

## **LEGE nr. 121 din 3 iulie 2019**

privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiant

**EMITENT:** Parlamentul

**PUBLICAT ÎN:** Monitorul Oficial nr. 604 din 23 iulie 2019

**Data Intrării în vigoare: 26 Iulie 2019**

---

### CAP. 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.

## CAP. 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 conturilor 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 (SETRACERTU-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 31133. 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.

#### CAP. 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.

(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.

#### CAP. 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 pe format hârtie după aprobarea hărților strategice de zgomot conform prevederilor art. 59 și 65.

#### 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, precum și a autorităților responsabile cu implementarea acestora, pe suport electronic în format .doc;

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) se transmit pe format hârtie după aprobarea acestora conform prevederilor art. 60 și 66.

#### 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, cu modificările și completările ulterioare;

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;

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 care trebuie să fie înscrise în Registrul național al elaboratorilor de studii pentru protecția mediului, conform Ordinului ministrului mediului nr. 1.026/2009 privind aprobarea condițiilor de elaborare a raportului de mediu, raportului privind impactul asupra mediului, bilanțului de mediu, raportului de amplasament, raportului de securitate și studiului de evaluare adecvată, cel puțin pentru elaborarea raportului de mediu, bilanțului de mediu, raportului de amplasament sau raportului privind impactul asupra mediului, după caz;

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.

#### 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.

#### 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 regulatoarele 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 și Companiei Naționale „Administrația Porturilor Dunării Maritime” - S.A. Galați, stabilite prin actul normativ care se elaborează conform art. 87.

#### 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 și Companiei Naționale „Administrația Porturilor Dunării Maritime” - S.A. Galați.

#### 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).

#### 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.

#### ART. 73

Agențiile județene pentru protecția mediului au următoarele responsabilități:

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) transmit 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.

#### 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 măsurărilor acustice la aceste surse de zgomot conform prevederilor art. 53, atunci identificarea surselor de zgomot din interiorul amplasamentelor industriale și realizarea măsurărilor 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.

#### 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.

#### 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).

#### ART. 79

Compania Națională „Administrația Porturilor Maritime“ - S.A. Constanța și Compania Națională „Administrația Porturilor Dunării Maritime“ - S.A. Galați au 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 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.

#### 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.

#### CAP. 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.

#### CAP. 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 „CFR” - S.A., Companiei Naționale „Administrația Porturilor Maritime” - S.A. Constanța și Companiei Naționale „Administrația Porturilor Dunării Maritime” - S.A. Galați, 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 4 în 4 ani față de termenul de referință de 30 iunie 2017, ținându-se seama de următoarele criterii:

- 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 4 în 4 ani față de termenul de referință de 30 iunie 2017, ținându-se seama de următoarele criterii:

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 4 în 4 ani față de termenul de referință de 30 iunie 2017, ținându-se seama de următoarele criterii:

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<sub>zsn</sub> și L<sub>noapte</sub> și, dacă este cazul, pentru indicatorii L<sub>zi</sub> și L<sub>seară</sub> 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<sub>zsn</sub> și L<sub>noapte</sub> 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 componentei 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<sub>zsn</sub> și L<sub>noapte</sub> 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 nr. 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 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: (a se vedea imaginea asociată)

unde:

a)  $L_{zi}$  este nivelul acustic mediu ponderat (A) în interval lung de timp, conform definiției din ISO 19962:1995, 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  $L_{seară}$ , 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 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. Rezultatele aferente benzilor de frecvență se furnizează în intervalul de frecvență corespunzător.

Calculul zgomotului produs de traficul rutier și feroviar și al 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 feroviar și pentru zgomotul industrial, pe baza acestor rezultate din benzile de o octavă, nivelul mediu de presiune acustică pe termen lung, ponderat pe curba A pentru zi, seară și noapte, definit în anexa nr. 1 și prevăzut la art. 5 din Directiva 2002/49/CE, se calculează prin însumare pentru toate frecvențele: (a se vedea imaginea asociată)

unde:

$A_i$  reprezintă corecția corespunzătoare ponderării pe curba A conform standardului IEC 61672-1;

$i$  este indicele benzii de frecvență;

$T$  este perioada de timp care corespunde zilei, serii sau nopții.

### 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  $\pm 2$  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 mopederi 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 Mopeduri 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.

<sup>2</sup> Vehicule sport-utilitare.

<sup>3</sup> Vehicule monovolum.

Numărul și amplasarea surselor sonore echivalente

În cadrul acestei metode, fiecare vehicul (din categoria 1, 2, 3, 4 sau 5) este reprezentat printr-o singură sursă punctiformă care radiază uniform în jumătatea de deasupra solului. 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.

(a se vedea imaginea asociată)

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: (a se vedea imaginea asociată)

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 125 Hz la 4 kHz.

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 modelelor 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. Dacă nu sunt disponibile date obținute din măsurători locale, se utilizează viteza maximă legală pentru categoria vehiculului.

Vehiculul individual

În fluxul de trafic se presupune că toate vehiculele din categoria m se deplasează cu aceeași viteză, și anume viteza medie  $v_m$  a fluxului de vehicule din această categorie.

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: (a se vedea imaginea asociată)

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: (a se vedea imaginea asociată)

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  $\tau_{ref} = 20^\circ \text{C}$ ;
- 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: (a se vedea imaginea asociată)

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: (a se vedea imaginea asociată)

$\Delta L_{WR, road, i, m}$  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  $\tau$  diferită de temperatura de referință  $\tau_{ref} = 20^\circ C$ .

#### 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: (a se vedea imaginea asociată)

unde coeficienții  $a_i$  și  $b_i$  sunt prezențați 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: (a se vedea imaginea asociată)

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: (a se vedea imaginea asociată)

Pentru vehiculele din toate celelalte categorii nu se aplică nicio corecție: (a se vedea imaginea asociată)

#### 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  $\tau_{ref} = 20^\circ C$ . În cazul unei temperaturi a aerului medii anuale diferite, zgomotul suprafeței drumului trebuie să fie corectat prin: (a se vedea imaginea asociată)

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: (a se vedea imaginea asociată)

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: (a se vedea imaginea asociată)

$\Delta L_{WP, road, i, m}$  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  $m = 1$  (a se vedea imaginea asociată)

Pentru  $m = 2$  (a se vedea imaginea asociată)

Pentru  $m = 3$  (a se vedea imaginea asociată)

Pentru  $m = 4$  (a se vedea imaginea asociată)

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 senzori 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: (a se vedea imaginea asociată)  
(a se vedea imaginea asociată)

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:  
(a se vedea imaginea asociată)

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  $i$ ;

$\beta_m$  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: (a se vedea imaginea asociată)

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
	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		n frâne fără suprafață de rulare, s	

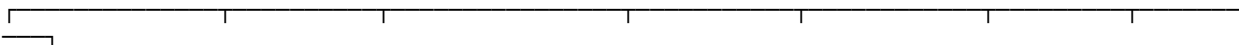
Coduri posibile	călători remorcate	3	asemenea celor cu disc, cu tambur, magnetice	ecrane
	c tramvai urban sau metrou ușor vagoane autopropulsate sau fără autopropulsie	4		o altele
	d locomotive diesel	și altele asemenea		
	e locomotive electrice			
	a orice vehicul de transport generic			
	o altele (adică vehiculele de întreținere și altele asemenea)			

### Clasificarea liniilor și a structurii de sprijin

Liniile 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 curburii 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
	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	O literă care precizează	Prezența și a joantelor	A se indica raza
„acustică”. metri	dispozitivul	spațierii	curburii	acustic		în
	B	E	S	N	N	N
	Balast	Bine întreținut și foarte neted	Moale (150-250 MN/m)	Niciunul	Niciuna	Cale dreaptă
500		M	M	D	S	L
	S	Întreținut	Mediu	Amortizor	Joantă	Mică
	Beton	normal	(250-800 MN/m)	feroviar	sau macaz unic	(1.000- m)
(mai de și mult Coduri permise m)	L	N	H	B	D	M
	Pod	Întreținut	Rigid	Barieră	Două joante	Medie puțin
	balastat	necorespunzător	(800-1.000 MN/m)	jooasă	sau macazuri	500 m mai
					pe 100 m	de 300
					M	
		B		A	Mai mult	H
	N	Neîntreținut și		Placă	de două	Mare

(mai de	Pod	în stare	absorbantă	joante	puțin
	nebalastat	nesatisfăcătoare	pe beton	sau	300 m)
				macazuri	
				pe 100 m	
	T		E		
	Cale		Șină		
	încastrată		încastrată		
	O		O		
	Altele		Altele		

Numărul și amplasarea surselor sonore echivalente (a se vedea imaginea asociată)

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 sarterile 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: (a se vedea imaginea asociată)

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.  $10^{12}$  W)] este integrată prin: (a se vedea imaginea asociată)

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 pe tronsonul  $j$  pentru tipul de vehicul  $t$  și viteza medie a trenului  $s$ ;

$L_{W,0,dir}$  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  $\psi, \phi$  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: (a se vedea imaginea asociată)

În general, puterea acustică direcțională se obține din fiecare sursă ca: (a se vedea imaginea asociată)

unde

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

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

și unde  $L_{W,0,dir,i}(\psi\phi)$ , 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.

(a se vedea imaginea asociată)

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  $L_{W'}^{\text{tot,dir,i}}$  pentru a reprezenta directivitatea surselor în direcția lor verticală și orizontală, prin intermediul corecțiilor suplimentare.

Mai multe  $L_{W,0,dir,i}(\psi,\varphi)$  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  $L_{W,0,dir,i}(\psi,\varphi)$  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. Neinclusiunea 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  $\mu\text{m}$  pe o anumită lungime a șinei sau pe întreg diametrul roții, împărțit la valoarea de referință la pătrat  $r_0^2$ : (a se vedea imaginea asociată)

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  $\lambda$  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,  $\lambda$  este lungimea de undă în m și  $v$  este viteza trenului în km/h.

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.

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  $A3(\lambda)$  pentru a lua în considerare efectul de filtrare al benzii de contact dintre șină și roată și este în dB: (a se vedea imaginea asociată)

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

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  $h = 1$ : (a se vedea imaginea asociată)

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

(a se vedea imaginea asociată)

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: (a se vedea imaginea asociată)

$L_{R,IMPACT,i}$  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  $\lambda$  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 km/h.

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: (a se vedea imaginea asociată)

unde  $L_{R,IMPACT-SINGLE,i}$  este nivelul de rugozitate la impact conform celui pentru impact unic și  $n_1$  reprezintă densitatea comună.

Nivelul implicit de rugozitate la impact este dat pentru o densitate comună de  $n_1 = 0,01 \text{ m}^{-1}$ , care este comună la fiecare 100 m de linie.

Situațiile cu diferite numere de legături vor fi aproximare ajustând densitatea comună  $n_1$ . 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.  $LW_0$  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  $n_1$  de 0,01.

Scrâșnetul

Scrâșnetul la curbă este o sursă specială care este relevantă numai pentru curbe și este prin urmare localizat. Deoarece poate fi semnificativ, o descriere corespunzătoare este necesară. Scrâșnetul la curbă depinde în general de curbă, condițiile de frecare, viteza trenului și geometria și dinamica linie-roată. Nivelul de emisii care trebuie folosit este stabilit pentru curbe cu raza mai mică sau egală cu 500 m și pentru curbele mai ascuțite și extinderile punctelor cu raze sub 300 m. Emisia de zgomot ar trebui să fie specifică fiecărui tip de material rulant, deoarece anumite tipuri de roți și boghiuri pot fi semnificativ mai puțin predispuși la scrâșnet decât altele.

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

Adoptând o abordare simplă, scrâșnetul va fi luat în considerare adăugând 8 dB și 5 dB pentru  $R < 300$  m și 5 dB pentru  $300 \text{ m} < R < 500$  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.

#### 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 decelerație sau atunci când acesta accelerează) și ralantiul. Rezistența sursei modelate corespunde numai condițiilor de sarcină maximă și acest fapt are ca rezultat cantitățile  $L_{W,0, \text{const}, i} = L_{W,0, \text{idling}, i}$ . De asemenea,  $L_{W,0, \text{idling}, i}$  corespunde contribuției tuturor surselor fizice ale unui vehicul dat atribuibile unei înălțimi specifice descrise la punctul 2.3.1.

$L_{W,0, \text{idling}, i}$  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: (a se vedea imaginea asociată)

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: (a se vedea imaginea asociată)

Directivitatea verticală  $\Delta L_{W,dir,ver,i}$  în dB este dată în plan vertical A ( $h = 1$ ), ca o funcție a frecvenței benzii centrale  $f_{c,i}$  a fiecărei benzi de frecvență  $i$  și pentru  $-\pi/2 < \psi < \pi/2$  între: (a se vedea imaginea asociată)

Pentru sursa B ( $h = 2$ ) pentru efectul aerodinamic: (a se vedea imaginea asociată)

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 radiații structurale (poduri și viaducte)

În cazul în care tronsonul este pe un pod, este necesar să se ia în considerare zgomotul suplimentar generat de vibrațiile podului ca urmare a excitației cauzate de prezența trenului. Deoarece nu este simplu de modelat emisia podului ca sursă suplimentară, date fiind formele complexe ale podurilor, o creștere a zgomotului de rulare este utilizată pentru a reprezenta zgomotul podului. Creșterea este modelată exclusiv prin adăugarea unei creșteri fixe a puterii

acustice a zgomotului pentru fiecare treime a benzii de octavă. Puterea acustică exclusiv a zgomotului de rulare este modificată atunci când se ia în considerare corecția și noua  $L_{W,0,rolling-and-bridge,i}$  va înlocui  $L_{W,0,rolling-only,i}$ : (a se vedea imaginea asociată) unde  $C_{bridge}$  este o constantă care depinde de tipul de pod și  $L_{W,0,rolling-only,i}$  este puterea acustică a zgomotului de rulare pe podul în cauză care depinde numai de proprietățile vehiculului și ale liniei.

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  $L_W$  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 care reprezintă vehiculele în mișcare, asociate fiecare cu puterea acustică  $L_W$ , directivitatea ca funcție a celor două coordonate ortogonale pe axa sursei liniare și puterea acustică per metru  $L_W'$  obținută cu ajutorul vitezei și al numărului de vehicule care se deplasează de-a lungul acestei linii pe timp de zi, seară și noapte; corecția pentru orele de funcționare, care trebuie adăugată la puterea acustică a sursei pentru a defini sursa de putere corectată care trebuie folosită pentru calcule pentru fiecare perioadă de timp  $C_W$  în dB se calculează după cum urmează: (a se vedea imaginea asociată)  
unde:  
V - viteza vehiculului [km/h];  
n - numărul de treceri ale vehiculelor per perioadă [-];  
l - lungimea totală a sursei [m].

Sunt pentru o sursă zonală, pentru puterea acustică per metru pătrat  $L_W/mp$  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: (a se vedea imaginea asociată)

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 (a se vedea imaginea asociată)

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 approximate 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.

Elementele de acoperire parțiale și obstacolele în pantă, atunci când sunt modelate, cu mai mult de 15° în raport cu axa verticală sunt excluse din domeniul de aplicare a acestei metode de calcul.

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  $u_{3899}$  în conformitate cu următoarea definiție: (a se vedea imaginea asociată)

### 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. (a se vedea imaginea asociată)

1: Relieful actual

2: Planul mediu

Figura 2.5.a: Înălțimi echivalente în relație cu solul

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: (a se vedea imaginea asociată)

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: (a se vedea imaginea asociată)

Coefficienții liniei drepte sunt stabiliți prin: (a se vedea imaginea asociată)  
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 (LF) pentru o traiectorie (S,R) (a se vedea imaginea asociată)

Coefficientul  $A_F$  reprezintă atenuarea totală de-a lungul traiectoriei de propagare în condiții favorabile și este defalcat după cum urmează: (a se vedea imaginea asociată)  
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. (a se vedea imaginea asociată)

Coefficientul  $A_H$  reprezintă atenuarea totală de-a lungul traiectoriei de propagare în condiții omogene și este defalcat după cum urmează: (a se vedea imaginea asociată)

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  $A_{boundary,F} = A_{dif,F}$ .

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): (a se vedea imaginea asociată)

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: (a se vedea imaginea asociată)

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<sub>i</sub>,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: (a se vedea imaginea asociată)

unde i este indicele benzii de frecvență. AWC reprezintă corecția de ponderare pe curba A conform standardului internațional IEC 61672-1:2003.

Acest nivel L<sub>Aeq,LT</sub> 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<sub>div</sub>, 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 se vedea imaginea asociată)

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

##### Absorbția atmosferică

Atenuarea datorată absorbției atmosferice A<sub>atm</sub> în timpul propagării pe o distanță d este dată în dB de ecuația: (a se vedea imaginea asociată)

unde:

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

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

Valorile coeficientului  $\alpha_{atm}$  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 Adif 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\ 'b7s/  Valoarea  m2)	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  $dp \leq 30(z_s + z_r)$ , 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: (a se vedea imaginea asociată)

unde:

$G_s$  este factorul solului pentru zona sursei.

$G_s = 0$  pentru platforme rutiere<sup>4</sup>, șinele fără traverse

<sup>4</sup> 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.

(a se vedea imaginea asociată)

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

Următoarele două subsecțiuni privind calculele în condiții favorabile și omogene introduc simbolurile generice  $\bar{G}_w$  și  $\bar{G}_m$  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  $\bar{G}_w$  și  $\bar{G}_m$  și ( $G_{path}$ ,  $G'_{path}$ )

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

Calcululele în condiții omogene

Atenuarea cauzată de efectul solului în condiții omogene se calculează conform următoarelor ecuații:

dacă  $G_{\text{path}} \neq 0$  (a se vedea imaginea asociată)  
unde (a se vedea imaginea asociată)  
 $f_m$  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,  $C_f$  este definit de: (a se vedea imaginea asociată)

în cazul în care valorile lui  $w$  se obțin cu ajutorul ecuației de mai jos: (a se vedea imaginea asociată)

$\bar{G}_w$  pot fi egale fie cu  $G_{\text{path}}$ , fie cu  $G_{\text{'path}}$  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 se vedea imaginea asociată)  
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  $A_{\text{ground,H}}$ , 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 (a se vedea imaginea asociată)

b) Limita inferioară  $A_{\text{ground,F}}$  depinde de geometria traiectoriei: (a se vedea imaginea asociată)

Dacă  $G_{\text{path}} = 0$

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

Corecțiile înălțimii  $\delta z_s$  și  $\delta z_r$  asigură efectul deformării sunetului.

$\delta z_T$  reprezintă efectul de turbulență.

$\bar{G}_m$  pot fi egale fie cu  $G_{\text{path}}$ , fie cu  $G_{\text{'path}}$  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 ( $S_i, R$ ) în condiții favorabile fără difracție:

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

$\bar{G}_m = G_{\text{'path}}$ .

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

### 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,  $A_{\text{dif}} = 0$  poate fi stabilită și se poate calcula unda directă, în special prin evaluarea  $A_{\text{ground}}$ .

În practică, pentru fiecare frecvență centrală a benzii de frecvență, diferența traiectoriei  $\delta$  este comparată cu cantitatea  $-\lambda/20$ . Dacă un obstacol nu produce difracție, acest lucru fiind, de exemplu, determinat conform criteriului lui Rayleigh, nu este nevoie să se calculeze  $A_{\text{dif}}$  pentru banda de frecvență în cauză. Cu alte cuvinte  $A_{\text{dif}} = 0$  în acest caz. În caz contrar,  $A_{\text{dif}}$  este calculată astfel cum este descrisă la începutul acestei părți. Această regulă se aplică atât în condiții favorabile, cât și omogene pentru difracția individuală și multiplă.

Atunci când, pentru o anumită bandă de frecvență, se face un calcul conform procedurii descrise în prezenta secțiune,  $A_{\text{ground}}$  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.

Ecuațiile 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  $R'$ :  $\Delta_{\text{dif}}(S, R')$ .

(a se vedea imaginea asociată)

1: Partea sursei

2: Partea receptorului

Figura 2.5.c: Geometria calculului atenuării datorate difracției

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: (a se vedea imaginea asociată)

unde (a se vedea imaginea asociată)

$\lambda$  este lungimea undei la frecvența centrală nominală a benzii de frecvență în cauză;

$\delta$  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 a traiectoriei de la O1 la O2 + de la O2 la O3 + de la O3 la O4 din „metoda benzii de cauciuc“ (a se vedea figurile 2.5.d și 2.5.f) și dacă e depășește 0,3 m (în mod contrar  $C'' = 1$ ), acest coeficient este definit de: (a se vedea imaginea asociată)

Valorile  $\Delta_{dif}$  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  $\Delta_{dif}$  care figurează în calculul  $A_{dif}$ . Această limită superioară nu trebuie aplicată în coeficienții  $\Delta_{dif}$  care intervin în calculul  $\Delta_{ground}$  sau pentru o difracție de pe limita verticală (difracție laterală) în cazul cartografierii acustice industriale.

Calculul diferenței traiectoriei

Diferența traiectoriei  $\delta$  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  $\delta$  se calculează ca în următoarele figuri, pe baza situațiilor întâlnite.

Condiții omogene (a se vedea imaginea asociată)

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

Notă: Pentru fiecare configurare, este dată expresia  $\delta$ .

Condiții favorabile (a se vedea imaginea asociată)

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 curbură identică  $\Gamma$  definită de: (a se vedea imaginea asociată)

Lungimea curburii unei unde sonore MN este notată cu (a se vedea imaginea asociată) în condiții favorabile. Această lungime este egală cu: (a se vedea imaginea asociată)

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): (a se vedea imaginea asociată)

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

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  $\delta F$  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) (a se vedea imaginea asociată)

(a se vedea imaginea asociată)

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

În scenariul prezentat în figura 2.5.f diferența de cale este: (a se vedea imaginea asociată)

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 se vedea imaginea asociată)

unde

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

$\Delta_{\text{ground}}(S, O)$  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;

$\Delta_{\text{ground}}(O, R)$  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  $\Delta_{\text{ground}}(O, R)$ ).

Calculul coeficientului  $\Delta_{\text{ground}}(S, O)$  (a se vedea imaginea asociată)

unde

$A_{\text{ground}}(S, O)$  este atenuarea cauzată de efectul solului între sursa S și punctul de difracție O. Acest coeficient este calculat așa cum se indică în subsecțiunea anterioară privind calculele în condiții omogene și în subsecțiunea anterioară privind calculul în condiții favorabile cu următoarele ipoteze:

$$z_r = z_{o,s};$$

$G_{\text{path}}$  este calculat între S și O.

În condiții omogene:  $\bar{G}_w = G_{\text{path}}$  în ecuația (2.5.17),  $\bar{G}_m = G_{\text{path}}$  în ecuația (2.5.18).

În condiții favorabile:  $\bar{G}_w = G_{\text{path}}$  în ecuația (2.5.17),  $\bar{G}_m = G_{\text{path}}$  în ecuația (2.5.20);

$\Delta_{\text{dif}}(S', R)$  este atenuarea datorată difracției dintre sursa de imagine S' și R, calculată conform subsecțiunii anterioare privind difracția pură;

$\Delta_{\text{dif}}(S, R)$  este atenuarea cauzată de difracția dintre S și R, calculată conform subsecțiunii anterioare privind difracția pură.

Calculul coeficientului  $\Delta_{\text{ground}}(O, R)$  (a se vedea imaginea asociată)

unde

$A_{\text{ground}}(O, R)$  este atenuarea cauzată de efectul solului între punctul de difracție O și receptorul R. Acest coeficient este calculat așa cum se indică în subsecțiunea anterioară privind calculul în condiții omogene și în subsecțiunea anterioară privind calculul în condiții favorabile cu următoarele ipoteze:

$$z_s = z_{o,r}$$

$G_{\text{path}}$  este calculat între O și R.

Corecția  $G_{\text{path}}$  nu trebuie luată în considerare aici ca sursa avută în vedere în punctul de difracție. Prin urmare,  $G_{\text{path}}$  va fi folosită efectiv în calculul efectelor solului, inclusiv pentru coeficientul limitei inferioare a ecuației care devine  $-3(1-G_{\text{path}})$ .

În condiții omogene,  $\bar{G}_w = G_{\text{path}}$  în ecuația (2.5.17) și  $\bar{G}_m = G_{\text{path}}$  în ecuația (2.5.18).

În condiții favorabile,  $\bar{G}_w = G_{\text{path}}$  în ecuația (2.5.17) și  $\bar{G}_m = G_{\text{path}}$  în ecuația (2.5.20);

$\Delta_{\text{dif}}(S, R')$  este atenuarea datorată difracției dintre S și receptorul de imagine R', calculată conform subsecțiunii anterioare privind difracția pură;

$\Delta_{\text{dif}}(S, R)$  este atenuarea cauzată de difracția dintre S și R, calculată conform subsecțiunii anterioare privind difracția pură.

Scenarii privind limita verticală



Ecuția (2.5.21) poate fi folosită pentru a calcula difracțiile pe muchiile verticale (difracții laterale) în cazul zgomotului industrial. În acest caz, se ia  $A_{dif} = \Delta_{dif}(S,R)$  și se păstrează coeficientul  $A_{ground}$ . În plus,  $A_{atm}$  și  $A_{ground}$  se calculează din lungimea totală a traiectoriei de propagare.  $A_{div}$  este calculat din distanța directă  $d$ . Ecuțiile (2.5.8) și, respectiv, (2.5.6) devin: (a se vedea imaginea asociată)

$\Delta_{dif}$  este utilizată efectiv în condiții omogene în ecuația (2.5.34).

#### 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.

Un obstacol se consideră a fi vertical dacă înclinarea sa în relație cu planul vertical este mai mică de  $15^\circ$ .

Atunci când se tratează reflexiile pe obiectele a căror înclinare în relație cu planul vertical este mai mare sau egală cu  $15^\circ$ , obiectul nu este luat în considerare.

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.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> 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  $\alpha_r$  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: (a se vedea imaginea asociată)

unde  $0 \leq \alpha_r < 1$

Atenuările propagării descrise mai sus sunt apoi aplicate acestei căi (sursă de imagine, receptor), asemenea traiectoriei directe.

(a se vedea imaginea asociată)

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.

(a se vedea imaginea asociată)

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 umbră. 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  $\delta'$  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).

(a se vedea imaginea asociată)

(a se vedea imaginea asociată)

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.

(a se vedea imaginea asociată)

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: (a se vedea imaginea asociată)

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.

(a se vedea imaginea asociată)

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.

## 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 → 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 → relațiile NPD și informațiile care permit calculul puterii/tracțiunii motorului ca funcție a → 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<sub>A</sub> - 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 - →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 =  $10 \lg \sum 10^{L_i/10}$

Fracția energiei, F - raportul dintre energia sonoră primită de la un segment și energia primită de la traiecul infinit de zbor

Setarea puterii motorului - valoarea → 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 prezicător 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 undei 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 greutateii 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

(a se vedea imaginea asociată)

#### 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 conturilor 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.

(a se vedea imaginea asociată)

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. Traietoriile 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 greutateilor 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 aeronavă<sup>6</sup> 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.

<sup>6</sup> 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 timp<sup>7</sup>. 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.

<sup>7</sup> 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. Ecuțiile pentru calculul profilului de zbor din parametrii 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. Ecuțiile privind performanța aerodinamică din

apendicele B permit considerarea oricărei combinații rezonabile a greutatei 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 greutateilor variabile ale aeronavei pe profilurile verticale.)

#### 2.7.5. Zgomotul aeronavei și performanța

Baza de date ANP furnizată în appendicele I acoperă majoritatea tipurilor de aeronave existente. Pentru tipurile de aeronave sau variantele pentru care datele nu sunt în prezent înregistrate, acestea pot fi reprezentate cel mai bine de datele pentru alte aeronave, similare, în mod normal, care sunt înregistrate.

Baza de date ANP include „etapele procedurale” implicite pentru a permite construirea profilurilor de zbor pentru cel puțin o procedură comună privind atenuarea zgomotului la plecare. Intrări mai recente ale bazei de date acoperă două proceduri diferite de atenuare a zgomotului la plecare.

#### 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 carteziane 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 aterizare<sup>8</sup>.

^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 parametrul rețelei de elevație să difere de cel al 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 receptorului<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Nivelurile calculate la 4 m sau mai mult sunt uneori necesare. Compararea 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 (șC) 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 contururilor 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 greutățile brute de decolare operaționale 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

Traiectoria 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. Traiectoria de zbor este construită prin fuzionarea profilului de zbor bidimensional cu ruta la sol bidimensională pentru a forma o succesiune de segmente ale traiectoriei 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 traiectorie, configurația aeronavei este în conformitate cu deplasarea sa de-a lungul traiectoriei.

Pentru o sinteză a traiectoriei de zbor, adică atunci când se construiește o traiectorie 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 traiectoriei 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 traiectoriile 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 traiectoria 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 traiectoriile de zbor efective în aeroporturi<sup>10</sup>. Deoarece sunt disponibile din sistemele de monitorizare a zgomotului aeroportului și a traiectoriei de zbor, acestea sunt folosite tot mai des pentru modelarea zgomotului.

<sup>10</sup> 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 sa<sup>11</sup> 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.

<sup>11</sup> 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  $\xi$  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 locale<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> 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).

(a se vedea imaginea asociată)

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  $\gamma$ , direcția de zbor  $\xi$  și unghiul de înclinare  $\varepsilon$  (a se vedea figura 2.7.c).

(a se vedea imaginea asociată)



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  $\ell$  a se vedea secțiunile 2.7.14-2.7.19<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> 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  $\beta$ - a se vedea capitolul 4) este egal cu zero.

(a se vedea imaginea asociată)

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-compas, fie arcuri de cerc definite de rata virajelor și schimbarea capului-compas; pentru exemplificare, a se vedea figura 2.7.e.

(a se vedea imaginea asociată)

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 traiectului de zbor, precum și poziția traiectului 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  $\epsilon$ , 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  $\epsilon$ , la începutul virajului și la următoarea valoare a  $\epsilon$ , la sfârșitul virajului<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Modul optim de implementare este lăsat la alegerea utilizatorului, deoarece acesta va depinde de definiția 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 traiectoriei

Dacă este posibil, definiția dispersiei laterale și cea a subtrajectoriilor 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 subtrajectorii, 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 subtrajectorii 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 subtrajectorii dispuse la distanțe egale în jurul traiectoriei principale). Disponibilitatea subtrajectoriilor 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 subtrajectorii și procentul mișcărilor atribuite fiecăreia. Apendicele C prezintă valorile pentru alte subtrajectorii.

Tabelul 2.7.a: Procentele mișcărilor pentru o funcție normală de distribuție cu deviația standard  $S$  pentru 7 subtrajectorii (trajectoria principală este subtrajectoria 1).

Numărul subtrajectoriei	Poziția subtrajectoriei	Procentul de mișcări pe subtrajectorie

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	$2,14 \cdot S$	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 oricăror indicatori 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: (a se vedea imaginea asociată)

Pentru traiectoriile care implică viraje mai mari de 45 de grade: (a se vedea imaginea asociată)

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 6.000 m înainte de aterizare.

#### 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 traiecului 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 subtrajectoriilor, 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.

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 greutatea aeronavei și procedurile de funcționare care sunt luate în considerare la preprocesarea datelor de intrare privind traficul.

### 2.7.13. Construcția segmentelor de traiectorie de zbor

Fiecare traiectorie de zbor trebuie definită de o serie de coordonate (noduri) ale segmentului și parametrii de zbor. Punctul de început este determinarea coordonatelor segmentelor rutei

terestre. Profilul de zbor este apoi calculat, având 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. În cele din urmă, segmentele 3-D ale traiectoriei de zbor sunt construite prin unirea profilului de zbor 2-D cu ruta terestră 2-D<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> 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.

#### Ruta terestră

O rută terestră, fie o rută magistrală sau o rută secundară fragmentată, este definită de o serie de coordonate (x,y) în plan terestru (de exemplu, din informațiile radar) sau o succesiune de comenzi vectoriale care descriu segmente drepte și arcuri circulare (viraje cu raza definită r și schimbarea direcției  $\Delta\xi$ ).

Pentru modelarea segmentării, un arc este reprezentat de o succesiune de segmente drepte adaptate subarcurilor. Deși acestea nu apar în mod explicit în segmentele rutei terestre, înclinarea aeronavei în timpul virajelor influențează definiția acestora. Apendicele B4 explică modul de calcul al unghiurilor de înclinare în timpul unui viraj constant, dar bineînțeles că acestea nu sunt în realitate aplicate sau eliminate instantaneu. Modul de gestionare a tranzițiilor dintre zborul drept și virat sau între un viraj și unul secvențial imediat nu este precizat. Ca regulă generală, detaliile care sunt lăsate la alegerea utilizatorului (a se vedea secțiunea 2.7.11) se presupune că au un efect neglijabil asupra contururilor finale; cerința este în principal evitarea întreruperilor la finalul virajului și aceasta poate fi îndeplinită cu ușurință, de exemplu, prin inserarea segmentelor scurte de tranziție pe care unghiul de înclinare se modifică proporțional cu distanța. Numai în cazul special în care un anumit viraj este posibil să aibă un efect dominant asupra contururilor finale ar fi necesar să se modeleze dinamica tranziției într-un mod mai realist, pentru a face legătura între unghiul de înclinare și anumite tipuri de aeronave și pentru a adopta viteze corespunzătoare de rulare. În acest caz este suficient să se afirme că subarcurile  $\Delta\xi_{\text{trans}}$  în orice viraj sunt dictate de cerințele de schimbare a unghiului de înclinare. Restul arcului cu schimbarea direcției  $\Delta\xi - 2 \Delta\xi_{\text{trans}}$  grade este împărțit în  $n_{\text{sub}}$  subarcuri conform ecuației: (a se vedea imaginea asociată)

unde  $\text{int}(x)$  este o funcție care redă partea integrală a x. Apoi schimbarea direcției  $\Delta\xi_{\text{sub}}$  a fiecărui subarc este calculată ca (a se vedea imaginea asociată)

unde  $n_{\text{sub}}$  trebuie să fie suficient de mare pentru a asigura că  $\Delta\xi_{\text{sub}} \leq 30$  de grade. Segmentarea unui arc (cu excepția subsegmentelor de tranziție finale) este ilustrată în figura 2.7.f<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> 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°.

(a se vedea imaginea asociată)

Figura 2.7.f: Construcția segmentelor traiecului de zbor prin divizarea virajului în segmente de lungimea  $\Delta s$  (sus - vedere în plan orizontal, jos - vedere în plan vertical)

#### Profilul zborului

Parametrii care descriu fiecare segment al profilului de zbor la început (sufixul 1) și la final (sufixul 2) al segmentului sunt:

$s_1, s_2$  distanța de-a lungul traiectoriei terestre;

$z_1, z_2$  înălțimea aeroplanului;

$V_1, V_2$  viteza la sol;

$P_1, P_2$  parametrul puterii zgomotului (care corespunde celui pentru care sunt definite curbele NPD);

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$  unghiul de înclinare.

Pentru a construi un profil de zbor dintr-o serie de etape procedurale (sinteza traiectoriei zborului), segmentele sunt construite în succesiune pentru a îndeplini condițiile necesare la punctele finale. Parametrii punctului final pentru fiecare segment devin parametrii punctului de început pentru următorul segment. În orice calcul al segmentului parametrii sunt cunoscuți la început; condițiile necesare la final sunt specificate de etapa procedurală. Etapele în sine sunt definite fie de parametrii standard ANP sau de utilizator (de exemplu, din manualele de zbor ale aeronavei). Condițiile finale sunt de obicei altitudinea și viteza; sarcina de construcție a profilului este de a determina distanța rutei acoperite în îndeplinirea acestor condiții. Parametrii nedefiniți sunt determinați prin calculele performanței zborului descrise în apendicele B.

Dacă ruta terestră este dreaptă, punctele profilului și parametrii de zbor asociați pot fi determinați independent de ruta terestră (unghiul înclinării este întotdeauna zero). Cu toate acestea, rutele terestre sunt rareori drepte; acestea includ de obicei viraje și, pentru a atinge cele mai bune rezultate, acestea trebuie avute în vedere la determinarea profilului de zbor bidimensional, dacă este necesară împărțirea segmentelor profilului la intersecțiile rutei terestre pentru a introduce modificările unghiului de înclinare. Ca regulă generală, lungimea următorului segment este cunoscută la pornire și este calculată provizoriu presupunând nicio modificare a unghiului de înclinare. Dacă se constată apoi că segmentul provizoriu cuprinde unul sau mai multe intersecții ale rutei terestre, prima fiind la  $s$ , și anume  $s_1 < s < s_2$ , segmentul este trunchiat la  $s$ , calculând parametrii prin interpolare (a se vedea mai jos). Aceștia devin parametrii punctului final al segmentului actual și parametrii punctului de început al unui nou segment - care are încă aceleași condiții finale țintă. Dacă nu există nicio intersecție a rutei terestre segmentul provizoriu este confirmat.

Dacă efectele virajelor asupra profilului de zbor nu sunt luate în considerare, se adoptă soluția segmentului individual, zborul drept, deși informațiile privind unghiul de înclinare sunt reținute pentru utilizarea ulterioară.

Fie că efectele virajului sunt sau nu sunt complet modelate, fiecare traiectorie de zbor tridimensională este generată prin unirea profilului de zbor bidimensional cu ruta sa terestră bidimensională. Rezultatul este o succesiune de serii de coordonate  $(x,y,z)$ , fiecare fiind fie o intersecție a rutei terestre segmentate, o intersecție a profilului de zbor sau ambele, punctele profilului fiind însoțite de valorile corespunzătoare ale înălțimii  $z$ , ale vitezei terestre  $V$ , ale unghiului de înclinare  $\varepsilon$  și ale puterii motorului  $P$ . Pentru un punct al rutei  $(x,y)$  care se află între punctele finale ale unui segment al profilului de zbor, parametrii de zbor sunt interpolați după cum urmează: (a se vedea imaginea asociată)

unde (a se vedea imaginea asociată)

De reținut că în timp ce  $z$  și  $\varepsilon$  se presupune că variază din punct de vedere liniar ca distanță,  $V$

și  $P$  se presupune că variază din punct de vedere liniar ca timp (și anume accelerația constantă<sup>17</sup>).

<sup>17</sup> Chiar dacă configurațiile puterii motorului rămân constante de-a lungul unui segment, forța de reacție și accelerația 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.

La ajustarea segmentelor profilului de zbor la datele radar (analiza traiectoriei de zbor) toate distanțele, altitudinile, vitezele și unghiurile de înclinare la punctul final sunt stabilite direct din date; numai configurațiile puterii trebuie calculate folosind ecuațiile de performanță. Deoarece ruta terestră și coordonatele profilului de zbor pot fi, de asemenea, ajustate corespunzător, aceasta este de încredere.

Segmentarea rulării la sol pentru decolare

La decolare, deoarece o aeronavă accelerează între punctul de deblocare a frânei (denumit alternativ punctul de începere a rulării SOR) și punctul de decolare, viteza se schimbă semnificativ pe o distanță de 1.500-2.500 m, de la zero la între aproximativ 80 și 100 m/s.

Rularea pentru decolare este astfel împărțită în segmente cu lungimi variabile pe care viteza aeronavei se schimbă cu o creștere specifică  $\Delta V$  de cel mult 10 m/s (aproximativ 20kt). Deși în realitate variază în timpul rulării de decolare, o ipoteză a accelerației constante este adecvată în acest scop. În acest caz, pentru faza decolării,  $V_1$  este viteza inițială,  $V_2$  este viteza de decolare,  $n_{TO}$  este numărul segmentului de decolare și  $s_{TO}$  este distanța echivalentă de decolare. Pentru distanța echivalentă de decolare  $s_{TO}$  (a se vedea apendicele B), viteza de pornire  $V_1$  și viteza de decolare  $V_2$  numărul  $n_{TO}$  de segmente pentru rularea la sol este: (a se vedea imaginea asociată)

și astfel schimbarea vitezei de-a lungul segmentului este (a se vedea imaginea asociată)

și timpul  $\Delta t$  pe fiecare segment este (accelerația constantă asumată) (a se vedea imaginea asociată)

Lungimea  $s_{TO,k}$  a segmentului  $k$  ( $1 \leq k \leq n_{TO}$ ) a rulării de decolare este apoi: (a se vedea imaginea asociată)

Exemplu: Pentru o distanță de decolare  $s_{TO} = 1.600$  m,  $V_1 = 0$  m/s și  $V_2 = 75$  m/s, aceasta înseamnă  $n_{TO} = 8$  segmente cu lungimi care se înscriu în intervalul de la 25 la 375 metri (a se vedea figura 2.7.g): (a se vedea imaginea asociată)

Figura 2.7.g: Segmentarea rulării pentru decolare (exemplu cu 8 segmente)

Similar modificărilor vitezei, tracțiunea aeronavei se modifică pe fiecare segment cu o creștere constantă  $\Delta P$ , calculată ca (a se vedea imaginea asociată)

unde  $P_{TO}$  și respectiv  $P_{init}$  desemnează tracțiunea aeronavei la punctul de decolare și tracțiunea aeronavei la începutul rulării de decolare.

Utilizarea acestei creșteri constante a tracțiunii (în locul utilizării ecuației cuadratice 2.7.8) are ca scop consecvența cu relația liniară dintre tracțiune și viteză în cazul aeronavei cu motor cu reacție (ecuația B-1).

### Segmentarea segmentului inițial de urcare

Pe segmentul inițial de urcare geometria se schimbă rapid în special cu privire la pozițiile observatorului pe partea traiectoriei de zbor, unde unghiul beta se va schimba rapid pe măsură ce aeronava urcă prin acest segment inițial. Comparațiile cu calculele segmentului foarte mic indică faptul că un singur segment de urcare rezultă într-o aproximare nesatisfăcătoare a zgomotului pe partea traiectoriei de zbor pentru indicatorii integrați. Precizia calculului este îmbunătățită de subsegmentarea primului segment de decolare. Lungimea fiecărui segment și numărul sunt puternic influențate de atenuarea laterală. Remarcând expresia atenuării laterale totale pentru aeronavele cu motoarele montate pe fuzelaj, se poate demonstra că pentru o schimbare limitată a atenuării laterale de 1,5 dB per subsegment, segmentul inițial de urcare va fi subsegmentat pe baza următoarei serii de valori privind altitudinea:

$$z = \{18,9, 41,5, 68,3, 102,1, 147,5, 214,9, 334,9, 609,6, 1289,6\} \text{ metri sau}$$

$$z = \{62, 136, 224, 335, 484, 705, 1099, 2000, 4231\} \text{ picioare}$$

Altitudinile de mai sus sunt implementate prin identificarea cu altitudinea din seria de mai sus care este cea mai apropiată de punctul final al segmentului inițial. Altitudinile subsegmentului real ar fi astfel calculate folosind: (a se vedea imaginea asociată)

dacă  $z$  este altitudinea finală a segmentului original,  $Z_I$  este membrul  $i$  al seriei de valori privind altitudinea și  $z_N$  este cea mai apropiată limită superioară de  $z$ . Acest proces are ca rezultat modificarea atenuării laterale de-a lungul fiecărui subsegment care rămâne constant, producerea unor contururi mai precise, dar fără a utiliza segmente foarte scurte.

Exemplu:

Dacă punctul final al segmentului original este la  $z = 304,8$  m, apoi din seria de valori privind altitudinea,  $214,9 < 304,8 < 334,9$  și limita superioară cea mai apropiată este la  $z = 304,8$  m este  $z_7 = 334,9$  m. Altitudinile la punctul final al subsegmentului sunt apoi calculate: (a se vedea imaginea asociată)

Astfel,  $z'_1$  ar fi 17,2 m și  $z'_2$  ar fi 37,8 m și altele asemenea.

Valorile vitezei și puterii motorului la punctele inserate sunt intrapolate folosind ecuația (2.7.11) și, respectiv, (2.7.13).

### Segmentarea segmentelor aeropurtate

După ce traiectoria de zbor segmentată a fost derivată conform procedurii descrise în secțiunea 2.7.13 și subsegmentarea descrisă este aplicată, ajustări suplimentare ale segmentării pot fi necesare. Acestea includ eliminarea punctelor de pe traiectoria de zbor care sunt prea aproape unul de celălalt și inserarea punctelor suplimentare atunci când viteza se schimbă de-a lungul segmentelor care sunt prea lungi.

Atunci când punctele adiacente sunt la 10 metri unul de celălalt și atunci când vitezele asociate și tracțiunile sunt identice, unul dintre puncte va fi eliminat.

Pentru segmentele aeropurtate unde există o modificare semnificativă a vitezei de-a lungul segmentului, acesta va fi subdivizat conform rulării la sol, și anume (a se vedea imaginea asociată)

unde  $V_1$  și  $V_2$  sunt vitezele de început și de final ale segmentului. Parametrii



corespunzători ai subsegmentului sunt calculați într-un mod similar conform rulării la sol pentru decolare, folosind ecuațiile 2.7.11-2.7.13.

#### Rularea la sol pentru aterizare

Deși rularea la sol pentru aterizare este în esență o inversare a rulării la sol pentru decolare, trebuie să se ia în considerare în special tracțiunea inversă care se aplică uneori pentru decelerarea aeronavei și aeroplanele care părăsesc pista după decelerare (aeronava care părăsește pista nu mai contribuie la zgomotul ambiental, zgomotul rulării pe pistă nu este luat în considerare).

În opoziție cu distanța de rulare pentru decolare, care este derivată din parametrii de performanță ai aeronavei, distanța de oprire s<sub>stop</sub> (și anume distanța de la punctul de aterizare la punctul în care aeronava părăsește pista) nu este în întregime specifică aeronavei. Deși o distanță minimă de oprire poate fi estimată din masa și performanța aeronavei (și tracțiunea inversă disponibilă), distanța de oprire actuală depinde, de asemenea, de locația pistei de rulare, de situația traficului și de regulamentele specifice aeroportului privind utilizarea tracțiunii inverse.

Utilizarea tracțiunii inverse nu este o procedură standard - este aplicată numai dacă decelerația necesară nu poate fi obținută prin utilizarea frânelor de roți. (Tracțiunea inversă poate fi în mod excepțional perturbatoare, deoarece o schimbare rapidă a puterii motorului de la ralanti la configurațiile inverse produce o apariție bruscă a zgomotului.)

Cu toate acestea, majoritatea pistelor de rulare sunt folosite pentru plecări, precum și pentru aterizări, astfel încât tracțiunea inversă are un efect foarte mic asupra curbelor zgomotului, deoarece energia totală a sunetului din vecinătatea pistei este dominată de zgomotul produs de operațiunile de decolare. Contribuțiile tracțiunii inverse la contururi pot fi semnificative numai când utilizarea pistei este limitată la operațiunile de aterizare.

În mod fizic, zgomotul tracțiunii inverse este un proces foarte complex, dar ca urmare a importanței sale relativ minore la curbele de zgomot acesta poate fi modelat în mod simplist - modificarea rapidă a puterii motorului fiind luată în considerare de segmentarea corespunzătoare.

Este clar că modelarea rulării la sol pentru aterizare este mai puțin directă decât zgomotul rulării pentru decolare. Următoarele ipoteze privind modelarea simplificată sunt recomandate pentru utilizare generală, când informațiile detaliate sunt disponibile (a se vedea figura 2.7.h). (a se vedea imaginea asociată)

#### Figura 2.7.h: Modelarea rulării la sol pentru aterizare

Aeroplanul atinge solul la 300 de metri după pragul de aterizare (care are coordonata  $s = 0$  de-a lungul pistei terestre de sosire). Aeronava este decelerată pe o distanță de oprire  $s_{stop}$  - valorile specifice ale aeronavei care sunt prezentate în baza de date ANP - din viteza finală de sosire  $V_{final}$  la 15 m/s. Datorită modificărilor rapide ale vitezei pe acest segment vor fi subsegmentate în același mod ca și pentru rularea la sol pentru decolare (sau segmentele aeropurtate cu schimbări rapide de viteză), folosind ecuațiile 2.7.10-2.7.13.

Puterea motorului se modifică de la o putere de sosire finală la punctul de aterizare la o configurație a puterii de tracțiune inversă  $P_{rev}$  pe o distanță  $0,1 \cdot s_{stop}$ , atunci aceasta scade la 10% din puterea disponibilă maximă pe restul de 90% din distanța de oprire. Până la finalul pistei (la  $s = -s_{RWY}$ ) viteza aeronavei rămâne constantă.

Curbele NPD pentru tracțiunea inversă nu sunt prezente în baza de date ANP și este prin urmare necesară bazarea pe curbele convenționale pentru modelarea acestui efect. În mod

specific, puterea tracțiunii inverse  $P_{rev}$  este de aproximativ 20% din configurația de putere integrală și aceasta este recomandată atunci când informațiile operaționale nu sunt disponibile. Cu toate acestea, la o configurație de putere dată, tracțiunea inversă tinde să genereze în mod semnificativ mai mult zgomot decât tracțiunea directă și o creștere  $\Delta L$  se aplică nivelului evenimentului derivat NPD, crescând de la zero la valoarea  $\Delta L_{rev}$  (5dB este valoarea recomandată provizoriu<sup>18</sup>) de-a lungul  $0,1.s_{stop}$  și apoi scăzând în mod liniar la zero de-a lungul restului distanței de oprire.

<sup>18</sup> Aceasta a fost recomandată în ediția anterioară a ECAC Doc 29, dar este în continuare considerată provizorie în așteptarea achiziției datelor experimentale coroborative suplimentare.

#### 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 (a se vedea imaginea asociată)

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 10dB<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> 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“ curbelor 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): (a se vedea imaginea asociată)

Ecuațiile 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

Sursa principală a datelor privind zgomotul aeronavei este baza de date privind performanța și zgomotul aeronavelor (ANP). Aceasta cataloghează  $L_{max}$  și  $L_E$  ca funcții ale distanței de propagare  $d$  - pentru tipuri specifice de aeronave, variante, configurații de zbor (apropiere, plecare și configurații ale flapsurilor) și configurațiile de putere  $P$ . Acestea sunt în legătură cu vitezele de referință specifice  $V_{ref}$  de-a lungul traiectoriei drepte de zbor infinite virtual<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> 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.

Modul în care variabilele independente  $P$  și  $d$  sunt specificate este descris mai jos. Într-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 traiectoriei de zbor infinite). Cu excepția cazului în care valorile se întâmplă să fie catalogate cu exactitate pentru  $P$  și/sau  $d$ , va fi în general necesar pentru a estima nivelul (nivelurile) de zgomot al (ale) evenimentului prin interpolare. O interpolare lineară este folosită între configurațiile de putere tabelate, întrucât interpolarea logaritmică este utilizată între distanțele catalogate (a se vedea figura 2.7.i). (a se vedea imaginea asociată)

Figura 2.7.i: Interpolarea în curbele de zgomot-putere-distanță

Dacă  $P_i$  și  $P_{i+1}$  sunt valori ale puterii motorului pentru care nivelul zgomotului versus datele privind distanța sunt catalogate, nivelul de zgomot  $L(P)$  la o distanță dată pentru puterea intermediară  $P$ , între  $P_i$  și  $P_{i+1}$ , este dat de: (a se vedea imaginea asociată)

Dacă, la orice configurație a puterii,  $d_i$  și  $d_{i+1}$  sunt distanțe pentru care sunt catalogate datele privind zgomotul, nivelul zgomotului  $L(d)$  pentru o distanță intermediară  $d$ , între  $d_i$  și  $d_{i+1}$  este dat de: (a se vedea imaginea asociată)

Prin utilizarea ecuațiilor (2.7.19) și (2.7.20), un nivel de zgomot  $L(P, d)$  poate fi obținut

pentru orice configurație a puterii  $P$  și orice distanță  $d$  care se află în pachetul bazei de date NPD.

Pentru distanțele  $d$  din afara pachetului NPD, ecuația 2.7.20 este utilizată pentru a extrapola din 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 al punctelor NPD pe curbă. Astfel

Spre interior: (a se vedea imaginea asociată)

Spre exterior: (a se vedea imaginea asociată)

Deoarece, la distanțe scurte  $d$ , nivelurile de zgomot cresc foarte rapid odată cu scăderea distanței de propagare, se recomandă ca o limită inferioară de 30 m să fie impusă distanței  $d$ , și anume,  $d = \max(d, 30 \text{ m})$ .

Ajustarea impedanței a datelor standard NPD

Datele NPD furnizate în baza de date ANP sunt standardizate la condițiile atmosferice specifice (temperatura de 25°C și o presiune de 101 325 kPa). Înainte de aplicarea metodei de interpolare/extrapolare descrise anterior, o ajustare a impedanței acustice se va aplica acestor date standard NPD.

Impedanța acustică este în legătură cu propagarea undelor de sunet într-un mediu acustic și este definită ca produsul densității aerului și al vitezei sunetului. Pentru o intensitate a sunetului dată (putere per unitate de suprafață) percepută la o distanță specifică de la sursă, presiunea sonoră asociată (utilizată pentru a defini metricile SEL și  $L_{Amax}$ ) depinde de impedanța acustică a aerului la locul de măsurare. Este o funcție a temperaturii, presiunii atmosferice și indirect a altitudinii. Prin urmare există o necesitate de a ajusta datele standard NPD ale bazei de date ANP pentru a reda condițiile actuale de temperatură și presiune la punctul receptor, care sunt în general diferite de condițiile standardizate ale datelor ANP.

Ajustarea impedanței de aplicat la nivelurile standard NPD este exprimată după cum urmează: (a se vedea imaginea asociată)

unde:

Delta\_Impedanța - ajustarea impedanței pentru condițiile atmosferice actuale la punctul receptor (dB);

$\rho \cdot c$  - impedanța acustică (newton · secunde/m<sup>3</sup>) a aerului la punctul receptor (409,81 fiind impedanța aerului asociată condițiilor atmosferice de referință a datelor NPD din baza de date ANP).

Impedanța  $\rho \cdot c$  este calculată după cum urmează: (a se vedea imaginea asociată)

$\delta = p/p_o$ , raportul presiunii aerului ambiental la altitudinea observatorului la presiunea standard a aerului la nivelul mării:  $p_o = 101.325 \text{ kPa}$  (sau 1013,25 mb)

$\theta = (T + 273,15)/(T_0 + 273,15)$  raportul temperaturii aerului la altitudinea observatorului la temperatura standard a aerului la nivelul mării:  $T_0 = 15,0 \text{ °C}$

Ajustarea impedanței acustice este de obicei mai mică de câteva zeci ale unui dB. În special, ar trebui prevăzut că în condițiile atmosferice standard ( $p_o = 101.325 \text{ kPa}$  și  $T_0 = 15,0 \text{ °C}$ ), ajustarea impedanței este mai mică de 0,1 dB (0,074 dB). Cu toate acestea, atunci când există o variație semnificativă a temperaturii și presiunii atmosferice cu privire la condițiile atmosferice de referință a datelor NPD, ajustarea poate fi mai substanțială.

### 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 (a se vedea imaginea asociată) și contribuția de la un segment al traiectoriei de zbor la  $L_E$  ca (a se vedea imaginea asociată)

"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:

$\Delta V$  - 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  $L_{max,seg}$ .)

$\Delta I(\varphi)$  - 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.

$\Delta F$  - 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 rularea 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: (a se vedea imaginea asociată)

$\Delta'F$  - Formă particulară a corecției segmentului

$\Delta \text{SOR}$  - Corecția directivității: 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). (a se vedea imaginea asociată)

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 (a se vedea imaginea asociată)

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)

$\lambda$  - este lungimea segmentului traiectoriei de zbor

$q$  - este distanța de la  $S_1$  la  $S_p$  (negativă dacă poziția observatorului este în spatele segmentului)

(a se vedea imaginea asociată)

Figura 2.7.j: Geometria segmentului traiectului de zbor pentru poziția observatorului în spatele segmentului

(a se vedea imaginea asociată)

Figura 2.7.k: Geometria segmentului traiectului de zbor pentru poziția observatorului în dreptul segmentului

(a se vedea imaginea asociată)

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 segmentului P

Datele NPD catalogate descriu zgomotul unei aeronave în zbor drept constant pe o traiectorie de zbor infinită, adică la o valoare constantă a puterii motorului P. Metodologia recomandată împarte traiectoriile de zbor actuale, de-a lungul căreia variază viteza și direcția, într-un număr de segmente finite, fiecare dintre acestea fiind apoi considerate ca făcând parte dintr-o traiectorie de zbor infinită pentru care sunt valabile datele NPD. Dar metodologia prevede modificări ale puterii de-a lungul unui segment; se consideră că se modifică linear cu distanța de la P<sub>1</sub> la începutul său până la P<sub>2</sub> la sfârșitul său. Prin urmare, este necesar să se definească o valoare echivalentă constantă a segmentului P. Aceasta este considerată a fi valoarea la punctul de pe segmentul cel mai apropiat de observator. În cazul în care observatorul este de-a lungul segmentului (figura 2.7.k), aceasta se obține prin interpolare conform ecuației 2.7.8 dintre valorile finale, și anume (a se vedea imaginea asociată)

Dacă observatorul este în spatele sau în fața segmentului, este cea de la cel mai apropiat punct final P<sub>1</sub> sau P<sub>2</sub>.

#### 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 fixă<sup>21</sup>. 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.

<sup>21</sup> 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 CV (Numai nivelurile de expunere L<sub>E</sub>)

Această corecție<sup>22</sup> reflectă o schimbare a nivelurilor de expunere dacă viteza la sol a segmentului actual diferă la viteza de referință a aeronavei V<sub>ref</sub> la care fac referire datele NPD. Asemeni puterii motorului, viteza variază de-a lungul segmentului (viteza la sol variază de la V<sub>1</sub> la V<sub>2</sub>) și este necesar să se definească o viteză pe segmentul echivalent V<sub>seg</sub> având în vedere că segmentul este înclinat spre sol; și anume

<sup>22</sup> 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.

(a se vedea imaginea asociată)

unde în această situație  $V$  este o viteză la sol a segmentului echivalentă (pentru informații, a se vedea ecuația B-22 care exprimă  $V$  din punctul de vedere al vitezei calibrate a aerului  $V_c$  și (a se vedea imaginea asociată)

Pentru segmentele aeropurtate,  $V$  se consideră a fi viteza la sol la cel mai apropiat punct de abordare  $S$  - interpolată între valorile finale ale segmentului presupunând că variază liniar cu timpul; și anume, dacă observatorul se află de-a lungul segmentului: (a se vedea imaginea asociată)

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  $\gamma = 0$ )  $V_{seg}$  se consideră a fi pur și simplu media vitezelor de la începutul și finalul segmentului; și anume, (a se vedea imaginea asociată)

În oricare dintre cazuri corecția duratei suplimentare este atunci (a se vedea imaginea asociată)

#### Geometria propagării sunetului

Figura 2.7.1 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  $\epsilon$  măsurat în sens invers acelor de ceasornic în jurul axei sale de ruluie (și anume, aripa dreapta sus). Prin urmare, acesta este pozitiv pentru virajele la stânga și negativ pentru virajele la dreapta.

(a se vedea imaginea asociată)

Figura 2.7.m: Unghiurile dintre observator și aeronavă în plan perpendicular pe traiectul de zbor

Unghiul de elevație  $\beta$  (între  $0$  și  $90^\circ$ ) dintre traiectoria directă de propagare a sunetului și linia orizontală a solului<sup>23</sup> determină, împreună cu înclinarea traiectoriei de zbor și deplasarea laterală  $\ell$  a observatorului de la traiectoria la sol, atenuarea laterală.

<sup>23</sup> 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  $\beta$  este egal cu zero.

Unghiul de adâncime  $\phi$  dintre planul aripilor și traiectoria de propagare determină efectele de instalare a motorului. Cu privire la convenția pentru unghiul de înclinare  $\phi = \beta \pm \epsilon$  cu semnul pozitiv pentru observatorii de la tribord (dreapta) și negativ pentru observatorii de la babord (stânga).

#### Corecția aferentă amplasării motoarelor $\Delta I$

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 directivitate laterală.

Diferențele semnificative de directivitate laterală dintre aeronavele cu motoare montate pe fuzelaj și cele cu motoare montate sub aripi sunt exprimate prin următoarea formulă: (a se vedea imaginea asociată)

unde  $\Delta_I(\varphi)$  este corecția, în dB, la unghiul de adâncime  $\varphi$  (a se vedea figura 2.7.m) și

$a = 0,00384$ ,  $b = 0,0621$ ,  $c = 0,8786$  pentru motoarele montate sub aripi și

$a = 0,1225$ ,  $b = 0,3290$ ,  $c = 1$  pentru motoarele montate pe fuzelaj.

Variațiile directivității aeronavelor cu elice sunt neglijabile, astfel încât pentru aceste aeronave se poate presupune că: (a se vedea imaginea asociată)

Figura 2.7.n indică variația  $\Delta_I(\varphi)$  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  $\varphi$  negativ, să se utilizeze  $\Delta_I(\varphi) = \Delta_I(0)$  indiferent de amplasarea motoarelor. (a se vedea imaginea asociată)

Figura 2.7.n: Directivitatea laterală a efectelor amplasării

Se presupune că  $\Delta_I(\varphi)$  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  $\beta$  pentru  $\Delta_I(\varphi)$  este definit ca  $\beta = \tan^{-1}(z/\ell)$ . 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  $\Lambda(\beta, \ell)$  (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 deschis<sup>24</sup>, se presupune a fi inerent pentru date (și anume, sub forma nivelului versus relațiile privind distanța).

<sup>24</sup> 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 curbelor 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.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Vântul și creșterile de temperatură și turbulențele depind parțial de rugozitatea și caracteristicile de transfer termic al suprafeței.

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, apă) sunt încă în curs de dezvoltare.

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  $\beta$  măsurat în plan vertical și (ii) deplasarea laterală de la traiectoria terestră a aeronavei  $\ell$ , 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  $\phi$  înlocuiți cu  $\beta$  (corespunzători zborului fără viraje), atenuarea laterală devine: (a se vedea imaginea asociată)

unde  $\beta$  și  $\ell$  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: (a se vedea imaginea asociată)

unde  $\Gamma(\ell)$  este un factor al distanței dat de

(a se vedea imaginea asociată)

(a se vedea imaginea asociată)

și  $\Lambda(\beta)$  este atenuarea laterală aer-sol la mare distanță dată de

(a se vedea imaginea asociată)

(a se vedea imaginea asociată)

(a se vedea imaginea asociată)

(a se vedea imaginea asociată)

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  $\beta$  să fie mai mic decât zero. În astfel de cazuri se recomandă ca  $\Lambda(\beta) = 10,57$ .

(a se vedea imaginea asociată)

Figura 2.7.o: Variația atenuării laterale  $\Lambda(\beta, \ell)$  cu unghiul de elevație și distanța

Atenuarea laterală a segmentului finit

Ecuțiile 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  $\beta$ .

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  $L_E, seg$ , 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  $\Delta_V$  și  $\Delta_I$  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  $\gamma$ , 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  $\epsilon$  față de axa orizontală. Unghiul de adâncime  $\phi$  de la planul aripilor, al cărui efect de instalare este  $\Delta_I$  este o funcție (ecuația 2.7.39), se situează în planul perpendicular pe traiectoria de zbor pe care  $\epsilon$  este definit. Astfel  $\phi = \beta - \epsilon$  unde  $\beta = \tan^{-1}(h/\ell)$  și  $\ell$  este distanța perpendiculară  $OR$  de la observator la linia terestră; și anume deplasarea laterală a observatorului<sup>26</sup>. Cel mai apropiat punct al aeroplanului de apropiere de observator  $S$  este definit de perpendiculara  $OS$ , cu lungimea (distanța înclinată)  $dp$ . Triunghiul  $OS_1S_2$  este în

conformitate cu figura 2.7.k, geometria pentru calculul corecției segmentului  $\Delta F$ .

<sup>26</sup> Pentru un observator amplasat pe partea dreaptă a segmentului  $\varphi$  ar deveni  $\beta + \varepsilon$  (a se vedea secțiunea 2.7.19).

(a se vedea imaginea asociată)

Figura 2.7.p: Observatorul în dreptul segmentului

Pentru a calcula atenuarea laterală folosind ecuația 2.7.40 (unde  $\beta$  este măsurat în plan vertical), o traiectorie de zbor orizontală echivalentă este definită în plan vertical prin  $S_{1S_2}$  și cu aceeași distanță oblică perpendiculară  $d_p$  de la observator. Acesta este vizualizat rotind triunghiul ORS, și traiectoria sa de zbor atașată în apropiere de OR (a se vedea figura 2.7.p) prin unghiul  $\gamma$ , formând astfel triunghiul ORS<sup>4</sup>. Unghiul de elevație al acestei traiectorii orizontale echivalente (acum în plan vertical) este  $\beta = \tan^{-1}(h/\ell)$  ( $\ell$  rămâne neschimbat). În acest caz, alături de observator, atenuarea laterală  $\Lambda(\beta, \ell)$  este aceeași pentru indicatorii  $L_E$  și  $L_{max}$ .

Figura 2.7.q ilustrează situația în care punctul observatorului O se află în spatele segmentului finit, nu alături. Aici segmentul este observat ca o parte mai distantă a unei traiectorii infinite; o perpendiculară poate fi trasată la punctul  $S_p$  pe prelungirea sa. Triunghiul OS<sub>1S\_2</sub> este în conformitate cu figura 2.7.j care definește corecția segmentului  $\Delta F$ . Însă, în acest caz, parametrii pentru atenuarea și directivitatea laterală sunt mai puțin evidenți.

(a se vedea imaginea asociată)

Figura 2.7.q: Observatorul în spatele segmentului

Ținând seama de faptul că, așa cum a fost concepută în scopul modelării, directivitatea laterală (efectul instalării) este bidimensională, unghiul de adâncime determinant  $\varphi$  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,  $\varphi = \beta_p - \varepsilon$ , unde  $\beta_p$  este unghiul  $S_pOC$ .

Pentru indicatorii nivelului maxim, parametrul distanței NPD este considerat distanța cea mai scurtă până la segment, și anume,  $d = d_1$ . Pentru indicatorii nivelului de expunere, este distanța cea mai scurtă  $d_p$  de la O la  $S_p$  pe traiectoria de zbor prelungită, și anume nivelul interpolat de la tabelul NPD este  $L_{E\infty}(P_1, d_p)$ .

Parametrii geometrici de atenuare laterală diferă, de asemenea, pentru calculele nivelului de expunere și cel maxim. Pentru indicatorii nivelului maxim ajustarea este  $\Lambda(\beta, \ell)$  dată de ecuația 2.7.40 cu

(a se vedea imaginea asociată)

unde  $\beta_1$  și  $d_1$  sunt definite de triunghiul OC<sub>1S\_1</sub> în plan vertical prin O și  $S_1$ .

Atunci când se calculează atenuarea laterală numai pentru segmentele aeropurtate și indicatorii nivelului de expunere,  $\ell$  rămâne cea mai scurtă deplasare laterală de la prelungirea segmentului (OC). Dar pentru a defini o valoare adecvată a  $\beta$ , este din nou necesară vizualizarea unui nivel echivalent al traiectoriei de zbor (infinite) din care se poate considera că segmentul face parte. Acesta este tras prin  $S_1'$ , înălțimea  $h$  deasupra suprafeței, unde  $h$  este egal cu lungimea RS<sub>1</sub> perpendiculară de la linia terestră la segment. Acesta este echivalent cu rotirea traiectoriei de zbor actuale prelungite prin unghiul  $\varphi$  lângă punctul R (a se vedea figura 2.7.q). În măsura în care R este pe linia perpendiculară lui  $S_1$ , punctul de pe segment care este cel mai apropiat de O, construcția traiectoriei orizontale echivalente este aceeași ca și când O este de-a lungul segmentului.

Cel mai apropiat punct de apropiere al traiectoriei orizontale echivalente de observator O este

la S', distanța oblică d, astfel încât triunghiul OCS\ b4 astfel format în plan vertical definește apoi unghiul de elevație  $\beta = \cos^{-1}(\ell/d)$ . Deși această transformare ar putea părea oarecum complicată, trebuie reținut că geometria sursei de bază (definită de  $d_1$ ,  $d_2$  și  $\varphi$ ) rămâne neatinsă, sunetul traversând de la segment către observator este pur și simplu ceea ce s-ar întâmpla dacă întregul zbor de-a lungul segmentului înclinat prelungit la infinit (din care face parte segmentul în scopul modelării) ar fi la viteza constantă V și puterea  $P_1$ . Atenuarea laterală a sunetului de la segmentul perceput de observator, pe de o parte, nu este în legătură cu  $\beta_p$ , unghiul de elevație al traiectoriei prelungite, ci cu  $\beta$ , cel al traiectoriei orizontale echivalente.

Cazul unui observator în fața segmentului nu este descris separat; evident că este în esență similar cazului în care observatorul se află în spatele segmentului.

Cu toate acestea, pentru indicatorii nivelului de expunere în care pozițiile observatorului sunt în spatele segmentelor terestre în timpul rulării pentru decolare și pozițiile din fața segmentelor terestre în timpul rulării pentru aterizare valoarea  $\beta$  devine similară celei pentru indicatorii nivelului maxim, și anume

$$\beta = \beta_1 = \sin^{-1}(z_1/d_1) \text{ și}$$

(a se vedea imaginea asociată)

Corecția segmentului finit  $\Delta F$  (numai nivelurile de expunere  $L_E$ )

Nivelurile de bază ajustate de expunere la zgomot fac trimitere la o aeronavă cu un zbor continuu, drept, constant orizontal (deși cu un unghi de înclinare  $\varepsilon$  care este incompatibil cu zborul drept). Aplicarea corecției (negative a) segmentului delimitat  $\Delta F = 10 \cdot \lg(F)$ , unde F este fracția energetică, ajustează în continuare nivelul a ceea ce s-ar întâmpla dacă aeronava ar fi traversat doar segmentul delimitat (sau ar fi fost complet silențioasă pentru restul traiectoriei de zbor infinite).

Coeficientul fracției energiei reprezintă directivitatea longitudinală pronunțată a zgomotului aeronavei și unghiul subîntins de segment la poziția observatorului. Deși procesele care cauzează direcționalitatea sunt foarte complexe, studiile au arătat că contururile rezultate sunt relativ insensibile la caracteristicile direcționale precise asumate. Formula pentru  $\Delta F$  de mai jos se bazează pe un model dipolar de radiație a sunetului la a patra putere la 90 de grade. Se presupune a fi neafectată de directivitatea și atenuarea laterală. Modul în care această corecție este derivată este descris în detaliu în apendicele E.

Fracția energiei F este o funcție a triunghiului „vizualizării” OS\_1S\_2 definit în figurile 2.7.j-2.7.l, astfel încât: (a se vedea imaginea asociată)

unde: (a se vedea imaginea asociată)

unde  $d_o$  este cunoscută ca „distanța oblică” (a se vedea apendicele E). Trebuie prevăzut că  $L_{max}(P, d_p)$  este nivelul maxim, din datele NPD, pentru distanța perpendiculară  $d_p$ , nu segmentul  $L_{max}$ .

Se recomandă aplicarea unei limite inferioare de  $-150$  dB la  $\alpha_2$ .

În cazul particular al pozițiilor observatorului în spatele fiecărui segment de rulare la sol pentru decolare și fiecare segment de rulare la sol pentru aterizare, este utilizată o formă redusă a fracției zgomotului exprimată în ecuația 2.7.45, care corespunde cazului specific al  $q = 0$ . Aceasta se calculează folosind (a se vedea imaginea asociată)

unde  $\alpha_2 = \lambda/d_\lambda$  și  $\Delta_{SOR}$  este funcția directivității începutului rulării definită de ecuațiile 2.7.51 și 2.7.52.

Motivația utilizării acestei forme speciale a fracției zgomotului este ulterior explicată în secțiunea de mai jos, ca parte a metodei de aplicare a directivității punctului de început al rulării.

Tratamentele specifice ale segmentelor de rulare la sol, inclusiv funcția directivității punctului de început al rulării  $\Delta\_SOR$

În cazul segmentelor de rulare la sol, atât pentru decolare, cât și pentru aterizare, se aplică tratamentele specifice, care sunt descrise mai jos.

Funcția directivității punctului de începere a rulării  $\Delta\_SOR$

Zgomotul avioanelor cu reacție - în special cele echipate cu motoare cu coeficient de diluare inferior - prezintă un model de radiație lobată în arcul din spate, care este caracteristic zgomotului efuzorului. Acest model este mai pronunțat pe măsură ce viteza avionului cu reacție este mai mare, iar viteza aeronavei este mai mică. Acesta are o importanță specială pentru locațiile observatorului din spatele punctului de începere a rulării, dacă sunt îndeplinite ambele condiții. Acest efect este luat în considerare de o funcție a directivității  $\Delta\_SOR$ .

Funcția  $\Delta\_SOR$  a fost derivată din mai multe campanii de măsurare a zgomotului folosind microfoane poziționate corespunzător în spatele și în lateralul SOR al aeronavelor cu reacție care decolează.

Figura 2.7.r indică geometria relevantă. Unghiul de azimut  $\psi$  dintre axa longitudinală a aeronavei și vectorul observatorului este definit de (a se vedea imaginea asociată)

Distanța relativă  $q$  este negativă (a se vedea figura 2.7.j), astfel încât  $\psi$  pornește de la  $0^\circ$  în direcția de deplasare a aeronavei care se îndreaptă spre  $180^\circ$  în direcția inversă. (a se vedea imaginea asociată)

Figura 2.7.r: Geometria la sol aeronavă-observator pentru estimarea corecției de directivitate

Funcția  $\Delta\_SOR$  reprezintă variația zgomotului total care reiese din rulare la sol în scopul decolării măsurată în urma începerii rulării, relativ zgomotului total care reiese din rulare la sol în scopul decolării măsurată pe partea SOR, la aceeași distanță: (a se vedea imaginea asociată)

unde  $L\_TGR(d\_SOR, 90^\circ)$  este nivelul sonor total al rulării la sol în scopul decolării generat de toate segmentele de rulare la sol în scopul decolării la punctul de distanță  $d\_SOR$  pe partea SOR. La distanțele  $d\_SOR$  mai mici decât o distanță de standardizare  $d\_SOR,0$ , funcția privind directivitatea SOR este dată de (a se vedea imaginea asociată)

Dacă distanța  $d\_SOR$  depășește distanța de standardizare  $d\_SOR,0$ , corecția directivității este multiplicată cu un factor de corecție pentru a reprezenta faptul că directivitatea devine mai puțin pronunțată pentru distanțe mai mari de la aeronavă; și anume (a se vedea imaginea asociată)

Distanța de standardizare  $d\_SOR,0$  este egală cu 762 m (2.500 ft).

Tratarea recipientelor amplasate în spatele segmentului de rulare la sol pentru decolare și aterizare

Funcția  $\Delta\_SOR$  descrisă mai sus capturează mai ales efectul pronunțat al directivității porțiunii inițiale a rulării pentru decolare la locațiile din urma SOR (deoarece se află cel mai aproape de receptori, cu cel mai mare raport viteza motorului-viteza aeronavelor). Cu toate acestea, utilizarea valorii  $\Delta\_SOR$  stabilite este „generalizată“ pentru pozițiile din spatele fiecărui

segment de rulare la sol - atât de decolare, cât și de aterizare -, deci nu numai în spatele punctului de începere a rulării (în cazul decolării).

Parametrii  $d_s$  și  $\psi$  sunt calculați relativ la începutul fiecărui segment de rulare la sol.

Nivelul evenimentului  $L_{seg}$  pentru o locație din spatele unui segment dat de rulare la sol pentru decolare sau aterizare este calculat astfel încât să îndeplinească formalismul funcției  $\Delta_{SOR}$ : este calculat în mod esențial pentru punctul de referință amplasat pe partea punctului de plecare al segmentului la aceeași distanță  $d_S$  ca punct actual și este ulterior ajustat cu  $\Delta_{SOR}$  pentru a obține nivelul evenimentului la punctul actual.

Aceasta înseamnă că diferiții coeficienți de corecție din ecuațiile de mai jos vor folosi parametrii geometrici care corespund acestui punct de referință amplasat pe partea punctului de pornire: (a se vedea imaginea asociată)

unde  $\Delta'_F$  este forma redusă a fracției exprimate în ecuația (2.7.46) pentru cazul  $q = 0$  (deoarece punctul de referință este amplasat pe partea punctului de pornire) și având în vedere că  $d_u$  se va calcula folosind  $d_S$  (și nu  $d_p$ ):

(a se vedea imaginea asociată)

#### 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 ingineresti 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 (a se vedea imaginea asociată)

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 (a se vedea imaginea asociată)

unde  $\Delta_i$  este ponderarea decibelilor pentru perioada  $i$ , ecuația 2.7.56 poate fi rescrisă ca (a se vedea imaginea asociată)

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 2.7.56 și 2.7.57).



Procesul de însumare poate fi simplificat prin introducerea unui „număr ponderat de operațiuni“

(a se vedea imaginea asociată)

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 noapte<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> Perioadele de timp pot fi diferite de acestea trei, în funcție de definiția indicelui zgomotului folosit.

Din ecuația (2.7.57) nivelul sonor echivalent cumulativ (generic)  $L_{eq}$  la punctul de observare  $(x, y)$  este (a se vedea imaginea asociată)

$T_0$  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 spațiate rectangular, acuratețea lor depinde de alegerea spațierii rețelei (sau a dimensiunii pătratelor)  $\Delta G$ , 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.

(a se vedea imaginea asociată)

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  $\Delta_R$  pentru indicele de zgomot;

calculul rețelei de bază pentru o spațiere  $\Delta_G$ ;

verificarea diferențelor  $\Delta L$  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 contururilor 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.

(a se vedea imaginea asociată)

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):

(a se vedea imaginea asociată)

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  $\delta$  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  $\delta$  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.

(a se vedea imaginea asociată)

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  $\Delta_c$  (distanța dintre două puncte ale curbei) se va înscrie într-un interval  $[\Delta_{cmin}, \Delta_{cmax}]$ , de exemplu  $[10 \text{ m}, 200 \text{ m}]$ .

2. Raportul lungimii dintre două corzi adiacente cu lungimile  $\Delta_n$  și  $\Delta_{n+1}$  va fi limitat, de exemplu  $0,5 < \Delta_n/\Delta_{n+1} < 2$ .

3. În ceea ce privește o bună ajustare a lungimii corzii la curbura conturului, trebuie îndeplinită următoarea condiție: (a se vedea imaginea asociată)

în cazul în care  $\text{PHI}_n$  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 conturile 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. Atribuirea nivelurilor de zgomot și a populației pe clădiri

Pentru evaluarea expunerii la zgomot a populației sunt luate în considerare numai clădirile rezidențiale. Nu se vor atribui persoane clădirilor fără scop rezidențial, cum ar fi școlile, clădirile de birouri, spitalele sau fabricile. Repartizarea populației la clădirile rezidențiale se bazează pe cele mai recente date oficiale (în funcție de reglementările relevante din România).

Deoarece calculele se efectuează pe o rețea de rezoluție 100 m x 100 nm, în cazul specific al zgomotului aeronavelor, nivelurile se interpolează pornind de la cele mai apropiate niveluri de zgomot ale rețelei.

Determinarea numărului de locuitori ai unei clădiri

Numărul de locuitori ai unei clădiri rezidențiale este un parametru intermediar important pentru estimarea expunerii la zgomot. Datele referitoare la acest parametru nu sunt întotdeauna disponibile. În continuare se precizează modul în care acest parametru poate fi derivat din date mai ușor accesibile.

Simboluri utilizate în cele ce urmează sunt:

BA = suprafața de bază a clădirii;

DFS = suprafața locuinței;

DUFS = suprafața unitară a locuinței;

H = înălțimea clădirii;

FSI = suprafața locuinței pe cap de locuitor;

Inh = numărul de locuitori;

NF = numărul de etaje;

V = volumul clădirilor rezidențiale.

Pentru calcularea numărului de locuitori se utilizează fie procedura următoare pentru cazul 1, fie procedura pentru cazul 2, în funcție de disponibilitatea datelor.

CAZUL 1: datele privind numărul de locuitori sunt disponibile

1A: Numărul de locuitori este cunoscut sau a fost estimat pe baza unităților locative. În acest caz, numărul de locuitori ai unei clădiri reprezintă suma dintre numărul de locuitori din toate unitățile locative din clădire: (a se vedea imaginea asociată)

1B: Numărul de locuitori este cunoscut numai pentru entitățile mai mari de o clădire, de exemplu, părți ale unor cartiere, sectoare sau chiar o întreagă municipalitate. În acest caz, numărul de locuitori dintr-o clădire este estimat pe baza volumului clădirii: (a se vedea imaginea asociată)

Indicele „total“ se referă aici la respectivele entități luate în considerare. Volumul clădirii este produsul dintre suprafața de bază și înălțimea sa: (a se vedea imaginea asociată)

În cazul în care înălțimea clădirii nu este cunoscută, ea se estimează în funcție de numărul etajelor NF\_clădire, presupunând o înălțime medie pentru fiecare etaj de 3 m: (a se vedea imaginea asociată)

În cazul în care numărul de etaje nu este cunoscut, se utilizează o valoare implicită pentru numărul de etaje reprezentativ pentru sector sau cartier.

Volumul total de clădiri rezidențiale din entitatea în cauză  $V_{total}$  se calculează ca suma volumelor tuturor clădirilor rezidențiale din entitate: (a se vedea imaginea asociată)

CAZUL 2: nu sunt disponibile date privind numărul de locuitori

În acest caz, numărul de locuitori este estimat pe baza suprafeței medii a locuinței per locuitor FSI. În cazul în care acest parametru nu este cunoscut, se utilizează o valoare implicită națională.

2A: Suprafața locuinței este cunoscută pe baza unităților locative.

În acest caz, numărul de locuitori din fiecare unitate locativă este estimat după cum urmează: (a se vedea imaginea asociată)

Numărul de locuitori din clădire poate fi estimat ca și în CAZUL 1A de mai sus.

2B: Suprafața locuinței este cunoscută pentru întreaga clădire, adică suma tuturor suprafețelor unităților locative din clădire este cunoscută. În acest caz, numărul de locuitori este estimat după cum urmează: (a se vedea imaginea asociată)

2C: Suprafața locuinței este cunoscută numai pentru entitățile mai mari de o clădire, de exemplu, părți ale unor cartiere, sectoare sau chiar o întreagă municipalitate.

În acest caz, numărul de locuitori dintr-o clădire este estimat pe baza volumului clădirii descris în cazul 1B de mai sus cu numărul total al locuitorilor estimat după cum urmează: (a se vedea imaginea asociată)

2D: Suprafața locuinței este necunoscută. În acest caz, numărul de locuitori dintr-o clădire este estimat conform celor descrise la CAZUL 2B de mai sus cu suprafața locuinței estimată după cum urmează: (a se vedea imaginea asociată)

Factorul 0,8 este factorul de conversie suprafața brută → suprafața locuinței. În cazul în care un alt factor este cunoscut a fi reprezentativ pentru zonă, acesta va fi utilizat și documentat în mod clar.

În cazul în care numărul de etaje ale clădirii nu este cunoscut, acesta se estimează în funcție de înălțimea clădirii,  $H_{clădire}$ , conducând de regulă la un număr cu zecimale: (a se vedea imaginea asociată)

În cazul în care nu se cunoaște nici înălțimea clădirii, și nici numărul de etaje, se va utiliza o valoare implicită pentru numărul reprezentativ pentru sectoare sau municipalitate.

Atribuirea punctelor receptoare la fațadele clădirilor

Evaluarea expunerii populației la zgomot se bazează pe nivelurile punctului receptor la 4 m deasupra nivelului solului din fața fațadelor clădirilor rezidențiale.

Pentru calculul numărului de locuitori, se utilizează fie procedura pentru cazul 1, fie procedura pentru cazul 2, pentru sursele de zgomot terestre. Pentru zgomotul produs de aeronave, calculat

în conformitate cu secțiunea 2.6, întreaga populație a unei clădiri este asociată celui mai apropiat punct de calcul al zgomotului de pe rețea.

CAZUL 1 (a se vedea imaginea asociată)

Figura a: exemplu de amplasare a receptoarelor în jurul unei clădiri conform procedurii pentru cazul 1.

Segmente cu o lungime de peste 5 m sunt împărțite în intervale regulate cu lungimea cea mai mare posibilă, dar mai mică sau egală cu 5 m. Punctele receptoare sunt poziționate în mijlocul fiecărui interval regulat.

Segmentele rămase care depășesc o lungime de 2,5 m sunt reprezentate de un punct receptor în mijlocul fiecărui segment.

Segmentele adiacente rămase cu o lungime totală de peste 5 m sunt tratate ca obiecte poligonale într-o manieră similară cu cea descrisă la literele (a) și (b).

Numărul de locuitori alocat unui punct receptor trebuie ponderat în funcție de lungimea fațadei reprezentate, astfel încât suma tuturor punctelor receptoare să reprezinte numărul total de locuitori.

Doar în cazul clădirilor cu o suprafață care indică o singură locuință pe etaj, fațada cea mai expusă nivelului de zgomot este utilizată direct pentru statistici și asociată cu numărul de locuitori.

CAZUL 2 (a se vedea imaginea asociată)

Figura b: exemplu de amplasare a receptoarelor în jurul unei clădiri conform procedurii pentru cazul 2.

Fațadele sunt luate în considerare separat sau divizate până la fiecare 5 m de la poziția de pornire, cu o poziție a receptorului la jumătatea distanței de fațadă sau a segmentului de 5 m.

Secțiunea rămasă are punctul său receptor în mijlocul său.

Numărul de locuitori alocat unui punct receptor trebuie ponderat în funcție de lungimea fațadei reprezentate, astfel încât suma tuturor punctelor receptoare să reprezinte numărul total de locuitori.

Doar în cazul clădirilor cu o suprafață care indică o singură locuință pe etaj, fațada cea mai expusă nivelului de zgomot este utilizată direct pentru statistici și asociată cu numărul de locuitori.

### 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  $10^\circ$  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  $\beta$  - 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  $^\circ/\text{m}$  sau  $^\circ/\text{s}$ ).

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  $30^\circ$ .

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“ curbelor 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  $\beta$  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  $\phi$  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.

## METODE DE EVALUARE A EFECTELOR DĂUNĂTOARE

Relațiile doză-efect trebuie să fie utilizate pentru a evalua efectul zgomotului asupra populației.

Relațiile doză-efect introduse după revizuirea anexei nr. 3 la Directiva 2002/49/CE de către Comisia Europeană urmăresc în special următoarele:

- a) relația dintre disconfort și  $L_{zsn}$  pentru zgomotul produs de trafic (rutier, feroviar și aerian) și pentru zgomotul industrial;
- b) relația dintre tulburarea somnului și  $L_{noapte}$  pentru zgomotul produs de trafic (rutier, feroviar și aerian) și pentru zgomotul industrial.

Dacă este necesar, se prezintă relații specifice doză-efect pentru:

- c) locuințe cu izolație specială împotriva zgomotului, conform definiției de la paragraful 1.5.1 lit. a) din anexa nr. 6;
- d) locuințe cu o fațadă liniștită, conform definiției de la paragraful 1.5.1 lit. b) din anexa nr. 6;
- e) grupuri vulnerabile de populație;
- f) zgomot industrial cu componente tonale importante;
- g) zgomot industrial cu caracter de impuls și alte cazuri speciale;
- h) regimuri climatice diferite/medii culturale diferite.

## ANEXA 4

### CERINȚE MINIME PENTRU CARTAREA 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 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 transmiterii zgomotului;

f) introducerea, după caz, a pârghiilor 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 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<sub>noapte</sub> 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 kmp) expusă valorilor indicatorului L<sub>zsn</sub> 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 7

### 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 locuitori, sursa datelor statistice: Institutul Național de Statistică (anul 2017)

Nr. crt.	Aglomerare	Autoritatea administrației publice locale responsabilă
1.	Municipiul București	Primăria Generală a Municipiului București
2.	Municipiul Iași	Primăria Municipiului Iași
3.	Municipiul Cluj-Napoca	Primăria Municipiului Cluj-Napoca
4.	Municipiul	Primăria Municipiului

	Timișoara	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

-----