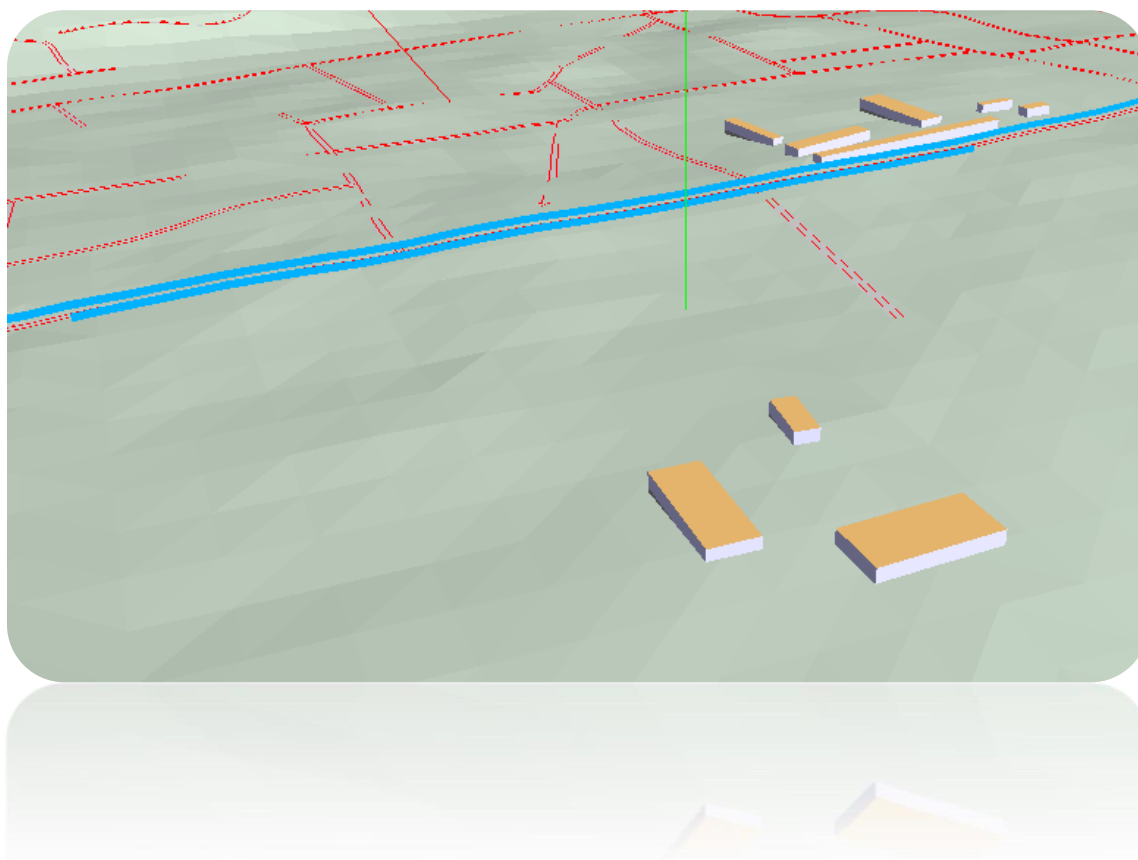


Reabilitarea și extinderea Drumului Național M3 din Republica Moldova, Chișinău – Giurgiulești/Graniță România, secțiunea Cimișlia – Comrat

RAPORT PRIVIND CALCULAREA ȘI PROPAGAREA ZGOMOTULUI ÎN PERIOADA DE EXECUȚIE ȘI OPERARE A PROIECTULUI



Beneficiar proiect:



Elaborator:



MARTIE 2026



„Reabilitarea și extinderea drumului public național M3 Chișinău - Giurgiulești - Frontieră cu România”,
secțiunea Cimișlia – Comrat

**Reabilitarea și extinderea Drumului Național M3 din Republica Moldova, Chișinău –
Giurgiulești/Graniță România, secțiunea Cimișlia – Comrat**

BENEFICIAR: MM CONSULTING & ENGINEERING SRL

ELABORATOR: GEOSTUD S.R.L

SEMNĂTURĂ ȘI ȘTAMPILĂ

Director general GEOSTUD S.R.L

Dr. Ec. Petru NICOLAE



Cuprins

Rezumat executiv	4
Cadrul legislativ si metodologic privind evaluarea zgomotului.....	4
Introducere	5
Evaluarea situației acustice existente.....	7
Metodologie SoundPLAN noise.....	9
Configurarea modelului acustic	14
Rezultate	17
Impact potențial	18
Soluții de atenuare	23
Concluzii.....	25

Rezumat executiv

Prezentul raport a fost elaborat la solicitarea beneficiarului MM CONSULTING & ENGINEERING SRL, pentru studiul zgomotului, preconizarea și modul de propagare a nivelurilor acustice generate în perioada de execuție a lucrărilor de reabilitare a drumului național de categorie magistral M3 din Republica Moldova, secțiunea Cimișlia – Comrat, respectiv în perioada de operare a obiectivului de investiție. Prezentul raport vizează și evaluarea impactului potențial asupra factorilor de mediu și a receptorilor sensibili din proximitatea proiectului, potențial afectați de zgomotul provenit din execuția și operarea infrastructurii rutiere nou create.

Cadrul legislativ si metodologic privind evaluarea zgomotului

Evaluarea impactului acustic aferent proiectului de reabilitare rutieră a fost realizată în conformitate cu legislația națională din Republica Moldova și cu metodologia europeană armonizată aplicabilă zgomotului ambiant generat de infrastructura de transport.

Principalele acte normative, ce sunt considerate pentru elaborarea prezentului raport, sunt următoarele:

- Legea nr. 272/2018 privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiant, care reglementează evaluarea și gestionarea zgomotului ambiant, transpune principiile Directivei 2002/49/CE și introduce utilizarea indicatorilor armonizați europeni L_{den} și L_{night} ;
- Legea nr. 86/2014 privind evaluarea impactului asupra mediului, care stabilește obligația analizării și prevenirii impactului asupra factorilor de mediu, inclusiv zgomotul, pentru proiectele de infrastructură rutieră;
- Legea nr. 1515/1993 privind protecția mediului înconjurător, care stabilește principiile generale privind prevenirea și reducerea poluării fizice, inclusiv zgomotul;
- Regulamentul sanitar privind zgomotul în localitățile urbane și rurale, care stabilește valorile limită admise pentru zonele rezidențiale, mixte și industriale. (HG nr. 1346 din 27.11.2007)

Modelarea acustică a fost realizată utilizând metoda comună europeană CNOSSOS-EU, stabilită prin:

- Directiva 2002/49/CE privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiental;
- Regulamentul delegat (UE) 2015/996, care stabilește metoda comună de calcul a zgomotului în Uniunea Europeană (CNOSSOS-EU).

Legea nr. 272/2018 armonizează cadrul național cu metodologia europeană, justificând utilizarea metodei CNOSSOS-EU în cadrul proiectului analizat.

Modelările au fost realizate cu ajutorul software-ului SoundPLAN, versiunea 9.0, care implementează metoda CNOSSOS-EU 2015/2021 pentru surse de trafic rutier și șantiere caracteristice perioadei de execuție a căilor rutiere.

Introducere

Zgomotul produs în cadrul organizărilor de șantier și al fronturilor de lucru aferente realizării infrastructurii rutiere constituie un factor semnificativ de poluare sonoră, cu potențial impact asupra mediului, comunităților învecinate, biodiversității, sănătății populației și, implicit, asupra calității vieții. În acest context, gestionarea adecvată a emisiilor sonore devine o componentă esențială a procesului de implementare a proiectului, fiind necesară menținerea unui echilibru între dezvoltarea infrastructurii și protecția mediului și a receptorilor sensibili.

Faza de execuție

Diminuarea nivelului de zgomot asociat activităților de construcție desfășurate în proximitatea zonelor locuite sau a ariilor naturale protejate reprezintă o preocupare prioritară. Lucrările specifice includ operarea utilajelor grele, realizarea excavațiilor și nivelărilor, executarea terasamentelor, transportul materialelor, așternerea straturilor rutiere, turnarea asfaltului și a betonului, instalarea sistemelor de drenaj, relocarea utilităților existente, precum și montarea elementelor de semnalizare și a sistemelor de protecție rutieră. Aceste activități introduc în mediul înconjurător surse suplimentare de zgomot, care pot conduce la creșterea nivelurilor acustice în zonele adiacente proiectului, afectând atât comunitățile locale, cât și personalul implicat în execuția lucrărilor.

Principalele surse de zgomot și vibrații asociate fazei de execuție sunt:

- funcționarea utilajelor pentru pregătirea și amenajarea terenului (excavatoare, buldozere, încărcătoare frontale, compactoare, plăci vibratoare, autogredere, automacarale,

autobasculante, betoniere, autocamioane, cisterne pentru apă, grupuri electrogene etc.);

- utilizarea mijloacelor de transport pentru aprovizionarea cu materiale și evacuarea deșeurilor sau a surplusului de pământ excavat;
- desfășurarea activităților manuale sau mecanizate generatoare de zgomot (săpături, tăieri, manipulare și încărcare-descărcare materiale).

Evaluarea și controlul zgomotului în această etapă sunt necesare pentru limitarea efectelor temporare asupra receptorilor sensibili și pentru reducerea disconfortului acustic.

Faza de operare

În etapa de operare, principala sursă de zgomot este reprezentată de traficul rutier desfășurat pe infrastructura modernizată. Emisiile sonore sunt generate în principal de interacțiunea pneu-carosabil, funcționarea motoarelor, sistemele de evacuare și frânare, precum și de dinamica traficului (accelerări, decelerări, schimbări de viteză). Nivelul de zgomot este influențat de volumul și structura traficului (proporția vehiculelor grele), viteza de deplasare, tipul suprafeței de rulare, configurația geometrică a drumului și condițiile topografice din amplasament.

Spre deosebire de faza de execuție, impactul acustic generat în faza de operare are caracter permanent și se manifestă pe termen lung, putând afecta zonele rezidențiale, instituțiile publice și alte categorii de receptori sensibili situate în proximitatea drumului. Din acest motiv, analiza predictivă a nivelurilor de zgomot pentru perioada de funcționare a infrastructurii este esențială pentru identificarea eventualelor depășiri ale limitelor admise și pentru fundamentarea măsurilor de reducere, precum instalarea panourilor fonoabsorbante, utilizarea unor îmbrăcămînți rutiere cu emisii reduse de zgomot sau implementarea unor măsuri de management al traficului.

Astfel, evaluarea impactului acustic aferent proiectului a fost realizată atât pentru faza de execuție, cât și pentru faza de operare, în vederea asigurării conformării cu cerințele legale aplicabile și cu bunele practici internaționale în domeniu, precum și pentru protejarea sănătății populației și a mediului înconjurător.

Evaluarea situației acustice existente

Evaluarea situației acustice existente are rolul de a caracteriza climatul acustic actual din zona de studiu, anterior implementării proiectului analizat. Această evaluare reprezintă baza de referință pentru analiza potențialelor modificări ale nivelurilor de zgomot generate în perioada de execuție a lucrărilor și în perioada de operare a infrastructurii rutiere propuse.

În vederea determinării nivelurilor existente de zgomot ambiental, au fost efectuate măsurători acustice în teren, în puncte reprezentative situate în proximitatea traseului analizat și a receptorilor sensibili. Măsurătorile au fost realizate²⁰²⁴ conform standardelor aplicabile pentru monitorizarea zgomotului ambiental utilizând un sonometru integrator de clasă 1 Brüel & Kjær, tip 2245, echipat cu microfon dedicat, seria: 200247/100863, data etalonării: 29.04.2024.

Determinările au fost realizate prin măsurători integrate ale nivelului echivalent de zgomot (LAeq), pentru fiecare punct de monitorizare fiind efectuate cinci determinări succesive, fiecare cu o durată de 15 minute, în intervale de timp reprezentative pentru caracterizarea climatului acustic existent. Măsurătorile au fost realizate în condiții meteorologice favorabile propagării sunetului și în absența unor evenimente atipice care ar putea influența semnificativ rezultatele.

Determinările au fost realizate prin măsurători integrate ale nivelului echivalent de zgomot (LAeq,T), pentru fiecare punct de monitorizare fiind efectuate cinci determinări succesive, fiecare cu o durată de 15 minute, în intervale de timp reprezentative pentru caracterizarea climatului acustic existent. Măsurătorile au fost realizate în condiții meteorologice favorabile propagării sunetului și în absența unor evenimente atipice care ar putea influența semnificativ rezultatele.

Pentru asigurarea acurateței determinărilor, sonometrul a fost verificat prin calibrare acustică înainte și după fiecare serie de măsurători, utilizând un calibrator acustic Brüel & Kjær tip 4231, clasă 1, seria 200248/3026686. Verificarea calibrării a avut rolul de a confirma funcționarea corespunzătoare a echipamentului de măsurare pe parcursul întregii campanii de monitorizare.

Punctele de măsurare au fost indicate de beneficiar, fiind amplasate în zone relevante din proximitatea traseului analizat, în special în apropierea receptorilor sensibili la zgomot. Aceste puncte au fost utilizate pentru caracterizarea situației acustice existente în aria de studiu.

Localizarea punctelor de măsurare este prezentată în Figura 1, iar valorile nivelurilor de zgomot determinate sunt sintetizate în Tabelul 1. În tabel sunt prezentate și valorile incertitudinii de măsurare asociate determinărilor acustice.



Figura 1 – Amplasarea punctelor de măsurare a nivelurilor de zgomot ambiental utilizate pentru caracterizarea situației acustice existente

Tabel 1 – Rezultatele măsurărilor nivelului de zgomot ambiental în punctele de monitorizare

Punct de măsurare	Coordonate (Stereo70)		Nivel de zgomot (valoare mediată) (dB)	Nivel de zgomot (valoare corectată) (dB)	Incertitudine de măsurare U (dB)
	X	Y			
L6	788152.8962	554973.6822	66,26	66,26	±4,215

Valorile prezentate în Tabelul 1 reflectă nivelurile de zgomot ambiental înregistrate în punctele de monitorizare la momentul efectuării măsurărilor. Rezultatele indică variabilitatea nivelului de zgomot în funcție de proximitatea față de infrastructura rutieră și de condițiile locale din zona de studiu. Valorile obținute sunt utilizate ca referință pentru analiza comparativă cu rezultatele

modelărilor acustice aferente scenariilor de execuție și operare ale proiectului analizat.

Metodologie SoundPLAN noise

Metodologia prezentată în cadrul acestui capitol descrie procesul de analiză și modelare a zgomotului, respectiv determinarea nivelurilor acustice și a mecanismelor de propagare a acestora, utilizând software-ul specializat SoundPLAN Noise, versiunea 9.0.

SoundPLAN reprezintă un instrument profesional consacrat la nivel internațional, utilizat pentru realizarea simulărilor acustice și pentru evaluarea predictivă a impactului zgomotului asupra mediului. Platforma permite integrarea datelor privind sursele sonore, condițiile topografice, caracteristicile terenului, configurația infrastructurii și prezența eventualelor obstacole sau măsuri de protecție, în vederea obținerii unor modele acustice conforme cu metodologiile recunoscute la nivel european și internațional.

Modelele generate au rolul de a estima, analiza și reprezenta distribuția spațială a nivelurilor de zgomot asociate diferitelor tipuri de activități, în diverse contexte – urban, industrial, infrastructură de transport rutier sau feroviar, activități de șantier sau alte surse antropice. Rezultatele obținute constituie baza pentru evaluarea impactului asupra receptorilor sensibili și pentru fundamentarea măsurilor de reducere și control al zgomotului.

Mai jos sunt descriși pașii necesari pentru realizarea hărților de zgomot aferente obiectivului de investiție descris în prezentul raport, având la bază principiul realizării unor modele care să fie cât mai precise, respectiv care să releve într-un procent cât mai mare situația reală.

1. Definirea obiectivului

Primul pas este reprezentat de definirea clară a scopului deservit de realizarea modelului de zgomot, privind acest aspect din trei unghiuri:

- a. evaluarea zgomotului generat;
- b. evaluarea expunerii la zgomot a diferiților receptori sensibili, potențial impactați de zgomot;
- c. verificarea conformității cu limitele maxime admisibile prevăzute de legislația în vigoare pentru protecția diferiților receptori sensibili și dacă este cazul, propunerea unor măsuri de atenuare.

2. Colectarea și introducerea datelor (input)

Realizarea unui model fiabil este în directă legătură cu utilizarea unui număr relevant de informații și introducerea de date corecte pentru input. Datele utilizate în acest sens, sunt:

- a. date topografice pentru realizarea modelului digital al elevațiilor (DEM) și/sau hărți de contur pentru a reprezenta terenul;
- b. date despre sursele de zgomot: șantier, trafic rutier și alte surse de zgomot prezente
 - zgomot de șantier: funcționarea utilajelor, mijloacelor de transport, desfășurarea de activități specifice de către personalul lucrător, manual ori mecanizat, precum și nivelurile de zgomot ale echipamentelor utilizate în cadrul organizărilor de șantier și în fronturile de lucru active;
 - zgomot transport rutier: informații cu privire la volumul de trafic, viteza de rulare, categoria vehiculelor, caracteristicile fizice ale drumurilor și ale suprafețelor de rulare.
- c. date cu privire la utilizarea terenurilor: informații cu privire la tipul și gradul de acoperire a suprafețelor, acest aspect putând influența propagarea sunetului;
- d. reglementările zonale și tipul spațiilor funcționale: spații rezidențiale, comerciale, industriale, parcuri, spații de recreere și odihnă, de tratament medical și blaneo-climatic, incinte de școli, creșe gradinițe, stadioane, cinematografe și teatre în aer liber, manifestări culturale și sportive și de divertisment desfășurate în aer liber, parcaje auto.

3. Setarea modelului în SoundPLANnoise 9.0

După colectarea informațiilor menționate anterior, la punctele 1 și 2, se realizează configurarea modelului în software-ul SoundPLANnoise 9.0, urmând următorii pași:

- a. Construirea modelului tridimensional al zonei de studiu, prin integrarea datelor topografice și definirea elementelor relevante (clădiri, infrastructuri de transport, structuri tehnice, bariere acustice), precum și a suprafețelor cu proprietăți acustice specifice, definite prin parametri de absorbție și condiții de reflexie/difracție, care influențează mecanismele de propagare a zgomotului;
- b. definirea surselor de zgomot: se introduc toate sursele de zgomot și se consideră caracteristicile fiecărei surse potențiale de zgomot (mobile/statice,

continue/intermitente), frecvența acestora, înălțimea de emisie a sursei sonore, respectiv puterile acustice și nivelul maxim de zgomot potențial generat;

- c. selectarea modelului de propagare: se alege modelul adecvat de propagare a zgomotului, în funcție de tipul surselor de zgomot și de standardele utilizate (funcție de zona de studiu);

4. Calibrarea modelului

În funcție de sursa informațiilor utilizate în cadrul modelului realizat, în vederea asigurării acurateței și relevanței modelului realizat, anterior rulării simulărilor, se verifică eventualele discrepanțe între datele introduse în model și măsurătorile și observațiile obținute din vizitele în teren.

- a. ajustarea geometriei terenului și a caracteristicilor fizice ale amplasamentului cu valorile elevațiilor măsurate în teren, respectiv cu observațiile de la nivelul amplasamentului;
- b. calibrarea parametrilor modelului prin ajustarea nivelurilor surselor de zgomot și efectele asupra terenului.

5. Simularea

După calibrarea modelului, se pot realiza simulări ale propagării nivelurilor de zgomot în zona de studiu.

Prin calibrarea și ajustarea parametrilor modelului acustic dezvoltat, pot fi simulate diferite scenarii de funcționare și evoluție a proiectului. Aceste scenarii reflectă variații ale condițiilor de generare și propagare a zgomotului, precum și modificări ale parametrilor operaționali sau de mediu, permițând evaluarea comparativă a impactului acustic în diverse situații relevante.

În acest context, au fost realizate următoarele tipuri de simulări:

- a. Scenarii corespunzătoare diferitelor intervale temporale (zi, seară, noapte), respectiv combinații ale acestora, în funcție de perioada de generare a zgomotului și de indicatorii acustici analizați;

- b. Scenarii care includ variații ale caracteristicilor surselor de zgomot, precum modificări ale numărului de utilaje și echipamente active, ale regimului de funcționare, ale dinamicii operaționale sau ale nivelurilor de putere acustică asociate utilajelor, mijloacelor de transport și activităților desfășurate în cadrul fronturilor de lucru;
- c. Scenarii de trafic pentru faza de operare, care iau în considerare evoluția în timp a volumului și structurii traficului rutier, inclusiv creșterea prognozată a numărului de vehicule și modificarea ponderii categoriilor de trafic ce tranzitează sectorul analizat.

Această abordare permite evaluarea impactului acustic atât în condiții curente, cât și în ipoteze de dezvoltare viitoare, constituind baza pentru identificarea și dimensionarea măsurilor adecvate de reducere a zgomotului.

6. Analizarea rezultatelor

Software-ul SoundPLAN permite generarea de hărți tematice ale zgomotului, pe baza surselor sonore introduse în model, reprezentând distribuția spațială a nivelurilor de presiune acustică în cadrul zonei de studiu. Rezultatele sunt ilustrate grafic prin linii de contur (izofone) corespunzătoare diferitelor valori ale nivelului sonor, conform scalei cromatice utilizate, facilitând astfel interpretarea și analiza extinderii impactului acustic.

Rezultatele obținute în urma simulărilor sunt ulterior analizate în vederea evaluării impactului asupra receptorilor sensibili, prin identificarea numărului de rezidenți, clădiri de locuit și alte obiective vulnerabile expuse la niveluri de zgomot ce pot depăși valorile-limită stabilite prin legislația și standardele aplicabile. Această etapă permite determinarea conformării proiectului cu cerințele normative în vigoare și fundamentarea eventualelor măsuri de reducere a impactului acustic.

7. Măsuri de atenuare (dacă este cazul)

În situațiile în care nivelurile de zgomot estimate prin modelare depășesc valorile-limită stabilite de legislația aplicabilă pentru diferitele categorii de spații funcționale, sunt analizate și propuse măsuri adecvate de reducere a impactului acustic. Platforma SoundPLAN Noise integrează funcționalități specializate care permit configurarea, dimensionarea și simularea eficienței diferitelor soluții de atenuare a zgomotului, în vederea identificării opțiunii optime din

punct de vedere tehnic și al eficacității acustice.

Printre măsurile analizate se pot include:

- a. Instalarea barierelor acustice, prin modelarea efectului acestora asupra reducerii nivelurilor de zgomot la nivelul receptorilor sensibili ce necesită protecție;
- b. Optimizarea soluțiilor tehnice ale proiectului, inclusiv adaptarea profilului longitudinal sau transversal al drumului (de exemplu, realizarea sau extinderea zonelor de debleu), acolo unde condițiile tehnice și spațiale permit;
- c. Implementarea de structuri provizorii cu rol de ecranare acustică, în cazul fazei de execuție, prin amplasarea unor elemente verticale temporare în cadrul organizărilor de șantier, cu scopul reducerii nivelurilor sonore la receptorii din proximitate;
- d. Măsuri de management al surselor de zgomot, precum reducerea vitezelor de circulație, optimizarea volumelor și rutelor de transport asociate șantierului, etapizarea lucrărilor sau limitarea intervalelor orare de funcționare a surselor staționare;
- e. Utilizarea unor îmbrăcămînți rutiere cu emisii acustice reduse, prin adoptarea unor straturi de uzură cu caracteristici fonoabsorbante sau cu rugozitate optimizată;
- f. Amenajarea de perdele forestiere sau zone verzi tampon, în proximitatea infrastructurii analizate, cu rol complementar în reducerea și dispersia zgomotului.

Evaluarea comparativă a acestor măsuri prin simulare permite cuantificarea eficienței fiecărei soluții și fundamentarea alegerii variantei care asigură conformarea cu cerințele normative, în condiții de fezabilitate tehnică și economică.

8. Verificare și analiza de sensibilitate

Se efectuează o analiză de sensibilitate a modelului acustic, în scopul evaluării gradului de incertitudine asociat parametrilor de intrare și al identificării variabilelor cu influență semnificativă asupra rezultatelor. Analiza presupune modificarea controlată a unor parametri cheie ai modelului (de exemplu: volume de trafic, distribuția procentuală pe intervale temporale, proporția vehiculelor grele, nivelurile de putere acustică ale surselor, vitezele de deplasare,

caracteristicile suprafețelor sau condițiile de propagare) și cuantificarea variațiilor corespunzătoare ale nivelurilor de zgomot estimate la receptorii analizați.

În cadrul acestei etape, sunt testate scenarii alternative și ipoteze conservative, pentru a determina robustețea modelului și stabilitatea rezultatelor în raport cu fluctuațiile rezonabile ale datelor de intrare. Se analizează amplitudinea variațiilor rezultate (ΔdB) și se identifică parametrii critici care determină modificări semnificative ale impactului acustic.

Pe baza concluziilor obținute, modelul este ajustat, calibrat și optimizat, după caz, pentru a asigura coerența metodologică, consistența internă a rezultatelor și o reprezentare realistă a propagării zgomotului în zona de studiu. Această abordare contribuie la creșterea credibilității analizei și la fundamentarea solidă a concluziilor privind impactul și necesitatea măsurilor de atenuare.

Configurarea modelului acustic

Modelele acustice și simulările realizate în cadrul prezentului raport au fost elaborate pe baza informațiilor tehnice furnizate prin documentația de proiect, incluzând planșele de situație, profilele longitudinale și transversale, memoriile tehnice, estimările de trafic și datele referitoare la organizarea execuției lucrărilor. Configurarea modelului tridimensional a reflectat fidel soluțiile tehnice propuse, parametrii geometrici ai infrastructurii, caracteristicile funcționale ale drumului, precum și condițiile topografice și de utilizare a terenului din zona de studiu.

Ipotezele de modelare, parametrii surselor sonore și scenariile analizate au fost stabilite în corelare cu datele oficiale disponibile și cu prognozele de evoluție a traficului, asigurând trasabilitatea și coerența metodologică a analizei.

În acest context, au fost dezvoltate simulări specifice pentru următoarele componente și etape relevante ale proiectului:

- a. evaluarea nivelurilor de zgomot generate în faza de execuție, ca urmare a realizării lucrărilor de reabilitare a infrastructurii rutiere;
- b. evaluarea zgomotului produs de traficul rutier în faza de operare a obiectivului de investiție;
- c. analiza expunerii receptorilor sensibili la nivelurile de zgomot estimate;

- d. verificarea conformității cu valorile-limită aplicabile, stabilite prin legislația și standardele în vigoare pentru protecția diferitelor categorii de receptori;
- e. evaluarea eficienței și dimensionarea măsurilor de protecție acustică destinate reducerii impactului asupra receptorilor sensibili.

Pentru situațiile menționate anterior, simulările au fost realizate prin adoptarea unui scenariu conservativ de tip „worst case”, reprezentând cea mai nefavorabilă ipoteză plauzibilă din punct de vedere tehnic și operațional. Acest scenariu nu presupune o situație extremă improbabilă, ci reflectă condiții rezonabil anticipate care pot conduce la niveluri maxime de zgomot, cum ar fi funcționarea simultană a surselor relevante, volume de trafic situate la limita superioară a prognozelor sau parametri operaționali desfășurați în regim intensiv. Distribuția spațială a surselor de zgomot a fost stabilită astfel încât să reflecte cât mai fidel organizarea fronturilor de lucru, pe baza informațiilor privind tipologia lucrărilor, numărul estimat de utilaje alocate fiecărei activități, durata și succesiunea operațiunilor, precum și alte date tehnice relevante furnizate prin documentația de proiect.

În ceea ce privește faza de operare, nivelurile de zgomot asociate traficului rutier au fost determinate pe baza datelor furnizate prin studiul de trafic pus la dispoziție de beneficiarul proiectului. Modelările au fost realizate utilizând prognozele de trafic aferente anului de perspectivă 2030, considerat an de referință pentru evaluarea impactului pe termen mediu, incluzând structura și volumul estimat al traficului rutier.

În modelările acustice realizate, viteza maximă de circulație considerată pentru sectorul de drum analizat a fost de 110 km/h, iar vitezele de deplasare introduse în model au fost adaptate în mod spațial pentru fiecare categorie de vehicule, conform metodologiei CNOSSOS-EU, fiind utilizate valori situate la limita superioară a intervalelor caracteristice pentru drumurile magistrale, astfel încât să reflecte un scenariu conservativ de evaluare a nivelului de zgomot.

Abordarea adoptată este în concordanță cu principiul precauției aplicabil în evaluarea impactului asupra mediului, asigurând analiza unui nivel maxim potențial de impact într-un cadru realist și justificat metodologic. Prin această metodă, se garantează faptul că eventualele riscuri acustice sunt evaluate în mod conservativ, iar măsurile de reducere propuse sunt dimensionate corespunzător pentru a proteja receptorii sensibili, personalul lucrător și zonele vulnerabile din proximitatea amplasamentului.

Având în vedere specificul lucrărilor de execuție, precum și numărul, densitatea, dispersia și mobilitatea utilajelor active în cadrul fronturilor de lucru, respectiv caracterul dinamic și distribuția neuniformă a surselor punctuale generatoare de zgomot în interiorul culoarului expropriat aferent proiectului, modelarea individuală a fiecărei surse nu ar reflecta în mod realist condițiile operative din teren.

În acest context, pentru a asigura o reprezentare acustică coerentă și conservativă a emisiilor sonore generate în faza de execuție, s-a optat pentru modelarea zonei de lucru ca sursă de tip areal (zonă generatoare de zgomot unitară), caracterizată printr-un nivel echivalent de putere acustică distribuit pe suprafața aferentă frontului activ. Această abordare permite integrarea efectului cumulativ al utilajelor și activităților desfășurate simultan, oferind o estimare realistă și prudentă a impactului acustic asupra receptorilor sensibili.

Informațiile privind utilizarea terenurilor, reglementările urbanistice aplicabile și tipologia spațiilor funcționale din zona de interes a proiectului au fost preluate, în principal, din surse oficiale disponibile public, baze de date relevante și literatura de specialitate aferentă amplasamentului analizat. Pentru zonele situate în proximitatea directă a infrastructurii rutiere, aceste date au fost verificate și calibrate prin observații în teren, în vederea asigurării unei reprezentări cât mai fidele a situației existente.

În cadrul modelului acustic au fost integrate toate informațiile relevante susceptibile de a influența propagarea sau atenuarea zgomotului generat în perioada de execuție. Au fost incluși toți receptorii sensibili identificați la momentul elaborării prezentului raport, potențial expuși impactului acustic al lucrărilor, precum și elementele geometrice existente în zona de studiu care pot afecta propagarea undelor sonore.

Astfel, au fost modelate structurile construite, elementele de infrastructură, eventualele obstacole naturale sau artificiale cu rol de ecranare acustică, precum și caracteristicile suprafețelor terenului (tipul solului, suprafețe împădurite, vegetație, perdele forestiere, arbori, structuri supraterrane etc.), în măsura în care acestea pot contribui la absorbția, reflexia sau difracția zgomotului.

A fost considerat și tipul suprafețelor din proximitatea fronturilor de lucru, integrându-se în cadrul modelelor, coeficienți aferenți efectelor (propagare și/sau absorbție a zgomotului) potențial generate de tipul de acoperire a suprafețelor terenului.

Simulările, în plan orizontal, au fost realizate la înălțimea de 1,5 m deasupra suprafeței

solului, aceasta fiind considerată înălțimea medie a urechii umane.

După finalizarea simulărilor, rezultatele obținute au fost analizate în raport cu cerințele legislației și standardelor aplicabile, în vederea evaluării potențialului impact acustic asupra receptorilor sensibili. Analiza a vizat atât nivelurile de zgomot estimate la limita diferitelor zone și categorii de spații funcționale, cât și valorile calculate la nivelul fațadelor clădirilor expuse la zgomotul generat de lucrările aferente obiectivului de investiție și, ulterior, de traficul rutier din faza de operare.

În urma acestei evaluări, au fost identificate situațiile în care se impune implementarea unor măsuri de reducere a impactului acustic. În consecință, au fost dezvoltate și simulate scenarii suplimentare care includ măsuri de atenuare, atât pentru perioada de execuție a lucrărilor, cât și pentru perioada de operare a infrastructurii rutiere, în vederea verificării eficienței acestora și a asigurării conformării cu valorile-limită aplicabile.

Detaliile privind măsurile de atenuare analizate și propuse se regăsesc în secțiunea „Soluții de atenuare” a prezentului raport.

Rezultate

Rezultatele calculelor acustice și reprezentările grafice aferente modelărilor realizate pentru perioada de execuție a lucrărilor — atât în scenariul fără implementarea măsurilor de protecție, cât și în scenariul care include aceste măsuri — sunt prezentate în Anexele 1.1 și 1.2 ale prezentului raport.

În mod similar, rezultatele aferente perioadei de operare a obiectivului de investiție, pentru scenariile analizate (cu și fără implementarea măsurilor de protecție a receptorilor sensibili), sunt prezentate în Anexele 2.1 și 2.2.

Hărțile de zgomot elaborate ilustrează distribuția spațială a nivelurilor acustice estimate pentru scenariile analizate, evidențiind zonele în care influența surselor de zgomot este mai pronunțată. Rezultatele modelării indică faptul că nivelurile acustice maxime sunt înregistrate în proximitatea imediată a surselor de zgomot (fronturile de lucru, organizările de șantier sau infrastructura rutieră în exploatare), valorile diminuându-se progresiv odată cu creșterea distanței față de acestea, ca urmare a fenomenelor de propagare și atenuare a undelor acustice.

Analiza comparativă a scenariilor modelate evidențiază eficiența măsurilor de protecție

acustică propuse, în special a panourilor fonoabsorbante, în reducerea nivelurilor de zgomot estimate în zonele în care sunt amplasați receptorii sensibili analizați. Interpretarea detaliată a rezultatelor modelării și evaluarea impactului asupra receptorilor sensibili (populație și specii de interes conservativ) sunt prezentate în capitolul „Impact potențial”.

Impact potențial

Realizarea unei noi infrastructuri rutiere sau reabilitarea uneia existente poate conduce la generarea unor niveluri semnificative de zgomot, cu potențial impact asupra receptorilor sensibili din proximitate, precum clădirile rezidențiale, unitățile de învățământ, instituțiile publice sau ariile naturale protejate. Emisiile sonore asociate fazei de execuție sunt generate, în principal, de activități precum lucrările de excavare și terasamente, transportul materialelor, operarea utilajelor și echipamentelor grele, precum și realizarea straturilor rutiere (așternere și compactare asfalt).

Magnitudinea impactului acustic este influențată de o serie de factori, între care se numără durata și intensitatea lucrărilor, regimul de funcționare al utilajelor, distanța față de receptorii sensibili, configurația topografică a amplasamentului, precum și nivelul existent al fondului sonor din zona analizată. Evaluarea acestor elemente este esențială pentru determinarea gradului de afectare potențială și pentru fundamentarea măsurilor adecvate de atenuare a zgomotului.

În cadrul prezentului subcapitol sunt analizate efectele potențiale ale zgomotului generat de realizarea lucrărilor asupra receptorilor sensibili din zona de influență a proiectului. Conform metodologiei descrise anterior, simulările de propagare a zgomotului au fost realizate prin adoptarea unui scenariu conservativ de tip „worst case”, reprezentând cea mai nefavorabilă situație plauzibilă din punct de vedere tehnic și operațional.

Acest scenariu nu reflectă valori extreme teoretice, ci ipoteze realiste, dar prudente, privind funcționarea simultană a surselor relevante, regimul de activitate al utilajelor și condițiile de desfășurare a lucrărilor, astfel încât să fie surprins impactul potențial maxim rezonabil anticipat într-o zi reprezentativă de lucru.

Modelele grafice și rezultatele prezentate în raport ilustrează distribuția spațială a nivelurilor de zgomot estimate în cadrul acestui scenariu conservativ, având caracter atemporal

și reprezentând condițiile corespunzătoare unei zile de activitate desfășurate în parametri operaționali intensivi, dar plauzibili.

În consecință, impactul acustic real asociat proiectului poate varia în funcție de organizarea efectivă a lucrărilor, succesiunea activităților și durata acestora. Evaluarea realizată oferă însă o bază prudentă pentru aprecierea potențialului impact negativ și pentru fundamentarea măsurilor de reducere, în conformitate cu cadrul legislativ și normativ aplicabil.

Concluziile prezentate au rolul de a sprijini factorii de decizie în anticiparea și gestionarea eficientă a impactului acustic asociat activităților de execuție, în vederea reducerii potențialelor efecte asupra comunităților locale și ecosistemelor din zona de influență a proiectului.

Prezentul raport include, în anexă, hărți tematice care ilustrează localizarea grupurilor vulnerabile și a ecosistemelor sensibile în raport cu culoarul expropriat aferent proiectului.

De asemenea, a fost evaluat impactul potențial asupra speciilor de interes conservativ identificate în ariile naturale protejate situate în proximitatea proiectului. În absența unor valori-limită explicit definite în legislația națională privind pragurile acustice care pot genera efecte negative asupra diferitelor specii sau clase taxonomice, analiza a fost fundamentată pe informațiile disponibile în literatura de specialitate. În acest sens, au fost utilizate valori orientative extrase din surse științifice relevante, prezentate în Tabelul 2, în vederea estimării potențialului impact asupra biodiversității.

Tabel 2 – Niveluri acustice maxim admisibile pentru diferite clase taxonomice

Clasă taxonomică	dB (A)
Pisces (pești)	90
Amphibia (amfibieni)	60
Reptilia (reptile)	70
Mammalia (mamifere)	70
Aves (Păsări)	60

În ceea ce privește nevertebratele, sensibilitatea la zgomot prezintă variații semnificative în funcție de particularitățile ecologice și biologice ale fiecărei specii, incluzând tipul de habitat, morfologia, mecanismele de percepție a vibrațiilor și comportamentul specific. Literatura științifică referitoare la efectele zgomotului asupra nevertebratelor este încă în dezvoltare, iar rezultatele disponibile indică răspunsuri diferite în funcție de contextul experimental și de

taxonul analizat.

În absența unor valori-limită reglementate la nivel legislativ pentru această categorie faunistică, evaluarea a fost fundamentată pe informațiile disponibile în literatura de specialitate la momentul elaborării prezentului raport. Astfel, pentru speciile de nevertebrate identificate în cadrul ariilor naturale protejate analizate, a fost utilizată o valoare orientativă de 70 dB(A), considerată în literatura de referință drept prag conservativ asociat cu probabilitate redusă de apariție a modificărilor comportamentale semnificative sau a perturbării mecanismelor de comunicare la anumite specii.

În cadrul evaluării impactului acustic asupra biodiversității, analiza spațială a fost realizată prin suprapunerea izoliniilor de zgomot rezultate din modelare cu limitele siturilor din rețeaua EMERALD, relevante pentru zona de influență a proiectului.

În absența unor seturi de date spațiale publice detaliate privind distribuția exactă a fiecărei specii de interes conservativ la nivel intrazonal, limitele oficiale ale siturilor EMERALD au fost utilizate ca unități spațiale de referință pentru evaluarea potențialului impact. Această abordare este justificată prin faptul că siturile EMERALD sunt desemnate în baza Convenției de la Berna pentru conservarea speciilor și habitatelor de interes comunitar, iar delimitarea acestora reflectă zonele considerate relevante pentru menținerea stării favorabile de conservare.

În plus, analiza a fost corelată cu informațiile disponibile în formularele standard ale siturilor (specii și habitate de interes conservativ), precum și cu literatura de specialitate privind sensibilitatea acustică a diferitelor grupe taxonomice.

Prin urmare, evaluarea suprafețelor potențial afectate de zgomot în interiorul siturilor EMERALD oferă o estimare prudentă și coerentă a impactului posibil asupra biodiversității, în conformitate cu principiul precauției și cu bunele practici internaționale aplicabile evaluării impactului asupra mediului.

Tabelul 3 prezintă suprafețele estimate ca fiind potențial expuse la niveluri acustice care pot genera efecte negative asupra speciilor de interes conservativ prezente în situl EMERALD MD0000016, traversat de culoarul expropriat aferent perioadei de execuție și de calea de rulare corespunzătoare perioadei de operare.

Tabel 3 – Expunerea speciilor de interes conservativ la zgomotul produs în perioada de execuție și operare a obiectivului

Cod	Specie	Clasa	Situl protejat	Aria de distribuție (ha)	Suprafață afectată de zgomot (ha)	
					Execuție	Operare
1188	<i>Bombina bombina</i>	Amfibieni	MD0000016	49610	35,77	42,24
A255	<i>Anthus campestris</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A060	<i>Aythya nyroca</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A021	<i>Botaurus stellaris</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A396	<i>Branta ruficollis</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A403	<i>Buteo rufinus</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A030	<i>Ciconia nigra</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A084	<i>Circus pygargus</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A231	<i>Coracias garrulus</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A037	<i>Cygnus columbianus bewickii</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A038	<i>Cygnus cygnus</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A429	<i>Dendrocopus syriacus</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A026	<i>Egretta garzetta</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A379	<i>Emberiza hortulana</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A511	<i>Falco cherrug</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A098	<i>Falco columbarius</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A103	<i>Falco peregrinus</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A097	<i>Falco vespertinus</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A002	<i>Gavia arctica</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A075	<i>Haliaeetus albicilla</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A131	<i>Himantopus himantopus</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A022	<i>Ixobrychus minutus</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A338	<i>Lanius collurio</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A339	<i>Lanius minor</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A177	<i>Larus minutus</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A023	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24

A094	<i>Pandion haliaetus</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A019	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A151	<i>Philomachus pugnax</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A034	<i>Platalea leucorodia</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A132	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A307	<i>Sylvia nisoria</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
A397	<i>Tadorna ferruginea</i>	Păsări	MD0000016	49610	35,77	42,24
4013	<i>Carabus hungaricus</i>	Nevertebrate	MD0000016	49610	12,49	13,02
6169	<i>Euphydryas maturna</i>	Nevertebrate	MD0000016	49610	12,49	13,02
1220	<i>Emys orbicularis</i>	Reptile	MD0000016	49610	12,49	13,02
1298	<i>Vipera ursinii</i>	Reptile	MD0000016	49610	12,49	13,02
2608	<i>Spermophilus suslicus</i>	Mamifere	MD0000016	49610	12,49	13,02
2633	<i>Mustela eversmanii</i>	Mamifere	MD0000016	49610	12,49	13,02

În ceea ce privește impactul asupra zonelor rezidențiale, a zonelor mixte, a zonelor de protecție a instituțiilor publice și a zonelor de liniște (spații verzi, parcuri, grădini etc.), simulările realizate au evidențiat depășiri ale valorilor maxim admisibile stabilite prin legislația în vigoare, la anumiți receptori sensibili, atât în perioada de execuție, cât și în perioada de operare a obiectivului.

Analiza izoliniilor de zgomot indică faptul că nivelurile peste pragurile reglementate se pot resimți până la distanța maximă de 250 metri față de limita amprizei soselei / limita culoarului expropriat aferent lucrărilor de reabilitare a drumului M3, în funcție de condițiile locale de propagare (topografie, ecranări naturale sau artificiale, tipologia frontului construit). Posibil impactați sunt receptorii sensibili din comuna Ciucur-Mingir, amplasați la est de Strada Ștefan cel Mare și Sfânt, între strada Tineretului la nord și strada Ion Ghilan la sud.

Acesta reprezintă un scenariu conservator modelat pentru perioada de execuție (ipoteza de funcționare simultană/continuă a surselor pe tronsonul analizat). Această estimare reprezintă un caz de tip ‘worst-case’, iar în condiții reale de șantier, datorită caracterului mobil și discontinuu al activităților și a segmentării fronturilor de lucru, extinderea spațială a depășirilor este de regulă mai redusă. În ceea ce privește zgomotul calculat pentru perioada de operare a obiectivului propus, rezultă clar necesitatea abordării de măsuri de atenuare a nivelurilor acustice.

Soluții de atenuare

Pentru atenuarea nivelurilor acustice superioare, generate de realizarea lucrărilor, se recomandă utilizarea, în cadrul proiectului, de tehnologii moderne, utilajele de construire și mijloacele de transport dotate cu echipamente de reducere a zgomotului (amortizoare de zgomot performante, profil al benzii de rulare cu nivel redus de zgomot), precum și echipamente de protecție împotriva zgomotului și vibrațiilor pentru personalul lucrător. De asemenea, este necesar ca beneficiarul/antreprenorul proiectului să asigure respectarea tuturor condițiilor și bunelor practici, precum evitarea utilizării mai multor utilaje simultan, cu scopul reducerii impactului potențial generat de realizarea proiectului, din punct de vedere al zgomotului.

Analizând proiectul în cauză, recomandăm beneficiarului/anteprenorului, procurarea și utilizarea, în fronturile de lucru active, în imediata vecinătate a activităților generatoare de zgomot, a panourilor fonoabsorbante mobile, pentru protecția speciilor de interes conservativ

din cadrul sitului EMERALD MD0000016 Stepa Bugeacului respectiv a receptorilor sensibili, în special a clădirilor rezidențiale din imediata apropiere a amplasamentului proiectului. Se recomandă utilizarea de panouri fonoabsorbante cu înălțimea de minimum 4 metri. În Tabelul 4 sunt prezentate amplasamentele recomandate pentru utilizarea panourilor fonoabsorbante mobile.

Tabel 4 – Pozițiile de amplasare ale panourilor fonoabsorbante pentru perioada de execuție a obiectivului

Poziție km început	Poziție km sfârșit	Amplasare în raport cu drumul
0+380	0+860	dreapta
5+555	9+790	stânga
6+490	6+990	dreapta
8+065	11+987	dreapta

Pentru perioada de operare a drumului M3, de asemenea, se recomandă montarea de panouri fonoabsorbante. Considerând dispunerea acestuia, cu existența unor receptori sensibili situați în apropiere traseului căii rutiere, se recomandă montarea de panouri fonoabsorbante cu înălțimea de 4 metri. În cadrul modelelor și simulărilor efectuate, au fost introduse panouri fonoabsorbante de tip Forster 20, realizate din lemn. Acest tip de panou este caracterizat printr-un comportament predominant absorbant, cu coeficienți de absorbție acustică specifici panourilor din lemn tratat pentru aplicații de protecție fonică rutieră. Intervalele pe care este necesară montarea panourilor sunt prezentate în Tabelul 5.

Tabel 5 - Pozițiile de amplasare ale panourilor fonoabsorbante pentru perioada de operare a obiectivului

Poziție km început	Poziție km sfârșit	Amplasare în raport cu drumul
0+380	0+860	dreapta
5+555	9+790	stânga
6+490	6+990	dreapta
8+065	11+987	dreapta

Pentru ilustrarea contextului local al receptorilor sensibili și a sectoarelor de drum unde

se propune montarea panourilor fonoabsorbante, fotografii reprezentative ale traseului analizat sunt prezentate în Anexa 3.

Concluzii

Pentru perioada de execuție a lucrărilor la obiectivul „Reabilitarea și extinderea Drumului Național M3 din Republica Moldova, Chișinău – Giurgiulești/Graniță România, secțiunea Cimișlia - Comrat”, pe baza informațiilor relevante, de care s-a ținut cont în efectuarea previziunilor cu privire la propagarea zgomotului generat în cadrul fronturilor de lucru și organizările de șantier, se preconizează că vor exista depășiri ale nivelurilor maxim admisibile prevăzute prin legislația în vigoare la limita spațiilor funcționale de tip rezidențial din comuna Ciucur-Mingir, amplasați la est de Strada Ștefan cel Mare și Sfânt, între strada Tineretului la nord și strada Ion Ghilan la sud. Totuși, se menționează că modelele din prezentul raport reprezintă un scenariu conservator modelat pentru perioada de execuție (ipoteza de funcționare simultană/continuă a surselor pe tronsonul analizat). Această estimare reprezintă un caz de tip ‘worst-case’, la nivelul a 24 de ore, iar în condiții reale de șantier, datorită caracterului mobil și discontinuu al activităților și a segmentării fronturilor de lucru, extinderea temporară și spațială a depășirilor este de regulă mai redusă. Mai mult, utilizarea, conform recomandărilor din prezentul raport, a panourilor fonoabsorbante mobile în timpul executării lucrărilor, va asigura o protecție a receptorilor sensibili, respectiv se va asigura difracția în spatele panourilor fonoabsorbante.

Se menționează că zgomotul generat de realizarea lucrărilor aferente proiectului, se va suprapune peste zgomotul existent la care sunt deja expuși majoritatea receptorilor sensibili mai sus menționați, aceștia fiind expuși, în prezent, la niveluri acustice superioare, generate de traficul rutier, desfășurat pe căile rutiere din zona unde se desfășoară proiectul.

În perioada de operare a obiectivului, analiza modelărilor acustice indică posibilitatea apariției unor depășiri punctuale ale valorilor maxim admisibile prevăzute de legislația în vigoare, în special pentru anumite zone funcționale situate în proximitatea traseului. În urma implementării de panouri fonoabsorbante, suprafețele și impactul generat au fost reduse considerabil. Pe baza rezultatelor modelelor și simulărilor efectuate, se poate aprecia conformarea cu valorile acustice maxime prevăzute în legislația în vigoare pentru protecția receptorilor sensibili analizați.