

Legea nr. 121/2019 privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiant

În vigoare de la 26 iulie 2019

Consolidarea din data de **04 decembrie 2023** are la bază publicarea din Monitorul Oficial, Partea I nr. 604 din 23 iulie 2019

Include modificările aduse prin următoarele acte: HG 756/2022; L 181/2022.

Ultimul amendament în 18 iunie 2022.

Parlamentul României adoptă prezenta lege.

CAPITOLUL I Dispoziții generale

SECȚIUNEA 1 Obiectul și domeniul de aplicare

Art. 1. - (1) Prezenta lege abordează unitar la nivel național evitarea, prevenirea sau reducerea efectelor dăunătoare, inclusiv a disconfortului, cauzate de expunerea populației la zgomotul ambiant, prin implementarea progresivă a următoarelor măsuri:

- a) determinarea expunerii la zgomotul ambiant, prin realizarea cartării zgomotului cu metodele de evaluare prevăzute în prezenta lege;
- b) asigurarea accesului publicului la informațiile cu privire la zgomotul ambiant și la efectele sale;
- c) adoptarea, pe baza rezultatelor cartării zgomotului, a planurilor de acțiune pentru prevenirea și reducerea zgomotului ambiant, unde este cazul, în special acolo unde nivelurile de expunere pot cauza efecte dăunătoare asupra sănătății umane, și pentru a menține nivelurile zgomotului ambiant sub valorile- limită definite conform art. 4 pct. 19, în situația în care acestea nu sunt depășite.

(2) Prezenta lege stabilește cadrul general pentru dezvoltarea măsurilor de reducere a zgomotului emis de sursele principale de zgomot, în special de vehiculele rutiere, feroviare și de infrastructura acestora, de aeronave, de echipamentele industriale și de cele destinate utilizării în exteriorul clădirilor, precum și de mașinile industriale mobile.

Art. 2. - Prevederile prezentei legi se aplică zgomotului ambiant la care este expusă populația, în special în:

- a) zonele construite;
- b) parcurile, grădinile publice sau alte zone liniștite dintr-o aglomerare;
- c) zonele liniștite din spații deschise;
- d) apropierea unităților de învățământ, a spitalelor și a altor clădiri și zone sensibile la zgomot.

Art. 3. - Prevederile prezentei legi nu se aplică zgomotului generat de:

- a) persoana expusă;
- b) activitățile casnice;
- c) vecini;
- d) activitățile de la locul de muncă și din interiorul mijloacelor de transport;
- e) activitățile militare din zonele militare;
- f) activitățile prilejuite de manifestarea libertății de religie a cultelor recunoscute.

SECȚIUNEA a 2-a

Definiții

Art. 4. - În sensul prezentei legi, termenii și expresiile de mai jos au următoarele semnificații:

1. aeroport principal - aeroport civil având mai mult de 50.000 de mișcări pe an, o mișcare însemnând o decolare sau o aterizare, cu excepția celor executate exclusiv pentru antrenament cu aeronave ușoare;
2. aglomerare - o parte a unui teritoriu cu o populație al cărei număr depășește 100.000 de locuitori și cu o densitate a populației necesară îndeplinirii condițiilor de zonă urbană;
3. cale ferată principală - cale ferată cu un trafic anual mai mare de 30.000 de treceri ale trenurilor;
4. cartarea zgomotului - prezentarea datelor privind situația existentă sau prognozată referitoare la zgomot în funcție de un indicator de zgomot, care evidențiază depășirile valorilor-limită în vigoare, numărul persoanelor afectate sau numărul de locuințe expuse la anumite valori ale unui indicator de zgomot pentru o anumită zonă;
5. disconfort - gradul de afectare a comunității din cauza zgomotului, care se determină prin intermediul anchetelor de teren;
6. drum principal - drum de interes internațional, național, județean sau local cu un trafic anual mai mare de 3 milioane de treceri ale vehiculelor;
7. efecte dăunătoare - efecte negative asupra sănătății umane;
8. evaluare - orice metodă utilizată pentru calcularea, estimarea, prognozarea sau măsurarea valorii unui indicator de zgomot ori a efectelor dăunătoare asociate acesteia;
9. hartă strategică de zgomot - o hartă întocmită pentru evaluarea globală a expunerii la zgomot dintr-o zonă dată, cauzat de surse diferite de zgomot, sau pentru a stabili previziuni generale pentru o astfel de zonă;
10. indicator de zgomot - un parametru fizic pentru descrierea zgomotului ambiant, care are legătură cu un efect dăunător;
11. L_{noapte} indicator de zgomot pentru perioada de noapte - indicator de zgomot asociat tulburării somnului din perioada de noapte, conform prezentării acestuia din anexa nr. 1;
12. $L_{seară}$ indicator de zgomot pentru perioada de seară - indicator de zgomot asociat disconfortului din perioada de seară, conform prezentării acestuia din anexa nr. 1;
13. L_{zi} indicator de zgomot pentru perioada de zi - indicator de zgomot asociat disconfortului din perioada de zi, conform prezentării acestuia din anexa nr. 1;
14. L_{zsn} indicator de zgomot pentru zi-seară-noapte - indicator de zgomot asociat disconfortului general, a cărui valoare se calculează potrivit anexei nr. 1;
15. planificare acustică - gestionarea zgomotului în perspectivă prin planificarea măsurilor de: amenajare a teritoriului, inginerie a transporturilor, planificare a traficului, reducere a zgomotului prin măsuri de izolație fonică și de control al surselor de zgomot;
16. planuri de acțiune - planuri destinate gestionării problemelor și efectelor cauzate de zgomot, incluzând măsuri de diminuare, dacă este necesar;
17. public - una sau mai multe persoane fizice ori juridice, inclusiv asociațiile sau fundațiile, în conformitate cu legislația în vigoare;
18. relația doză-efect - legătura dintre valoarea unui indicator de zgomot și un efect dăunător;
19. valoare-limită - o valoare a indicatorilor L_{zsn} sau L_{noapte} și, unde este cazul, a indicatorilor L_{zi} sau $L_{seară}$, stabilită potrivit art. 91 alin. (3), a cărei depășire determină aplicarea de către autoritățile competente a măsurilor de reducere a nivelurilor de zgomot; valorile-limită pot fi diferite în funcție de:
 - a) tipul zgomotului ambiant - zgomot de trafic rutier, feroviar sau aeroportuar, zgomot industrial și alte asemenea;

- b) mediu ambiant diferit și sensibilitate diferită la zgomot a populației;
- c) situații existente și situații noi, acolo unde intervine o schimbare a situației cu privire la sursa de zgomot sau de utilizare a mediului ambiant;
- 20.** zgomot ambiant - sunet exterior nedorit sau dăunător generat de activitățile umane, care include zgomotul emis de mijloacele de transport, de traficul rutier, feroviar, aerian și zgomotul provenit de la amplasamentele unde se desfășoară activitățile industriale prevăzute în anexa nr. 1 la Legea nr. 278/2013 privind emisiile industriale, cu modificările și completările ulterioare;
- 21.** zonă liniștită într-o aglomerare - zonă delimitată de către autoritățile competente, care nu este expusă unei valori a indicatorului L_{ZSN} sau a vreunui alt indicator de zgomot mai mare decât valoarea-limită în vigoare, indiferent de sursa de zgomot;
- 22.** zonă liniștită în spațiu deschis - o zonă delimitată de către autoritățile competente, care nu este expusă la zgomotul provenit din trafic, industrie sau activități recreative;
- 23.** hartă strategică a imisiei de zgomot - hartă strategică de zgomot realizată pentru o perioadă de referință stabilită, care înfățișează imisia provenită de la diferite surse de zgomot specifice pentru o zonă prestabilită, utilizând intervale de valori de 5 dB(A) ale unui indicator de zgomot și reprezentarea acestora cu ajutorul culorilor, în conformitate cu tabelul nr. 1 din standardul SR ISO 1996-2:1995;
- 24.** zgomot specific - componentă a zgomotului ambiant care poate fi identificată în mod specific prin mijloace acustice și poate fi asociată unei surse specifice apropiate sau depărtate, în conformitate cu definiția din standardul SR ISO 1996-1:2016;
- 25.** zone sensibile la zgomot - zone clasificate ca zone liniștite în interiorul aglomerărilor sau în spații deschise, în acord cu definițiile acestora prevăzute la pct. 21, respectiv 22, sau pentru care sunt specificate restricții privind regimul de construire de clădiri rezidențiale, spitale, școli ori alte clădiri cu funcționalitate similară sau de schimbare a funcționalității unor clădiri existente, în funcție de anumite valori-limită stabilite în acest sens la nivel național ori local. Informațiile cu privire la zonele sensibile la zgomot se preiau în planurile urbanistice generale în scopul formulării de restricții și recomandări.

CAPITOLUL II

Indicatorii de zgomot, aplicarea acestora și metode de evaluare

SECȚIUNEA 1

Indicatorii de zgomot și aplicarea acestora

Art. 5. - Indicatorii de zgomot utilizați la nivel național în vederea elaborării și revizuirii cartării strategice de zgomot în conformitate cu cap. III sunt L_{noapte} și L_{ZSN} , astfel cum sunt definiți la art. 4 pct. 11 și 14.

Art. 6. - Înainte ca utilizarea metodelor comune de evaluare pentru determinarea valorilor indicatorilor de zgomot L_{ZSN} și L_{noapte} să fie obligatorie pentru toate statele membre al Uniunii Europene, indicatorii de zgomot utilizați la nivel național împreună cu datele existente aferente acestora se convertesc în indicatori L_{ZS} și L_{noapte} , iar aceste date nu trebuie să fie mai vechi de 3 ani.

Art. 7. - În completarea indicatorilor L_{ZSN} și L_{noapte} se pot utiliza indicatori suplimentari de zgomot, potrivit pct. 3 din anexa nr. 1.

Art. 8. - Pentru planificarea acustică și zonarea zgomotului se pot utiliza alți indicatori în afară de indicatorii L_{ZSN} și L_{noapte} , stabiliți prin ghidul prevăzut la art. 91 alin. (5).

SECȚIUNEA a 2-a Metode de evaluare

Art. 9. - Valorile indicatorilor L_{zsn} și L_{noapte} se determină prin intermediul metodelor de evaluare prevăzute în anexa nr. 2.

Art. 10. - Efectele dăunătoare pot fi evaluate prin intermediul relațiilor doză-efect prevăzute în anexa nr. 3.

Art. 11. - Metodele comune de evaluare pentru determinarea L_{zsn} și L_{noapte} se stabilesc de către Comisia Europeană, iar până la data intrării în vigoare a prezentei legi se utilizează următoarele metode interimare de calcul pentru determinarea L_{zsn} și L_{noapte} :

a) pentru zgomot industrial: standardul SR ISO 9613-2: "Acustică - Atenuarea sunetului propagat în aer liber, partea a doua: Metodă generală de calcul";

b) pentru zgomotul produs de aeronave: ECAC.CEAC Doc. 29 "Raport privind metoda standard de calcul al contururilor de zgomot în jurul aeroporturilor civile" - 1997, Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports - 1997. Din abordările diferite ale modelării culoarelor de zbor aeriene se utilizează tehnica de segmentare prevăzută în secțiunea 7.5 a ECAC.CEAC Doc 29;

c) pentru zgomotul produs de traficul rutier: metoda națională franceză de calcul "NMPB Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)", prevăzută în Hotărârea din 5 mai 1995 referitoare la zgomotul produs de traficul pe infrastructurile rutiere, Jurnalul Oficial din 10 mai 1995, art. 6, și în standardul francez XPS 31-133. Pentru datele de intrare referitoare la emisii, aceste documente sunt prevăzute în "Ghidul zgomotului produs de transporturile terestre, fascicula previziunea nivelelor sonore, CETUR 1980";

d) pentru zgomotul produs de traficul feroviar: Regulamentul privind metoda națională olandeză de calcul pentru zgomotul produs de traficul feroviar, aprobat de Ministerul Locuinței, Planificării Teritoriale și Mediului din Regatul Olandei, în 20 noiembrie 1996.

Art. 12. - Metodele interimare de calcul prevăzute la art. 11 trebuie să respecte definițiile L_{noapte} și L_{zsn} prevăzute la art. 4 pct. 11 și 14, precum și Recomandarea Comisiei Europene 2003/613/CE privind Liniile directe pentru metodele interimare revizuite de calcul pentru zgomotul industrial, zgomotul produs de aeronave, zgomotul produs de traficul rutier și feroviar și datele asociate privind emisiile.

Art. 13. - Metodele comune de evaluare pentru determinarea L_{zsn} și L_{noapte} sunt prevăzute în anexa nr. 2.

Art. 14. - Utilizarea metodelor comune de evaluare prevăzute în anexa nr. 2 este obligatorie începând cu data intrării în vigoare a prezentei legi.

CAPITOLUL III

Cartarea strategică de zgomot, hărțile strategice de zgomot și planurile de acțiune

Art. 15. - Până la data de 30 iunie 2022 se elaborează hărțile strategice de zgomot și se aprobă datele aferente acestora, care prezintă situația anului calendaristic precedent, pentru toate aglomerările, drumurile principale, căile ferate principale și aeroporturile principale.

Art. 16. - Hărțile strategice de zgomot prevăzute la art. 15 se refac și, dacă este cazul, se revizuiesc cel puțin la fiecare 5 ani de la data de 30 iunie 2022, de fiecare dată pentru anul calendaristic precedent.

Art. 17. - Refacerea hărților strategice de zgomot presupune culegerea tipurilor de date utilizate la realizarea hărților strategice de zgomot precedente, actualizarea acestora, precum și realizarea din nou a calculului de cartare a zgomotului utilizând metodele de calcul prevăzute la art. 12 sau 13, după caz.

Art. 18. - Revizuirea hărților strategice de zgomot se realizează dacă se îndeplinesc în mod cumulativ următoarele situații:

a) după ce se refac hărțile strategice de zgomot;

b) în situația în care hărțile strategice de zgomot refăcute diferă față de hărțile strategice de zgomot precedente.

Art. 19. - În cazul în care, ca urmare a refacerii hărților strategice de zgomot, nu este necesară revizuirea acestora, atunci hărțile strategice de zgomot precedente rămân în vigoare.

Art. 20. - Revizuirea hărților strategice de zgomot se realizează potrivit criteriilor stabilite în ghidul prevăzut la art. 91 alin. (5).

Art. 21. - La elaborarea hărților strategice de zgomot trebuie respectate cerințele minime prevăzute în anexa nr. 4.

Art. 22. - Realizarea cartării strategice de zgomot din zona de frontieră se face prin cooperare cu autoritățile competente din statele vecine.

Art. 23. - Criteriile prin care se evaluează necesitatea refacerii hărților strategice de zgomot la un interval mai mic de 5 ani se aplică începând cu data de 30 iunie 2022 și se stabilesc prin ghidul prevăzut la art. 91 alin. (5).

Art. 24. - Până la data de 18 iulie 2023 se elaborează planurile de acțiune destinate gestionării zgomotului și a efectelor acestuia, incluzând măsuri de reducere a zgomotului, dacă este necesar, iar aceste planuri de acțiune se reevaluează și, dacă este cazul, se revizuiesc, atunci când se produc modificări importante care afectează situația existentă privind nivelul zgomotului, și cel puțin la fiecare 5 ani de la această dată, pentru toate aglomerările, drumurile principale, căile ferate principale și aeroporturile principale.

Art. 25. - Reevaluarea planurilor de acțiune presupune evaluarea planurilor precedente ținând seama de rezultatele hărților strategice de zgomot refăcute.

Art. 26. - Revizuirea planurilor de acțiune se realizează doar dacă este cazul, ca urmare a reevaluării planurilor precedente, în situația în care se includ în planul de acțiune reevaluat noi măsuri de reducere și/sau gestionare a zgomotului, ținându-se seama de hărțile strategice de zgomot refăcute și revizuite, sau dacă măsurile de reducere și/sau gestionare a zgomotului din planurile de acțiune precedente nu au produs efectele scontate după implementarea acestora.

Art. 27. - În cazul în care în cadrul activității de reevaluare a planurilor de acțiune nu este necesară revizuirea acestora, atunci planul de acțiune precedent se menține în vigoare și se supune consultării publice conform prevederilor art. 34 și 35, după caz.

Art. 28. - Planurile de acțiune se reevaluează și, dacă este cazul, se revizuiesc mai des decât cel puțin la fiecare 5 ani de la data de 18 iulie 2023, dacă hărțile strategice de zgomot trebuie realizate mai des de intervalul minim de 5 ani în conformitate cu art. 23.

Art. 29. - La realizarea planurilor de acțiune trebuie să se protejeze zonele liniștite din aglomerări împotriva creșterii nivelului de zgomot.

Art. 30. - (1) Măsurile de gestionare și reducere a zgomotului prevăzute în planurile de acțiune se stabilesc în vederea implementării, astfel:

a) de autoritățile administrației publice locale sau operatorii economici care au în responsabilitate realizarea planurilor de acțiune, pe domeniul lor de competență, conform prevederilor alin. (2);

b) în cadrul procedurii de revizuire a actului de reglementare în cazul activităților industriale prevăzute în anexa nr. 1 la Legea nr. 278/2013, cu modificările și completările ulterioare, conform prevederilor alin. (2);

c) în cazul aeroporturilor, prin asumarea acestora de toate părțile implicate, furnizorul de servicii de navigație aeriană din România, "Autoritatea Aeronautică Civilă Română", administrațiile aeroportuare care administrează aeroporturile pentru care se realizează planuri de acțiune.

d) în cazul căilor ferate administrate de Compania Națională de Căi Ferate «C.F.R.» - S.A., prin asumarea și implementarea măsurilor de reducere a zgomotului produs de traficul feroviar de către toate părțile implicate în domeniul feroviar, pe domeniul lor de competență, respectiv administratorii infrastructurii feroviare, operatorii

feroviari și alte autorități feroviare, după caz.

18/06/2022 - litera a fost introdusă prin Lege [181/2022](#).

(2) Măsurile de gestionare și reducere a zgomotului sunt adresate cu prioritate situațiilor identificate prin depășirea oricărei valori-limită în vigoare și utilizând și alte criterii alese în acest scop și se aplică celor mai importante zone stabilite în acest mod prin realizarea cartării strategice de zgomot.

Art. 31. - Criteriile după care se evaluează planurile de acțiune și se revizuiesc, precum și criteriile care se utilizează la stabilirea măsurilor de gestionare și reducere a zgomotului prevăzute în planurile de acțiune se stabilesc prin actele normative care se elaborează conform art. 91 [alin. \(4\)](#) și [\(5\)](#).

Art. 32. - Planurile de acțiune trebuie să respecte cerințele minime prevăzute în anexa [nr. 5](#).

Art. 33. - Elaborarea planurilor de acțiune din zona de frontieră se realizează prin cooperare cu autoritățile competente din statele vecine.

Art. 34. - La elaborarea propunerilor pentru planurile de acțiune sunt obligatorii:

- a) participarea și consultarea eficientă a publicului la elaborarea și reevaluarea planurilor de acțiune, încă din faza de inițiere a acestora;
- b) luarea în considerare a rezultatelor activităților prevăzute la lit. a);
- c) informarea publicului cu privire la deciziile luate;
- d) realizarea unui calendar rezonabil al activităților prevăzute la lit. a), alocându-se un timp suficient în acest scop pentru fiecare etapă a acestei proceduri.

Art. 35. - În cazul în care, în vederea desfășurării procedurii de participare și consultare a publicului prevăzute la art. 34 [lit. a\)](#), există obligația desfășurării unei proceduri similare conform prevederilor existente în alte acte normative care asigură transpunerea în legislația națională a oricăror prevederi legale ale Uniunii Europene, se poate stabili o procedură comună, în vederea evitării dublei proceduri.

Art. 36. - După elaborarea hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune, acestea se pun la dispoziția publicului spre informare, potrivit prevederilor Hotărârii Guvernului [nr. 878/2005](#) privind accesul publicului la informația privind mediul, cu modificările ulterioare, și potrivit prevederilor anexelor [nr. 5](#) și [6](#), inclusiv prin intermediul tehnologiilor informaționale disponibile.

Art. 37. - Punerea la dispoziția publicului a hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune conform prevederilor [art. 36](#) se realizează astfel încât informarea acestuia să fie clară, coerentă, accesibilă și însoțită de un rezumat care să evidențieze cele mai importante aspecte.

CAPITOLUL IV

Obligații și responsabilități

SECȚIUNEA 1

Obligațiile și responsabilitățile generale ale autorităților administrației publice și ale operatorilor economici care realizează cartarea zgomotului, hărțile strategice de zgomot și planurile de acțiune

Art. 38. - Autoritățile administrației publice locale realizează cartarea zgomotului și elaborează hărțile strategice de zgomot și planurile de acțiune și creează baza de date geospațială necesară realizării hărților strategice de zgomot, potrivit prevederilor prezentei legi, pentru:

- a) traficul rutier și de tramvaie de pe drumurile din interiorul aglomerărilor;
- b) drumurile naționale, drumurile județene sau comunale aflate în administrarea unei autorități a administrației publice locale, care au un trafic mai mare de 3 milioane de treceri de vehicule pe an, indiferent dacă se află poziționate în interiorul sau în exteriorul unor aglomerări;

c) amplasamentele unde se desfășoară activități industriale prevăzute în anexa nr. 1 la Legea nr. 278/2013, cu modificările și completările ulterioare, aflate în interiorul aglomerărilor, sau cele din exteriorul aglomerărilor dacă activitatea acestora influențează nivelele de zgomot din interiorul aglomerărilor.

Art. 39. - Operatorii economici care au în administrare infrastructuri rutiere, feroviare, aeroportuare și portuare, după caz, realizează cartarea zgomotului și elaborează hărțile strategice de zgomot și planurile de acțiune, potrivit prevederilor prezentei legi, pentru:

a) traficul rutier desfășurat pe drumurile principale care se află în administrarea Companiei Naționale de Administrare a Infrastructurii Rutiere - S.A. și care au un trafic mai mare de 3 milioane de treceri de vehicule pe an, indiferent dacă se află poziționate în interiorul sau în exteriorul unor aglomerări;

b) traficul feroviar desfășurat pe căile ferate principale care se află în administrarea Companiei Naționale de Căi Ferate "C.F.R." - S.A., indiferent dacă acestea se află în interiorul sau în exteriorul unor aglomerări;

c) traficul feroviar desfășurat pe căile ferate, altele decât cele principale, care sunt în administrarea Companiei Naționale de Căi Ferate "C.F.R." - S.A. și aflate în interiorul aglomerărilor;

d) traficul aerian desfășurat pe aeroporturile principale;

e) traficul aerian desfășurat pe aeroporturile civile urbane din interiorul aglomerărilor și cele poziționate în exteriorul aglomerărilor în cazul în care traficul aerian al acestora influențează nivelele de zgomot din interiorul aglomerărilor;

f) porturile din interiorul aglomerărilor, inclusiv pentru drumurile și căile ferate aflate în administrarea porturilor și care sunt amplasate în interiorul zonelor portuare, precum și porturile din exteriorul aglomerărilor în cazul în care activitatea acestora influențează nivelele de zgomot din interiorul aglomerărilor.

Art. 40. - Fondurile necesare pentru cartografierea zgomotului, elaborarea hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune se stabilesc potrivit prevederilor art. 6 alin. (2) din Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 195/2005 privind protecția mediului, aprobată cu modificări și completări prin Legea nr. 265/2006, cu modificările și completările ulterioare, după cum urmează:

a) de către autoritățile administrației publice locale, pentru traficul rutier și de tramvaie desfășurat pe drumurile din interiorul aglomerărilor, pentru drumurile naționale, drumurile județene sau comunale aflate în administrarea acestora din interiorul aglomerărilor, precum și pentru instalațiile industriale din interiorul aglomerărilor sau cele din exteriorul aglomerărilor dacă activitatea acestora influențează nivelele de zgomot din interiorul aglomerărilor;

b) de către operatorii economici, pentru aeroporturile principale, drumurile principale și căile ferate principale, aflate în administrarea acestora;

c) de către operatorii economici, pentru aeroporturile civile urbane și porturile din interiorul aglomerărilor, aflate în administrarea acestora;

d) de către operatorii economici, pentru aeroporturile civile urbane și porturile din exteriorul aglomerărilor, aflate în administrarea acestora, în cazul în care activitatea acestora influențează nivelele de zgomot din interiorul aglomerărilor.

Art. 41. - (1) Autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care au în responsabilitate realizarea hărților strategice de zgomot transmit autorităților pentru protecția mediului prevăzute la art. 43 și 44 următoarele:

a) fiecare hartă strategică de zgomot care arată situația anului calendaristic precedent termenului-limită de transmitere și care să conțină toate straturile tematice utilizate la realizarea acesteia pe suport electronic în format de set de date spațiale astfel încât acesta să respecte prevederile art. 7 alin. (1) din Ordonanța Guvernului nr. 4/2010 privind instituirea Infrastructurii naționale pentru informații spațiale în România, republicată;

b) un raport care să prevadă datele de intrare utilizate în procesul de cartare a zgomotului în vederea realizării

hărților strategice de zgomot, precum și calitatea, acuratețea, modul de utilizare și sursa acestora, pe suport electronic în format .doc;

c) un raport care să conțină toate datele obținute în urma realizării fiecărei hărți strategice de zgomot, pe suport electronic în format .doc;

d) un raport care să conțină o prezentare a evaluării rezultatelor obținute prin cartarea de zgomot pentru fiecare hartă strategică de zgomot în parte, pe suport electronic în format .doc.;

(2) Conținutul rapoartelor prevăzute la alin. (1) **lit. b) -d)** trebuie să conțină informațiile aferente strict scopului fiecărui raport în parte și să nu conțină informații duplicate, pentru a putea fi utilizate de autoritatea publică centrală pentru protecția mediului la realizarea raportărilor către Comisia Europeană.

(3) Rapoartele prevăzute la alin. (1) **lit. b) -d)** se transmit atât în format letric, cât și pe suport electronic în format .doc după aprobarea hărților strategice de zgomot conform prevederilor [art. 59](#) și [65](#).

[18/06/2022 - alineatul a fost modificat prin Lege 181/2022](#)

Art. 42. - Autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care au în responsabilitate realizarea planurilor de acțiune au obligația de a transmite autorităților pentru protecția mediului prevăzute la [art. 43](#) și [44](#) următoarele:

a) planurile de acțiune realizate în baza hărților strategice de zgomot și elaborate potrivit prevederilor prezentei legi, care să conțină măsuri de reducere și/sau gestionare a zgomotului, cu precizarea termenelor de implementare, inclusiv în cazul zonelor liniștite, autoritățile responsabile cu implementarea acestora, precum și aplicarea metodelor de evaluare a efectelor dăunătoare în baza aplicării relațiilor doză-efect prevăzute în anexa [nr. 3](#), utilizând în acest sens intervale de valori de 1 dB, pe suport electronic în format .doc, în vederea evaluării de către comisiile constituite conform prevederilor [art. 91 alin. \(2\)](#);

[18/06/2022 - litera a fost modificată prin Lege 181/2022](#)

b) zonele liniștite identificate, pe suport electronic în format de set de date spațiale astfel încât acesta să respecte prevederile [art. 7 alin. \(1\)](#) din Ordonanța Guvernului nr. 4/2010, republicată;

c) planurile de acțiune prevăzute la **lit. a)**, atât în format letric, cât și pe suport electronic în format .doc, după aprobarea acestora conform prevederilor [art. 60](#) și [66](#).

[18/06/2022 - litera a fost modificată prin Lege 181/2022](#)

Art. 43. - Hărțile strategice de zgomot și planurile de acțiune se transmit agențiilor județene pentru protecția mediului, în termenele prevăzute la [art. 15](#), [16](#) și [24](#), după caz:

a) pentru traficul rutier și de tramvaie desfășurat pe drumurile din interiorul aglomerărilor;

b) pentru traficul rutier desfășurat pe drumurile principale din interiorul aglomerărilor aflate în administrarea autorităților administrației publice locale;

c) pentru traficul feroviar desfășurat pe căile de rulare a tramvaielor din interiorul aglomerărilor aflate în administrarea autorităților administrației publice locale;

d) pentru amplasamentele aflate în interiorul aglomerărilor, unde se desfășoară activitățile industriale prevăzute în anexa [nr. 1](#) la Legea nr. 278/2013 privind emisiile industriale, cu modificările și completările ulterioare, inclusiv pentru drumurile și căile ferate din interiorul respectivelor amplasamente, aflate în administrarea operatorilor economici;

[18/06/2022 - litera a fost modificată prin Lege 181/2022](#)

e) pentru amplasamentele aflate în exteriorul aglomerărilor, dacă activitatea acestora influențează nivelele de zgomot din interiorul aglomerărilor, unde se desfășoară activități industriale prevăzute în anexa [nr. 1](#) la Legea nr. 278/2013, cu modificările și completările ulterioare, inclusiv pentru drumurile și căile ferate aflate în administrarea operatorilor economici, din interiorul respectivelor amplasamente;

[18/06/2022 - litera a fost modificată prin Lege 181/2022](#)

f) pentru traficul aerian desfășurat pe aeroporturile urbane din interiorul aglomerărilor, cu excepția Aeroportului

Internațional "Aurel Vlaicu";

g) pentru traficul aerian desfășurat pe aeroporturile urbane din exteriorul aglomerărilor, în cazul în care activitatea acestora influențează nivelele de zgomot din interiorul aglomerărilor;

h) pentru porturile din interiorul aglomerărilor, inclusiv pentru drumurile și căile ferate amplasate în interiorul zonelor portuare;

i) pentru porturile din exteriorul aglomerărilor, inclusiv pentru drumurile și căile ferate amplasate în interiorul zonelor portuare, în cazul în care activitatea acestora influențează nivelele de zgomot din interiorul aglomerărilor.

Art. 44. - Hărțile strategice de zgomot și planurile de acțiune se transmit Agenției Naționale pentru Protecția Mediului în termenele prevăzute la [art. 15](#), [16](#) și [24](#), după caz:

a) pentru traficul rutier desfășurat pe drumurile principale aflate în administrarea Companiei Naționale de Administrare a Infrastructurii Rutiere - S.A.;

b) pentru traficul feroviar desfășurat pe căile ferate din interiorul aglomerărilor aflate în administrarea Companiei Naționale de Căi Ferate "C.F.R." - S.A.;

c) pentru traficul feroviar desfășurat pe căile ferate principale din interiorul sau exteriorul aglomerărilor, aflate în administrarea Companiei Naționale de Căi Ferate "C.F.R." - S.A.;

d) pentru traficul aerian desfășurat pe aeroporturile principale;

e) pentru traficul aerian desfășurat pe Aeroportul Internațional "Aurel Vlaicu".

Art. 45. - Autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care au în responsabilitate realizarea hărților strategice de zgomot au obligația de a transmite către autoritățile pentru protecția mediului prevăzute la [art. 43](#) și [44](#), din 5 în 5 ani, începând cu termenul de referință 30 iunie 2017, toate hărțile strategice de zgomot și rapoartele prevăzute la [art. 41](#) alin. (1) [lit. a](#) - [d](#)).

Art. 46. - Autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care au în responsabilitate realizarea planurilor de acțiune au obligația de a transmite către autoritățile pentru protecția mediului prevăzute la [art. 43](#) și [44](#), din 5 în 5 ani, începând cu termenul de referință 18 iulie 2018, toate planurile de acțiune prevăzute la [art. 42](#) [lit. a](#)) și zonele liniștite prevăzute la [art. 42](#) [lit. b](#)).

Art. 47. - Autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care au în responsabilitate realizarea hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune pun la dispoziția autorităților pentru protecția mediului prevăzute la [art. 43](#) și [44](#), la solicitarea acestora, toate datele utilizate la elaborarea acestora.

Art. 48. - Autoritățile administrației publice și operatorii economici au obligația să îndeplinească procedura de participare și consultare a publicului potrivit prevederilor [art. 34](#) și [35](#), după caz.

Art. 49. - Măsurile de reducere și gestionare a zgomotului prevăzute la [art. 30](#) se stabilesc ținându-se seama de următoarele:

a) identificarea acestora în cadrul procesului de elaborare și revizuire a planurilor de acțiune care se supun procedurii de participare și consultare a publicului, potrivit prevederilor [art. 34](#) și [35](#), după caz;

b) propunerile persoanelor fizice sau juridice atestate potrivit prevederilor [art. 12](#) [alin. \(2\)](#) și [\(3\)](#) din Legea nr. 292/2018 privind evaluarea impactului anumitor proiecte publice și private asupra mediului, în domeniul zgomotului ambiant;

18/06/2022 - litera a fost [modificată prin Lege 181/2022](#)

c) aplicarea, în cazul aeroporturilor principale, a Regulamentului (UE) nr. 598/2014 al Parlamentului European și al Consiliului din 16 aprilie 2014 de stabilire a normelor și a procedurilor cu privire la introducerea restricțiilor de operare referitoare la zgomot pe aeroporturile din Uniune în cadrul unei abordări echilibrate și de abrogare a Directivei [2002/30/CE](#).

Art. 50. - Autoritățile administrației publice locale care administrează aglomerările prevăzute în anexa [nr. 7](#) sau, după caz, care administrează localitățile adiacente drumurilor principale, căilor ferate principale, aeroporturilor

principale, aeroporturilor urbane și porturilor care se stabilesc conform prevederilor [art. 88](#) și [89](#) au următoarele obligații:

- a) după realizarea hărților strategice de zgomot și în baza datelor furnizate de acestea, stabilesc zone liniștite în interiorul aglomerărilor, cu respectarea prevederilor [art. 2 lit. b\)](#);
- b) limitele zonelor liniștite stabilite conform prevederilor [lit. a\)](#) se introduc în Planul urbanistic general;
- c) zonele identificate în hărțile strategice de zgomot cu valori mai mari decât valorile-limită stabilite conform prevederilor [art. 91 alin. \(3\)](#) se preiau în cadrul Planului urbanistic general;
- d) în cazul zonelor identificate conform prevederilor [lit. c\)](#) se stabilesc, prin Regulamentul local de urbanism aferent Planului urbanistic general, restricții și recomandări specifice, care să conducă la o izolare fonică adecvată a locuințelor față de zgomotul exterior, precum și interzicerea construirii de noi construcții de învățământ și/sau construcții de sănătate;
- e) în cazul clădirilor rezidențiale, de învățământ sau de sănătate existente în zonele identificate conform prevederilor [lit. c\)](#), autoritățile administrației publice locale pot dezvolta programe de izolare fonică pentru îmbunătățirea izolării fonice a acestora.
- f) de a asigura, pe terenul aflat în administrarea acestora, locația necesară amplasării și funcționării stațiilor de monitorizare a zgomotului, la solicitarea autorității publice centrale pentru protecția mediului ori a agențiilor județene pentru protecția mediului sau a Agenției pentru Protecția Mediului București, după caz.

[18/06/2022](#) - litera a fost introdusă prin [Lege 181/2022](#).

Art. 51. - Autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care realizează hărțile strategice de zgomot și planurile de acțiune au obligația să pună la dispoziția publicului datele aferente hărților strategice de zgomot și planurilor de acțiune potrivit prevederilor [art. 36](#) și [37](#).

Art. 52. - Operatorii economici care desfășoară activități industriale potrivit anexei [nr. 1](#) la Legea nr. 278/2013, cu modificările și completările ulterioare, autoritățile administrației publice centrale sau alte instituții ale statului, care dețin sau au competența legală de gestionare a unor date care sunt necesare în procesul de cartare a zgomotului ambiant, au obligația de a pune aceste date, cu titlu gratuit, potrivit legii, la dispoziția autorităților administrației publice locale sau a operatorilor economici care au obligația să realizeze hărți strategice de zgomot și planuri de acțiune, numai în scopul realizării acestora.

Art. 53. - Operatorii economici care administrează amplasamentele industriale care desfășoară activități industriale potrivit anexei [nr. 1](#) la Legea nr. 278/2013, cu modificările și completările ulterioare, au următoarele obligații:

- a) de a permite accesul în interiorul amplasamentelor industriale al reprezentanților autorităților administrației publice locale și ai agențiilor județene pentru protecția mediului sau ai Agenției pentru Protecția Mediului București, după caz, în vederea identificării surselor de zgomot din interiorul amplasamentului;
- b) de a permite realizarea măsurătorilor acustice pentru toate sursele de zgomot identificate în interiorul amplasamentelor industriale, măsurători care se realizează de către reprezentanții agențiilor județene pentru protecția mediului sau ai Agenției pentru Protecția Mediului București, după caz, în scopul utilizării rezultatelor acestora la realizarea de către autoritățile administrației publice locale a hărților strategice de zgomot sau a planurilor de acțiune;
- c) de a implementa măsuri de reducere a zgomotului ținând seama de deciziile de punere în aplicare ale Comisiei Europene, de stabilire a concluziilor privind cele mai bune tehnici disponibile în temeiul Directivei [2010/75/UE](#) a Parlamentului European și a Consiliului din 24 noiembrie 2010 privind emisiile industriale.
- d) de a asigura, pe terenul aflat în administrarea acestora, locația necesară amplasării și funcționării stațiilor de monitorizare a zgomotului, la solicitarea autorității publice centrale pentru protecția mediului ori a agențiilor județene pentru protecția mediului sau a Agenției pentru Protecția Mediului București, după caz.

[18/06/2022](#) - litera a fost introdusă prin [Lege 181/2022](#).

Art. 54. - Autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care au obligația să realizeze hărți strategice de zgomot și planuri de acțiune au obligația de a realiza schimbul de date care sunt necesare în procesul de cartare a zgomotului ambiant, în termen de 30 de zile de la data primirii de către oricare dintre aceștia a unei solicitări în acest sens.

Art. 55. - Autoritățile administrației publice locale și operatorii economici, atunci când realizează hărțile strategice de zgomot și planurile de acțiune, au obligația să utilizeze următoarele date:

- a) numărul populației din datele statistice oficiale;
- b) distribuția populației pe clădiri rezidențiale ținând seama de datele statistice oficiale;
- c) seturi de date geospațiale pentru aglomerările specificate în anexa nr. 7, care să conțină cel puțin următoarele straturi tematice: străzile, căile ferate, liniile de tramvai, pistele de bicicliști, infrastructura portuară, infrastructura aeroportuară, traiectele de decolare și aterizare ale aeronavelor, clădirile rezidențiale, clădirile administrative, clădirile industriale, spitalele și alte unități sanitare, școlile și alte unități de învățământ, spațiile verzi, parcurile, râurile și lacurile, topografia terenului, tipul de terenuri, podurile și pasajele rutiere și/sau feroviare, panourile fonice, după caz;
- d) seturi de date geospațiale pentru aeroporturile, căile ferate și drumurile din afara aglomerărilor prevăzute în anexa nr. 7, care să conțină cel puțin următoarele straturi tematice: clădirile rezidențiale, clădirile administrative, clădirile industriale, spitalele și alte unități sanitare, școlile și alte unități de învățământ, spațiile verzi, parcurile, râurile și lacurile, tipul de terenuri, topografia terenului, precum și infrastructura de drumuri, căi ferate și aeroportuară, traiectele de aterizare și decolare ale aeronavelor, podurile și pasajele rutiere și/sau feroviare, panourile fonice, după caz;
- e) date de trafic rutier conform recensămintelor de trafic rutier în cazul drumurilor principale;
- f) date de trafic rutier în urma realizării unor studii de trafic rutier în cazul aglomerărilor prevăzute în anexa nr. 7;
- g) date de trafic feroviar furnizate de regulatele de circulație care asigură dirijarea traficului feroviar;
- h) date statistice în domeniul aviației civile - servicii de navigație terminală, furnizate de Regia Autonomă "Administrația română a serviciilor de trafic aerian - ROMATSA - S.A.";
- i) datele și informațiile cuprinse în actele de reglementare emise operatorilor, astfel cum sunt definiți la art. 3 lit. o) din Legea nr. 278/2013, cu modificările și completările ulterioare;
- j) datele și informațiile cuprinse în actele de reglementare emise operatorilor economici care au în administrare aeroporturi, drumuri principale și căi ferate principale, după caz;
- k) datele și informațiile furnizate de temele de date spațiale prevăzute în anexele nr. 1-3 la Ordonanța Guvernului nr. 4/2010, republicată.

Art. 56. - Autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care au obligația să realizeze hărțile strategice de zgomot și planurile de acțiune au obligația să dezvolte, să întrețină și să actualizeze baze de date geospațiale cu datele spațiale necesare pentru realizarea hărților strategice de zgomot, astfel încât efortul acestora de realizare a hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune, la fiecare 5 ani față de termenele de referință prevăzute la art. 45 și 46, după caz, să se realizeze cu costuri financiare minime și fără să conducă la depășirea termenelor de realizare a acestora.

Art. 57. - Autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care au în responsabilitate realizarea hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune, precum și operatorii economici care desfășoară activități industriale potrivit anexei nr. 1 la Legea nr. 278/2013, cu modificările și completările ulterioare, în cazul amplasamentelor industriale care se stabilesc potrivit prevederilor ordinului conducătorului autorității administrației publice centrale pentru protecția mediului prevăzut la art. 89, pot depune cereri de finanțare din Fondul pentru mediu, după cum urmează:

- a) pentru programe privind reducerea nivelului de zgomot, potrivit prevederilor art. 13 alin. (1) lit. b) din Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 196/2005 privind Fondul pentru mediu, aprobată cu modificări și

completări prin Legea nr. 105/2006, cu modificările și completările ulterioare;

b) pentru studii și cercetări în domeniul protecției mediului privind sarcini derivate din directive europene, potrivit prevederilor art. 13 alin. (1) lit. m) din Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 196/2005, aprobată cu modificări și completări prin Legea nr. 105/2006, cu modificările și completările ulterioare.

Art. 58. - Autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care au în responsabilitate realizarea hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune au obligația de a pune la dispoziția autorității publice centrale pentru protecția mediului, la solicitarea acesteia, orice date suplimentare aflate în responsabilitatea acestora față de cele prevăzute la art. 41 și 42, în vederea îndeplinirii obligațiilor ce revin României în calitate de stat membru al Uniunii Europene, ce decurg din implementarea prezentei legi.

Art. 59. - Înainte ca autoritatea publică centrală pentru protecția mediului să realizeze raportarea către Comisia Europeană, se aprobă, prin hotărâre a consiliilor județene, a consiliilor locale sau, după caz, a Consiliului General al Municipiului București, următoarele:

a) datele aferente hărților strategice de zgomot elaborate pentru traficul rutier din interiorul aglomerărilor prevăzute în anexa nr. 7;

b) datele aferente hărților strategice de zgomot elaborate pentru traficul rutier desfășurat pe drumurile principale aflate în administrarea autorităților administrației publice locale respective, stabilite potrivit prevederilor ordinului conducătorului autorității administrației publice centrale pentru protecția mediului prevăzut la art. 89;

c) datele aferente hărților strategice de zgomot elaborate pentru traficul aerian desfășurat pe aeroporturile civile urbane stabilite prin actul normativ care se elaborează conform art. 88 și care se află în administrarea autorităților administrației publice locale;

d) datele aferente hărților strategice de zgomot elaborate pentru amplasamentele industriale stabilite potrivit prevederilor ordinului conducătorului autorității administrației publice centrale pentru protecția mediului prevăzut la art. 89.

Art. 60. - Înainte ca autoritatea publică centrală pentru protecția mediului să realizeze raportarea către Comisia Europeană, se aprobă, prin hotărâre a consiliilor județene, a consiliilor locale sau, după caz, a Consiliului General al Municipiului București, următoarele:

a) planurile de acțiune elaborate pentru traficul rutier din interiorul aglomerărilor prevăzute în anexa nr. 7;

b) planurile de acțiune elaborate pentru traficul rutier desfășurat pe drumurile principale aflate în administrarea autorităților administrației publice locale respective și care se stabilesc potrivit prevederilor ordinului conducătorului autorității administrației publice centrale pentru protecția mediului prevăzut la art. 89;

c) planurile de acțiune elaborate pentru traficul aerian desfășurat pe aeroporturile civile urbane care se stabilesc în conformitate cu actul normativ care se elaborează conform prevederilor art. 88 și care se află în administrarea autorităților administrației publice locale;

d) planurile de acțiune elaborate pentru amplasamente industriale care se stabilesc potrivit prevederilor ordinului conducătorului autorității administrației publice centrale pentru protecția mediului prevăzut la art. 89.

Art. 61. - Hotărârile consiliilor județene, consiliilor locale sau, după caz, ale Consiliului General al Municipiului București, prevăzute la art. 59, trebuie să fie distincte de hotărârile consiliilor județene, consiliilor locale sau, după caz, ale Consiliului General al Municipiului București, prevăzute la art. 60, pentru a nu împiedica, în caz contrar, realizarea de către autoritatea administrației publice centrale pentru protecția mediului a raportărilor la termen către Comisia Europeană.

Art. 62. - Hotărârile consiliilor județene, consiliilor locale sau, după caz, ale Consiliului General al Municipiului București, prevăzute la art. 59, se aprobă cu celeritate după evaluarea acestora de către comisia constituită în acest sens în cadrul autorității pentru protecția mediului competente, fără a se depăși termenele prevăzute la art. 15 și 16.

Art. 63. - Hotărârile consiliilor județene, consiliilor locale sau, după caz, ale Consiliului General al Municipiului București, prevăzute la [art. 60](#), se aprobă cu celeritate după evaluarea acestora de către comisia constituită în acest sens în cadrul autorității pentru protecția mediului competente, fără a se depăși termenele prevăzute la [art. 24](#).

Art. 64. - Data la care se aprobă prin hotărâre a consiliilor județene, a consiliilor locale sau, după caz, a Consiliului General al Municipiului București atât datele aferente hărților strategice de zgomot, cât și planurile de acțiune nu reprezintă data de la care la un interval de 5 ani există obligația refacerii hărților strategice de zgomot, respectiv a reevaluării planurilor de acțiune, această obligație realizându-se conform prevederilor [art. 16](#) și [25](#), după caz.

Art. 65. - Înainte ca autoritatea publică centrală pentru protecția mediului să realizeze raportarea către Comisia Europeană se aprobă prin ordin al conducătorului autorității publice centrale pentru transporturi următoarele:

a) datele aferente hărților strategice de zgomot elaborate pentru traficul rutier desfășurat pe drumurile principale stabilite prin actul normativ care se elaborează conform [art. 87](#), aflate în administrarea Companiei Naționale de Administrare a Infrastructurii Rutiere - S.A.;

b) datele aferente hărților strategice de zgomot elaborate pentru traficul feroviar desfășurat pe căile ferate din interiorul aglomerărilor prevăzute în anexa [nr. 7](#), inclusiv pentru căile ferate principale stabilite prin actul normativ care se elaborează conform [art. 87](#), aflate în administrarea Companiei Naționale de Căi Ferate "C.F.R." - S.A.;

c) datele aferente hărților strategice de zgomot elaborate pentru traficul aerian desfășurat pe aeroporturile aflate în administrarea Companiei Naționale "Aeroporturi București" - S.A., stabilite prin actul normativ care se elaborează conform [art. 87](#);

d) datele aferente hărților strategice de zgomot elaborate pentru porturile aflate în administrarea Companiei Naționale «Administrația Porturilor Maritime» - S.A. Constanța, Companiei Naționale «Administrația Porturilor Dunării Maritime» - S.A. Galați și Companiei Naționale «Administrația Porturilor Dunării Fluviale» - S.A. Giurgiu, stabilite prin ordinul prevăzut la [art. 87](#).

[18/06/2022](#) - litera a fost [modificată prin Lege 181/2022](#)

Art. 66. - Înainte ca autoritatea publică centrală pentru protecția mediului să realizeze raportarea către Comisia Europeană se aprobă prin ordin al conducătorului autorității publice centrale pentru transporturi următoarele:

a) planurile de acțiune elaborate pentru drumurile principale stabilite prin actul normativ care se elaborează conform [art. 87](#), aflate în administrarea Companiei Naționale de Administrare a Infrastructurii Rutiere - S.A.;

b) planurile de acțiune elaborate pentru căile ferate din interiorul aglomerărilor prevăzute în anexa [nr. 7](#), inclusiv pentru căile ferate principale stabilite prin actul normativ care se elaborează conform [art. 87](#), aflate în administrarea Companiei Naționale de Căi Ferate "C.F.R." - S.A.;

c) planurile de acțiune elaborate pentru aeroporturile stabilite prin actul normativ care se elaborează conform [art. 87](#), aflate în administrarea Companiei Naționale "Aeroporturi București" - S.A.;

d) planurile de acțiune elaborate pentru porturile stabilite prin actul normativ care se elaborează conform [art. 87](#), aflate în administrarea Companiei Naționale «Administrația Porturilor Maritime» - S.A. Constanța, Companiei Naționale «Administrația Porturilor Dunării Maritime» - S.A. Galați și Companiei Naționale «Administrația Porturilor Dunării Fluviale» - S.A. Giurgiu.

[18/06/2022](#) - litera a fost [modificată prin Lege 181/2022](#)

Art. 67. - Ordinul conducătorului autorității publice centrale pentru transporturi, prevăzut la [art. 65](#), trebuie să fie distinct de ordinul conducătorului autorității publice centrale pentru transporturi, prevăzut la [art. 66](#), pentru a nu împiedica, în caz contrar, realizarea de către autoritatea administrației publice centrale pentru protecția mediului, la termen, a raportărilor către Comisia Europeană.

Art. 68. - Ordinul conducătorului autorității publice centrale pentru transporturi, prevăzut la [art. 65](#), se aprobă cu

celeritate după evaluarea hărților strategice de zgomot de către comisia constituită în acest sens în cadrul autorității pentru protecția mediului competente, fără a se depăși termenele prevăzute la [art. 15](#) și [16](#).

Art. 69. - Ordinul conducătorului autorității publice centrale pentru transporturi, prevăzut la [art. 66](#), se aprobă cu celeritate după finalizarea planurilor de acțiune și după evaluarea acestora de către comisia constituită în acest sens în cadrul autorității pentru protecția mediului competente, în termenele prevăzute la [art. 23](#) și [24](#).

Art. 70. - Data la care se aprobă ordinul conducătorului autorității publice centrale pentru transporturi, atât pentru datele aferente hărților strategice de zgomot, cât și pentru planurile de acțiune, nu reprezintă data de la care la un interval de cinci ani există obligația refacerii hărților strategice de zgomot, respectiv a reevaluării planurilor de acțiune, această obligație realizându-se conform prevederilor [art. 16](#) și [25](#), după caz.

SECȚIUNEA a 2-a

Responsabilități specifice ale autorităților publice pentru protecția mediului

Art. 71. - Autoritatea publică centrală pentru protecția mediului are următoarele responsabilități:

a) transmite către Comisia Europeană, din 5 în 5 ani față de termenul de referință 30 iunie 2015, conform formatului de raportare stabilit de către aceasta, un raport cu privire la aglomerările cu o populație mai mare de 250.000 de locuitori, drumurile principale cu un trafic mai mare de 6.000.000 de treceri de vehicule pe an, căile ferate principale cu un trafic mai mare de 60.000 de treceri de trenuri pe an și aeroporturile principale, existente în România;

b) transmite Comisiei Europene, conform formatului de raportare stabilit de către aceasta, un raport care cuprinde informații cu privire la autoritățile responsabile cu elaborarea, evaluarea, colectarea și aprobarea datelor aferente hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune, ori de câte ori intervine o schimbare cu privire la identitatea și numărul acestor autorități, și asigură informarea publică cu privire la aceste informații;

c) transmite Comisiei Europene, ori de câte ori este cazul, conform formatului de raportare stabilit de către aceasta, raportul care cuprinde informații cu privire la valorile-limită în vigoare sau în pregătire pe teritoriul României pentru traficul rutier, feroviar și aeroportuar din aglomerări, pentru porturile din aglomerări și amplasamentele industriale din aglomerări, care desfășoară activități industriale în conformitate cu anexa [nr. 1](#) la Legea nr. 278/2013, cu modificările și completările ulterioare, pentru traficul rutier pe drumurile principale, traficul feroviar pe căile ferate principale și traficul aeroportuar pe aeroporturile principale împreună cu explicarea implementării acestor valori-limită;

d) transmite Comisiei Europene, din 5 în 5 ani față de termenul de referință 30 decembrie 2017, conform formatului de raportare stabilit de către aceasta, un raport care cuprinde informațiile prevăzute în anexa [nr. 6](#) cu privire la hărțile strategice de zgomot și datele aferente acestora, pentru toate aglomerările, drumurile principale, căile ferate principale și aeroporturile principale;

e) transmite Comisiei Europene, ori de câte ori este cazul, conform formatului de raportare stabilit de către aceasta, un raport cu privire la toate aglomerările, drumurile principale și căile ferate principale existente în România și actualizează aceste informații ori de câte ori este cazul;

f) transmite Comisiei Europene, din 5 în 5 ani începând cu termenul de referință 18 ianuarie 2019, conform formatului de raportare stabilit de către aceasta, un raport care cuprinde informațiile prevăzute în anexa [nr. 6](#) cu privire la planurile de acțiune pentru toate aglomerările, drumurile principale, căile ferate principale și aeroporturile principale și criteriile utilizate la realizarea planurilor de acțiune;

g) transmite Comisiei Europene, ori de câte ori este cazul, o informare cu privire la alte criterii relevante în afara valorilor-limită, criterii identificate în vederea stabilirii priorităților atunci când se elaborează planurile de acțiune;

h) solicită autorităților administrației publice locale și operatorilor economici care au ca obligație realizarea

hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune furnizarea, dacă este cazul, a unor informații suplimentare față de cele care se transmit conform prevederilor [art. 41](#) și [42](#), după caz;

i) asigură dotarea cu tehnică de calcul, software de cartare a zgomotului și software GIS a personalului propriu care desfășoară activități în domeniul evaluării și gestionării zgomotului ambiant;

j) asigură organizarea unei baze de date și a serviciilor aferente în format geospațial, în domeniul evaluării și gestionării zgomotului ambiant, cu respectarea normelor de aplicare a Directivei [2007/2/CE](#) a Parlamentului European și a Consiliului din 14 martie 2007 de instituire a unei infrastructuri pentru informații spațiale în Comunitatea Europeană (Inspire) stabilite de Comisia Europeană;

k) asigură elaborarea și actualizarea actelor normative prevăzute la [art. 86](#) și [art. 91 alin. \(6\)](#).

l) desemnează președintele Agenției Naționale pentru Protecția Mediului, prin ordin al conducătorului autorității publice centrale pentru protecția mediului, să aprobe procedura de măsurare a zgomotului, care trebuie utilizată în mod unitar la nivelul agențiilor județene pentru protecția mediului sau al Agenției pentru Protecția Mediului București;

[18/06/2022 - litera a fost introdusă prin Lege \[181/2022\]\(#\).](#)

m) coordonează împreună cu Agenția Națională pentru Protecția Mediului activitatea agențiilor județene pentru protecția mediului și a Agenției pentru Protecția Mediului București cu privire la alegerea locațiilor unde se amplasează stații de monitorizare a zgomotului, ținând seama de rezultatele hărților strategice de zgomot și de conținutul planurilor de acțiune.

[18/06/2022 - litera a fost introdusă prin Lege \[181/2022\]\(#\).](#)

Art. 72. - Agenția Națională pentru Protecția Mediului are următoarele responsabilități:

a) centralizează la nivel național toate măsurile de gestionare și reducere a zgomotului care sunt conținute în planurile de acțiune și transmite către Garda Națională de Mediu centralizarea realizată;

b) utilizează hărțile strategice de zgomot și datele aferente acestora la realizarea Raportului privind starea mediului în România;

c) asigură, la nivel național, gestionarea datelor obținute din procesul de realizare a cartării zgomotului și a hărților strategice de zgomot;

d) elaborează tematici pentru instruirea personalului agențiilor pentru protecția mediului din subordine, în domeniul verificării datelor utilizate la realizarea hărților strategice de zgomot și al evaluării acestora;

e) centralizează la nivel național toate datele aferente hărților strategice de zgomot și datele conținute în planurile de acțiune și pune la dispoziția autorității publice centrale pentru protecția mediului, în formatul solicitat, toate aceste date, în vederea raportării către Comisia Europeană;

f) asigură, la nivel național, gestionarea datelor și informațiilor conținute în planurile de acțiune;

g) elaborează regulamentul de organizare și funcționare a comisiilor care se constituie potrivit prevederilor [art. 91 alin. \(1\)](#) și [\(2\)](#) și îl transmite autorității publice centrale pentru protecția mediului și autorității publice centrale pentru sănătate, în termen de 30 de zile de la intrarea în vigoare a prezentei legi;

h) nominalizează membrii comisiilor constituite potrivit prevederilor [art. 91 alin. \(1\)](#) și [\(2\)](#) în termen de 30 de zile de la intrarea în vigoare a ordinelor conducătorului autorității publice centrale pentru protecția mediului prin care acestea au fost aprobate;

i) sprijină autoritatea publică centrală pentru protecția mediului, la solicitarea acesteia, în activitatea de elaborare a rapoartelor prevăzute la [art. 71 lit. d\)](#) și [f\)](#);

j) aplică prevederile [art. 73 lit. f\)](#) și [g\)](#) pe domeniul său de competență.

k) realizează procedura de măsurare a zgomotului ambiant, care trebuie utilizată în mod unitar la nivelul agențiilor județene pentru protecția mediului și al Agenției pentru Protecția Mediului București, care se aprobă de către președintele Agenției Naționale pentru Protecția Mediului;

[18/06/2022 - litera a fost introdusă prin Lege \[181/2022\]\(#\).](#)

l) asigură coordonarea activității de monitorizare a zgomotului ambiant la nivel național.

18/06/2022 - litera a fost introdusă prin [Lege 181/2022](#).

Art. 73. - Agențiile județene pentru protecția mediului și Agenția pentru Protecția Mediului București au următoarele responsabilități:

18/06/2022 - alineatul a fost [modificat](#) prin [Lege 181/2022](#)

a) solicită informații de la autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care au ca obligație realizarea hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune, cu privire la stadiul îndeplinirii obligațiilor acestora;

b) informează Agenția Națională pentru Protecția Mediului cu privire la stadiul realizării hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune;

c) transmite autorității publice centrale pentru protecția mediului și Agenției Naționale pentru Protecția Mediului, în format electronic, toată documentația primită în temeiul [art. 41](#) și [42](#);

d) atunci când derulează proceduri de evaluare a mediului pentru aeroporturi au următoarele obligații:

1. să țină seama de rezultatele hărților strategice de zgomot și de conținutul planurilor de acțiune;

2. să prevadă în actul de reglementare care sunt procedurile operaționale care se utilizează pe aeroport, precum și distribuția maximală de trafic la aterizări și decolări aferentă capetelor de pistă;

3. să solicite ca orice evaluare de mediu să se realizeze luând în considerare scenariile viitoare privind componența traficului aeroportuar, volumul traficului aeroportuar, procedurile operaționale, lungimea pistelor, precum și nivelul de zgomot previzionat de la fațadele clădirilor rezidențiale din vecinătatea aeroportului, iar dacă aceste scenarii arată o înrăutățire a situației zgomotului față de hărțile strategice de zgomot aflate în vigoare pentru respectivul aeroport, atunci este obligatorie prevederea în actul de reglementare a unor măsuri concrete de reducere a zgomotului care să țină seama de efectul previzibil al reducerii la sursă a zgomotului produs de aeronave, planificarea și gestionarea terenului și proceduri operaționale de reducere a zgomotului;

e) atunci când derulează proceduri de evaluare a mediului pentru amplasamentele industriale din aglomerări sau din imediata vecinătate a acestora, care desfășoară activități industriale în conformitate cu anexa [nr. 1](#) la [Legea nr. 278/2013](#), cu modificările și completările ulterioare, au următoarele obligații:

1. să țină seama de rezultatele hărților strategice de zgomot și de conținutul planurilor de acțiune;

2. să prevadă în actul de reglementare care sunt sursele de zgomot și poziția acestora în cadrul amplasamentului industrial, precum și descrierea acestora;

3. să solicite ca orice evaluare de mediu să se realizeze luând în considerare scenariile viitoare privind amplasamentul surselor de zgomot și programul de funcționare a acestora, puterea acustică a acestora, precum și nivelul de zgomot previzionat de la fațadele clădirilor rezidențiale din vecinătatea amplasamentului industrial, iar dacă aceste scenarii arată o înrăutățire a situației zgomotului față de hărțile strategice de zgomot aflate în vigoare pentru respectivul amplasament industrial, atunci este obligatorie prevederea în actul de reglementare a unor măsuri concrete de reducere a zgomotului care să țină seama de efectul previzibil al reducerii la sursă a zgomotului și pe calea de propagare a acestuia, precum și planificarea și gestionarea terenului;

4. să țină seama de deciziile de punere în aplicare ale Comisiei Europene, de stabilire a concluziilor privind cele mai bune tehnici disponibile în temeiul Directivei [2010/75/UE](#) a Parlamentului European și a Consiliului din 24 noiembrie 2010 privind emisiile industriale;

f) atunci când derulează proceduri de evaluare a mediului pentru drumuri principale au următoarele obligații:

1. să țină seama de rezultatele hărților strategice de zgomot și de conținutul planurilor de acțiune;

2. să solicite ca orice evaluare de mediu să se realizeze luând în considerare scenariile viitoare privind volumul de trafic, componența traficului și nivelul de zgomot previzionat de la fațadele clădirilor rezidențiale din vecinătatea drumului, iar dacă aceste scenarii arată o înrăutățire a situației zgomotului față de hărțile strategice

de zgomot aflate în vigoare, atunci este obligatorie prevederea în actul de reglementare a unor măsuri concrete de reducere a zgomotului care să țină seama de efectul previzibil al reducerii la sursă a zgomotului și pe calea de propagare a acestuia, precum și planificarea și gestionarea terenului;

g) atunci când derulează proceduri de evaluare a mediului pentru căi ferate principale au următoarele obligații:

1. să țină seama de rezultatele hărților strategice de zgomot și de conținutul planurilor de acțiune;
2. să solicite ca orice evaluare de mediu să se realizeze luând în considerare scenariile viitoare privind volumul de trafic, componența traficului și nivelul de zgomot previzionat de la fațadele clădirilor rezidențiale din vecinătatea căii ferate, iar dacă aceste scenarii arată o înrăutățire a situației zgomotului față de hărțile strategice de zgomot aflate în vigoare, atunci este obligatorie prevederea în actul de reglementare a unor măsuri concrete de reducere a zgomotului care să țină seama de efectul previzibil al reducerii la sursă a zgomotului și pe calea de propagare a acestuia precum și planificarea și gestionarea terenului.

h) asigură monitorizarea zgomotului prin stații de monitorizare fixe la limita zonelor funcționale, în funcție de dotarea tehnică disponibilă, pentru zonele liniștite din interiorul aglomerărilor prevăzute în anexa nr. 7, drumurile principale, căile ferate principale și aeroporturile principale, precum și pentru aeroporturile urbane al căror trafic aeroportuar survolează aceleași aglomerări, respectiv pentru amplasamentele unde se desfășoară activități industriale prevăzute în anexa nr. 1 la Legea nr. 278/2013, cu modificările și completările ulterioare, aflate în interiorul aglomerărilor, sau pentru acelea din exteriorul aglomerărilor dacă activitatea acestora influențează nivelele de zgomot din interiorul aglomerărilor;

18/06/2022 - litera a fost introdusă prin Lege [181/2022](#).

i) analizează și decide sub coordonarea Agenției Naționale pentru Protecția Mediului și a autorității publice centrale pentru protecția mediului, în funcție de dotarea tehnică disponibilă și de situația existentă, zonele care urmează a fi monitorizate și locațiile unde se amplasează stațiile de monitorizare a zgomotului.

18/06/2022 - litera a fost introdusă prin Lege [181/2022](#).

Art. 74. - Garda Națională de Mediu are următoarele responsabilități:

a) urmărește stadiul implementării măsurilor din planurile de acțiune, ținând seama de termenele precizate în acest sens în planurile de acțiune;

b) în cazul în care operatorii economici care administrează amplasamente industriale care desfășoară activități industriale potrivit anexei nr. 1 la Legea nr. 278/2013, cu modificările și completările ulterioare, nu permit accesul reprezentanților autorităților administrației publice locale și ai agențiilor județene pentru protecția mediului sau ai Agenției pentru Protecția Mediului București, după caz, în scopul identificării surselor de zgomot din interiorul amplasamentelor industriale și al realizării măsurătorilor acustice la aceste surse de zgomot conform prevederilor art. 53, atunci identificarea surselor de zgomot din interiorul amplasamentelor industriale și realizarea măsurătorilor acustice la aceste surse de zgomot se efectuează în condițiile stabilite la art. 53 în cadrul acțiunii de control al reprezentanților Gărzii Naționale de Mediu.

SECȚIUNEA a 3-a

Responsabilitățile specifice ale autorităților publice centrale pentru transporturi și ale autorităților aflate în subordinea, sub autoritatea sau în coordonarea acestora

Art. 75. - Ministerul Transporturilor aprobă prin ordin:

- a)** datele aferente hărților de zgomot, potrivit prevederilor art. 65;
- b)** planurile de acțiune potrivit prevederilor art. 66.

Art. 76. - Compania Națională "Aeroporturi București" - S.A. are următoarele responsabilități:

- a)** realizează baza de date geospațială care să conțină straturile tematice prevăzute la art. 55 lit. d) necesare realizării hărților strategice de zgomot pentru trafic aeroportuar;

- b) realizează repartizarea datelor de trafic utilizate la realizarea hărților strategice de zgomot pe intervalele de zi, seară și noapte și pe categorie de aeronavă;
- c) realizează seturile de date spațiale aferente hărților strategice de zgomot astfel încât acestea să respecte prevederile art. 7 alin. (1) din Ordonanța Guvernului nr. 4/2010, republicată;
- d) la realizarea hărților strategice de zgomot utilizează datele și informațiile furnizate de temele de date spațiale prevăzute în anexele nr. 1-3 la Ordonanța Guvernului nr. 4/2010, republicată.
- e) la realizarea planurilor de acțiune utilizează datele și informațiile obținute din hărțile strategice de zgomot realizate anterior, luând în considerare conținutul planurilor de acțiune realizate anterior, utilizează hărți de zgomot care să arate depășirea unei valori-limită și hărți comparative potrivit prevederilor pct. 6 lit. b) și c) din anexa nr. 4, precum și metodele de evaluare a efectelor dăunătoare realizate în baza aplicațiilor doză-efect specificate în anexa nr. 3, utilizând în acest sens intervale de valori de 1 dB pentru indicatorii L_{Zsn} și L_{noapte} , obținute din rezultatele hărților strategice de zgomot realizate.

18/06/2022 - litera a fost introdusă prin Lege [181/2022](#).

Art. 77. - Administratorii căilor ferate au următoarele responsabilități:

- a) comunică către autoritatea publică centrală pentru transporturi datele de trafic în vederea identificării periodice a căilor ferate aflate în administrarea lor care au un trafic mai mare de 30.000 de treceri de trenuri pe an;
- b) comunică către autoritatea publică centrală pentru protecția mediului toate căile ferate care au un trafic mai mare de 30.000 de treceri de trenuri pe an pentru care s-a schimbat administratorul căii ferate;
- c) realizează baza de date geospațială care să conțină straturile tematice prevăzute la art. 55 lit. d) necesare realizării hărților strategice de zgomot pentru trafic feroviar;
- d) realizează repartizarea datelor de trafic utilizate la realizarea hărților strategice de zgomot pe intervalele de zi, seară și noapte și pe categorie de tren;
- e) realizează seturile de date spațiale aferente hărților strategice de zgomot astfel încât acestea să respecte prevederile art. 7 alin. (1) din Ordonanța Guvernului nr. 4/2010, republicată;
- f) la realizarea hărților strategice de zgomot utilizează datele și informațiile furnizate de temele de date spațiale prevăzute în anexele nr. 1-3 la Ordonanța Guvernului nr. 4/2010, republicată.
- g) la realizarea planurilor de acțiune utilizează datele și informațiile obținute din hărțile strategice de zgomot realizate anterior, luând în considerare conținutul planurilor de acțiune realizate anterior, utilizează hărți de zgomot care să arate depășirea unei valori-limită și hărți comparative potrivit prevederilor pct. 6 lit. b) și c) din anexa nr. 4, precum și metodele de evaluare a efectelor dăunătoare realizate în baza aplicațiilor doză-efect specificate în anexa nr. 3, utilizând în acest sens intervale de valori de 1 dB pentru indicatorii L_{Zsn} și L_{noapte} , obținute din rezultatele hărților strategice de zgomot realizate.

18/06/2022 - litera a fost introdusă prin Lege [181/2022](#).

Art. 78. - Administratorii de drumuri au următoarele responsabilități:

- a) comunică către autoritatea publică centrală pentru transporturi datele aferente recensământului de trafic în vederea identificării periodice a drumurilor aflate în administrarea lor care au un trafic mai mare de 3 milioane de treceri de vehicule pe an;
- b) comunică către autoritatea publică centrală pentru protecția mediului următoarele informații:
 1. datele aferente recensământului de trafic în vederea identificării periodice a drumurilor aflate în administrația autorităților administrației publice locale care au un trafic mai mare de 3 milioane de treceri de vehicule pe an;
 2. toate drumurile care au un trafic mai mare de 3 milioane de treceri pe an pentru care s-a schimbat administratorul drumului;
- c) realizează baza de date geospațială care să conțină straturile tematice prevăzute la art. 55 lit. d) necesare realizării hărților strategice de zgomot pentru trafic rutier;

- d) realizează repartizarea datelor de trafic utilizate la realizarea hărților strategice de zgomot pe intervalele de zi, seară și noapte și pe categorie de vehicul;
- e) realizează seturile de date spațiale aferente hărților strategice de zgomot astfel încât acestea să respecte prevederile art. 7 alin. (1) din Ordonanța Guvernului nr. 4/2010, republicată;
- f) la realizarea hărților strategice de zgomot utilizează datele și informațiile furnizate de temele de date spațiale prevăzute în anexele nr. 1-3 la Ordonanța Guvernului nr. 4/2010, republicată;
- g) adaptează normativul AND 602/2012 "Metode de investigare a traficului rutier" în vederea îndeplinirii prevederilor lit. a) și b).
- h) la realizarea planurilor de acțiune utilizează datele și informațiile obținute din hărțile strategice de zgomot realizate anterior, luând în considerare conținutul planurilor de acțiune realizate anterior, utilizează hărți de zgomot care să arate depășirea unei valori-limită și hărți comparative potrivit prevederilor pct. 6 lit. b) și c) din anexa nr. 4, precum și metodele de evaluare a efectelor dăunătoare realizate în baza aplicării relațiilor doză-efect specificate în anexa nr. 3, utilizând în acest sens intervale de valori de 1 dB pentru indicatorii L_{ZSN} și L_{noapte} , obținute din rezultatele hărților strategice de zgomot realizate.

18/06/2022 - litera a fost introdusă prin [Lege 181/2022](#).

Art. 79. - Compania Națională «Administrația Porturilor Maritime» - S.A. Constanța, Compania Națională «Administrația Porturilor Dunării Maritime» - S.A. Galați și Compania Națională «Administrația Porturilor Dunării Fluviale» - S.A. Giurgiu au următoarele responsabilități:

18/06/2022 - alineatul a fost modificat prin [Lege 181/2022](#)

- a) realizează baza de date geospațială care să conțină straturile tematice prevăzute la art. 55 lit. d) necesare realizării hărților strategice de zgomot pentru porturi;
- b) realizează repartizarea datelor utilizate la realizarea hărților strategice de zgomot pe intervalele de zi, seară și noapte și pe fiecare sursă de zgomot identificată;
- c) comunică către autoritatea publică centrală pentru protecția mediului toate porturile pentru care s-a schimbat administratorul;
- d) realizează seturile de date spațiale aferente hărților strategice de zgomot astfel încât acestea să respecte prevederile art. 7 alin. (1) din Ordonanța Guvernului nr. 4/2010, republicată;
- e) la realizarea hărților strategice de zgomot utilizează datele și informațiile furnizate de temele de date spațiale prevăzute în anexele nr. 1-3 la Ordonanța Guvernului nr. 4/2010, republicată.
- f) la realizarea planurilor de acțiune utilizează datele și informațiile obținute din hărțile strategice de zgomot realizate anterior, luând în considerare conținutul planurilor de acțiune realizate anterior, și utilizează hărți de zgomot care să arate depășirea unei valori-limită și hărți comparative potrivit prevederilor pct. 6 lit. b) și c) din anexa nr. 4, precum și metodele de evaluare a efectelor dăunătoare realizate în baza aplicării relațiilor doză-efect specificate în anexa nr. 3, utilizând în acest sens intervale de valori de 1 dB pentru indicatorii L_{ZSN} și L_{noapte} , obținute din rezultatele hărților strategice de zgomot realizate.

18/06/2022 - litera a fost introdusă prin [Lege 181/2022](#).

Art. 80. - Furnizorii de servicii de navigație aeriană au următoarele responsabilități:

- a) comunică către autoritatea publică centrală pentru protecția mediului și autoritatea publică centrală pentru transporturi, la solicitarea acestora, următoarele informații:
 1. prognozele cu privire la evoluția traficului aerian pe teritoriul României utilizate de furnizorul de servicii de navigație aeriană din România, având ca sursă inclusiv prognozele realizate de EUROCONTROL;
 2. numărul de mișcări de aeronave aferente anului calendaristic pentru care se realizează hărțile strategice de zgomot pentru traficul aerian de pe aeroporturi;
- b) comunică către administrațiile aeroportuare, la solicitarea acestora, toate traiectele reale de decolare și aterizare aferente anului calendaristic pentru care se realizează hărțile strategice de zgomot, din 5 în 5 ani

începând cu anul calendaristic 2021, în format electronic compatibil cu standardele EUROCONTROL pentru date radar Asterix, care se păstrează de către administrațiile aeroportuare pentru o perioadă de 12 luni de la momentul solicitării;

c) asigură proiectarea procedurilor de zbor ținând seama inclusiv de impactul zgomotului produs de utilizarea acestora asupra populației care locuiește în vecinătatea aeroporturilor din România, prin realizarea unor modelări acustice care să aibă ca scop previzionarea amprentei zgomotului la sol cauzată de utilizarea în viitor a respectivelor proceduri de zbor.

CAPITOLUL V

Contravenții

Art. 81. - Următoarele fapte constituie contravenții și se sancționează după cum urmează:

a) netransmiterea către autoritățile pentru protecția mediului a hărților strategice de zgomot și a rapoartelor prevăzute la [art. 41](#) până la data de 30 iunie 2022 și apoi la fiecare 5 ani începând cu această dată, cu amendă de la 30.000 lei la 50.000 lei;

b) netransmiterea către autoritățile pentru protecția mediului a planurilor de acțiune și a zonelor liniștite prevăzute la [art. 42](#) până la data de 18 iulie 2023 și apoi la fiecare 5 ani începând cu această dată, cu amendă de la 30.000 lei la 50.000 lei;

c) nerealizarea consultării publice în conformitate cu prevederile [art. 34](#) în cadrul procesului de elaborare a planurilor de acțiune, cu amendă de la 10.000 lei la 20.000 lei;

d) nerealizarea informării publice în conformitate cu prevederile [art. 36](#) și [37](#), cu amendă de la 10.000 lei la 20.000 lei;

e) nepunerea la dispoziția autorității publice centrale pentru protecția mediului, la solicitarea acesteia, a datelor suplimentare față de cele care se predau potrivit prevederilor [art. 41](#) și [42](#), în vederea îndeplinirii obligațiilor ce revin României în calitate de stat membru al Uniunii Europene, în conformitate cu prevederile [art. 58](#), cu amendă de la 10.000 lei la 15.000 lei;

f) nedepunerea datelor, cu titlu gratuit, potrivit legii, la dispoziția autorităților administrației publice locale sau a operatorilor economici care au obligația să realizeze hărți strategice de zgomot și planuri de acțiune, în conformitate cu prevederile [art. 52](#), cu amendă de la 5.000 lei la 10.000 lei;

g) nepermiterea accesului în interiorul amplasamentelor industriale reprezentanților autorităților administrației publice locale și ai agențiilor județene pentru protecția mediului sau ai Agenției pentru Protecția Mediului București, în conformitate cu prevederile [art. 53 lit. a\)](#), cu amendă de la 5.000 lei la 10.000 lei;

h) nepermiterea realizării măsurătorilor acustice pentru toate sursele de zgomot identificate în interiorul amplasamentelor industriale, în conformitate cu prevederile [art. 53 lit. b\)](#), cu amendă de la 5.000 lei la 10.000 lei;

i) neimplementarea măsurilor de reducere a zgomotului ținând seama de deciziile de punere în aplicare ale Comisiei Europene, de stabilire a concluziilor privind cele mai bune tehnici disponibile în temeiul Directivei [2010/75/UE](#) privind emisiile industriale, în conformitate cu prevederile [art. 53 lit. c\)](#), cu amendă de la 5.000 lei la 10.000 lei;

j) nerealizarea schimbului de date necesare în procesul de cartare a zgomotului ambiant, de către autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care au obligația să realizeze hărți strategice de zgomot și planuri de acțiune, în conformitate cu prevederile [art. 54](#), cu amendă de la 5.000 lei la 10.000 lei;

k) neutilizarea de către autoritățile administrației publice locale și operatorii economici, atunci când realizează hărțile strategice de zgomot și planurile de acțiune, a datelor în conformitate cu prevederile [art. 55](#), cu amendă de la 5.000 lei la 10.000 lei;

l) nedezvoltarea și neactualizarea, de către autoritățile administrației publice locale și operatorii economici care au obligația să realizeze hărți strategice de zgomot și planuri de acțiune, de baze de date geospațiale cu datele spațiale necesare pentru realizarea hărților strategice de zgomot, în conformitate cu prevederile [art. 56](#), cu amendă de la 5.000 lei la 10.000 lei;

m) neimplementarea măsurilor stabilite în cadrul planurilor de acțiune, în conformitate cu prevederile art. 30 alin. (1) **lit. a)** coroborat cu art. 42 **lit. a)**, de către autoritățile responsabile precizate în acest sens în planurile de acțiune și la termenele prevăzute în acestea, cu amendă de la 10.000 lei la 20.000 lei;

n) neîndeplinirea obligațiilor de realizare a hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune, în conformitate cu prevederile [art. 93](#), cu amendă de la 50.000 lei la 60.000 lei.

Art. 82. - Constatarea contravențiilor și aplicarea sancțiunilor prevăzute la [art. 81](#) se realizează de către persoanele împuternicite din cadrul Gărzii Naționale de Mediu.

Art. 83. - Contravențiilor prevăzute la [art. 81](#) le sunt aplicabile dispozițiile Ordonanței Guvernului nr. 2/2001 privind regimul juridic al contravențiilor, aprobată cu modificări și completări prin Legea nr. 180/2002, cu modificările și completările ulterioare.

CAPITOLUL VI

Dispoziții tranzitorii și finale

Art. 84. - Anexele nr. 1-6 se modifică și se completează prin hotărâre a Guvernului, la inițiativa autorității publice centrale pentru protecția mediului, dacă cuprinsul acestora trebuie modificat, completat sau actualizat ca urmare a prevederilor unor directive, regulamente și/sau decizii ale Uniunii Europene.

Art. 85. - Aglomerările pentru care trebuie realizate hărțile strategice de zgomot sunt prevăzute în anexa nr. 7.

Art. 86. - Anexa nr. 7 se actualizează prin hotărâre a Guvernului, din 4 în 4 ani față de termenul de referință de 30 iunie 2017, la inițiativa autorității administrației publice centrale pentru protecția mediului, în următoarele cazuri:

a) dacă sunt identificate noi aglomerări față de cele prevăzute în anexa nr. 7, în baza datelor statistice oficiale;

b) dacă cel puțin una dintre aglomerările existente nu mai îndeplinește criteriul de aglomerare conform definiției acesteia prevăzute la art. 4 **pct. 2**, în baza datelor statistice oficiale.

Art. 87. - Drumurile principale, căile ferate principale și porturile, aflate în administrarea Companiei Naționale de Administrare a Infrastructurii Rutiere - S.A., Companiei Naționale de Căi Ferate «C.F.R.» - S.A., Companiei Naționale «Administrația Porturilor Maritime» - S.A. Constanța, Companiei Naționale «Administrația Porturilor Dunării Maritime» - S.A. Galați și Companiei Naționale «Administrația Porturilor Dunării Fluviale» - S.A. Giurgiu, pentru care există obligația realizării hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune, se stabilesc prin ordin comun al conducătorului autorității administrației publice centrale pentru transporturi și al conducătorului autorității administrației publice centrale pentru protecția mediului, din 5 în 5 ani față de termenul de referință de 30 iunie 2017, luând în considerare următoarele criterii:

18/06/2022 - alineatul a fost [modificat prin Lege 181/2022](#)

a) definiția drumului principal de la art. 4 **pct. 6**;

b) definiția căii ferate principale de la art. 4 **pct. 3**;

c) localizarea porturilor în interiorul sau în imediata vecinătate a aglomerărilor prevăzute în anexa nr. 7;

d) schimbarea administratorului drumului principal, căii ferate principale precum și al porturilor, dacă este cazul.

Art. 88. - Aeroporturile principale și aeroporturile urbane aflate în interiorul aglomerărilor sau care, deși se află poziționate în afara aglomerărilor, au o activitate aeroportuară care influențează nivelurile de zgomot din interiorul aglomerărilor, pentru care există obligația realizării hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune, se stabilesc prin hotărâre a Guvernului, la inițiativa autorității publice centrale pentru protecția mediului,

din 5 în 5 ani față de termenul de referință de 30 iunie 2017, luând în considerare următoarele criterii:

[18/06/2022](#) - alineatul a fost [modificat prin Lege 181/2022](#)

a) procedurile de operare ale aeroporturilor, în special dacă acestea conduc la survolul aglomerării sau al zonelor limitrofe acesteia;

b) construirea de noi piste sau modificarea lungimii și/sau orientării pistelor existente.

Art. 89. - Amplasamentele industriale în care se desfășoară activități industriale potrivit anexei nr. 1 la Legea nr. 278/2013, cu modificările și completările ulterioare, precum și drumurile principale aflate în administrarea autorităților administrației publice locale, pentru care există obligația realizării hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune, se stabilesc prin ordin al conducătorului autorității administrației publice centrale pentru protecția mediului, din 5 în 5 ani față de termenul de referință de 30 iunie 2017, luând în considerare următoarele criterii:

[18/06/2022](#) - alineatul a fost [modificat prin Lege 181/2022](#)

a) localizarea acestora în interiorul aglomerărilor prevăzute în anexa nr. 7;

b) localizarea acestora în imediata vecinătate a aglomerărilor prevăzute în anexa nr. 7, dacă acestea contribuie la modificarea nivelurilor de zgomot din interiorul aglomerărilor.

Art. 90. - Apendicele A-I ale anexei la Directiva (UE) 2015/996 a Comisiei din 19 mai 2015 de stabilire a unor metode comune de evaluare a zgomotului, în conformitate cu Directiva 2002/49/CE a Parlamentului European și a Consiliului, se transpun în legislația națională prin ordin al conducătorului administrației publice centrale pentru protecția mediului în termen de 60 de zile de la data intrării în vigoare a prezentei legi.

Art. 91. - (1) Comisiile de evaluare a hărților strategice de zgomot de la nivelul autorităților pentru protecția mediului și regulamentul de funcționare și organizare a acestora se aprobă prin ordin al conducătorului autorității publice centrale pentru protecția mediului, în termen de 30 de zile de la data intrării în vigoare a prezentei legii, și se actualizează atunci când este cazul.

(2) Comisiile de evaluare a planurilor de acțiune la nivelul autorităților pentru protecția mediului și regulamentul de funcționare și organizare a acestora se aprobă prin ordin comun al conducătorului autorității publice centrale pentru protecția mediului și al conducătorului autorității publice centrale pentru sănătate, în termen de 6 luni de la data intrării în vigoare a prezentei legi, și se actualizează atunci când este cazul.

(3) Valorile-limită pentru indicatorii L_{Zsn} și L_{noapte} și, dacă este cazul, pentru indicatorii L_{zi} și $L_{seară}$ se aprobă prin ordin al conducătorului autorității publice centrale pentru protecția mediului, în termen de 30 de zile de la data intrării în vigoare a prezentei legi, și se actualizează când este cazul, ținându-se seama de următoarele criterii:

a) respectarea definiției de la art. 4 pct. 19;

b) valorile-limită pentru L_{Zsn} și L_{noapte} nu pot fi mai mici decât cele existente înainte de data intrării în vigoare a prezentei legi.

(4) Ghidul de evaluare a hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune se aprobă prin ordin al conducătorului autorității publice centrale pentru protecția mediului, în termen de 6 luni de la data intrării în vigoare a prezentei legi, și se actualizează când este cazul.

(5) Ghidul de realizare a hărților strategice de zgomot se aprobă prin ordin al conducătorului autorității publice centrale pentru protecția mediului, în termen de 3 luni de la data intrării în vigoare a prezentei legi, și se actualizează când este cazul.

(6) Ghidul de elaborare a planurilor de acțiune se aprobă prin ordin al conducătorului autorității publice centrale pentru protecția mediului, în termen de 5 luni de la data intrării în vigoare a prezentei legi, și se actualizează când este cazul.

Art. 92. - La data intrării în vigoare a prezentei legi se abrogă:

a) Hotărârea Guvernului nr. 321/2005 privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiant, republicată în

Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 19 din 10 ianuarie 2008, cu modificările și completările ulterioare;

b) Ordinul ministrului mediului și schimbărilor climatice și al ministrului sănătății nr. 1.311/861/2013 privind înființarea comisiilor pentru verificarea criteriilor utilizate la elaborarea planurilor de acțiune și analizarea acestora, precum și pentru aprobarea componenței și a regulamentului de organizare și funcționare ale acestora, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 471 din 31 iulie 2013;

c) Ordinul ministrului mediului și dezvoltării durabile, al ministrului transporturilor, al ministrului sănătății publice și al ministrului internelor și reformei administrative nr. 152/558/1.119/532/2008 pentru aprobarea Ghidului privind adoptarea valorilor-limită și a modului de aplicare a acestora atunci când se elaborează planurile de acțiune, pentru indicatorii L_{zsn} și L_{noapte} în cazul zgomotului produs de traficul rutier pe drumurile principale și în aglomerări, traficul feroviar pe căile ferate principale și în aglomerări, traficul aerian pe aeroporturile mari și/sau urbane și pentru zgomotul produs în zonele de aglomerări unde se desfășoară activități industriale prevăzute în anexa nr. 1 la Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 152/2005 privind prevenirea și controlul integrat al poluării, aprobată cu modificări și completări prin Legea nr. 84/2006, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 531 din 15 iulie 2008;

d) Ordinul ministrului mediului și gospodăririi apelor, al ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului, al ministrului sănătății publice și al ministrului administrației și internelor 678/1.344/915/1.397/2006 pentru aprobarea Ghidului privind metodele interimare de calcul a indicatorilor de zgomot pentru zgomotul produs de activitățile din zonele industriale, de traficul rutier, feroviar și aerian din vecinătatea aeroporturilor, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 730 și 730 bis din 25 august 2006;

e) Ordinul ministrului mediului și dezvoltării durabile nr. 1.830/2007 pentru aprobarea Ghidului privind realizarea, analizarea și evaluarea hărților strategice de zgomot, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 864 și 864 bis din 18 decembrie 2007;

f) Ordinul ministrului mediului și dezvoltării durabile nr. 465/2013 pentru aprobarea structurii componenței comisiilor care se înființează în cadrul autorităților publice pentru protecția mediului în vederea analizării și evaluării hărților strategice de zgomot și a rapoartelor aferente acestora;

g) Ordinul ministrului mediului și schimbărilor climatice nr. 673/2013 pentru aprobarea componenței și regulamentului de organizare și funcționare a comisiilor înființate în cadrul autorităților publice pentru protecția mediului în vederea analizării și evaluării hărților strategice de zgomot și a rapoartelor aferente acestora, cu modificările și completările ulterioare;

h) Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 1.258/2005 pentru stabilirea unităților responsabile cu cartarea zgomotului pentru căile ferate, drumurile, porturile din interiorul aglomerărilor și aeroporturile, aflate în administrarea lor, elaborarea hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune aferente acestora, din domeniul propriu de activitate, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 766 din 23 august 2005, cu modificările ulterioare.

Art. 93. - Autoritățile publice și operatorii economici care la data intrării în vigoare a prezentei legi nu și-au îndeplinit obligațiile de realizare a hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune în conformitate cu prevederile Hotărârii Guvernului nr. 321/2005, republicată, cu modificările și completările ulterioare, au obligația să îndeplinească aceste obligații până la data de 30 septembrie 2019.

Art. 94. - Anexele nr. 1-7 fac parte integrantă din prezenta lege.

*

Prezenta lege transpune prevederile Directivei 2002/49/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 25 iunie 2002 privind evaluarea și gestiunea zgomotului ambiental, publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene (JOCE), seria L, nr. 189 din 18 iulie 2002, și ale anexei la Directiva (UE) 2015/996 a Comisiei din 19 mai 2015 de stabilire a unor metode comune de evaluare a zgomotului, în conformitate cu Directiva

2002/49/CE a Parlamentului European și a Consiliului, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene (JOUE), seria L, nr. 168 din 1 iulie 2015, cu excepția apendicelor A - I care se transpun conform prevederilor art. 90.

Această lege a fost adoptată de Parlamentul României, cu respectarea prevederilor art. 75 și ale art. 76 alin. (2) din Constituția României, republicată.

PREȘEDINTELE CAMEREI
DEPUTAȚILOR
ION-MARCEL CIOLACU

PREȘEDINTELE SENATULUI
CĂLIN-CONSTANTIN-ANTON POPESCU-
TĂRICEANU

București, 3 iulie 2019.

Nr. 121.

ANEXA Nr. 1

INDICATORI DE ZGOMOT

1. Definirea nivelului de zgomot zi-seară-noapte L_{ZSN}

1.1. Nivelul de zgomot zi-seară-noapte L_{ZSN} în decibeli (dB) se definește prin următoarea relație:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

unde:

a) L_{zi} este nivelul acustic mediu ponderat (A) în interval lung de timp, conform definiției din ISO 1996-2:1995, determinat pentru totalul perioadelor de zi dintr-un an;

b) $L_{seară}$ este nivelul acustic mediu ponderat (A) în interval lung de timp, conform definiției din ISO 1996-2:1995, determinat pentru totalul perioadelor de seară dintr-un an;

c) L_{noapte} este nivelul acustic mediu ponderat (A) în interval lung de timp, conform definiției din ISO 1996-2:1995, determinat pentru totalul perioadelor de noapte dintr-un an;

d) perioada de zi are 12 ore, perioada de seară are 4 ore și perioada de noapte are 8 ore, pentru toate sursele de zgomot analizate;

e) intervalele orare ale perioadelor de zi, seară și noapte sunt: 7,00-19,00; 19,00-23,00 și 23,00- 7,00, ora locală;

f) se iau în calcul un an reprezentativ în ceea ce privește emisia de zgomot și un an mediu în privința condițiilor meteorologice;

g) se ia în considerare zgomotul incident, ceea ce înseamnă că nu se ține seama de zgomotul reflectat de fațada clădirii studiate. În general, acest aspect implică o corecție de 3 dB în cazul măsurării.

1.2. Alegerea înălțimii punctului de evaluare a L_{ZSN} depinde de alegerea metodei de evaluare, astfel:

a) dacă se utilizează calculul pentru realizarea cartării strategice de zgomot, în ce privește expunerea la zgomot în interiorul și în exteriorul clădirilor, punctele de evaluare se situează la 4,0 +/- 0,2 m deasupra nivelului solului și la fațada cea mai expusă; prin fațada cea mai expusă se înțelege peretele exterior dinspre sursa de zgomot specifică și cel mai apropiat de aceasta; pentru alte scopuri se pot alege alte înălțimi ale punctului de calcul;

b) dacă se utilizează măsurarea pentru realizarea cartării strategice de zgomot, în ce privește expunerea la zgomot în interiorul și în exteriorul clădirilor, pot fi alese înălțimi diferite, dar niciodată mai mici de 1,5 m deasupra nivelului solului, iar rezultatele măsurărilor se corectează pentru înălțimea echivalentă de 4 m;

c) pentru alte scopuri, cum ar fi planificarea acustică și zonarea zgomotului, pot fi alese alte înălțimi, dar

acestea nu pot fi la mai puțin de 1,5 m deasupra nivelului solului, ca de exemplu, pentru:

- zone rurale cu case cu un singur etaj;
- proiect de măsuri locale în vederea reducerii impactului zgomotului asupra clădirilor individuale;
- realizarea unei cartări de zgomot detaliate într-o zonă cu suprafață limitată, prezentând expunerea la zgomot pentru fiecare locuință.

2. Definirea indicatorului de zgomot L_{noapte} pentru perioada de noapte

Indicatorul de zgomot pentru perioada de noapte, L_{noapte} , este nivelul acustic mediu ponderat (A) în interval lung de timp, conform definiției din ISO 1996-2: 1995, determinat pentru totalul perioadelor de noapte dintr-un an, pentru care:

- a) durata nopții este de 8 ore, în conformitate cu definiția dată la pct. 1.1 lit. d);
- b) se ia în calcul un an reprezentativ în ceea ce privește emisia de zgomot și un an mediu în privința condițiilor meteorologice;
- c) se ia în considerare zgomotul incident, conform precizării de la pct. 1.1 lit. g);
- d) alegerea înălțimii punctului de evaluare este aceeași ca pentru indicatorul L_{ZSN} .

3. Indicatori suplimentari de zgomot

În completare față de L_{ZSN} și L_{noapte} și, unde este cazul, L_{zi} și $L_{\text{seară}}$, este avantajoasă folosirea unor indicatori de zgomot speciali și a unor valori-limită corespunzătoare acestora, în următoarele situații:

- a) când sursa de zgomot considerată emite o perioadă scurtă de timp (de exemplu, mai puțin de 20% din timp, raportat la totalul perioadelor de zi dintr-un an sau la totalul perioadelor de seară dintr-un an sau la totalul perioadelor de noapte dintr-un an);
- b) când media numărului de evenimente sonore, în cursul uneia sau al mai multor perioade considerate, este foarte mică (de exemplu, mai puțin de un eveniment sonor pe oră);
- c) când componentele de joasă frecvență ale zgomotului sunt importante;
- d) când se are în vedere o protecție suplimentară în timpul zilelor de sfârșit de săptămână sau într-o perioadă particulară a anului;
- e) când se are în vedere o protecție suplimentară în perioada de zi;
- f) când se are în vedere o protecție suplimentară în perioada de seară;
- g) când există o combinație a zgomotelor din surse diferite;
- h) în cazul unei zone liniștite în spațiu deschis;
- i) în cazul unui zgomot conținând componente tonale puternice;
- j) în cazul unui zgomot cu caracter impulsiv;
- k) în cazul unor vârfuri de zgomot ridicate pentru protecția în perioada de noapte, caz în care indicatorul suplimentar recomandat este L_{Amax} sau SEL (nivelul de expunere la zgomot).
Evenimentul sonor prevăzut la lit. b) este definit ca un zgomot care durează mai puțin de 5 minute (cum este, de exemplu, zgomotul produs la trecerea unui tren sau a unui avion).

ANEXA Nr. 2

METODE DE EVALUARE PENTRU DETERMINAREA INDICATORILOR DE ZGOMOT

Prevăzute la [articolul 6](#) din Directiva 2002/49/CE

1. Introducere

Valorile L_{ZSN} și L_{noapte} se determină prin calcul în pozițiile evaluate, conform metodei stabilite în cap. 2 și datelor descrise în cap. 3. Măsurătorile pot fi efectuate conform cap. 4.

2. Metode comune de evaluare a zgomotului

2.1. Dispoziții generale - Zgomotul provocat de traficul rutier și feroviar și zgomotul industrial

2.1.1. Definirea indicatorilor, a gamei și a benzilor de frecvență

Calcululele de zgomot sunt definite în gama de frecvență 63 Hz - 8 kHz în benzi de octavă. Rezultatele aferente benzilor de frecvență se furnizează în intervalul de frecvență corespunzător.

18/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Lege 181/2022

Calculul zgomotului produs de traficul rutier și de cel feroviar și calculul zgomotului industrial se efectuează în benzi de o octavă, cu excepția calculului puterii acustice a sursei zgomotului din traficul feroviar, pentru care se utilizează benzi de o treime de octavă. Pentru zgomotul produs de traficul rutier și de cel feroviar și pentru zgomotul industrial, pe baza acestor rezultate din benzile de o octavă, nivelul mediu de zgomot pe termen lung ponderat pe curba A pentru zi, seară și noapte, definit în anexa nr. 1 și prevăzut la [art. 5](#) din Legea nr. 121/2019 privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiant, se calculează utilizând metoda descrisă în secțiunile 2.1.2, 2.2, 2.3, 2.4 și 2.5. Pentru drumurile și traficul feroviar din aglomerări, nivelul mediu de zgomot pe termen lung ponderat pe curba A este determinat de contribuția segmentelor rutiere și feroviare din aglomerări, inclusiv a drumurilor principale și a căilor ferate principale.

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

Parametrii de zgomot:

L_p	Nivelul presiunii acustice instantanee	[dB] (re. $2 \cdot 10^{-5}$ Pa)
$L_{Aeq, LT}$	Nivelul acustic total pe termen lung L_{Aeq} , corespunzător tuturor surselor și surselor de tip imagine la punctul R	[dB] (re. $2 \cdot 10^{-5}$ Pa)
L_W	Nivelul puterii acustice "in situ" al unei surse punctiforme (mobile sau fixe)	[dB] (re. 10^{-12} W)
$L_{W, i, dir}$	Nivelul puterii acustice direcționale "in situ" pentru banda de frecvență i	[dB] (re. 10^{-12} W)
L_W	Nivelul mediu al puterii acustice "in situ" pe metru de sursă liniară	[dB/m] (re. 10^{-12} W)

Alți parametri fizici:

p	valoarea efectivă a presiunii acustice instantanee	[Pa]
p_0	Presiunea acustică de referință = $2 \cdot 10^{-5}$ Pa	[Pa]
W_0	Puterea acustică de referință = 10^{-12} W	[watt]

2.1.2. Cadrul privind calitatea

Acuratețea valorilor de intrare

Toate valorile de intrare care afectează nivelul emisiilor unei surse se stabilesc cel puțin cu acuratețea corespunzătoare unei incertitudini de ± 2 dB (A) din nivelul emisiilor sursei (toți ceilalți parametri rămânând neschimbați).

Utilizarea valorilor implicite

În cadrul aplicării metodei, datele de intrare trebuie să reflecte utilizarea reală. În general, nu trebuie să se folosească valori de intrare implicite sau ipoteze. Valorile de intrare implicite și ipotezele sunt acceptate în cazul în care colectarea datelor reale presupune costuri disproporționat de mari.

Calitatea programului informatic utilizat pentru calcule

Conformitatea cu metodele descrise mai jos a programelor informatice utilizate pentru calcule trebuie dovedită prin certificarea rezultatelor în condițiile de testare.

2.2. Zgomotul produs de traficul rutier

2.2.1. Descrierea sursei

Clasificarea vehiculelor

Sursa de zgomot din traficul rutier se determină prin combinarea emisiilor de zgomot ale fiecărui vehicul care formează fluxul de trafic. Aceste vehicule sunt grupate în cinci categorii, în funcție de caracteristicile emisiilor lor de zgomot.

Categoria 1: vehicule ușoare cu motor

Categoria 2: vehicule cu greutate medie

Categoria 3: vehicule grele

Categoria 4: vehicule motorizate cu două roți

Categoria 5: categorie deschisă

În cazul vehiculelor motorizate cu două roți, sunt definite două subclase pentru mopaturi și pentru motocicletele mai puternice, întrucât acestea dispun de moduri de conducere foarte diferite și numărul lor variază, de obicei, foarte mult.

Se utilizează primele patru categorii, a cincea fiind opțională. Aceasta este prevăzută pentru vehiculele noi care ar putea fi dezvoltate în viitor și care ar fi suficient de diferite din punctul de vedere al emisiilor de zgomot pentru a impune definirea unei categorii suplimentare. Această categorie ar putea acoperi, de exemplu, vehiculele electrice sau cele hibride sau orice vehicul dezvoltat în viitor, care este substanțial diferit de cele din categoriile 1-4.

Datele diferitelor clase de vehicule sunt prezentate în tabelul [2.2.a].

Tabelul [2.2.a]: Clase de vehicule

Categoria	Denumirea	Descrierea	Categoria vehiculului în CE Omologarea de tip completă a vehiculelor ¹
1	Vehicule ușoare cu motor	Autoturisme, autoutilitare ≤ 3,5 tone, SUV-uri ² , MPV-uri ³ , inclusiv remorci și rulote	M1 și N1
2	Vehicule cu greutate medie	Vehicule cu greutate medie, autoutilitare > 3,5 tone, autobuze, rulote auto și altele asemenea, cu două osii și pneuri jumelate montate pe osia din spate	M2, M3 și N2, N3
3	Vehicule grele	Vehicule grele, autocare, autobuze, cu trei sau mai multe osii	M2 și N2 cu remorcă, M3 și N3
4	Vehicule motorizate cu două roți	4a Mopaturi cu două, trei sau patru roți	L1, L2, L6
		4b Motociclete cu sau fără ataș, tricicluri și cvadricicluri	L3, L4, L5, L7
5	Categorie deschisă	Urmează a fi definită conform necesităților viitoare.	N/A

¹ Directiva [2007/46/CE](#) a Parlamentului European și a Consiliului din 5 septembrie 2007 (Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, seria L, nr. 263 din 19.10.2007) de stabilire a unui cadru pentru omologarea autovehiculelor și remorcilor acestora, precum și a sistemelor, componentelor și unităților tehnice separate destinate vehiculelor respective.

² Vehicule sport-utilitare.

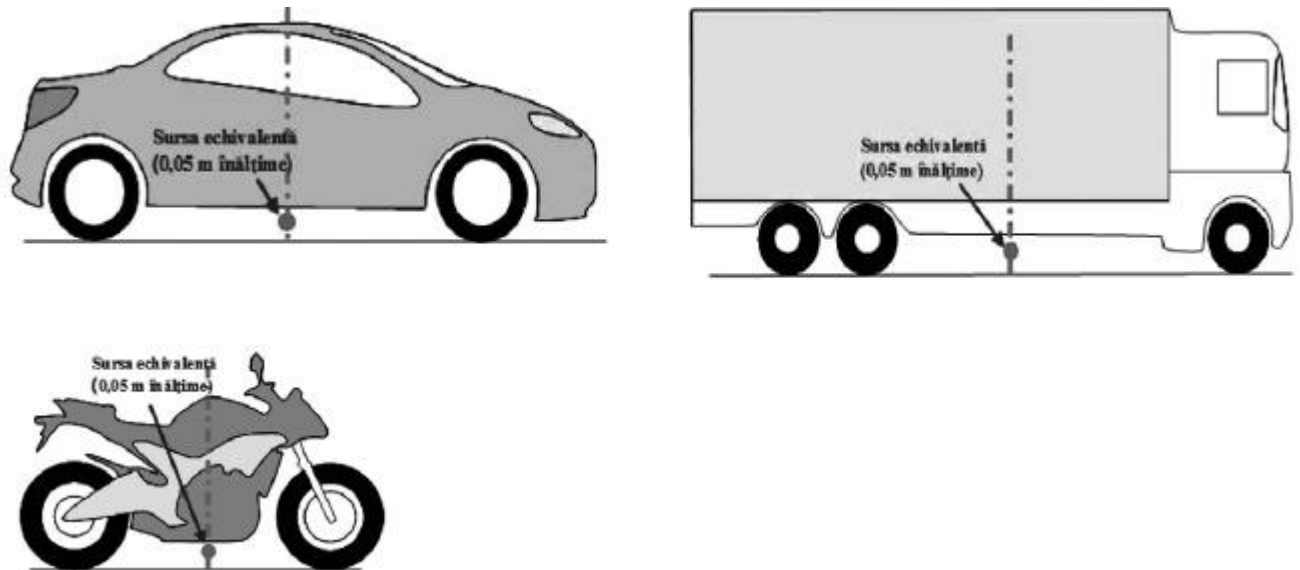
³ Vehicule monovolum.

Numărul și amplasarea surselor sonore echivalente

În acest model, fiecare vehicul (din categoria 1, 2, 3, 4 sau 5) este reprezentat printr-o sursă punctiformă care radiază uniform. Prima reflexie pe suprafața drumului este tratată implicit. După cum se arată în figura [2.2.a], această sursă punctiformă este amplasată la 0,05 m deasupra suprafeței drumului.

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

Figura [2.2.a]: Amplasarea surselor punctiforme echivalente la vehiculele ușoare (categoria 1), la vehiculele grele (categoriile 2 și 3) și la vehiculele motorizate cu două roți (categoria 4)



Fluxul de trafic este reprezentat printr-o sursă liniară. În modelarea unui drum cu mai multe benzi, fiecare bandă ar trebui reprezentată, în mod ideal, printr-o sursă liniară amplasată în centrul său. Se acceptă însă și reprezentarea unei șosele cu două benzi printr-o sursă liniară amplasată în centrul său sau a unei șosele cu mai multe benzi prin două surse liniare, câte una pentru fiecare sens, amplasate pe benzile de la margine.

Emisia de putere acustică

Considerații generale

Puterea acustică a sursei este definită în "câmp semideschis", astfel încât aceasta include efectul reflexiei pe sol sub sursa modelată, dacă nu există obiecte perturbatoare în vecinătatea imediată, cu excepția reflexiei pe suprafața drumului care nu se găsește imediat sub sursa modelată.

Fluxul de trafic

Emisiile de zgomot ale fluxului de trafic sunt reprezentate printr-o sursă liniară, caracterizată de puterea sa acustică direcțională per metru și per frecvență. Aceasta corespunde sumei emisiilor de zgomot provenite de la vehiculele individuale din fluxul de trafic, efectuată ținând seama de timpul petrecut de vehicule pe secțiunea de drum respectivă. Pentru luarea în considerare a unui vehicul individual în trafic, trebuie aplicat un model de flux de trafic.

Dacă se presupune un flux de trafic constant de Q_m vehicule din categoria m pe oră, cu viteza medie v_m (în km/h), puterea acustică direcțională per metru în banda de frecvență i a sursei liniare $L_{W',eq,line,i,m}$ este definită prin:

$$L_{W',eq,line,i,m} = L_{W,i,m} + 10 \times \lg \left(\frac{Q_m}{1000 \times v_m} \right), \quad (2.2.1)$$

unde $L_{W,i,m}$ este puterea acustică direcțională a unui singur vehicul. $L_{W',m}$ este exprimată în dB

(re. 10^{-12} W/m). Aceste niveluri de putere acustică se calculează pentru fiecare bandă i de o octavă, de la 63 Hz la 8 kHz.

18/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Lege 181/2022](#)

Datele privind fluxul de trafic Q_m se exprimă ca medie anuală pe oră, pe perioadă de timp (zi-seară- noapte), pe clasă de vehicule și pe sursă liniară. Pentru toate categoriile, trebuie utilizate date de intrare privind fluxul de trafic obținute prin măsurarea traficului sau cu ajutorul modelor de trafic.

Viteza v_m este viteza reprezentativă pentru categoria de vehicule: în majoritatea cazurilor, este vorba de valoarea cea mai mică dintre viteza maximă legală pe porțiunea de drum și viteza maximă legală pentru categoria vehiculului.

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Vehiculul individual

În fluxul de trafic, se presupune că toate vehiculele din categoria m se deplasează cu aceeași viteză, și anume v_m .

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Un vehicul rutier este modelat printr-un set de ecuații matematice care reprezintă cele două surse principale de zgomot:

1. zgomotul de rulare cauzat de interacțiunea pneu/drum;
2. zgomotul de propulsie produs de transmisia vehiculului (motorul, eșapamentul și altele asemenea).

Zgomotul aerodinamic este inclus în sursa zgomotului de rulare.

Pentru vehiculele cu motor ușoare, de greutate medie și grele (categoriile 1, 2 și 3), puterea acustică totală corespunde sumei energetice dintre zgomotul de rulare și zgomotul de propulsie. Astfel, nivelul total de putere acustică al surselor liniare $m = 1, 2$ sau 3 este definit de:

$$L_{W,i,m}(v_m) = 10 \times \lg \left(10^{L_{WR,i,m}(v_m)/10} + 10^{L_{WP,i,m}(v_m)/10} \right), \quad (2.2.2)$$

unde $L_{WR,i,m}$ este nivelul de putere acustică pentru zgomotul de rulare și $L_{WP,i,m}$ este nivelul de putere acustică pentru zgomotul de propulsie. Acest lucru este valabil pentru toate intervalele de viteză. Pentru viteze mai mici de 20 km/h se consideră că nivelul de putere acustică este cel obținut cu ajutorul formulei pentru $v_m = 20$ km/h.

Pentru vehiculele cu două roți (categoria 4) se ia în considerare pentru sursă numai zgomotul de propulsie:

$$L_{W,i,m=4}(v_{m=4}) = L_{WP,i,m=4}(v_{m=4}) \quad (2.2.3)$$

Acest lucru este valabil pentru toate intervalele de viteză. Pentru viteze mai mici de 20 km/h, se consideră că nivelul de putere acustică este cel obținut cu ajutorul formulei pentru $v_m = 20$ km/h.

2.2.2. Condiții de referință

Ecuațiile și coeficienții sursei sunt valabile pentru următoarele condiții de referință:

- viteză constantă a vehiculului;
- drum plat;
- o temperatură a aerului $T_{ref} = 20^\circ \text{C}$;
- o suprafață virtuală de referință a drumului, constând în medie din beton asfaltic dens 0/11 și beton asfaltic cu conținut ridicat de mastic 0/11, cu o vechime între 2 și 7 ani și într-o stare de întreținere reprezentativă;
- o suprafață a drumului uscată;
- pneuri fără nituri.

2.2.3. Zgomotul de rulare

Ecuația generală

Nivelul de putere acustică al zgomotului de rulare în banda de frecvență i pentru un vehicul din clasa $m = 1, 2$ sau 3 este definit ca:

$$L_{WR,i,m} = A_{R,i,m} + B_{R,i,m} \times \lg\left(\frac{v_m}{v_{ref}}\right) + \Delta L_{WR,i,m} \quad (2.2.4)$$

Coeficienții $A_{R,i,m}$ și $B_{R,i,m}$ sunt dați în benzi de octavă pentru fiecare categorie de vehicul și pentru o viteză de referință $v_{ref} = 70$ km/h. $\Delta L_{WR,i,m}$ corespunde sumei coeficienților de corecție care trebuie aplicați emisiei de zgomot de rulare pentru condiții specifice drumului sau vehiculului care se abat de la condițiile de referință:

$$\Delta L_{WR,i,m} = \Delta L_{WR,road,i,m} + \Delta L_{studded\,tyres,i,m} + \Delta L_{WR,acc,i,m} + \Delta L_{W,temp} \quad (2.2.5)$$

$\Delta L_{WR,road,i,m}$ reprezintă efectul asupra zgomotului de rulare a unei suprafețe a drumului cu proprietăți acustice diferite de cele ale suprafeței de referință virtuale definită la capitolul 2.2.2. Acesta include atât efectul asupra propagării, cât și a generării.

$\Delta L_{studded\,tyres,i,m}$ este un coeficient de corecție care reprezintă zgomotul de rulare mai ridicat al vehiculelor ușoare echipate cu pneuri cu nituri.

$\Delta L_{WR,acc,i,m}$ reprezintă efectul asupra zgomotului de rulare al unei intersecții semaforizate sau al unui sens giratoriu. Acesta include efectul asupra zgomotului unei variații de viteză.

$\Delta L_{W,temp}$ este un coeficient de corecție pentru o temperatură medie τ diferită de temperatura de referință $T_{ref} = 20^\circ$ C.

Corecția pentru pneurile cu nituri

În situațiile în care un număr semnificativ de vehicule ușoare din trafic utilizează pneuri cu nituri pe parcursul mai multor luni în fiecare an, efectul indus asupra zgomotului de rulare trebuie să fie luat în considerare. Pentru fiecare vehicul din categoria $m = 1$ echipat cu pneuri cu nituri, o creștere în funcție de viteză a emisiilor de zgomot de rulare este evaluată prin:

$$\Delta_{stud,j}(v) = \begin{cases} a_i + b_i \times \lg(50/70) & \text{pentru } v < 50 \text{ km/h} \\ a_i + b_i \times \lg(v/70) & \text{pentru } 50 \leq v \leq 90 \text{ km/h,} \\ a_i + b_i \times \lg(90/70) & \text{pentru } v > 90 \text{ km/h} \end{cases} \quad (2.2.6)$$

unde coeficienții a_i și b_i sunt prezentați pentru fiecare bandă de octavă.

Creșterea emisiilor de zgomot de rulare trebuie să fie atribuită conform proporției de vehicule ușoare cu pneuri cu nituri și pe o perioadă limitată, T_s (în luni) pe parcursul anului. Dacă $Q_{stud, ratio}$ este raportul mediu al volumului total al vehiculelor ușoare pe oră echipate cu pneuri cu nituri în perioada T_s (în luni), atunci proporția medie anuală a vehiculelor echipate cu pneuri cu nituri p_s este exprimată prin:

$$p_s = Q_{stud, ratio} \times \frac{T_s}{12} \quad (2.2.7)$$

Corecția rezultată care trebuie să se aplice emisiilor de putere acustică provocate de rulare ca urmare a utilizării pneurilor cu nituri pentru vehiculele din categoria $m = 1$ în banda de frecvențe i este:

$$\Delta L_{studded\,tyres,j,m=1} = 10 \times \lg\left[\left(1 - p_s\right) + p_s 10^{\frac{\Delta_{stud,j,m=1}}{10}}\right] \quad (2.2.8)$$

Pentru vehiculele din toate celelalte categorii nu se aplică nicio corecție:

$$\Delta L_{\text{studded tyres}, i, m \neq 1} = 0 \quad (2.2.9)$$

Efectul temperaturii aerului asupra corecției zgomotului de rulare

Temperatura aerului afectează emisiile de zgomot de rulare; nivelul puterii acustice a zgomotului de rulare scade atunci când temperatura aerului crește. Acest efect este introdus în corecția suprafeței drumului. Corecțiile suprafeței drumurilor sunt de obicei evaluate la o temperatură a aerului de $\tau_{ref} = 20^\circ \text{C}$. În cazul unei temperaturi a aerului medii anuale diferite, zgomotul suprafeței drumului trebuie să fie corectat prin:

$$\Delta L_{W, temp, m}(\tau) = K_m \times (\tau_{ref} - \tau) \quad (2.2.10)$$

Coeficientul de corecție este pozitiv (adică nivelul de zgomot crește) pentru temperaturi sub 20°C și negativ (adică nivelul de zgomot scade) la temperaturi mai ridicate. Coeficientul K depinde de suprafața drumului și de caracteristicile pneului și în general prezintă o oarecare dependență de frecvență. Un coeficient generic $K_m = 1 = 0,08 \text{ dB}/^\circ\text{C}$ pentru vehiculele ușoare (categoria 1) și $K_m = 2 = K_m = 3 = 0,04 \text{ dB}/^\circ\text{C}$ pentru vehiculele grele (categoriile 2 și 3) se aplică tuturor suprafețelor drumului. Coeficientul de corecție trebuie să se aplice în mod egal în toate benzile de octavă de la 63 la 8.000 Hz.

2.2.4. Zgomotul de propulsie

Ecuția generală

Emisiile de zgomot de propulsie includ toate contribuțiile motorului, eșapamentului, elementelor tracțiunii și prizei de aer și altele asemenea. Nivelul puterii acustice a zgomotului de propulsie în banda de frecvență i pentru un vehicul din clasa m este definit astfel:

$$L_{WP, i, m} = A_{P, i, m} + B_{P, i, m} \times \frac{(v_m - v_{ref})}{v_{ref}} + \Delta L_{WP, i, m} \quad (2.2.11)$$

Coeficienții $A_{P, i, m}$ și $B_{P, i, m}$ sunt prezentați în benzi de octavă pentru fiecare categorie de vehicul și pentru o perioadă de referință $v_{ref} = 70 \text{ km/h}$.

$\Delta L_{WP, i, m}$ corespunde sumei coeficienților de corecție care trebuie aplicați emisiei de zgomot de propulsie pentru condiții specifice de conducere sau condiții regionale care se abat de la condițiile de referință:

$$\Delta L_{WP, i, m} = \Delta L_{WP, road, i, m} + \Delta L_{WP, grad, i, m} + \Delta L_{WP, acc, i, m} \quad (2.2.12)$$

$\Delta L_{WP, road, i, m}$ reprezintă efectul suprafeței drumului asupra zgomotului de propulsie prin absorbție. Calculul se efectuează în conformitate cu capitolul 2.2.6.

$\Delta L_{WP, acc, i, m}$ și $\Delta L_{WP, grad, i, m}$ reprezintă efectul pantelor drumului și al accelerării și decelerării la intersecții. Acestea vor fi calculate în conformitate cu capitolele 2.2.4 și, respectiv, 2.2.5.

Efectul pantelor drumului

Panta drumului are două efecte asupra emisiilor de zgomot ale vehiculului: în primul rând, afectează viteza vehiculului și astfel emisia de zgomot de rulare și de propulsie a vehiculului; în al doilea rând, afectează atât sarcina motorului, cât și viteza motorului prin alegerea treptei de viteză și astfel emisia de zgomot de propulsie a vehiculului. În prezenta secțiune se ia în considerare numai efectul asupra zgomotului de propulsie, în cazul unei viteze constante.

Efectul pantei drumului asupra zgomotului de propulsie este luat în considerare de un coeficient de corecție

$\Delta L_{WP, grad, m}$ care este o funcție a pantei s (în %), viteza vehiculului v_m (în km/h) și categoria vehiculului m . În cazul unui trafic bidirecțional, este necesar să se împartă fluxul în două componente și să se corecteze jumătate pentru amonte și jumătate pentru aval. Coeficientul de corecție este atribuit tuturor benzilor de octavă în mod egal:

Pentru $m = 1$

$$\Delta L_{WP, grad, i, m=1}(v_m) = \begin{cases} \frac{\text{Min}(12\%; -s) - 6\%}{1\%} & \text{pentru } s < -6\% \\ 0 & \text{pentru } -6\% \leq s \leq 2\% \\ \frac{\text{Min}(12\%; s) - 2\%}{1.5\%} \times \frac{v_m}{100} & \text{pentru } s > 2\% \end{cases} \quad (2.2.13)$$

Pentru $m = 2$

$$\Delta L_{WP, grad, i, m=2}(v_m) = \begin{cases} \frac{\text{Min}(12\%; -s) - 4\%}{0.7\%} \times \frac{v_m - 20}{100} & \text{pentru } s < -4\% \\ 0 & \text{pentru } -4\% \leq s \leq 0\% \\ \frac{\text{Min}(12\%; s)}{1\%} \times \frac{v_m}{100} & \text{pentru } s > 0\% \end{cases} \quad (2.2.14)$$

Pentru $m = 3$

$$\Delta L_{WP, grad, i, m=3}(v_m) = \begin{cases} \frac{\text{Min}(12\%; -s) - 4\%}{0.5\%} \times \frac{v_m - 10}{100} & \text{pentru } s < -4\% \\ 0 & \text{pentru } -4\% \leq s \leq 0\% \\ \frac{\text{Min}(12\%; s)}{0.8\%} \times \frac{v_m}{100} & \text{pentru } s > 0\% \end{cases} \quad (2.2.15)$$

Pentru $m = 4$

$$\Delta L_{WP, grad, i, m=4} = 0 \quad (2.2.16)$$

Corecția $\Delta L_{WP, grad, m}$ include implicit efectul pantei asupra vitezei.

2.2.5. Efectul accelerației și decelerației vehiculelor

Înainte sau după intersecții semaforizate și sensuri giratorii se aplică o corecție pentru efectul accelerației și decelerației conform descrierii de mai jos.

Coeficienții de corecție pentru zgomotul de rulare, $\Delta L_{WR, acc, m, k}$, și pentru zgomotul de propulsie, $\Delta L_{WP, acc, m, k}$, sunt funcții liniare ale distanței x (în m) dintre sursa punctiformă și cea mai apropiată intersecție a sursei liniare respective cu o altă sursă liniară. Aceștia sunt atribuiți tuturor benzilor de o octavă în mod egal:

$$\Delta L_{WR, acc, m, k} = C_{R, m, k} \times \text{Max} \left(1 - \frac{|x|}{100}; 0 \right) \quad (2.2.17)$$

$$\Delta L_{WP, acc, m, k} = C_{P, m, k} \times \text{Max} \left(1 - \frac{|x|}{100}; 0 \right) \quad (2.2.18)$$

Coeficienții $C_{R, m, k}$ și $C_{P, m, k}$ depind de tipul de intersecție k ($k = 1$ pentru o intersecție semaforizată;

$k = 2$ pentru un sens giratoriu) și sunt prezentați pentru fiecare categorie de vehicul. Corecția include efectul de variație a vitezei la apropierea sau depărtarea de o intersecție sau un sens giratoriu.

De reținut că la o distanță de $|x| \geq 100$ m, $\Delta L_{WR, acc, m, k} = \Delta L_{WP, acc, m, k} = 0$.

2.2.6. Efectul tipului de suprafață a drumului

Principiile generale

Pentru suprafețele drumului cu proprietăți acustice diferite de cele ale suprafeței de referință se aplică un coeficient de corecție spectral, atât pentru zgomotul de rulare, cât și pentru zgomotul de propulsie.

Coeficientul de corecție a suprafeței drumului pentru emisia de zgomot de rulare este dat de:

$$\Delta L_{WR, road, i, m} = \alpha_{i, m} + \beta_m \times \lg \left(\frac{v_m}{v_{ref}} \right), \quad (2.2.19)$$

unde

$\alpha_{i, m}$ este corecția spectrală în dB la viteza de referință v_{ref} pentru categoria m (1, 2 sau 3) și banda spectrală i ; β_m este efectul vitezei asupra reducerii zgomotului de rulare pentru categoria m (1, 2 sau 3) și este identic pentru toate benzile de frecvență.

Coeficientul de corecție a suprafeței drumului pentru emisia de zgomot de propulsie este dat de:

$$\Delta L_{WP, road, i, m} = \min \{ \alpha_{i, m}; 0 \} \quad (2.2.20)$$

Suprafețele absorbante scad nivelul zgomotului de propulsie, în timp ce suprafețele neabsorbante nu îl cresc.

Efectul vechimii asupra proprietăților sonore ale suprafeței drumului

Caracteristicile sonore ale suprafețelor drumului variază în funcție de vechime și de nivelul de întreținere, cu tendința de a deveni mai zgomotoase în timp. În această metodă, parametrii suprafeței drumului sunt derivați pentru a fi reprezentativi pentru performanța acustică a tipului de suprafață rutieră calculat ca medie pentru durata sa de viață reprezentativă și presupunând o întreținere corespunzătoare.

2.3. Zgomotul produs de traficul feroviar

2.3.1. Descrierea sursei

Clasificarea vehiculelor

Definiția vehiculului și trenului

În sensul prezentei metode de calcul al zgomotului, un vehicul este definit ca orice subunitate individuală feroviară a unui tren (de obicei o locomotivă, un vagon autopropulsat, un vagon remorcat sau un vagon de marfă) care poate fi deplasat în mod independent și care poate fi separat de restul trenului. Anumite împrejurări specifice pot apărea pentru subunitățile unui tren care fac parte dintr-o garnitură nedetașabilă, de exemplu, au un boghiu între ele. În sensul acestei metode de calcul, toate aceste subunități sunt grupate într-un singur vehicul.

În sensul prezentei metode de calcul, un tren este alcătuit dintr-o serie de vehicule cuplate.

Tabelul [2.3.a] definește un limbaj comun pentru descrierea tipurilor de vehicule incluse în baza de date sursă. Acesta prezintă codurile relevante care trebuie folosite pentru clasificarea vehiculelor în întregime. Aceste coduri corespund proprietăților vehiculului, care afectează puterea acustică direcțională per metru de sursă liniară echivalentă modelată.

Numărul vehiculelor din fiecare categorie se stabilește pe fiecare din tronsoanele de cale ferată pentru fiecare dintre perioadele de timp care urmează să fie folosite în calculul zgomotului. Acesta este exprimat ca un număr mediu de vehicule pe oră, care se obține prin împărțirea numărului total de vehicule care circulă într-o anumită perioadă de timp la durata în ore a acestei perioade de timp (de exemplu, 24 de vehicule în 4 ore înseamnă 6 vehicule pe oră). Trebuie utilizate toate tipurile de vehicule care circulă pe fiecare tronson.

Tabelul [2.3.a]: Clasificarea și descrierea vehiculelor feroviare

Număr	1	2	3	4
Descriptor	Tipul de vehicul	Numărul de osii ale vehiculului	Tipul de frâne	Măsura aplicată pentru roți
Explicarea descriptorului	O literă care precizează tipul	Numărul efectiv de osii	O literă care precizează tipul de frâne	O literă care precizează tipul măsurii de reducere a zgomotului
Coduri posibile	h vehicul de mare viteză (> 200 km/h)	1	c bloc din fontă	n nicio măsură
	m vagoane de călători autopropulsate	2	k bloc compozit sau metal sinterizat	d amortizoare
	p vagoane de călători remorcate	3	n frâne fără suprafață de rulare, asemenea celor cu disc, cu tambur, magnetice	s ecrane
	c tramvai urban sau metrou ușor vagoane autopropulsate sau fără autopropulsie	4		o alte
	d locomotive diesel	și altele asemenea		
	e locomotive electrice			
	a orice vehicul de transport generic			
	o alte (adică vehiculele de întreținere și altele asemenea)			

Clasificarea liniilor și a structurii de sprijin

Linile existente pot fi diferite, deoarece există mai multe elemente care contribuie la și caracterizează proprietățile acustice ale acestora. Tipurile de linii utilizate în această metodă sunt enumerate în tabelul [2.3.b] de mai jos. Unele elemente au o mare influență asupra proprietăților acustice, în timp ce altele au doar efecte secundare. În general, cele mai relevante elemente care influențează emisiile de zgomot provenite din traficul feroviar sunt: rugozitatea capului de șină, rigiditatea tălpii șinei, baza căii ferate, legăturile de șine și raza curbării liniei. Alternativ, se pot defini proprietățile generale ale liniei și, în acest caz, rugozitatea capului de șină

și rata de degradare a liniei în conformitate cu ISO 3095 sunt doi parametri esențiali din punct de vedere acustic, precum și raza curburii liniei.

O secțiune de linie este definită ca o parte a unei linii individuale, pe o linie de cale ferată sau dintr-o stație sau un depou, pe care nu se modifică proprietățile fizice și componentele de bază ale liniei.

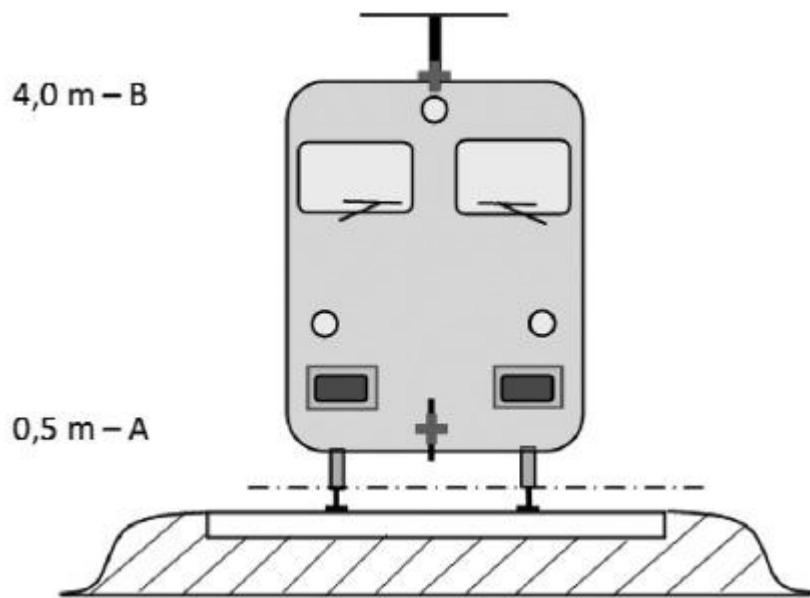
Tabelul [2.3.b] definește un limbaj comun pentru descrierea tipurilor de cale ferată incluse în baza de date sursă.

Număr	1	2	3	4	5	6
Descriptor	Baza căii ferate	Rugozitatea capului de șină	Tipul de talpă a șinei	Măsuri suplimentare	Joante	Curbură
Explicarea descriptorului	Tipul de bază a căii ferate	Indicator de rugozitate	Indică rigiditatea "dinamică".	O literă care precizează dispozitivul acustic	Prezența joantelor și a spațierii	A se indica raza curburii în metri
Coduri permise	B Balast	E Bine întreținut și foarte neted	S Moale (150-250 MN/m)	N Niciunul	N Niciuna	N Cale dreaptă
	S Beton	M Întreținut normal	M Mediu (250-800 MN/m)	D Amortizor feroviar	S Joantă sau macaz unic	L Mică (1.000-500 m)
	L Pod balastat	N Întreținut necorespunzător	H Tare (800-1 1000 MN/m)	B Barieră joasă	D Două joante sau macazuri pe 100 m	M Medie (mai puțin de 500 m și mai mult de 300 m)
	N Pod nebalastat	B Neîntreținut și în stare nesatisfăcătoare		A Placă absorbantă pe beton	M Mai mult de două joante sau macazuri pe 100 m	H Mare (mai puțin de 300 m)
	T Cale încastrată			E Șină încastrată		
	O Altele			O Altele		

15/06/2022 - tabelul a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

Numărul și amplasarea surselor sonore echivalente

Figura [2.3.a]: Amplasarea surselor de zgomot echivalente



Diferitele surse de zgomot echivalente ale liniei sunt poziționate la diverse înălțimi și în centrul liniei. Toate înălțimile sunt raportate la planul tangențial la cele două suprafețe superioare ale celor două șine.

Sursele echivalente includ diferite surse fizice (indicele p). Aceste surse fizice sunt împărțite în categorii diferite, în funcție de mecanismul de generare și acestea sunt: 1) zgomot de rulare (care include nu numai vibrația șinei și a bazei liniei și vibrația roților, ci și, dacă este cazul, zgomotul suprastructurii vagoanelor de marfă); 2) zgomotul de tracțiune; 3) zgomotul aerodinamic; 4) zgomotul de impact (de la intersecții, macazuri și joante); 5) scrâșnetul și 6) zgomotul cauzat de efecte suplimentare, precum poduri și viaducte.

1) Rugozitatea roților și a capetelor de șină, prin intermediul a trei căi de transport către suprafețele radiante (șine, roți și suprastructură), constituie zgomotul de rulare. Acest lucru este alocat înălțimii $h = 0,5$ m (suprafețe radiante A), pentru a reprezenta contribuția căii, inclusiv efectele suprafeței căii, în special șinele fără traverse (în conformitate cu partea de propagare), pentru a reprezenta contribuția roții și a suprastructurii vehiculului la zgomot (la trenurile de marfă).

2) Înălțimile sursei echivalente pentru zgomotul de tracțiune variază între 0,5 m (sursa A) și 4,0 m (sursa B), în funcție de poziția fizică a componentei în cauză. Sursele precum transmisiile și motoarele electrice vor fi adesea la o înălțime a osiei de 0,5 m (sursa A). Canalele de ventilație și de răcire pot fi poziționate la diferite înălțimi; evacuarea motorului pentru vehiculele diesel sunt adesea poziționate la o înălțime a acoperișului de 4,0 m (sursa B). Alte surse de tracțiune, precum ventilatoarele sau blocurile motoare diesel pot fi situate la o înălțime de 0,5 m (sursa A) sau 4,0 m (sursa B). În cazul în care înălțimea exactă a sursei este între înălțimile model, energia sonoră este distribuită în mod proporțional pe înălțimile sursei celei mai învecinate.

Din acest motiv, sunt prevăzute două înălțimi ale sursei prin metoda la 0,5 m (sursa A), 4,0 m (sursa B) și puterea acustică echivalentă asociată cu fiecare este distribuită între cele două în funcție de configurația specifică a surselor de pe tipul de unitate.

3) Efecte acustice aerodinamice sunt asociate cu sursa la 0,5 m (reprezentând sarturile și paravanele, sursa A) și sursa la 4,0 m (modelarea ansamblului acoperișului și a pantografului, sursa B). Alegerea înălțimii de 4,0 m pentru efectele pantografului este cunoscută a fi un model simplu și care trebuie să fie luat în considerare cu atenție dacă obiectivul este de alegere a unei înălțimi corespunzătoare pentru a funcționa ca o barieră fonică.

4) Zgomotul de impact este asociat cu sursa la o înălțime de 0,5 m (sursa A).

5) Scrâșnetul este asociat cu sursele la o înălțime de 0,5 m (sursa A).

6) Zgomotul provenit de la poduri este asociat cu sursa la o înălțime de 0,5 m (sursa A).

2.3.2. Emisia de putere acustică

Ecuatiile generale

Vehiculul individual

Modelul pentru zgomotul produs de traficul feroviar, în mod asemănător zgomotului produs de traficul rutier, descrie emisii de putere acustică a zgomotului provenite de la o anumită combinație de tip de vehicul și de tip de linie care îndeplinește o serie de cerințe descrise în clasificarea vehiculului și a liniei, din punctul de vedere al unei serii de putere acustică pentru fiecare vehicul ($L_{W,0}$).

Fluxul de trafic

Zgomotul emis de fluxul de trafic de pe fiecare linie este reprezentat de un set de două surse liniare, caracterizate prin puterea lor acustică direcțională per metru și per bandă de frecvență. Acesta corespunde sumei emisiilor sonore generate de vehiculele individuale din fluxul de trafic care trec și, în cazul vehiculelor în staționare, ținând seama de timpul petrecut de vehicule pe tronsonul feroviar în cauză.

Puterea acustică direcțională per metru per bandă de frecvență, corespunzătoare tuturor vehiculelor care trec pe fiecare tronson din tipul de cale (j), este definită:

- pentru fiecare bandă de frecvență (i);
- pentru fiecare înălțime (h) dată a sursei (pentru surse la 0,5 m, h = 1, pentru surse la 4,0 m, h = 2) și reprezintă suma energiei tuturor contribuțiilor din partea tuturor vehiculelor care rulează pe tronsonul de cale ferată j. Aceste contribuții sunt:
- de la toate tipurile de vehicule (t);
- la viteze diferite ale acestora (s);
- în condiții speciale de funcționare (viteză constantă) (c);
- pentru fiecare tip de sursă fizică (de rulare, impact, scrâșnet, tracțiune, sursele de efecte aerodinamice și suplimentare, de exemplu zgomotele provenite de la poduri) (p).

Pentru calcularea puterii acustice direcționale per metru (contribuție la partea de propagare) provocată de traficul mixt mediu pe tronsonul j, se folosește formula următoare:

$$L_{W',eq,T,dir,i} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{x=1}^X 10^{L_{w',eq,line,x} / 10} \right), \quad (2.3.1)$$

unde

T_{ref} = perioada de timp de referință pentru care este luat în considerare un flux mediu de trafic;

X = numărul total de combinații existente ale i, t, s, c, p pentru fiecare tronson de linie j;

t = indicele pentru tipurile de vehicule de pe tronsonul de linie j;

s = indicele vitezei trenului: există tot atâția indici cât numărul diferitelor viteze medii ale trenului pe tronsonul de linie j;

c = indice pentru condițiile de deplasare: 1 (la viteză constantă), 2 (regim de ralanti);

p = indicele pentru tipurile de sursă fizică: 1 (zgomot de rulare și de impact), 2 (scrâșnet la curbă), 3 (zgomot de tracțiune), 4 (zgomot aerodinamic), 5 (efecte suplimentare);

$L_{W',eq,line,x}$ = puterea acustică direcțională x per metru pentru o sursă liniară a unei combinații de t, s, c, p pe fiecare tronson de cale j.

Dacă se presupune un flux constant de Q vehicule per oră cu o viteză medie v, în medie în orice moment va exista un număr echivalent de Q/v vehicule per lungime unitară a tronsonului feroviar. Emisia de zgomot a fluxului de vehicule din punctul de vedere al puterii acustice direcționale per metru $L_{W',eq,line}$ [exprimată în dB/m. (re. 1012 W)] este integrată prin:

$$L_{W',eq,line,i}(\psi, \varphi) = L_{W,0,dir,i}(\psi, \varphi) + 10 \times \lg \left(\frac{Q}{1000 v} \right) \quad (\text{pentru } c=1), \quad (2.3.2)$$

unde

Q este numărul mediu de vehicule pe oră pe tronsonul j pentru tipul de vehicul t , viteza medie a trenului s și condițiile de deplasare c ;

v este viteza lor [km/h] pe tronsonul j pentru tipul de vehicul t și viteza medie a trenului s .

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

$L_{W,0,dir}$ este nivelul de putere acustică direcțională a zgomotului specific (de rulare, de impact, scrâșnet, frânare, tracțiune, aerodinamic, alte efecte) ale unui singur vehicul în direcțiile ψ , φ definite cu privire la direcția de deplasare a vehiculului (a se vedea figura [2.3.b]).

În cazul unei surse staționare, de exemplu la ralanti, se presupune că vehiculul va rămâne pentru o perioadă totală T_{idle} într-o poziție de pe un tronson cu o lungime L . Prin urmare, cu T_{ref} ca perioadă de timp de referință pentru evaluarea zgomotului (de exemplu 12 ore, 4 ore, 8 ore), puterea acustică direcțională per lungime unitară pe acel tronson este definită prin:

$$L_{W',eq,line,i}(\psi, \varphi) = L_{W,0,dir,i}(\psi, \varphi) + 10 \times \lg \left(\frac{T_{idle}}{T_{ref} L} \right) \quad (\text{pentru } c=2) \quad (2.3.4)$$

În general, puterea acustică direcțională se obține din fiecare sursă ca:

$$L_{W,0,dir,i}(\psi, \varphi) = L_{W,0,i} + \Delta L_{W,dir,vert,i} + \Delta L_{W,dir,hor,i} \quad (2.3.5)$$

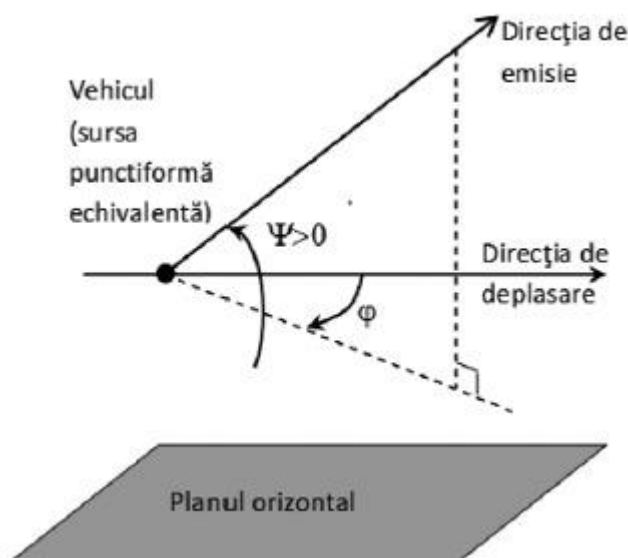
unde

$\Delta L_{W,dir,vert,i}$ este funcția de corecție a directivității verticale (adimensionale) a ψ (figura [2.3.b]);

$\Delta L_{W,dir,hor,i}$ este funcția de corecție a directivității orizontale (adimensionale) a φ (figura [2.3.b]);

și unde $L_{W,0,dir,i}(\psi, \varphi)$, după ce a fost obținută pentru benzi de o treime de octavă, se exprimă pentru benzi de o octavă, prin însumarea din punct de vedere energetic a benzilor de o treime de octavă care compun banda corespunzătoare de o octavă.

Figura [2.3.b]: Definierea geometrică



În scopul calculelor, rezistența sursei este apoi exprimată din punctul de vedere al sursei acustice direcționale per metru lungime de linie $L_{W',tot,dir,i}$ pentru a reprezenta directivitatea surselor în direcția lor verticală și orizontală, prin intermediul corecțiilor suplimentare.

Mai multe $L_{W,0,dir,i\psi\phi}$ sunt luate în considerare pentru fiecare combinație vehicul-linie-viteză-condiții de deplasare:

- pentru o bandă de frecvență de treime de octavă (i);
- pentru fiecare tronson de linie (j);
- înălțimea sursei (h) (pentru surse la 0,5 m h = 1, la 4,0 m h = 2);
- directivitate (d) a sursei.

O serie de $L_{W,0,dir,i}(\psi,\phi)$ este luată în considerare pentru fiecare combinație vehicul-linie-viteză- condiții de deplasare, pentru fiecare tronson, înălțimile corespunzând h = 1 și h = 2 și directivității.

Zgomotul de rulare

Contribuția vehiculului și contribuția liniei la zgomotul de rulare sunt separate în patru elemente esențiale: rugozitatea roților, rugozitatea șinei, funcția de transfer a vehiculului către roți și suprastructură (nave) și funcția de transfer a liniei. Rugozitatea roților și a șinelor reprezintă cauza excitării vibrației la punctul de contact dintre șină și roată și funcțiile de transfer sunt două funcții empirice și modelate care reprezintă întregul fenomen complex al vibrației mecanice și generarea de sunet pe suprafețele roții, șinei, traversei și ale suprastructurii liniei. Această separare reflectă proba fizică conform căreia rugozitatea prezentă pe o șină poate provoca vibrația șinei, dar aceasta poate provoca, de asemenea, vibrația roții și invers. Neincluderea unuia dintre acești patru parametri ar preveni decuplarea clasificării liniilor și trenurilor.

Rugozitatea roții și a șinei

Zgomotul de rulare este în principal generat de rugozitatea șinei și a roții în lungimea de undă de la 5 la 500 de mm.

Definiție

Nivelul de rugozitate L_r este definit ca de 10 ori logaritmul la puterea 10 a pătratului valorii medii la pătrat r^2 a rugozității suprafeței de rulare a unei șine sau a unei roți în direcția de deplasare (nivel longitudinal) măsurat în μm pe o anumită lungime a șinei sau pe întreg diametrul roții, împărțit la valoarea de referință la pătrat r_0^2 :

$$L_r = 10 \times \lg \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \text{ dB}, \quad (2.3.6)$$

unde

$r_0 = 1 \mu\text{m}$,

r = valoarea efectivă a diferenței dislocării verticale de suprafața de contact la nivelul mediu.

Nivelul de rugozitate L_r este de obicei obținut ca un spectru cu lungimea de undă λ și va fi transformat într-un spectru de frecvențe $f = v/\lambda$, unde f este frecvența benzii centrale la o treime de bandă de octavă dată în Hz, λ este lungimea de undă în m și v este viteza trenului în m/s. Spectrul rugozității este definit ca funcție a schimburilor de frecvență pe axa de frecvență pentru diferite viteze. În cazuri generale, după transformarea în spectru de frecvență prin intermediul vitezei, este necesar să se obțină noi valori spectrale ale treimii benzii de octavă reprezentând media dintre două treimi ale benzii de octavă corespunzătoare în domeniul lungimii de undă. Pentru a estima spectrul frecvenței rugozității efective totale care corespunde vitezei adecvate a trenului, cele două treimi de benzi de octavă corespunzătoare definite în domeniul lungimii de undă vor reprezenta o medie din punct de vedere energetic și proporțional.

[18/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Lege 181/2022](#)

Nivelul de rugozitate al șinei (rugozitatea liniei) pentru banda numărului de undă i este definit ca $L_{r,TR,i}$.

Prin analogie, nivelul de rugozitate al roții (rugozitatea vehiculului) pentru banda numărului de undă i este definit

ca $L_{r,VEH,i}$.

Nivelul total și efectiv de rugozitate pentru banda numărului de undă i ($L_{R,tot,i}$) este definit ca suma energiei nivelurilor de rugozitate a șinei și a roții plus filtrul de contact $A_3(\lambda)$ pentru a lua în considerare efectul de filtrare al benzii de contact dintre șină și roată și este în dB:)

$$L_{R,TOT,i} = 10 \cdot \lg \left(10^{L_{r,TR,i}/10} + 10^{L_{r,VEH,i}/10} \right) + A_{3,i}, \quad (2.3.7)$$

unde este exprimat ca o funcție a benzii numărului de undă i care corespunde lungimii de undă λ .

Filtrul de contact depinde de tipul șinei și al roții și de sarcină.

Rugozitatea totală efectivă pentru tronsonul j și fiecare tip de vehicul t la viteza sa corespunzătoare v va fi folosită în metodă.

Funcția de transfer a vehiculului, căii și suprastructurii

Sunt definite trei funcții de transfer independente de viteză $L_{H,TR,i}$, $L_{H,VEH,i}$ și $L_{H,VEH,SUP,i}$: prima pentru fiecare tronson j și următoarele două pentru fiecare tip de vehicul t . Acestea fac legătura dintre nivelul de rugozitate efectivă totală cu puterea acustică, a liniei, a roților și, respectiv, a suprastructurii.

Contribuția suprastructurii este luată în considerare numai pentru vagoanele de marfă, prin urmare numai pentru tipul de vehicule "a".

Pentru zgomotul de rulare, prin urmare, contribuțiile liniei și vehiculului sunt pe deplin descrise de aceste funcții de transfer și de nivelul rugozității totale efective. Atunci când un tren este la ralanti, zgomotul de rulare este exclus.

Pentru puterea acustică per vehicul zgomotul de rulare este calculat la înălțimea osiei și are un nivel de rugozitate efectivă totală $L_{R,TOT,i}$ ca funcție a vitezei vehiculului v , funcțiile de transfer ale liniei, vehiculului și suprastructurii $L_{H,TR,i}$, $L_{H,VEH,i}$ și $L_{H,VEH,SUP,i}$ și numărul total de osii N_a :

pentru $h = 1$:

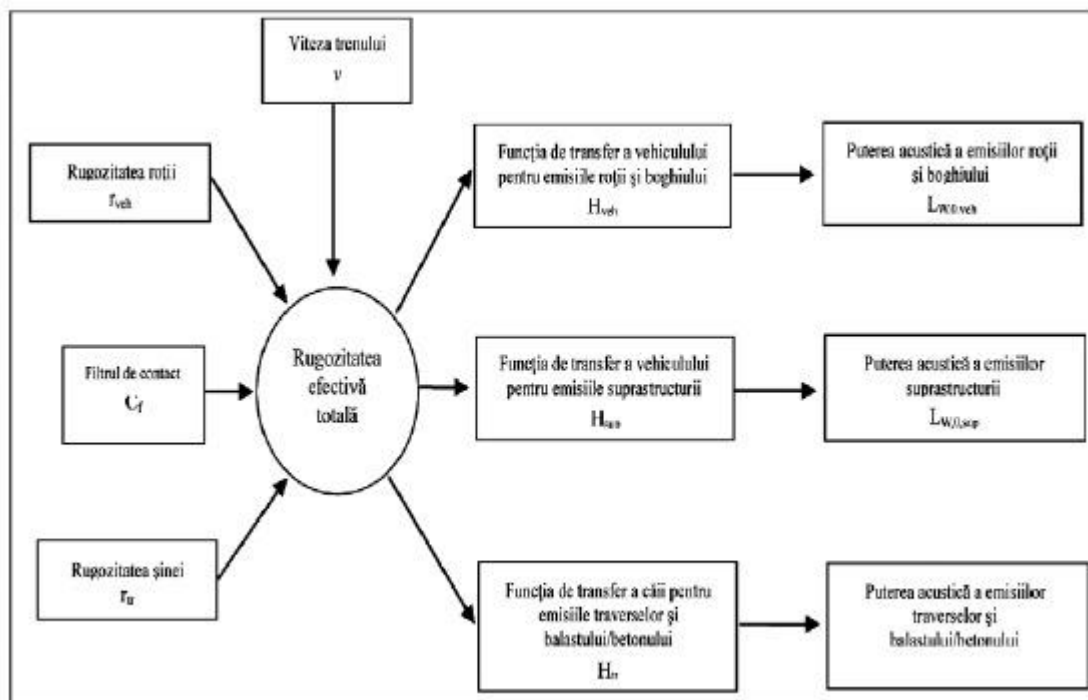
$$L_{W,0,TR,i} = L_{R,TOT,i} + L_{H,TR,i} + 10 \times \lg(N_a) \text{ dB} \quad (2.3.8)$$

$$L_{W,0,VEH,i} = L_{R,TOT,i} + L_{H,VEH,i} + 10 \times \lg(N_a) \text{ dB} \quad (2.3.9)$$

$$L_{W,0,VEH,SUP,i} = L_{R,TOT,i} + L_{H,VEH,SUP,i} + 10 \times \lg(N_a) \text{ dB}, \quad (2.3.10)$$

unde N_a este numărul de osii per vehicul pentru tipul de vehicul t .

Figura [2.3.c]: Schema utilizării diferitelor definiții ale rugozității și funcțiilor de transfer



O viteză minimă de 50 km/h (30 de km/h numai pentru tramvaie și metrou ușor) va fi utilizată pentru a stabili rugozitatea totală efectivă și prin urmare puterea acustică a vehiculelor (această viteză nu afectează calculul fluxului de vehicule) pentru a compensa eroarea potențială introdusă prin simplificarea definiției zgomotului de rulare, a definiției zgomotului de frânare și a definiției zgomotului de impact de la intersecții și macazuri.

Zgomotul de impact (intersecții, macazuri și joante)

Zgomotul de impact poate fi cauzat de aparatele de cale și punctele și legăturile feroviare. Acesta poate varia ca magnitudine și poate domina zgomotul de rulare. Zgomotul de impact poate fi luat în considerare pentru liniile sudate. Pentru zgomotul de impact datorat aparatelor de cale și legăturilor de pe tronsoanele cu o viteză mai mică de 50 km/h (30 km/h numai pentru tramvaie și metrou ușor), deoarece viteza minimă de 50 km/h (30 km/h numai pentru tramvaie și metrou ușor) este folosită pentru a include mai multe efecte conform descrierii de la capitolul privind zgomotul de rulare, se va evita modelarea. Zgomotul de impact va fi, de asemenea, evitat în condiția de deplasare $c = 2$ (ralanti).

Zgomotul de impact este inclus în coeficientul zgomotului de rulare prin adăugare (energie) a unui nivel suplimentar fictiv de rugozitate la impact la nivelul total efectiv de rugozitate pe fiecare tronson specific j pe care este prezent. În acest caz un nou $L_{R,TOT+IMPACT,i}$ va fi folosit în locul lui $L_{R,TOT,i}$ și apoi va deveni:

$$L_{R,TOT+IMPACT,i} = 10 \times \lg \left(10^{L_{R,TOT,i}/10} + 10^{L_{R,IMPACT,i}/10} \right) \text{ dB} \quad (2.3.11)$$

$L_{R,IMPACT,i}$ este un spectru al treimii benzii de octavă (ca funcție a frecvenței). Pentru obținerea acestui spectru de frecvență, un spectru este dat ca o funcție a lungimii de undă λ și va fi transformat în spectrul necesar ca o funcție a frecvenței folosind relația $\lambda = v/f$, unde f este o frecvență centrală a benzii de octavă în Hz și v este viteza vehiculului s a tipului de vehicul t în m/s.

18/06/2022 - [paragraful a fost modificat prin Lege 181/2022](#)

Zgomotul de impact va depinde de severitatea și numărul impacturilor per lungime unitară sau densitate a legăturii, astfel încât în cazul unor impacturi multiple, nivelul de rugozitate la impact de folosit în ecuația de mai sus se va calcula după cum urmează:

$$L_{R,IMPACT,i} = L_{R,IMPACT-SINGLE,i} + 10 \times \lg \left(\frac{n_i}{0.01} \right) \text{ dB}, \quad (2.3.12)$$

unde $L_{R,IMPACT-SINGLE,i}$ este nivelul de rugozitate la impact conform celui pentru impact unic și n_i reprezintă densitatea comună.

Nivelul implicit de rugozitate la impact este dat pentru o densitate comună de $n_i = 0,01 \text{ m}^{-1}$, care este comună la fiecare 100 m de linie.

Situațiile cu diferite numere de legături vor fi approximate ajustând densitatea comună n_i . Ar trebui reținut că la modelarea planului liniilor și a segmentării densitatea comună a șinei va fi luată în considerare, și anume poate fi necesar să se ia un segment separat al sursei pentru o porțiune de linie cu mai multe legături. $L_{W,0}$ a liniei, contribuția roții/boghiului și a suprastructurii este crescută prin intermediul $L_{R,IMPACT,i}$ pentru +/- 50 m înainte și după legătura șinei. În cazul unei serii de legături, creșterea este extinsă la între -50 m înainte de prima legătură și +50 m după ultima legătură.

Aplicabilitatea acestor spectre de putere acustică va fi în mod normal verificată la fața locului.

Pentru liniile sudate se va folosi o valoare implicită n_i de 0,01.

Scrâșnetul

Scrâșnetul la curbă este o sursă specială relevantă numai pentru curbe și, prin urmare, este localizată. Scrâșnetul la curbă depinde în general de raza curbei, de condițiile de frecare, de viteza trenului și de geometria și dinamica linie-roată. Deoarece poate fi semnificativ, este necesară o descriere corespunzătoare. În locurile în care se produce scrâșnetul la curbă, în general în curbe și în curbele liniilor deviate cu ajutorul aparatelor de cale ferată, la puterea sursei trebuie adăugate spectrele de putere acustică suplimentară corespunzătoare. Zgomotul suplimentar poate fi specific fiecărui tip de material rulant, deoarece anumite tipuri de roți și de boghiuri pot produce semnificativ mai puțin zgomot strident decât altele. Dacă sunt disponibile măsurători ale zgomotului în exces, care țin seama suficient de natura aleatoare a scrâșnetului, acestea pot fi utilizate.

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Dacă nu sunt disponibile măsurători adecvate, se poate utiliza o abordare simplă. În această abordare, scrâșnetul este luat în considerare prin adăugarea următoarelor valori suplimentare la spectrele de putere acustică ale zgomotului de rulare pentru toate frecvențele.

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Tren	5 dB pentru curbe cu raza $300 \text{ m} < R \leq 500 \text{ m}$ și $l_{\text{track}} \geq 50 \text{ m}$ 8 dB pentru curbe cu raza $R \leq 300 \text{ m}$ și $l_{\text{track}} \geq 50 \text{ m}$ 8 dB pentru aparate de cale cu raza curbei liniei deviate $R \leq 300 \text{ m}$ 0 dB în toate celelalte cazuri
Tramvai	5 dB pentru curbe și aparate de cale cu raza curbei liniei deviate $R \leq 200 \text{ m}$ 0 dB în toate celelalte cazuri,

unde l_{track} este lungimea liniei pe parcursul curbei, iar R este raza curbei.

Adoptând o abordare simplă, scrâșnetul va fi luat în considerare adăugând 8 dB și 5 dB pentru $R < 300 \text{ m}$ și 5 dB pentru $300 \text{ m} < R < 500 \text{ m}$ la spectrele de putere acustică a zgomotului de rulare pentru toate frecvențele. Contribuția scrâșnetului trebuie aplicată pe tronsoanele de cale ferată unde raza se înscrie în intervalele prevăzute mai sus pentru o lungime de cale de cel puțin 50 m.

Aplicabilitatea acestor spectre de putere acustică sau a valorilor suplimentare se verifică în mod normal la fața locului, în special în cazul tramvaielor și al locurilor în care pentru curbe sau pentru curbele liniilor deviate se instituie măsuri împotriva scrâșnetului.

15/06/2022 - paragraful a fost [introdus prin Hotărâre 756/2022](#).

Zgomotul de tracțiune

Deși, în general, zgomotul de tracțiune este specific pentru fiecare condiție de funcționare caracteristică la viteză constantă, decelerație, accelerație și ralanti, singurele două condiții modelate sunt viteza constantă (care este valabilă și atunci când trenul este în decelerare sau atunci când acesta accelerează) și ralantiul. Rezistența sursei modelate corespunde numai condițiilor de sarcină maximă și acest fapt are ca rezultat cantitățile $L_{W,0,const,i} = L_{W,0,idling,i}$. De asemenea, $L_{W,0,idling,i}$ corespunde contribuției tuturor surselor fizice ale unui vehicul dat atribuibile unei înălțimi specifice descrise la punctul 2.3.1.

$L_{W,0,idling,i}$ se exprimă ca o sursă de zgomot statică la ralanti, pe durata condiției de ralanti, și trebuind să fie utilizată modelată ca o sursă punctiformă, conform descrierii de la capitolul următor pentru zgomotul industrial. Aceasta poate fi luată în considerare numai dacă trenurile sunt la ralanti pentru mai mult de 0,5 ore.

Aceste cantități pot fi obținute din măsurătorile de la toate sursele în fiecare condiție de funcționare sau sursele parțiale pot fi caracterizate în mod individual, determinând dependența lor de parametri și rezistența relativă. Aceasta se poate face prin intermediul măsurătorilor pe un vehicul staționar, prin aplicarea de diferite turații ale echipamentului de remorcare, conform ISO 3095:2005. În măsura în care este relevant, mai multe surse de zgomot de tracțiune trebuie caracterizate, acestea putând să nu depindă toate în mod direct de viteza trenului:

- zgomotul produs de grupul motor, cum ar fi motoarele diesel (precum admisia, eșapamentul și blocul motor), transmisia, generatoarele electrice, care în principal depind de rotațiile pe minut ale motorului (rpm), dar și sursele electrice precum convertizoarele, care în mare parte pot depinde de sarcină;
- zgomotul produs de ventilatoare și sisteme de răcire, în funcție de rotațiile pe minut ale ventilatorului; în anumite cazuri ventilatoarele pot fi direct cuplate la transmisie;
- sursele intermitente de energie, cum ar fi compresoarele, supapele și altele cu o durată caracteristică de funcționare și o corecție corespunzătoare a ciclului de utilizare pentru emisiile de zgomot.

Deoarece fiecare dintre aceste surse poate avea un comportament diferit pentru fiecare condiție de funcționare, zgomotul de tracțiune trebuie să fie specificat în consecință. Rezistența sursei se obține din măsurători efectuate în condiții controlate. În general, în ceea ce privește locomotivele tendința va fi să se demonstreze o mai mare varietate privind încărcarea, precum numărul de vagoane tractate și, prin urmare, puterea de ieșire poate varia în mod semnificativ, întrucât trenurile cu formare fixă, precum unitățile electromotoare (EMU), unitățile cu motor diesel și trenurile de mare viteză, au o sarcină mai bine definită. Nu există nicio atribuire a priori a puterii acustice a sursei înălțimilor sursei, iar această alegere va depinde de zgomotul specific și vehiculul evaluat. Aceasta va fi modelată pentru a fi la sursa A ($h = 1$) și la sursa B ($h = 2$).

Zgomotul aerodinamic

Zgomotul aerodinamic este relevant numai la viteze mari de 200 km/h și, prin urmare, trebuie să se verifice în primul rând dacă în realitate este necesar în scopul aplicării. În cazul în care rugozitatea zgomotului de rulare și funcțiile de transfer sunt cunoscute, zgomotul aerodinamic poate fi extrapolat la viteze mai mari și se poate face o comparație cu datele existente privind deplasarea la mare viteză pentru a verifica dacă zgomotul aerodinamic produce niveluri mai mari. În cazul în care vitezele trenului pe o rețea sunt mai mari de 200 km/h, dar limitate la 250 km/h, în anumite cazuri este posibil să nu fie necesară includerea zgomotului aerodinamic, în funcție de proiectul vehiculului.

Contribuția zgomotului aerodinamic este dată ca o funcție a vitezei:

$$L_{W,0,i} = L_{W,0,1,i}(v_0) + \alpha_{1,i} \times \lg\left(\frac{v}{v_0}\right) \text{ dB} \quad \text{Pentru } h=1 \quad (2.3.13)$$

$$L_{W,0,i} = L_{W,0,2,i}(v_0) + \alpha_{2,i} \times \lg\left(\frac{v}{v_0}\right) \text{ dB} \quad \text{Pentru } h=2, \quad (2.3.14)$$

unde

v_0 este o viteză la care zgomotul aerodinamic este dominant și este stabilită la 300 km/h;

$L_{W,0,1,i}$ este o putere acustică de referință determinată din două sau mai multe puncte de măsurare, pentru surse aflate la înălțimi cunoscute, de exemplu, primul boghiu;

$L_{W,0,2,i}$ este o putere acustică de referință determinată din două sau mai multe puncte de măsurare, pentru surse aflate la înălțimi cunoscute, de exemplu, înălțimile ancadramentului pantografului;

$\alpha_{1,i}$ este un coeficient determinat din două sau mai multe puncte de măsurare, pentru surse aflate la înălțimi cunoscute, de exemplu, primul boghiu;

$\alpha_{2,i}$ este un coeficient determinat din două sau mai multe puncte de măsurare, pentru surse aflate la înălțimi cunoscute, de exemplu, înălțimile ancadramentului pantografului.

Directivitatea sursei

Directivitatea orizontală $\Delta L_{W,dir,hor,i}$ în dB este dată în plan orizontal și implicit se poate presupune că este un dipol pentru rulare, impact (legăturile șinei și altele asemenea), scrâșnet, frânare, ventilatoare și efectele aerodinamice, dată pentru fiecare bandă de frecvență i de:

$$\Delta L_{W,dir,hor,i} = 10 \times \lg(0.01 + 0.99 \cdot \sin^2 \varphi) \quad (2.3.15)$$

Zgomotul produs la poduri este modelat la sursa A ($h = 1$), care se consideră a fi omnidirecțională.

15/06/2022 - [paragraful a fost introdus prin Hotărâre 756/2022.](#)

Directivitatea verticală $\Delta L_{W,dir,ver,i}$ în dB este dată în plan vertical pentru sursa A ($h = 1$) ca funcție a frecvenței centrale $f_{c,i}$ a fiecărei benzi de frecvență i și

15/06/2022 - [paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

pentru $0 < \psi < \pi/2$ este (2.3.16)''

$$\Delta L_{W,dir,ver,i} = \left(\frac{40}{3} * \left[\frac{2}{3} * \sin(2 * \psi) - \sin(\psi)\right] * \lg \left[\frac{f_{c,i} + 600}{200}\right]\right)$$

pentru $-\pi/2 < \psi \leq 0$ este

$$\Delta L_{W,dir,ver,i} = 0$$

15/06/2022 - [paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Pentru sursa B ($h = 2$) pentru efectul aerodinamic:

$$\begin{aligned} \Delta L_{W,dir,ver,i} &= 10 \times \lg(\cos^2 \psi) & \text{pentru } \psi < 0 & \quad \text{în caz contrar} \\ \Delta L_{W,dir,ver,i} &= 0 \end{aligned} \quad (2.3.17)$$

Directivitatea $\Delta L_{dir,ver,i}$ nu este considerată ca sursă B ($h = 2$) pentru alte efecte, deoarece se presupune existența omnidirecționalității pentru aceste surse în această poziție.

2.3.3. Efectele suplimentare

Corecția pentru radiația structurală (poduri și viaducte)

În cazul în care tronsonul este situat pe un pod, este necesar să se ia în considerare zgomotul suplimentar generat de vibrația podului ca urmare a excitației cauzate de prezența trenului. Zgomotul produs de pod este modelat ca o sursă suplimentară, a cărei putere acustică per vehicul este dată de ecuația:

$$L_{W,0,bridge,i} = L_{R,TOT,i} + L_{H,bridge,i} + 10 \times \lg(N_a) \text{ dB}, \quad (2.3.18)$$

unde $L_{H, bridge,i}$ este funcția de transfer a podului. Zgomotul produs de pod $L_{W,0,bridge,i}$ constă numai în sunetul radiat de pod. Zgomotul de rulare produs de un vehicul pe pod se calculează utilizând ecuațiile (2.3.8)-(2.3.10) și alegând funcția de transfer a liniei care corespunde sistemului de linii ce se găsește pe pod. Barierele de la capetele podului nu se iau, în general, în considerare.

Corecția pentru alte surse de zgomot în legătură cu calea ferată

Diverse surse precum depourile, zonele de încărcare/descărcare, gările, soneriile, difuzoarele de gară și altele asemenea pot fi prezente și sunt asociate cu zgomotul provocat de transportul feroviar. Aceste surse trebuie tratate ca surse de zgomot industrial (surse de zgomot fixe) și trebuie să fie modelate, dacă este relevant, în conformitate cu următorul capitol privind zgomotul industrial.

2.4. Zgomotul industrial

2.4.1. Descrierea surselor

Clasificarea tipurilor de surse (punctiforme, liniare, zonale)

Sursele industriale sunt de dimensiuni foarte variabile. Acestea pot fi mari instalații industriale, precum și surse mici concentrate, precum unelte și utilaje de mici dimensiuni folosite în fabrici. Prin urmare, este necesară utilizarea unei tehnici de modelare corespunzătoare pentru sursa specifică în curs de evaluare. În funcție de dimensiunile și modul în care mai multe surse individuale se întind pe o suprafață, fiecare aparținând aceleiași zone industriale, acestea pot fi modelate ca surse punctiforme, surse liniare sau surse zonale. În practică, calcularea efectului de zgomot se bazează întotdeauna pe surse punctiforme, dar mai multe surse punctiforme pot fi folosite pentru a reprezenta o sursă complexă reală, care se întinde pe o linie sau o zonă.

Numărul și amplasarea surselor sonore echivalente

Sursele sonore reale sunt modelate cu ajutorul unor surse sonore echivalente reprezentate de una sau mai multe surse punctiforme, astfel încât puterea acustică totală a sursei reale corespunde sumei puterilor acustice individuale atribuite diferitelor surse punctiforme.

Normele generale care trebuie aplicate în ceea ce privește definirea numărului surselor punctiforme care urmează să fie utilizate sunt:

- surse liniare sau de suprafață în cazul cărora dimensiunea cea mai mare este mai mică de 1/2 din distanța dintre sursă și receptor; pot fi modelate ca surse punctiforme individuale;
- surse în cazul cărora dimensiunea cea mai mare este mai mare de 1/2 din distanța dintre sursă și receptor; pot fi modelate ca o serie de surse punctiforme incoerente ale unei linii sau o serie de surse punctiforme incoerente ale unei zone, astfel încât pentru fiecare dintre aceste surse să fie îndeplinită condiția de 1/2. Distribuția pe o zonă poate include distribuția verticală a surselor punctiforme;
- pentru sursele în cazul cărora cele mai mari dimensiuni în înălțime sunt de peste 2 m sau apropiate de cea a solului trebuie să se acorde o atenție deosebită înălțimii sursei. Dublarea numărului de surse, redistribuirea acestora numai în componenta z nu poate conduce la un rezultat mult mai bun pentru această sursă;
- în cazul oricărei surse, dublarea numărului de surse pe zona sursei (în toate dimensiunile) nu poate conduce la un rezultat mult mai bun.

Poziția surselor sonore echivalente nu poate fi stabilită, având în vedere numărul mare de configurații pe care le poate avea o zonă industrială. În mod normal, se aplică cele mai bune practici.

Emisia de putere acustică

Generalități

Următoarele informații constituie setul complet de date de intrare pentru calculele privind propagarea sunetului cu metodele care trebuie utilizate pentru cartografierea zgomotului:

1. spectrul nivelului de putere acustică emisă în benzi de octavă;
2. orele de lucru (zi, seară, noapte, în medie pe an);
3. amplasare (coordonate x, y) și elevația (z) sursei de zgomot;
4. tipul sursei (punctiformă, liniară, zonală);
5. dimensiunile și orientarea;
6. condițiile de funcționare a sursei;
7. directivitatea sursei;
8. puterea acustică a surselor punctiforme, liniare și zonale trebuie să fie definită ca:
pentru o sursă punctiformă, puterea acustică LW și directivitatea ca o funcție a celor trei coordonate ortogonale (x, y, z);

pot fi definite două tipuri de surse liniare:

1. surse liniare reprezentând benzi transportoare, țevi și altele asemenea, puterea acustică per metru de lungime L_W și directivitatea ca funcție a celor două coordonate ortogonale pe axa sursei liniare;
2. sursele liniare reprezentând vehicule în mișcare se calculează cu formula 2.2.1.

15/06/2022 - punctul a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Sunt pentru o sursă zonală, pentru puterea acustică per metru pătrat L_{W/m^2} și pentru nicio directivitate (fie orizontală sau verticală).

Programul de lucru este un element esențial pentru calculul nivelurilor de zgomot. Programul de lucru este dat pentru perioadele de zi, de seară și de noapte și, dacă propagarea utilizează diferite clase meteorologice definite în fiecare dintre perioadele de zi, de noapte și de seară, atunci o distribuție mai precisă a orelor de lucru este furnizată în subperioade care corespund distribuirii claselor meteorologice. Aceste informații trebuie să se bazeze pe o medie anuală.

Corecția pentru programul de lucru, care se adaugă la puterea acustică a sursei pentru a defini puterea acustică corectată care va fi utilizată pentru calculele fiecărei perioade de timp, C_W în dB, se calculează după cum urmează:

$$C_W = 10 \times \lg \left(\frac{T}{T_{ref}} \right) \quad (2.4.1)$$

15/06/2022 - [paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

unde:

T reprezintă sursa activă într-un interval de timp pe baza unei situații medii anuale, în ore;

T_{ref} este perioada de timp de referință în ore (de exemplu, ziua este de 12 ore, seara de 4 ore și noaptea de 8 ore).

Pentru mai multe surse dominante, corecția privind media anuală a orelor de lucru este estimată la o toleranță de cel puțin 0,5 dB pentru a obține o precizie acceptabilă (aceasta este echivalentă unei marje de eroare de cel mult 10% în definiția perioadei active a sursei).

Directivitatea sursei

Directivitatea sursei este strâns legată de poziția sursei sonore echivalente apropiate de suprafețele învecinate. Întrucât metoda de propagare ia în considerare procesul de reflecție a suprafețelor învecinate, precum și absorbția acustică a acestora, este necesar să se analizeze cu atenție amplasarea suprafețelor învecinate. În general, aceste două cazuri vor fi întotdeauna distinse:

1. puterea acustică și directivitatea unei surse sunt stabilite și date în raport cu o anumită sursă reală atunci când aceasta se află în câmp deschis (cu excepția efectului terenului). Acest lucru este în conformitate cu definițiile privind propagarea, dacă se presupune că nu există o suprafață învecinată mai mică de 0,01 m de la sursă și suprafețele cu o dimensiune de 0,01 m sau mai mult sunt incluse în calculul propagării;

2. puterea acustică și directivitatea unei surse sunt stabilite și date în raport cu o anumită sursă reală atunci când aceasta este introdusă într-un loc specific și, prin urmare, puterea acustică și directivitatea unei surse sunt, de fapt, unele "echivalent", deoarece acestea cuprind modelarea efectului suprafețelor învecinate. Aceasta este definită în "câmp semideschis" în conformitate cu definițiile privind propagarea. În acest caz, suprafețele învecinate modelate sunt excluse din calculul propagării.

Directivitatea va fi exprimată în calcul ca un factor $\Delta L_{W,dir,xyz}(x, y, z)$ care trebuie adăugat la puterea acustică pentru a obține puterea acustică direcțională corectă a unei surse sonore de referință văzută de propagarea sunetului în direcția dată. Factorul poate fi dat ca o funcție a vectorului direcției definit de

$$(x,y,z) \text{ cu } \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = 1$$

Această directivitate poate fi, de asemenea, exprimată prin intermediul altor sisteme de coordonate cum ar fi sistemele de coordonate unghiulare.

2.5. Calculul propagării zgomotului pentru sursele rutiere, feroviare, industriale

2.5.1. Domeniul de aplicare și aplicabilitatea metodei

Prezentul document stabilește o metodă de calcul al atenuării propagării zgomotului în timpul propagării sale exterioare. Cunoscând caracteristicile sursei, această metodă prezice nivelul de presiune acustică continuă echivalentă la un punct receptor care corespunde unor două tipuri specifice de condiții atmosferice:

1. condiții de propagare a refracției în sens descendent (înclinare verticală pozitivă a celerității sonore efective) de la sursă la receptor;

2. condiții atmosferice omogene (înclinare verticală nulă a celerității sonore efective) pe întreaga zonă de propagare.

Metoda de calcul descrisă în prezentul document se aplică infrastructurilor industriale și infrastructurilor de transport terestru. Prin urmare, aceasta se aplică în special infrastructurilor rutiere și feroviare. Transportul aerian este inclus în domeniul de aplicare al metodei respective numai pentru zgomotul produs în timpul operațiunilor la sol și exclude decolarea și aterizarea.

Infrastructurile industriale care emit zgomote tonale puternice sau intermitente, conform standardului ISO 1996-2:2007, nu intră în domeniul de aplicare al acestei metode.

Metoda de calcul nu oferă rezultate în condiții de propagare a refracției în sens ascendent (înclinare verticală negativă a vitezei efective a sunetului), dar aceste condiții sunt aproximate prin condiții omogene la calcularea L_{den} .

Pentru a calcula atenuarea cauzată de absorbția atmosferică în cazul infrastructurii de transport, condițiile de temperatură și de umiditate se calculează în conformitate cu standardul ISO 9613-1:1996.

Metoda furnizează rezultate pentru fiecare bandă de octavă cu frecvențe cuprinse între 63 Hz și 8000 Hz. Calculele se efectuează pentru fiecare dintre frecvențele centrale.

Obiectele înclinate cu mai mult de 15° față de verticală nu sunt considerate a fi reflectoare, dar sunt luate în considerare în toate celelalte aspecte ale propagării, cum ar fi efectele solului și difracția.

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Un singur ecran este calculat ca un singur calcul de difracție, iar două sau mai multe ecrane pe o singură direcție sunt tratate ca o serie ulterioară de difracții individuale prin aplicarea procedurii descrise în continuare.

2.5.2. Definiții utilizate

Toate distanțele, înălțimile, dimensiunile și altitudinile utilizate în prezentul document sunt exprimate în metri (m).

Abrevierea MN reprezintă distanța în 3 dimensiuni (3D) între punctele M și N, măsurate conform unei linii drepte care face legătura între aceste puncte.

Abrevierea MN reprezintă lungimea curbată între punctele M și N, în condiții favorabile.

Este o practică obișnuită ca înălțimile reale să fie măsurate vertical, în direcția perpendiculară pe planul orizontal. Înălțimea punctelor situate deasupra solului local sunt notate cu h , înălțimea absolută a punctelor și înălțimea absolută a solului se vor nota cu litera H .

Pentru a lua în considerare relieful actual al solului pe o traiectorie de propagare, noțiunea de "înălțime echivalentă" este introdusă, care urmează a fi marcată prin litera z . Aceasta înlocuiește înălțimile reale în ecuațiile privind efectul solului.

Nivelurile de zgomot, notate cu majuscula L , sunt exprimate în decibeli (dB) pentru fiecare bandă de frecvență în cazul în care se omite indicele A . Nivelurile sonore în decibeli dB (A) sunt reprezentate de indicele A .

Suma nivelurilor zgomotului generat de sursele incoerente reciproce este notată cu semnul \oplus în conformitate cu următoarea definiție:

$$L_1 \oplus L_2 = 10 \cdot \lg \left[10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} \right] \quad (2.5.1)$$

2.5.3. Considerații geometrice

Segmentarea sursei

Sursele reale sunt descrise printr-o serie de surse punctiforme sau, în cazul traficului feroviar sau rutier, prin surse liniare incoerente. Metoda de propagare presupune că sursele liniare sau zonale au fost anterior divizate pentru a fi reprezentate de o serie de surse punctiforme echivalente. Acest lucru poate avea loc după preprocesarea datelor sursei sau poate să aibă loc în cadrul componentei cu rol de deschizător de drumuri al software-ului de calcul. Modalitățile prin care a avut loc aceasta sunt în afara sferei de aplicare a metodologiei actuale.

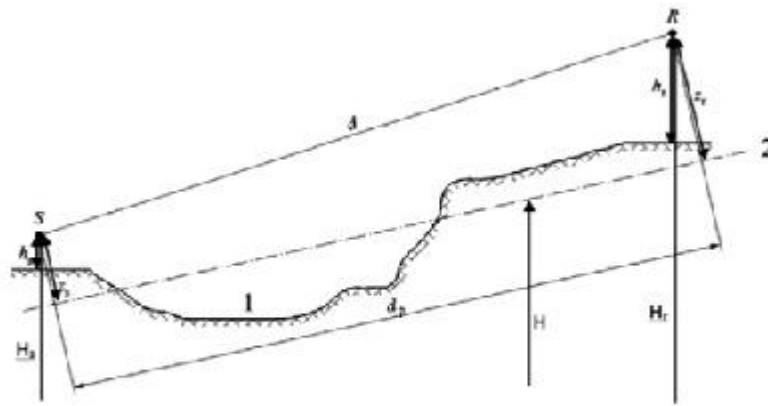
Căile de propagare

Metoda funcționează pe baza unui model geometric, constând într-o serie de suprafețe conectate ale solului și ale obstacolelor. O cale de propagare verticală este desfășurată pe unul sau mai multe planuri verticale cu privire la planul orizontal. Pentru traiectoriile care includ reflexiile pe suprafețele verticale, nu perpendiculare, pe planul incidentului, un alt plan vertical este ulterior luat în considerare care include partea reflectată a traiectoriei de propagare. În aceste cazuri, atunci când mai multe planuri verticale sunt utilizate pentru a descrie întreaga traiectorie de la sursă la receptor, planurile verticale sunt apoi turtite, precum un paravan chinezesc desfășurat.

Înălțimile semnificative deasupra solului

Înălțimile echivalente sunt obținute din planul mediu al solului dintre sursă și receptor. Aceasta înlocuiește solul actual cu un plan fictiv reprezentând profilul mediu al terenului.

Figura 2.5.a: Înălțimi echivalente în relație cu solul



1: Relieful actual
2: Planul mediu

Înălțimea echivalentă a unui punct este înălțimea ortogonală în relație cu planul mediu al solului. Înălțimea echivalentă a solului z_s și înălțimea echivalentă a receptorului z_r pot fi, prin urmare, definite. Distanța dintre sursă și receptor în proiecție pe un plan mediu al solului este notată cu d_p .

Dacă înălțimea echivalentă a unui punct devine negativă, și anume dacă un punct este amplasat sub planul mediu al solului, este reținută o înălțime nulă și punctul echivalent este apoi identic cu imaginea sa posibilă.

Calculul planului mediu

În planul traiectoriei, topografia (inclusiv terenul, colinele, rambleele și alte obstacole înălțate de om, clădirile,...) poate fi descrisă de o serie ordonată de puncte discrete (x_k, H_k) ; $k \in \{1, \dots, n\}$. Această serie de puncte definește o linie poligonală, sau, în mod echivalent, o secvență de segmente drepte $H_k = a_k x + b_k$, $x \in [x_k, x_{k+1}]$; $k \in \{1, \dots, n\}$, unde:

$$\begin{cases} a_k = (H_{k+1} - H_k) / (x_{k+1} - x_k) \\ b_k = (H_k \cdot x_{k+1} - H_{k+1} \cdot x_k) / (x_{k+1} - x_k) \end{cases} \quad (2.5.2)$$

Planul mediu este reprezentat de o linie dreaptă $Z = ax + b$; $x \in [x_1, x_n]$, care este ajustat de linia poligonală prin intermediul unei aproximări prin metoda celor mai mici pătrate. Ecuația liniei medii poate fi ajustată analitic.

Folosind:

$$\begin{cases} A = \frac{2}{3} \sum_{k=1}^{n-1} a_k (x_{k+1}^3 - x_k^3) + \sum_{k=1}^{n-1} b_k (x_{k+1}^2 - x_k^2) \\ B = \sum_{k=1}^{n-1} a_k (x_{k+1}^2 - x_k^2) + 2 \sum_{k=1}^{n-1} b_k (x_{k+1} - x_k) \end{cases} \quad (2.5.3)$$

Coefficienții liniei drepte sunt stabiliți prin:

$$\begin{cases} a = \frac{3(2A - B(x_n + x_1))}{(x_n - x_1)^3} \\ b = \frac{2(x_n^3 - x_1^3)}{(x_n - x_1)^4} B - \frac{3(x_n + x_1)}{(x_n - x_1)^3} A \end{cases}, \quad (2.5.4)$$

unde segmentele cu $x_{k+1} = x_k$ sunt ignorate la evaluarea ecuației 2.5.3.

Reflexiile fațadelor clădirilor și ale altor obstacole verticale

Contribuțiile reflexiilor sunt luate în considerare prin introducerea surselor de tip imagine descrise mai jos.

2.5.4. Modelul de propagare a sunetului

Pentru un receptor R calculele se fac conform următoarelor etape:

1) pe fiecare cale de propagare:

- a) calculul atenuării în condiții favorabile;
- b) calculul atenuării în condiții omogene;
- c) calculul nivelului sunetului pe termen lung pentru fiecare cale;

2) acumularea nivelurilor sunetului pe termen lung pentru toate căile care afectează un receptor specific care permite, prin urmare, calcularea nivelului total al sunetului la punctul receptor.

Ar trebui reținut că numai atenuările datorate efectului solului (A_{ground}) și difracției (A_{dif}) sunt afectate de condițiile meteorologice.

2.5.5. Procesul de calcul

Pentru o sursă punctiformă S a puterii acustice direcționale $L_{W,0,dir}$ și pentru o bandă a frecvenței date, nivelul presiunii sonore continue echivalente la un punct receptor R în condiții atmosferice date este obținut conform ecuațiilor de mai jos.

Nivelul sunetului în condiții favorabile (L_F) pentru o traiectorie (S,R)

$$L_F = L_{W,0,dir} - A_F \quad (2.5.5)$$

Coeficientul A_F reprezintă atenuarea totală de-a lungul traiectoriei de propagare în condiții favorabile și este defalcat după cum urmează:

$$A_F = A_{div} + A_{atm} + A_{boundary,F} \quad (2.5.6)$$

unde

A_{div} este atenuarea datorată divergenței geometrice;

A_{atm} este atenuarea datorată absorbției atmosferice;

$A_{boundary,F}$ este atenuarea datorată limitei mediului de propagare în condiții favorabile. Poate conține următorii coeficienți:

$A_{ground,F}$ care este atenuarea datorată solului în condiții favorabile;

$A_{dif,F}$ care este atenuarea datorată difracției în condiții favorabile.

Pentru o anumită traiectorie și bandă de frecvență sunt posibile următoarele două scenarii:

- fie $A_{ground,F}$ este calculată fără difracție ($A_{dif,F} = 0$ dB) și $A_{boundary,F} = A_{ground,F}$;
- fie $A_{dif,F}$ este calculată. Efectul solului este luat în considerare în ecuația $A_{dif,F}$ în sine ($A_{ground,F} = 0$ dB). Prin urmare, se obține $A_{boundary,F} = A_{dif,F}$.

Nivelul sunetului în condiții omogene (L_H) pentru o traiectorie (S,R)

Procedura este strict identică celei a condițiilor favorabile prezentate în secțiunea anterioară.

$$L_H = L_{W,0,dir} - A_H \quad (2.5.7)$$

Coeficientul A_H reprezintă atenuarea totală de-a lungul traiectoriei de propagare în condiții omogene și este defalcat după cum urmează:

$$A_H = A_{div} + A_{atm} + A_{boundary,H} \quad (2.5.8)$$

unde

A_{div} este atenuarea datorată divergenței geometrice;

A_{atm} este atenuarea datorată absorbției atmosferice;

$A_{boundary,H}$ este atenuarea datorată limitei mediului de propagare în condiții omogene. Poate conține următorii coeficienți:

$A_{ground,H}$ care este atenuarea datorată solului în condiții omogene;

$A_{dif,H}$ care este atenuarea datorată difracției în condiții omogene.

Pentru o anumită traiectorie și bandă de frecvență sunt posibile următoarele două scenarii:

- fie $A_{ground,H}$ ($A_{dif,H} = 0$ dB) este calculată fără difracție și

$A_{boundary,H} = A_{ground,H}$;

- fie $A_{dif,H}$ ($A_{ground,H} = 0$ dB) este calculată. Efectul solului este luat în considerare în ecuația $A_{dif,H}$ în sine. Prin urmare, se obține $A_{boundary,H} = A_{dif,H}$.

Abordarea statistică din cadrul zonelor urbane pentru o traiectorie (S,R)

În zonele urbane, o abordare statistică a calculului propagării sunetului în spatele primei linii a clădirilor este permisă, de asemenea, cu condiția ca o astfel de metodă să fie documentată corespunzător, inclusiv informațiile relevante privind calitatea metodei. Această metodă poate înlocui calculul $A_{boundary,H}$ și $A_{boundary,F}$ printr-o aproximare a atenuării totale pentru traiectoria directă și toate reflexiile. Calculul se va baza pe densitatea medie a clădirii și înălțimea medie a tuturor clădirilor din zonă.

Nivelul sunetului pe termen lung pentru o traiectorie (S,R)

Nivelul sunetului "pe termen lung" de-a lungul unei căi pornind de la o sursă punctiformă dată este obținut din suma logaritmică a energiei sonore ponderate în condiții omogene și energia sonoră în condiții favorabile.

Aceste niveluri ale sunetului sunt ponderate de probabilitatea medie p a condițiilor favorabile în direcția traiectoriei (S,R):

$$L_{LT} = 10 \times \lg \left(p \cdot 10^{\frac{L_F}{10}} + (1-p) \cdot 10^{\frac{L_H}{10}} \right) \quad (2.5.9)$$

NB:

Valorile probabilității pentru p sunt exprimate în procentaje. Astfel, de exemplu, dacă valoarea probabilității este 82%, ecuația (2.5.9) va avea valoarea $p = 0,82$.

Nivelul sunetului pe termen lung la punctul R pentru toate căile

Nivelul sunetului total pe termen lung la receptor pentru o bandă de frecvență este obținut de contribuțiile energetice însumate din toate căile N , cu toate tipurile incluse:

$$L_{tot,LT} = 10 \times \lg \left(\sum_n 10^{\frac{L_{n,LT}}{10}} \right), \quad (2.5.10)$$

unde

n este indicele căilor dintre S și R.

Luarea în considerare a reflexiilor prin intermediul surselor de tip imagine este descrisă mai jos. Procentajul probabilității condițiilor favorabile în cazul unei căi reflectate pe un obstacol vertical se consideră a fi identic probabilității traiectoriei directe.

Dacă S' este sursa de tip imagine a S, atunci probabilitatea p' a traiectoriei (S',R) se consideră a fi egală

probabilității p a traiectoriei (S_i, R).

Nivelul sunetului pe termen lung la punctul R în decibeli A (dBA)

Nivelul total al sunetului în decibeli A (dBA) este obținut prin însumarea nivelurilor fiecărei benzi de frecvență:

$$L_{Aeq,LT} = 10 \times \lg \sum_i 10^{(L_{Aeq,LT,i} + AWC_{f,i})/10}, \quad (2.5.11)$$

unde i este indicele benzii de frecvență. AWC reprezintă corecția de ponderare pe curba A, după cum urmează:

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Frecvența [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
AWC _{f,i} [dB]	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1,0	-1,1"

Acest nivel $L_{Aeq,LT}$ constituie rezultatul final, și anume nivelul de presiune sonoră pe termen lung ponderat pe curba A la punctul receptor la un interval de timp de referință specific (de exemplu, ziua sau seara sau o perioadă mai scurtă de timp ziua, seara sau noaptea).

2.5.6. Calculul propagării zgomotului pentru sursele rutiere, feroviare și industriale

Divergența geometrică

Atenuarea datorată divergenței geometrice, A_{div} , corespunde unei reduceri a nivelului sonor ca urmare a distanței de propagare. Pentru o sursă sonoră punctiformă în câmp deschis, atenuarea în dB este dată de:

$$A_{div} = 20 \times \lg(d) + 11 \quad (2.5.12)$$

unde d este distanța de orientare directă 3 D dintre sursă și receptor.

Absorbția atmosferică

Atenuarea datorată absorbției atmosferice A_{atm} în timpul propagării pe o distanță d este dată în dB de ecuația:

$$A_{atm} = \alpha_{atm} \cdot d / 1000, \quad (2.5.13)$$

unde:

d este distanța de orientare directă 3 D dintre sursă și receptor în m;

α_{atm} este coeficientul atenuării atmosferice dB/km la frecvența centrală nominală pentru fiecare bandă de frecvență, în conformitate cu standardul ISO 9613-1.

Valorile coeficientului α_{atm} sunt date pentru o temperatură de 15°C, o umiditate relativă de 70% și o presiune atmosferică de 101.325 Pa. Acestea sunt calculate cu frecvențele centrale exacte ale benzii de frecvență. Aceste valori sunt în conformitate cu standardul ISO 9613-1. Media meteorologică pe termen lung va fi folosită dacă sunt disponibile date meteorologice.

Efectul solului

Atenuarea datorată efectului solului este în principal rezultatul interferenței dintre sunetul reflectat și sunetul care este propagat direct de la sursă la receptor. Este fizic legat de absorbția acustică a solului deasupra căruia este propagată unda sonoră. Cu toate acestea, depinde, de asemenea, semnificativ de condițiile atmosferice din timpul propagării, deoarece curbarea razei modifică înălțimea traiectoriei deasupra solului și face efectele solului și terenului din apropierea sursei mai mult sau mai puțin semnificative.

În cazul în care propagarea dintre sursă și receptor este afectată de orice obstacol al planului de propagare, efectul solului este calculat separat de partea sursei și a receptorului. În acest caz, z_s și z_r se referă la poziția sursei echivalente și/sau a receptorului conform indicațiilor de mai jos dacă calculul difracției A_{dif} este prezentat.

Caracterizarea acustică a solului

Proprietățile acustice ale absorbției solului sunt în principal legate de porozitatea sa. Solul compact este în general reflectant, iar solul poros este absorbant.

Pentru cerințele operaționale de calcul, absorbția acustică a solului este reprezentată de un coeficient adimensional G, între 0 și 1. G este independent de frecvență. Tabelul 2.5.a oferă valorile G pentru solul din aer liber. În general, media coeficientului G pe o cale are valori cuprinse între 0 și 1.

Tabelul 2.5. a: Valorile G pentru diferite tipuri de sol

Descrierea	Tipul	(kPa·s/m ²)	Valoarea G
Foarte moale (zăpadă sau acoperit cu mușchi)	A	12,5	1
Sol moale din pădure (strat subțire, strat dens acoperit cu iarbă sau strat gros acoperit cu mușchi)	B	31,5	1
Sol necompactat, afânat (gazon, iarbă, sol afânat)	C	80	1
Sol normal necompactat (soluri de pădure, pășuni)	D	200	1
Câmp compactat și pietriș (pajiști compactate, zone de parc)	E	500	0.7
Sol dens compactat (drum cu pietriș, parcare)	F	2.000	0.3
Suprafețe dure (majoritatea asfalt normal, beton)	G	20.000	0
Suprafețe foarte dure și dense (asfalt dens, beton, apă)	H	200.000	0

G_{path} este definit ca fracția solului absorbant prezent pe întreaga cale acoperită.

Atunci când sursa și receptorul sunt apropiate astfel încât $d_p \leq 30(z_s + z_r)$, distincția dintre tipul de sol aflat în apropierea sursei și tipul de sol aflat în apropierea receptorului este neglijabilă. Pentru a lua în considerare această observație, factorul solului G_{path} este corectat, prin urmare, în cele din urmă după cum urmează:

$$G'_{path} = \begin{cases} G_{path} \frac{d_p}{30(z_s + z_r)} + G_s \left(1 - \frac{d_p}{30(z_s + z_r)} \right) & \text{dacă } d_p \leq 30(z_s + z_r) \\ G_{path} & \text{în caz contrar} \end{cases} \quad (2.5.14)$$

unde:

G_s este factorul solului pentru zona sursei.

$G_s = 0$ pentru platforme rutiere⁴, șinele fără traverse

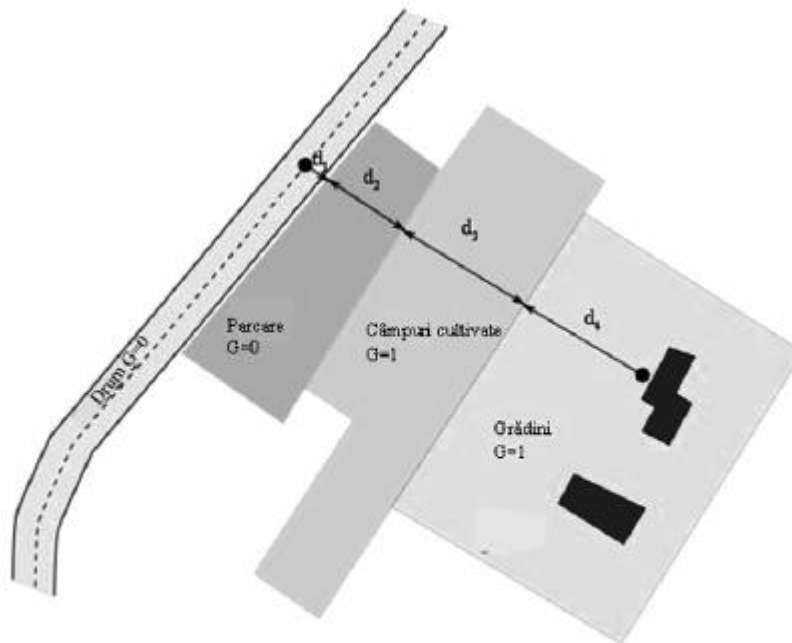
⁴ Absorbția pavajelor rutiere poroase este luată în considerare în modelul de emisie.

$G_s = 1$ pentru liniile feroviare pe balast

Nu există un răspuns general în cazul surselor și uzinelor industriale.

G poate fi legat de rezistivitatea fluxului.

Figura 2.5.b: Determinarea coeficientului solului G_{path} pe o cale de propagare



$$d_p = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$G_{path} = \frac{(0 \cdot d_1 + 0 \cdot d_2 + 1 \cdot d_3 + 1 \cdot d_4)}{d_p} = \frac{(d_3 + d_4)}{d_p}$$

Distanțele d_n sunt determinate de proiecția bidimensională pe planul orizontal.

15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre [756/2022](#).

Următoarele două subsecțiuni privind calculele în condiții favorabile și omogene introduc simbolurile generice \tilde{G}_w și \tilde{G}_m pentru absorbția solului. Tabelul 2.5.b prevede corespondența dintre aceste simboluri și variabilele G_{path} și G'_{path} .

Tabelul 2.5. b: Corespondența dintre \tilde{G}_w și \tilde{G}_m și (G_{path} , G'_{path})

	Condiții omogene			Condiții favorabile		
	A_{ground}	Δ_{ground} (S, O)	Δ_{ground} (O, R)	A_{ground}	Δ_{ground} (S, O)	Δ_{ground} (O, R)
\tilde{G}_w	G'_{path}		G_{path}			
\tilde{G}_m	G'_{path}	G_{path}	G'_{path}		G_{path}	

Calculule în condiții omogene

Atenuarea cauzată de efectul solului în condiții omogene se calculează conform următoarelor ecuații: dacă $G_{path} \neq 0$

$$A_{ground,H} = \max \left(-10 \times \lg \left[4 \frac{k^2}{d_p^2} \left(z_s^2 - \sqrt{\frac{2C_f}{k}} z_s + \frac{C_f}{k} \right) \left(z_r^2 - \sqrt{\frac{2C_f}{k}} z_r + \frac{C_f}{k} \right) \right], A_{ground,H,min} \right), \quad (2.5.15)$$

unde

$$k = \frac{2\pi f_m}{c}$$

f_m este frecvența centrală nominală a benzii de frecvență în cauză, în Hz;

c este viteza sunetului în aer, considerată egală cu valoarea 340 m/s, Cf este definit de:

$$C_f = d_p \frac{1 + 3wd_p e^{-\sqrt{wd_p}}}{1 + wd_p} \quad (2.5.16)$$

în cazul în care valorile lui w se obțin cu ajutorul ecuației de mai jos:

$$w = 0.0185 \frac{f_m^{2.5} \bar{G}_w^{2.6}}{f_m^{1.5} \bar{G}_w^{2.6} + 1.3 \cdot 10^3 f_m^{0.75} \bar{G}_w^{1.3} + 1.16 \cdot 10^6} \quad (2.5.17)$$

\bar{G}_w pot fi egale fie cu G_{path} , fie cu G'_{path} dacă efectul solului este calculat cu sau fără difracție și conform naturii solului de sub sursă (sursă reală sau difractată). Acestea sunt prevăzute în următoarele subsecțiuni și sunt rezumate în tabelul 2.5.b.

$$A_{\text{ground,H,min}} = -3(1 - \bar{G}_m) \quad (2.5.18)$$

este limita inferioară a $A_{\text{ground,H}}$.

Pentru o cale (S_i, R) în condiții omogene fără difracție:

$$\bar{G}_w = G'_{\text{path}}$$

$$\bar{G}_m = G'_{\text{path}}$$

Cu difracție, a se vedea secțiunea privind difracția pentru definițiile \bar{G}_w și \bar{G}_m .

dacă $G_{\text{path}} = 0$: $A_{\text{ground,H}} = -3$ dB

Coeficientul $-3(1 - \bar{G}_m)$ nu ia în considerare faptul că, atunci când sursa și receptorul sunt îndepărtate, prima sursă de reflexie nu se mai află pe platformă, ci pe teren natural.

Calculul în condiții favorabile

Efectul solului în condiții favorabile se calculează cu ecuația $A_{\text{ground,H}}$, cu condiția să se facă următoarele modificări:

Dacă $G_{\text{path}} \neq 0$

a) În ecuația 2.5.15 ($A_{\text{ground,H}}$), înălțimile z_s și z_r sunt înlocuite cu $z_s + \delta z_s + \delta z_T$ și, respectiv, $z_r + \delta z_r + \delta z_T$, unde:

15/06/2022 - litera a fost [modificată prin Hotărâre 756/2022](#)

$$\begin{cases} \delta z_s = a_0 \left(\frac{z_s}{z_s + z_r} \right)^2 \frac{d_p^2}{2} \\ \delta z_r = a_0 \left(\frac{z_r}{z_s + z_r} \right)^2 \frac{d_p^2}{2} \end{cases} \quad (2.5.19)$$

$a_0 = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}$ este opusul razei curburii

$$\delta z_T = 6 \cdot 10^{-3} \frac{d_p}{z_s + z_r}$$

b) Limita inferioară a $A_{\text{ground,F}}$ (calculată fără modificarea înălțimilor) depinde de geometria traiectoriei:

15/06/2022 - litera a fost [modificată prin Hotărâre 756/2022](#)

$$A_{ground,F,min} = \begin{cases} -3(1 - \overline{G_m}) & \text{dacă } d_p \leq 30(z_s + z_r) \\ -3(1 - \overline{G_m}) \cdot \left(1 + 2\left(1 - \frac{30(z_s + z_r)}{d_p}\right)\right) & \text{în caz contrar} \end{cases} \quad (2.5.20)$$

Dacă $G_{path} = 0$

$A_{ground,F} = A_{ground,F,min}$

Corecțiile înălțimii δz_s și δz_r asigură efectul deformării sunetului.

δz_T reprezintă efectul de turbulență.

\overline{G}_m pot fi egale fie cu G_{path} , fie cu G'_{path} dacă efectul solului este calculat cu sau fără difracție și conform naturii solului de sub sursă (sursă reală sau difractată). Acestea sunt prevăzute în următoarele subsecțiuni.

Pentru o cale (S_j, R) în condiții favorabile fără difracție:

$\overline{G}_w = G_{path}$ în ecuația (2.5.17);

$\overline{G}_m = G'_{path}$.

Cu difracție, a se vedea următoarea secțiune pentru definițiile \overline{G}_w și \overline{G}_m .

Difracție

Ca o regulă generală, difracția va fi studiată la capătul superior al fiecărui obstacol de pe calea de propagare. În cazul în care calea depășește "suficient" limita difracției, $A_{dif} = 0$ poate fi stabilită și se poate calcula unda directă, în special prin evaluarea A_{ground} .

În practică, următoarele specificații sunt luate în considerare în planul vertical unic care conține atât sursa, cât și receptorul (un paravan chinezesc aplatizat, în cazul unei traiectorii care include reflecții). Unda directă de la sursă la receptor este o linie dreaptă în condiții de propagare omogene și o linie curbă (un arc a cărui rază depinde de lungimea undei directe) în condiții de propagare favorabile.

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Dacă unda directă nu este blocată, se caută muchia D care produce cea mai mare diferență de lungime a traiectoriei δ (cea mai mică valoare absolută, deoarece aceste diferențe de lungime a traiectoriei sunt negative).

Difracția este luată în considerare:

- dacă această diferență de lungime a traiectoriei este mai mare de $-\lambda/20$; și
- dacă criteriul Rayleigh este îndeplinit.

Aceste condiții sunt îndeplinite dacă δ este mai mare de $\lambda/4 - \delta^*$, unde δ^* este diferența de lungime a traiectoriei calculată cu aceeași muchie D, dar față de sursa în oglindă S^* , calculată cu planul mediu al solului pe partea sursei, și față de receptorul în oglindă R^* , calculat cu planul mediu al solului pe partea receptorului. Pentru a calcula δ^* se iau în considerare numai punctele S^* , D și R^* , celelalte muchii care blochează traiectoria $S^* \rightarrow D \rightarrow R^*$ fiind neglijate.

Pentru considerațiile de mai sus, lungimea de undă λ se calculează utilizând frecvența centrală nominală și viteza sunetului de 340 m/s.

Dacă aceste două condiții sunt îndeplinite, muchia D separă partea sursei de partea receptorului și se calculează două planuri medii separate ale solului, iar A_{dif} se calculează după cum se arată în restul acestei părți. În caz contrar, nu se ia în considerare atenuarea prin difracție pentru această traiectorie și se calculează un plan mediu comun al solului pentru traiectoria $S \rightarrow R$, iar A_{ground} se calculează fără difracție ($A_{dif} = 0$ dB).

Această regulă se aplică atât în condiții omogene, cât și în condiții favorabile.

Atunci când, pentru o anumită bandă de frecvență, se face un calcul conform procedurii descrise în prezenta secțiune, A_{ground} este stabilită ca fiind egală cu 0 dB la calcularea atenuării totale. Efectul solului este luat în considerare în mod direct în ecuația de calcul a difracției generale.

Ecuțiile propuse aici sunt utilizate pentru procesarea difracției pe ecrane subțiri, ecrane groase, clădiri, berme de pământ (naturale sau artificiale) și pe marginile rambleurilor, excavațiilor și pe viaducte.

Atunci când mai multe obstacole difractante sunt întâlnite pe o cale de propagare, ele sunt tratate ca o difracție multiplă prin aplicarea procedurii descrise în secțiunea următoare pentru calcularea diferenței traiectoriei.

Procedurile prezentate aici sunt utilizate pentru a calcula atenuările atât în condiții omogene, cât și în condiții favorabile. Deformarea undei este luată în considerare în calculul diferenței traiectoriei și pentru a calcula efectele solului înainte și după difracție.

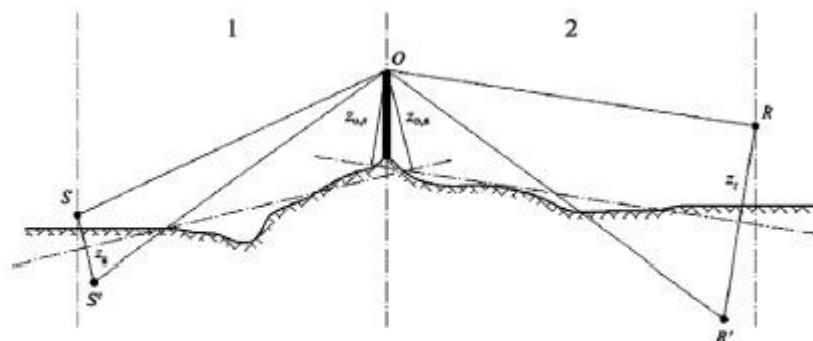
Principiile generale

Figura 2.5.c ilustrează metoda generală pentru calculul atenuării cauzate de difracție. Această metodă se bazează pe descompunerea traiectoriei de propagare în două părți: calea "de pe partea sursei", situată între sursă și punctul de difracție, și "calea de pe partea receptorului", situată între punctul de difracție și receptor.

Se calculează următoarele:

1. un efect al solului, pe partea sursei $\Delta_{\text{ground}}(S, O)$;
2. un efect al solului, pe partea receptorului $\Delta_{\text{ground}}(S, O)$;
3. și trei difracții:
4. între sursa S și receptorul R: $\Delta_{\text{dif}}(S, R)$;
5. între sursa de imagine S' și R: $\Delta_{\text{dif}}(S', R)$;
6. între sursa S și receptorul de imagine R': $\Delta_{\text{dif}}(S, R')$.

Figura 2.5.c: Geometria calculului atenuării datorate difracției



- 1: Partea sursei
- 2: Partea receptorului

unde:

S este sursa;

R este receptorul;

S' este sursa de imagine în relație cu partea sursei planului mediu al solului;

R' este receptorul de imagine în relație cu partea receptorului planului mediu al solului;

O este punctul de difracție;

z_s este înălțimea echivalentă a sursei S în relație cu partea sursei planului mediu;

$z_{o,s}$ este înălțimea echivalentă a punctului de difracție O în relație cu partea sursei planului mediu al solului;

z_r este înălțimea echivalentă a receptorului R în relație cu partea sursei planului mediu;

$z_{o,r}$ este înălțimea echivalentă a punctului de difracție O în relație cu partea receptorului planului mediu al solului.

Asimetria solului dintre sursă și punctul de difracție și dintre punctul de difracție și receptor este luată în considerare prin intermediul înălțimilor echivalente calculate în relație cu planul mediu al solului, mai întâi

partea sursei și apoi partea receptorului (două planuri medii ale solului), conform metodei descrise în secțiunea privind înălțimile semnificative de deasupra solului.

Difracția pură

Pentru difracția pură, fără efecte ale solului, atenuarea este dată de:

$$\Delta_{dif} = \begin{cases} 10C_h \cdot \lg\left(3 + \frac{40}{\lambda} C'' \delta\right) & \text{dacă } \frac{40}{\lambda} C'' \delta \geq -2, \\ 0 & \text{în caz contrar} \end{cases}, \quad (2.5.21)$$

unde

$$C_h = 1 \quad (2.5.22)$$

λ este lungimea undei la frecvența centrală nominală a benzii de frecvență în cauză;

δ este diferența traiectoriei dintre calea difractată și calea directă (a se vedea următoarea secțiune privind calculul diferenței traiectoriei);

C'' este coeficientul utilizat pentru a lua în considerare difracțiile multiple:

$C'' = 1$ pentru o difracție individuală.

Pentru difracția multiplă, dacă e este distanța totală pe traiectorie dintre primul și ultimul punct de difracție (a se utiliza unde curbate în cazul condițiilor favorabile) și dacă e depășește 0,3 m (în caz contrar, $C'' = 1$), acest coeficient este definit de ecuația:

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

$$C'' = \frac{1 + \left(\frac{5\lambda}{e}\right)^2}{1/3 + \left(\frac{5\lambda}{e}\right)^2} \quad (2.5.23)''$$

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

Valorile Δ_{dif} vor fi stabilite:

- dacă $\Delta_{dif} < 0$: $\Delta_{dif} = 0$ dB;

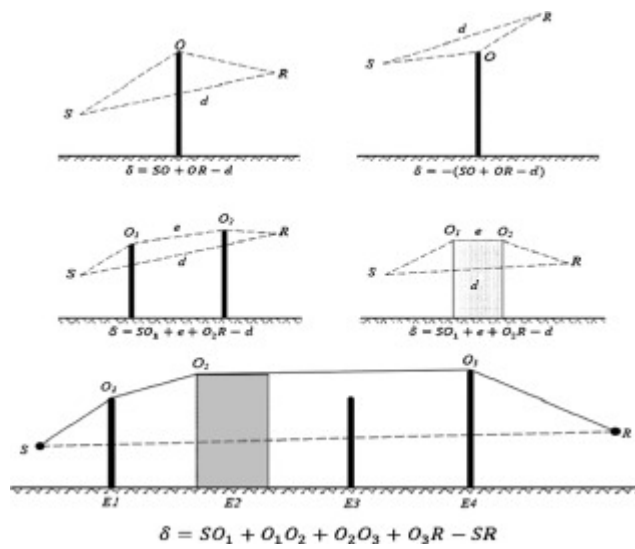
- dacă $\Delta_{dif} > 25$: $\Delta_{dif} = 25$ dB pentru o difracție pe limita orizontală și numai pentru coeficientul Δ_{dif} care figurează în calculul A_{dif} . Această limită superioară nu trebuie aplicată în coeficienții Δ_{dif} care intervin în calculul Δ_{ground} sau pentru o difracție de pe limita verticală (difracție laterală) în cazul cartografierii acustice industriale.

Calculul diferenței traiectoriei

Diferența traiectoriei δ este calculată într-un plan vertical care conține sursa și receptorul. Aceasta este o aproximare în ceea ce privește principiul Fermat. Aproximarea rămâne aplicabilă în acest caz (surse liniare). Diferența traiectoriei δ se calculează ca în următoarele figuri, pe baza situațiilor întâlnite.

Condiții omogene

Figura 2.5.d: Calculul diferenței traiectoriei în condiții omogene. O, O1 și O2 sunt punctele de difracție



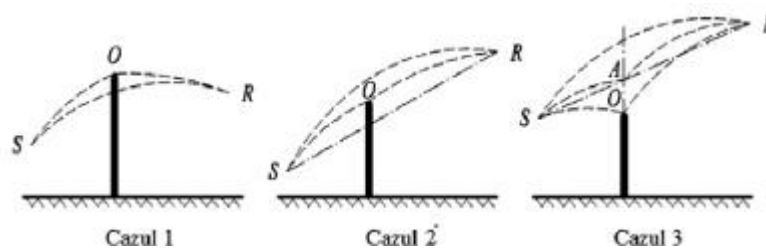
15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre [756/2022](#)

Notă:

Pentru fiecare configurare, este dată expresia δ .

Condiții favorabile

Figura 2.5.e: Calculul diferenței traiectoriei în condiții favorabile (difracție unică)



În condiții favorabile, se consideră că cele trei unde sonore curbate SO, OR și SR au o rază de curbare identică Γ definită de:

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre [756/2022](#)

18/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Lege [181/2022](#)

$$\Gamma = \max(1000, 8d) \tag{2.5.24}$$

Unde d este definit de distanța în spațiul tridimensional dintre sursă și receptor pe traiectoria nedesfășurată.

15/06/2022 - paragraful a fost [introdus](#) prin Hotărâre [756/2022](#).

Lungimea curburii unei unde sonore MN este notată cu $\hat{M}N$ în condiții favorabile. Această lungime este egală cu:

$$\hat{M}N = 2\Gamma \arcsin\left(\frac{MN}{2\Gamma}\right) \tag{2.5.25}$$

În principiu, trei scenarii ar trebui luate în considerare la calculul diferenței traiectoriei în condiții favorabile $\Delta_{F\delta F}$

(a se vedea figura 2.5.e). În practică, sunt suficiente două ecuații:

dacă unda sonoră directă SR este mascată de obstacol (primul și al doilea caz din figura 2.5.e):

$$\delta_F = \hat{S}O + \hat{O}R - \hat{S}R \tag{2.5.26}$$

dacă unda sonoră directă SR este mascată de obstacol (al treilea caz în figura 2.5.e):

$$\delta_F = 2\hat{S}A + 2\hat{A}R - \hat{S}O - \hat{O}R - \hat{S}R, \quad (2.5.27)$$

unde A este punctul de intersecție al unei sonore SR cu prelungirea obstacolului difractant.

Pentru difracții multiple în condiții favorabile:

- se determină corpul convex prin diverse limite de difracție potențiale;
- se elimină limitele de difracție care nu sunt la limita corpului convex;
- se calculează δ_F pe baza lungimilor unei sonore curbate, prin întreruperea traiectoriei difractate în cât mai multe segmente curbate, după caz (a se vedea figura 2.5.f)

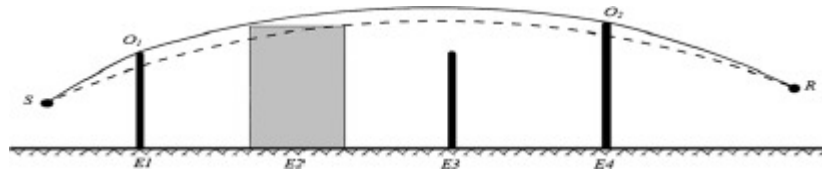
$$\delta_F = S O_1 + \sum_{i=1}^{n-1} O_i O_{i+1} + O_n R - SR \quad (2.5.28)$$

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre 756/2022

În condiții favorabile, traiectoria de propagare în planul de propagare vertical constă întotdeauna din segmentele unui cerc a cărui rază este dată de distanța în spațiul tridimensional dintre sursă și receptor, ceea ce înseamnă că toate segmentele unei traiectorii de propagare au aceeași rază a curbării. Dacă arcul direct dintre sursă și receptor este blocat, traiectoria de propagare se definește ca fiind cea mai scurtă combinație convexă de arcuri care înfășoară toate obstacolele. În acest context, convex înseamnă că, la fiecare punct de difracție, segmentul unei care părăsește punctul este deviat în jos față de segmentul unei care se îndreaptă spre punct.

Figura 2.5.f. Exemplu de calcul al diferenței de traiectorie în condiții favorabile, în cazul difracțiilor multiple

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre 756/2022



15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre 756/2022

În scenariul prezentat în figura 2.5.f, diferența de traiectorie este:

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre 756/2022

$$\delta_F = S O_1 + O_1 O_2 + O_2 O_3 + O_3 R - SR \quad (2.5.29)$$

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre 756/2022

Calculul atenuării A_{dif}

Atenuarea datorată difracției, având în vedere efectele solului de pe partea sursei și de pe partea receptorului, se calculează în conformitate cu următoarele ecuații generale:

$$A_{dif} = \Delta_{dif(S,R)} + \Delta_{ground(S,O)} + \Delta_{ground(O_n,R)}, \quad (2.5.30)$$

unde

$\Delta_{dif(S,R)}$ este atenuarea datorată difracției dintre sursa S și receptorul R;

$\Delta_{ground(S,O)}$ este atenuarea datorată efectului solului de pe partea sursei, ponderată de difracția de pe partea sursei, unde se înțelege că $O=O_1$ în cazul difracțiilor multiple conform figurii 2.5.f;

$\Delta_{ground(O,R)}$ este atenuarea datorată efectului solului de pe partea receptorului, ponderată în raport cu difracția de pe partea receptorului (a se vedea următoarea subsecțiune privind calculul coeficientului $\Delta_{ground(O,R)}$).

Calculul termenului $\Delta_{ground(S,O)}$

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre 756/2022

$$\Delta_{ground(S,O)} = -20 \times \lg \left(1 + \left(10^{-A_{ground(S,O)}/20} - 1 \right) \cdot 10^{-\left(\Delta_{dif(S,R)} - \Delta_{dif(S,R')} \right) / 20} \right), \quad (2.5.31)$$

unde:

- $A_{ground(S,O)}$ este atenuarea datorată efectului solului între sursa S și punctul de difracție O. Acest termen se calculează astfel cum se arată în subsecțiunea anterioară privind calculul în condiții omogene și în subsecțiunea anterioară privind calculul în condiții favorabile, aplicând următoarele ipoteze:

- $Z_r = Z_{o,s}$;

- G_{path} se calculează între S și O;

- în condiții omogene: $G_w = G'_{path}$ în ecuația (2.5.17), $G_m = G'_{path}$ în ecuația (2.5.18);

- în condiții favorabile: $G_w = G_{path}$ în ecuația (2.5.17), $G_m = G'_{path}$ în ecuația (2.5.20);

- $\Delta_{dif(S',R)}$ este atenuarea datorată difracției între sursa-imagini S' și R, calculată ca în subsecțiunea anterioară privind Difracția pură;

- $\Delta_{dif(S,R)}$ este atenuarea datorată difracției între S și R, calculată ca în subsecțiunea anterioară privind Difracția pură.

În cazul special în care sursa se află sub planul mediu al solului: $\Delta_{dif(S,R)} = \Delta_{dif(S',R)}$ și $\Delta_{ground(S,O)} = A_{ground(S,O)}$.

Calculul termenului $\Delta_{ground(O,R)}$

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

$$\Delta_{ground(O,R)} = -20 \times \lg \left(1 + \left(10^{-A_{ground(O,R)}/20} - 1 \right) \cdot 10^{-\left(\Delta_{dif(S,R')} - \Delta_{dif(S,R)} \right) / 20} \right), \quad (2.5.32)$$

unde:

- $A_{ground(O,R)}$ este atenuarea datorată efectului solului între punctul de difracție O și receptorul R. Acest termen se calculează astfel cum se arată în subsecțiunea anterioară privind calculul în condiții omogene și în subsecțiunea anterioară privind calculul în condiții favorabile, aplicând următoarele ipoteze:

- $Z_s = Z_{o,r}$

- G_{path} se calculează între O și R.

Corecția G'_{path} nu trebuie luată în considerare în acest caz, deoarece sursa avută în vedere este punctul de difracție. Prin urmare, la calculul efectelor produse de sol se utilizează G_{path} , inclusiv pentru termenul ecuației aferent limitei inferioare, care devine $-3(1 - G_{path})$.

- în condiții omogene, $G_w = G_{path}$ în ecuația (2.5.17) și $G_m = G_{path}$ în ecuația (2.5.18).

- în condiții favorabile, $G_w = G_{path}$ în ecuația (2.5.17) și $G_m = G_{path}$ în ecuația (2.5.20).

- $\Delta_{dif(S,R')}$ este atenuarea datorată difracției între S și receptorul-imagini R', calculată ca în subsecțiunea anterioară privind difracția pură;

- $\Delta_{dif(S,R)}$ este atenuarea datorată difracției între S și R, calculată ca în subsecțiunea anterioară privind difracția pură.

În cazul special în care receptorul se află sub planul mediu al solului: $\Delta_{dif(S,R')} = \Delta_{dif(S,R)}$ și $\Delta_{ground(O,R)} = A_{ground(O,R)}$.

Scenarii pentru muchia verticală

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

Ecuația (2.5.21) poate fi utilizată pentru a calcula difracțiile pe muchiile verticale (difracții laterale) în cazul zgomotului industrial. În acest caz, se consideră că $A_{dif} = \Delta_{dif(S,R)}$ și se păstrează termenul A_{ground} . În plus, A_{atm} și A_{ground} se calculează utilizând lungimea totală a traiectoriei de propagare. A_{div} se calculează în

continuare utilizând distanța directă d . Ecuațiile (2.5.8) și, respectiv, (2.5.6) devin:

$$A_H = A_{div} + A_{atm}^{path} + A_{ground,H}^{path} + \Delta_{dif,H(S,R)} \quad (2.5.33)$$

$$A_F = A_{div} + A_{atm}^{path} + A_{ground,F}^{path} + \Delta_{dif,H(S,R)} \quad (2.5.34)$$

Δ_{dif} se utilizează în condiții omogene în ecuația (2.5.34).

Difracția laterală este luată în considerare numai în cazurile în care sunt îndeplinite următoarele condiții:

- sursa este o sursă punctiformă reală, nefiind produsă prin segmentarea unei surse extinse, cum ar fi o sursă liniară sau de suprafață;
- sursa nu este o sursă în oglindă, creată pentru a calcula o reflexie;
- unda directă dintre sursă și receptor se situează în întregime deasupra profilului terenului.

În planul vertical care conține S și R, diferența de lungime a traiectoriei δ este mai mare ca 0, ceea ce înseamnă că unda directă este blocată. Prin urmare, în unele situații, difracția laterală poate fi luată în considerare în condiții de propagare omogene, dar nu și în condiții de propagare favorabile.

Dacă toate aceste condiții sunt îndeplinite, se iau în considerare până la două traiectorii de propagare difractate lateral, pe lângă traiectoria de propagare difractată din planul vertical care conține sursa și receptorul. Planul lateral este definit ca fiind planul perpendicular pe planul vertical și care conține, de asemenea, sursa și receptorul. Zonele de intersecție cu acest plan lateral sunt trasate ținând seama de toate obstacolele penetrate de unda directă de la sursă la receptor. În planul lateral, cea mai scurtă legătură convexă dintre sursă și receptor, care constă din segmente drepte și înconjoară aceste zone de intersecție, definește muchiile verticale luate în considerare atunci când se trasează traiectoria de propagare difractată lateral.

În vederea calculării atenuării la sol pentru o traiectorie de propagare difractată lateral, planul mediu al solului dintre sursă și receptor se calculează ținând seama de profilul solului situat vertical sub traiectoria de propagare. Dacă, în proiecția pe un plan orizontal, o traiectorie laterală de propagare intersectează proiecția unei clădiri, acest lucru este luat în considerare la calculul path (de obicei, = 0) și la calculul planului mediu al solului cu înălțimea verticală a clădirii.

Reflexii pe obstacole verticale

Atenuarea prin absorbție

Reflexiile privind obstacolele verticale sunt gestionate prin intermediul surselor de imagine. Reflexiile pe fațadele clădirilor și barierele fonice sunt tratate în acest mod.

Suprafețele obiectelor sunt considerate reflectoare numai dacă înclinația lor față de verticală este mai mică de 15°. Reflexiile se iau în considerare numai pentru traiectoriile din planul de propagare vertical, respectiv nu pentru traiectoriile difractate lateral. Pentru traiectoria incidentă și cea reflectată, și presupunând că suprafața reflectoare este verticală, punctul de reflexie (care se află pe obiectul reflector) este stabilit utilizând linii drepte în condiții de propagare omogene și linii curbe în condiții de propagare favorabile. Înălțimea reflectorului, măsurată prin punctul de reflexie și văzută din direcția undei incidente, este de cel puțin 0,5 m. După proiecția pe un plan orizontal, lățimea reflectorului, măsurată prin punctul de reflexie și văzută din direcția undei incidente, este de cel puțin 0,5 m.

15/06/2022 - [paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Obstacolele în cazul cărora cel puțin o dimensiune este mai mică de 0,5 m vor fi ignorate în calculul reflexiei, cu excepția configurațiilor speciale.⁵

⁵ O rețea de mici obstacole într-un plan și la intervale regulate constituie un exemplu de configurație specială.

De reținut că reflexiile pe sol nu sunt luate în considerare aici. Acestea sunt luate în considerare în calculele atenuării cauzate de limite (sol, difracție).

Dacă L_{WS} este nivelul puterii sursei S și ar coeficientul de absorbție pe suprafața obstacolului definit în

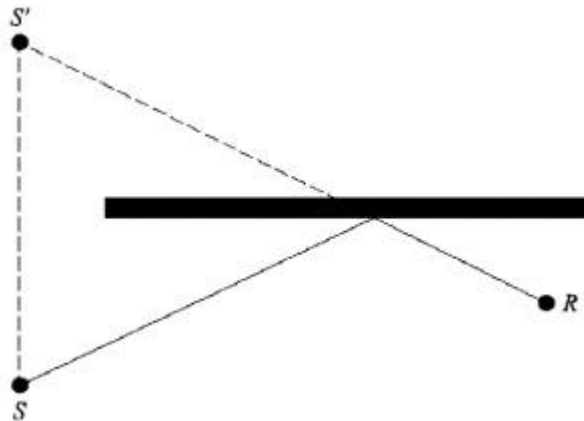
standardul EN 1793-1:2013, atunci nivelul de putere al sursei de imagine S' este egal cu:

$$L_{WS'} = L_{WS} + 10 \cdot \lg(1 - \alpha_r) = L_{WS} + A_{refl} \quad (2.5.35)$$

unde $0 \leq \alpha_r < 1$

Atenuările propagării descrise mai sus sunt apoi aplicate acestei căi (sursă de imagine, receptor), asemenea traiectoriei directe.

Figura 2.5.g: Reflexia speculară pe un obstacol tratat prin metoda sursei de imagine (S: sursa, S': sursa de imagine, R: receptor)

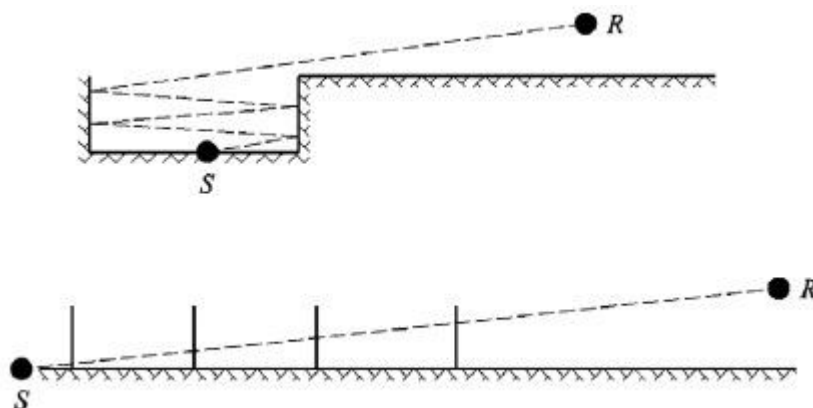


Atenuarea prin retrodifracție

În cercetarea geometrică a căilor de sunet, în timpul reflexiei pe un obstacol vertical (ziduri barieră, clădire), poziția impactului undei în raport cu muchia superioară a acestui obstacol determină proporția mai mult sau mai puțin semnificativă a energiei reflectate efectiv. Această pierdere a energiei acustice atunci când unda este reflectată are denumirea de atenuare prin retrodifracție.

În cazul reflexiilor multiple potențiale între două ziduri verticale, se va lua în considerare cel puțin prima reflexie. În cazul unui șanț (a se vedea, de exemplu, figura 2.5.h), atenuarea prin retrodifracție se aplică fiecărei reflexii pe pereții de susținere.

Figura 2.5.h: Unda de sunet reflectată la ordinul de 4 pe o linie aflată într-un șanț: secțiunea transversală actuală (partea superioară), secțiunea transversală nedesfășurată (partea inferioară)



În această reprezentare, unda de sunet ajunge la receptor "trecând succesiv prin" pereții de susținere a șanțului, care pot fi prin urmare comparați cu deschiderile.

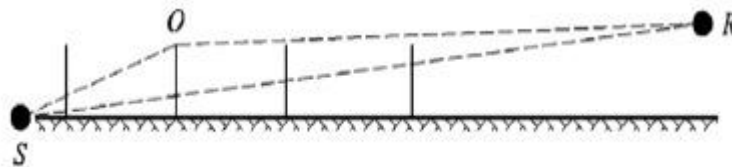
La calcularea propagării printr-o deschidere, câmpul sonor la receptor este suma câmpului direct la câmpul difractat de muchiile deschiderii. Acest câmp difractat asigură continuitatea tranziției dintre zona liberă și zona

umbrită. Atunci când unda se apropie de muchia deschiderii, câmpul deschis este atenuat. Calculul este identic celui al atenuării de către o barieră în zona liberă.

Diferența traiectoriei δ' asociate cu fiecare retrodifracție este opusul diferenței traiectoriei dintre S și R relativ la fiecare muchie superioară O, aceasta având în vedere o secțiune transversală desfășurată (a se vedea figura 2.5.i).

$$\delta = -(SO + OR - SR) \quad (2.5.36)$$

Figura 2.5.i: Diferența traiectoriei pentru a doua reflexie



Semnul "minus" al ecuației (2.5.36) înseamnă că receptorul este luat în considerare în această situație în zona liberă.

Atenuarea prin retrodifracție $\Delta_{retrodif}$ este obținută prin ecuația (2.5.37), care este similară ecuației (2.5.21) cu simboluri refăcute.

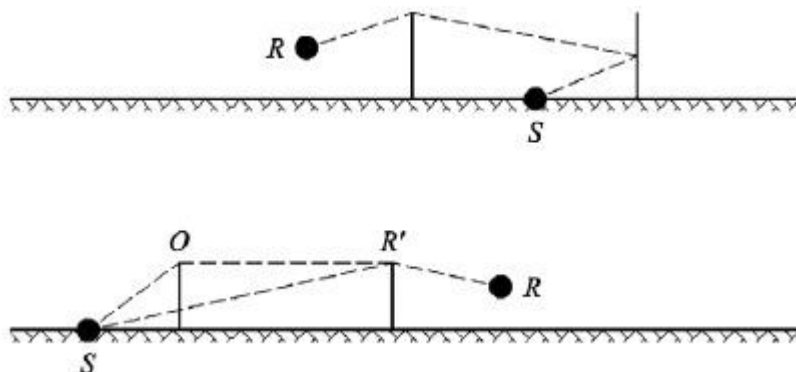
$$\Delta_{retrodif} = \begin{cases} 10C_h \cdot \lg\left(3 + \frac{40}{\lambda} \delta'\right) & \text{dacă } \frac{40}{\lambda} \delta' \geq -2 \\ 0 & \text{în caz contrar} \end{cases} \quad (2.5.37)$$

Această atenuare se aplică undei directe de fiecare dată când "trece prin" (se reflectă pe) un zid sau o clădire. Nivelul de putere al sursei de imagine S' devine astfel:

$$L_{W'} = L_W + 10 \times \lg(1 - \alpha_r) - \Delta_{retrodif} \quad (2.5.38)$$

În configurațiile complexe de propagare, difracțiile pot exista între reflexii sau între receptor și reflexii. În acest caz, retrodifracția pereților este estimată prin luarea în considerare a traiectoriei dintre sursă și primul punct de difracție R' [prin urmare considerat receptorul în ecuația (2.5.36)]. Principiul este ilustrat în figura 2.5.j.

Figura 2.5.j: Diferența traiectoriei în prezența unei difracții: secțiunea transversală actuală (partea superioară), secțiunea transversală nedesfășurată (partea inferioară)



În cazul reflexiilor multiple se adaugă reflexiile datorate fiecărei reflexii.

În cazul în care în apropierea căii ferate există o barieră sau un obstacol care reflectă zgomotul, undele sonore de la sursă sunt reflectate succesiv de acest obstacol și de fața laterală a vehiculului feroviar. În aceste condiții,

undele sonore trec prin spațiul dintre obstacol și caroseria vehiculului feroviar, înainte de a fi difractate de muchia superioară a obstacolului.

15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre 756/2022.

Pentru a lua în considerare reflexiile multiple dintre vehiculul feroviar și un obstacol aflat în apropiere, se calculează puterea acustică a unei singure surse echivalente. În acest calcul, efectele solului sunt ignorate.

15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre 756/2022.

Pentru determinarea puterii acustice a sursei echivalente se aplică următoarele definiții:

15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre 756/2022.

- originea sistemului de coordonate este capul de șină cel mai apropiat de obstacol;
- o sursă reală este situată în punctul S ($d_s = 0, h_s$), unde h_s este înălțimea sursei față de capul de șină;
- planul $h = 0$ definește caroseria vehiculului;
- un obstacol vertical are limita superioară la punctul B (d_B, h_B);
- un receptor este situat la o distanță $d_R > 0$ în spatele obstacolului, punctul R având coordonatele ($d_B + d_R, h_R$).

Partea interioară a obstacolului are coeficienți de absorbție $\alpha(f)$ per benzi de o octavă. Caroseria vehiculului feroviar are un coeficient de reflexie echivalent C_{ref} . În mod normal, C_{ref} este egal cu 1. Valoarea 0 poate fi utilizată numai în cazul vagoanelor de marfă plate deschise. Dacă $d_B > 5h_B$ sau $\alpha(f) > 0,8$, nu se ia în considerare nicio interacțiune între tren și obstacol.

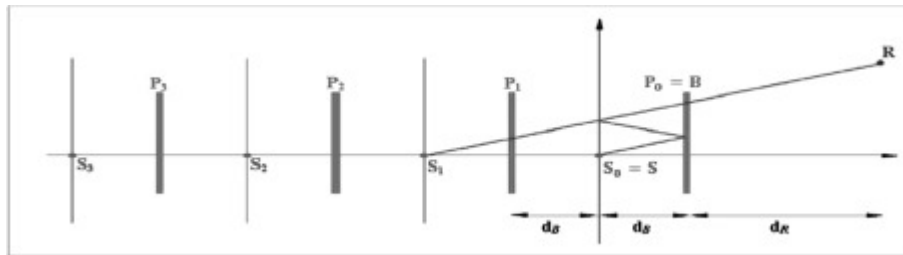
15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre 756/2022.

În această configurație, reflexiile multiple dintre caroseria vehiculului feroviar și obstacol pot fi calculate cu ajutorul unor surse-imagini poziționate în $S_n(d_n = -2n \cdot d_B, h_n = h_s)$, $n = 0, 1, 2, \dots, N$, astfel cum se arată în figura 2.5.k.

15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre 756/2022.

Figura 2.5.k. Reflexiile multiple dintre caroseria vehiculului feroviar și obstacol

15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre 756/2022.



Puterea acustică a sursei echivalente este exprimată de ecuația:

15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre 756/2022.

$$L_{W,eq} = 10 \times \lg \left(\sum_{n=0}^N 10^{L_{W,n}/10} \right), \quad (2.5.39)$$

unde puterea acustică a surselor parțiale este dată de ecuațiile:

$$L_{W,n} = L_W + \Delta L_n$$

$$\Delta L_n = \Delta L_{geo,n} + \Delta L_{dif,n} + \Delta L_{abs,n} + \Delta L_{ref,n} + \Delta L_{retrodif,n},$$

în care:

L_W - puterea acustică a sursei reale

$\Delta L_{geo,n}$ - termen de corecție pentru divergența sferică

$\Delta L_{dif,n}$ - termen de corecție pentru difracția la limita superioară a obstacolului

$\Delta_{Labs,n}$ - termen de corecție pentru absorbția pe partea interioară a obstacolului

$\Delta_{Lref,n}$ - termen de corecție pentru reflectarea de către caroseria vehiculului feroviar

$\Delta_{Lretrodif,n}$ - termen de corecție pentru înălțimea finită a obstacolului ca reflector

Corecția pentru divergența sferică este dată de:

15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre [756/2022](#).

$$\Delta L_{geo,n} = 20 \times \lg \left(\frac{r_0}{r_n} \right) \quad (2.5.40)$$

$$r_n = |S_n R| = \sqrt{(d_n - (d_B + d_R))^2 + (h_n - h_R)^2} \quad (2.5.41)$$

Corecția pentru difracția la limita superioară a obstacolului este dată de:

15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre [756/2022](#).

$$\Delta L_{dif,n} = D_0 - D_n, \quad (2.5.42)$$

unde D_n este atenuarea datorată difracției, calculată cu formula 2.5.21, unde $C'' = 1$ pentru traiectoria de la sursa S_n către receptorul R , ținând seama de difracția la limita superioară a obstacolului B :

$$\delta_n = \pm (|S_n B| + |BR| - |S_n R|) \quad (2.5.43)$$

Corecția pentru absorbția pe partea interioară a obstacolului este dată de:

15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre [756/2022](#).

$$\Delta L_{abs,n} = 10 \cdot n \cdot \lg (1 - \alpha) \quad (2.5.44)$$

Corecția pentru reflectarea de către caroseria vehiculului feroviar este dată de:

15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre [756/2022](#).

$$\Delta L_{ref,n} = 10 \cdot n \cdot \lg (C_{ref}) \quad (2.5.45)$$

Corecția pentru înălțimea finită a obstacolului reflector se ia în considerare prin intermediul retrodifracției. Traiectoria unei corespunzătoare unei imagini de ordinul $N > 0$ va fi reflectată de n ori de către obstacol. În secțiune transversală, aceste reflexii au loc la distanțele

15/06/2022 - paragraful a fost introdus prin Hotărâre [756/2022](#).

$d_i = - (2i - q)d_b$, $i = 1, 2, \dots, n$. $P_i(d = d_i, h = h_b)$, unde $i = 1, 2, \dots, n$ sunt limitele superioare ale acestor suprafețe reflectoare. La fiecare dintre aceste puncte se calculează un termen de corecție cu ecuația:

$$\Delta L_{retrodif,n} = \begin{cases} - \sum_{i=1}^n \Delta_{retrodif,n,i} & \text{dacă } n > 0 \\ 0 & \text{dacă } n = 0 \end{cases}, \quad (2.5.46)$$

unde $\Delta_{retrodif,n,i}$ se calculează pentru o sursă în poziția S_n , o limită superioară a obstacolului în P_i și un receptor în poziția R' . Poziția receptorului echivalent R' este dată de $R' = R$, dacă receptorul se află peste linia vizuală de la S_n la B ; în caz contrar, poziția receptorului echivalent se consideră a fi pe linia vizuală, vertical deasupra receptorului real, și anume:

$$d_{R'} = d_R \quad (2.5.47)$$

$$h_{R'} = \max \left(h_R, h_B \frac{d_B + d_R - d_n}{d_B - d_n} \right) \quad (2.5.48)''$$

2.6. Dispoziții generale - Zgomotul produs de aeronave

2.6.1. Definiții și simboluri

Anumiți termeni importanți sunt descriși aici prin înțelesurile generale atribuite în prezentul document. Lista nu este exhaustivă; sunt incluse numai expresiile și acronimele utilizate frecvent. Alți termeni sunt descriși acolo

unde apar prima dată.

Simbolurile matematice (indicate după termeni) sunt cele principale folosite în ecuațiile din textul principal. Alte simboluri folosite local, atât în text, cât și în apendice, sunt definite acolo unde sunt utilizate. Cititorului i se reamintește periodic interschimbabilitatea cuvintelor sunet și zgomot în prezentul document. Deși cuvântul zgomot are conotații subiective - este de obicei definit de acusticieni ca "sunet nedorit" - în domeniul controlului zgomotului produs de aeronave se consideră de obicei că înseamnă doar sunet - energie transmisă în aer prin unde acustice. Simbolul \rightarrow indică referințe încrucișate cu alți termeni incluși în listă.

Termeni

AIP - publicație de informare aeronautică

Configurația aeronavei - poziția slaturilor, a flapsurilor și a trenului de aterizare

Mișcarea aeronavei - sosirea, plecarea sau altă acțiune a aeronavei care afectează expunerea la zgomot în jurul unui aerodrom

Date privind zgomotul și performanțele aeronavei - date care descriu caracteristicile acustice și de performanță ale diferitelor tipuri de avioane și care sunt impuse de procesul de modelare. Acestea includ \rightarrow relațiile NPD și informațiile care permit calculul puterii/tracțiunii motorului ca funcție a \rightarrow configurației zborului. Datele sunt de obicei furnizate de producătorul aeronavei, iar atunci când nu este posibil, acestea sunt uneori obținute din alte surse. Atunci când nu sunt disponibile date, aeronava respectivă este, de obicei, reprezentată prin adaptarea datelor aferente unei aeronave similare - această practică este denumită substituție.

Altitudine - înălțime peste nivelul mediu al mării

Baza de date ANP - baza de date privind zgomotul și performanțele aeronavei (Aircraft Noise and Performance database), inclusă în apendicele I.

Nivelul sunetului, ponderat pe curba A, L_A - scara de bază pentru nivelul sunetului/zgomotului, folosită pentru măsurarea zgomotului ambiental, inclusiv a celui provocat de aeronave, și pe care se bazează majoritatea metricilor pentru contururile de zgomot

Traectoria la sol principală - traectoria la sol reprezentativă sau nominală, care definește centrul unei fâșii de traectorii

Nivelul sonor de referință al unui eveniment - nivelul sonor al unui eveniment, citit dintr-o bază de date NPD

Eliberarea frânelor - \rightarrow începutul rulării

Tracțiunea netă corectată - la o anumită setare a puterii (de exemplu, EPR sau N1) tracțiunea netă scade odată cu densitatea aerului și deci odată cu creșterea altitudinii aeronavei; tracțiunea netă corectată este valoarea tracțiunii la nivelul mării

Nivelul cumulativ al sunetului/zgomotului - o măsură în decibeli a zgomotului recepționat într-o perioadă de timp specificată, la un punct din apropierea unui aeroport, din traficul aeronavelor care operează normal și au traectorii normale de zbor. Acesta este calculat prin acumularea într-un anumit mod a nivelurilor sunetului/zgomotului la acel punct.

Suma sau media decibelilor - denumită uneori, în alte locuri, ca valori "energetice" sau "logaritmice" (opuse valorilor aritmetice). Se utilizează atunci când este adecvată calcularea sumei sau mediei mărimilor de bază, asemănătoare mărimilor energetice; de exemplu, suma decibelilor = $10 \cdot \lg \sum 10^{L_i/10}$

Fracția energiei, F - raportul dintre energia sonoră primită de la un segment și energia primită de la traiectul infinit de zbor

Setarea puterii motorului - valoarea \rightarrow parametrului puterii legat de zgomot, folosit pentru a determina emisia de zgomot din baza de date NPD

Nivelul sonor echivalent (continuu), Leq - o măsură a sunetului pe termen lung. Nivelul sunetului constant ipotetic, care pe o perioadă de timp specificată conține aceeași energie totală ca și sunetul variabil real

Nivelul sunetului/zgomotului unui eveniment - o măsură în decibeli a cantității finite de sunet (sau zgomot)

recepționate de la un avion în zbor → nivel de expunere la sunet

Configurația zborului = → configurația aeronavei + → parametrii de zbor

Parametrii de zbor - setarea puterii aeronavei, viteza, unghiul de înclinare și greutatea

Traiectul de zbor - drumul parcurs de un avion în aer, definit în trei dimensiuni, de obicei cu referire la o origine, aflată la începutul rulării pentru decolare, sau la pragul de aterizare

Segment al traiectului de zbor - parte a traiectului de zbor al unei aeronave, reprezentată în scopul modelării zgomotului printr-o linie dreaptă de lungime finită

Procedura de zbor - secvența etapelor operaționale urmate de echipajul sau sistemul de gestionare a zborului al aeronavei: exprimată ca modificări ale configurației zborului, ca funcție a distanței parcurse pe traiectoria la sol

Profilul zborului - variația înălțimii unui avion de-a lungul traiectoriei la sol (uneori include și modificări ale → configurației zborului) - descrisă de o serie de → puncte ale profilului

Plan terestru - (sau plan terestru nominal) suprafață terestră orizontală ce include punctul de referință al aerodromului, pe care sunt calculate în mod normal contururile

Viteza la sol - viteza aeronavei față de un punct fix de pe sol

Traectoria la sol - proiecția verticală a traiectului de zbor pe planul terestru.

Înălțime - distanța verticală dintre aeronavă și → planul terestru

Nivelul sonor integrat - denumit și → expunerea la sunetul unui eveniment unic

ISA - atmosfera standard internațională - definită de OACI. Definește variația temperaturii, a presiunii și a densității aerului cu înălțimea peste nivelul mediu al mării. Se utilizează pentru a standardiza rezultatele calculelor de proiectare a aeronavelor și analiza datelor de testare.

Atenuarea laterală - atenuarea în exces a sunetului cu distanța atribuibilă, direct sau indirect, prezenței suprafeței terestre. Semnificativă la unghiuri mici de elevație (a aeronavei deasupra planului terestru)

Nivelul maxim de zgomot/sunet - nivelul maxim de sunet atins în timpul unui eveniment

Nivelul mediu al mării, MSL - elevația standard a suprafeței solului la care se referă → ISA

Tracțiunea netă - forța propulsoare exercitată de un motor asupra corpului unei aeronave

Zgomot - zgomotul este definit ca fiind un sunet nedorit. Dar metrici precum nivelul de sunet ponderat pe curba A, (LA) și nivelul de zgomot efectiv perceput (EPNL) transformă efectiv nivelurile de sunet în niveluri de zgomot. În pofida lipsei de rigoare, termenii "sunet" și "zgomot" sunt uneori interschimbați în acest document și nu numai - în special în legătură cu cuvântul nivel.

Contur de zgomot - o linie de valoare constantă a nivelului sau indicelui cumulativ de zgomot produs de aeronave în jurul unui aeroport

Impactul zgomotului - efectul (efectele) advers(e) al(e) zgomotului asupra persoanelor; se presupune în mod semnificativ că metricile de zgomot sunt indicatori ai impactului zgomotului

Indice de zgomot - o măsură pe termen lung sau un sunet cumulativ care corespunde (și anume se consideră a fi un prezicator al) efectelor zgomotului asupra oamenilor. Acesta poate lua în considerare într-o anumită măsură și alți factori pe lângă magnitudinea sunetului (în special pe timp de zi). Un exemplu este nivelul pe timp de zi-seară-noapte LDEN.

Nivelul de zgomot - o măsură în decibeli a sunetului pe o scară care indică intensitatea sau gradul de disconfort. Pentru zgomotul ambiental provenit de la aeronave sunt folosite în general două scări: nivelul de sunet ponderat pe curba A și nivelul de zgomot perceput. Aceste scări aplică diferite ponderi sunetului de diferite frecvențe - pentru a mima percepția umană.

Metrică de zgomot - o expresie folosită pentru a descrie orice măsură a cantității de zgomot la poziția receptorului, indiferent dacă este vorba de un eveniment unic sau de o acumulare de zgomot pe o perioadă lungă de timp. Există două măsuri folosite în mod obișnuit pentru zgomotul unui eveniment unic: nivelul maxim

atins în timpul evenimentului sau nivelul de expunere la sunet, respectiv o măsură a energiei sale sonore totale determinată prin integrarea timpului.

Date privind relația dintre zgomot, putere și distanță (Noise-power-distance - NPD) - nivelurile de zgomot ale evenimentelor prezentate tabelar ca funcție a distanței măsurate sub un avion în zbor orizontal stabil cu viteza de referință în atmosfera de referință, pentru fiecare din → setările de putere ale motorului. Datele țin seama de efectele de atenuare a sunetului datorate propagării unei sferice (legea inversului pătratului) și absorbției atmosferice. Distanța este definită ca fiind perpendiculară pe traiectul de zbor și pe axa aripilor aeronavei (adică verticală sub aeronava în zbor orizontal).

Parametrul puterii legat de zgomot - parametru care descrie sau indică efortul de propulsie generat de motorul unei aeronave, căruia i se poate atribui în mod logic emisia de putere acustică; de obicei, acesta se consideră a fi → tracțiunea netă corectată. Denumit în sens larg în text "putere" sau "setare de putere".

Importanța zgomotului - contribuția unui segment al traiectului de zbor este "importantă din punctul de vedere al zgomotului" dacă afectează în măsură considerabilă nivelul de zgomot al evenimentului. Ignorarea segmentelor care nu sunt importante din punctul de vedere al zgomotului ușurează în mod semnificativ procesarea datelor.

Observator - → receptor

Etapele procedurale - instrucțiuni pentru zborul într-un anumit profil - includ modificările de viteză și/sau altitudine

Punctul profilului - înălțimea punctului final al segmentului traiectului de zbor - în plan vertical deasupra traiectoriei la sol

Receptor - o persoană care receptează zgomotul provenit de la o sursă; în principal, la un punct de pe sau din apropierea suprafeței solului

Atmosfera de referință - prezentarea tabelară a ratelor de absorbție a sunetului utilizate pentru a standardiza datele NPD (a se vedea apendicele D)

Data de referință - un set de condiții atmosferice pentru care datele ANP sunt standardizate

Durata de referință - un interval de timp nominal utilizat pentru standardizarea măsurătorilor nivelului de expunere la sunetul unui eveniment unic; egal cu o secundă în cazul → SEL.

Viteza de referință - viteza la sol a avionului pentru care datele NPD → SEL sunt standardizate

SEL - → nivelul de expunere la sunet

Nivelul de expunere la sunetul unui eveniment unic - nivelul sunetului unui eveniment dacă toată energia sa acustică ar fi comprimată în mod uniform într-un interval de timp standard cunoscut ca → durata de referință

Sol moale - o suprafață la sol care este "moale" din punct de vedere acustic, de regulă acoperită cu iarbă, care înconjoară majoritatea aerodromurilor. Suprafețele dure din punct de vedere acustic ale solului, și anume cu un grad sporit de reflexie, includ suprafețele din beton și cele de apă. Metodologia conturului de zgomot descrisă în prezentul document se aplică solului moale.

Sunetul - energia transmisă în aer prin mișcare ondulatorie (longitudinală), care este detectată de ureche

Atenuarea sunetului - scăderea intensității sunetului cu distanța de-a lungul traiectoriei de propagare. În ceea ce privește zgomotul aeronavelor, cauzele sale includ propagarea undelor sferice, absorbția atmosferică și → atenuarea laterală

Expunerea la sunet - o măsură a imisiei totale de energie acustică pe o perioadă de timp

Nivelul de expunere la sunet, L_{AE} - (acronimul SEL) metrică standardizată în ISO 1996-1 sau ISO 3891 = nivelul de expunere la sunetul unui eveniment unic, ponderat pe curba A, timp de o secundă

Intensitatea sunetului - forța imisiei sunetului într-un punct - legată de energia acustică (și indicată de nivelurile măsurate ale sunetului)

Nivelul sunetului - o măsură a energiei sunetului exprimată în decibeli. Sunetul recepționat este măsurat cu sau fără "ponderarea în funcție de frecvență"; nivelurile măsurate cu ponderare sunt adesea denumite → niveluri de

zgomot.

Lungimea etapei/călătoriei - distanța până la prima destinație a aeronavei care pleacă; considerată a fi un indicator al greutății aeronavei

Începutul rulării, SOR - punctul de pe pistă de unde o aeronavă care pleacă își începe decolarea. Denumit, de asemenea, "eliberarea frânelor".

Viteza reală față de aer - viteza efectivă a aeronavei față de aer (= viteza față de sol în atmosferă calmă)

Nivelul echivalent ponderat al sunetului, $L_{eq,W}$ - o versiune modificată a L_{eq} , în care se atribuie diferite ponderi zgomotului produs în cursul diferitelor perioade ale zilei (de obicei, ziua, seara și noaptea)

Simboluri

d - distanța cea mai scurtă de la un punct de observație la un segment al traiectului de zbor

d_p - distanța de la un punct de observație la traiectul de zbor, perpendiculară pe acesta (distanță oblică)

$d\lambda$ - distanța la scară

F_n - tracțiunea netă reală per motor

F_n/δ - tracțiunea netă corectată per motor

h - altitudinea aeronavei (peste MSL)

L - nivelul de zgomot al evenimentului (scară nedefinită)

$L(t)$ - nivelul sunetului la momentul t (scară nedefinită)

$L_A, L_{A(t)}$ - nivelul de presiune acustică ponderat pe curba A (la momentul t) - măsurat pe scara încet a aparatului de măsurare

L_{AE} - (SEL) nivelul de expunere la sunet

L_{Amax} - valoarea maximă a lui $L_{A(t)}$ în timpul unui eveniment

L_E - nivelul de expunere la sunetul unui eveniment unic

$L_{E\infty}$ - nivelul de expunere la sunetul unui eveniment unic, determinat cu ajutorul bazei de date NPD

L_{EPN} - nivelul efectiv al zgomotului perceput

L_{eq} - nivelul acustic echivalent (continuu)

L_{max} - valoarea maximă a lui $L(t)$ în timpul unui eveniment

$L_{max,seg}$ - nivelul maxim generat de un segment

l - distanța perpendiculară de la un punct de observație la traiectoria la sol

lg - logaritmul în baza 10

N - numărul de segmente sau subsegmente

NAT - numărul de evenimente în cursul cărora L_{max} depășește un prag specificat

P - parametru de putere în variabila NPD $L(P,d)$

P_{seg} - parametru de putere relevant pentru un anumit segment

q - distanța de la începutul segmentului la cel mai apropiat punct de apropiere

R - raza virajului

S - deviația standard

s - distanța de-a lungul traiectoriei la sol

S_{RWY} - lungimea pistei

t - timpul

t_e - durata efectivă a evenimentului sonor unic

t_0 - moment de referință pentru nivelul acustic integrat

V - viteza la sol

V_{seg} - viteza la sol echivalentă pentru un segment

V_{ref} - viteza de referință la sol pentru care sunt definite datele NPD

x, y, z - coordonatele locale

x', y', z' - coordonatele aeronavei

$X_{\text{ARP}}, Y_{\text{ARP}}, Z_{\text{ARP}}$ - poziția punctului de referință al aerodromului în coordonate geografice

z - altitudinea aeronavei deasupra planului terestru/punctului de referință al aerodromului

α - parametru utilizat pentru calcularea corecției segmentului finit ΔF

β - unghiul de elevație al aeronavei față de planul terestru

ε - unghiul de înclinare al aeronavei

γ - unghiul de urcare/coborâre

φ - unghiul de adâncime (parametrul directivității laterale)

λ - lungimea totală a segmentului

Ψ - unghiul dintre direcția de deplasare a aeronavei și direcția observatorului

ξ - capul-compass al aeronavei, măsurat în sensul acelor de ceasornic de la polul nord magnetic

$\Lambda(\beta, \ell)$ - atenuarea laterală aer-sol

$\Lambda(\beta)$ - atenuarea laterală aer-sol pe distanțe lungi

$\Gamma(\ell)$ - factorul de distanță al atenuării laterale

Δ - modificarea valorii unei mărimi sau a unei corecții (astfel cum se indică în text)

Δ_F - corecția segmentului finit

Δ_I - corecția legată de amplasarea motorului

Δ_i - ponderarea pentru a i-a oară pe timp de zi, dB

Δ_{rev} - tracțiunea inversă

Δ_{SOR} - corecția începutului rulării

Δ_V - corecția duratei (vitezei)

Indici

1, 2 - indici care redau valorile de început și de sfârșit ale unui interval sau segment

E - expunere

i - indicele de însumare pentru tipul/categoria de aeronavă

j - indicele de însumare pentru traiectoria/subtraiectoria la sol

k - indicele de însumare pentru segmente

max - maxim

ref - valoare de referință

seg - valoarea specifică a segmentului

SOR - referitor la începutul rulării

TO - decolare

2.6.2. Cadru de calitate

Acuratețea valorilor de intrare

Toate valorile de intrare care afectează nivelul emisiilor unei surse, inclusiv poziția sursei, se stabilesc cel puțin cu acuratețea corespunzătoare unei erori de $\pm 2\text{dB}$ (A) a nivelului emisiilor sursei (toți ceilalți parametri rămânând neschimbați).

Utilizarea valorilor implicite

În aplicarea metodei, datele de intrare trebuie să reflecte utilizarea efectivă. În general, nu trebuie să se ia în considerare valorile de intrare sau ipotezele. Mai precis, traiectoriile de zbor derivate din datele radar pentru a obține traiectoriile de zbor sunt folosite ori de câte ori acestea există și sunt de o calitate satisfăcătoare. Valorile

de intrare și ipotezele implicite sunt acceptate, de exemplu, la rutele modelate utilizate în locul traiectoriilor de zbor rezultate din datele radar, în cazul în care colectarea unor date reale este asociată cu costuri disproporționat de mari.

Calitatea programului informatic utilizat pentru calcule

Programele informatice utilizate pentru efectuarea calculelor trebuie să dovedească conformitatea cu metodele descrise prin intermediul certificării rezultatelor în raport cu cazurile de testare.

2.7. Zgomotul aeronavei

2.7.1. Obiectivul și sfera de aplicare a documentului

Hărțile contururilor sunt folosite pentru a indica dimensiunea și magnitudinea impactului zgomotului aeronavei în jurul aeroporturilor, acel impact fiind indicat de valorile indicelui sau indicatorului zgomotului specific. Un contur este o linie de-a lungul căreia valoarea indicelui este constantă. Valoarea indicelui reunește într-o oarecare măsură toate evenimentele sonore individuale ale aeronavei care au loc în timpul unei perioade specificate, măsurată în mod normal în zile sau luni.

Zgomotul la punctele de pe sol de la aeronava care zboară în interiorul și în afara unui aerodrom din apropiere depinde de mai mulți factori. Dintre aceștia principali sunt tipurile de aeroplan și grupul său motopropulsor; puterea, flapsurile și procedurile de management utilizate pe aeroplanele în sine; distanțele de la punctele vizate la diferite traiectorii de zbor; topografia și vremea locală. Operațiunile aeroportului includ în general diferite tipuri de aeroplane, diferite proceduri de zbor și o serie de greutăți operaționale. Contururile sunt generate prin calcularea matematică a valorilor indicelui de zgomot local ale suprafețelor. Acest document explică în detaliu modul de a calcula, la un punct al observatorului, nivelurile de zgomot provenit de la aeronavă ale evenimentului individual, fiecare pentru zborul sau tipul de zbor specific, care sunt prin urmare calculate în medie într-o anumită măsură sau acumulate pentru a genera valorile indicelui la acel punct. Suprafața necesară a valorilor indicelui este generată în întregime prin repetarea calculelor ca necesare pentru diferite mișcări ale aeronavei - având grijă să se maximizeze eficiența prin excluderea evenimentelor care nu sunt „semnificative din punctul de vedere al zgomotului” (și anume care nu contribuie semnificativ la total).

În cazul în care activitățile de generare a zgomotului asociate cu operațiunile aeroportului nu contribuie material la expunerea totală a populației la zgomotul provocat de aeronavă și curbele conexe ale zgomotului, acestea pot fi excluse. Aceste activități includ: elicopterele, rularea la sol, testarea motorului și utilizarea unităților de putere auxiliare. Aceasta nu înseamnă neapărat că impactul lor este nesemnificativ și, dacă aceste circumstanțe au loc, evaluarea surselor poate fi realizată conform paragrafelor 2.7.21 și 2.7.22.

2.7.2. Rezumatul documentului

Procesul de generare a curbei de zgomot este ilustrat în figura 2.7.a. Contururile sunt produse din motive diferite și acestea tind să controleze cerințele pentru sursele și preprocesarea datelor de intrare. Contururile care descriu impactul zgomotului istoric pot fi generate din înregistrările actuale ale operațiunilor aeronavei - ale mișcărilor, greutăților, traiectoriilor de zbor măsurate pe radar și altele asemenea. Contururile utilizate pentru planificarea viitoare a necesităților se bazează mai mult pe previziuni - privind traficul și liniile de zbor și caracteristicile privind performanța și zgomotul aeronavelor viitoare.

Figura 2.7.a: Procesul de generare a conturului de zgomot



Oricare ar fi sursa datelor privind zborul, fiecare deplasare diferită a aeronavei, sosire și plecare, este definită din punctul de vedere al geometriei traiectoriei sale de zbor și emisia de zgomot de la aeronavă așa cum urmează traiectoria (mișcări care sunt esențial identice din punctul de vedere al zgomotului și al traiectoriei de zbor sunt incluse prin simpla înmulțire). Emisia de zgomot depinde de caracteristicile aeronavei - în principal de puterea generată de motoarele sale. Metodologia recomandată implică împărțirea traiectoriei de zbor în segmente. Secțiunile 2.7.3-2.7.6 subliniază elementele metodologiei și explică principiul segmentării pe care se bazează și anume că nivelul de zgomot al evenimentului observat este o agregare a contribuțiilor de la toate segmentele „semnificative” ale traiectoriilor de zbor, fiecare dintre acestea poate fi calculată independent de celelalte. Secțiunile 2.7.3-2.7.6 subliniază de asemenea cerințele privind datele de intrare pentru o serie de curbe de zgomot. Specificațiile detaliate pentru datele operaționale necesare sunt prevăzute în apendicele A. Modul în care segmentele traiectoriei de zbor sunt calculate din datele de intrare preprocesate este descris în secțiunile 2.7.7-2.7.13. Aceasta implică aplicațiile analizei performanței de zbor a aeronavei, ecuații pentru care sunt detaliate în apendicele B. Traiectoriile de zbor fac obiectul variabilității semnificative - aeronavele care urmează orice rută sunt dispersate de-a lungul unei legături ca urmare a efectelor diferențelor de condiții atmosferice, a greutatea aeronavei și a procedurilor de operare, a constrângerilor din punctul de vedere al controlului traficului aerian și altele asemenea. Acest lucru este luat în considerare prin descrierea fiecărei traiectorii de zbor, în mod statistic - ca o traiectorie centrală sau „magistrală” care este acompaniată de o serie de traiectorii dispersate. Acestea sunt explicate, de asemenea, în secțiunile 2.7.7-2.7.13 cu trimitere la informațiile suplimentare din apendicele C.

Secțiunile 2.7.14-2.7.19 stabilesc etapele de urmat în calcularea nivelului de zgomot al unui singur eveniment unic - zgomotul generat la un punct de la sol de mișcarea unei aeronave. Apendicele D abordează recalcularea datelor NPD pentru alte condiții decât cele de referință. Apendicele E explică sursa dipolară acustică folosită în model pentru a defini radiația sunetului de pe segmentele traiectoriei de zbor cu lungime delimitată.

Aplicările relațiilor de modelare descrise la cap. 3 și 4 necesită, în afara traiectoriilor de zbor relevante, date corespunzătoare privind performanța și zgomotul pentru aeronava în cauză.

Determinarea nivelului evenimentului pentru o singură mișcare a aeronavei la un punct de observare unic este calculul de bază. Acesta trebuie repetat pentru toate mișcările aeronavei la fiecare dintr-o rază prestabilită de puncte care acoperă dimensiunea anticipată a curbelor de zgomot necesare. La fiecare punct nivelurile evenimentului sunt agregate sau calculate ca medie într-o oarecare măsură pentru a ajunge la un „nivel cumulativ” sau o valoare a indicelui de zgomot. Această parte a procesului este descrisă în secțiunile 2.7.20 și 2.7.23-2.7.25.

Secțiunile 2.7.26-2.7.28 rezumă opțiunile și cerința de potrivire a curbelor de zgomot cu gamele valorilor indicelui zgomotului. Acestea conțin orientări privind generarea conturului și postprocesarea.

2.7.3. Conceptul segmentării

Pentru o aeronavă specifică, baza de date conține relațiile de bază zgomot-putere-distanță (NPD). Acestea definesc, pentru zborul drept, constant la o viteză de referință în condiții atmosferice de referință și într-o configurație de zbor specificată, nivelurile de sunet percepute ale evenimentului, ambele integrate maxim și în timp, direct sub aeronavă⁶ ca o funcție a distanței. În scopul modelării zgomotului, puterea de reacție cea mai

importantă este reprezentată de un parametru de putere legat de zgomot; parametrul folosit în general este tracțiunea netă corectată. Nivelurile de bază ale evenimentului determinate din baza de date sunt ajustate pentru a reda, în primul rând, diferențele dintre condițiile actuale (și anume modelate) și cele atmosferice de referință și (în cazul nivelurilor de expunere la sunet) viteza aeronavei și, în al doilea rând, pentru punctele receptorului care nu se află direct sub aeronavă, diferențele dintre zgomotul radiat în sens descendent și în sens lateral. Această ultimă diferență se datorează directivității laterale (efectele instalării motorului) și atenuării laterale. Dar nivelurile evenimentului ajustate astfel se aplică în continuare exclusiv zgomotului total provenit de la aeronavă în zbor constant orizontal.

⁶ De fapt, sub aeronavă perpendicular pe axa aripilor și direcția de zbor; considerat a fi vertical sub aeronavă atunci când zboară fără viraje (și anume neînclinată).

Segmentarea este procesul prin care modelul recomandat de curbă a zgomotului se adaptează la traiectoria infinită NPD și datele laterale pentru a calcula zgomotul care ajunge la un receptor de pe traiectoria de zbor neuniformă, și anume una de-a lungul căreia configurația de zbor a aeronavei variază. În scopul calculării nivelului de sunet al evenimentului pentru o mișcare a evenimentului, traiectoria de zbor este reprezentată de o serie de segmente în linie dreaptă adiacentă, fiecare dintre acestea putând fi considerate ca o parte delimitată a unei traiectorii infinite pentru care NPD și ajustările laterale sunt cunoscute. Nivelul maxim al evenimentului este pur și simplu cea mai mare dintre valorile segmentului individual. Nivelul de timp integrat al întregului eveniment de zgomot este calculat prin însumarea zgomotului primit de la un număr suficient de segmente, și anume cele care aduc o contribuție semnificativă la nivelul de zgomot total al evenimentului.

Metoda de estimare a dimensiunii contribuției unui segment delimitat în materie de zgomot la nivelul integrat al evenimentului este una pur empirică. Frația energiei F - zgomotul segmentului exprimat ca o proporție a zgomotului total al traiectoriei infinite - este descrisă de o expresie relativ simplă care permite directivitatea longitudinală a zgomotului aeronavei și „vizualizarea” segmentului de către receptor. Un motiv pentru care o metodă simplă empirică este în general adecvată este că, de regulă, majoritatea zgomotului provine de la segmentul cel mai apropiat, de regulă, adiacent - pentru care cel mai apropiat punct de apropiere (CPA) de receptor se află în segment (nu la unul dintre capetele sale). Aceasta înseamnă că estimările zgomotului de la segmentele neadiacente pot fi foarte aproximative deoarece se îndepărtează de receptor fără a compromite semnificativ precizia.

2.7.4. Traietoriile de zbor: Traietorii și profiluri

În contextul modelării, o traiectorie de zbor (sau traiectoria) este o descriere completă a mișcării aeronavei în spațiu și timp⁷. Împreună cu tracțiunea propulsivă (sau alt parametru al puterii în legătură cu zgomotul) aceasta este informația necesară pentru a calcula zgomotul generat. Traietoria terestră este proiecția verticală a traiectoriei de zbor la nivelul solului. Aceasta este combinată cu profilul de zbor vertical pentru a construi traiectoria de zbor 3-D. Modelarea segmentării necesită ca traiectoria de zbor a fiecărei mișcări diferite a aeronavei să fie descrisă de o serie de segmente drepte adiacente. Modul în care segmentarea este realizată este dictat de o necesitate de echilibrare a preciziei și eficienței - este necesară aproximarea traiectoriei de zbor reale curbate suficient de aproape reducând în același timp sarcina de calcul și cerințele privind datele. Fiecare segment trebuie definit de coordonatele geometrice ale punctelor sale finale și viteza asociată și parametrii puterii motorului aeronavei (de care depinde emisia de sunet). Traietoriile de zbor și puterea motorului pot fi determinate în moduri variate, cele principale care implică (a) sinteza dintr-o serie a etapelor procedurale și (b) analiza datelor măsurate privind profilul de zbor.

⁷ Timpul este luat în considerare prin viteza aeronavei.

Caracterizarea traiectoriei de zbor (a) necesită cunoașterea (sau ipotezele pentru) traietoriile terestre și dispersiile lor laterale, greutatea aeronavei, viteza, flapsurile și procedurile de gestionare a tracțiunii, elevația

aeroportului și vântul și temperatura aerului. Ecuațiile pentru calculul profilului de zbor din parametri de reacție și aerodinamici necesari sunt prezentate în apendicele B. Fiecare ecuație conține coeficienții (și/sau constantele) care se bazează pe datele empirice pentru fiecare tip specific de aeronavă. Ecuațiile privind performanța aerodinamică din apendicele B permit considerarea oricărei combinații rezonabile a greutății operaționale a aeronavei și a procedurii de zbor, inclusiv operațiunile la greutate nete diferite de decolare.

Analiza datelor măsurate (b), de exemplu, din registrele de date de zbor, radar și alte echipamente de detectare a aeronavei, implică „ingineria inversă”, efectiv o inversare a procesului de sinteză (a). În locul estimării condiției aeronavei și a grupului motopropulsor la capetele segmentelor de zbor prin integrarea efectelor tracțiunii și a forțelor aerodinamice care acționează asupra fuzelajului, forțele sunt estimate prin diferențierea modificărilor înălțimii și vitezei fuzelajului. Procedurile de procesare a informațiilor privind traiectoria de zbor sunt descrise în secțiunea 2.7.12.

Într-o ultimă aplicare a modelării zgomotului, fiecare zbor individual ar putea, teoretic, să fie reprezentat independent; aceasta ar garanta reprezentarea cu precizie a dispersiei spațiale a traiectoriilor de zbor - care poate fi foarte semnificativă. Dar păstrarea în limite rezonabile a pregătirii datelor și a timpului de calcul este practica normală de reprezentare a legăturilor traiectoriilor de zbor de un număr mic de „traiectorii secundare” dispuse lateral. (Dispersia verticală este de obicei reprezentată satisfăcător având în vedere efectele greutăților variabile ale aeronavei pe profilurile verticale.)

2.7.5. Zgomotul și performanțele aeronavelor

[15/06/2022 - subpunctul a fost modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Baza de date ANP prezentată în apendicele I cuprinde coeficienții de performanță ai aeronavelor și motoarelor, profilurile de plecare și de apropiere, precum și relațiile NPD pentru o parte substanțială a aeronavelor civile care operează pe aeroporturile Uniunii Europene. Datele care nu sunt în prezent indicate pentru unele tipuri sau variante de aeronave pot fi reprezentate cel mai bine de datele indicate pentru aeronave care sunt, în mod normal, similare.

Aceste date au fost obținute pentru a calcula contururile de zgomot pentru o flotă și un mix de trafic medii sau reprezentative pentru un aeroport. Este posibil ca acestea să nu fie adecvate pentru a previziona nivelurile absolute de zgomot ale unui anumit model de aeronavă și nu sunt potrivite pentru a compara performanțele și caracteristicile acustice ale unor tipuri sau modele specifice de aeronave sau ale unor flote specifice de aeronave. Pentru a stabili care sunt cele mai zgomotoase tipuri sau modele de aeronave sau care este cea mai zgomotoasă flotă specifică de aeronave, trebuie consultate certificatele de zgomot.

Baza de date ANP include unul sau mai multe profiluri implicite de decolare și de aterizare pentru fiecare tip de aeronavă menționat. Trebuie examinată aplicabilitatea acestor profiluri pentru aeroportul în cauză și trebuie determinate fie profilurile cu puncte fixe, fie etapele procedurale care reprezintă cel mai bine operațiunile de zbor de pe aeroportul respectiv.

2.7.6. Operațiunile de aeroport și ale aeronavei

Datele specifice din care se pot calcula curbele de zgomot pentru un anumit scenariu aeroportuar includ următoarele.

Date generale ale aeroportului

Punctul de referință al aeroportului (doar pentru a localiza aerodromul în coordonate geografice corespunzătoare). Punctul de referință este stabilit la originea sistemului local de coordonate carteziene folosit de procedura de calcul.

Altitudinea de referință a aerodromului (= altitudinea punctului de referință a aerodromului). Aceasta este altitudinea planului nominal al solului, pe care, în absența corecțiilor topografice, sunt definite curbele de zgomot.

Parametrii meteorologici medii la sau în apropierea punctului de referință al aerodromului (temperatura,

umiditatea relativă, viteza medie a vântului și direcția vântului).

Date privind pista

Pentru fiecare pistă:

- denumirea pistei;
- punctul de referință al pistei (centrul pistei exprimat în coordonate locale);
- lungimea pistei, direcția și înclinarea medie;
- amplasarea punctului de începere a rulării și pragul de aterizare⁸.

⁸ Pragurile deplasate pot fi luate în considerare prin definirea pistelor suplimentare.

Datele privind ruta terestră

Rutele terestre ale aeronavei vor fi descrise de o serie de coordonate în planul (orizontal) al solului. Sursa datelor privind ruta terestră depinde de disponibilitatea sau nu a datelor relevante radar. Dacă acestea sunt disponibile, ruta magistrală sigură și rutele secundare asociate corespunzător (dispersate) vor fi stabilite prin analiza statistică a datelor. Dacă nu, rutele magistrale sunt de obicei construite din informațiile procedurale corespunzătoare, de exemplu utilizarea procedurilor standard privind plecările din publicațiile informaționale aeronautice. Această descriere convențională include informațiile următoare:

1. denumirea pistei din care se desprinde ruta;
2. descrierea originii rutei (punctul de început al rulării, pragul de aterizare);
3. lungimea segmentelor (pentru viraje, raza și schimbarea direcției).

Aceste informații sunt minimum necesare pentru a defini ruta principală (magistrală). Dar nivelurile medii de zgomot calculate pe baza ipotezei conform căreia aeronava urmează rutele normale exact pot fi răspunzătoare pentru erorile localizate pentru mai mulți decibeli. Astfel dispersia laterală va fi reprezentată și următoarele informații suplimentare sunt necesare:

1. lățimea legăturii (sau alte statistici privind dispersia) la fiecare capăt al segmentului;
2. numărul de rute secundare;
3. distribuția mișcărilor perpendiculare pe ruta magistrală.

Datele privind traficul aerian

Datele privind traficul aerian sunt perioada de timp acoperită de date și numărul de mișcări (sosiri și plecări) ale fiecărui tip de aeronave pe fiecare rută de zbor, subdivizat în funcție de (1) perioada zilei așa cum este corespunzător pentru indicii de zgomot specificați, (2) pentru plecări, greutatea de operare sau lungimile platformei și (3), dacă este necesar, procedurile de operare.

Majoritatea indicatorilor de zgomot impun ca evenimentele (și anume mișcărilor aeronavei) să fie definite ca valori medii zilnice în timpul unor perioade specificate ale zilei (de exemplu zi, seară și noapte) - a se vedea secțiunile 2.7.23-2.7.25.

Datele topografice

Terenul din jurul majorității aeroporturilor este relativ plat. Cu toate acestea nu este întotdeauna cazul și poate exista uneori o nevoie de a lua în considerare variații ale elevației terenului în raport cu elevația de referință a aeroportului. Efectul elevației terenului poate fi în special important în vecinătatea rutelor de sosire, dacă aeronava funcționează la altitudini relativ scăzute.

Datele privind elevația terenului sunt de obicei furnizate sub forma unui set de coordonate (x,y,z) ale unei rețele rectangulare cu o anumită dimensiune a pătratului. Dar este posibil ca parametrii rețelei de elevație să difere de cei ai rețelei utilizate pentru calculul de zgomot. În această situație, poate fi folosită o interpolare liniară pentru a estima coordonatele z corespunzătoare în ultimul caz.

Analiza cuprinzătoare a efectelor solului semnificativ neuniform asupra propagării sunetului este complexă și în afara sferei de aplicare a acestei metode. Neregularitatea moderată poate fi redată prin estimarea solului „pseudouniform”; de exemplu simpla creștere sau scădere a planului uniform al solului la elevația locală a

solului (în legătură cu planul de referință al solului) la fiecare punct receptor (a se vedea secțiunea 2.7.4).

Condiții de referință

Datele internaționale privind performanța și zgomotul aeronavei (ANP) sunt standardizate la condițiile standard de referință care sunt utilizate pe larg pentru studiile privind zgomotul aeroporturilor (a se vedea apendicele D).

Condiții de referință pentru datele NPD

1. Presiunea atmosferică: 101.325 kPa (1013,25 mb)
2. Absorbția atmosferică: ratele de atenuare enumerate în tabelul D-1 din apendicele D
3. Precipitații: nu există
4. Viteza vântului: mai mică de 8 m/s (15 noduri)
5. Viteza la sol: 160 noduri
6. Terenul local: sol plat, moale fără structuri mari sau alte obiecte reflectorizante pe mai mulți kilometri de rute terestre aeriene

Măsurătorile standardizate ale zgomotului aeronavelor se fac la 1,2 m deasupra suprafeței solului. Cu toate acestea, nu este necesară luarea sa în considerare în special deoarece, în scopul modelării, se poate presupune că nivelurile evenimentului sunt relativ insensibile la altitudinea receptorului⁹.

⁹ Nivelurile calculate la 4 m sau mai mult sunt uneori necesare. Comparația măsurătorilor la 1,2 m și 10 m și calculul teoretic al efectelor la sol indică faptul că variațiile nivelului de expunere sonoră ponderat pe curba A sunt relativ insensibile la înălțimea receptorului. Variațiile sunt în general mai mici de un decibel, cu excepția cazului în care unghiul maxim al incidenței sunetului este sub 10° și dacă spectrul ponderat pe curba A la punctul receptorului își are valoarea maximă în intervalul de frecvență 200-500 Hz. Astfel de spectre dominate de frecvență scăzută pot apărea de exemplu pe distanțe lungi pentru motoarele cu un raport scăzut de deviație și pentru motoarele cu reacție cu frecvențe audio scăzute silențioase.

Comparațiile nivelurilor de zgomot ale aeroporturilor estimate și măsurate indică faptul că datele NPD pot fi considerate aplicabile atunci când condițiile medii ale suprafeței învecinate se află în următorul mediu:

1. temperatura aerului sub 30°C;
2. produsul temperaturii aerului (°C) și umiditatea relativă, (procent) mai mare de 500;
3. viteza vântului mai mică decât 8 metri pe secundă (15 noduri).

Acest mediu se consideră că include condițiile întâlnite în majoritatea aeroporturilor mari ale lumii. Apendicele D prevede o metodă de transformare a datelor NPD pentru a face o medie a condițiilor locale care se înscriu în afara sa, dar, în cazuri extreme, se sugerează ca producătorii aeroplanului relevant să fie consultați.

Condiții de referință pentru datele privind motorul și aerodinamica aeroplanului

1. Elevația pistei: nivelul mării
2. Temperatura aerului: 15°C
3. Greutate brută la decolare: astfel cum a fost definită ca funcție a lungimii platformei din baza de date ANP
4. Greutate brută la aterizare: 90 de procente din greutatea brută maximă la aterizare
5. Motoarele de tracțiune: toate

Comparațiile nivelurilor de zgomot ale aeroporturilor estimate și măsurate indică faptul că datele NPD pot fi considerate aplicabile atunci când condițiile medii ale suprafeței învecinate se află în următorul mediu:

1. temperatura aerului sub 30°C;
2. produsul temperaturii aerului (°C) și umiditatea relativă, (procent) mai mare de 500;
3. viteza vântului mai mică decât 8 metri pe secundă (15 noduri).

Acest mediu se consideră că include condițiile întâlnite în majoritatea aeroporturilor mari ale lumii. Apendicele D prevede o metodă de transformare a datelor NPD pentru a face o medie a condițiilor locale care se înscriu în afara sa, dar, în cazuri extreme, se sugerează ca producătorii aeroplanului relevant să fie consultați.

Condiții de referință pentru datele privind motorul și aerodinamica aeroplanului

1. Elevația pistei: nivelul mării
2. Temperatura aerului: 15°C
3. Greutate brută la decolare: astfel cum a fost definită ca funcție a lungimii platformei din baza de date ANP
4. Greutate brută la aterizare: 90 de procente din greutatea brută maximă la aterizare
5. Motoarele de tracțiune: toate

Deși datele privind aerodinamica și motorul se bazează pe aceste condiții, ele pot fi utilizate ca fiind catalogate pentru elevațiile pistei, altele decât cele de referință și temperaturile medii ale aerului înălțimile medii ale aerului în statele participante la CEAC, fără a afecta în mod semnificativ precizia conturilor calculate ale nivelului sonor mediu cumulativ (a se vedea apendicele B)

Baza de date ANP cataloghează datele aerodinamice pentru greutatea brută de decolare și aterizare prevăzute la pct. 3 și 4 de mai sus. Deși, pentru calculul zgomotului cumulativ, datele privind aerodinamica nu trebuie să fie ajustate pentru alte greutăți brute, calcularea profilurilor de decolare și urcare, folosind procedurile descrise în apendicele B, se bazează pe greutatea brută de decolare operațională adecvate.

2.7.7. Descrierea traiectoriei de zbor

Modelul de zgomot presupune că fiecare mișcare diferită a aeronavei este descrisă prin intermediul traiectoriei sale de zbor tridimensionale și a puterii motorului și vitezei care variază de-a lungul acesteia. De regulă, o mișcare modelată reprezintă o serie intermediară a traficului aeroportuar total, de exemplu un număr de mișcări (presupus) identice, cu același tip de aeronavă, aceeași greutate și procedură de operare, pe o singură rută la sol. Această cale poate fi una dintre multele rute „secundare” dispersate utilizate pentru modelarea a ceea ce este cu adevărat un ansamblu de linii urmând o rută desemnată. Ansamblurile de rute terestre, profilurile verticale și parametrii operaționali ai aeronavei sunt toți determinați din datele scenariului de intrare - în legătură cu datele aeronavei din baza de date ANP.

Datele zgomot-putere-distanță (din baza de date ANP) definesc zgomotul produs de aeronave care traversează în mod ideal traiectoriile de zbor orizontale cu o lungime infinită la o viteză și putere constantă. Pentru a adapta aceste date la traiectoriile de zbor din zona terminală care sunt caracterizate de schimbările frecvente de putere și viteză, fiecare traiectorie este împărțită în segmente delimitate drepte; contribuțiile de zgomot ale fiecărei dintre acestea sunt prin urmare însumate la poziția observatorului.

2.7.8. Relații între traiectoria de zbor și configurația de zbor

Traectoria de zbor tridimensională a unei mișcări a aeronavei determină aspectele geometrice ale propagării și radiației sunetului dintre aeronavă și observator. La o anumită greutate a aeronavei și în condiții atmosferice speciale, traiectoria de zbor este reglementată în întregime de succesiunea schimbării puterii, flapsurilor și altitudinii care sunt aplicate de pilot (sau sistemul automat de gestionare a zborului) pentru a urmări rutele și a menține altitudinile și vitezele specificate de către ATC - în conformitate cu procedurile standard de operare ale operatorului aeronavei. Aceste instrucțiuni și acțiuni împart traiectoria de zbor în faze distincte care formează segmente naturale. În planul orizontal acestea implică ramificații drepte, prevăzute ca distanța până la următorul viraj și virajele definite de raza și schimbarea direcției. În plan vertical, segmentele sunt definite de timpul și/sau distanța luate pentru realizarea schimbărilor necesare de mers înainte și/sau altitudinea la puterea specificată și configurația flapsurilor. Coordonatele verticale corespunzătoare sunt adesea prevăzute ca puncte de profil.

Pentru modelarea zgomotului, informațiile privind traiectoria de zbor sunt generate fie prin sinteză dintr-o serie de etape procedurale (și anume cele urmate de pilot) sau prin analiza informațiilor radar - măsurători fizice ale traiectoriilor de zbor actuale urmate. Indiferent de metoda utilizată, atât formele orizontale, cât și verticale ale traiectoriei de zbor sunt reduse la forme segmentate. Forma sa orizontală (și anume proiecția bidimensională pe sol) este ruta terestră definită de sistemele de orientare pentru plecări și sosiri. Forma sa verticală, dată de punctele profilului, precum și viteza asociată parametrilor de zbor, unghiul de înclinare și configurația puterii,

definesc împreună profilul de zbor care depinde de procedura de zbor care este în mod normal stabilită de constructorul aeronavei și/sau operator. Traectoria de zbor este construită prin fuzionarea profilului de zbor bidimensional cu ruta la sol bidimensională pentru a forma o succesiune de segmente ale traectoriei de zbor tridimensionale.

Trebuie să se aibă în vedere că, pentru o serie dată de etape procedurale, profilul depinde de ruta terestră; de exemplu la aceeași tracțiune și viteză rata de urcare a aeronavei are mai puține viraje decât în zbor drept. Deși aceste orientări explică modul de a lua în considerare această dependență, trebuie recunoscut faptul că acest lucru ar implica în mod normal un calcul foarte complex și utilizatorii pot prefera să presupună că, în scopul modelării acustice, profilul de zbor și ruta terestră pot fi tratate ca entități independente; și anume profilul de urcare nu este afectat de niciun viraj. Cu toate acestea, este importantă determinarea schimbărilor unghiului de înclinare pe care virajul le impune deoarece acest lucru are o influență semnificativă asupra direcționalității emisiilor sonore.

Zgomotul primit de la un segment de zbor depinde de geometria segmentului în raport cu observatorul și configurația de zbor a aeronavei. Dar acestea sunt interdependente - o schimbare a uneia produce o schimbare a celeilalte și este necesar să se asigure că, la toate punctele de pe traectorie, configurația aeronavei este în conformitate cu deplasarea sa de-a lungul traectoriei.

Pentru o sinteză a traectoriei de zbor, adică atunci când se construiește o traectorie de zbor de la o serie de „etape procedurale”, care descriu selecțiile pilotului în materie de putere a motorului, unghiul flapsurilor și accelerația/viteza verticală, deplasarea este cea care trebuie să fie calculată. Într-o analiză a traectoriei de zbor, situația inversă este următoarea: configurația de putere a motorului trebuie să fie estimată din mișcarea observată a aeroplanului - determinată din datele radar sau, uneori, în studii speciale, din datele înregistratorului de date de zbor al aeronavei (deși în ultimul caz puterea motorului face, de obicei, parte din date). În orice caz, coordonatele și parametrii de zbor în toate punctele finale ale segmentului trebuie să fie incluse în calculul zgomotului.

Apendicele B prezintă ecuațiile care se referă la forțele care acționează asupra unei aeronave și deplasarea sa și explică modul în care sunt soluționate pentru a defini proprietățile segmentelor care compun traectoriile de zbor. Diferitele tipuri de segmente (și secțiunile apendicelui B care acoperă acest subiect) sunt rulara la sol pentru decolare (B5), urcarea la viteză constantă (B6), reducerea puterii (B7), urcarea prin accelerare și refracția flapsurilor (B8), urcarea prin accelerare după refracția flapsurilor (B9), coborâre și decelerare (B10) și sosirea după aterizarea finală (B11).

În mod inevitabil, modelarea practică implică diferite grade de simplificare - cerința pentru acest lucru depinde de natura cererii, semnificația rezultatelor și resursele disponibile. O ipoteză generală simplificată, chiar și în cele mai elaborate aplicații, este că, atunci când se ia în calcul dispersia rutei, profilurile de zbor și configurațiile pe toate rutele secundare sunt aceleași cu cele de pe ruta magistrală. Deoarece cel puțin 6 rute secundare trebuie utilizate (a se vedea secțiunea 2.7.11), acest lucru reduce masiv calculul pentru o foarte mică scădere a fidelității.

2.7.9. Sursele de date privind traectoria de zbor

Datele radar

Deși înregistratoarele de date de zbor pot genera date de calitate foarte înaltă, acest lucru este dificil de obținut în scopul modelării acustice și datele radar sunt considerate ca fiind cea mai ușor accesibilă sursă de informații privind traectoriile de zbor efective în aeroporturi¹⁰. Deoarece sunt disponibile din sistemele de monitorizare a zgomotului aeroportului și a traectoriei de zbor, acestea sunt folosite tot mai des pentru modelarea zgomotului.

¹⁰ Înregistratoarele de date de zbor ale aeronavelor furnizează date operaționale cuprinzătoare. Totuși acestea nu sunt accesibile și furnizarea lor este costisitoare; astfel utilizarea lor în scopul modelării zgomotului este de obicei restricționată la proiectele speciale și la studiile de dezvoltare a modelului.

În al doilea rând supravegherea pe radar prezintă traiectoria de zbor a unei aeronave ca succesiunea de coordonate ale poziției la intervale egale perioadei de rotație a scannerului radar, de obicei aproximativ 4 secunde. Poziția aeronavei pe sol este determinată în coordonate polare - distanță și azimut - de la reîntoarcerea radarului reflectat (deși sistemul de monitorizare transformă în mod normal aceste date în coordonate carteziene); înălțimea sa¹¹ este măsurată de propriul altimetru al aeroplanului și transmisă computerului ATC de un transponder declanșat de radar. Dar erorile poziționale inerente cauzate de interferența radio și rezoluția datelor limitate sunt semnificative (în ciuda lipsei consecințelor asupra scopului intenționat al controlului traficului aerian). Astfel, în cazul în care traiectoria de zbor a unei anumite mișcări a aeronavei este impusă, este necesară nivelarea datelor utilizând o tehnică de construcție a curbei corespunzătoare. Cu toate acestea, în scopul modelării zgomotului cerința uzuală este o descriere statistică a unui ansamblu de traiectorii de zbor; de exemplu, pentru toate mișcărilor de pe o rută sau doar pentru cele ale unui tip specific de aeronavă. În acest caz, erorile de măsurare asociate cu statisticile relevante pot fi reduse astfel la insignifianță prin procesele de mediere.

¹¹ De obicei măsurată ca altitudine peste nivelul mării (și anume relativ la 1013 mB) și corectată în funcție de elevația aeroportului de către sistemul de monitorizare aeroportuar.

Etapele procedurale

În majoritatea cazurilor, nu este posibilă modelarea traiectoriilor de zbor pe baza datelor radar deoarece resursele necesare nu sunt disponibile sau pentru că scenariul este unul viitor pentru care nu există date radar relevante.

În absența unor date radar sau atunci când utilizarea acestuia este necorespunzătoare, este necesar să se estimeze traiectoriile de zbor pe baza materialelor orientative operaționale, de exemplu, instrucțiunile date echipajelor de zbor prin AIP și manualele de operare a aeronavelor - prevăzute aici ca etape procedurale. Consilierea cu privire la interpretarea acestui material trebuie solicitată de la autoritățile de control al traficului aerian și operatorii de aeronave, după caz.

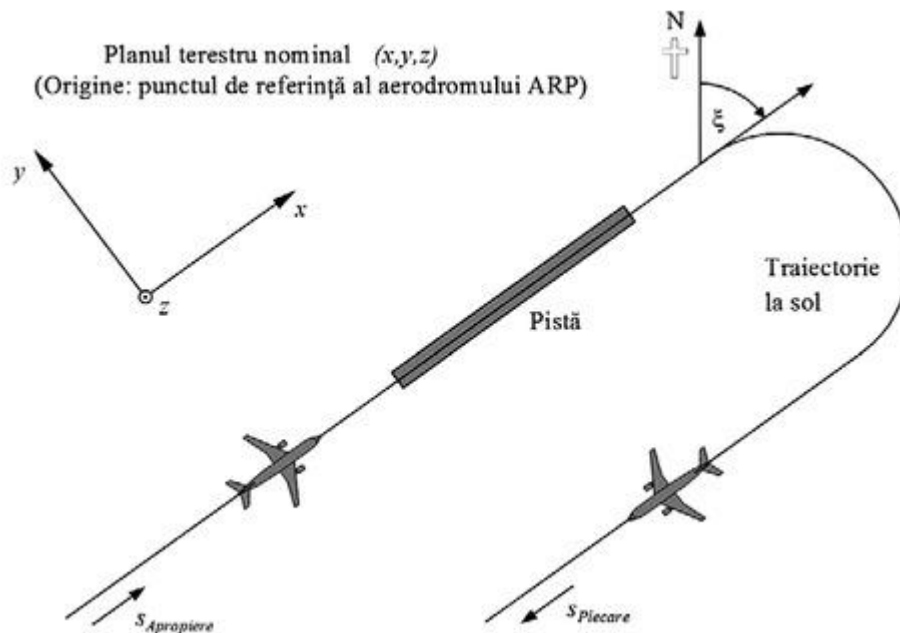
2.7.10. Sistemele de coordonate

Sistemul local de coordonate

Sistemul de coordonate local (x,y,z) este unul cartezian și își are originea $(0,0,0)$ la punctul de referință al aerodromului $(XARP,YARP,ZARP)$, unde ZARP este altitudinea de referință a aeroportului și $z = 0$ definește planul solului nominal pe care sunt de obicei calculate contururile. Direcția aeronavei x în planul xy este măsurată în sensul acelor de ceasornic de la polul nord magnetic (a se vedea figura 2.7.b). Toate pozițiile observatorului, rețeaua de calcul de bază și punctele conturului de zgomot sunt exprimate în coordonate locale¹².

¹² De obicei, axele coordonatelor locale sunt paralele cu axa hărții pe care sunt trasate contururile. Cu toate acestea, uneori este utilă alegerea axei x paralelă cu o pistă, pentru a obține contururi simetrice fără utilizarea unei rețele de calcul afinat (a se vedea secțiunile 2.7.26-2.7.28).

Figura 2.7.b: Sistemul de coordonate locale (x,y,z) și coordonata fixă s a traiectoriei la sol



Sistemul de coordonate fix al rutei terestre

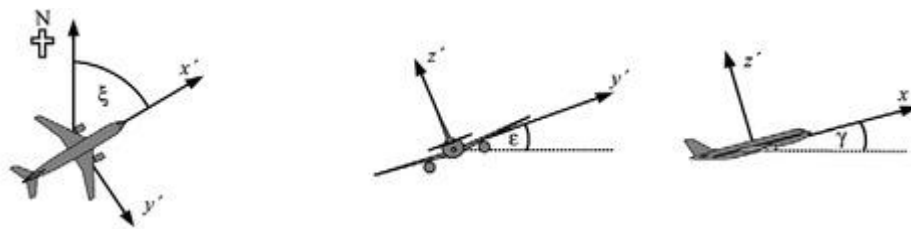
Această coordonată este specifică pentru fiecare rută terestră și reprezintă distanța s măsurată de-a lungul rutei în direcția de zbor. Pentru rutele de plecare s este măsurată de la începutul rulării, pentru căile de acces de la pragul de aterizare. Prin urmare s devine negativă în zonele din spatele punctului de începere a rulării pentru plecări și înainte de trecerea pragului pistei de aterizare pentru sosiri.

Parametrii operaționali de zbor, cum ar fi înălțimea, viteza și configurația puterii, sunt exprimați ca funcțiile lui s .

Sistemul de coordonate al aeronavei

Sistemul de coordonate fixe carteziene al aeronavei (x', y', z') își are originea la poziția efectivă a aeronavei. Sistemul de axe este definit de unghiul de înălțare γ , direcția de zbor ξ și unghiul de înclinare ϵ (a se vedea figura 2.7.c).

Figura 2.7.c: Sistemul de coordonate fixe al aeronavei (x', y', z')

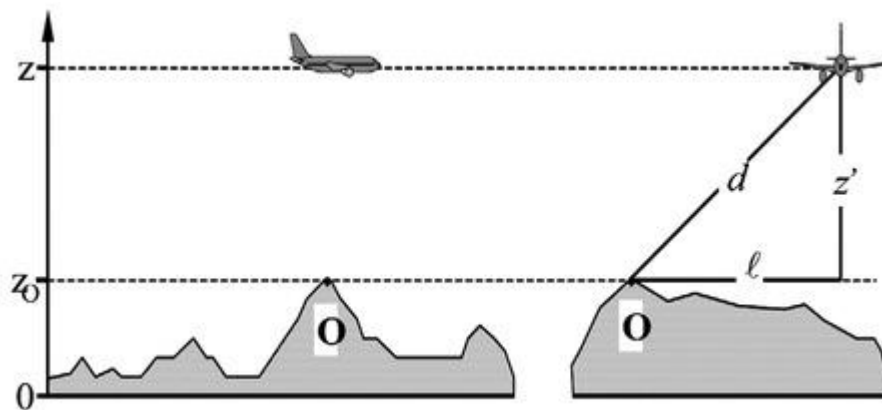


Luarea în considerare a topografiei

În cazul în care topografia trebuie luată în considerare (a se vedea secțiunea 2.7.6), coordonata de înălțime a aeronavei z trebuie înlocuită cu $z' = z - z_0$ (dacă z_0 este coordonata z a locației observatorului O) atunci când se estimează distanța de propagare d . Geometria dintre aeronavă și observator este ilustrată în figura 2.7.d. Pentru definițiile lui d și ℓ a se vedea secțiunile 2.7.14-2.7.19¹³.

¹³ În cazul unui teren accidentat, este posibil ca observatorul să fie deasupra aeronavei, caz în care, pentru calcularea propagării sunetului, z' (și unghiul de elevație corespunzător β - a se vedea capitolul 4) este egal cu zero.

Figura 2.7.d: Elevația la sol de-a lungul (stânga) și în lateralul (dreapta) traiectoriei la sol. Planul terestru nominal $z = 0$ trece prin punctul de referință al aerodromului. O este poziția observatorului.

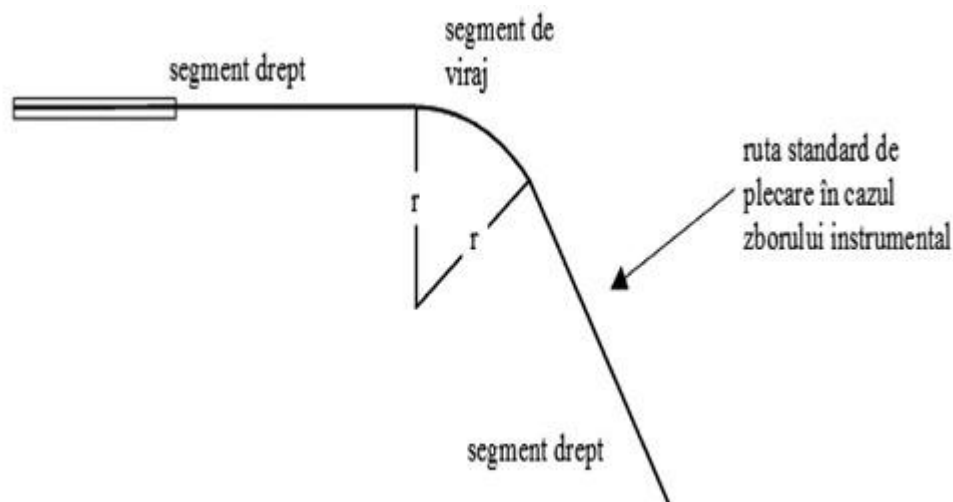


2.7.11. Traiectorii la sol

Traiectorii principale

Traiectoria principală definește centrul fâșiei de traiectorii urmate de aeronava care utilizează o anumită rută. În scopul modelării zgomotului produs de aeronavă, aceasta este definită fie: (i) prin date operaționale obligatorii, cum ar fi instrucțiunile date piloților în AIP sau (ii) prin analiza statistică a datelor radar, explicată în secțiunea 2.7.9, în cazul în care acestea sunt disponibile și adecvate nevoilor studiului de modelare. Construirea traiectoriei din instrucțiuni operaționale este în mod normal destul de simplă, deoarece acestea descriu o succesiune de segmente, care sunt fie drepte - definite de lungime și cap-compass, fie arcuri de cerc definite de rata virajelor și schimbarea capului-compass; pentru exemplificare, a se vedea figura 2.7.e.

Figura 2.7.e: Geometria traiectoriei la sol din punctul de vedere al virajelor și segmentelor drepte



Corelarea unei traiectorii principale cu datele radar este o sarcină mai complexă, în primul rând pentru că virajele reale sunt executate cu o rată variabilă și în al doilea rând pentru că linia sa este greu de decelat din cauza dispersării datelor. Astfel cum s-a explicat, nu au fost încă elaborate proceduri formalizate, astfel că în practica obișnuită se corelează segmentele, drepte și curbate, cu pozițiile medii calculate prin secționarea transversală a traiectoriilor radar la anumite intervale de-a lungul rutei. În viitor, este posibil să se elaboreze algoritmi informatici pentru realizarea acestei sarcini, dar, pentru moment, decizia privind cel mai bun mod de utilizare a datelor revine modelatorilor. Un factor important este că viteza aeronavei și raza virajului dictează unghiul de înclinare și, așa cum se poate vedea în secțiunea 2.7.19, asimetriile de propagare a sunetului în jurul traiecului de zbor, precum și poziția traiecului de zbor în sine determină zgomotul la sol.

În mod teoretic, tranziția dintr-o singură mișcare de la zborul drept la virajul cu rază fixă ar necesita o aplicare instantanee a unghiului de înclinare ϵ , care este fizic imposibilă. În realitate, este nevoie de o perioadă de timp finită pentru ca unghiul de înclinare să atingă valoarea necesară pentru a păstra o viteză specificată și o rază de viraj r , în timpul căreia raza virajului scade de la infinit la r . În scopul modelării, tranziția razei poate fi ignorată și se poate presupune că unghiul de înclinare crește constant de la zero (sau de la altă valoare inițială)

la ϵ , la începutul virajului și la următoarea valoare a ϵ , la sfârșitul virajului¹⁴.

¹⁴ Modul optim de implementare este lăsat la alegerea utilizatorului, deoarece acesta va depinde de definirea razelor de viraj. Atunci când începutul virajului constă într-o succesiune de segmente drepte sau circulare, o opțiune relativ simplă este inserarea la începutul și la sfârșitul virajului a unor segmente de tranziție a unghiului de înclinare în care aeronava zboară cu o rată constantă (de exemplu, exprimată în $^{\circ}/m$ sau $^{\circ}/s$).

Dispersia laterală a traiectoriei

15/06/2022 - [paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Dacă este posibil, definiția dispersiei laterale și cea a subtraectoriilor reprezentative se vor baza pe experiența anterioară relevantă a aeroportului de studiu; în mod normal, pe analiza unor eșantioane de date radar. Prima etapă este gruparea datelor în funcție de rută. Traiectoriile de plecare se caracterizează printr-o dispersie laterală substanțială care, pentru o modelare precisă, trebuie luată în considerare. Rutele de sosire se unesc în mod normal într-o fâșie foarte îngustă de o parte și de alta a traiectului final de apropiere și, de obicei, este suficient să se reprezinte toate sosirile printr-o singură traiectorie. Dar dacă fâșiile de apropiere sunt largi în regiunea contururilor de zgomot, ar putea fi necesar ca acestea să fie reprezentate prin subtraectorii, în același mod ca rutele de plecare.

În practica comună, datele pentru o singură rută se tratează ca un eșantion dintr-o singură populație; și anume, aceasta este reprezentată printr-o singură traiectorie principală și un set de subtraectorii dispersate. Cu toate acestea, dacă inspecția indică faptul că datele pentru diferite categorii de aeronave sau operațiuni diferă în mod semnificativ (de exemplu, aeronavele mari ar trebui să aibă raze de viraj substanțial diferite de cele mici), subdivizarea în continuare a datelor în mai multe fâșii poate fi de dorit. Pentru fiecare fâșie, dispersia laterală a traiectoriei se determină ca funcție a distanței de la origine; mișcările fiind apoi distribuite între traiectoria principală și un număr adecvat de traiectorii dispersate pe baza statisticilor de distribuție.

Deoarece este în mod normal imprudent să se ignore efectele dispersiei traiectoriei, în absența unor date măsurate ale fâșiei, se va defini o dispersie laterală nominală de-a lungul și perpendicular pe traiectoria principală, printr-o funcție de distribuție convențională. Valorile calculate ale indicilor de zgomot nu sunt în mod deosebit sensibile față de forma precisă a distribuției laterale: distribuția normală (gaussiană) furnizează o descriere adecvată a mai multor fâșii măsurate pe radar.

De obicei este folosită o aproximare discretă în 7 puncte (și anume, reprezentând dispersia laterală prin 6 subtraectorii dispuse la distanțe egale în jurul traiectoriei principale). Disponibilitatea subtraectoriilor depinde de deviația standard a funcției de dispersie laterală.

Pentru traiectoriile distribuite normal cu o deviație standard S , 98,8% din traiectorii se află într-un coridor cu limitele de $\pm 2,5 \cdot S$. Tabelul 2.7.a indică disponibilitatea celor șase subtraectorii și procentul mișcărilor atribuite fiecăreia. Apendicele C prezintă valorile pentru alte subtraectorii.

Tabelul 2.7.a: Procentele mișcărilor pentru o funcție normală de distribuție cu deviația standard S pentru 7 subtraectorii (traectoria principală este subtraectoria 1).

Numărul subtraectoriei	Poziția subtraectoriei	Procentul de mișcări pe subtraectorie
7	$-2,14 \cdot S$	3%
5	$-1,43 \cdot S$	11%
3	$-0,71 \cdot S$	22%
1	0	28%
2	$0,71 \cdot S$	22%
4	$1,43 \cdot S$	11%

6	2,14·S	3%
---	--------	----

Deviația standard S este o funcție a coordonatei s de-a lungul traiectoriei principale. Se poate specifica - împreună cu descrierea traiectoriei principale - în fișa de date ale traiectoriei de zbor prezentată în apendicele A3. În absența oricărui indicator ai deviației standard - de exemplu, din datele radar care descriu traiectorii de zbor comparabile - următoarele valori sunt recomandate:

Pentru traiectoriile care implică viraje mai mici de 45 de grade:

$$\begin{aligned} S(s) &= 0.055 \cdot s - 150 && \text{pentru } 2700 \text{ m} \leq s \leq 30000 \text{ m} \\ S(s) &= 1500 \text{ m} && \text{pentru } s > 30000 \text{ m} \end{aligned} \quad (2.7.1)$$

Pentru traiectoriile care implică viraje mai mari de 45 de grade:

$$\begin{aligned} S(s) &= 0.128 \cdot s - 420 && \text{pentru } 3300 \text{ m} \leq s \leq 15000 \text{ m} \\ S(s) &= 1500 \text{ m} && \text{pentru } s > 15000 \text{ m} \end{aligned} \quad (2.7.2)$$

Din motive practice, S(s) se presupune a fi egală cu zero între punctul de început al rulării și s = 2.700 m sau s = 3.300 m, în funcție de mărimea virajului. Rutele care implică mai multe viraje vor fi tratate conform ecuației (2.7.2). Pentru sosiri, dispersia laterală poate fi neglijată pe o distanță de

2.7.12. Profilurile de zbor

Profilul de zbor este o descriere a mișcării aeronavei în plan vertical deasupra traiectoriei la sol, din punctul de vedere al poziției sale, al vitezei, al unghiului de înclinare și al setării de putere a motorului. Una dintre cele mai importante sarcini ale utilizatorului modelului este definirea profilurilor de zbor ale aeronavei care îndeplinesc în mod corespunzător cerințele privind aplicarea modelării - în mod eficient, fără consum excesiv de timp și resurse. În mod normal, pentru a obține o precizie mare, profilurile trebuie să reflecte îndeaproape operațiunile aeronavei care trebuie reprezentate. Aceasta necesită informații fiabile privind condițiile atmosferice, tipurile și variantele de aeronave, greutatea de operare și procedurile de operare - variațiile tracțiunii și ale setării flapsurilor și compromisurile dintre schimbările de altitudine și de viteză - pentru toate acestea fiind calculată o valoare medie adecvată pentru perioada (perioadele) de timp de interes. Adesea astfel de informații detaliate nu sunt disponibile, dar acest lucru nu este neapărat un obstacol; chiar dacă sunt disponibile, modelatorul trebuie să găsească echilibrul potrivit între precizia și detalierea informațiilor introduse și necesitatea de a obține rezultate sub formă de contururi și utilizările acestora.

Sinteza profilurilor de zbor din „etapele procedurale” obținute din baza de date ANP sau de la operatorii aeronavelor este descrisă în secțiunea 2.7.13 și în apendicele B. Acest proces, de obicei singurul la care modelatorul are acces atunci când datele radar nu sunt disponibile, pune la dispoziție atât geometria traiectului de zbor, cât și variațiile de viteză și de tracțiune asociate. S-ar presupune, în mod normal, că toate aeronavele (similare) dintr-o fâșie, atribuite fie traiectoriei principale, fie subtraiectoriilor, urmează profilul traiectoriei principale.

În afara bazei de date ANP, care furnizează informațiile implicite privind etapele procedurale, operatorii aeronavelor sunt cea mai bună sursă de informații fiabile, și anume procedurile pe care le folosesc și greutatea tipice de zbor. Pentru zborurile individuale, „cea mai bună sursă standard” este înregistratorul de date de zbor al aeronavei, din care pot fi obținute toate informațiile relevante. Dar chiar dacă astfel de date sunt disponibile, sarcina de preprocesare este considerabilă. Astfel, respectând economiile necesare de modelare, soluția practică normală este să se facă presupuneri documentate cu privire la greutatea medii și la procedurile de operare.

Trebuie să se acorde atenție înainte de adoptarea etapelor procedurale implicite din baza de date ANP (de obicei, presupuse atunci când procedurile efective nu sunt cunoscute). Acestea sunt proceduri standardizate care sunt urmate, în general, dar care pot fi utilizate sau nu de către operatori în cazuri particulare. Un factor

major este definirea tracțiunii motorului la decolare (și, uneori, la urcare) care poate depinde într-o anumită măsură de circumstanțele care prevalează. În special, este o practică comună reducerea nivelurilor de tracțiune în timpul decolării (de la cele maxime disponibile) pentru a prelungi viața motorului. Apendicele B conține orientări privind practica normală; acestea vor conduce în general la contururi mai realiste decât ipoteza tracțiunii integrale. Cu toate acestea, dacă, de exemplu, pistele sunt scurte și/sau temperaturile medii ale aerului sunt ridicate, tracțiunea integrală este probabil o ipoteză mai realistă.

La modelarea scenariilor reale se poate obține o precizie mai bună folosind datele radar pentru a completa sau înlocui aceste informații nominale. Profilurile de zbor pot fi determinate din datele radar într-un mod similar subtrajectoriilor laterale - dar numai după segregarea traficului în funcție de tipul și varianta de aeronavă și uneori în funcție de greutate sau de lungimea etapei (dar nu de dispersie) - pentru a produce pentru fiecare subgrupă un profil mediu de înălțime și viteză în raport cu distanța parcursă la sol. Mai mult, după convergența ulterioară cu traiectoriile la sol, acest profil unic este în mod normal atribuit atât traiectoriei principale, cât și subtrajectoriilor.

Cunoscând greutatea aeronavei, variația vitezei și tracțiunea cu reacție pot fi calculate prin soluția pas cu pas a ecuațiilor de mișcare. Înainte de aceasta, este utilă preprocesarea datelor pentru a reduce efectele erorilor radar care pot face ca estimările accelerației să fie nesigure. Prima etapă în fiecare caz este redefinirea profilului prin adaptarea segmentelor de linie drepte pentru a reprezenta etapele relevante de zbor, fiecare segment fiind clasificat în mod corespunzător; și anume ca rulare la sol, urcare sau coborâre la o viteză constantă, reducerea tracțiunii sau accelerarea/decelerarea cu sau fără schimbarea flapsurilor. Greutatea aeronavei și starea atmosferică sunt, de asemenea, date de intrare necesare.

Sursa de zgomot a unei aeronave trebuie introdusă la o înălțime minimă de 1,0 m (3,3 ft) deasupra nivelului aerodromului sau deasupra nivelului de elevație al pistei, după caz.

15/06/2022 - [paragraful a fost introdus prin Hotărâre 756/2022.](#)

Secțiunea 2.7.11 clarifică faptul că trebuie să se prevadă o dispoziție specială pentru fragmentarea laterală a traiectoriilor de zbor privind indicațiile nominale sau referitoare la ruta magistrală. Eșantioanele de date privind radarul sunt caracterizate de fragmentări similare ale traiectoriilor de zbor în planul vertical. Cu toate acestea, nu este o practică obișnuită pentru a modela fragmentarea verticală ca o variabilă independentă; aceasta apare în principal ca urmare a diferențelor greutăților aeronavei și procedurile de funcționare care sunt luate în considerare la preprocesarea datelor de intrare privind traficul.

2.7.13. Construcția segmentelor traiecului de zbor

15/06/2022 - [subpunctul a fost modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Fiecare traiect de zbor trebuie să fie definit de un set de coordonate ale segmentelor (noduri) și de parametrii de zbor. Punctul de început constă în determinarea coordonatelor segmentelor traiectoriei la sol. Profilul de zbor este apoi calculat, ținând seama că, pentru un set dat de etape procedurale, profilul depinde de traiectoria la sol; de exemplu, la aceeași tracțiune și viteză, rata de urcare a aeronavei este mai mică în viraje decât în zbor drept. Se efectuează apoi o subsegmentare pentru aeronava aflată pe pistă (decolare sau rularea la sol după aterizare) și pentru aeronava aflată în apropierea pistei (urcarea inițială sau apropierea finală). Segmentele aeriene cu viteze semnificativ diferite în punctul de început față de punctul final trebuie subsegmentate. Se determină coordonatele bidimensionale ale segmentelor traiectoriei la sol¹⁵ și se introduc în profilul de zbor bidimensional pentru a obține segmentele tridimensionale ale traiecului de zbor. În sfârșit, se înlătură orice puncte ale traiecului de zbor care sunt prea apropiate.

Profilul de zbor

Parametrii care descriu fiecare segment al profilului de zbor la începutul (sufixul 1) și la sfârșitul (sufixul 2) segmentului sunt:

s_1 , s_2 distanța pe traiectoria la sol;

z_1, z_2 înălțimea aeroplanului;

V_1, V_2 viteza la sol;

P_1, P_2 parametru de putere legat de zgomot (corespunzător celui pentru care sunt definite curbele NPD);

și

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$ unghiul de înclinare.

Pentru a construi un profil de zbor pe baza unui set de etape procedurale (sinteza traiectului de zbor), segmentele se construiesc în succesiune, astfel încât să fie îndeplinite condițiile necesare la punctele finale. Parametrii punctului final al fiecărui segment devin parametrii punctului de început al segmentului următor. În orice calcul al segmentelor, parametrii de început sunt cunoscuți; condițiile necesare la final sunt specificate de etapa procedurală.

Etapele în sine sunt definite fie de valorile implicite ANP, fie de utilizator (de exemplu, din manualele de zbor ale aeronavelor). Condițiile finale sunt de obicei înălțimea și viteza; sarcina construirii profilului constă în determinarea distanței parcurse pe traiectorie pentru îndeplinirea acestor condiții. Parametrii nedefiniți se determină cu ajutorul calculelor performanței de zbor descrise în apendicele B.

Dacă traiectoria la sol este dreaptă, punctele profilului și parametrii de zbor asociați pot fi determinați independent de traiectoria la sol (unghiul de înclinare este întotdeauna zero). Traiectoriile la sol sunt însă rareori drepte; de obicei, includ viraje și, pentru a obține cele mai bune rezultate, acestea trebuie avute în vedere la determinarea profilului de zbor bidimensional, divizând, dacă este necesar, segmentele profilului la nodurile traiectoriei la sol, pentru a introduce modificările unghiului de înclinare. De regulă, lungimea segmentului următor este necunoscută la început și se calculează provizoriu, presupunând că unghiul de înclinare nu se schimbă. Dacă se constată apoi că segmentul provizoriu cuprinde unul sau mai multe noduri ale traiectoriei la sol, primul fiind la s , și anume la $s_1 < s < s_2$, segmentul este trunchiat la s și se calculează parametrii în acest nod prin interpolare (a se vedea mai jos). Aceștia devin parametrii punctului final al segmentului curent și parametrii punctului de început al unui nou segment, care are în continuare aceleași condiții finale-țintă. Dacă nu intervine niciun nod al traiectoriei la sol, segmentul provizoriu este confirmat.

Dacă efectele virajelor asupra profilului de zbor nu sunt luate în considerare, se adoptă soluția segmentului unic al zborului drept, dar se păstrează pentru utilizare ulterioară informațiile privind unghiul de înclinare.

Indiferent dacă efectele virajelor sunt sau nu modelate integral, fiecare traiect de zbor tridimensional este generat prin fuziunea profilului său de zbor bidimensional cu traiectoria sa la sol bidimensională. Rezultatul este o succesiune de seturi de coordonate (x, y, z) , fiecare fiind un nod al traiectoriei la sol segmentate, un nod al profilului de zbor sau ambele, punctele profilului fiind însoțite de valorile corespunzătoare ale înălțimii z , vitezei la sol V , unghiului de înclinare $\hat{\mu}$ și puterii motoarelor P . Pentru un punct al traiectoriei (x, y) care se află între punctele finale ale unui segment al profilului de zbor, parametrii de zbor sunt interpolați după cum urmează:

$$Z = z_1 + f \cdot (z_2 - z_1) \quad (2.7.3)$$

$$V = \sqrt{V_1^2 + f \cdot (V_2^2 - V_1^2)} \quad (2.7.4)$$

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + f \cdot (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \quad (2.7.5)$$

$$P = \sqrt{P_1^2 + f \cdot (P_2^2 - P_1^2)}, \quad (2.7.6)$$

unde:

$$f = (s - s_1) / (s_2 - s_1) \quad (2.7.7)$$

A se reține că se presupune că z și ε variază liniar cu distanța, iar V și P variază liniar cu timpul (și anume accelerația constantă¹⁶).

La punerea în corespondență a segmentelor profilului de zbor cu datele radar (analiza traiectului de zbor) toate distanțele, înălțimile, vitezele și unghiurile de înclinare de la punctele finale sunt luate direct din date; numai

setările de putere trebuie calculate utilizând ecuațiile de performanță. Deoarece coordonatele traiectoriei la sol și ale profilului de zbor pot fi, de asemenea, puse în corespondență în mod adecvat, acest procedeu este, de obicei, destul de simplu.

Rularea la sol pentru decolare

La decolare, deoarece o aeronavă accelerează între punctul de deblocare a frânelor (denumit, alternativ, începerea rulării SOR) și punctul de ridicare de la sol, viteza se schimbă considerabil pe o distanță de 1.500-2.500 m, de la zero la aproximativ 80-100 m/s.

Rularea pentru decolare este, în consecință, împărțită în segmente cu lungimi variabile; pe fiecare dintre acestea, viteza aeronavei variază cu o creștere specifică ΔV de cel mult 10 m/s (aproximativ 20 kt). Pentru scopul urmărit, este indicat să se presupună că accelerația este constantă, deși, în realitate, aceasta variază în timpul rulării pentru decolare. În acest caz, pentru faza de decolare, V_1 este viteza inițială, V_2 este viteza de decolare, n_{TO} este numărul de segmente pentru decolare și s_{TO} este distanța echivalentă de decolare. Pentru distanța echivalentă de decolare s_{TO} (a se vedea apendicele B), viteza inițială V_1 și viteza de decolare V_{TO} , numărul n_{TO} de segmente pentru rularea la sol este:

$$n_{TO} = \text{int}(1 + (V_{TO} - V_1) / 10) \quad (2.7.8)$$

și deci variația vitezei de-a lungul segmentului este:

$$\Delta V = V_{TO} / n_{TO} \quad (2.7.9)$$

iar timpul Δt pe fiecare segment este (accelerația se consideră constantă):

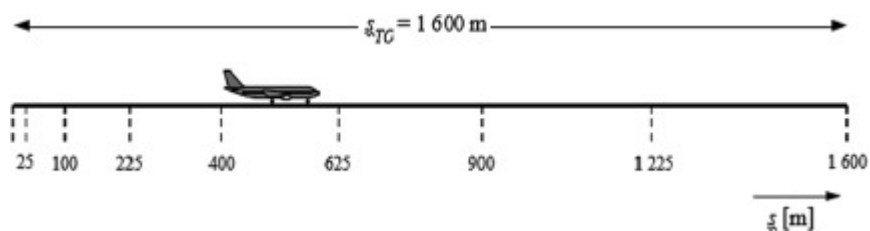
$$\Delta t = \frac{2 \cdot s_{TO}}{V_{TO} \cdot n_{TO}} \quad (2.7.10)$$

Lungimea $s_{TO,k}$ a segmentului k ($1 \leq k \leq n_{TO}$) al rulării pentru decolare este:

$$s_{TO,k} = (k - 0,5) \cdot \Delta V \cdot \Delta t = \frac{(2k - 1) \cdot s_{TO}}{n_{TO}^2} \quad (2.7.11)$$

Exemplu: Pentru o distanță de decolare $s_{TO} = 1.600$ m, $V_1 = 0$ m/s și $V_2 = 75$ m/s, $n_{TO} = 8$ segmente cu lungimi cuprinse între 25 și 375 de metri (a se vedea figura 2.7.g):

Figura 2.7.g. Segmentarea unei rulări pentru decolare (exemplu cu opt segmente)



În mod similar vitezei, tracțiunea aeronavei variază pe fiecare segment cu o creștere constantă ΔP , calculată cu ecuația:

$$\Delta P = (P_{TO} - P_{ini}) / n_{TO}, \quad (2.7.12)$$

unde P_{TO} și P_{ini} desemnează tracțiunea aeronavei la punctul de ridicare de la sol și, respectiv, tracțiunea aeronavei la începutul rulării pentru decolare. Se utilizează această creștere constantă a tracțiunii [în locul ecuației pătratice (2.7.6)] din motive de consecvență cu relația liniară dintre tracțiune și viteză în cazul aeronavelor cu motor cu reacție.

Notă importantă:

Ecuțiile și exemplul de mai sus presupun că viteza inițială a aeronavei la începutul fazei de decolare este zero. Acest lucru corespunde situației comune în care aeronava începe să ruleze și accelerează după punctul de deblocare a frânelor. Cu toate acestea, există și situații în care aeronava începe să accelereze de la viteza de rulare, fără a se opri la pragul pistei. În acest caz de viteză inițială V_{init} diferită de zero, trebuie utilizate următoarele ecuații "generalizate" în locul ecuațiilor (2.7.8), (2.7.9), (2.7.10) și (2.7.11).

$$\begin{cases} n_{TO} = \text{int}((1 + |V_2 - V_1|/10)) \\ \Delta V = (V_2 - V_1)/n \\ dt = \frac{2 \cdot s}{(V_2 + V_1) \cdot n} \\ s_k = (V_1 + \Delta V \cdot (k - 0,5)) \cdot \frac{2 \cdot s}{(V_2 + V_1) \cdot n} \end{cases} \quad (2.7.13)$$

În acest caz, pentru faza de decolare, V_1 este viteza inițială V_{init} , V_2 este viteza de decolare V_{TO} , n este numărul de segmente pentru decolare n_{TO} , s este distanța echivalentă de decolare s_{TO} și s_k este lungimea $s_{TO,k}$ a segmentului k ($1 \leq k \leq n$).

Rularea la sol la aterizare

Deși rularea la sol la aterizare este, în esență, o inversare a rulării la sol pentru decolare, trebuie să se țină seama, în special, de:

- tracțiunea inversă care se aplică uneori pentru decelerarea aeronavelor;
- avioanele care părăsesc pista după decelerare (aeronavele care părăsesc pista nu mai contribuie la zgomotul ambiental, deoarece zgomotul rulării nu este luat în considerare).

Spre deosebire de distanța de rulare pentru decolare, care se obține cu ajutorul parametrilor de performanță ai aeronavei, distanța de oprire s_{stop} (și anume distanța de la punctul de contact cu pista la punctul în care aeronava părăsește pista) nu este pur specifică aeronavei. Deși poate fi estimată o distanță minimă de oprire ținând seama de masa și de performanța aeronavei (și de tracțiunea inversă disponibilă), distanța de oprire reală depinde și de amplasarea pistelor, de situația traficului și de reglementările specifice aeroportului privind utilizarea tracțiunii inverse.

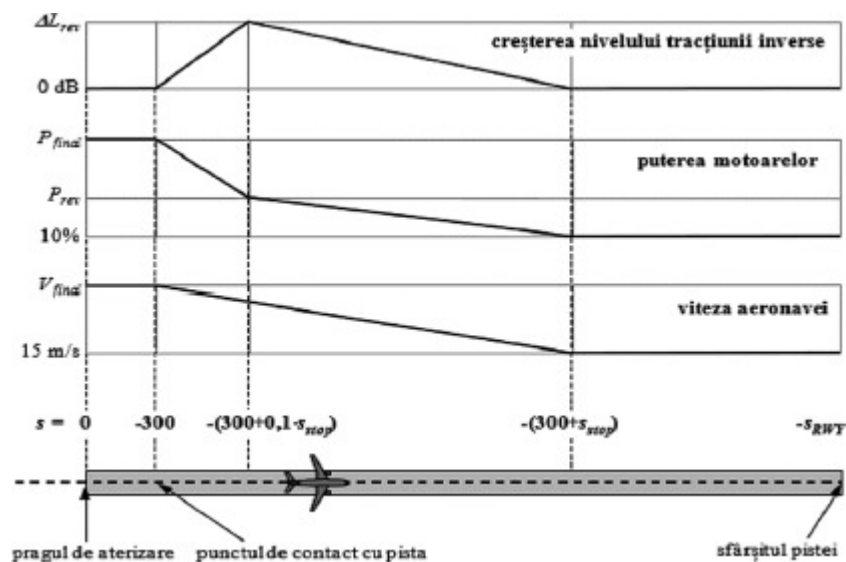
Aplicarea tracțiunii inverse nu este o procedură standard - aceasta se utilizează numai dacă decelerația necesară nu poate fi obținută folosind frânele roților. (Tracțiunea inversă poate fi deosebit de perturbatoare, deoarece în urma modificării rapide a puterii motorului de la ralanti la setările inverse se produce brusc un zgomot intens.)

Majoritatea pistelor sunt însă utilizate atât pentru plecări, cât și pentru aterizări, astfel încât tracțiunea inversă are un efect foarte mic asupra conturilor de zgomot, întrucât energia acustică totală în vecinătatea pistei este dominată de zgomotul produs de operațiunile de decolare. Contribuțiile tracțiunii inverse la contururi pot fi semnificative numai atunci când pista este utilizată exclusiv pentru operațiuni de aterizare.

Fizic, zgomotul produs de tracțiunea inversă este un proces foarte complex, dar deoarece are o importanță destul de mică pentru conturile de zgomot ambiental, acesta poate fi modelat simplist, modificarea rapidă a puterii motorului fiind luată în considerare printr-o segmentare adecvată.

Este clar că modelarea rulării la sol după aterizare nu este atât de simplă ca în cazul rulării pentru decolare. Următoarele ipoteze pentru modelarea simplificată sunt recomandate pentru utilizare generală, atunci când nu sunt disponibile informații detaliate (a se vedea figura 2.7.h.1).

Figura 2.7.h.1. Modelarea rulării la sol după aterizare



Aeronava trece pragul de aterizare (care are coordonata $s = 0$ pe traiectoria la sol de apropiere) la o altitudine de 50 de picioare și continuă apoi pe panta de coborâre până când atinge pista. Pentru o pantă de coborâre de 3° , punctul de contact cu pista este situat la 291 m de pragul de aterizare (după cum se arată în figura 2.7.h.1). Aeronava este apoi decelerată pe distanța de oprire s_{stop} - valorile specifice ale aeronavei pe această distanță figurează în baza de date ANP - de la viteza de apropiere finală V_{final} până la 15 m/s. Din cauza modificărilor rapide ale vitezei pe acest segment, acesta trebuie subsegmentat la fel ca pentru rularea la sol pentru decolare (sau pentru segmentele aeriene cu modificări rapide ale vitezei), utilizând ecuațiile generalizate 2.7.13 (deoarece viteza de rulare nu este 0). Puterea motoarelor se modifică de la puterea de apropiere finală la punctul de contact cu pista la puterea de tracțiune inversă P_{rev} pe o distanță de $0,1 \cdot s_{stop}$, apoi scade la 10% din puterea maximă disponibilă pe restul de 90% din distanța de oprire. Până la sfârșitul pistei (la $s = -s_{RWT}$), viteza aeronavei rămâne constantă.

Curbele NPD pentru tracțiunea inversă nu sunt în prezent incluse în baza de date ANP și, prin urmare, este necesar să se apeleze la curbele convenționale pentru modelarea acestui efect. De obicei, puterea tracțiunii inverse P_{rev} este de aproximativ 20% din puterea totală și este recomandată atunci când nu sunt disponibile informații operaționale. Cu toate acestea, la o setare de putere dată, tracțiunea inversă tinde să genereze un zgomot considerabil mai mare decât tracțiunea directă, astfel încât pentru nivelul obținut din NPD al evenimentului se aplică o creștere ΔL , care progresează de la zero la valoarea ΔL_{rev} (5 dB este valoarea recomandată provizoriu¹⁷) de-a lungul a $0,1 \cdot s_{stop}$ și apoi scade liniar la zero pe restul distanței de oprire.

Segmentarea segmentului de urcare inițială și a segmentului de apropiere finală

Geometria segment-receptor se schimbă rapid de-a lungul segmentelor aeriene de urcare inițială și de apropiere finală, în special în ceea ce privește pozițiile observatorului din dreptul traiectului de zbor, unde unghiul de elevație (unghiul beta) se schimbă, de asemenea, rapid, pe măsură ce aeronava urcă sau coboară de-a lungul acestor segmente inițiale/finale.

Comparațiile cu calculele segmentelor foarte mici arată că utilizarea unui singur segment aerian de urcare sau de apropiere sau a unui număr limitat de segmente aeriene de urcare sau de apropiere sub o anumită înălțime (față de pistă) conduce la o aproximare nesatisfăcătoare a zgomotului în dreptul traiectului de zbor pentru metricile integrate.

Acest lucru se datorează aplicării unei singure ajustări a atenuării laterale pentru fiecare segment, care corespunde unei singure valori specifice segmentului pentru unghiul de elevație, în timp ce modificarea rapidă a acestui parametru determină variații semnificative ale efectului de atenuare laterală de-a lungul fiecărui segment. Acuratețea calculului este îmbunătățită prin subsegmentarea segmentului aerian de urcare inițială și a segmentului aerian de apropiere finală.

Numărul de subsegmente și lungimea fiecăruia dintre acestea determină «granularitatea» modificării atenuării laterale care va fi luată în considerare. Observând expresia atenuării laterale totale pentru aeronavele cu motoare montate pe fuzelaj, se poate demonstra că, pentru o modificare limitată a atenuării laterale de 1,5 dB per subsegment, segmentele aeriene de urcare și de apropiere situate sub înălțimea de 1.289,6 m (4.231 ft) deasupra pistei ar trebui subsegmentate conform următorului set de valori ale înălțimii:

$z = \{18,9; 41,5; 68,3; 102,1; 147,5; 214,9; 334,9; 609,6; 1.289,6\}$ metri;

sau

$z = \{62, 136, 224, 335, 484, 705, 1.099, 2.000, 4.231\}$ picioare.

Pentru fiecare segment original situat sub 1.289,6 m (4.231 ft), înălțimile de mai sus sunt aplicate identificând în setul de mai sus înălțimea cea mai apropiată de înălțimea originală a punctului final (pentru un segment de urcare) sau de înălțimea originală a punctului de început (pentru un segment de apropiere). Înălțimile reale z_i ale subsegmentelor vor fi apoi calculate cu ecuația:

$$z_i = z_e [z'_i / z'_N] \quad (i = k..N),$$

unde:

z_e este înălțimea punctului final al segmentului original (urcare) sau înălțimea punctului de început al segmentului original (apropiere);

z'_i este al i-lea membru al setului de valori ale înălțimii indicat de mai sus;

z'_N este cea mai apropiată înălțime din setul de valori ale înălțimii indicat mai sus de înălțimea z_e ;

k reprezintă indicele primului membru al setului de valori ale înălțimii pentru care înălțimea calculată z_k este strict mai mare decât înălțimea punctului final al segmentului original de urcare anterior sau decât înălțimea punctului de început al următorului segment original de apropiere care trebuie subsegmentat.

În cazul specific al unui segment de urcare inițială sau al unui segment de apropiere finală, $k = 1$, dar în cazul general al segmentelor aeriene care nu au legătură cu pista, k va fi mai mare decât 1.

Exemplu pentru un segment de urcare inițială:

Dacă înălțimea punctului final al segmentului original este $z_e = 304,8$ m, atunci din setul de valori ale înălțimii rezultă că $214,9 \text{ m} < z_e < 334,9 \text{ m}$, înălțimea din set cea mai apropiată de z_e fiind $z'_7 = 334,9 \text{ m}$. Înălțimile punctelor finale ale subsegmentelor sunt apoi calculate cu ecuația:

$$z_i = 304,8 [z'_i / 334,9] \text{ pentru } i = 1-7$$

(se observă că, în acest caz, $k = 1$, deoarece este vorba de un segment de urcare inițială).

Prin urmare, $z_1 = 17,2 \text{ m}$, $z_2 = 37,8 \text{ m}$ etc.

Segmentarea segmentelor aeriene

În ceea ce privește segmentele aeriene, dacă viteza se modifică semnificativ de-a lungul unui segment, acesta este subdivizat ca în cazul rulării la sol, și anume:

$$n_{seg} = \text{int} (1 + |V_2 - V_1|/10), \quad (2.7.14)$$

unde V_1 și V_2 sunt vitezele la începutul și, respectiv, la finalul segmentului. Parametrii corespunzători ai subsegmentului sunt calculați la fel ca în cazul rulării la sol pentru decolare, utilizând ecuațiile (2.7.9)-(2.7.11).

Traectoria la sol

O traiectorie la sol, indiferent dacă este o traiectorie principală sau o subtraiectorie dispersată, este definită de o serie de coordonate (x, y) în planul terestru (obținute, de exemplu, din informațiile radar) sau de o succesiune de comenzi vectoriale care descriu segmente drepte și arce de cerc (viraje cu raza r și schimbarea capului-compass $\Delta\xi$ definite). Pentru modelarea segmentării, un arc este reprezentat printr-o succesiune de segmente

drepte care corespund subarcelor. Deși acestea nu apar explicit în segmentele traiectoriei la sol, înclinarea aeronavei în cursul virajelor influențează definiția lor. Apendicele B4 explică modul de calcul al unghiurilor de înclinare în cursul unui viraj constant, dar desigur că acestea nu sunt în realitate aplicate sau anulate instantaneu. Modul de gestionare a tranziției de la zborul drept la viraj sau de la un viraj la un viraj secvențial imediat nu este precizat. De regulă, detaliile lăsate la latitudinea utilizatorului (a se vedea secțiunea 2.7.11) au un efect potențial neglijabil asupra contururilor finale; este necesar, în principal, să se evite discontinuitățile bruște la finalul virajelor, iar acest lucru poate fi realizat cu ușurință, de exemplu, prin inserarea unor segmente scurte de tranziție, pe care unghiul de înclinare variază liniar cu distanța. Numai în cazul special în care este posibil ca un anumit viraj să aibă un efect dominant asupra contururilor finale ar fi necesar să se modeleze mai realist dinamica tranziției, pentru a face legătura dintre tipurile de aeronave și unghiul de înclinare și a adopta ratele de rulare adecvate. În cazul de față, este suficient să se precizeze că subarcele finale $\Delta\xi_{trans}$ din orice viraj sunt dictate de cerințele de modificare a unghiului de înclinare. Restul arcului cu o schimbare a capului-compas de $\Delta\xi - 2\cdot\Delta\xi_{trans}$ grade este divizat în n_{sub} subarce conform ecuației:

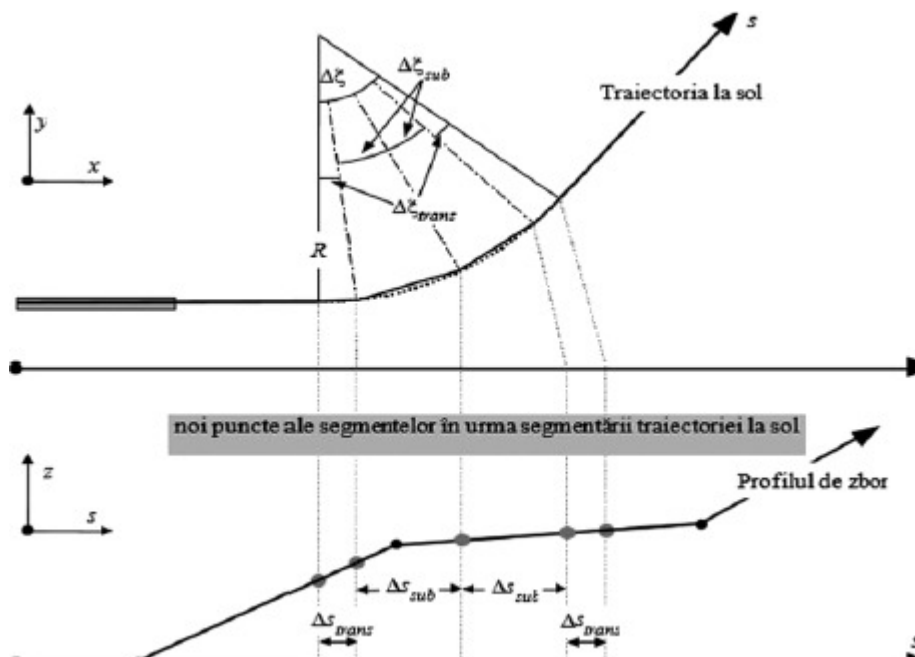
$$n_{sub} = \text{int}(1 + (\Delta\xi - 2\cdot\Delta\xi_{trans})/10), \quad (2.7.15)$$

unde $\text{int}(x)$ este o funcție care redă partea întreagă a lui x . Apoi schimbarea capului-compas $\Delta\xi_{sub}$ dată de fiecare subarc se calculează cu ecuația:

$$\Delta\xi_{sub} = (\xi - 2\cdot\Delta\xi_{trans}) / n_{sub}, \quad (2.7.16)$$

unde n_{sub} trebuie să fie suficient de mare pentru a asigura că $\Delta\xi_{sub} \leq 10$ grade. Segmentarea unui arc (cu excepția subsegmentelor terminale ale tranziției) este ilustrată în figura 2.7.h.2¹⁸.

Figura 2.7.h.2. Construcția segmentelor traiectului de zbor prin divizarea virajului în segmente cu lungimea Δs (sus - vedere în plan orizontal, jos - vedere în plan vertical)



După ce segmentele traiectoriei la sol au fost stabilite în planul $x-y$, peste acestea se plasează segmentele profilului de zbor (din planul $s-z$), pentru a obține segmentele tridimensionale (x, y, z) ale traiectoriei.

Traiectoria la sol ar trebui să se întindă întotdeauna de la pistă până dincolo de spațiul acoperit de rețeaua de calcul. Acest lucru poate fi realizat adăugând, dacă este necesar, un segment drept cu lungimea adecvată după ultimul segment al traiectoriei la sol. Lungimea totală a profilului de zbor, după fuziunea cu traiectoria la sol,

trebuie, de asemenea, să se întindă de la pistă până dincolo de spațiul acoperit de rețeaua de calcul. Acest lucru poate fi realizat adăugând, dacă este necesar, un punct suplimentar de profil:

- la sfârșitul unui profil de plecare, cu valorile vitezei și tracțiunii egale cu cele ale ultimului punct al profilului de plecare și cu înălțimea extrapolată liniar între ultimul și penultimul punct al profilului;

sau

- la începutul unui profil de sosire, cu valorile vitezei și tracțiunii egale cu cele ale primului punct al profilului de sosire și cu înălțimea extrapolată liniar între primul și al doilea punct al profilului.

Ajustări ale segmentării segmentelor aeriene

După obținerea segmentelor tridimensionale ale traiectului de zbor conform procedurii descrise în secțiunea 2.7.13, pot fi necesare ajustări ale segmentării, pentru a îndepărta punctele prea apropiate ale traiectului de zbor.

Atunci când există puncte adiacente care se situează la 10 metri sau mai puțin unul de celălalt, iar vitezele și tracțiunile asociate sunt aceleași, unul dintre puncte ar trebui eliminat.

¹⁵ În acest scop, lungimea totală a traiectoriei la sol trebuie să depășească întotdeauna lungimea profilului de zbor. Acest lucru poate fi realizat adăugând, dacă este necesar, segmente drepte cu o lungime adecvată după ultimul segment al traiectoriei la sol.

¹⁶ Chiar dacă setările de putere ale motorului rămân constante de-a lungul unui segment, forța de propulsie și accelerația pot suferi modificări ca urmare a variației densității aerului cu înălțimea. Din perspectiva modelării zgomotului, aceste modificări sunt însă, în mod normal, neglijabile.

¹⁷ Această valoare a fost recomandată în ediția anterioară a ECAC Doc 29, dar este în continuare considerată provizorie, până la obținerea mai multor date experimentale coroborante.

¹⁸ Definită în acest mod simplu, lungimea totală a traiectului segmentat este ușor mai mică decât cea a traiectului circular. Cu toate acestea, eroarea rezultată a conturului este neglijabilă dacă creșterile unghiulare sunt mai mici de 30°.

2.7.14. Calculul zgomotului pentru un singur eveniment

Partea centrală a procesului de modelare, descrisă aici în întregime, este calculul nivelului de zgomot al evenimentului din informațiile privind traiectoria de zbor descrisă în secțiunile 2.7.7-2.7.13.

2.7.15. Indicatorii individuali ai evenimentului

Sunetul generat de o deplasare a aeronavei la poziția observatorului este exprimată ca „un singur nivel sonor (sau de zgomot) al evenimentului”, o cantitate care este un indicator al impactului său asupra populației. Sunetul perceput este măsurat din punct de vedere al zgomotului folosind o scală de bază a decibelilor $L(t)$ care aplică o ponderare a frecvenței (sau filtrare) pentru a mima o caracteristică a auzului uman. Scala celei mai importante modelări a conturului zgomotului aeronavei este nivelul de presiune sonoră ponderat pe curba A, L_A .

Metrica utilizată de obicei pentru a rezuma evenimente întregi este „nivelurile de expunere la sunetul (sau zgomotul) unui singur eveniment”, L_E , care are în vedere toată (sau aproape toată) energia sonoră a evenimentelor. Prevederea integrării timpului implicată de aceasta dă naștere principalelor complexități ale segmentării (sau simulării) modelării. Este mai simplă modelarea unui indicator alternativ L_{max} care este nivelul maxim instantaneu care apare în timpul evenimentului; cu toate acestea este L_E care este blocul de construcție de bază al indicilor de zgomot ai aeronavelor cele mai moderne, iar în viitor se poate anticipa să întruchipeze atât L_{max} , cât și L_E . Orice indicator poate fi măsurat pe diferite scale de zgomot; în acest document este luat în considerare numai nivelul de presiune sonoră ponderat pe curba A. În mod simbolic, scala este de obicei indicată prin extinderea sufixului indicatorului, și anume L_{AE} , L_{Amax} .

Nivelul de expunere la sunet (sau zgomot) al unui singur eveniment este exprimat exact ca

$$L_E = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{L(t)/10} dt \right) \quad (2.7.17)$$

unde t_0 denotă un timp de referință. Intervalul de integrare $[t_1, t_2]$ este ales pentru a asigura că (aproape) toate sunetele semnificative ale evenimentului sunt cuprinse. Foarte des, limitele t_1 și t_2 sunt alese pentru a împărți perioada pentru care nivelul $L(t)$ se înscrie în limita de 10 dB a L_{\max} . Această perioadă este cunoscută ca perioada de timp „10 dB inferioară”. Nivelurile de expunere la sunet zgomot din baza de date ANP sunt valori inferioare 10dB¹⁹.

¹⁹ LE de 10 dB inferioară poate fi cu 0,5 dB mai mică decât L_E evaluată pe o perioadă mai lungă. Cu toate acestea, cu excepția distanțelor scurte oblice în cazul în care nivelurile evenimentului sunt ridicate, zgomotul ambiental exterior face adesea intervalele de măsurare mai lungi nepractice și valorile scăzute de 10-dB reprezintă standardul. Deoarece studiile efectelor zgomotului (utilizate pentru „calibrarea” curbilor de zgomot) au de asemenea tendința de a se baza pe valori scăzute 10-dB, înregistrările ANP sunt considerate a fi pe deplin adecvate.

Pentru modelarea curbei de zgomot a aeronavei, aplicarea principală a ecuației 2.7.17 este indicatorul standard Nivelul de expunere la sunet L_{AE} (acronimul SEL):

$$L_{AE} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{L_A(t)/10} dt \right) \quad \text{cu } t_0 = 1 \text{ secundă} \quad (2.7.18)$$

Ecuțiile de mai sus privind nivelul de expunere pot fi utilizate pentru determinarea nivelurilor atunci când întregul istoric al $L(t)$ este cunoscut. În cadrul metodologiei recomandate de modelare a zgomotului astfel de istorice nu sunt definite; nivelurile de expunere sunt calculate prin însumarea valorilor segmentului, fiecare dintre nivelurile parțiale definesc contribuția unui singur segment delimitat al traiectoriei de zbor.

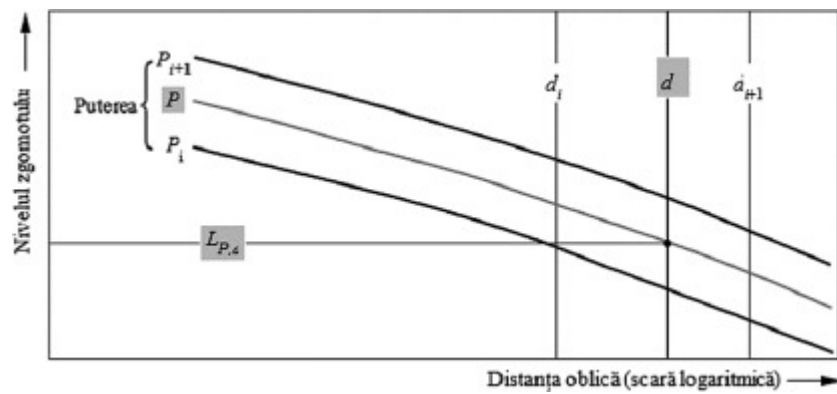
2.7.16. Determinarea nivelurilor evenimentului cu ajutorul datelor NPD

15/06/2022 - subpunctul a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Sursa principală a datelor referitoare la zgomotul aeronavelor este baza de date internațională privind zgomotul și performanțele aeronavelor (Aircraft Noise and Performance - ANP). Aceasta prezintă L_{\max} și L_E sub formă tabelară, ca funcții ale distanței de propagare d pentru tipuri și variante specifice de aeronave, configurații de zbor (apropiere, plecare, poziția flapsurilor) și setări de putere P . Aceste valori sunt valabile pentru un zbor constant la vitezele de referință specifice V_{ref} de-a lungul unui traiect de zbor drept, teoretic infinit²⁰.

Modul în care sunt specificate valorile variabilelor independente P și d este descris ulterior. La o singură căutare cu valorile de intrare P și d , valorile de ieșire necesare sunt nivelurile de bază $L_{\max}(P,d)$ și/sau $L_{E\infty}(P,d)$ (aplicabile pentru un traiect de zbor infinit). Cu excepția cazului în care valorile sunt tabelate exact pentru P și/sau d , este necesar, în general, să se estimeze nivelul/nivelurile necesar(e) de zgomot al/ale evenimentului prin interpolare. Se utilizează o interpolare liniară între setările de putere tabelate și o interpolare logaritmică între distanțele tabelate (a se vedea figura 2.7.i).

Figura 2.7.i. Interpolarea pe curbele de zgomot-putere-distanță



Dacă P_i și P_{i+1} sunt valori ale puterii motoarelor pentru care nivelul de zgomot este tabelat în funcție de distanță, nivelul de zgomot $L(P)$ la o distanță dată, pentru puterea intermediară P dintre P_i și P_{i+1} , este dat de ecuația:

$$L(P) = L(P_i) + \frac{L(P_{i+1}) - L(P_i)}{P_{i+1} - P_i} \cdot (P - P_i) \quad (2.7.19)$$

Dacă, la orice setare de putere, d_i și d_{i+1} sunt distanțe pentru care sunt tabelate datele privind zgomotul, nivelul zgomotului $L(d)$ pentru distanța intermediară d dintre d_i și d_{i+1} este dat de ecuația:

$$L(d) = L(d_i) + \frac{L(d_{i+1}) - L(d_i)}{\log d_{i+1} - \log d_i} \cdot (\log d - \log d_i) \quad (2.7.20)$$

Utilizând ecuațiile (2.7.19) și (2.7.20) se poate obține un nivel de zgomot $L(P,d)$ pentru orice setare de putere P și orice distanță d din domeniul acoperit de baza de date NPD. În cazul distanțelor d din afara domeniului acoperit de baza de date NPD, ecuația (2.7.20) se utilizează pentru a extrapola pornind de la ultimele două valori, și anume, spre interior, de la $L(d_1)$ și $L(d_2)$ sau, spre exterior, de la $L(d_{i-1})$ și $L(d_i)$, unde i este numărul total de puncte NPD de pe curbă. Prin urmare, spre interior:

$$L(d) = L(d_2) + \frac{L(d_1) - L(d_2)}{\log d_2 - \log d_1} \cdot (\log d - \log d_2) \quad (2.7.21)$$

spre exterior:

$$L(d) = L(d_{i-1}) + \frac{L(d_i) - L(d_{i-1})}{\log d_i - \log d_{i-1}} \cdot (\log d - \log d_{i-1}) \quad (2.7.22)$$

Deoarece la distanțe d scurte nivelurile de zgomot cresc foarte rapid cu scăderea distanței de propagare, se recomandă să se impună o limită inferioară de 30 m pentru distanța d , și anume $d = \max(d, 30 \text{ m})$.

Ajustarea datelor standard NPD ca urmare a impedanței

Datele NPD din baza de date ANP sunt standardizate pentru condițiile atmosferice de referință (temperatura de 25°C și presiunea de 101,325 kPa). Înainte de aplicarea metodei de interpolare/extrapolare descrise anterior, se aplică o ajustare a acestor date standard NPD ca urmare a impedanței acustice.

Impedanța acustică se referă la propagarea undelor sonore într-un mediu acustic și este definită ca fiind un produs al densității aerului și al vitezei sunetului. Pentru o intensitate a sunetului dată (putere per unitate de suprafață), percepută la o distanță specifică de sursă, presiunea acustică asociată (utilizată pentru a defini metricile SEL și L_{Amax}) depinde de impedanța acustică a aerului la locul de măsurare. Este o funcție de temperatură și de presiunea atmosferică (și, indirect, de altitudine). Prin urmare, este necesar să se ajusteze datele standard NPD din baza de date ANP pentru a ține seama de condițiile reale de temperatură și presiune la punctul receptor, care sunt, în general, diferite de condițiile standardizate ale datelor ANP.

Ajustarea care trebuie aplicată nivelurilor standard NPD ca urmare a impedanței este exprimată după cum urmează:

$$\Delta_{impedance} = 10 \cdot \lg\left(\frac{\rho \cdot c}{409,81}\right), \quad (2.7.23)$$

unde:

$\Delta_{impedance}$ - ajustarea ca urmare a impedanței pentru condițiile atmosferice reale de la punctul receptor (dB)

$\rho \cdot c$ - impedanța acustică (newtoni • secunde/m³) a aerului la elevația aerodromului (409,81 fiind impedanța aerului asociată condițiilor atmosferice de referință ale datelor NPD din baza de date ANP).

Impedanța $\rho \cdot c$ este calculată după cum urmează:

$$\rho \cdot c = 416,86 \cdot \left[\frac{\delta}{\theta^{3/2}}\right] \quad (2.7.24)$$

δ este p/p_0 , raportul dintre presiunea aerului ambiental la altitudinea observatorului și presiunea standard a aerului la nivelul mediu al mării: $p_0 = 101,325$ kPa (sau 1 013,25 mb)

θ este $(T + 273,15)/(T_0 + 273,15)$, raportul dintre temperatura aerului la altitudinea observatorului și temperatura standard a aerului la nivelul mediu al mării: $T_0 = 15,0^\circ\text{C}$.

Ajustarea ca urmare a impedanței acustice este, de obicei, mai mică de câteva zecimi de decibel. Ar trebui să se observe, în special, că, în condițiile atmosferice standard ($p_0 = 101,325$ kPa și $T_0 = 15,0^\circ\text{C}$), ajustarea ca urmare a impedanței este mai mică de 0,1 dB (0,074 dB). Cu toate acestea, atunci când există o variație semnificativă a temperaturii și a presiunii atmosferice față de condițiile atmosferice de referință ale datelor NPD, ajustarea poate fi mai substanțială.

²⁰ Deși noțiunea de traiect de zbor cu lungimea infinită este importantă pentru definirea nivelului de expunere la sunetul unui eveniment LE, aceasta are mai puțină relevanță în cazul nivelului maxim al evenimentului L_{max} , care este legat de zgomotul emis de aeronavă atunci când se află într-o poziție specifică în sau în vecinătatea celui mai apropiat punct de apropiere față de observator. În scopul modelării, parametrul reprezentat de distanța NPD se consideră a fi distanța minimă dintre observator și segment.

2.7.17. Expresii generale

Nivelul segmentului evenimentului L_{seg}

Valorile segmentului sunt determinate prin aplicarea ajustărilor la valorile de bază (ale traiectoriei infinite) citite din datele NPD. Nivelul maxim de zgomot de la un segment al traiectoriei de zbor $L_{max,seg}$ poate fi exprimat în general ca

$$L_{max,seg} = L_{max}(P, d) + \Delta_I(\varphi) - \Lambda(\beta, \ell) \quad (2.7.25)$$

și contribuția de la un segment al traiectoriei de zbor la L_E ca

$$L_{E,seg} = L_{E0}(P, d) + \Delta_V + \Delta_I(\varphi) - \Lambda(\beta, \ell) + \Delta_F \quad (2.7.26)$$

„Termenii de corecție” din ecuațiile 2.7.25 și 2.7.26 - care sunt descriși în detaliu în secțiunea 2.7.19 - redau următoarele efecte:

Δ_V - Corecția duratei: datele NPD fac trimitere la o viteză de zbor de referință. Aceasta ajustează nivelurile de expunere la viteze, altele decât cele de referință. (Nu se aplică lungimii $L_{max,seg}$.)

$\Delta_I(\Phi)$ - Efectul instalării: descrie o variație a directivității laterale ca urmare a ecranării, refracției

și reflexiei cauzate de fuzelaj, motoare și câmpurile de flux înconjurătoare.

$\Lambda(\beta, \ell)$ - Atenuarea laterală: semnificativă pentru propagarea sunetului la unghiuri mici la sol, aceasta reprezintă interacțiunea dintre undele de sunete directe și reflectate (efectul solului) și pentru efectele neconformităților atmosferice (în principal cauzate de sol) care refractă undele sonore pe măsură ce călătoresc spre observator către traiectoria de zbor.

ΔF - Corecția segmentului delimitat (fracția zgomotului): reprezintă lungimea delimitată a segmentului care contribuie mai puțin la expunerea la zgomot decât una infinită. Se aplică numai indicatorilor expunerii.

Dacă segmentul face parte din rulare la sol pentru decolare sau aterizare și observatorul este poziționat în spatele segmentului în cauză, se iau măsuri speciale pentru a reprezenta direcționalitatea pronunțată a zgomotului motoarelor cu reacție care este observat în spatele aeronavei pe cale să decoleze. Aceste măsuri speciale au ca urmare în special utilizarea unei forme speciale de zgomot pentru nivelul de expunere:

$$L_{max,seg} = L_{max}(P, d) + \Delta_I(\varphi) - \Lambda(\beta, \ell) + \Delta_{SOR} \quad (2.7.27)$$

$$L_{E,seg} = L_{E\infty}(P, d) + \Delta_V + \Delta_I(\varphi) - \Lambda(\beta, \ell) + \Delta'_F + \Delta_{SOR} \quad (2.7.28)$$

Δ'_F - Formă particulară a corecției segmentului

Δ_{SOR} - Corecția direcтивității: reprezintă direcționalitatea pronunțată a zgomotului motorului cu reacție în spatele segmentului de rulare la sol

Tratamentul specific al segmentelor de rulare la sol este descris în secțiunea 2.7.19.

Secțiunile de mai jos descriu calculul nivelurilor de zgomot al segmentului.

Nivelul zgomotului evenimentului L al deplasării unei aeronave

Nivelul maxim L_{max} este pur și simplu cea mai mare dintre valorile segmentului $L_{max,seg}$ (a se vedea ecuația 2.7.25 și 2.7.27).

$$L_{max} = \max(L_{max,seg}) \quad (2.7.29)$$

unde fiecare valoare a segmentului este determinată cu ajutorul datelor NPD pentru puterea P și distanța d. Acești parametri și coeficienți de modificare $\Delta I(\varphi)$ și $\Lambda(\beta, \ell)$ sunt explicați mai jos.

Nivelul de expunere L_E este calculat ca suma decibelilor contribuțiilor $L_{E,seg}$ fiecărui segment semnificativ din punct de vedere al zgomotului al traiectoriei sale de zbor; și anume

$$L_E = 10 \cdot \lg\left(\sum 10^{L_{E,seg}/10}\right) \quad (2.7.30)$$

Însumarea are loc pas cu pas prin segmentele traiectoriei de zbor.

Restul acestui capitol se referă la stabilirea nivelurilor de zgomot al segmentului $L_{max,seg}$ și $L_{E,seg}$.

2.7.18. Parametrii segmentului traiectoriei de zbor

Puterea P și distanța d, pentru care nivelurile de bază $L_{max,seg}(P, d)$ și $L_{E\infty}(P, d)$ sunt interpolate din tabelele NPD, sunt stabilite din parametrii geometrici și operaționali care definesc segmentul. Modul în care se face acest lucru este explicat în cele ce urmează cu ajutorul ilustrațiilor planului care conține segmentul și observatorul.

Parametrii geometrici

Figurile 2.7.j-2.7.l indică geometriile sursă-receptor atunci când observatorul O este (a) în spatele, (b) de-a lungul și (c) în fața segmentului S_1S_2 dacă direcția de zbor este de la S_1 la S_2 . În aceste figuri sunt reprezentate:

O - este locația observatorului

S_1, S_2 - sunt începutul și sfârșitul segmentului

S_p - este punctul de apropiere perpendicular cel mai apropiat de observator pe segment sau pe prelungirea sa

d_1, d_2 - sunt distanțele dintre începutul, sfârșitul segmentului și observator d_s - este cea mai scurtă distanță dintre observator și segment

d_p - este distanța perpendiculară dintre observator și segmentul prelungit (distanță oblică minimă)

λ - este lungimea segmentului traiectoriei de zbor

q - este distanța de la S_1 la S_p (negativă dacă poziția observatorului este în spatele segmentului)

Figura 2.7.j: Geometria segmentului traiectului de zbor pentru poziția observatorului în spatele segmentului

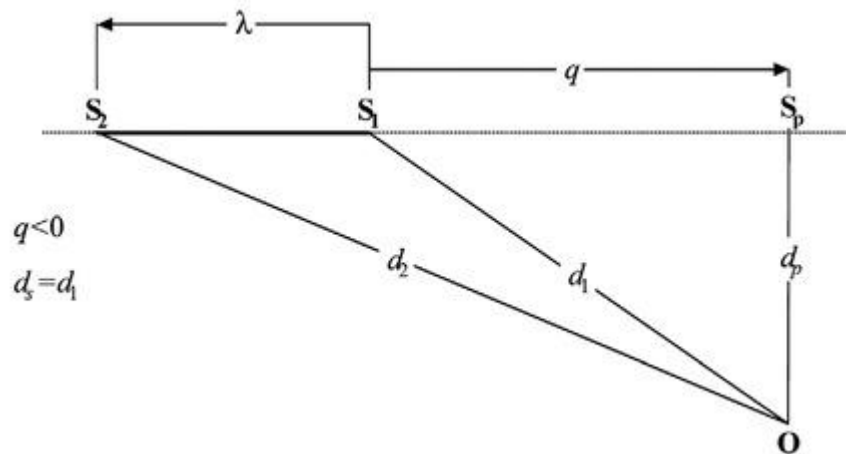


Figura 2.7.k: Geometria segmentului traiectului de zbor pentru poziția observatorului în dreptul segmentului

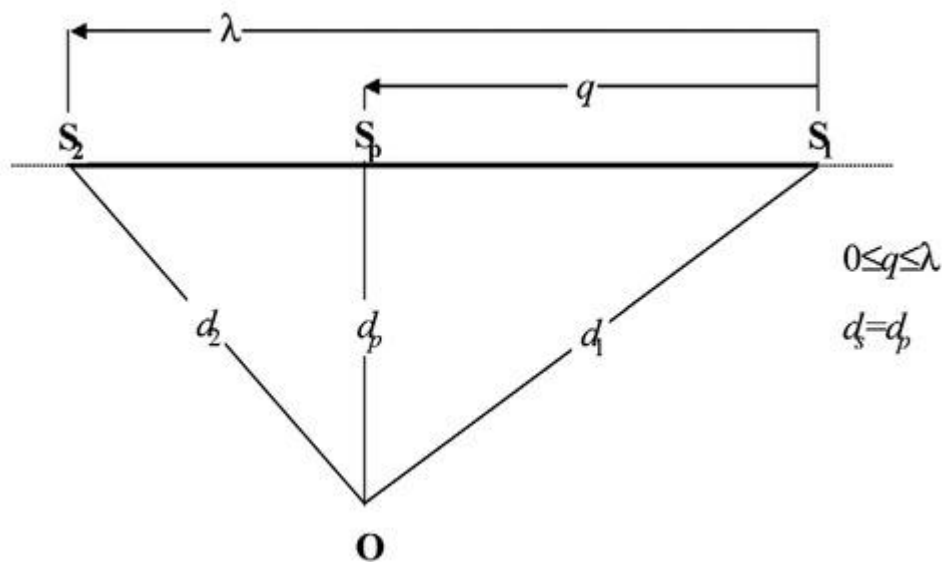
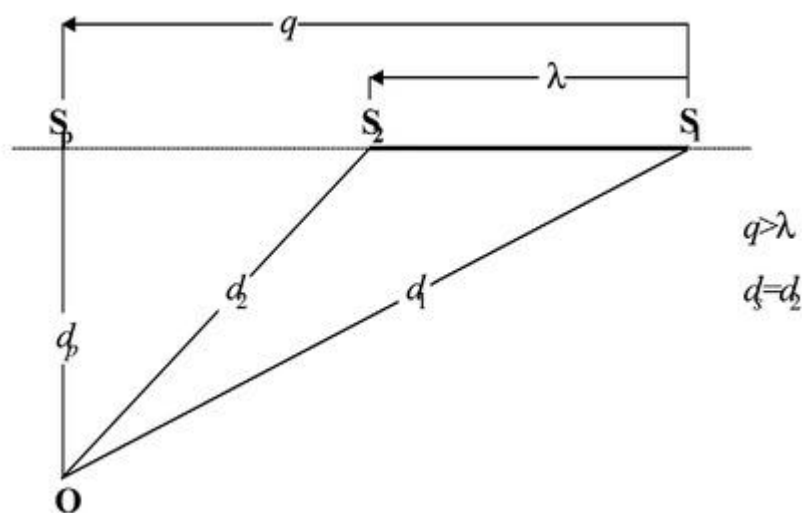


Figura 2.7.l: Geometria segmentului traiectului de zbor pentru poziția observatorului înaintea segmentului



Segmentul traiectoriei de zbor este reprezentat de o linie îngroșată, continuă. Linia punctată reprezintă prelungirea traiectoriei de zbor care se întinde la infinit în ambele direcții. Pentru segmentele aeropurtate, atunci când indicatorul evenimentului este un nivel de expunere L_E , parametrul de distanță d este distanța d_p dintre S_p și observator, denumită distanță oblică minimă [și anume, distanța perpendiculară de la observator la segment sau prelungirea sa, în alte cuvinte la traiectoria de zbor infinită (ipotetică) din care se consideră că face parte segmentul].

Cu toate acestea, pentru indicatorii nivelului de expunere, dacă pozițiile observatorului sunt în spatele segmentului solului în timpul rulării pentru decolare și în fața segmentului solului în timpul rulării pentru aterizare, parametrul de distanță NPD devine distanța d_s , cea mai scurtă distanță de la observator la segment (și anume, același pentru indicatorii nivelului maxim).

Pentru indicatorii nivelului maxim, parametrul distanței NPD d este d_s , cea mai scurtă distanță de la observator la segment.

Puterea P a unui segment

15/06/2022 - [paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Datele NPD tabelate descriu zgomotul unei aeronave în zbor drept, constant, pe un traiect de zbor infinit, cu alte cuvinte, la o putere P constantă a motoarelor. Metodologia recomandată împarte traiectele reale de zbor, de-a lungul cărora viteza și direcția variază, într-un număr de segmente finite, fiecare dintre acestea fiind apoi considerat ca făcând parte dintr-un traiect de zbor uniform, infinit, pentru care sunt valabile datele NPD. Metodologia prevede însă modificări ale puterii de-a lungul unui segment; se consideră că aceasta se modifică pătratic cu distanța, de la P_1 la începutul segmentului, la P_2 la sfârșitul segmentului. Prin urmare, este necesar să se definească pentru segment o valoare P echivalentă, constantă. Se consideră că aceasta este valoarea în punctul de pe segment care este cel mai apropiat de observator. Dacă observatorul se situează în dreptul segmentului (figura 2.7.k), puterea se obține prin interpolare între valorile finale conform ecuației (2.7.8), și anume:

$$P = \sqrt{P_1^2 + \frac{q}{\lambda} \cdot (P_2^2 - P_1^2)} \quad (2.7.31)$$

Dacă observatorul se situează în spatele sau în fața segmentului, puterea este cea de la cel mai apropiat punct final, P_1 sau P_2 .

2.7.19. Coeficienți de corecție a nivelului segmentului unui eveniment

Datele NPD definesc nivelul de zgomot al unui eveniment ca o funcție a distanței perpendiculare sub o traiectorie idealizată dreaptă a nivelului cu o lungime infinită de-a lungul căreia zboară aeronava cu o putere constantă la o viteză de referință fixă²¹. Nivelul interpolat al evenimentului din tabelul NPD pentru o setare

specifică a puterii și distanța oblică este astfel descris ca un nivel de bază. Se aplică unei traiectorii de zbor infinite și trebuie să fie corectat pentru a reflecta efectele (1) viteza, alta decât cea de referință, (2) efectele instalării motorului (directivitatea laterală), (3) atenuarea laterală, (4) lungimea segmentului delimitat, (5) directivitatea longitudinală din spatele punctului de începere a rulării - a se vedea ecuațiile 2.7.25 și 2.7.26.

²¹ Specificațiile NPD impun ca datele să se bazeze pe măsurătorile zborului constant în linie dreaptă, nu neapărat uniform; pentru a crea condițiile necesare de zbor, traiectoria de zbor a aeronavei de probă poate fi înclinată pe orizontală. Cu toate acestea, după cum se poate vedea, traiectoriile înclinate conduc la dificultăți de calcul și, atunci când se folosesc datele pentru modelare, este oportună vizualizarea traiectoriilor sursei ca fiind drepte și uniforme.

Corecția pentru durată ΔV (numai nivelurile de expunere LE)

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Această corecție²² ține seama de modificarea nivelurilor de expunere dacă viteza la sol reală corespunzătoare segmentului diferă de viteza de referință a aeronavei V_{ref} la care se raportează datele de bază NPD.

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

La fel ca puterea motoarelor, viteza variază de-a lungul segmentului traiectului de zbor (de la V_{T1} la V_{T2} , care reprezintă vitezele obținute utilizând apendicele B sau un profil de zbor precalculat anterior). Pentru segmentele aeriene, V_{seg} este viteza segmentului la cel mai apropiat punct de apropiere S, obținută prin interpolare între valorile punctelor finale ale segmentului, presupunând că aceasta variază pătratic cu timpul, și anume, dacă observatorul se situează în dreptul segmentului:

$$V_{seg} = \sqrt{V_1^2 + \frac{q}{\lambda} \cdot (V_2^2 - V_1^2)} \quad (2.7.32)$$

²² Aceasta este cunoscută sub denumirea de corecția pentru durată, deoarece ține seama de efectele vitezei aeronavei asupra duratei evenimentului sonor, aplicând presupunerea simplă că, dacă niciun alt parametru nu se schimbă, durata și, prin urmare, energia acustică primită ca urmare a evenimentului este invers proporțională cu viteza sursei.

Dacă observatorul este în spatele sau în fața segmentului, este cea de la cel mai apropiat punct final V_1 sau V_2 .

Pentru segmentele pistei (părți ale rulărilor la sol pentru decolare sau aterizare pentru care $g = 0$) V_{seg} se consideră a fi pur și simplu media vitezelor de la începutul și finalul segmentului; și anume,

$$V_{seg} = (V_1 + V_2)/2 \quad (2.7.33)$$

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

În oricare dintre cazuri corecția duratei suplimentare este atunci

$$\Delta_V = 10 \cdot \lg(V_{ref} / V_{seg}) \quad (2.7.34)$$

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

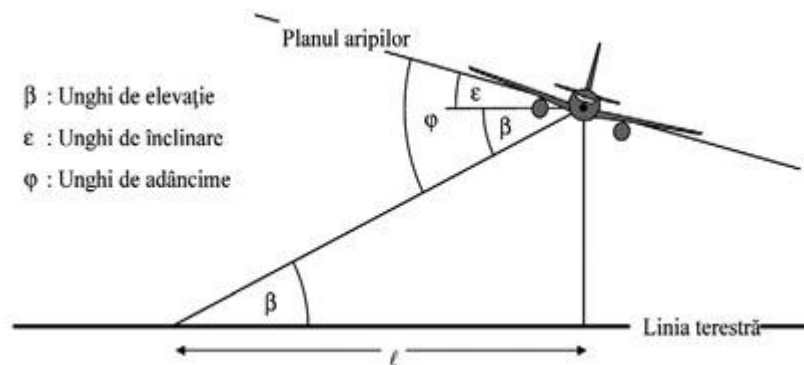
Geometria propagării sunetului

Figura 2.7.m indică geometria de bază în plan perpendicular pe traiectul de zbor al aeronavei. Linia terestră este intersecția planului perpendicular cu planul orizontal al solului. (Dacă traiectul de zbor este orizontal, linia

terestră este limita vizuală a planului terestru.) Aeronava este înclinată la un unghi ε măsurat în sens invers acelor de ceasornic în jurul axei sale de ruluu (și anume, aripa dreapta sus). Prin urmare, acesta este pozitiv pentru virajele la stânga și negativ pentru virajele la dreapta.

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

Figura 2.7.m: Unghiurile dintre observator și aeronavă în plan perpendicular pe traiectul de zbor



Unghiul de elevație β (între 0 și 90°) dintre traiectoria directă de propagare a sunetului și linia orizontală a solului²³ determină, împreună cu înclinarea traiectoriei de zbor și deplasarea laterală l a observatorului de la traiectoria la sol, atenuarea laterală.

²³ În cazul unui teren cu o suprafață care nu este plană pot exista diferite definiții ale unghiului de elevație. În acest caz este definit ca altitudinea aeronavei deasupra punctului de observare și distanța oblică - neglijând astfel înclinările terenului local precum obstacolele de pe traiectoria de propagare a sunetului (a se vedea secțiunile 2.7.6 și 2.7.10). În eventualitatea în care, ca urmare a elevației solului, punctul receptorului este deasupra aeronavei, unghiul de elevație β este egal cu zero.

Unghiul de adâncime φ dintre planul aripilor și traiectoria de propagare determină efectele de instalare a motorului. Cu privire la convenția pentru unghiul de înclinare $\varphi = \beta \pm \varepsilon$ cu semnul pozitiv pentru observatorii de la tribord (dreapta) și negativ pentru observatorii de la babord (stânga).

Corecția aferentă amplasării motoarelor ΔI

O aeronavă în zbor este o sursă sonoră complexă. Nu numai motorul (și fuzelajul) sunt surse complexe ca origine, dar și configurația fuzelajului, în special amplasarea motoarelor, influențează modelele de radiație a zgomotului, prin procesele de reflexie, refracție și dispersie pe suprafețe solide și câmpuri de flux aerodinamic. Acest lucru determină o direcționalitate neuniformă a sunetului radiat lateral în jurul axei de ruluu a aeronavei, denumită direcționalitate laterală.

Diferențele semnificative de direcționalitate laterală dintre aeronavele cu motoare montate pe fuzelaj și cu motoare montate sub aripi sunt exprimate prin următoarea formulă:

$$\Delta_I(\varphi) = 10 \cdot \lg \left[\frac{(a \cdot \cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi)^b}{(c \cdot \sin^2 2\varphi + \cos^2 2\varphi)} \right] \text{ dB} \quad (2.7.35)$$

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

unde $\Delta_I(\varphi)$ este corecția, în dB, la unghiul de adâncime φ (a se vedea figura 2.7.m) și

$a = 0,00384$, $b = 0,0621$, $c = 0,8786$ pentru motoarele montate sub aripi (2.7.36) și

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

$a = 0,1225$, $b = 0,3290$, $c = 1$ pentru motoarele montate pe fuzelaj (2.7.37).

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

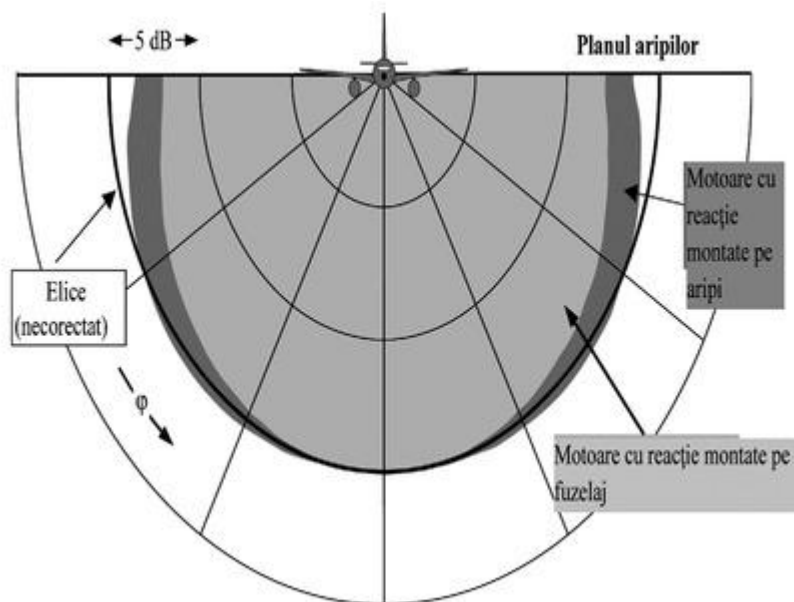
Variațiile direcționalității aeronavelor cu elice sunt neglijabile, astfel încât pentru aceste aeronave se poate presupune că:

$$\Delta_l(\varphi) = 0$$

(2.7.38)

Figura 2.7.n indică variația $\Delta_l(\varphi)$ în jurul axei de ruluu a aeronavei, pentru cele trei amplasări ale motoarelor. Aceste relații empirice au fost stabilite de SAE pe baza măsurătorilor experimentale efectuate, în principal, sub aripi. Până la analizarea datelor obținute din măsurătorile efectuate deasupra aripilor, se recomandă ca, pentru φ negativ, să se utilizeze $\Delta_l(\varphi) = \Delta_l(0)$ indiferent de amplasarea motoarelor.

Figura 2.7.n: Directivitatea laterală a efectelor amplasării



Se presupune că $\Delta_l(\varphi)$ este bidimensional; și anume, nu depinde de niciun alt parametru - și, în special, că nu variază în funcție de distanța longitudinală a observatorului de la aeronavă. Aceasta înseamnă că unghiul de elevație β pentru $\Delta_l(\varphi)$ este definit ca $\beta = \tan^{-1}(z/l)$. Aceasta este în scopul modelării până la obținerea unei mai bune înțelegeri a mecanismelor; în realitate efectele instalării se presupun a fi în mod semnificativ tridimensionale. În ciuda acestui fapt, un model bidimensional este justificat de faptul că nivelurile evenimentului tind să fie dominate de părțile laterale radiate ale zgomotului de la cel mai apropiat segment.

Atenuare laterală $\Lambda(b,l)$ (traectoria de zbor infinită)

Nivelurile evenimentului NPD catalogate fac referire la zborul orizontal constant și sunt în general bazate pe măsurătorile făcute la 1,2 m de la solul moale uniform de sub aeronavă; parametrul distanței este efectiv altitudinea de deasupra suprafeței. Orice efect al suprafeței asupra nivelurilor de zgomot ale evenimentului de sub aeronavă, care poate cauza nivelurile catalogate ca fiind diferite de valorile în câmp deschis²⁴, se presupune a fi inerent pentru date (și anume, sub forma nivelului versus relațiile privind distanța).

²⁴ Un nivel în „câmp deschis” este acela care ar fi observat dacă suprafața solului nu ar fi acolo.

Pe partea traiectoriei de zbor, parametrul distanței este distanța oblică minimă - lungimea distanței normale de la receptor la traiectoria de zbor. În orice poziție laterală nivelul zgomotului va fi în general mai mic decât cel la aceeași distanță imediat sub aeronavă. Exceptând directivitatea laterală sau „efectele instalării” descrise mai sus, aceasta se datorează unei atenuări laterale în exces care face ca nivelul sonor să scadă mai rapid odată cu distanța decât scade conform curbilor NPD. O metodă anterioară, folosită des pentru modelarea propagării laterale a zgomotului aeronavei a fost dezvoltată de Societatea Inginerilor de Automobile (SAE) în AIR-1751 și algoritmi descriși mai jos se bazează pe îmbunătățirile pe care SAE le recomandă acum, AIR-5662. Atenuarea laterală este un efect de reflexie, ca urmare a interferenței dintre sunetul direct radiat și cel care se reflectă din suprafață. Aceasta depinde de natura suprafeței și poate cauza reduceri semnificative în nivelurile sonore

observate la unghiuri de elevație joase. Aceasta este, de asemenea, afectată foarte puternic de refracția sunetului, constantă și neconstantă, cauzată de vânt și creșterile de temperatură și turbulențe, care sunt ele însele atribuibile prezenței suprafeței.²⁵ Mecanismul reflexiei suprafeței este bine înțeles și, pentru condiții atmosferice și de suprafață uniforme, poate fi descris teoretic cu o oarecare precizie. Cu toate acestea, neregularitățile atmosferice și de suprafață - care nu pot fi supuse unei analize teoretice simple - au un efect profund asupra efectului de reflexie, având tendința de a-l „răspândi” către unghiuri de elevație mai mari; astfel teoria are o aplicabilitate limitată. Activitatea SAE de a dezvolta o mai bună înțelegere a efectelor suprafeței continuă și aceasta se așteaptă să conducă la modele mai bune. Până la dezvoltarea acestora, următoarea metodologie, descrisă în AIR-5662, este recomandată pentru calculul atenuării laterale. Aceasta este limitată la cazul propagării sunetului peste solul moale uniform care este corespunzător pentru marea majoritate a aeroporturilor civile. Ajustările pentru a avea în vedere efectele unei suprafețe dure a solului (sau, echivalentă din punct de vedere acustic, apa) sunt încă în curs de dezvoltare.

²⁵ Vântul și creșterile de temperatură și turbulențele depind parțial de rugozitatea și caracteristicile de transfer termic al suprafeței.

Metodologia se bazează pe cantitatea substanțială de date experimentale privind propagarea sunetului de la aeronavă cu motoarele montate pe fuzelaj în zborurile drepte (fără viraje), constante, uniforme raportate inițial în AIR-1751. Presupunând că, pentru zborul orizontal, atenuarea aer-sol depinde de (i) unghiul de elevație β măsurat în plan vertical și (ii) deplasarea laterală de la traiectoria terestră a aeronavei ℓ , datele au fost analizate pentru a obține o funcție empirică pentru ajustarea laterală totală $\Lambda_T(\beta, \ell)$ (= nivelul lateral al evenimentului minus nivelul la aceeași distanță sub aeronavă).

Asemenea coeficientului $\Lambda_T(\beta, \ell)$ pentru directivitatea laterală, precum și atenuare laterală, aceasta din urmă poate fi extrasă prin scădere. Descriind directivitatea laterală prin ecuația 2.7.37, cu coeficienții privind fuzelajul și cu ϕ înlocuiri cu β (corespunzători zborului fără viraje), atenuarea laterală devine:

$$\Lambda(\beta, \ell) = \Lambda_T(\beta, \ell) - \Delta_l(\beta) \quad (2.7.39)$$

unde β și ℓ se măsoară conform figurii 2.7.m într-un plan perpendicular pe traiectoria de zbor infinită care, pentru zborul orizontal este, de asemenea, vertical.

Deși $\Lambda(\beta, \ell)$ s-ar putea calcula direct folosind ecuația 2.7.39 cu $\Lambda_T(\beta, \ell)$ din AIR-1751, se recomandă o relație mai eficientă. Aceasta este aproximarea empirică următoare adaptată pornind de la AIR-5662:

$$\Lambda(\beta, \ell) = \Gamma(\ell) \cdot \Lambda(\beta) \quad (2.7.40)$$

unde $\Gamma(\ell)$ este un factor al distanței dat de

$$\Gamma(\ell) = 1.089 \cdot [1 - \exp(-0.00274 \ell)] \quad \text{pentru } 0 \leq \ell \leq 914 \text{ m} \quad (2.7.41)$$

$$\Gamma(\ell) = 1 \quad \text{pentru } \ell > 914 \text{ m} \quad (2.7.42)$$

și $\Lambda(\beta)$ este atenuarea laterală aer-sol la mare distanță dată de

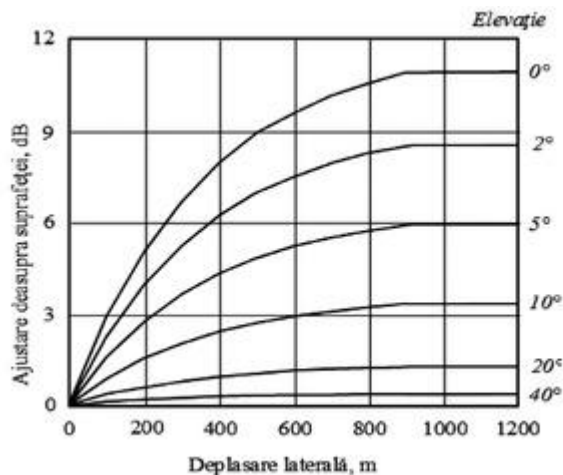
$$\Lambda(\beta) = 1.137 - 0.0229 \beta + 9.72 \cdot \exp(-0.142 \beta) \quad \text{pentru } 0^\circ \leq \beta \leq 50^\circ \quad (2.7.43)$$

$$\Lambda(\beta) = 0 \quad \text{pentru } 50^\circ \leq \beta \leq 90^\circ \quad (2.7.44)$$

Formula pentru atenuarea laterală $\Lambda(\beta, \ell)$, ecuația 2.7.40, care se presupune că se aplică pentru toate aeronavele, aeronavele cu elice, precum și avioanele cu motoarele pe fuzelaj și pe aripi, este reprezentată grafic în figura 2.7.o.

În anumite circumstanțe (cu teren), este posibil ca β să fie mai mic decât zero. În astfel de cazuri se recomandă ca $\Lambda(\beta) = 10,57$.

Figura 2.7.o: Variația atenuării laterale $\Lambda(\beta, \ell)$ cu unghiul de elevație și distanța



Atenuarea laterală a segmentului finit

Ecuațiile 2.7.41-2.7.44 descriu atenuarea laterală $\Lambda(\beta, \ell)$ a sunetului care ajunge la observator de la un aeroplan în zborul constant de-a lungul unei traiectorii de zbor orizontale infinite. Atunci când acestea sunt aplicate segmentelor finite ale traiectoriei care nu sunt orizontale, atenuarea trebuie calculată pentru o traiectorie orizontală echivalentă - deoarece cel mai apropiat punct pe o prelungire simplă a segmentului înclinat (care trece prin suprafața solului la un punct) de obicei nu produce un unghi de elevație corespunzător β .

Determinarea atenuării laterale pentru segmentele finite diferă semnificativ pentru indicatorii L_{\max} și L_E . Nivelurile maxime ale segmentului L_{\max} sunt stabilite cu ajutorul datelor NPD ca o funcție a distanței de propagare d de la cel mai apropiat punct de pe segment; nu sunt necesare corecții pentru dimensiunile segmentului. De asemenea, atenuarea laterală a L_{\max} se presupune că depinde doar de unghiul de elevație al aceluiași punct, și distanța de la sol la acesta. Astfel, numai coordonatele punctului respectiv sunt necesare. Dar pentru L_E , procesul este mai complicat.

Nivelul de bază al evenimentului $L_E(P, d)$ care este stabilit cu ajutorul datelor NPD, chiar și pentru parametrii segmentului finit, se aplică totuși unei traiectorii de zbor infinite. Nivelul de expunere al evenimentului care provine de la un segment $L_{E, \text{seg}}$, este desigur mai mic decât nivelul de bază - prin valoarea corecției segmentului delimitat definit ulterior în secțiunea 2.7.19. Corecția, o funcție a geometriei triunghiurilor OS_1S_2 din figurile 2.7.j-2.7.l, definește ce proporție din energia sonoră a traiectoriei infinite percepută la O provine de la un segment; aceeași corecție se aplică, fie că există sau nu orice atenuare laterală. Dar orice atenuare se calculează pentru traiectoria de zbor infinită, și anume, ca o funcție a deplasării și elevației acesteia, și nu cele ale segmentului delimitat.

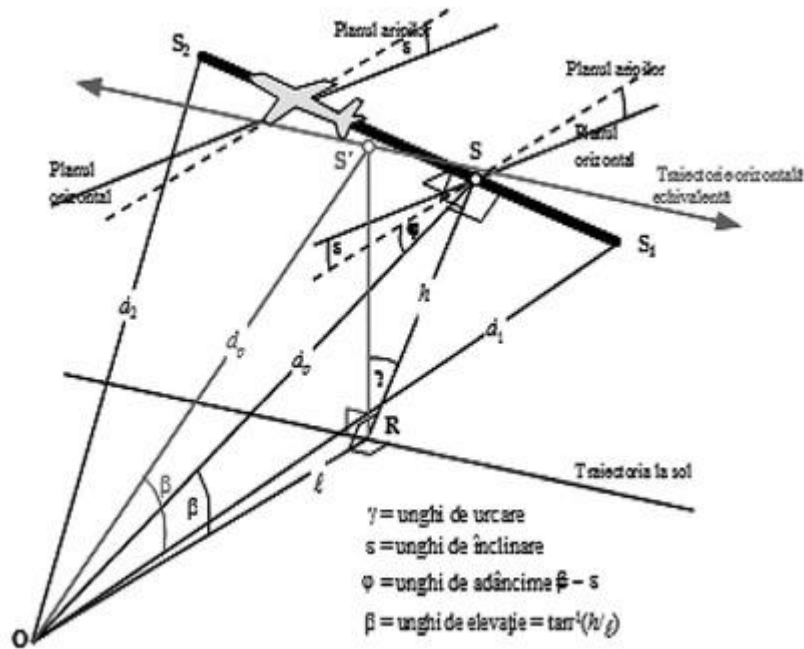
Adăugarea corecțiilor Δ_V și Δ_I și scăderea atenuării laterale $\Lambda(\beta, \ell)$ din nivelul de bază NPD contribuie la obținerea nivelului de zgomot ajustat al evenimentului pentru un zbor constant orizontal pe traiectoria adiacentă dreaptă infinită. Dar fiind modelate segmentele traiectoriei de zbor actuale, cele care afectează curbele de zgomot sunt rar orizontale; aeronavele de obicei iau altitudine sau coboară.

Figura 2.7.p ilustrează un segment de plecare S_1S_2 - aeronava ia altitudine la un unghi γ , dar considerațiile rămân foarte similare pentru o sosire. Restul traiectoriei de zbor „reale” nu este prezentat; este suficient să se afirme că S_1S_2 reprezintă doar o parte a întregii traiectorii (care în general va fi curbată). În acest caz, observatorul O este de-a lungul, și spre stânga, segmentului. Aeronava este înclinată (în sens invers acelor de ceasornic în raport cu traiectoria de zbor) la un unghi de ε față de axa orizontală. Unghiul de adâncime ϕ de la

planul aripilor, al cărui efect de instalare este Δ_1 este o funcție (ecuația 2.7.39), se situează în planul perpendicular pe traiectoria de zbor pe care ε este definit. Astfel $\varphi = \beta - \varepsilon$ unde $\beta = \tan^{-1}(h/l)$ și l este distanța perpendiculară OR de la observator la linia terestră; și anume deplasarea laterală a observatorului²⁶. Cel mai apropiat punct al aeroplanului de apropiere de observator S este definit de perpendiculara OS, cu lungimea (distanța înclinată) dp. Triunghiul OS₁S₂ este în conformitate cu figura 2.7.k, geometria pentru calculul corecției segmentului ΔF .

²⁶ Pentru un observator amplasat pe partea dreaptă a segmentului j ar deveni $b + e$ (a se vedea secțiunea 2.7.19).

Figura 2.7.p: Observatorul în dreptul segmentului



Pentru a calcula atenuarea laterală utilizând ecuația (2.7.40) (unde β este măsurat în planul vertical), se recomandă un traiect de zbor orizontal prelungit. Traiectul de zbor orizontal prelungit este definit în planul vertical care trece prin S₁ S₂ și are aceeași distanță perpendiculară oblică d_p până la observator. Acesta este vizualizat prin rotirea triunghiului ORS și a traiectului de zbor atașat acestuia în jurul OR (a se vedea figura 2.7.p) cu unghiul λ , formând astfel triunghiul ORS'. Unghiul de elevație al acestui traiect orizontal echivalent (acum în plan vertical) este $\beta = \tan^{-1}(h/l)$ (rămâne neschimbat). În acest caz, pentru un observator situat în dreptul traiectului, unghiul β și atenuarea laterală rezultată $\Lambda(\beta, l)$ sunt aceleași pentru metricile L_E și L_{max} .

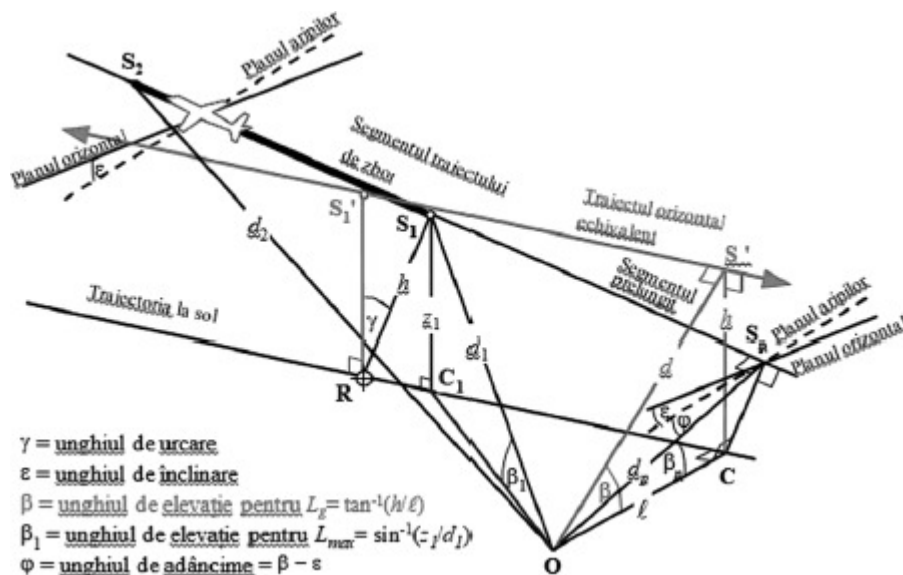
15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

Figura 2.7.r ilustrează situația în care punctul observatorului O se află în spatele segmentului finit, nu în dreptul acestuia. În acest caz, segmentul este observat ca fiind o parte mai îndepărtată a unui traiect infinit; o perpendiculară poate fi trasată numai în punctul S_p de pe prelungirea acestuia. Triunghiul OS₁ S₂ corespunde figurii 2.7.j care definește corecția segmentului Δ_F . În acest caz, parametrii directivității și atenuării laterale sunt însă mai puțin evidenți.

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

Figura 2.7.r. Observatorul în spatele segmentului

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022



Ținând seama de faptul că, așa cum a fost concepută în scopul modelării, directivitatea laterală (efectul instalării) este bidimensională, unghiul de adâncime determinant φ este măsurat în continuare lateral față de planul aripilor aeronavei. (Nivelul de bază al evenimentului este în continuare cel generat de aeronava care traversează traiectoria de zbor infinită reprezentată de segmentul prelungit.) Unghiul de adâncime este stabilit la cel mai apropiat punct de apropiere, și anume, $\varphi = \beta_p - \epsilon$, unde β_p este unghiul S_pOC .

Pentru metricile nivelului maxim, se consideră că distanța NPD este distanța cea mai scurtă până la segment, și anume, $d = d_1$. Pentru metricile nivelului de expunere, aceasta este distanța cea mai scurtă dp de la O la S_p pe traiectul de zbor prelungit, respectiv, nivelul interpolat din tabelul NPD este $LE^\infty(P_1, d_p)$. Parametrii geometrici pentru atenuarea laterală diferă, de asemenea, în cazul calculelor pentru nivelul maxim și, respectiv, pentru nivelul de expunere. Pentru metricile nivelului maxim ajustarea $\Lambda(\beta, t)$ este dată de ecuația (2.7.40) cu $\beta = \beta_1 = \sin^{-1}(z_1/d_1)$ și formula unde β_1 și d_1 sunt definiți de triunghiul OC_1S_1 în planul vertical care trece prin O și S_1 .

15/06/2022 - paragraful a fost modificat prin Hotărâre 756/2022

Atunci când se calculează atenuarea laterală numai pentru segmentele aeriene și pentru metricile nivelului de expunere, rămâne cea mai scurtă deplasare laterală față de prelungirea segmentului (OC). Dar pentru a defini o valoare adecvată a β , este necesară, din nou, vizualizarea unui traiect de zbor orizontal echivalent (infinat), din care se poate considera că face parte segmentul. Acesta este trasat prin S_1' la înălțimea h deasupra suprafeței, unde h este egală cu lungimea dreptei RS_1 , care este perpendiculara de la traiectoria la sol la segment. Acest lucru este echivalent cu rotirea traiectului de zbor prelungit real cu unghiul γ în jurul punctului R (a se vedea figura 2.7.q). În măsura în care R se află pe perpendiculara în S_1 , care este punctul de pe segment cel mai apropiat de O, traiectul orizontal echivalent se construiește la fel ca atunci când O se situează în dreptul segmentului. Punctul de apropiere de pe traiectul orizontal echivalent care este cel mai apropiat de observatorul O este S' , situat la distanța oblică d , astfel încât triunghiul OCS' format în plan vertical definește unghiul de elevație $\beta = \cos^{-1}(h/d)$. Deși această transformare ar putea părea destul de complicată, ar trebui să se observe că geometria de bază a sursei (definită de d_1 , d_2 și φ) rămâne neschimbată, sunetul care se propagă dinspre segment către observator fiind pur și simplu același ca în cazul în care întregul zbor de-a lungul segmentului înclinat prelungit la infinit (din care, în scopul modelării, face parte segmentul) s-ar derula la viteza V și puterea P_1 constante. Atenuarea laterală a sunetului provenit de la segment și primit de observator, pe de altă parte, nu depinde de β_p , unghiul de elevație al traiectului prelungit, ci de β , cel al traiectului orizontal echivalent. Ținând seama că, astfel cum a fost conceput pentru modelare, efectul instalării motorului ΔI este bidimensional, unghiul de adâncime care îl definește, ψ , este măsurat tot lateral față de planul aripilor

aeronavei (nivelul de referință al evenimentului este în continuare cel generat de aeronava care parcurge traiectul de zbor infinit reprezentat de segmentul prelungit). Prin urmare, unghiul de adâncime se determină la cel mai apropiat punct de apropiere, respectiv $\varphi = \beta_p - \varepsilon$, unde β_p este unghiul S_pOC .

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Cazul observatorului situat în fața segmentului nu este descris separat; este evident că acesta este, în esență, același cu cazul în care observatorul se află în spatele segmentului.

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Cu toate acestea, pentru metricile nivelului de expunere, în cazul cărora pozițiile observatorului sunt în spatele segmentelor de la sol în timpul rulării pentru decolare și în fața segmentelor de la sol în timpul rulării după aterizare, valoarea β devine aceeași cu cea pentru metricile nivelului maxim.

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Pentru pozițiile din spatele segmentelor de rulare pentru decolare:

Corecția segmentului finit Δ_F (numai nivelurile de expunere L_E)

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Nivelul de expunere de referință la zgomot ajustat se referă la o aeronavă în zbor continuu, drept, constant, orizontal (deși cu un unghi de înclinare $\hat{\mu}$ care este incompatibil cu zborul drept). Aplicarea corecției (negative) a segmentului finit $\Delta_F = 10 \cdot \lg(F)$, unde F este fracția energiei, ajustează în continuare nivelul la cel corespunzător cazului în care aeronava ar fi parcurs numai segmentul finit (sau ar fi fost complet silențioasă în restul traiectului de zbor infinit).

Termenul fracției energiei ține seama de directivitatea longitudinală pronunțată a zgomotului aeronavei și de unghiul subîntins de segment la poziția observatorului. Deși procesele care stau la baza direcționalității sunt foarte complexe, contururile rezultate sunt, conform studiilor efectuate, destul de insensibile la caracteristicile direcționale precise presupuse. Expresia Δ_F de mai jos se bazează pe un model de radiație acustică dipol de 90 de grade de puterea a patra. Se presupune că acesta nu este afectat de directivitatea și atenuarea laterală. Modul de calcul al acestei corecții este descris în detaliu în apendicele E.

Fracția energiei F depinde de triunghiul "vizualizării" OS_1S_2 definit în figurile 2.7.j-2.7.l, astfel încât:

$$\Delta_F = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{\pi} \left(\frac{\alpha_2}{1 + \alpha_2^2} + \arctan \alpha_2 - \frac{\alpha_1}{1 + \alpha_1^2} - \arctan \alpha_1 \right) \right] \quad (2.7.45)$$

cu:

$$\alpha_1 = -\frac{q}{d_\lambda}; \quad \alpha_2 = -\frac{q - \lambda}{d_\lambda}; \quad d_\lambda = d_0 \cdot 10^{[L_{\infty}(P, d_p) - L_{\max}(P, d_p)]/10}; \quad d_0 = \frac{2}{\pi} \cdot V_{ref} \cdot t_0,$$

unde d_λ este cunoscută sub denumirea de "distanță la scară" (a se vedea apendicele E) și $V_{ref} = 270,05$ ft/s (pentru viteza de referință de 160 de noduri). A se observa că $L_{\max}(P, d_p)$ este nivelul maxim preluat din datele NPD pentru distanța perpendiculară d_p , NU L_{\max} al segmentului. Se recomandă să se aplice pentru Δ_F o limită inferioară de -150 dB.

În cazul particular în care pozițiile observatorului se află în spatele fiecărui segment de rulare la sol pentru decolare, se utilizează o formă redusă a fracției zgomotului exprimate prin ecuația (2.7.45), ce corespunde cazului specific în care $q = 0$.

Aceasta este denumită, unde "d" indică faptul că se utilizează pentru operațiunile de plecare, și este calculată după cum urmează:

$$\Delta'_{F,d} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{1}{\pi} \left(\frac{\alpha_2}{1 + \alpha_2^2} + \arctan \alpha_2 \right) \right], \quad (2.7.46.a)$$

unde: $\alpha_2 = \lambda/d_\lambda$.

Această formă particulară a fracțiunii zgomotului se utilizează împreună cu funcția directivității la începutul rulării, a cărei metodă de aplicare este explicată în detaliu în secțiunea de mai jos.

În cazul particular în care pozițiile observatorului se află în fața fiecărui segment de rulare la sol după aterizare, se utilizează o formă redusă a fracției zgomotului exprimate prin ecuația 2.7.45, ce corespunde cazului specific în care $q = \lambda$. Aceasta este denumită $\Delta'_{F,a}$, unde "a" indică faptul că se utilizează pentru operațiunile de sosire, și este calculată după cum urmează:

$$\Delta'_{F,a} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{1}{\pi} \left(-\frac{\alpha_1}{1 + \alpha_1^2} - \arctan \alpha_1 \right) \right], \quad (2.7.46.b)$$

unde: $\alpha_1 = -\lambda/d\lambda$.

Utilizarea acestei forme, fără aplicarea vreunei ajustări suplimentare pentru directivitatea orizontală (spre deosebire de cazul în care pozițiile se află în spatele segmentelor de rulare la sol pentru decolare - a se vedea secțiunea privind directivitatea la începutul rulării), presupune implicit o directivitate orizontală semicirculară în fața segmentelor de rulare la sol după aterizare.

Funcția directivității la începutul rulării Δ_{SOR}

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

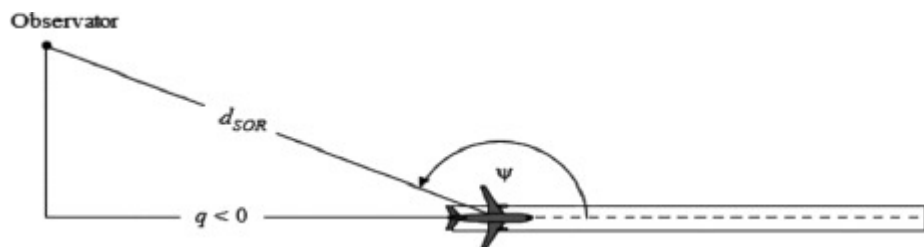
Zgomotul aeronavelor, în special al aeronavelor cu reacție echipate cu motoare cu rată scăzută de by-pass, prezintă un model de radiație lobat în arcul din spate, care este caracteristic pentru zgomotul produs de evacuarea jetului de gaze. Acest model este cu atât mai pronunțat cu cât viteza jetului de gaze este mai mare și viteza aeronavei este mai mică. Acest lucru are o semnificație specială pentru pozițiile observatorului din spatele punctului de începere a rulării, unde sunt îndeplinite ambele condiții. Funcția directivității Δ_{SOR} ține seama de acest efect. Funcția Δ_{SOR} a fost stabilită în urma mai multor campanii de măsurare a zgomotului cu ajutorul unor microfoane poziționate corespunzător în spatele și în dreptul punctului de început al rulării pentru aeronavele cu reacție care decolează.

Figura 2.7.r ilustrează geometria relevantă. Unghiul de azimut $\hat{\Psi}$ dintre axa longitudinală a aeronavei și vectorul îndreptat către observator este definit de:

$$\psi = \arccos \left(\frac{q}{d_{SOR}} \right) \quad (2.7.47)$$

Distanța relativă q este negativă (a se vedea figura 2.7.j), astfel încât Ψ variază de la 90° față de direcția de deplasare înainte a aeronavei, la 180° în direcție inversă.

Figura 2.7.r. Geometria aeronavă-observator pentru estimarea corecției de directivitate



Funcția Δ_{SOR} reprezintă variația zgomotului total produs de rulare la sol pentru decolare, măsurat în spatele punctului de început al rulării, în raport cu zgomotul total produs de rulare la sol pentru decolare, măsurat în dreptul punctului de început al rulării, la aceeași distanță:

$$L_{TGR}(d_{SOR}, \psi) = L_{TGR}(d_{SOR}, 90^\circ) + \Delta_{SOR}(d_{SOR}, \psi), \quad (2.7.48)$$

unde $L_{TGR}(d_{SOR}, 90^\circ)$ este nivelul total de zgomot produs de rulare la sol pentru decolare în punctul aflat la

distanța d_{SOR} , în dreptul punctului de început al rulării. Δ_{SOR} este aplicată ca o ajustare a nivelului de zgomot provenit de la un segment al traiectului de zbor (de exemplu, $L_{max,seg}$ sau $L_{E,seg}$), după cum se arată în ecuația 2.7.28.

Funcția de directivitate SOR , în decibeli, pentru aeronavele cu reacție cu motor turboventilator este dată de următoarea ecuație:

Pentru $90^\circ \leq \Psi < 180^\circ$:

$$\Delta_{SOR}^0 = 2329,44 - (8,0573 \cdot \psi) + \left(11,51 \cdot \exp\left(\frac{\pi \cdot \psi}{180}\right)\right) - \left(\frac{3,4601 \cdot \psi}{\ln\left(\frac{\pi \cdot \psi}{180}\right)}\right) - \left(\frac{17403338,3 \cdot \ln\left(\frac{\pi \cdot \psi}{180}\right)}{\psi^2}\right) \quad (2.7.49)$$

Funcția de directivitate SOR , în decibeli, pentru aeronavele cu motor turbopropulsor este dată de următoarea ecuație:

Pentru $90^\circ \leq \Psi < 180^\circ$:

$$\Delta_{SOR}^0 = -34643,898 + \left(\frac{30722161,987}{\psi}\right) - \left(\frac{11491573930,510}{\psi^2}\right) + \left(\frac{2349285669062}{\psi^3}\right) - \left(\frac{283584441904272}{\psi^4}\right) + \left(\frac{20227150391251300}{\psi^5}\right) - \left(\frac{790084471305203000}{\psi^6}\right) + \left(\frac{13050687178273800000}{\psi^7}\right) \quad (2.7.50)$$

Dacă distanța d_{SOR} depășește distanța de standardizare $d_{SOR,0}$, corecția de directivitate se înmulțește cu un factor de corecție pentru a ține seama de faptul că directivitatea devine mai puțin pronunțată la distanțe mai mari de aeronavă, și anume:

$$\Delta_{SOR} = \Delta_{SOR}^0 \quad \text{dacă} \quad d_{SOR} \leq d_{SOR,0} \quad (2.7.51)$$

$$\Delta_{SOR} = \Delta_{SOR}^0 \cdot \frac{d_{SOR,0}}{d_{SOR}} \quad \text{dacă} \quad d_{SOR} > d_{SOR,0} \quad (2.7.52)$$

Distanța de standardizare $d_{SOR,0}$ este egală cu 762 m (2.500 ft). Funcția Δ_{SOR} descrisă mai sus captează mai ales efectul pronunțat al directivității pe porțiunea inițială a rulării pentru decolare, la pozițiile aflate în spatele punctului de început al rulării (deoarece acesta este punctul cel mai apropiat de receptori și în care raportul dintre viteza jetului de gaze și viteza aeronavei atinge cea mai mare valoare). Cu toate acestea, utilizarea Δ_{SOR} stabilite în acest mod este «generalizată» pentru pozițiile din spatele fiecărui segment individual de rulare la sol pentru decolare, deci nu numai pentru cele din spatele punctului de început al rulării (în cazul decolării). Δ_{SOR} stabilită nu se aplică pozițiilor din fața segmentelor individuale de rulare la sol pentru decolare și nici pozițiilor din spatele sau din fața segmentelor individuale de rulare la sol după aterizare. Parametrii d_{SOR} și Ψ sunt calculați față de începutul fiecărui segment individual de rulare la sol. Nivelul evenimentului L_{SEG} pentru o poziție aflată în spatele unui segment dat de rulare la sol pentru decolare se calculează pentru a respecta formalismul funcției Δ_{SOR} : acesta este calculat, în esență, pentru punctul de referință situat în dreptul punctului de început al segmentului, la aceeași distanță d_{SOR} ca punctul real, și este apoi ajustat cu Δ_{SOR} pentru a obține nivelul evenimentului la punctul real.

2.7.20. Nivelul de zgomot L de eveniment al deplasării unei aeronave de aviație generală

Metoda descrisă în secțiunea 2.7.19 este aplicabilă aeronavei de aviație generală cu elice atunci când sunt tratate ca aeronave cu elice cu privire la efectele instalării motorului.

Baza de date ANP include intrările pentru mai multe aeronave de aviație generală. În timp ce acestea sunt adesea cele mai comune aeronave de aviație generală care funcționează, pot exista ocazii când este adecvată utilizarea datelor suplimentare.

În cazul în care aeronava specifică de aviație generală este necunoscută sau nu se află în baza de date ANP, se recomandă utilizarea datelor mai generice privind aeronava, GASEPF și, respectiv, GASEPV. Aceste seturi de date reprezintă o aeronavă mai mică de aviație generală cu un singur motor cu elice cu pas constant și cu

elice cu pas variabil. Tabelele cu înregistrări sunt prezentate în apendicele I (tabelele I-11 I-17)

2.7.21. Metoda de calcul al zgomotului elicopterului

Pentru calculul zgomotului elicopterului, aceeași metodă de calcul folosită pentru aeronavele cu aripă fixă (evidențiată în secțiunea 2.7.14) poate fi folosită, cu condiția ca elicopterele să fie tratate ca nave cu elice și efectele instalării motorului, asociate cu aeronavele cu motor, să nu fie aplicate. Tabelele cu înregistrări pentru două serii diferite de date sunt prezentate în apendicele I (tabelele I-18 I-27).

2.7.22. Zgomotul asociat cu operațiunile de testare a motorului (pregătire), unitățile de rulare pe pistă și de putere auxiliare

În astfel de cazuri în care se consideră că zgomotul asociat cu testarea motorului și unitățile de putere auxiliare trebuie modelat, acesta este modelat conform capitolului privind zgomotul industrial. Deși nu este cazul în mod normal, zgomotul provenit din testele motorului (prevăzute uneori ca „operațiuni de pregătire a motorului”) la aeroporturi poate aduce o contribuție la impacturile zgomotului. De obicei testele motorului sunt realizate în scopuri inginerești pentru a verifica performanța motorului, aeronavele sunt poziționate în siguranță în afara clădirilor, aeronavelor, operațiunilor vehiculelor și/sau personalului pentru a evita orice daune în legătură cu explozia motorului.

Din motive suplimentare de siguranță și control al zgomotului, aeroporturile, în special cele cu instalații de întreținere care pot conduce la teste frecvente ale motorului, pot instala așa-numitele „spații de zgomot”, spații închise cu trei cartere special proiectate pentru a deforma și disipa explozia motorului și zgomotul. Investigarea zgomotului de impact al unor astfel de facilități, care poate fi ulterior atenuat și redus prin folosirea digurilor de pământ sau a barierelor substanțiale în calea zgomotului, este cel mai bine realizată prin tratarea spațiilor de zgomot ca o sursă de zgomot industrial și folosind un model corespunzător de propagare a zgomotului și a sunetului.

2.7.23. Calculul nivelurilor cumulative

Secțiunile 2.7.14-2.7.19 descriu calculul nivelului zgomotului unei singure deplasări a aeronavei la o locație individuală a observatorului. Expunerea totală a zgomotului la acea locație este calculată prin acumularea nivelurilor evenimentului tuturor mișcărilor aeronavei semnificative din punctul de vedere al zgomotului, și anume toate mișcărilor, sosirile și plecările care influențează nivelul cumulativ.

2.7.24. Nivelurile sonore echivalente ponderate

Nivelurile sonore echivalente ponderate în timp, care reprezintă toată energia sonoră semnificativă primită a aeronavei, vor fi exprimate în mod generic de formula

$$L_{eq,W} = 10 \cdot \lg \left[\frac{t_0}{T_0} \cdot \sum_{i=1}^N g_i \cdot 10^{L_{E_i}/10} \right] + C \quad (2.7.53)$$

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre 756/2022

Se face însumarea tuturor evenimentelor de zgomot N din intervalul de timp T_0 căruia i se aplică indicele de zgomot. L_{E_i} este nivelul de expunere al unui singur eveniment sonor al evenimentul sonor i.

g_i este un factor de ponderare pe timp de zi (definit de obicei pentru zi, seară și noapte). În mod efectiv g_i este un coeficient pentru numărul de zboruri care au loc în timpul perioadelor specifice. Constanta C poate avea diferite înțelesuri (constantă de standardizare, ajustare sezonieră și altele asemenea).

Utilizarea relației

$$g_i = 10^{\Delta_i/10}$$

unde Δ_i este ponderarea decibelilor pentru perioada i, ecuația 2.7.53 poate fi rescrisă ca

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre 756/2022

$$L_{eq,W} = 10 \cdot \lg \left[\frac{t_0}{T_0} \sum_{i=1}^N 10^{(L_{E,i} + \Delta_i)/10} \right] + C \quad (2.7.54)$$

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre [756/2022](#)

și anume ponderarea pe timp de zi este exprimată de o compensare suplimentară a nivelului.

2.7.25. Numărul ponderat de operațiuni

Nivelul cumulativ de zgomot este estimat prin însumarea contribuțiilor din toate tipurile sau categoriile diferite de aeronave care folosesc diferite rute de zbor care cuprind scenariul aeroportului.

Pentru a descrie acest proces de însumare se introduc următorii indici:

i - indice pentru tipul sau categoria aeronavei;

j - indice pentru traiectoria sau subtraiectoria zborului (dacă subtraiectoriile sunt definite);

k - indice pentru segmentul liniei de zbor.

Majoritatea indicilor de zgomot - în special nivelurile sonore echivalente - includ factorii de ponderare pe timp de zi g_i în definiția lor (ecuațiile 2.7.53 și 2.7.54).

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre [756/2022](#)

Procesul de însumare poate fi simplificat prin introducerea unui „număr ponderat de operațiuni”

$$M_{ij} = (g_{zi} \cdot N_{ij,zi} + g_{seară} \cdot N_{ij,seară} + g_{noapte} \cdot N_{ij,noapte}) \quad (2.7.55)$$

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre [756/2022](#)

Valorile N_{ij} reprezintă numărul de operațiuni ale tipului/categoriei de aeronavă i pe traiectorie (sau subtraiectorie) j în timpul perioadelor de zi, seară și, respectiv, de noapte²⁷.

²⁷ Perioadele de timp pot fi diferite de acestea trei, în funcție de definiția indicelui zgomotului folosit.

Din ecuația (2.7.54) nivelul sonor echivalent cumulativ (generic) L_{eq} la punctul de observare (x, y) este

15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre [756/2022](#)

$$L_{eq,W}(x, y) = 10 \cdot \lg \left[\frac{t_0}{T_0} \cdot \sum_i \sum_j \sum_k M_{ij} \cdot 10^{L_{E,ijk}(x,y)/10} \right] + C \quad (2.7.56)$$

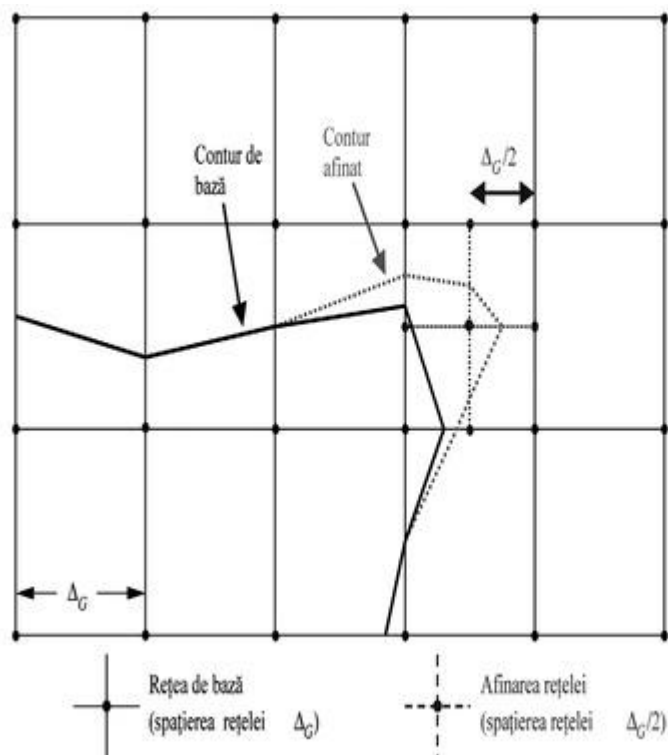
15/06/2022 - paragraful a fost [modificat](#) prin Hotărâre [756/2022](#)

T_0 este perioada de timp de referință. Aceasta depinde - asemenea factorilor de ponderare g_i - de definiția specifică a indicelui ponderat folosit (de exemplu, L_{den}). $L_{E,ijk}$ este contribuția nivelului sonor al unui singur eveniment din segmentul k al traiectoriei sau subtraiectoriei j pentru o operațiune a aeronavei din categoria i. Estimarea $L_{E,ijk}$ este descrisă în detaliu în secțiunile 2.7.14-2.7.19.

2.7.26. Calculul și afinarea rețelei standard

Atunci când se obțin contururile de zgomot prin interpolarea între valorile indicilor punctelor din rețea spațiată rectangular, acuratețea lor depinde de alegerea spațierii rețelei (sau a dimensiunii pătratelor) ΔG , în special în celulele în care gradientele mari ale distribuției spațiale ale indicilor determină o curbură strânsă a contururilor (a se vedea figura 2.7.s). Erorile de interpolare se reduc prin micșorarea spațierii rețelei, dar deoarece astfel se mărește numărul de puncte ale acesteia, timpul de calcul este mai mare. Optimizarea spațierii unei rețele regulate implică echilibrarea acurateței modelării și a timpului de funcționare.

Figura 2.7.s: Rețeaua standard și afinarea rețelei



O îmbunătățire marcată a eficienței de calcul care asigură rezultate mai precise este utilizarea unei grile neregulate pentru perfecționarea interpolării în celulele critice. Tehnica, descrisă în figura 2.7.s, constă în îngustarea locală a grilei, lăsând restul acesteia neschimbat. Acest lucru este foarte evident și obținut prin următoarele etape:

definirea unei diferențe a limitei de perfecționare Δ_R pentru indicele de zgomot;

calculul rețelei de bază pentru o spațiere Δ_G ;

verificarea diferențelor ΔL ale valorilor indicelui dintre nodurile adiacente ale rețelei.

Dacă există orice diferențe $\Delta L > \Delta L_R$, se definește o nouă rețea cu o spațiere $\Delta_G/2$ și se estimează nivelurile pentru noile noduri în următorul mod:

Dacă $\Delta L \leq \Delta L_R$, se calculează o nouă valoare prin interpolare liniară utilizând valorile adiacente.

Dacă $\Delta L > \Delta L_R$, se calculează o nouă valoare cu ajutorul datelor de intrare de bază.

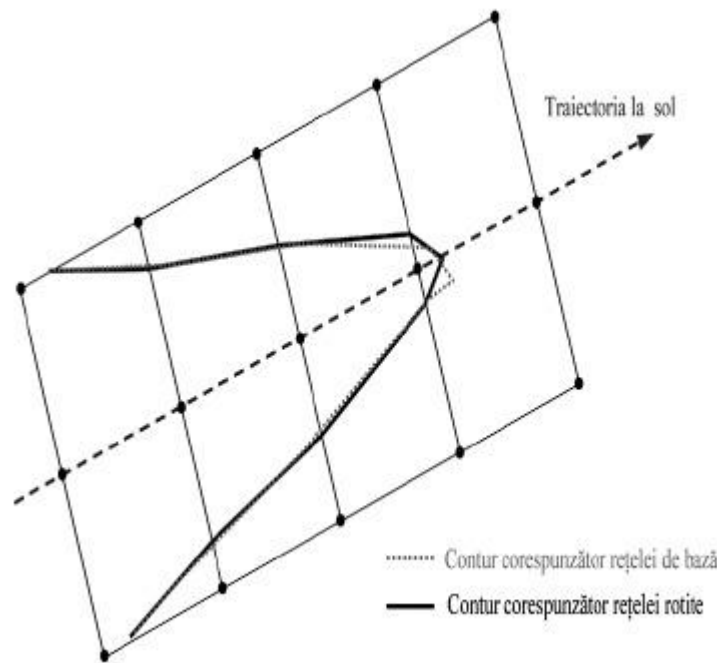
Se repetă pașii 1-4 până ce toate diferențele sunt mai mici decât diferența-limită. Se estimează curbele prin interpolare liniară.

Dacă gama de valori ale indicelui urmează să fie agregată cu altele (de exemplu, la calculul indicilor ponderați prin însumarea conturilor separate pentru zi, seară și noapte), este necesar să se asigure faptul că rețelele separate sunt identice.

2.7.27. Utilizarea rețelelor rotite

În majoritatea cazurilor practice, adevărata formă a unui contur de zgomot tinde să fie simetrică față de o traiectorie la sol. Dacă direcția acestei traiectorii nu este însă aliniată cu rețeaua de calcul, rezultatul poate fi un contur asimetric.

Figura 2.7.t: Utilizarea unei rețele rotite

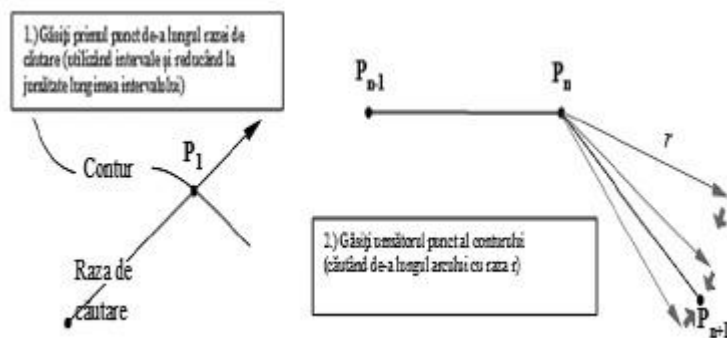


Modul cel mai simplu de a evita acest efect este îngustarea rețelei. Acest lucru mărește însă timpul de calcul. O altă soluție este rotirea rețelei de calcul, astfel încât direcția sa să fie paralelă cu traiectoriile la sol principale (și anume, de obicei paralelă cu pista principală). Figura 2.7.t arată efectul unei astfel de rotiri a rețelei pe forma conturului.

2.7.28. Trasarea conturilor

Un algoritm eficient din punctul de vedere al timpului, care elimină necesitatea de a calcula întregul set de indici ai rețelei, dar presupune, în schimb, o mai mare complexitate a calculului constă în trasarea conturului, punct cu punct. Această opțiune necesită realizarea și repetarea a două etape de bază (a se vedea figura 2.7.u):

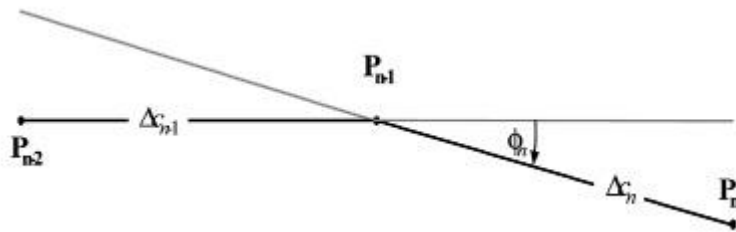
Figura 2.7.u: Concept de algoritm de trasare



Etapa 1 constă în găsirea primului punct P_1 pe contur. Pentru aceasta se calculează nivelurile indicelui de zgomot L la intervale echidistante de-a lungul „razei de căutare” care se presupune că traversează conturul cerut al nivelului L_C . Atunci când conturul este traversat, diferența $\delta = L_C - L$ își schimbă semnul. În acest caz, lungimea intervalului pe rază se înjumătățește și direcția de căutare se inversează. Această operație se efectuează până când δ este mai mic decât un prag de precizie predefinit.

Etapa 2, care se repetă până când conturul este suficient de bine definit, constă în găsirea următorului punct pe conturul L_C - care se află la o distanță în linie dreaptă specificată r de punctul actual. În interiorul intervalelor angulare consecutive, nivelurile indicilor și diferențele δ sunt calculate la capetele vectorilor care descriu un arc cu raza r . Reducând la jumătate și inversând în mod similar creșterile, de această dată în direcția vectorului, următorul punct al conturului este determinat cu o precizie predefinită.

Figura 2.7.v: Parametrii geometrici care definesc condițiile algoritmului de trasare



Anumite constrângeri trebuie să fie impuse pentru a garanta estimarea curbei cu un grad satisfăcător de precizie (a se vedea figura 2.7.v)

1. Lungimea corzii Δc (distanța dintre două puncte ale curbei) se va înscrie într-un interval $[\Delta_{cmin}, \Delta_{cmax}]$, de exemplu [10 m, 200 m].
2. Raportul lungimii dintre două corzi adiacente cu lungimile Δ_{cn} și Δ_{cn+1} va fi limitat, de exemplu $0,5 < \Delta_{cn}/\Delta_{cn+1} < 2$.
3. În ceea ce privește o bună ajustare a lungimii corzii la curbura conturului, trebuie îndeplinită următoarea condiție:

$$\phi_n \cdot \max(\Delta c_{n-1}, \Delta c_n) \leq \varepsilon \quad (\varepsilon \approx 15m)$$

în cazul în care Φ_n este diferența direcției corzii.

Experiența cu acest algoritm a demonstrat că, în medie, între 2 și 3 valori ale indicelui trebuie să fie calculate pentru a stabili un punct al conturului cu o precizie mai mare de 0,01 dB.

În special în cazul în care contururile mari trebuie să fie calculate, acest algoritm accelerează semnificativ timpul de calcul. Cu toate acestea, ar trebui remarcat faptul că implementarea acestuia necesită experiență, în special atunci când un contur este împărțit în segmente separate.

2.8. Expunerea la zgomot

15/06/2022 - subpunctul a fost [modificat prin Hotărâre 756/2022](#)

Determinarea suprafeței expuse la zgomot

Evaluarea suprafeței expuse la zgomot se bazează pe puncte de evaluare a zgomotului situate la $4 \text{ m} \pm 0,2$ deasupra solului, care corespund punctelor receptoare definite în secțiunile 2.5, 2.6 și 2.7 și se calculează pe o rețea pentru surse individuale.

Se atribuie un nivel de zgomot punctelor rețelei situate în interiorul clădirilor, considerând că cele mai apropiate puncte de recepție a zgomotului situate în afara clădirilor sunt cele mai silențioase; zgomotul produs de aeronave face excepție, deoarece în acest caz calculul se efectuează fără a lua în considerare prezența clădirilor și se utilizează direct punctul de recepție a zgomotului care se situează într-o clădire.

În funcție de rezoluția rețelei, se atribuie fiecărui punct de calcul din rețea o suprafață corespunzătoare. De exemplu, într-o rețea de $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$, fiecare punct de evaluare reprezintă o suprafață de 100 de metri pătrați, care este expusă nivelului calculat de zgomot.

Atribuirea de puncte de evaluare a zgomotului pentru clădirile care nu cuprind locuințe

Evaluarea expunerii la zgomot a clădirilor care nu cuprind locuințe, cum ar fi școlile și spitalele, se bazează pe puncte de evaluare a zgomotului situate la $4 \pm 0,2 \text{ m}$ deasupra solului, care corespund punctelor receptoare definite în secțiunile 2.5, 2.6 și 2.7.

Pentru evaluarea clădirilor care nu cuprind locuințe și sunt expuse la zgomotul produs de aeronave, fiecare clădire este asociată celui mai zgomotos punct de recepție a zgomotului situat în clădire sau, dacă acesta nu există, situat pe rețeaua care înconjoară clădirea.

Pentru evaluarea clădirilor care nu cuprind locuințe și sunt expuse la surse de zgomot aflate pe sol, punctele receptoare sunt plasate la aproximativ 0,1 m înaintea fațadelor clădirilor. Reflexiile pe fațadele respective nu se

inclus în calcul. Clădirea este apoi asociată celui mai zgomotos punct receptor de pe fațadele sale.

Determinarea locuințelor expuse la zgomot și a persoanelor care trăiesc în locuințe expuse la zgomot

Pentru evaluarea expunerii la zgomot a locuințelor și a expunerii persoanelor care trăiesc în locuințe se iau în considerare numai clădirile rezidențiale. Locuințele sau persoanele nu se atribuie clădirilor nerezidențiale, cum ar fi cele utilizate exclusiv ca școli, spitale, clădiri de birouri sau fabrici. Locuințele și persoanele care trăiesc în locuințe sunt atribuite clădirilor rezidențiale pe baza celor mai recente date oficiale (în funcție de reglementările relevante ale statului membru).

Numărul de locuințe din clădirile rezidențiale și de persoane care trăiesc în aceste locuințe reprezintă parametri intermediari importanți pentru estimarea expunerii la zgomot. Din păcate, datele privind acești parametri nu sunt întotdeauna disponibile. Mai jos se precizează modul în care pot fi obținuți acești parametri din datele disponibile.

Simbolurile utilizate în continuare sunt:

BA = suprafața bazei clădirii

DFS = suprafața locuibilă

DUFS = suprafața locuibilă a unității locative

H = înălțimea clădirii

FSI = suprafața locuibilă per persoană care trăiește în locuințe

Dw = numărul de locuințe

Inh = numărul de persoane care trăiesc în locuințe

NF = numărul de etaje

V = volumul clădirilor rezidențiale

Pentru calcularea numărului de locuințe și de persoane care trăiesc în locuințe se utilizează fie procedura descrisă la cazul 1, fie procedura descrisă la cazul 2, în funcție de disponibilitatea datelor.

Cazul 1: datele privind numărul de locuințe și de persoane care trăiesc în locuințe sunt disponibile

1A:

Numărul de persoane care trăiesc în locuințe este cunoscut sau a fost estimat pe baza numărului de unități locative. În acest caz, numărul de persoane care trăiesc în locuințele dintr-o clădire reprezintă suma numerelor persoanelor care trăiesc în toate unitățile locative din clădire:

$$Inh_{building} = \sum_{i=1}^n Inh_{dwellingunit_i} \quad (2.8.1)$$

1B:

Numărul de locuințe sau de persoane care trăiesc în locuințe este cunoscut numai pentru entitățile mai mari decât o clădire, de exemplu, pentru zone de recensământ, grupuri de clădiri, cartiere sau chiar o întreagă municipalitate. În acest caz, numărul de locuințe dintr-o clădire și numărul de persoane care trăiesc în locuințele respective se estimează pe baza volumului clădirii:

$$Dw_{building} = \frac{V_{building}}{V_{total}} \times Dw_{total} \quad (2.8.2a)$$

$$Inh_{building} = \frac{V_{building}}{V_{total}} \times Inh_{total} \quad (2.8.2b)$$

Indicele "total" se referă la entitatea luată în considerare. Volumul clădirii este produsul dintre suprafața bazei clădirii și înălțimea acesteia:

$$V_{building} = BA_{building} \times H_{building} \quad (2.8.3)$$

Dacă înălțimea clădirii nu este cunoscută, aceasta se estimează pe baza numărului de etaje NF_{building},

presupunând că înălțimea medie a unui etaj este de 3 m:

$$H_{building} = NF_{building} \times 3m \quad (2.8.4)$$

Dacă nici numărul de etaje nu este cunoscut, se utilizează o valoare implicită pentru numărul de etaje, care este reprezentativă pentru cartier sau sector. Volumul total al clădirilor rezidențiale din entitatea luată în considerare V_{total} se calculează ca sumă a volumelor tuturor clădirilor rezidențiale din entitate:

$$V_{total} = \sum_{i=1}^n V_{building_i} \quad (2.8.5)$$

Cazul 2: nu sunt disponibile date privind numărul de persoane care trăiesc în locuințe

În acest caz, numărul de persoane care trăiesc în locuințe se estimează pe baza suprafeței locuibile medii per persoană care trăiește în locuințe, FSI. Dacă acest parametru nu este cunoscut, se utilizează o valoare implicită.

2A:

Suprafața locuibilă este cunoscută pe baza unităților locative.

În acest caz, numărul de persoane care trăiesc în fiecare unitate locativă este estimat după cum urmează:

$$Inh_{dwelling_{unit_i}} = \frac{DUFS_i}{FSI} \quad (2.8.6)$$

Numărul total de persoane care trăiesc în locuințele din clădire poate fi apoi estimat ca în cazul 1A.

2B:

Suprafața locuibilă este cunoscută pentru întreaga clădire, respectiv se cunoaște suma suprafețelor locuibile ale tuturor unităților locative din clădire.

În acest caz, numărul de persoane care trăiesc în locuințe este estimat după cum urmează:

$$Inh_{building} = \frac{DFS_{building}}{FSI} \quad (2.8.7)$$

2C:

Suprafața locuibilă este cunoscută numai pentru entitățile mai mari decât o clădire, de exemplu, pentru zone de recensământ, grupuri de clădiri, cartiere sau chiar o întreagă municipalitate.

În acest caz, numărul de persoane care trăiesc în locuințele dintr-o clădire se estimează pe baza volumului clădirii, astfel cum se arată în cazul 1B, numărul total de persoane care trăiesc în locuințe fiind estimat după cum urmează:

$$Inh_{total} = \frac{DFS_{total}}{FSI} \quad (2.8.8)$$

2D:

Suprafața locuibilă nu este cunoscută.

În acest caz, numărul de persoane care trăiesc în locuințele dintr-o clădire se estimează astfel cum se arată în cazul 2B, suprafața locuibilă fiind estimată după cum urmează:

$$DFS_{building} = BA_{building} \times 0.8 \times NF_{building} \quad (2.8.9)$$

Factorul 0,8 este factorul de conversie suprafață brută → suprafață locuibilă. Dacă se cunoaște un alt factor care este reprezentativ pentru zonă, se utilizează acesta în schimb și se documentează clar. Dacă numărul de etaje al clădirii nu este cunoscut, acesta se estimează pe baza înălțimii clădirii $H_{building}$, ceea ce conduce, de regulă, la un număr zecimal de etaje:

$$NF_{building} = \frac{H_{building}}{3m}$$

(2.8.10)

Dacă nu se cunosc nici înălțimea clădirii, nici numărul de etaje, se utilizează pentru numărul de etaje o valoare implicită, care este reprezentativă pentru cartier sau sector.

Atribuirea de puncte de evaluare a zgomotului pentru locuințe și persoanele care trăiesc în locuințe

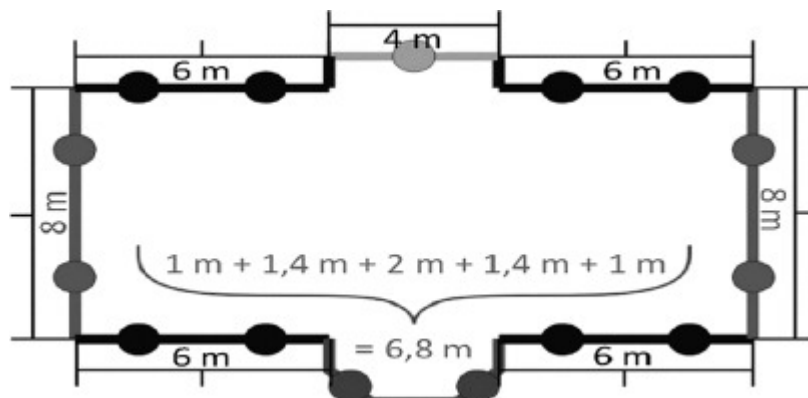
Evaluarea expunerii la zgomot a locuințelor și a persoanelor care trăiesc în locuințe se bazează pe puncte de evaluare a zgomotului situate la $4 \pm 0,2$ m deasupra solului, care corespund punctelor receptoare definite în secțiunile 2.5, 2.6 și 2.7.

Pentru calcularea numărului de locuințe și de persoane care trăiesc în locuințe și sunt expuse la zgomotul produs de aeronave, toate locuințele dintr-o clădire și persoanele care trăiesc în aceste locuințe sunt asociate celui mai zgomotos punct de recepție a zgomotului situat în clădire sau, dacă acesta nu există, situat pe rețeaua care înconjoară clădirea.

Pentru calcularea numărului de locuințe și de persoane care trăiesc în locuințe și sunt expuse la surse de zgomot aflate pe sol, punctele receptoare sunt plasate la aproximativ 0,1 m înaintea fațadelor clădirilor rezidențiale. Reflexiile pe fațadele respective nu se includ în calcul. Pentru localizarea punctelor receptoare se utilizează fie procedura descrisă la cazul 1, fie procedura descrisă la cazul 2.

Cazul 1: fațade împărțite în intervale regulate pe fiecare fațadă

Figura 2.8.a. Exemplu de amplasare a punctelor receptoare în jurul unei clădiri conform procedurii aferente cazului 1



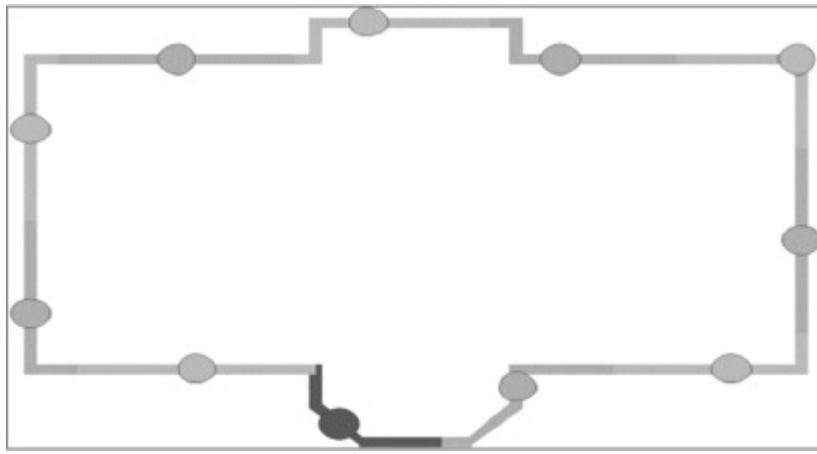
(a) Segmentele cu o lungime mai mare de 5 m sunt împărțite în intervale regulate cu cea mai mare lungime posibilă, care trebuie să fie însă mai mică sau egală cu 5 m. Punctele receptoare se plasează în mijlocul fiecărui interval regulat.

(b) Segmentele rămase care depășesc lungimea de 2,5 m sunt reprezentate printr-un punct receptor în mijlocul fiecărui segment.

(c) Segmentele adiacente rămase cu o lungime totală mai mare de 5 m sunt tratate ca obiecte poligonale într-un mod similar cu cel descris la literele (a) și (b).

Cazul 2: fațade împărțite la o distanță determinată de la începutului poligonului

Figura 2.8.b. Exemplu de amplasare a punctelor receptoare în jurul unei clădiri conform procedurii aferente cazului 2



(a) Fațadele sunt considerate separat sau sunt împărțite la fiecare 5 m de la poziția de început, punctul receptor fiind plasat la jumătatea distanței de fațădă sau de segmentul de 5 m.

(b) Secțiunea rămasă are punctul său receptor în punctul din mijloc.

Atribuirea locuințelor și a persoanelor care trăiesc în locuințe către punctele receptoare

Dacă sunt disponibile informații privind amplasarea locuințelor pe amprenta la sol a clădirii, locuința respectivă și persoanele care trăiesc în aceasta sunt atribuite punctului receptor de la fațada cea mai expusă a locuinței. În această situație sunt, de exemplu, casele individuale, casele semiindividuale și casele înșiruite, blocurile de apartamente a căror divizare internă este cunoscută, clădirile la care mărimea suprafeței etajului indică existența unei singure locuințe pe etaj sau clădirile la care mărimea suprafeței și înălțimea indică existența unei singure locuințe în clădire.

Dacă nu sunt disponibile informații privind amplasarea locuințelor pe amprenta la sol a clădirii, astfel cum s-a explicat mai sus, se utilizează una din următoarele două metode, după caz și în funcție de clădire, pentru a estima expunerea la zgomot a locuințelor din clădiri și a persoanelor din aceste locuințe.

(a) Informațiile disponibile arată că locuințele sunt astfel dispuse într-un bloc de apartamente încât au o singură fațădă expusă la zgomot.

În acest caz, alocarea numărului de locuințe și a persoanelor care trăiesc în locuințe către punctele receptoare se ponderează cu lungimea fațădei reprezentate conform procedurii aferente cazului 1 sau cazului 2, astfel încât suma tuturor punctelor receptoare să reprezinte numărul total de locuințe atribuite clădirii și de persoane care trăiesc în aceste locuințe.

(b) Informațiile disponibile arată că locuințele sunt astfel dispuse într-un bloc de apartamente încât au mai multe fațăde expuse la zgomot sau nu sunt disponibile informații privind numărul de fațăde expuse la zgomot ale locuințelor.

În acest caz, pentru fiecare clădire, setul de puncte receptoare asociate se împarte într-o jumătate inferioară și una superioară pe baza valorii mediane²⁸ a nivelurilor de evaluare calculate pentru fiecare clădire. În cazul unui număr impar de puncte receptoare, procedura se aplică excluzând punctul receptor cu cel mai scăzut nivel de zgomot.

Numărul de locuințe și de persoane care trăiesc în locuințe se distribuie în mod egal punctelor receptoare din jumătatea superioară a setului de date, astfel încât suma tuturor punctelor receptoare din jumătatea superioară a setului de date să reprezinte numărul total de locuințe și de persoane care trăiesc în locuințe. Nu se vor atribui locuințe sau persoane care trăiesc în locuințe către punctele receptoare din jumătatea inferioară a setului de date²⁹.

²⁸ Valoarea mediană este valoarea care separă jumătatea superioară (50%) a unui set de date de jumătatea inferioară (50%).

²⁹ Jumătatea inferioară a setului de date poate fi asociată cu prezența fațădelor relativ calme. Dacă se știe în

avans, de exemplu, pe baza amplasării clădirilor față de sursele dominante de zgomot, care sunt punctele receptoare cu cel mai ridicat/cel mai scăzut nivel de zgomot, nu este necesară calcularea zgomotului pentru jumătatea inferioară.

3. Date de intrare

Datele de intrare de utilizat în mod corespunzător în legătură cu metodele descrise mai sus sunt prezentate în apendicele de la F la I.

În cazul în care datele de intrare furnizate prevăzute în apendicele de la F la I nu sunt aplicabile sau pot provoca abateri de la valoarea reală care nu îndeplinesc condițiile prezentate la punctele 2.1.2 și 2.6.2, pot fi utilizate alte valori, cu condiția ca valorile utilizate și metodologia utilizată pentru determinarea lor să fie documentate suficient, inclusiv demonstrând caracterul adecvat al acestora. Aceste informații sunt puse la dispoziția publicului.

4. Metode de măsurare

Dacă, din orice motiv, se efectuează măsurători, acestea trebuie să respecte principiile care guvernează măsurătorile medii pe termen lung, definite în ISO 1996-1:2003 și ISO 1996-2:2007 sau, pentru zgomotul produs de aeronave, în ISO 20906:2009.

1) Directiva [2007/46/CE](#) a Parlamentului European și a Consiliului din 5 septembrie 2007 (JO L 263, 9.10.2007) de stabilire a unui cadru pentru omologarea autovehiculelor și remorcilor acestora, precum și a sistemelor, componentelor și unităților tehnice separate destinate vehiculelor respective

2) Vehicule sport-utilitare

3) Vehicule monovolum

4) Absorbția pavajelor rutiere poroase este luată în considerare în modelul de emisie.

5) O rețea de mici obstacole într-un plan și la intervale regulate constituie un exemplu de configurație specială.

6) De fapt, sub aeronavă perpendicular pe axa aripilor și direcția de zbor; considerat a fi vertical sub aeronavă atunci când zboară fără viraje (și anume neînclinată).

7) Timpul este luat în considerare prin viteza aeronavei.

8) Pragurile deplasate pot fi luate în considerare prin definirea pistelor suplimentare.

9) Nivelurile calculate la 4 m sau mai mult sunt uneori necesare. Comparația măsurătorilor la 1,2 m și 10 m și calculul teoretic al efectelor la sol indică faptul că variațiile nivelului de expunere sonoră ponderat pe curba A sunt relativ insensibile la înălțimea receptorului. Variațiile sunt în general mai mici de un decibel, cu excepția cazului în care unghiul maxim al incidenței sunetului este sub 10° și dacă spectrul ponderat pe curba A la punctul receptorului își are valoarea maximă în intervalul de frecvență 200-500 Hz. Astfel de spectre dominate de frecvență scăzută pot apărea de exemplu pe distanțe lungi pentru motoarele cu un raport scăzut de deviație și pentru motoarele cu reacție cu frecvențe audio scăzute silențioase.

10) Înregistratoarele de date de zbor ale aeronavelor furnizează date operaționale cuprinzătoare. Totuși acestea nu sunt accesibile și furnizarea lor este costisitoare; astfel utilizarea lor în scopul modelării zgomotului este de obicei restricționată la proiectele speciale și la studiile de dezvoltare a modelului.

11) De obicei, măsurată ca altitudine peste nivelul mării (și anume relativ la 1.013 mB) și corectată în funcție de elevația aeroportului de către sistemul de monitorizare aeroportuar.

12) De obicei, axele coordonatelor locale sunt paralele cu axa hărții pe care sunt trasate contururile. Cu toate acestea, uneori este utilă alegerea axei x paralelă cu o pistă, pentru a obține contururi simetrice fără utilizarea unei rețele de calcul afinat (a se vedea secțiunile 2.7.26-2.7.28).

13) În cazul unui teren accidentat, este posibil ca observatorul să fie deasupra aeronavei, caz în care, pentru calcularea propagării sunetului, z' (și unghiul de elevație corespunzător β - a se vedea capitolul 4) este egal cu zero.

14) Modul optim de implementare este lăsat la alegerea utilizatorului, deoarece acesta va depinde de definirea

razelor de viraj. Atunci când începutul virajului constă într-o succesiune de segmente drepte sau circulare, o opțiune relativ simplă este inserarea la începutul și la sfârșitul virajului a unor segmente de tranziție a unghiului de înclinare în care aeronava zboară cu o rată constantă (de exemplu, exprimată în $^{\circ}/m$ sau $^{\circ}/s$).

15) În acest scop, lungimea totală a rutei terestre ar trebui să o depășească întotdeauna pe cea a profilului de zbor. Acest lucru se poate obține, dacă este necesar, prin adăugarea segmentelor drepte cu o lungime adecvată la ultimul segment al rutei terestre.

16) Definită în acest mod simplu, lungimea totală a traiectoriei segmentate este ușor mai mică decât cea a traiectoriei circulare. Cu toate acestea, eroarea ulterioară a conturului este neglijabilă dacă creșterile angulare sunt sub 30° .

17) Chiar dacă configurațiile puterii motorului rămân constante de-a lungul unui segment, forța de reacție și accelerarea se pot schimba ca urmare a variației densității aerului cu înălțimea. Cu toate acestea, în scopul modelării zgomotului aceste modificări sunt în mod normal neglijabile.

18) Aceasta a fost recomandată în ediția anterioară a ECAC Doc 29, dar este în continuare considerată provizorie în așteptarea achiziției datelor experimentale coroborative suplimentare.

19) L_E de 10 dB inferioară poate fi cu 0,5 dB mai mică decât L_E evaluată pe o perioadă mai lungă. Cu toate acestea, cu excepția distanțelor scurte oblice în cazul în care nivelurile evenimentului sunt ridicate, zgomotul ambiental exterior face adesea intervalele de măsurare mai lungi nepractice și valorile scăzute de 10-dB reprezintă standardul. Deoarece studiile efectelor zgomotului (utilizate pentru „calibrarea” curbilor de zgomot) au, de asemenea, tendința de a se baza pe valori scăzute 10-dB, înregistrările ANP sunt considerate a fi pe deplin adecvate.

20) Deși noțiunea unei traiectorii de zbor infinit de lungă este importantă pentru definirea nivelului de expunere la sunet al evenimentului L_E , are mai puțină relevanță în cazul nivelului maxim al evenimentului L_{max} care este guvernat de zgomotul emis de aeronavă atunci când se află într-o poziție specifică sau în vecinătatea celui mai apropiat punct de apropiere de observator. În scopul modelării parametrul distanței NPD se consideră a fi distanța minimă dintre observator și segment.

21) Specificațiile NPD impun ca datele să se bazeze pe măsurătorile zborului constant în linie dreaptă, nu neapărat uniform; pentru a crea condițiile necesare de zbor, traiectoria de zbor a aeronavei de probă poate fi înclinată pe orizontală. Cu toate acestea, după cum se poate vedea, traiectoriile înclinate conduc la dificultăți de calcul și, atunci când se folosesc datele pentru modelare, este oportună vizualizarea traiectoriilor sursei ca fiind drepte și uniforme.

22) Aceasta este cunoscută drept corecția duratei deoarece ține seama de efectele vitezei aeronavei privind durata evenimentului sonor - implementarea ipotezei simple conform căreia, alte lucruri fiind egale, durata și, astfel, energia primită din evenimentul sonor este invers proporțională cu viteza sursei.

23) În cazul unui teren cu o suprafață care nu este plană pot exista diferite definiții ale unghiului de elevație. În acest caz este definit ca altitudinea aeronavei deasupra punctului de observare și distanța oblică - neglijând astfel înclinările terenului local, precum obstacolele de pe traiectoria de propagare a sunetului (a se vedea secțiunile 2.7.6 și 2.7.10). În eventualitatea în care, ca urmare a elevației solului, punctul receptorului este deasupra aeronavei, unghiul de elevație β este egal cu zero.

24) Un nivel în „câmp deschis” este acela care ar fi observat dacă suprafața solului nu ar fi acolo.

25) Vântul și creșterile de temperatură și turbulențele depind parțial de rugozitatea și caracteristicile de transfer termic al suprafeței.

26) Pentru un observator amplasat pe partea dreaptă a segmentului ϕ ar deveni $\beta + \epsilon$ (a se vedea secțiunea 2.7.19).

27) Perioadele de timp pot fi diferite de acestea trei, în funcție de definiția indicelui de zgomot utilizat.

Metodele de evaluare a efectelor dăunătoare

1. Diferite tipuri de efecte dăunătoare

În scopul evaluării efectelor dăunătoare se iau în considerare următoarele:

- cardiopatiile ischemice (ischaemic heart disease - IHD) care corespund codurilor BA40-BA6Z din clasificarea internațională ICD-11 stabilită de Organizația Mondială a Sănătății;
- gradul ridicat de disconfort (high annoyance - HA);
- gradul ridicat de tulburare a somnului (high sleep disturbance - HSD).

2. Calcularea efectelor dăunătoare

Efectele dăunătoare se calculează prin una dintre următoarele metode:

- riscul relativ (relative risk - RR) al unui efect dăunător definit ca:

$$RR = \left(\frac{\text{Probabilitatea apariției efectului dăunător la o populație expusă la un nivel specific de zgomot ambiental}}{\text{Probabilitatea apariției efectului dăunător la o populație neexpusă la zgomot ambiental}} \right) \quad (\text{Formula 1})$$

- riscul absolut (absolute risk - AR) al unui efect dăunător definit ca:

$$AR = \left(\text{Apariția efectului dăunător la o populație expusă la un nivel specific de zgomot ambiental} \right) \quad (\text{Formula 2})$$

2.1. Cardiopatia ischemică (IHD)

Pentru calcularea RR, în ceea ce privește efectul dăunător al IHD și rata de incidență (i), se utilizează următoarele relații doză-efect pentru zgomotul produs de traficul rutier:

$$RR_{IHD, rutier} = \begin{cases} e^{\left[\left(\frac{\ln(1,08)}{10} \right) \cdot (L_{den} - 53) \right]} & \text{pentru } L_{den} \text{ mai mare de } 53 \text{ dB} \\ 1 & \text{pentru } L_{den} \text{ egal sau mai mic de } 53 \text{ dB} \end{cases} \quad (\text{Formula 3})$$

2.2. Gradul ridicat de disconfort (HA)

Pentru calcularea AR, în ceea ce privește efectul dăunător al HA, se utilizează următoarele relații doză-efect:

- pentru zgomotul produs de traficul rutier:

$$AR_{HA, rutier} = \frac{(78,9270 - 3,1162 \cdot L_{den} + 0,0342 \cdot L_{den}^2)}{100} \quad (\text{Formula 4})$$

- pentru zgomotul produs de traficul feroviar:

$$AR_{HA, feroviar} = \frac{(38,1596 - 2,05538 \cdot L_{den} + 0,0285 \cdot L_{den}^2)}{100} \quad (\text{Formula 5})$$

- pentru zgomotul produs de traficul aerian:

$$AR_{HA, aerian} = \frac{(-50,9693 + 1,0168 \cdot L_{den} + 0,0072 \cdot L_{den}^2)}{100} \quad (\text{Formula 6})$$

2.3. Gradul ridicat de tulburare a somnului (HSD)

Pentru calcularea AR, în ceea ce privește efectul dăunător al HSD, se utilizează următoarele relații doză-efect:

- pentru zgomotul produs de traficul rutier:

$$AR_{HSD,rutier} = (19,4312 - 0,9336 * L_{night} + 0,0126 * L_{night}^2) / 100 \text{ (Formula 7)}$$

- pentru zgomotul produs de traficul feroviar:

$$AR_{HSD,feroviar} = (67,5406 - 3,1852 * L_{night} + 0,0391 * L_{night}^2) / 100 \text{ (Formula 8)}$$

- pentru zgomotul produs de traficul aerian:

$$AR_{HSD,aerian} = (16,7885 - 0,9293 * L_{night} + 0,0198 * L_{night}^2) / 100 \text{ (Formula 9)}$$

3. Evaluarea efectelor dăunătoare

3.1. Expunerea populației se evaluează în mod independent pentru fiecare sursă de zgomot și efect dăunător. În cazul în care aceleași persoane sunt expuse simultan unor surse de zgomot diferite, efectele dăunătoare nu pot fi, în general, cumulate. Cu toate acestea, efectele respective pot fi comparate pentru a evalua importanța relativă a fiecărei surse de zgomot.

3.2. Evaluarea pentru IHD

3.2.1. Pentru IHD în cazul zgomotului produs de traficul feroviar și aerian se estimează că populația expusă la zgomotul care depășește nivelurile adecvate de L_{den} face obiectul unui risc crescut de IHD, însă numărul exact N al cazurilor de IHD nu poate fi calculat.

3.2.2. Pentru IHD în cazul zgomotului produs de traficul rutier, proporția cazurilor în care efectul dăunător specific apărut la populația expusă la un RR care este calculat ca fiind cauzat de zgomotul ambiant i se calculează după cum urmează:

$$PAF_{x,y} = \left(\frac{\sum_j [p_j \cdot (RR_{j,x,y} - 1)]}{\sum_j [p_j \cdot (RR_{j,x,y} - 1)] + 1} \right) \text{ (Formula 10),}$$

unde:

- $PAF_{x,y}$ este partea atribuibilă populației;

- seria benzilor de zgomot j este alcătuită din benzi individuale care acoperă fiecare maxim 5 dB (de exemplu: 50-51 dB, 51-52 dB, 52-53 dB etc. sau 50-54 dB, 55-59 dB, 60-64 dB etc.);

- p_j este proporția populației totale P din zona evaluată care este expusă la banda de expunere nr. j, asociată cu un anumit RR al unui efect dăunător specific $RR_{j,x,y}$ care se calculează cu ajutorul relațiilor descrise la punctul 2 din prezenta anexă, calcul realizat la valoarea centrală a fiecărei benzi de zgomot (de exemplu: în funcție de disponibilitatea datelor, la 50,5 dB pentru banda de zgomot definită între 50-51 dB sau la 52 dB pentru banda de zgomot 50-54 dB).

3.2.3. Pentru IHD în cazul zgomotului produs de traficul rutier, numărul total N al cazurilor de IHD (persoane afectate de efectul dăunător y; numărul de cazuri atribuibile) provocate de sursa x este:

$$N_{x,y} = PAF_{x,y,i} * I_y * P \text{ (Formula 11),}$$

unde:

- $PAF_{x,y,i}$ se calculează pentru incidența i;

- I_y este rata de incidență a IHD în zona evaluată, care poate fi obținută din statisticile privind sănătatea pentru regiunea sau țara în care se află zona;

- P este populația totală a zonei evaluate (suma populației din diferite benzi de zgomot).

3.3. Pentru HA și HSD în cazul zgomotului produs de traficul rutier, feroviar și aerian, numărul total N de persoane afectate de efectul dăunător y (numărul de cazuri atribuibile) cauzat de sursa de zgomot x, pentru fiecare combinație de sursă de zgomot x (traficul rutier, feroviar sau aerian) și efect dăunător y (HA, HSD), este:

$$N_{x,y} = \sum_j [n_j * AR_{j,x,y}] \text{ (Formula 12),}$$

unde:

- $AR_{x,y}$ este AR al efectului dăunător relevant (HA, HSD) și se determină prin formulele descrise la punctul 2 din prezenta anexă, fiind calculat la valoarea centrală a fiecărei benzi de zgomot (de exemplu: în funcție de disponibilitatea datelor, la 50,5 dB pentru banda de zgomot definită între 50-51 dB sau la 52 dB pentru banda de zgomot 50-54 dB);

- n_j este numărul persoanelor expuse la banda de expunere nr. j.

4. Revizuirii viitoare

Relațiile doză-efect care vor fi introduse prin revizuirile ulterioare ale prezentei anexe vor viza, în special:

- relația dintre disconfort și L_{den} pentru zgomotul industrial;

- relația dintre tulburarea somnului și L_{night} pentru zgomotul industrial.

În cazul în care este necesar, se pot prezenta relații specifice doză-efect pentru:

- locuințele cu izolație specială împotriva zgomotului, conform definiției din anexa nr. 6;

- locuințele cu fațadă liniștită, conform definiției din anexa nr. 6;

- climate diferite/culturi diferite ale populației;

- grupurile vulnerabile de populație;

- zgomotul industrial cu componente tonale importante;

- zgomotul industrial cu caracter de impuls și alte cazuri speciale.

ANEXA Nr. 4

CERINȚE MINIME PENTRU CART AREA STRATEGICĂ DE ZGOMOT

1. O hartă strategică de zgomot este o reprezentare a informațiilor referitoare la unul dintre următoarele aspecte:

a) starea existentă, anterioară sau viitoare a zgomotului în funcție de un indicator de zgomot;

b) depășirea unei valori-limită;

c) estimarea într-o anumită zonă a numărului de locuințe, școli și spitale care sunt expuse la anumite valori ale unui indicator de zgomot;

d) estimarea numărului de persoane stabilite într-o zonă expusă la zgomot.

2. Hărțile strategice de zgomot pot fi prezentate publicului sub formă de:

a) grafice;

b) date numerice organizate în tabele;

c) date numerice în format electronic.

3. Hărțile strategice de zgomot pentru aglomerări trebuie să pună accent pe zgomotul emis de:

a) traficul rutier;

b) traficul feroviar;

c) aeroporturi;

d) zonele industriale, inclusiv porturi.

4. Cartarea strategică de zgomot se utilizează pentru următoarele scopuri:

a) obținerea de date care să fie trimise Comisiei Europene potrivit prevederilor art. 71 lit. d) și f) din lege și anexei nr. 6;

b) ca o sursă de informații pentru cetățeni potrivit prevederilor art. 36 și 37 din lege;

c) ca bază pentru elaborarea planurilor de acțiune potrivit prevederilor art. 24-35 din lege;

Pentru fiecare dintre aspectele prevăzute la lit. a)-c) este necesară realizarea unor hărți strategice de zgomot

diferite.

5. Pentru informarea Comisiei Europene, hărțile strategice de zgomot trebuie să îndeplinească cerințele minime prevăzute la pct. 1.5, 1.6, 2.5, 2.6 și 2.7 din anexa nr. 6.

6. Pentru informarea populației potrivit prevederilor art. 36 și 37 din lege și pentru realizarea planurilor de acțiune potrivit prevederilor art. 24-35 din lege trebuie furnizate mai multe informații suplimentare și detaliate, ca de exemplu:

- a) o prezentare grafică;
- b) hărți care să arate depășirea unei valori-limită;
- c) hărți comparative, prin care situația existentă este comparată cu diferite situații viitoare posibile;
- d) hărți care prezintă valoarea unui indicator de zgomot la o altă înălțime decât cea de 4 m, unde este cazul.

La elaborarea ghidului de realizare a hărților strategice de zgomot și a planurilor de acțiune de către autoritatea publică centrală pentru protecția mediului, conform prevederilor art. 91 alin. (5) din lege, se definesc tipurile de hărți de zgomot prevăzute în prezentul punct.

7. Hărțile strategice de zgomot pentru aplicațiile locale sau naționale se întocmesc pentru indicatorii L_{Zsn} și L_{noapte} la înălțimi de evaluare de 4 m și pentru intervale de valori de 5 dB așa cum sunt definite acestea în anexa nr. 6.

8. În cazul aglomerărilor se realizează separat hărți strategice de zgomot pentru: zgomotul produs de traficul rutier, zgomotul produs de traficul feroviar, zgomotul produs de aeronave și zgomotul industrial. Se pot adăuga hărți și pentru alte surse de zgomot.

9. La elaborarea și reactualizarea ghidului prevăzut la art. 91 alin. (5) din lege se ține seama de conținutul ghidurilor elaborate de Comisia Europeană, care prezintă îndrumări cu privire la hărțile strategice de zgomot.

ANEXA Nr. 5

CERINȚE MINIME PENTRU PLANURILE DE ACȚIUNE

1. Un plan de acțiune trebuie să cuprindă cel puțin următoarele elemente:

- a) descrierea aglomerării, a drumurilor principale, a căilor ferate principale sau a aeroporturilor mari și a altor surse de zgomot luate în considerare;
- b) autoritatea sau unitatea responsabilă;
- c) cadrul legal;
- d) valorile-limită utilizate potrivit prevederilor actului normativ care se elaborează în conformitate cu art. 86 din lege;
- e) sinteza informațiilor obținute prin cartarea zgomotului;
- f) o evaluare a numărului de persoane estimate expuse la zgomot, identificarea problemelor și situațiilor care necesită îmbunătățiri;
- g) sinteza oficială a consultărilor publice organizate potrivit prevederilor art. 36 și art. 37 din lege;
- h) informații privind măsurile de reducere a zgomotului aflate în desfășurare și informații privind proiectele de reducere a zgomotului aflate în pregătire;
- i) acțiuni pe care autoritățile competente intenționează să le ia în următorii 5 ani, care să includă măsurile pentru protejarea zonelor liniștite;
- j) strategia pe termen lung;
- k) informații financiare (dacă sunt disponibile): bugete, evaluarea cost-eficiență, evaluarea cost-profit;
- l) prognoze privind evaluarea implementării și a rezultatelor planului de acțiune.

2. Acțiunile pe care intenționează să le întreprindă în domeniul lor de competență autoritățile și operatorii economici care au obligația elaborării planurilor de acțiune și a implementării măsurilor de gestionare și

reducere a zgomotului conținute de acestea, conform prezentei legi, sunt, de exemplu:

- a) planificarea traficului;
 - b) amenajarea teritoriului;
 - c) măsuri tehnice la nivelul surselor de zgomot;
 - d) alegerea surselor mai silențioase;
 - e) măsuri de reducere a transiterii zgomotului;
 - f) introducerea, după caz, a pârgurilor economice stimulative care să încurajeze diminuarea sau menținerea valorilor nivelurilor de zgomot sub maximele permise.
3. Fiecare plan de acțiune trebuie să conțină estimări privind reducerea numărului de persoane afectate (disconfort, tulburarea somnului și altele asemenea).
4. La elaborarea și reactualizarea ghidului prevăzut la art. 91 alin. (5) din lege se ține seama de conținutul ghidurilor elaborate de Comisia Europeană, care prezintă îndrumări cu privire la planurile de acțiune.

ANEXA Nr. 6

INFORMAȚII CARE SE TRANSMIT COMISIEI EUROPENE

Informațiile principale care se transmit Comisiei Europene sunt următoarele:

1. pentru aglomerări:

1.1. scurtă descriere a aglomerării: localizare, mărime, număr de locuitori;

1.2. autoritatea responsabilă;

1.3. programele de reducere a zgomotului aplicate anterior și măsuri curente împotriva zgomotului;

1.4. metodele de calcul sau de măsurare folosite;

1.5. estimarea numărului de persoane (în sute) care trăiesc în locuințe expuse la fiecare dintre următoarele intervale de valori ale indicatorului L_{zsn} în decibeli, la 4 m deasupra nivelului solului pentru cea mai expusă fațadă: 55-59*), 60-64*), 65-69*), 70-74, > 75. Estimarea se realizează separat pentru zgomotul provenit de la traficul rutier, feroviar și aerian și de la surse industriale. Valorile rezultate se rotunjesc la cea mai apropiată sută (de exemplu, 5.200 pentru valori între 5.150 și 5.249; 100 pentru valori între 50 și 149; 0 pentru valori mai mici de 50);

1.5.1. suplimentar, se declară (în cazul în care aceste informații sunt disponibile) numărul de persoane din estimarea realizată conform pct. 1.5 care locuiesc în clădiri prevăzute cu:

a) izolație specială împotriva zgomotului, prin aceasta înțelegându-se izolarea corespunzătoare a unei clădiri împotriva unui tip (sau mai multor tipuri) de zgomot ambiant, combinată cu facilități proprii de instalații de ventilație și condiționare a aerului, care să poată asigura menținerea nivelului ridicat de izolație împotriva zgomotului ambiant;

b) o fațadă liniștită, prin aceasta înțelegându-se fațada unei locuințe la care valoarea L_{zsn} , la înălțimea de 4 m deasupra nivelului solului și la distanța de 2 m față de fațadă pentru zgomotul provenit de la o sursă specifică, este cu mai mult de 20 dB mai scăzută decât pentru fațada cu cea mai mare valoare L_{zsn} .

Se precizează, de asemenea, care este contribuția drumurilor principale, a căilor ferate principale și aeroporturilor mari (conform definițiilor acestora din anexa nr. 1) la estimările realizate conform indicațiilor de la pct. 1.5.

1.6. estimarea numărului de persoane (în sute) care trăiesc în locuințe expuse la fiecare dintre următoarele intervale de valori ale indicatorului L_{noapte} în decibeli, la 4 m deasupra nivelului solului pentru cea mai expusă fațadă: 45-49*), 50-54*), 55-59*), 60-64*), 65- 69*), > 70. Estimarea se realizează separat pentru zgomotul produs de traficul rutier, feroviar și aerian și de la surse industriale;

1.6.1 suplimentar, se declară (în cazul în care aceste informații sunt disponibile) numărul de persoane din estimarea realizată conform pct. 1.6 care locuiesc în clădiri prevăzute cu:

a) izolație specială împotriva zgomotului, în conformitate cu pct. 1.5.1 lit. a);

b) o fațadă liniștită, în conformitate cu pct. 1.5.1 lit. b).

Trebuie, de asemenea, să se precizeze care este contribuția drumurilor principale, a căilor ferate principale și aeroporturilor mari (conform definițiilor acestora din anexa nr. 1) la estimările realizate conform indicațiilor de la pct. 1.6;

1.7. în cazul prezentării grafice, hărțile strategice de zgomot trebuie să cuprindă cel puțin contururile care indică limitele dintre zonele de zgomot corespunzătoare, la 60, 65, 70 și 75 dB;

1.8. un rezumat al planului de acțiune care să nu depășească 10 pagini și care să acopere toate aspectele importante cuprinse în anexa nr. 5;

2. pentru drumuri principale, căi ferate principale și aeroporturi mari:

2.1. descriere generală a drumurilor, căilor ferate și aeroporturilor: localizare, mărime și date despre trafic;

2.2. o caracterizare a împrejurimilor acestora: aglomerări, sate, comune sau alte zone rurale, informații privind utilizarea terenului, alte surse majore de zgomot;

2.3. programe de reducere a zgomotului realizate anterior și măsuri curente împotriva zgomotului;

2.4. metode de calcul sau de măsurare utilizate;

2.5. numărul total de persoane estimat (în sute) care trăiesc în afara aglomerărilor, în locuințe expuse la fiecare dintre intervalele de valori ale indicatorului L_{ZSN} în decibeli, la 4 m deasupra nivelului solului și pentru cea mai expusă fațadă: 55-59*), 60-64*), 65-69*), 70-74*), > 75;

2.5.1. suplimentar, se declară (în cazul în care aceste informații sunt disponibile) numărul de persoane din estimarea realizată conform pct. 2.5 care locuiesc în clădiri prevăzute cu:

a) izolație specială împotriva zgomotului, în conformitate cu pct. 1.5.1 lit. a);

b) fațadă liniștită, în conformitate cu pct. 1.5.1 lit. b);

2.6. numărul total de persoane estimat (în sute) care trăiesc în afara aglomerărilor în locuințe expuse la fiecare dintre următoarele intervale de valori ale indicatorului L_{noapte} în decibeli, la 4 m deasupra solului și pentru cea mai expusă fațadă: 45-49*), 50-54*), 55-59*), 60-64*), 65-69*), > 70;

2.6.1. suplimentar, se declară (în cazul în care aceste informații sunt disponibile) numărul de persoane din estimarea realizată conform pct. 2.6 care locuiesc în clădiri prevăzute cu:

a) izolație specială împotriva zgomotului, în conformitate cu pct. 1.5.1 lit. a);

b) fațadă liniștită, în conformitate cu pct. 1.5.1 lit. b);

2.7. suprafața totală (în km²) expusă valorilor indicatorului L_{ZSN} mai mari de 55, 65 și, respectiv, 75 dB. Se precizează, de asemenea, și numărul total de locuințe estimat (în sute) și numărul total de persoane estimat (în sute) care trăiesc în fiecare dintre aceste zone. Aceste valori trebuie să cuprindă și aglomerările.

Contururile de 55 și 65 dB trebuie reprezentate prin una sau mai multe hărți, care să cuprindă informații privind localizarea satelor, orașelor și aglomerărilor în cadrul zonelor delimitate de aceste contururi;

2.8. un rezumat al planului de acțiune, care să nu depășească 10 pagini și care să acopere toate aspectele importante la care se referă anexa nr. 5;

3. la elaborarea și reactualizarea ghidului prevăzut la art. 91 alin. (4) din lege se ține seama de conținutul ghidurilor elaborate de Comisia Europeană care prezintă îndrumări cu privire la transmiterea către aceasta a rapoartelor prevăzute la art. 71 din lege.

ANEXA Nr. 7 18/06/2022 - ANEXA Nr. 7 a fost modificată prin Lege 181/2022

AGLOMERĂRILE

pentru care trebuie realizate hărțile strategice de zgomot și planurile de acțiune aferente potrivit prevederilor prezentei legi

Tabelul nr. 1. Aglomerări identificate cu o populație de peste 100.000 de locuitori; sursa datelor statistice: Institutul Național de Statistică (anul 2020)

Nr. crt.	Aglomerare	Autoritatea administrației publice locale responsabilă - primar
1.	Municipiul București	Primăria Municipiului București
2.	Municipiul Iași	Primăria Municipiului Iași
3.	Municipiul Cluj-Napoca	Primăria Municipiului Cluj-Napoca
4.	Municipiul Timișoara	Primăria Municipiului Timișoara
5.	Municipiul Constanța	Primăria Municipiului Constanța
6.	Municipiul Craiova	Primăria Municipiului Craiova
7.	Municipiul Galați	Primăria Municipiului Galați
8.	Municipiul Brașov	Primăria Municipiului Brașov
9.	Municipiul Ploiești	Primăria Municipiului Ploiești
10.	Municipiul Pitești	Primăria Municipiului Pitești
11.	Municipiul Bacău	Primăria Municipiului Bacău
12.	Municipiul Oradea	Primăria Municipiului Oradea
13.	Municipiul Botoșani	Primăria Municipiului Botoșani
14.	Municipiul Brăila	Primăria Municipiului Brăila
15.	Municipiul Buzău	Primăria Municipiului Buzău
16.	Municipiul Târgu Mureș	Primăria Municipiului Târgu Mureș
17.	Municipiul Sibiu	Primăria Municipiului Sibiu
18.	Municipiul Arad	Primăria Municipiului Arad
19.	Municipiul Baia Mare	Primăria Municipiului Baia Mare
20.	Municipiul Satu Mare	Primăria Municipiului Satu Mare
21.	Municipiul Vaslui	Primăria Municipiului Vaslui
22.	Municipiul Drobeta-Turnu Severin	Primăria Municipiului Drobeta-Turnu Severin
23.	Municipiul Piatra-Neamț	Primăria Municipiului Piatra-Neamț
24.	Municipiul Râmnicu Vâlcea	Primăria Municipiului Râmnicu Vâlcea
25.	Municipiul Suceava	Primăria Municipiului Suceava