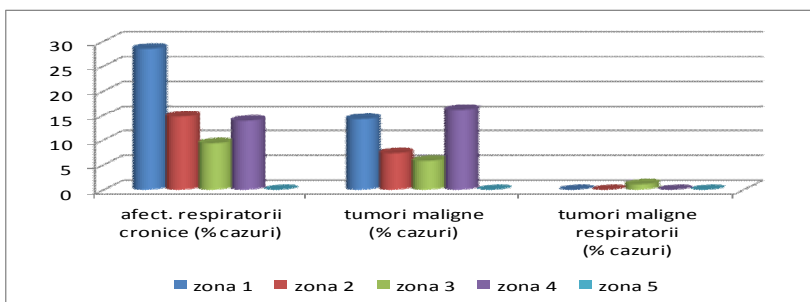


Fig. nr. 3.3.26. Distribuția spațială a cazurilor de afecțiuni respiratorii cronice, tumori maligne și tumori maligne respiratorii – anul 2005

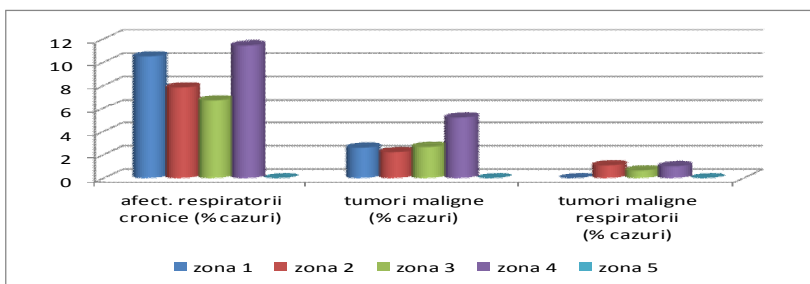


Fig. nr. 3.3.27. Distribuția spațială a cazurilor de afecțiuni respiratorii cronice, tumori maligne și tumori maligne respiratorii – anul 2006

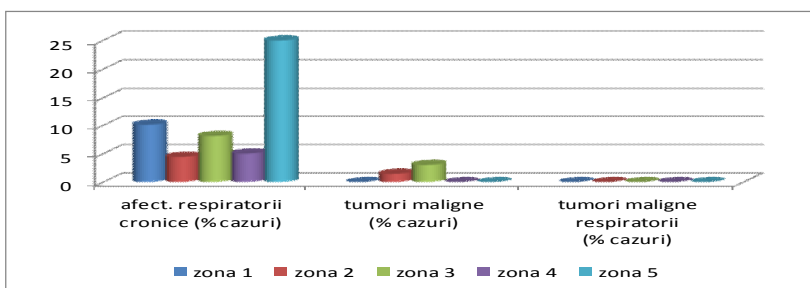


Fig. nr. 3.3.28. Distribuția spațială a cazurilor de afecțiuni respiratorii cronice, tumori maligne și tumori maligne respiratorii – anul 2007

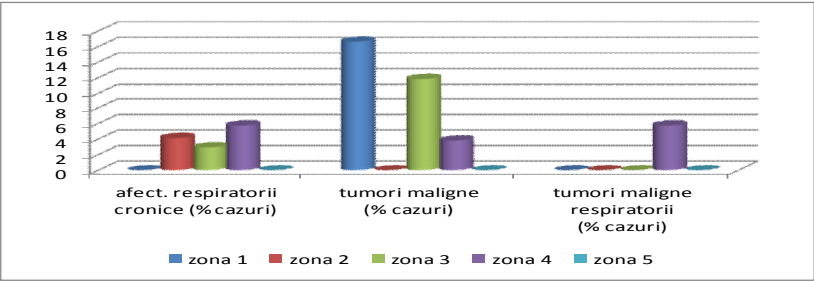


Fig. nr. 3.3.29. Distribuția spațială a cazurilor de afecțiuni respiratorii cronice, tumori maligne și tumori maligne respiratorii – anul 2008

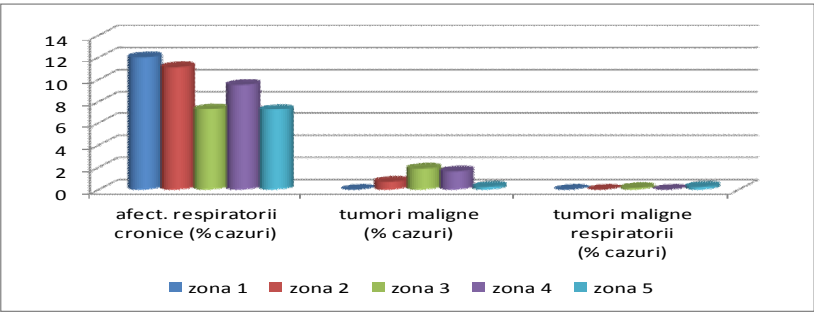


Fig. nr. 3.3.30. Distribuția spațială a cazurilor de afecțiuni respiratorii cronice, tumori maligne și tumori maligne respiratorii – anul 2009

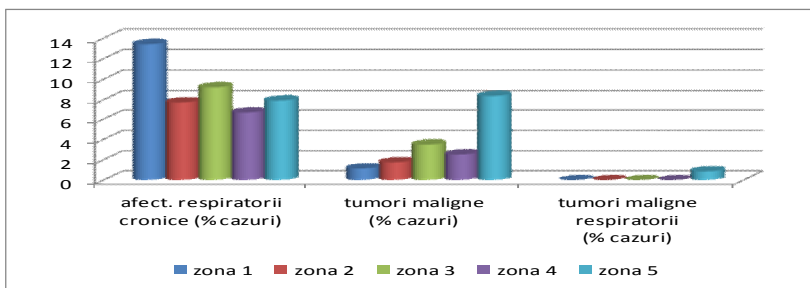


Fig. nr. 3.3.31. Distribuția spațială a cazurilor de afecțiuni respiratorii cronice, tumori maligne și tumori maligne respiratorii – anul 2010

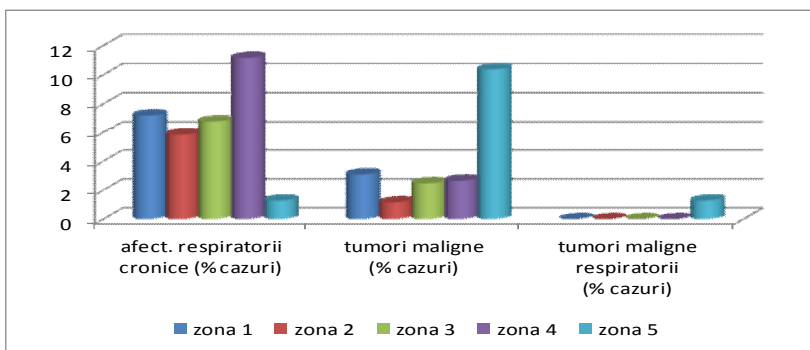


Fig. nr. 3.3.32. Distribuția spațială a cazurilor de afecțiuni respiratorii cronice, tumori maligne și tumori maligne respiratorii – anul 2011

3.3.2.3. Concluzii

1. Tabloul obținut din analiza datelor culese de la medicii de familie din aria de studiu, nu urmează nici un pattern specific, în sensul în care o frecvență mai crescută este prezentă atât în cazul patologiei care ar putea fi relaționată expunerii la substanțe periculoase prezente în mediul ambiant ca urmare a activităților specifice obiectivului (patologia cronică respiratorie), cât și în cazul patologiei care nu are nici o legătură cu expunerea la substanțe periculoase specifice activității obiectivului (patologia digestivă cronică, patologia sistemului nervos etc.).

2. Ca și condiții inițiale ale stării de sănătate, distribuția spațială a patologiei cronice investigate în aria de studiu (afecțiuni respiratorii cronice și tumori maligne), s-a caracterizat printr-o mare variabilitate, în sensul în care s-au observat tendințe de creștere a procentelor de cazuri și respectiv tendințe de scădere a procentelor de cazuri, în perioada 2000 - 2011, însă fără să regăsim preferențial valori mai crescute ale procentelor de cazuri în aria situată mai aproape de obiectiv.

3.4. Aspecte particulare privind starea mediului din orașul Reghin

Calitatea aerului în anul 2012

Județul Mureș

În județul Mureș calitatea aerului înconjurător este influențată într-o măsură moderată de emisiile din activitățile economico - sociale. Sursele antropice de emisie în atmosferă cu potențial semnificativ sunt amplasate în Târgu Mureș, Iernut, Luduș și Târnăveni, în timp ce în zone precum Reghin și Sovata, sursele de emisie antropice nu produc poluare semnificativă.

Calitatea aerului în județul Mureș se menține într-o tendință ușoară de îmbunătățire. Începând cu anul 2006, s-au redus substanțial emisiile provenite din procesele industriale, iar numărul de incidente de poluare este în scădere. Cu toate acestea, traficul rutier în creștere cauzează încă probleme locale de calitate a aerului.

În județul Mureș nu sunt probleme de poluare a aerului care să impună instituirea de măsuri speciale de gestionare a calității aerului pentru încadrarea în standardele de calitate conform legislației în vigoare.

Capitolul 4. Evaluarea riscului în expunerea la compuși organici volatili generați de industria de prelucrare a lemnului

4.1. Studiu de caz I.: Kronospan Brașov

Amplasament

Amplasamentul fabricii se află în extremitatea nordică a municipiului Brașov, estul cartierului Stupini, între calea ferată Brașov - Rupea și drumul E60 Brașov - Sighișoara (DN13), la distanța de cca. 0,6 km de gara Stupini.

Distanța față de obiectiv – Fabrica de plăci pe bază de lemn

Tabel nr. 4.1.1. Distanța față de obiectiv – Fabrica de plăci pe bază de lemn

Locație	Poziționare geografică	Distanță (m)
Cartierul Tractorul	S-SE	4.000
Cartierul Bartolomeu	S-V	4.000
Localitatea Bod	N-E	7.500
Localitatea Hărman	E	7.500

Locație	Poziționare geografică	Distanță (m)
Centrul municipiului Brașov	-	5.000 – 6.000
Localitatea Hălchiu	N-V	6.000
Localitatea Ghimbav	S-E	9.000
Localitatea Sânpetru	E	3.000
Cartier Stupini	V	1.100 – 1.600
Strada Baciului	N	200 – 1.100

Cea mai apropiată zonă de locuințe față de obiectivul analizat este amplasată în partea de nord, pe Str. Baciului, casele de locuit fiind situate la distanțe cuprinse între 150 - 1.100 m de limita amplasamentului «KRONOSPAN». În această zonă sunt loturi parcelate din care pe unele din ele sunt construite locuințe în regim de P, P+E, P+M. Din acest motiv latura dinspre nord a fabricii este îngrădită cu un val de pământ de cca. 8 m înălțime, de formă trapezoidală cu baza mare de cca. 25 m, baza mică de 4,5 - 6 m. Pe suprafața acestuia s-au plantat arbori și arbuști care înfrumusețează zona.

Față de cartierul de locuințe Stupini amplasat pe partea dreaptă a drumului european E 60, spre vest, distanța este de cca.1 - 1,5 km.

Amplasamentul nu este situat într-o zonă de importanță deosebită pentru mediu din punct de vedere al biodiversității și nici la limită sau în vecinătate. Cea mai apropiată zonă protejată este situl NATURA 2000 ROSCI0055 - “Dealul Cetății – Lempeș - Mlaștina Hărman” ce este situat în partea de est a amplasamentului PUZ la o distanță de cca. 4 km.



Fig. nr. 4.1.1. Plan de situație - amplasare dig de pământ
(Sursa Google Earth – imagine din 2009)

4.1.2. Metodologii utilizate în realizarea studiului de caz Kronospan Brașov

4.1.2.1. Metodologia de prelevare a probelor de formaldehidă din aer și analiza propriu-zisă

Pentru a identifica impactul asupra siguranței și sănătății comunității și a resurselor naturale, au fost efectuate măsurători pentru determinarea concentrației de formaldehidă în emisii și imisii, în interiorul și în incinta fabricii și în aria de influență a amplasamentului: în zonele rezidențiale și în trafic. Punctele de prelevare sunt prezentate în Anexele 1 și 2.

Prelevarea și analizarea probelor aer în care s-a determinat conținutul de formaldehidă s-a efectuat conform metodei NIOSH Method 2541; aplicații: atmosfera locului de muncă, aer de interior. Metodele de măsurare și evaluare a concentrației poluanților din aer la locul de muncă și în atmosferă sunt standardizate.

Prelevarea și analiza probelor s-a realizat cu aparate sub procedura acreditată RENAR, conform cerințelor acestui organism de certificare.

4.1.2.2. Estimarea dozelor de expunere la formaldehidă

Pentru calculul dozei de expunere, a riscului de a dezvolta în cursul vieții o tumoră malignă ca urmare a expunerii la formaldehidă și caracterizarea expunerii reale la formaldehidă în cadrul zonei investigate, s-a utilizat un program de utilitate publică aparținând ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) din cadrul CDC (Center for Disease Control and Prevention), care este folosit în analiza integrată a riscului, în Statele Unite. Dozele de expunere și riscul de a dezvolta o tumoră malignă ca urmare a expunerii timp de 15 și respectiv 35 de ani, au fost calculate ținând cont de concentrațiile de formaldehidă măsurate în aria de studiu la o populație de referință (adult, gen masculin și feminin).

Ecuția de calcul a dozei de expunere pe cale respiratorie la contaminanți din aer este:

$$ED = (C \times IR \times EF \times AF) / BW$$
, unde : ED = doza de expunere, C = concentrația contaminantului în aer, IR = rata de aport a contaminantului din aer, EF = factor de expunere, AF = factor de biodisponibilitate, BW = greutate corporală.

După ce dozele de expunere specifice ariei de influență a obiectivului investigat au fost estimate, aceste doze au fost comparate cu cea mai adecvată valoare de referință care asigură protecție față de potențiale efecte adverse care ar putea fi generate ca urmare a expunerii la un contaminant specific. Aceste valori de referință, sub care nu se înregistrează efecte adverse asupra stării de sănătate a populației, diferă în funcție de calea de expunere (ingestie, inhalare), durata expunerii (acută, subcronică/ intermediară, și cronică), și efectul advers final (carcinogenic, noncarcinogenic).

4.1.2.3. Analiza cantitativă de risc pentru formaldehidă

Analiza cantitativă de risc a fost efectuată după metodologia ATSDR (Agency for Toxic Substances & Disease Registry) cu ajutorul programului Exposure Dose Calculator. Conform metodologiei de evaluare cantitativă a riscului, dozele și concentrațiile specifice locației investigate sunt multiplicare cu unități de risc în expunerea pe cale inhalatorie (IURs - inhalation unit risks) calculate de către Agenția de Protecție a Mediului din SUA (EPA - Environmental Protection Agency), pentru a estima un risc teoretic de dezvoltare a unei tumori maligne, ca urmare a expunerii la substanța respectivă. Pentru

formaldehidă unitatea de risc în expunerea pe cale inhalatorie este de 1.3×10^{-5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ecuția de calcul este:

$$CR = ED \times IUR \times \left(\frac{EY}{70}\right)$$

unde:

CR = Riscul teoretic de cancer - expresia riscului de a dezvolta o tumoră malignă (fără unitate de măsură), ED = doza de expunere [$\text{mg}/\text{kg}/\text{zi}$], IUR = unitate de risc în expunerea pe cale inhalatorie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], EY = durata expunerii [ani].

4.1.3. Evaluarea riscului asupra sănătății în relație cu activitățile fabricii Kronospan Brașov – etapa I-a

4.1.3.1. Monitorizarea substanțelor periculoase conținute în emisii și imisii la nivelul platformei fabricii de plăci pe bază de lemn

Scenariul 1. FABRICA FUNCȚIONEAZĂ

Pentru scenariul 1, s-au prelevat probe, atât din incinta fabricii, cât și din zonele rezidențiale din vecinătatea acesteia.

Inițial s-au realizat măsurători doar pentru incinta fabricii și s-au prelevat probe în 3 puncte diferite (hală adezivare, ieșire presă PAL, ieșire presă OSB).

În trimestrul III s-a decis că este necesară o monitorizare mai amănunțită a emisiei de formaldehidă și

studiul s-a extins și pe zonele rezidențiale din vecinătatea fabricii de PAL care ar putea fi afectate de o potențială poluare a acestei fabrici.

Astfel, în ultimele două trimestre ale anului, s-au realizat măsurători și în zonele rezidențiale, în 10 puncte diferite, pentru a observa în ce măsură fabrica afectează comunitatea umană din zona aferentă fabricii de PAL.

Scenariul 2. FABRICA NU FUNCȚIONEAZĂ – Prelevarea probelor în perioada octombrie - noiembrie - decembrie

Datorită faptului că pe parcursul funcționării fabricii de PAL s-au înregistrat o serie de plângeri venite din partea populației/autorităților, s-a decis că după finalizarea monitorizărilor în timpul funcționării pe cele 4 trimestre, să se realizeze o serie de măsurători și în timpul celor 12 ore de revizie ale fabricii, timp în care aceasta este în stare de nefuncționare.

S-au prelevat probe în 9 puncte diferite, atât din incintă, cât și din zonele rezidențiale. Pe lângă acestea, s-au prelevat și 9 probe din trafic pentru a putea observa dacă poluarea cu formaldehidă nu se datorează unor factori externi, precum

emisiile provenite de la gazele de eşapament ale autovehiculelor.

Rezultate și discuții în urma măsurătorilor de formaldehidă realizate în timpul celor două scenarii

Scenariul 1. FABRICA FUNCȚIONEAZĂ

În incinta fabricii măsurătorile s-au realizat în cele 3 puncte de prelevare a probelor (hală adezivare, ieșire presă PAL, ieșire presă OSB), pentru toate cele patru trimestre (2010 - 2012).

În graficul de mai jos se poate observa prezentarea comparativă a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în incinta fabricii în Trimestrul I, II, III și IV.

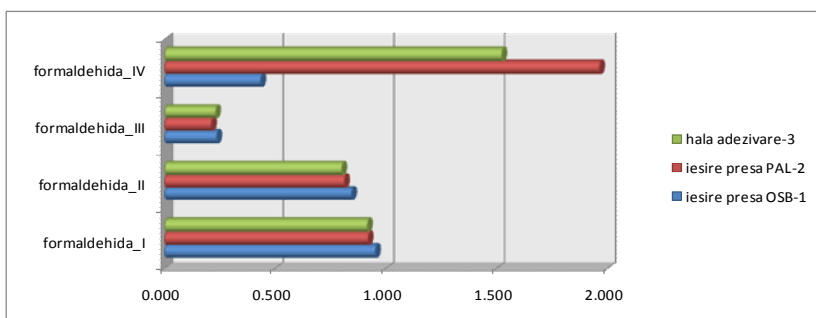


Fig. nr. 4.1.2. Prezentarea comparativă a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în incinta fabricii în Trimestrul I, II, III și IV

De asemenea, în graficul de mai jos, se poate evidenția și prezentarea comparativă față de concentrația maximă admisă (CMA) a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în incinta fabricii în Trimestrul I, II, III și IV.

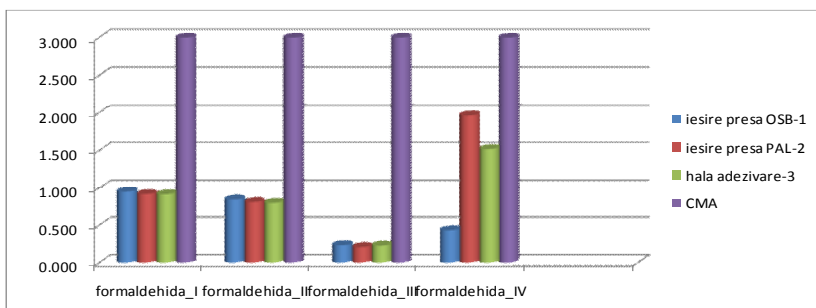


Fig. nr. 4.1.3. Prezentarea comparativă față de concentrația maximă admisă (CMA) a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în incinta fabricii în Trimestrul I, II, III și IV

În ceea ce privește formaldehida, prezentarea comparativă a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în incinta fabricii în Trimestrul I, II, III și IV, relevă cele mai mici valori ale concentrațiilor de formaldehidă în trimestrul III și respectiv cele mai mari valori măsurate, în trimestrul IV. Trebuie menționat însă că toate concentrațiile măsurate pe perioada monitorizării s-au situat sub valoarea CMA (pentru măsurători de 30 minute), conform STAS 12574/87.

În zonele rezidențiale, măsurătorile s-au efectuat pentru probele prelevate din cele 10 puncte, în trimestrul III și trimestrul IV.

În graficul de mai jos se poate observa prezentarea comparativă față de concentrația maximă admisă (CMA) a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în zonele rezidențiale în ultimele două trimestre ale anului.

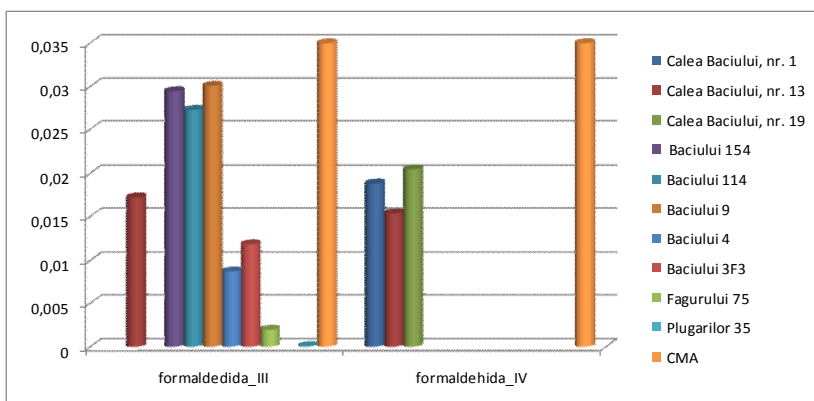


Fig. nr. 4.1.4. Prezentarea comparativă față de concentrația maximă admisă (CMA) a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în zonele rezidențiale în ultimele două trimestre ale anului

Referitor la nivelele concentrației de formaldehidă măsurate în zonele rezidențiale, în trimestrele III și IV, acestea s-au situat sub valoarea concentrației maxime admise (CMA).

**Scenariul 2. FABRICA NU FUNCȚIONEAZĂ –
perioada octombrie - noiembrie - decembrie**

Măsurătorile efectuate în perioada octombrie - noiembrie - decembrie s-au realizat pentru cele 12 ore de revizie a fabricii (aferente fiecărei luni în parte), când aceasta a fost în stare de nefuncționare. Pe lângă măsurătorile din incinta fabricii și cele din zonele rezidențiale, s-au realizat măsurători în trafic pentru a observa dacă poluarea cu formaldehidă nu se datorează unor factori externi precum emisiile gazelor de eșapament.

Măsurătorile din incintă, din zonele rezidențiale și din trafic s-au realizat concomitent.

În incinta fabricii s-au efectuat măsurători pentru cele 9 puncte de prelevare a probelor.

În graficul de mai jos se poate observa prezentarea comparativă a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în incinta fabricii, în perioada octombrie - noiembrie - decembrie.

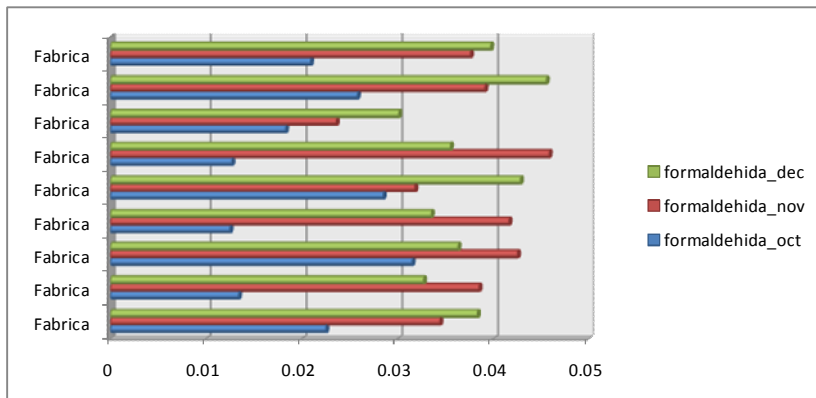


Fig. nr. 4.1.5. Prezentarea comparativă a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3)

Prezentarea comparativă a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în incinta fabricii, în perioada octombrie - noiembrie - decembrie, relevă valori ceva mai mari ale concentrațiilor de formaldehidă în lunile noiembrie și decembrie, comparativ cu luna octombrie, însă toate valorile măsurate s-au situat sub valoarea concentrației maxime admisibile (CMA) la locul de muncă.

În zonele rezidențiale, s-au realizat de asemenea măsurători pentru 9 puncte de prelevare a probelor. În graficul de mai jos se poate observa prezentarea comparativă a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în zona rezidențială, în perioada octombrie - noiembrie - decembrie.

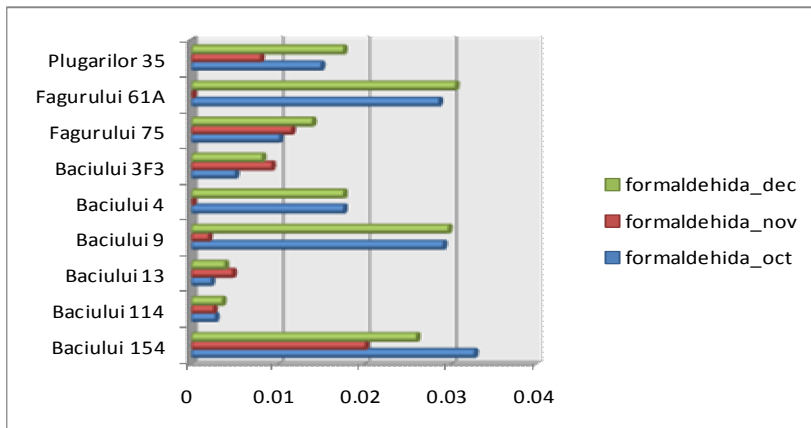


Fig. nr. 4.1.6. Prezentarea comparativă a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în zona rezidențială

De asemenea s-a realizat și o prezentare comparativă față de concentrația maximă admisibilă (CMA) a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în zonele rezidențiale, în perioada octombrie - noiembrie - decembrie.

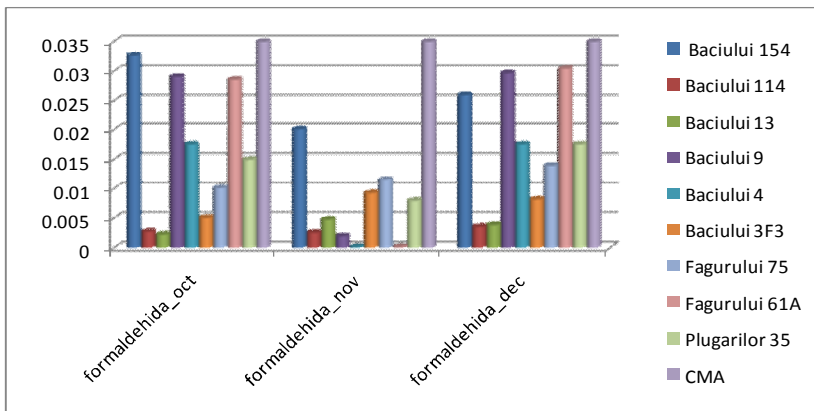


Fig. nr. 4.1.7. Prezentarea comparativă față de concentrația maximă admisibilă (CMA) a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în zonele rezidențiale

Prezentarea comparativă a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în zona rezidențială, în perioada octombrie - noiembrie - decembrie, a evidențiat valori ceva mai mari ale concentrațiilor de formaldehidă în lunile octombrie și decembrie, comparativ cu luna noiembrie, însă toate valorile măsurate s-au situat sub CMA.

În trafic, s-au realizat, de asemenea, măsurători pentru 9 puncte de prelevare a probelor.

În graficul de mai jos se poate observa prezentarea comparativă a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3)

măsurate în trafic, în perioada octombrie - noiembrie - decembrie 2010.

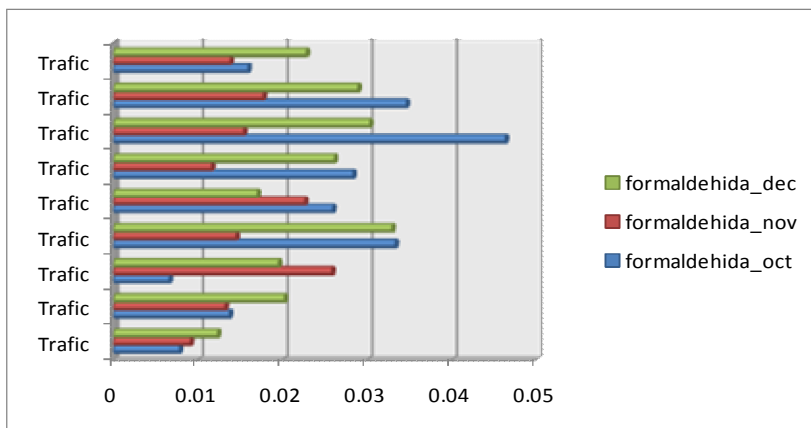


Fig. nr. 4.1.8. Prezentarea comparativă a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în trafic, în perioada octombrie - noiembrie - decembrie 2010

Prezentarea comparativă a concentrațiilor de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în trafic, în perioada octombrie - noiembrie - decembrie, a evidențiat valori ceva mai mari ale concentrațiilor de formaldehidă măsurate în zona de trafic, în lunile decembrie și octombrie comparativ cu luna noiembrie.

Concluzii

1. Concentrațiile de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în incinta fabricii în decursul monitorizării, s-au situat sub

valoarea concentrației maxime admise (CMA) în această locație.

2. Concentrațiile de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în aerul atmosferic, în zonele rezidențiale, în decursul monitorizării, s-au situat sub valoarea concentrației maxime admise (CMA) în aerul atmosferic, în zonele rezidențiale.

3. Nu s-au înregistrat diferențe semnificative statistic în ceea ce privește nivelul concentrației de formaldehidă măsurat în aerul atmosferic în zonele rezidențiale, între trimestre, pe perioada monitorizării.

4. Analiza statistică comparativă nu a evidențiat diferențe valorice semnificative statistic între valorile măsurate ale concentrației formaldehidei în zona de trafic și respectiv în zona rezidențială.

5. Analiza statistică comparativă a valorilor măsurate ale concentrației formaldehidei în zona rezidențială, când fabrica a funcționat și respectiv când nu a funcționat, nu a evidențiat diferențe semnificative statistic între concentrațiile de formaldehidă măsurate în zona rezidențială în situația în care fabrica a funcționat față de situația în care nu a funcționat.

6. Analiza comparativă a valorilor măsurate ale concentrației formaldehidei în zona rezidențială, când fabrica a funcționat și respectiv când nu a funcționat, a evidențiat valori

ceva mai mari ale concentrațiilor de formaldehidă în zonele rezidențiale atunci când fabrica a funcționat comparativ cu situația în care nu a funcționat, însă nu au existat diferențe semnificative statistic între valorile măsurate în situația în care a funcționat comparativ cu situația în care nu a funcționat, în cazul nici unuiu din cele două seturi de măsurători efectuate.

4.1.3.2. Estimarea dozelor și analiza riscurilor în expunerea la formaldehidă

S-au realizat scenarii de expunere la diferite concentrații de formaldehidă măsurate în aerul exterior și respectiv în aerul din interiorul locuinței, în diferite locații investigate în aria de influență a obiectivului, într-o populație de referință și s-a ajuns la următoarele concluzii:

1. Dozele de expunere (care indică riscul de a dezvolta un efect advers ca urmare a expunerii) calculate pentru formaldehidă în concentrațiile din imisii generate ca urmare a activităților desfășurate în cadrul obiectivului investigat, s-au situat sub valoarea de referință care asigură protecția stării de sănătate a populației.

2. Pentru scenariul cel mai defavorabil, valorile estimate teoretic pentru riscul adițional de neoplazii ca urmare

a expunerii la formaldehidă în aria de studiu, s-au încadrat într-o plajă de valori cuprinse, ca ordine de mărime, între 10^{-8} și 10^{-3} .

3. Valorile estimate teoretic pentru riscul adițional de cancer în aria de studiu, se încadrează în intervalul de valori estimate teoretic de către U.S. Environmental Protection Agency (având valoarea limită superioară de ordinul 10^{-3}), în condițiile expunerii la concentrațiile măsurate în aerul atmosferic.

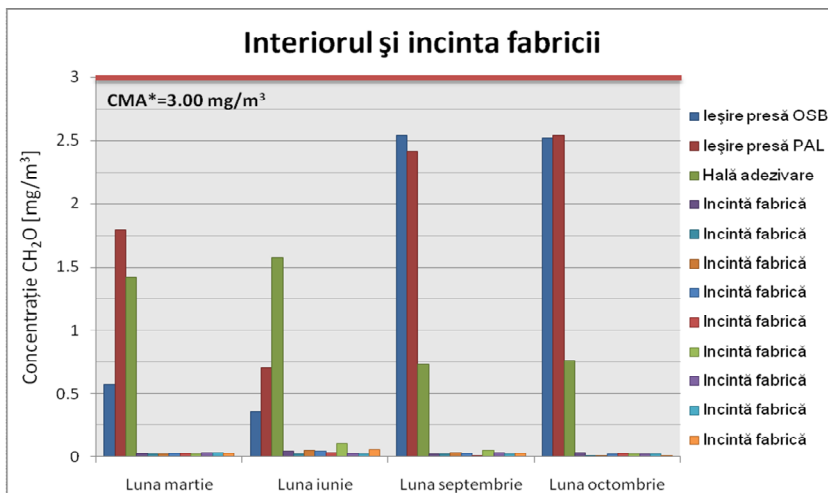
4.1.4. Evaluarea riscului asupra sănătății în relație cu activitățile fabricii Kronospan Brașov – etapa a II-a

4.1.4.1. Monitorizarea substanțelor periculoase conținute în emisii și imisii la nivelul platformei fabricii de plăci pe bază de lemn

a. Măsurători în interiorul fabricii

În cadrul fabricii au fost identificate 3 secții pentru monitorizare (1 – Ieșire presă OSB, 2 – Ieșire presă PAL, 3 – Hală adezivare), respectiv 9 puncte în incinta fabricii, prezentate în Anexele 1 și 2. Noxa principală în urma procesului tehnologic este formaldehida. Au fost efectuate măsurători de scurtă durată (15 min), în puncte fixe, pentru a caracteriza nivelul de expunere al muncitorului, la locul de muncă.

Compararea concentrațiilor determinate cu concentrațiile maxime admise



*conform H.G. 1218/2007 și H.G. 1093/2006 – valori maxime admise pe termen scurt (15 min.)

Fig. nr. 4.1.9. Compararea concentrațiilor de formaldehidă cu CMA

Conform Normelor Generale de Protecția Muncii, formaldehida este normată la 3 mg/m³, medie de scurtă durată. Valorile determinate pentru indicatorul formaldehidă sunt situate sub concentrația maximă admisă în toate lunile în care s-au efectuat determinările. Valoarea cea mai mare a fost determinată în punctul Ieșire presă OSB (2,54 mg/m³) în luna

septembrie 2012 și în punctul Ieșire presă PAL ($2,54 \text{ mg/m}^3$) în luna octombrie 2012.

b. Măsurători ale imisiilor în zonele rezidențiale

Au fost efectuate măsurători și în aria de influență a amplasamentului, privind calitatea aerului atmosferic, în urma activității fabricii de prelucrare a lemnului. Măsurătorile de medii de scurtă durată (30 min) s-au efectuat simultan în zona rezidențială și în trafic, în apropierea drumului național DN 13. Au fost alese câte 9 puncte de monitorizare pentru fiecare zonă (detaliate în Anexele 1 și 2), iar prelevarea s-a efectuat simultan cu cele 9 puncte din incinta fabricii.

Conform STAS-ului 12574-87, *formaldehida* este normată la $0,035 \text{ mg/m}^3$ (CMA), medie de scurtă durată.

Au existat patru determinări care au depășit concentrația maximă admisă de formaldehidă, iar acestea s-au înregistrat în trafic, după cum se vede în tabelul de mai sus.

Variația temporală a concentrațiilor de formaldehidă măsurate în aria de influență a fabricii de plăci pe bază de lemn din Brașov

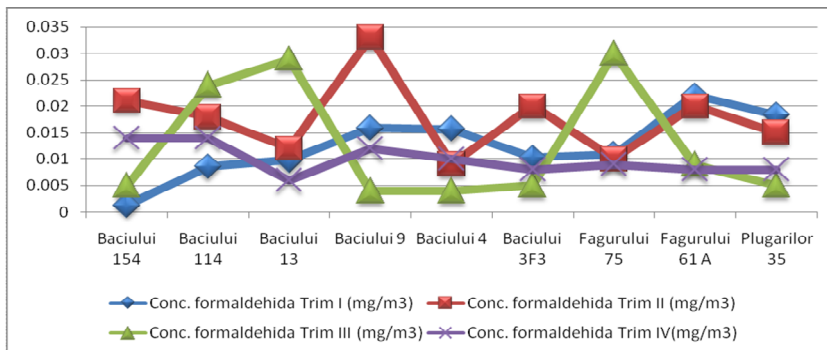


Fig. nr. 4.1.10. Variația temporală a concentrațiilor de formaldehidă măsurate în zona rezidențială din vecinătatea fabricii de plăci pe bază de lemn

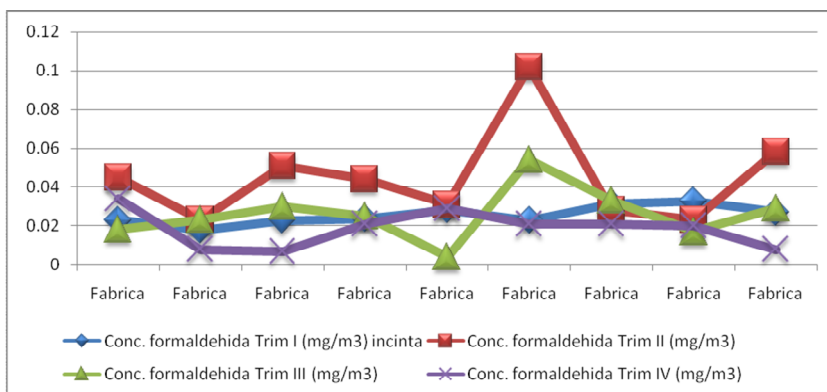


Fig. nr. 4.1.11. Variația temporală a concentrațiilor de formaldehidă măsurate în incinta fabricii de plăci pe bază de lemn

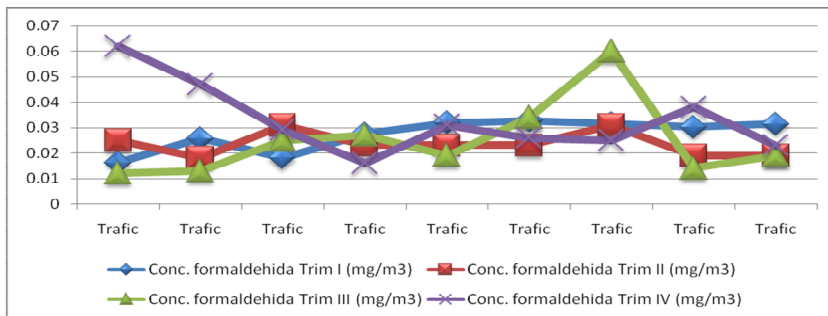


Fig. nr. 4.1.12. Variația temporală a concentrațiilor de formaldehidă măsurate în zona cu trafic intens din vecinătatea fabricii de plăci pe bază de lemn

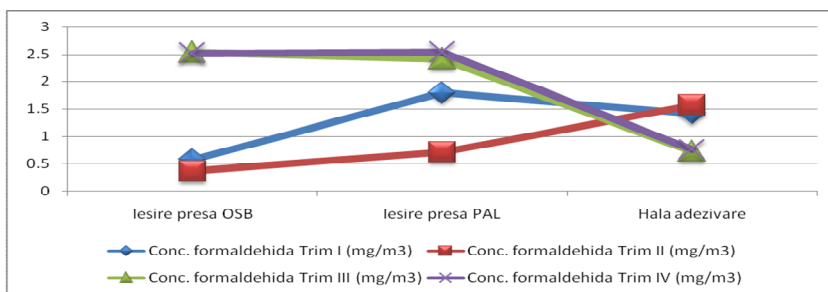


Fig. nr. 4.1.13. Variația temporală a concentrațiilor de formaldehidă măsurate în interiorul fabricii aparținând fabricii de plăci pe bază de lemn

Variația temporală și spațială a concentrațiilor de formaldehidă măsurate în aria de influență a fabricii de plăci pe bază de lemn din Brașov

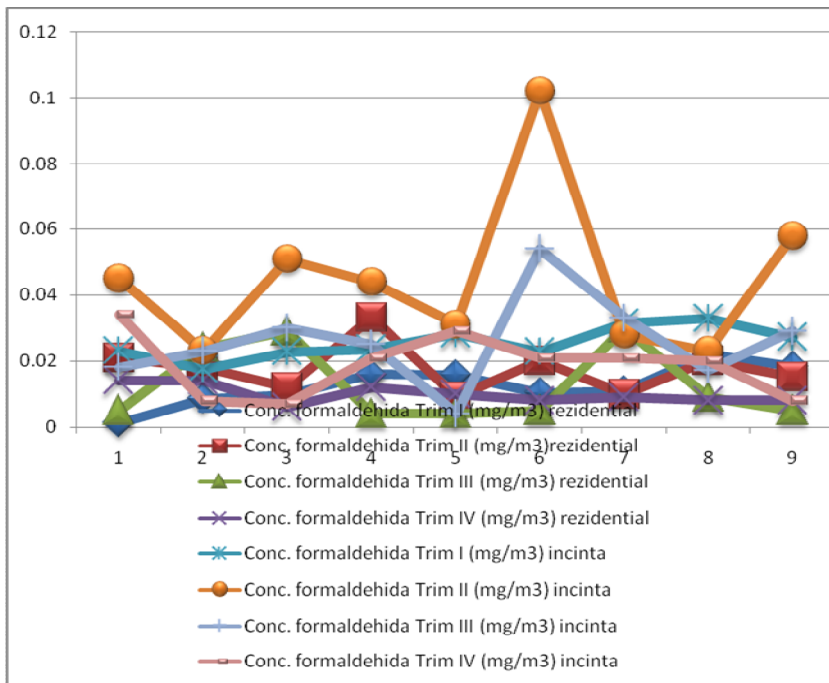


Fig. nr. 4.1.14. Variația temporală și spațială a concentrațiilor de formaldehidă măsurate în aria de influență a fabricii de plăci pe bază de lemn, prezentată comparativ în zona rezidențială și în incinta fabricii

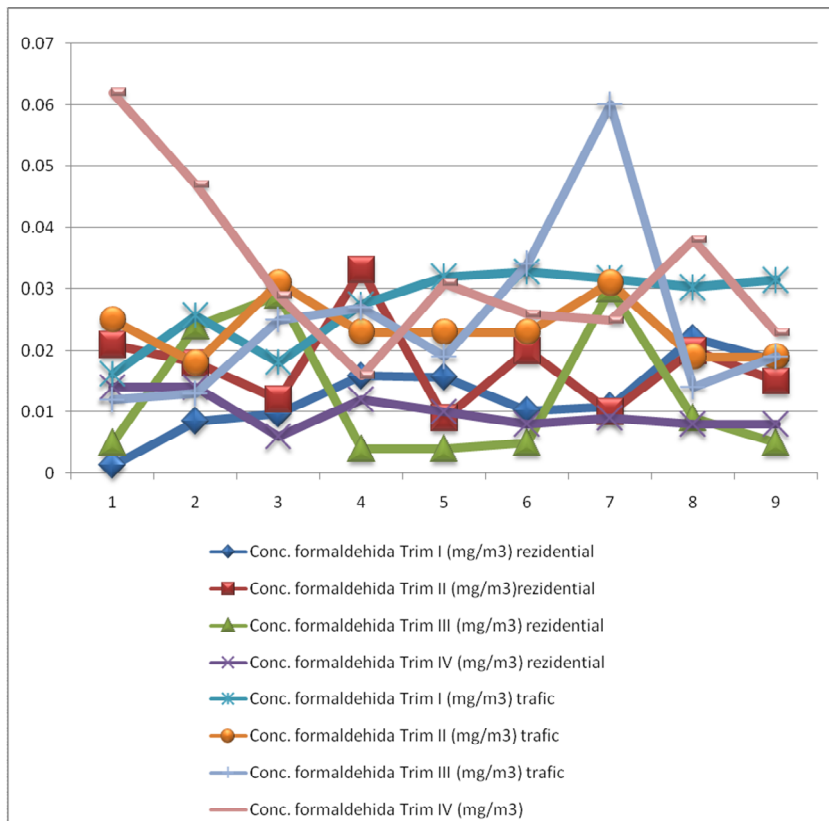


Fig. nr. 4.1.15. Variația temporală și spațială a concentrațiilor de formaldehidă măsurate în aria de influență a fabricii de plăci pe bază de lemn, prezentată comparativ în zona rezidențială și în zona cu trafic intens

4.1.4.2. Estimarea dozelor și analiza riscurilor în expunerea la formaldehidă

Din campania de monitorizare efectuată în decursul etapei a II-a, se constată că nu au fost înregistrate depășiri ale normelor în vigoare în ceea ce privește concentrațiile de formaldehidă măsurate în zona rezidențială din aria de influență a fabricii de plăci pe bază de lemn din Brașov.

Valorile determinate pentru indicatorul *formaldehidă* în zonele rezidențiale s-au situat sub concentrația maximă admisă. Cea mai mare valoare a fost înregistrată în punctul 4 – Calea Baciului nr. 9 ($0,033 \text{ mg/m}^3$), în trimestrul II al acestei etape.

În ceea ce privește evoluția în dinamică, în decursul etapei II, a concentrațiilor de formaldehidă măsurate în zona rezidențială din aria de influență a fabricii de plăci, se constată că cele mai mici valori ale concentrațiilor de formaldehidă au fost măsurate în trimestrul I și trimestrul IV; de asemenea variația valorică a fost mai mică în trimestrul I și trimestrul IV, comparativ cu celelalte două. Pentru trimestrul al doilea, se constată variații valorice mult mai mari ale concentrațiilor măsurate în zona rezidențială, fără ca ele să depășească valoarea maximă impusă de legislația de mediu, cea mai mare valoare măsurată fiind înregistrată în locația de pe strada Baciului nr. 9. Trimestrul al treilea este și el caracterizat de

importante variații valorice ale concentrațiilor de formaldehidă măsurate, înregistrându-se 3 vârfuri valorice, care însă nu depășesc valoarea maximă impusă de legislația de mediu, valorile fiind mai mici decât vârful menționat anterior, pentru trimestrul II.

Valorile determinate pentru indicatorul *formaldehidă* în mediul ocupațional sunt situate sub concentrația maximă admisă. Valoarea cea mai mare a fost determinată în punctul 1 – Ieșire presă OSB ($2,54 \text{ mg/m}^3$) în trimestrul III și respectiv în punctul 2 – Ieșire presă PAL, în trimestrul IV.

În ceea ce privește concentrațiile de formaldehidă măsurate în incinta fabricii, se observă variații valorice mult mai mici și mai puțin frecvente decât cele descrise anterior, pentru zona rezidențială. Nivelul concentrațiilor de formaldehidă măsurate în incinta fabricii, în trimestrul I, este aproape constant și aproape că se suprapune cu cel al concentrațiilor măsurate în decursul trimestrului III, excepție fiind un vârf valoric înregistrat în trimestrul III, care nu se regăsește în trimestrul I. Valori puțin mai crescute comparativ cu celelalte două trimestre, s-au înregistrat în trimestrul II, inclusiv un vârf valoric. În trimestrul IV, concentrațiile măsurate au variat foarte puțin, iar valoric acestea au fost foarte

apropiate de cele măsurate în trimestrul I, în unele puncte de determinare chiar mai mici decât cele măsurate în trimestrul I.

Referitor la concentrațiile de formaldehidă măsurate în zona cu trafic intens din vecinătatea fabricii, se observă variații valorice mult mai mici și mai puțin frecvente decât cele descrise anterior, pentru zona rezidențială. Nivelul concentrațiilor de formaldehidă măsurate în zona cu trafic intens din vecinătatea fabricii, în trimestrul I, este relativ constant, valorile fiind apropiate numeric de cele al concentrațiilor măsurate în decursul trimestrului II și III, excepție un vârf valoric înregistrat în trimestrul III, care nu se regăsește în trimestrul I și apare cu o valoare numerică mult mai mică, în cadrul trimestrului II. În trimestrul IV, se observă un vârf valoric într-unul din punctele de determinare, dar în rest valorile concentrațiilor de formaldehidă au fost similare cu cele măsurate în celelalte trei trimestre.

Concluzii

1. Dacă privim comparativ, valorile concentrațiilor de formaldehidă măsurate în zona rezidențială în decursul acestei etape, cu cele măsurate în incinta fabricii, se constată că variațiile din zona rezidențială nu se suprapun peste cele înregistrate în incinta fabricii și totodată nu se suprapun perfect

nici peste cele măsurate în zona cu trafic intens, pledând pentru faptul că în zona rezidențială influențele sunt multiple.

2. În ceea ce privește nivelele concentrației de formaldehidă în câteva secții ale fabricii de plăci pe bază de lemn, în cadrul monitorizării efectuate, nu s-au înregistrat depășiri ale concentrațiilor maxime admisibile la locul de muncă, impuse de legislația în vigoare, în condițiile în care se asigură toate măsurile de protecția muncii, inclusiv echipament personal de protecție.

3. Utilizând în calcul concentrațiile măsurate în imisii în zona rezidențială, ca nivele de expunere permanentă pentru diverse grupuri populaționale cu susceptibilități diferite din aria de influență a obiectivului (adulți de ambele genuri), valorile estimate teoretic pentru riscul adițional de neoplazii ca urmare a expunerii la formaldehidă în aria de studiu, s-au încadrat într-o plajă de valori cuprinse, ca ordine de mărime, între 10^{-4} și 10^{-6} .

4. Referitor la starea de sănătate a grupurilor populaționale care locuiesc în zonele rezidențiale din aria de influență a fabricii de plăci, riscul adițional estimat teoretic de apariție a unui efect advers grav asupra stării de sănătate (de tipul tumorilor maligne), ca urmare a expunerii de lungă durată (15 - 30 de ani) la formaldehidă, este foarte scăzut. Subliniem că acest risc adițional a fost estimat și menționăm expres că

riscul real este necunoscut și nu se poate calcula exact de către nimeni și nicăieri, pentru că depinde de un număr extrem de mare de factori cu o mare variabilitate interindividuală, care nu au fost cuantificați în acest studiu, de tipul factorilor genetici, metabolici, contribuția altor surse la care este expus subiectul, etc.

4.2. Studiu de caz II. Kastamonu Reghin

4.2.3. Evaluarea riscului asupra stării de sănătate și controlul expunerii umane în relație cu activitățile fabricii Kastamonu Reghin (măsurători de emisii și imisii)

Evaluarea de risc asupra stării de sănătate și controlul expunerii umane prezentată în acest capitol s-a făcut pe baza unor măsurători efectuate pe amplasamentul și în vecinătatea unei fabrici de plăci pe bază de lemn din localitatea Reghin, județul Mureș (Fig. nr. 4.2.1.) în anul 2013.

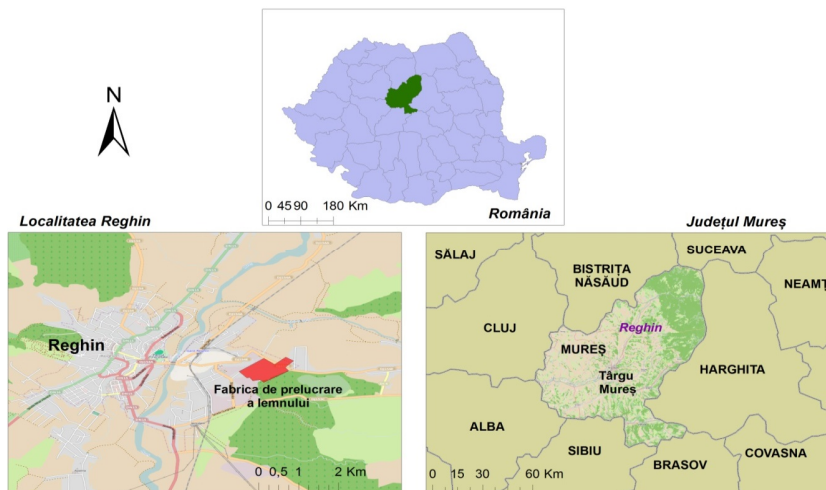


Fig. nr. 4.2.1. Localitatea Reghin în județul Mureș

Pe baza rezultatelor măsurătorilor s-a calculat contribuția emisiilor de pulberi ca și expuneri cumulative pentru formaldehidă.

Principalii agenți poluatori ai aerului rezultați din activitățile desfășurate în cadrul fabricii de plăci sunt:

Surse fixe

Pulberi din lemn rezultate de la operațiile tehnologice de prelucrare mecanică a lemnului, precum: tocarea așchiilor, uscarea așchiilor, măcinarea, sortarea așchiilor, însilozarea așchiilor, sortarea așchiilor, presarea și formatizarea plăcilor, tocarea plăcilor cu defect, șlefuirea și transportul.

Formaldehidă rezultată în urma proceselor de uscare a aşchiilor şi presare la cald a plăcilor utilizând presa de PAL.

O parte din emisiile de formaldehidă se produc simultan cu emisii de pulberi (sursele P1 şi P2 de la DOORSKIN şi sursa WESP de la PAL) şi deci este posibil ca o parte din formaldehidă să fie adsorbită pe particulele de pulberi. Altfel spus, o parte din particulele de pulberi dispersate în atmosferă, din totalul de pulberi emise, pot conţine şi formaldehidă adsorbită.

Din totalul de 10.271,93 g/h pulberi emise în atmosferă din toate sursele fabricii de plăci pe bază de lemn, 2.423,76 g/h (de la WESP) + 2.235,5 (de la P1) + 115,2 (de la P2) = 4.774,46 g/h sunt pulberi ce pot fi impregnate cu formaldehidă, adică 46,5%, din care 23,6% provin de la PAL. Conţinutul mediu de formaldehidă ce poate fi prezent (adsorbit) în aceste pulberi este de $1.849,05/4.774,46 * 100 = 38,7\%$.

Pe următoarea hartă (Fig. nr. 4.2.2.) este prezentată distribuţia spaţială a concentraţiilor de PM prezentă în imisii, determinate în aria de influenţă a fabricii de prelucrare a lemnului.

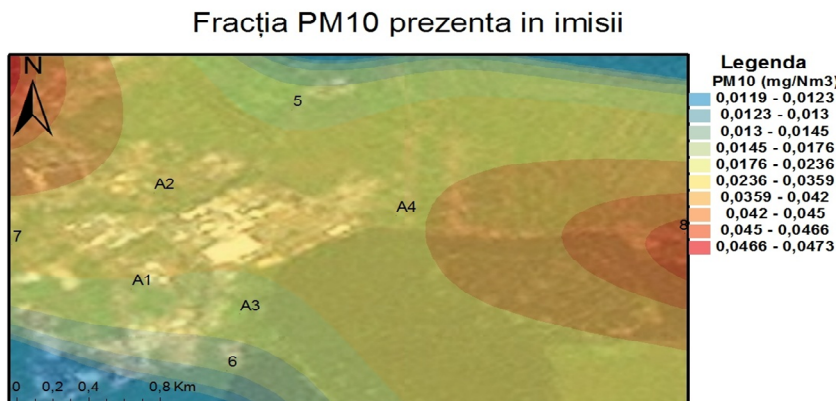


Fig. nr. 4.2.2. Distribuția spațială a fracției PM₁₀

Se poate observa că cele mai mari concentrații s-au măsurat în punctul 8, în celelalte puncte fiind mai joase, cea mai mică concentrație de pulberi de fracția PM₁₀ prezentă în imisii fiind determinată în punctul 6. Punctele A1, A2, A3, A4, 5, 6 și 7 sunt situate în aria de influență a fabricii de prelucrare a lemnului, iar punctul 8 se află la o distanță mai mare față de amplasamentului studiat.

O parte din particulele de pulberi dispersate în atmosferă pot conține și formaldehidă adsorbită (38,7%), astfel distribuția spațială a concentrațiilor de formaldehidă este aceeași cu distribuția pulberilor, reprezentată în harta de mai sus.

Punctele de prelevare a probelor de pulberi sunt prezentate pe harta din Anexa 3.

Capitolul 5. Concluzii finale

- Politica Comunității Europene privind sănătatea și securitatea populației în relație cu calitatea aerului reprezintă o prioritate în acest moment.
- Pornind de la ideea că în mediile urbane sursele de compuși organici volatili sunt numeroase, traficul auto fiind desemnat pe primul loc, apariția unor surse noi, industriale, schimbă semnificativ profilul distribuției acestor poluanți, cu implicații directe în expunerea umană.
- Din perspectiva evaluării de risc a fost necesară, în conformitate cu metodologia existentă, o evaluare a condițiilor inițiale de sănătate, cât și a riscurilor de sănătate asociate condițiilor actuale de mediu în cele două areale din Brașov și Reghin.
- Modelele specifice epidemiologiei și toxicologiei de mediu au avut tente diferite de la spațial/ecologic trecând prin transversal și până la caz/control și cohorta retrospectivă.
- Teza s-a axat pe analiza concretă a două zone cu industrie de prelucrare a lemnului, generatoare de emisii specifice, din care formaldehida deține un rol primordial relaționat posibilelor efecte asupra sănătății și în mod deosebit a sănătății populației neexpuse ocupațional.

- **În cazul Kronospan Braşov**, evaluarea expunerii la formaldehidă, în corelaţie cu distanţa faţă de obiectivul investigat, a relevat următoarele aspecte:
 - concentraţiile de formaldehidă (mg/m^3) măsurate în incinta fabricii şi în zonele rezidenţiale în decursul monitorizării, s-au situat sub valoarea concentraţiei maxime admise (CMA) pentru fiecare locaţie;
 - nu s-au înregistrat diferenţe semnificative statistic în ceea ce priveşte nivelul concentraţiei de formaldehidă măsurat în aerul atmosferic în zonele rezidenţiale, sezonier, pe perioada monitorizării;
 - analiza statistică comparativă nu a evidenţiat diferenţe semnificative statistic între valorile măsurate ale concentraţiei formaldehidei în zona de trafic şi respectiv în zona rezidenţială;
 - nu s-au evidenţiat diferenţe semnificative statistic între concentraţiile de formaldehidă măsurate în zona rezidenţială în situaţia în care fabrica a funcţionat faţă de situaţia în care nu a funcţionat (valori ceva mai mari ale concentraţiilor de formaldehidă s-au măsurat în zonele rezidenţiale atunci când fabrica a funcţionat).

- Analiza riscurilor în corelație cu dozele de substanțe periculoase din atmosferă a permis următoarele observații:
 - dozele de expunere (care indică riscul de a dezvolta un efect advers ca urmare a expunerii) calculate pentru formaldehidă în concentrațiile din imisii generate ca urmare a activităților desfășurate în cadrul obiectivului investigat, s-au situat sub valoarea de referință care asigură protecția stării de sănătate a populației;
 - pentru scenariul cel mai defavorabil, valorile estimate teoretic pentru riscul adițional de neoplazii ca urmare a expunerii la formaldehidă în aria de studiu, s-au încadrat într-o plajă de valori cuprinse ca ordine de mărime, între 10^{-8} și 10^{-3} ;
 - valorile estimate teoretic pentru riscul adițional de cancer în aria de studiu, se încadrează în intervalul de valori estimate teoretic de către U.S. Environmental Protection Agency (având valoarea limită superioară de ordinul 10^{-3}), în condițiile expunerii la concentrațiile măsurate în aerul atmosferic.

- Comparativ, valorile concentrațiilor de formaldehidă măsurate în zona rezidențială în decursul etapei a II-a, cu cele măsurate în incinta fabricii, se constată că:
 - variațiile din zona rezidențială nu se suprapun peste cele înregistrate în incinta fabricii și totodată nu se suprapun perfect nici peste cele măsurate în zona cu trafic intens, **pledând pentru faptul că în zona rezidențială influențele sunt multiple;**
 - utilizând în calcul concentrațiile măsurate în imisii în zona rezidențială, ca nivele de expunere permanentă pentru diverse grupuri populaționale cu susceptibilități diferite din aria de influență a obiectivului (adulți de ambele genuri), valorile estimate teoretic pentru riscul adițional de neoplazii ca urmare a expunerii la formaldehidă în aria de studiu, s-au încadrat într-o plajă de valori cuprinse ca ordine de mărime, între 10^{-4} și 10^{-6} ;
 - referitor la starea de sănătate a grupurilor populaționale care locuiesc în zonele rezidențiale din aria de influență a fabricii de plăci, riscul adițional estimat teoretic de apariție a unui efect advers grav asupra stării de sănătate (de tipul tumorilor maligne), ca urmare a expunerii de lungă

durată (15 - 30 de ani) la formaldehidă, este foarte scăzut.

- Aceste riscuri, deși foarte scăzute, se adaugă morbidității existente, care arată că:
 - în arealul învecinat complexului industrial Brașov frecvența afecțiunilor investigate nu crește, astfel că în zona din apropiere se înregistrează, în general, valori ale frecvențelor afecțiunilor investigate mai mici decât în celelalte zone;
 - nu apare un risc semnificativ asupra stării de sănătate a populației odată cu apropierea de amplasament atunci când se realizează relaționarea condițiilor inițiale de mediu cu cele inițiale de sănătate. Mai mult decât atât, riscurile cresc cu îndepărtarea de amplasament.
- **În cazul Kastamonu Reghin** modelul de evaluare a expunerii umane la formaldehidă în zona de influență a unității s-a bazat pe metode indirecte.
- Estimările efectuate au arătat că o parte din fracțiunile de pulberi dispersate în atmosferă pot conține și formaldehidă adsorbită (38,7%).
- Distribuția spațială a concentrațiilor de formaldehidă este aceeași cu distribuția pulberilor.

- **Estimarea concentrațiilor de formaldehidă pe baza concentrației pulberilor în suspensie constituie o metodă nouă, neabordată până în prezent din punct de vedere al evaluării complexe a expunerii și a riscurilor asociate în cazul funcționării fabricilor care utilizează tehnologia (cea mai modernă în prezent) descrisă și evaluată.**
- Din perspectiva impactului asupra sănătății umane, formaldehida adsorbită pe pulberi în suspensie este cel puțin la fel de importantă ca și formaldehida liberă.
- În consecință, evaluarea indirectă a expunerii la formaldehidă prin măsurarea concentrației pulberilor în suspensie și estimarea concentrațiilor în funcție de distanță se constituie în metode eficiente și puțin costisitoare comparativ cu măsurătorile concentrației de formaldehidă.
- Tabloul obținut din analiza datelor culese de la medicii de familie din aria Reghin, nu urmează nici un pattern specific, în sensul în care o frecvență mai crescută este prezentă atât în cazul patologiei care ar putea fi relaționată expunerii la substanțe periculoase prezente în mediul ambiant ca urmare a activităților specifice obiectivului (patologia cronică respiratorie), cât și în cazul patologiei care nu are nici o legătură cu expunerea la substanțe

periculoase specifice activității obiectivului (patologia digestivă cronică, patologia sistemului nervos etc.).

- Ca și condiții inițiale ale stării de sănătate, distribuția spațială a patologiei cronice investigate în aria de studiu (afecțiuni respiratorii cronice și tumori maligne), s-a caracterizat printr-o mare variabilitate, în sensul în care s-au observat tendințe de creștere a procentelor de cazuri și respectiv tendințe de scădere a procentelor de cazuri, în perioada celor 2 ani de studiu, însă fără să regăsim preferențial valori mai crescute ale procentelor de cazuri în aria situată mai aproape de obiectiv.
- Distribuția spațială a afecțiunilor odată cu distanța față de sursele industriale poluatoare ne-a permis să stabilim și să caracterizăm felul în care frecvențele unui grup mare de afecțiuni (majoritatea bolilor) este distribuit spațial.
- Prin realizarea modelului pilot de evaluare integrată a expunerii la COV estimăm un impact pozitiv al proiectului în cunoașterea condițiilor actuale de mediu din perspectiva poluării cu compuși organici volatili, **din cunoștințele noastre și conform datelor publicate, proiectul fiind o noutate absolută pentru România și printre puținele studii care au abordat în întreaga lume expunerea integrată la formaldehidă în mediul neprofesional.**

Capitolul 6. Recomandări

Ținând seama de faptul că acest proiect este de o noutate aproape absolută în România, oferind date și informații unice în interpretarea lor, considerând că problematica poluării atmosferice, a mediului de lucru și a spațiilor de locuit cu formaldehidă este extrem de importantă, ținem să subliniem următoarele aspecte:

A. Din punct de vedere al poluării atmosferice

Va trebui să se țină cont și să se implementeze cerințele acquis-ului comunitar transpus în legislația națională, cu privire la normele impuse concentrațiilor compușilor organici volatili (COV-uri). Un document relevant îl reprezintă “Strategia tematică a Uniunii Europene privind poluarea atmosferică”, unde se stabilesc obiective pentru sănătate și mediu și ținte pentru reducerea emisiilor principalilor poluanți. Aceste obiective vor fi atinse în diferite etape și vor face tot posibilul pentru a proteja cetățenii europeni de expunerea la particule și ozon în aerul atmosferic, protejând mult mai activ ecosistemele Europei de ploi acide, excesul de azot în nutrienți și ozon. În plus, pentru a fi atinse aceste obiective, emisiile de SO₂ vor trebui să scadă cu 82%, emisiile de NO_x cu 60%, compușii

organici volatili (COV) cu 51%, amoniacul cu 27% și particulele primare PM_{2.5} (particule emise direct în aer) cu 59% comparativ cu anul 2000.

Mai mult decât atât, la nivel național vor trebui implementate cât mai curând posibil toate cerințele PAM 7 (al șaptelea program de acțiune pentru mediu), astfel încât viziunea Uniunii Europene pentru 2050 să contribuie la orientarea acțiunii tuturor factorilor implicați până în 2020 și ulterior.

B. Din punct de vedere al mediului de lucru (condiții la locul de muncă)

Este evident faptul că un rol major îl constituie grija angajatorilor față de mediul de lucru oferit angajaților săi. Această problemă este susținută de un cadru legislativ foarte bine pus la punct, în care și organele de control au un rol determinant. Pe de altă parte, legislația națională este și poate fi completată cu succes la nivelul fiecărui titular de activitate prin dezvoltarea și aprobarea unor proceduri și instrucțiuni de lucru proprii – în unele cazuri mult mai restrictive față de cerințele legale – care fac parte în multe cazuri dintr-un Sistem Integrat de Management pentru care aceste societăți sunt certificate la nivel internațional în baza standardelor ISO – în acest caz

OHSAS 18001. Susținem cu tărie implementarea acestui standard internațional la nivelul fiecărui operator industrial a cărui activitate implică gestionarea unor astfel de substanțe – cum este cazul formaldehidei – care este omniprezentă, fiind deci necesară o atenție deosebită la nivelul concentrațiilor în mediul de lucru.

C. Din punct de vedere al spațiilor de locuit

Din informațiile pe care le deținem, subliniem faptul că studii cu privire la evaluarea impactului formaldehidei prezente în spațiile închise (în cazul nostru al spațiilor de locuit) asupra sănătății umane nu au fost realizate în România. Au fost dezvoltate unele cercetări la nivelul unor școli și grădinițe din București, dar fiind vorba de anii 90, nu prezintă o importanță foarte mare, fiind vorba de cazuri izolate, cu nivelul cunoașterii științifice de la acel moment.

De aceea recomandarea noastră este ca aceste tipuri de studii să se efectueze cu regularitate, mai ales că este necesară o evaluare corectă a nivelului de sănătate al populației – politică declarată de către toți politicienii, indiferent de orientare. Sănătatea populației este, de fapt, o problemă de interes general, de securitate națională. În aceste condiții, cauzele generatoare de afecțiuni acute (în cazul unor intoxicații

cu substanțe ale căror concentrații depășesc cu mult concentrațiile maxime admisibile într-un interval scurt de timp), de afecțiuni cronice (în urma unor expuneri prelungite la niveluri de concentrații chiar sub cele maxime admisibile – în unele cazuri), ducând la decese premature, trebuie depistate și studiate la nivel științific. Lucrarea de față se dorește a fi un exemplu în acest domeniu, arătând modul de abordare într-un sector în care – pe moment – nu este vorba decât de un pionierat pe acest domeniu.

O conlucrare mai strânsă, chiar legiferată, între diferite instituții ale statului, cum este vorba de Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice și Ministerul Sănătății, în domeniul cercetării științifice, având o astfel de tematică, ar putea avea rezultate benefice pentru întreaga societatea românească. Susținem, cu tărie, un astfel de demers. Iar experiența noastră căpătată în decursul anilor poate fi de folos celor care vor iniția astfel de acțiuni.

Bibliografie

1. Badar K. Afghan, Achut V. Kulkarni, Ricky Leung & James F. Ryan, 1974, The Determination of Formaldehyde and Related Compounds in Water and Industrial Effluents, *Environmental Letters* Volume 7, Issue 1, pages 53-65.
2. Ahmed A. Arif, Syed M. Shah, 2007, Association between personal exposure to volatile organic compounds and asthma among US adult population, *International Archives of Occupational and Environmental Health*, Volume 80, Issue 8, pp 711-719.
3. H. Guo, N. H. Kwok, H. R. Cheng, S. C. Lee, W. T. Hung and Y. S. Li, 2009, Formaldehyde and volatile organic compounds in Hong Kong homes: concentrations and impact factors, *Indoor Air*, Volume 19, Issue 3, Pages: 206–217.
4. Ralf Koppmann, Jürgen Wildt, 2007, Oxygenated Volatile Organic Compounds, *Volatile Organic Compounds in the Atmosphere*, Pages: 129–172.

5. Morton Lippmann, 2008, Formaldehyde and Other Aldehydes, Environmental Toxicants: Human Exposures and Their Health Effects, Third Edition, Pages: 257–316.
6. Joerg U. Mueller, Thomas Bruckner, Gerhard Triebig, 2013, Exposure study to examine chemosensory effects of formaldehyde on hyposensitive and hypersensitive males, International Archives of Occupational and Environmental Health, Volume 86, Issue 1, pp 107-117.
7. M. W. Murphy, J. F. Lando, S. M. Kieszak, M. E. Sutter, G. P. Noonan, J. M. Brunkard and M. A. McGeehin, 2013, Formaldehyde levels in FEMA-supplied travel trailers, park models, and mobile homes in Louisiana and Mississippi, Indoor Air, Volume 23, Issue 2, Pages: 134–141.
8. Sait C. Sofuoglu, Guler Aslan, Fikret Inal, Aysun Sofuoglu, 2011, An assessment of indoor air concentrations and health risks of volatile organic compounds in three primary schools, International Journal of Hygiene and Environmental Health, Volume 214, Issue 1, Pages 36–46.
9. S.S. Srivastava and K. Maharaj Kumari, 2006, Formaldehyde, Environmental Analysis of, Encyclopedia

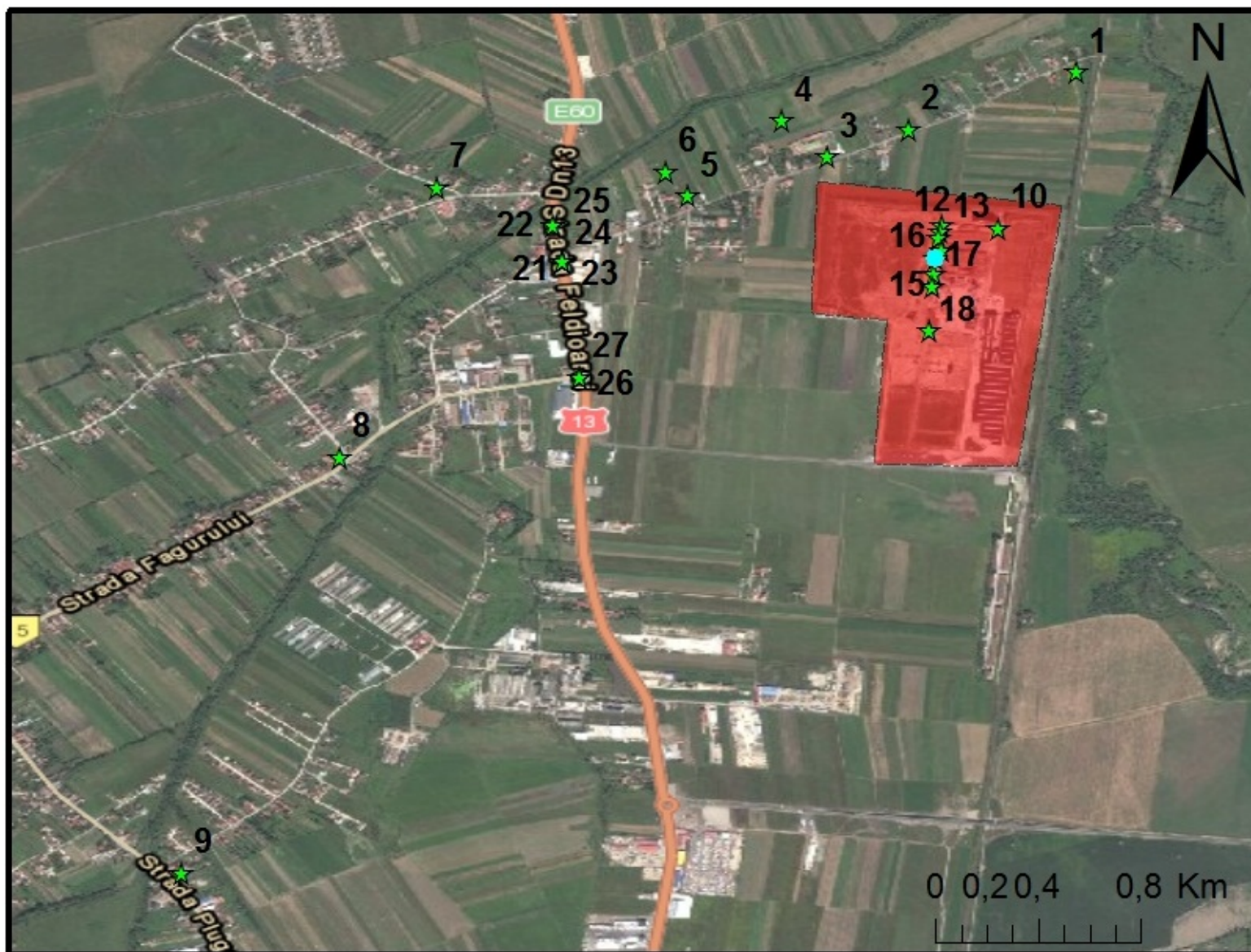
- of Analytical Chemistry, DOI: 10.1002/9780470027318.a0821.
10. Tatsuo Sakamoto, Satoru Doi and Shinpei Torii, 1999, Effects of formaldehyde, as an indoor air pollutant, on the airway, *Allergology International*, Volume 48, Issue 3, Pages: 151–160.
11. EEA Report, no 9/2013, Air quality in Europe - 2013 report
12. Decizia nr. 1386/2013/UE a Parlamentului European și a Consiliului privind un Program general al Uniunii de acțiune pentru mediu până în 2020 “O viață bună, în limitele planetei noastre”.

**Anexa 1 – Punctele de prelevare a probelor de aer
în care s-a determinat conținutul de formaldehidă
din aria de influență a fabricii Kronospan, Brașov**

ID	Punct de prelevare	Coordonate GPS	
1	Baciului 154	N 45°43'08.3"	E 25°35'52.0"
2	Baciului 114	N 45°43'01.1"	E 25°35'30.8"
3	Baciului 13	N 45°42'57.66"	E 25°35'20.49"
4	Baciului 9	N 45°43'02.2"	E 25°35'14.8"
5	Baciului 4	N 45°42'52.7"	E 25°35'03.0"
6	Baciului 3F3	N 45°42'55.7"	E 25°35'00.2"
7	Fagurului 75	N 45°42'53.8"	E 25°34'31.4"
8	Fagurului 61 A	N 45°42'19.8"	E 25°34'19.2"
9	Plugarilor 35	N 45°41'27.5"	E 25°33'59.2"
10	Incintă fabrică	N 45°42'48.65"	E 25°35'42.0"
11	Incintă fabrică	N 45°42'49.11"	E 25°35'34.97"
12	Incintă fabrică	N 45°42'48.21"	E 25°35'34.68"
13	Incintă fabrică	N 45°42'47.47"	E 25°35'34.62"
14	Incintă fabrică	N 45°42'45.8"	E 25°35'34.89"
15	Incintă fabrică	N 45°42'44.90"	E 25°35'34.18"
16	Incintă fabrică	N 45°42'43.00"	E 25°35'33.90"
17	Incintă fabrică	N 45°42'41.40"	E 25°35'33.78"
18	Incintă fabrică	N 45°42'35.78"	E 25°35'33.45"
19	Trafic	N 45°42'44.52"	E 25°34'47.12"

ID	Punct de prelevare	Coordonate GPS	
20	Trafic	N 45°42'44.52"	E 25°34'47.12"
21	Trafic	N 45°42'44.52"	E 25°34'47.12"
22	Trafic	N 45°42'44.52"	E 25°34'47.12"
23	Trafic	N 45°42'44.52"	E 25°34'47.12"
24	Trafic	N 45°42'44.52"	E 25°34'47.12"
25	Trafic	N 45°42'48.97"	E 25°34'46.01"
26	Trafic	N 45°42'29.92"	E 25°34'49.29"
27	Trafic	N 45°42'29.92"	E 25°34'49.29"

Anexa 2 – Harta cu punctele de prelevare a probelor de aer în care s-a analizat conținutul de formaldehidă din aria de influență a fabricii Kronospan, Brașov



Anexa 3 – Harta cu punctele de prelevare a probelor de aer în care s-a analizat conținutul de formaldehidă din aria de influență a fabricii Kastamonu, Reghin



Anexa 4 – Clasificarea internațională OMS - ICD 10

Tabel nr. A4.1. Coduri afecțiuni investigate (conform clasificării internaționale OMS - ICD 10)

Tumori maligne primare cu localizări specifice, cu excepția celor de țesut limfoid, hematopoietic sau conjunctiv	
C00-C14	Buză, cavitate bucală, faringe
C15-C26	Organe digestive
C30-C39	Organe respiratorii și intratoracice
C43-C44	Piele
C45-C49	Țesuturi moi și țesut mezotelial
C50	Sân
C51-C58	Organe genitale feminine
C60-C63	Organe genitale masculine
C64-C68	Tract urinar
C69-C72	Ochi, creier, alte părți ale SNC
C73-C75	Tiroida și alte glande endocrine
C81-C96	Tumori maligne primare ale țesutului limfoid, hematopoietic sau conjunctiv
D10-D36	Tumori benigne
Afecțiuni ale sistemului hematologic	
D50	Anemia feriprivă
D51-D53	Anemii nutriționale
D60-D64	Anemie aplastică și alte anemii

Boli endocrine, nutriționale și metabolice	
E00-E07	Boli ale glandei tiroide
E10-E14	Diabet zaharat
E20-E35	Alte afecțiuni ale glandelor endocrine
E50-E64	Alte deficiențe nutriționale
E65-E68	Obezitatea și hiperalimentația
Boli ale sistemului nervos central	
G50-G59	Afecțiuni ale nervilor, rădăcinilor acestora și plexurilor
G60-G64	Polineuropatii și alte tulburări ale sistemului nervos periferic
Afecțiuni ale globului ocular și anexelor	
H10-H13	Afecțiuni ale conjunctivei
Boli ale sistemului circulator	
I05-I09	Boală cardiacă cronică de etiologie reumatică
I10-I15	Boală hipertensivă
I20-I25	Boală ischemică cardiacă
I26-I28	Cordul pulmonar și alte afecțiuni ale circulației pulmonare
I30-I39	Afecțiuni ale pericardului, endocardului și valvelor
I40-I52	Alte boli cardiace
I60-I69	Boli cerebrovasculare
I70-I79	Boli ale arterelor, arteriolelor și capilarelor

Boli ale sistemului respirator	
J41	Bronșita cronică simplă și mucopurulentă
J43	Emfizem
J44	Alte boli cronice pulmonare obstructive
J45	Astm bronșic
J80-J84	Alte boli pulmonare interstițiale
Boli ale tractului digestiv	
K25	Ulcer gastric
K26	Ulcer duodenal
K29	Gastrita și duodenita
K70	Afectare hepatică de cauză etanolică
K71	Boală hepatică de cauză toxică
K72	Insuficiență hepatică neclasificată în alte locuri
K73	Hepatită cronică
K74	Fibroză și ciroză hepatică
K75	Alte afecțiuni inflamatorii ale ficatului
K76	Alte afecțiuni hepatice
K80	Colelitiază
K81	Colecistită
K87	Afecțiuni ale vezicii biliare, tractului biliar și pancreasului apărute în cadrul altor boli

Boli ale pielii și țesutului celular subcutanat	
L20-L30	Dermatite și eczeme
L50-L54	Urticarie și eritem al pielii
Boli ale sistemului musculoscheletal și țesutului conjunctiv	
M15-M19	Artroză
M60-M63	Boli ale mușchilor
M80-M85	Boli ce afectează densitatea și structura oaselor
Boli renale cronice	
N10-N16	Afecțiuni renale tubulo-interstițiale
N17-N19	Insuficiență renală cronică
N20-N23	Litiază renală și urinară
