



Studiu FEED pentru Proiectul de Dezvoltare a Gazelor Midia

Raport de modelare a zgomotului subacvatic

Black Sea Oil & Gas SRL

Număr sarcină: A200283-S00

Număr Document: A-200283-S00-A-REPT-016

Număr document Client: MGD-D-EN-REP-016-D02



Raport de modelare a zgomotului subacvatic

A200283-S00

Client: Black Sea Oil & Gas SRL

Tip document: Raport

Număr Document: A-200283-S00-A-REPT-016

Număr document Client: MGD-D-EN-REP-016-D02

A02	04-10-17	Re-emis pentru utilizare	AW	SI	AW	
A01	18-08-17	Emis pentru utilizare	AW	SI	AW	
R01	18-07-17	Emis pentru reexaminare	SI	BB	AW	-
Rev	Data	Descriere	Emis de către:	Verificat de către:	Aprobat de către:	Aprobarea clientului



CUPRINS

ABREVIERI	5
1 INTRODUCERE	7
1.1 Prezentare generală a proiectului	7
1.2 Scopul modelării zgomotului subacvatic	10
1.3 Domeniul de aplicabilitate a modelării zgomotului subacvatic	10
2 SENSIBILITĂȚI DE MEDIU ÎN ZONA PROIECTULUI	12
2.1 Mamifere marine	12
2.2 Pești	13
3 CADRUL LEGISLATIV ȘI POLITICA	14
3.1 Directiva CE privind habitatele (92/43/CEE)	14
3.2 Ghidul metodologic ACCOBAMS: Îndrumări privind măsurile de atenuare a zgomotului subacvatic	14
3.3 Liniile directoare ale Grupului Băncii Mondiale	15
4 CONCEPTE ȘI TERMINOLOGIE ACUSTICĂ	17
5 PRAGURI PENTRU EVALUAREA EFECTELOR SUNETULUI ASUPRA ANIMALELOR MARINE	19
5.1 Introducere	19
5.2 Mamifere marine	19
5.2.1 Vătămarea mamiferelor marine	19
5.2.2 Perturbarea mamiferelor marine	22
5.3 Pești	24
5.3.1 Vătămarea peștilor	24
5.3.2 Perturbarea peștilor	25
5.4 Efectul zgomotului de fundal	27
6 METODOLOGIA DE MODELARE A ZGOMOTULUI	30
7 DATE PRIVIND ZGOMOTUL LA SURSĂ	34
7.1 Rezumat privind sursele de zgomot	34
7.2 Activități de batere a pilonilor	34
7.3 Nave pentru construcție	36
7.4 Operațiuni de foraj	37
8 REZULTATE	39



8.1	Aspecte generale	39
8.2	Mamifere marine	39
8.2.1	Rezultate pentru zgomotul intermitent (Operațiuni de batere a pilonilor)	39
8.2.2	Rezultate pentru zgomotul continuu (funcționarea navelor / activitățile de foraj)	41
8.3	Pești	42
9	MIGRAȚIE	44
9.1	Operațiuni de batere a pilonilor (Zgomot intermitent)	44
9.1.1	Aspecte generale	44
9.1.2	Pornire graduală	45
9.2	Activitatea navelor și de foraj (zgomot continuu)	45
10	CONCLUZII	47
11	REFERINȚE	49



ABREVIERI

ACCOBAMS	Acordul privind conservarea cetaceelor din Marea Neagră, Marea Mediterană și din zona contiguă a Atlanticului
BSOG	Black Sea Oil & Gas S.R.L.
dB	decibel
dB _{ht}	decibel ponderat la pragul de auz
DP	Poziționat dinamic/Poziționare dinamică
BERD	Banca Europeană pentru Reconstrucție și Dezvoltare
EHC	Electric, hidraulic și chimic
AIE	Evaluarea impactului asupra mediului
EPS	Specii europene protejate
ERRV	Navă de salvare și intervenție în caz de urgență
EZ	Zonă de excludere
HF	Auz la frecvențe înalte (cetaceu)
Hz	Hertzi
IUCN	Uniunea Internațională pentru Conservarea Naturii
kHz	Kilohertz
km	Kilometru
LAT	Mareea astronomică cea mai mică
LF	Auz la frecvențe joase (cetaceu)
MEG	Mono etilenă glicol
MF	Auz la frecvențe medii (cetaceu)
MGD / Proiectul MGD	Dezvoltarea Gazelor Midia / Proiectul pentru Dezvoltarea Gazelor Midia
MMO	Observator mamifere marine
MMSCMD	Milioane de metri cubi standard pe zi
NMFS	Serviciul Național pentru Pescuitul Maritim
NOAA	Administrația Națională Oceanică și Atmosferică
NOS	Serviciul Național Oceanic
Pa	Pascal
PAM	Monitorizare acustică pasivă
pk	Vârf (de la zero la vârf)
pk-pk	De la vârf la vârf
DSP	Densitatea spectrală de putere
DPP	Deplasarea permanentă a pragului
rms	rădăcina medie pătrată
rpm	rotații pe minut



RSV	Navă de aprovizionare platformă
SEL	Nivel de expunere la zgomot
NPA	Nivelul presiunii acustice
TEG	Trietilenglicol
DTP	Deplasarea temporară a pragului
VSP	Profilare seismică verticală
WHP	Platforma de la gura sondei
WSDOT	Departamentul de Transport al Statului Washington
$\mu\text{Pa}^2\text{s}$	Micropascal la pătrat pe secundă
μPa	Micropascal

1 INTRODUCERE

1.1 Prezentare generală a proiectului

Black Sea Oil & Gas (BSOG) este titularul (împreună cu Petro Ventures Resources SRL și Gas Plus International BV) și operator al perimetrelor de prospecțiune, exploatare și dezvoltare petrolieră XIII Pelican, Zona B din Contract („XV Midia”), localizate pe platforma continentală română din Marea Neagră. Rezervoarele Ana și Doina se află în blocul XV Midia din partea de vest a Mării Negre, la aproximativ 110 km la est de Constanța, România; consultați Figura 2.1.

BSOG intenționează să dezvolte Proiectul pentru Dezvoltarea Gazelor Midia (MGD) pentru a produce și a procesa gazele care provin din descoperirile Ana și Doina și să îl direcționeze și să le exporte clienților din România și/sau UE. Prima dată de producție a gazelor planificată pentru câmpurile Ana și Doina în Trimestrul 2 din 2019.

Atât câmpurile Ana cât și Doina au un conținut ridicat de metan (> 99 moli %), cu agenți contaminanți minimi. Se preconizează că aceste câmpuri vor avea o durată totală de producție de 10 până la 15 ani, cu o capacitate de producție maximă estimată la 3.115 milioane metri cubi standard pe zi (MMSCMD). Această capacitate nominală este echivalentă cu o medie anuală de 2,83 MMSCMD.

Conceptul selectat este ilustrat în Figura 1.1 și descris mai jos.

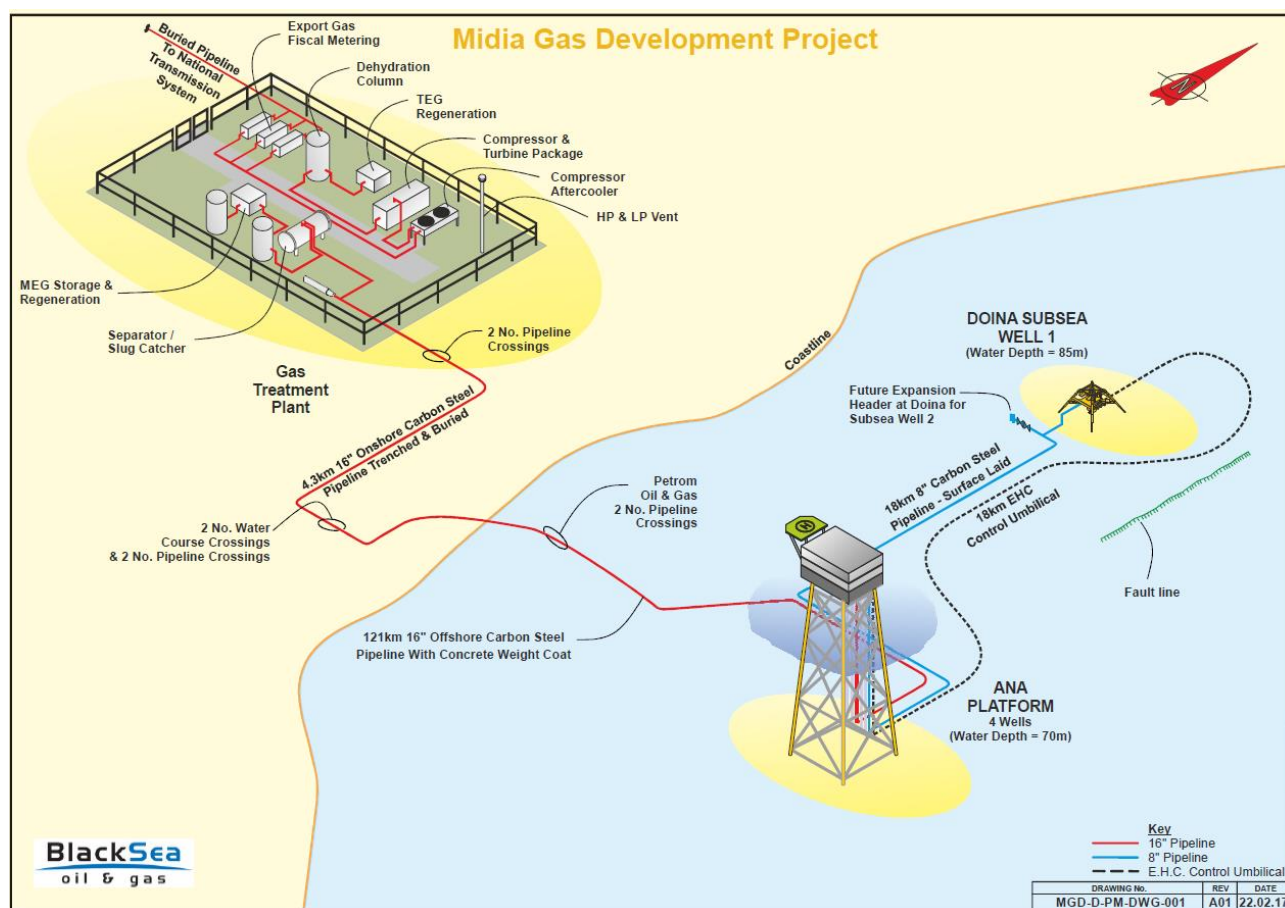


Figura 1.1 Conceptul ales pentru Dezvoltarea Gazelor Midia



Facilitățile necesare dezvoltării pot fi rezumate după cum urmează:

- > **Doina:** Până la 2 x sonde submarine, dispuse într-o înșiruire în lanț - sonde controlate prin intermediul unui punct central de control electric, hidraulic și chimic (EHC) de la platforma Ana. Dezvoltarea inițială este de 1 x sondă submarină la Doina.
- > **Conducta de la câmpul Doina la Ana:** conductă din oțel carbon de 8 inci, fără înveliș din beton, izolată continuu împotriva hidraților cu mono etilenă glicol (MEG).
- > **Ana:** Platformă la gura sondei (WHP), în mod normal fără echipaj, cu 4 x sonde pe platformă, rețele de țevi de capacitate nominală completă până la sondă, presiune la coloană cu sonda închisă, orificiu de ventilație rece, generarea energiei, depozitare de substanțe chimice și pompe de injecție pentru MEG, o platformă pentru elicopter, adăpost temporar, barcă de salvare, dotări pentru a permite instalarea temporară de dispozitive de primire PIG și lansare PIG, alte dotări minime.
- > **Conducta de la Ana la țărm:** conductă din oțel carbon de 16 inci, cu înveliș din beton pentru stabilitate, izolată continuu împotriva hidraților cu MEG.
- > **Traversarea plajei:** Pasaj forat prin plajă cu săparea unui șanț sau direcționare orizontală (se va decide potrivit motivelor de reglementare și cost înainte de aprobarea proiectului definitiv).
- > **Conducta instalației de tratare a gazelor de la plajă pe uscat:** Conductă din oțel carbon de 16 inci, cu săparea unui șanț și acoperită, izolată continuu împotriva hidraților cu MEG.
- > **Instalația de tratare a gazelor pe uscat:** dispozitiv de primire PIG, capcană/separator de melci, compresor acționat de o turbină unietațată (cu epurator și răcitor secundar răcit de aer), deshidratarea gazelor cu trietilenglicol (TEG), măsurare fiscală, regenerare și depozitare MEG, sală de control, generare energie, utilități, orificiu de ventilație rece.

Gazul produs din MGD va fi exportat către sistemul național de transport a gazelor.

Amplasarea generală a câmpului pentru MGD este ilustrată în Figura 1.2.

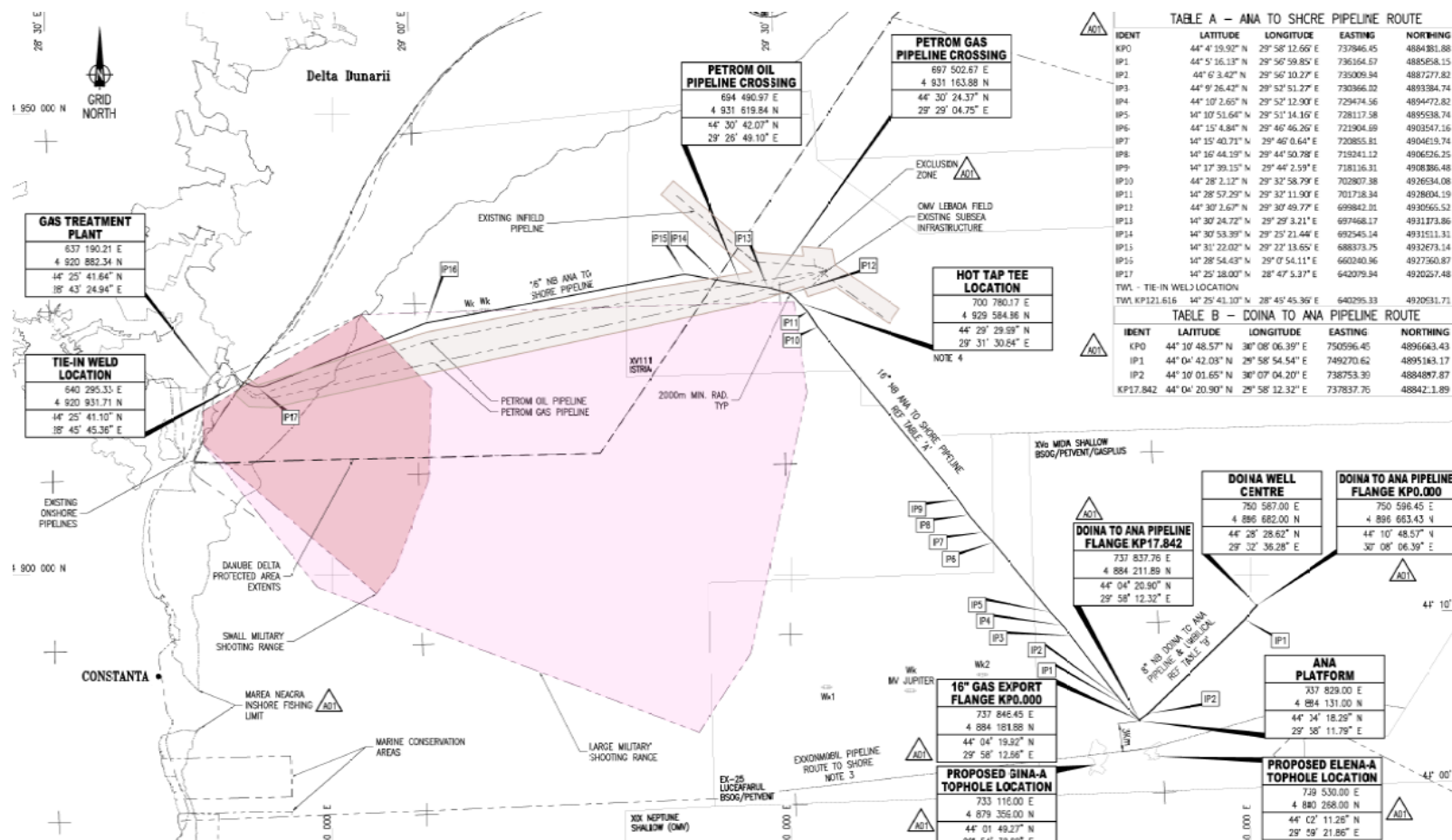


Figura 1.2 Amplasarea generală a câmpului pentru Dezvoltarea Gazelor Midia



1.2 Scopul modelării zgomotului subacvatic

În cadrul Proiectului MGD, BSOG intenționează să întreprindă un program de activități de foraj și construcții în larg care include operațiuni de instalare a izolației pentru WHP și instalarea unui sistem submarin de producție a gazelor și conducte de transport al gazelor (de la Doina la Ana și de la Ana la țărm).

A fost realizată o evaluare a zgomotului subacvatic generat de aceste activități de către Grupul Xodus, scopul fiind furnizarea de informații privind potențialul activităților generatoare de zgomot de a provoca prejudicii sau perturbări animalelor marine.

Rezultatele studiului vor fi utilizate pentru a documenta evaluările impactului asupra mediului (EIM) care sunt elaborate pentru proiectul MGD, atât pentru a îndeplini cerințele de autorizare din România, cât și ca parte a evaluării impactului asupra mediului și a impactului social (EIMS), realizate pentru a îndeplini cerințele instituțiilor financiare internaționale, în special cele ale Băncii Europene pentru Reconstrucție și Dezvoltare (BERD). Acest studiu nu este în sine o evaluare a impactului; acesta trebuie considerat a fi un exercițiu de evaluare a riscurilor care se va utiliza în susținerea cerințelor EIM/EIMS ale Proiectului MGD.

Liniile directoare relevante, precum cele emise de Societatea Financiară Internațională (IFC) pentru Standardul său de performanță 6 - Conservarea biodiversității și Managementul Durabil al Resurselor Naturale Vii și cele puse la dispoziție de Hardner *et al.* (2015), chiar dacă nu se referă în mod specific la zgomotul subacvatic, clarifică faptul că EIMS-urile trebuie să ia în considerare impactul potențial asupra biodiversității care rezultă din creșterea nivelurilor de zgomot și să identifice măsuri de atenuare atunci când este cazul. Liniile directoare privind mediul, sănătatea și siguranța (SSM) asociate dezvoltărilor petroliere și gaziere în larg ale Grupului Băncii Mondiale (Grupul Băncii Mondiale, 2015) enumeră generarea zgomotului (inclusiv cel subacvatic) ca fiind una dintre posibilele aspecte de mediu care trebuie considerate în cadrul unei evaluări comprehensive specifice unui proiect și în cadrul proiectului de management asociat. Îndrumări specifice pentru problemele de zgomot subacvatic din partea Grupului Băncii Mondiale (2015) sunt inclus în Secțiunea 3.3 a acestui raport.

1.3 Domeniul de aplicabilitate a modelării zgomotului subacvatic

Domeniul de aplicabilitate a modelării a fost documentat de activitățile de stabilire a aplicabilității EIMS pentru Proiectul MGD, incluzând un atelier pentru identificarea problemelor de mediu (ENVID); consultați, de exemplu, Raportul ENVID (Xodus, 2017a) și Raportul privind sfera de aplicabilitate EIMS (Xodus, 2017b). Accentul se pune pe cele mai semnificative activități generatoare de zgomot, care au potențial de impact asupra receptorilor sensibili.

Pe cale de consecință, studiul privind zgomotul subacvatic vizează elementele de construcție în larg ale Proiectului MGD la Ana (în special) și la Doina, incluzând baterea pilonilor pentru izolația WHP, utilizarea navelor de construcție și forarea sondelor platformei și a celor submarine. Este luată în considerare, de asemenea, instalarea conductelor în zona marină a proiectului.

Studiul oferă informații pentru a susține evaluarea impactului potențial asupra mamiferelor marine¹ și asupra peștilor. Folosind un model de propagare a zgomotului subacvatic, studiul estimează cele mai apropiate distanțe la care un mamifer marin sau un pește se poate apropia de sursa zgomotului înainte de debutul unor leziuni fiziologice sau unor schimbări de comportament. Sunt de asemenea luate în considerare utilizarea și eficacitatea măsurilor de atenuare.

Nu va exista niciun impact semnificativ al zgomotului subacvatic din exploatarea dezvoltării submarine la WHP Ana și Doina și, prin urmare, acesta nu a fost inclus în obiectul acestui studiu.

¹ În ceea ce privește mamiferele marine, studiul se concentrează în primul rând pe cetacee, datorită importanței acestora în zona proiectului. Nu există pinipede (foci) în sectoarele din Bulgaria, România și Ucraina ale Mării Negre și, prin urmare, pinipelele nu au fost incluse în obiectul acestui studiu. Vidra de râu este prezentă în vecinătatea generală a proiectului și, prin urmare, i s-a acordat o anumită atenție; totuși, aceasta este doar ocazional marină și nu călătorește mai mult de 1,5 km de țărm. Detalii suplimentare sunt prezentate în Secțiunea 2.



Pe baza domeniului de aplicare menționat mai sus, studiul include două categorii de zgomot:

- > Zgomot intermitent - o serie de sunete repetitive, cum ar fi cele de la operațiunile de batere a pilonilor; și
- > Zgomot continuu (ne-intermitent) - cum ar fi cel provenit de la nave și de la operațiunile de foraj.



2 SENSIBILITĂȚI DE MEDIU ÎN ZONA PROIECTULUI

2.1 Mamifere marine

În Marea Neagră există cinci specii de mamifere acvatice, dintre care patru sunt exclusiv marine: trei specii de cetacee, respectiv delfinul cu botul gros (*Tursiops truncatus ponticus*), delfinul comun (*Delphinus delphis ponticus*) și marsuinul (*Phocoena phocoena relicta*) și o specie de pinipedă, respectiv foca-călugăr (*Monachus monachus ssp. albiventer*). Foca-călugăr nu a mai fost observată în bazinul Mării Negre de peste 45 de ani. Cea de-a cincea specie de mamifere acvatice este vidra de râu europeană (*Lutra lutra*) ale cărei obiceiuri sunt doar ocazional marine și nu călătoresc mai mult de 1,5 km față de țărm.

Apele mării din România găzduiesc toate cele trei specii de cetacee despre care se știe că trăiesc în Marea Neagră: acestea fiind delfinul cu botul gros, delfinul comun și marsuinul. Fiecare este o subspecie endemică a speciei care se regăsește în altă parte în Europa.

Acțiunile de observare oportunistă și datele de monitorizare acustică pasivă au fost obținute în timpul unei campanii seismice asupra Blocului XV Midia în perioada cuprinsă între 13 mai și 23 iunie 2016, când au fost înregistrate observări zilnice de delfini cu botul gros și delfini comuni și ocazional de marsuin (Clubul oceanic, 2016a). Acțiunile de observare au inclus grupuri mixte alcătuite din adulți și exemplare tinere și doar grupuri de adulți; cetaceele au fost observate în timp ce se hrăneau/vâneau în mod activ. Acțiunile de observare oportunistă și datele de monitorizare acustică pasivă au fost obținute și în timpul unui studiu geofizic desfășurat în locația WHP Ana și de-a lungul traseelor conductelor de la Doina la Ana și de la Ana la țărm între 16 septembrie și 12 noiembrie 2016 (Clubul oceanic, 2016b, c). Pe parcursul acestui studiu, au fost înregistrate mai multe observații cu privire la toate cele trei specii de cetacee din Marea Neagră.

Cerința de performanță 6 a BERD - Conservarea biodiversității și Managementul Durabil al Resurselor Naturale VII, consideră următoarele ca fiind „caracteristici prioritare ale biodiversității”:

- > Speciile enumerate ca fiind vulnerabile pe Lista roșie a IUCN privind speciile amenințate a Uniunii Internaționale pentru Conservarea Naturii (IUCN);
- > Speciile enumerate pe listele naționale/regionale, cum ar fi Cartea Roșie de date a Mării Negre; și
- > Speciile enumerate în Anexa II la Directiva UE privind habitatele.

Toate cele trei specii de cetacee despre care se știe că locuiesc în apele românești sunt enumerate în Cartea Roșie de date a Mării Negre și se află pe Lista roșie privind speciile amenințate a IUCN. Delfinul cu botul gros și marsuinul sunt, de asemenea, enumerați ca specii cărora li se aplică Anexa II la Directiva UE privind habitatele.

Delfinul cu botul gros și delfinul comun sunt clasificați în tipul asociat auzului cu frecvență medie pentru cetacee (MF), în timp ce marsuinul este clasificat în categoria de frecvență înaltă (HF). Acest studiu de impact asupra zgomotului subacvatic ia în considerare toate tipurile de cetacee, dar pe baza celor de mai sus, accentul principal se pune pe cetaceele MF și HF.

Dovezile privind prezența vidrelor au fost observate în zonele de coastă de lângă mal, în apropierea zonei Proiectului MGD, de exemplu lângă iazurile de decantare ale Rafinăriei Rompetrol și între Balta Mare și Balta de Mijloc (RSK, 2013; Auditeco, 2016).

Există o serie de situri protejate în cadrul cărora se regăsește vidra de râu printre caracteristici protejate în imediata vecinătate sau în zona Proiectului MGD (în special traseul conductei în apropierea țărmului și pe uscat). Situl de interes comunitar (SCI) ROSCI0065 Delta Dunării este desemnat în parte pentru vidra de râu, care este enumerată ca fiind o specie inclusă atât în Anexa II din cadrul Directivei UE privind habitatele, cât și pe cale de dispariție în Cartea Roșie a Mării Negre. Așadar, există posibilitatea ca vidrele de râu să fie prezente în zona maritimă aflată foarte aproape de țărm, în raport de Proiectul MGD.

Este preconizat că potențialul de perturbare a vidrelor va fi luat în considerare în cadrul EIM-urilor realizate pentru uscat și larg. Deși astfel de perturbări ar putea apărea din cauza utilizării navelor de instalare a conductelor în zona de lângă țărm, se consideră că vidrele vor fi mai degrabă afectate de zgomotul transmis



prin aer și de perturbările generale din zonele de pe uscat/de pe plajă decât de zgomotul submarin, ca urmare a potențialului limitat de impact al zgomotului sub apă. Pentru vidre sunt disponibile doar date de audiogramă limitate.

2.2 Pești

Principalele specii de pești de interes sunt enumerate mai jos. Informațiile prezentate sunt în mare parte derivate din rapoartele elaborate de NMRID (2016) și RMRI (2016).

- > Șprotul (*Sprattus sprattus*) - o specie pelagică de coastă care se poate constitui în bancuri dense. Acesta petrece cea mai mare parte a iernii la adâncimi de apă de aproximativ 80-100 m. În aprilie-mai migrează spre apele de coastă și apoi vara, evitând temperaturile ridicate ale apei, migrează de pe coastă către zone din larg.
- > Calcanul (*Psetta maetotica*) - o specie demersală întâlnită pe funduri de mare nisipoase și stâncoase în ape cu o adâncime de până la 80 m. Primăvara (martie și aprilie), calcanul își părăsește locațiile de iernare și migrează către țărm, spre adâncimi de apă de 18-30m, pentru reproducere și hrănire. După perioada de reproducere (în jurul lunii iunie), adulții revin în apele mai adânci.
- > Hamsia (*Engraulis encrasicolus*) - o specie de coastă pelagică și care se constituie în bancuri. Se regăsește în toată Marea Neagră și efectuează migrații neregulate de la zonele din larg spre coastă și invers, în funcție de condițiile termice și de hrană.
- > Stavridul (*Trachurus mediterraneus ponticus*) - o specie migratoare pelagică, trăind în bancuri mari. Vara, bancurile de stavrizi efectuează migrații neregulate de la zonele din larg spre țărm și invers, în funcție de temperatura apei, de vânt, de salinitate. Apariția stavridului pe coasta românească este strâns legată de încălzirea apei la 14 °C, care de obicei are loc la sfârșitul lunii mai.
- > Bacaliarul (*Merlangius merlangus euxinus*) - o specie demersală de apă rece prezent în ape cu adâncimi de 10 la 130 m. Primăvara și toamna această specie este prezentă de-a lungul coastei, în timp ce vara aceasta migrează în larg. Reproducerea are loc în lunile de iarnă (decembrie - martie).
- > Lufărul (*Pomatomus saltatrix*) - o specie pelagică marină care trăiește în ape cu adâncimi de 200 m și mai puțin. Este frecvent întâlnit în Marea Mediterană, Marea Neagră, precum și în Atlanticul de Est, din Portugalia în Africa de Sud. În Marea Neagră, această specie migrează spre coastă în lunile de vară (începând cu luna mai), iar reproducerea are loc între lunile iunie și august.
- > Chefalul (reprezentanți a familiei *Mugilidae*) - o specie care trăiește în ape cu adâncime mică, în bancuri, regăsindu-se în mod frecvent prin zonele calde și blânde ale Mării Negre. Reproducerea are loc între iunie și octombrie, în ape cu adâncimi maxime de 60-80 m.
- > Câinele de mare (*Squalus acanthias*) - o specie care trăiește în bancuri în larg, în special în timpul perioadei sale de reproducere. Acesta se întâlnește mai ales în apele de pe fund, la adâncimi de 70-80 m, uneori până la 120 m. Se reproduce primăvara, când adulții migrează spre coastă. Iarnă și vară, rechinul se odihnește la adâncimi de 30-90m, sub termoclin.

Barbunul roșu (*Mullus barbatus ponticus*) a fost, de asemenea, înregistrat în timpul studiilor de mediu comandate de BSOG în zona Proiectului MGD. Această specie este clasificată „Pe cale de dispariție” în Marea Neagră de către IUCN și este enumerată în Cartea Roșie de date a Mării Negre. Gobii au fost înregistrați, de asemenea, în timpul studiilor, dar nu a fost posibilă identificarea acestora din materialul filmat obținut în timpul studiilor de mediu sau pentru stabilirea apartenenței acestora, respectiv dacă făceau parte din speciile incluse în Cartea Roșie de date a Mării Negre și enumerate ca fiind pe cale de dispariție în Marea Neagră în general (*Gobius bucchichi* și *G. cobitis*).



3 CADRUL LEGISLATIV ȘI POLITICA

3.1 Directiva CE privind habitatele (92/43/CEE)

Principala legislație cuprinzătoare în ceea ce privește protecția mamiferelor marine este Directiva CE privind habitatele (92/43/CEE). Această Directivă enumeră toate cetaceele în Anexa IV (transformându-le în Specie europeană protejată, EPS) și enumeră marsuinul și delfinii cu botul gros în Anexa II (cerând să fie desemnate Zone speciale de conservare pentru aceste specii). Anexa IV prevede evaluări periodice ale stării de conservare care acoperă abundența, distribuția și presiunile și amenințările cu care se confruntă. Cetaceelor li se acordă protecție juridică împotriva (printre altele) rănirii, ucideri sau perturbării, după cum urmează:

„Articolul 12

1. Statele membre iau măsurile necesare pentru a institui un sistem de protecție riguroasă a speciilor de animale enumerate în Anexa IV (a) în aria lor de extindere, interzicând:

- (a) orice formă de capturare sau ucidere deliberată a specimenelor din aceste specii în natură;
- (b) perturbarea deliberată a speciilor respective, în special în timpul perioadei de reproducere, cuibărire, hibernare și migrare;
- (c) distrugerea deliberată sau culegerea ouălor din natură;
- (d) deteriorarea sau distrugerea ariilor de reproducere sau de odihnă.

Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2007 privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice transpune Directiva 92/43/CEE privind habitatele ca urmare a aderării Bulgariei și României.

3.2 Ghidul metodologic ACCOBAMS: Îndrumări privind măsurile de atenuare a zgomotului subacvatic

Legea nr. 91/2000 pentru ratificarea Acordului privind conservarea cetaceelor din Marea Neagră, Marea Mediterană și din zona contiguă a Atlanticului (ACCOBAMS) semnifică faptul că se așteaptă ca, acolo unde există un potențial de vătămare sau perturbare a cetaceelor care poate fi demonstrat, sunt respectate îndrumările ACCOBAMS privind atenuarea acestuia.

Măsurile exacte de atenuare se referă la trei faze ale proiectului, astfel cum este detaliat mai jos; acestea sunt sugerate pentru operațiunile de batere a pilonilor:

- > Faza de planificare
 - Se va lua în considerare adoptarea de tehnologii alternative;
 - Se va planifica cea mai mică putere practicabilă la sursă;
 - Se va examina prezența cetaceelor în perioadele anticipate pentru operațiuni și se vor efectua sau se vor finanța cercetări în acest sens acolo unde nu există informații sau acestea sunt necorespunzătoare;
 - Se vor selecta perioadele cu sensibilitate biologică scăzută;
 - Se va folosi modelarea propagării sunetului pentru a defini dimensiunea zonei de excludere.
- > Proceduri de atenuare în timp real
 - Se vor utiliza dispozitive de atenuare acustică înainte de începerea lucrului;
 - Se va utiliza protocolul de monitorizare vizuală (respectiv, se vor folosi Observatori de mamifere marine (MMO) instruiți);



- Un MMO desemnat special și independent va trebui să urmărească Zona de excludere (EZ) timp de 30 de minute înainte de a începe procedura de pornire graduală (120 de minute pentru speciile extrem de sensibile);
- Procedura de pornire graduală va trebui amânată dacă cetaceele intră în EZ;
- Se va asigura o supraveghere continuă pe întreaga durată a emisiei de zgomot;
- Activitatea trebuie oprită (sau încetinită) dacă cetaceele intră în EZ;
- În cazul opririi zgomotului, o nouă supraveghere de 30 de minute trebuie asigurată fără animale în EZ înainte de reluarea emisiilor de zgomot (120 de minute pentru speciile extrem de sensibile).
- Se va utiliza protocolul de monitorizare acustică (respectiv se va utiliza Monitorizarea acustică pasivă (PAM));
 - Monitorizarea acustică trebuie utilizată pentru a alerta MMO în legătură cu prezența cetaceelor;
 - Monitorizarea acustică continuă trebuie realizată pe întreaga durată a emisiei de zgomot;
 - Dacă activitățile sunt realizate pe timp de noapte sau în condiții meteorologice nefavorabile, monitorizarea acustică trebuie utilizată ca instrument principal de monitorizare;
 - În astfel de condiții, emisiile de zgomot trebuie oprite sau încetinite, dacă apar detectări acustice ale cetaceelor.
- Se va utiliza protocolul de pornire graduală.
 - Emisiile de zgomot trebuie să înceapă la putere redusă, crescând gradual până la atingerea puterii totale;
 - Procedura de pornire graduală trebuie să aibă o durată de cel puțin 20 de minute.

> După activitate

- Raportarea detaliată a atenuării în timp real.

În general, întreaga gamă de recomandări de mai sus se aplică surselor de zgomot intermitent, cum ar fi studiile seismice și baterea pilonilor și reprezintă practica standard în industrie. Atât ACCOBAMS, cât și Liniile directe ale Băncii Mondiale (descrise mai jos) se referă la protocoalele elaborate de Comitetul Mixt pentru Conservare Naturii din Marea Britanie (JNCC), care au fost aplicate pe scară largă. Acestea au fost elaborate inițial pentru studiile seismice (actualizate cel mai recent în JNCC, 2017) și au fost adaptate ulterior pentru a se aplica pentru baterea pilonilor (JNCC, 2010). Deși motivarea inițială era să ofere măsuri de atenuare a baterii pilonilor în timpul construirii unui parce eolian în larg, acest protocol a fost aplicat și altor industrii din mediul marin care utilizează operațiunea de batere a pilonilor.

Utilizarea de măsuri cum ar fi pornirea graduală sau zonele de excludere nu se aplică de regulă surselor de zgomot continuu (ne-intermitent), cum ar fi forajul sau activitatea navelor. Cu toate acestea, în funcție de nivelul de risc, măsurile de atenuare care se referă la, de exemplu, planificarea și durata activităților pot fi incluse în faza de planificare.

3.3 Liniile directe ale Grupului Băncii Mondiale

Grupul Băncii Mondiale (2015) prezintă un rezumat al aspectelor SSM asociate dezvoltărilor petroliere și gaziere în larg, alături de recomandări pentru gestionarea acestora. Sunt prevăzute următoarele îndrumări cu privire la zgomot:

„Activitățile de dezvoltare petrolieră și gazieră în larg care generează zgomot includ operațiunile seismice, forajul și activitățile de producție, instalarea structurilor în larg și aproape de țărm (în special direcționarea



pilonilor), activitățile de construcție de dezafectare și traficul marin. Zgomotul generat de activitățile din larg (în special de operațiunile seismice) poate afecta temporar păsările și mamiferele marine în grade diferite, în funcție de puterea zgomotului, de speciile locale prezente și de distanța față de sursă.

Parametrii de mediu care determină propagarea sunetului în mare sunt specifici locației, iar diferite specii ale vieții marine au sensibilități diferite de auz în funcție de frecvență. Trebuie realizată o evaluare a impactului pentru (i) a identifica unde și/sau când sunetul antropic are potențialul de a genera efecte semnificative și (ii) a determina ce măsuri de atenuare, dacă este cazul, sunt adecvate."

Liniile directe au recomandat următoarele măsuri pentru a reduce riscul impactului sonor puternic asupra speciilor marine (rețineți că recomandările care se aplică exclusiv studiilor seismice sau altor studii acustice sunt omise aici):

- > „Identificarea zonelor sensibile pentru viața marină, cum ar fi hrănirea, reproducerea, fățarea și locurile de depunere a icrelor;
- > Planificarea studiilor seismice și a activităților de construcție în larg astfel încât să se evite perioadele sensibile ale anului;
- > Identificarea zonelor de pescuit și reducerea perturbărilor prin programarea studiilor seismice și a activităților de construcție în perioade mai puțin productive ale anului, acolo unde este posibil;
- > Dacă se preconizează prezența unor specii sensibile în zonă, se monitorizează prezența acestora folosind observatori experimentați înainte de debutul activităților care generează sunet cu potențialul de a produce efecte negative și se va continua monitorizarea pe tot parcursul programului seismic sau al construcției;
- > Atunci când se observă mamifere marine care se adună aproape de zona activităților planificate, pornirea studiului seismic sau construcția trebuie să înceapă la cel puțin 500 de metri distanță;
- > Dacă mamiferele marine sunt văzute la o distanță de 500 de metri față de zona seismică sau zona de construcție propusă, se va amâna începerea activităților seismice sau de construcție până la îndepărtarea acestora, permițând timp suficient după ultima observare;
- > Se vor folosi proceduri de pornire graduală - denumite și de creștere sau accelerare graduală - în zonele în care este cunoscută prezența activității mamiferelor marine. Acestea implică o creștere graduală a presiunii acustice până la niveluri operaționale totale;
- > Pentru baterea piloților, se vor utiliza ciocane vibratoare, perdele cu bule de aer (limitate sau nelimitate), piloți temporari de atenuare a zgomotului, bariere de material textil umplute cu aer și piloți izolați sau batardouri, dacă este cazul.

4 CONCEPTE ȘI TERMINOLOGIE ACUSTICĂ

Sunetul călătorește prin apă sub formă de vibrații ale particulelor de fluid într-o serie de unde de presiune. Undele cuprind o serie de compresii (variații de presiune pozitivă) și rarefacții (fluctuații de presiune negativă) alternante. Deoarece sunetul constă în variații de presiune, unitatea pentru măsurarea sunetului este exprimată de obicei printr-o unitate de presiune, pascalul (Pa). Unitatea folosită de regulă pentru a descrie sunetul este decibelul (dB) și, în cazul sunetului subacvatic, unitatea de referință este luată ca 1 μPa , în timp ce sunetul transmis prin aer este de obicei desemnat la o presiune de 20 μPa . Pentru a face conversia de la un nivel al presiunii acustice de 20 μPa la unul raportat la 1 μPa , trebuie adăugat un factor de $20 \log(20/1)$, respectiv 26 dB la valoarea din urmă. Astfel, o presiune acustică de 60 dB re 20 μPa este aceeași cu cea de 86 dB re 1 μPa , deși trebuie să se acorde atenție și atunci când se face conversia de la nivelurile de zgomot din aer la cel din apă considerând vitezele diferite ale sunetului și densitățile celor două medii, ceea ce are ca rezultat un factor de conversie de 62 dB. Toate nivelurile de presiune acustică subacvatică din acest raport sunt descrise în dB re 1 μPa . În apă, puterea sursei acustice este definită prin nivelul presiunii acustice în dB re 1 μPa , raportat la o distanță reprezentativă de 1 m față de o sursă de puncte (infinat de mică) presupusă. Acest lucru permite calcularea nivelurilor de sunet în câmpul îndepărtat. Pentru sursele mari distribuite, nivelul efectiv al presiunii acustice în câmpul apropiat va fi mai mic decât cel preconizat.

Există mai mulți descriptori folosiți pentru a caracteriza o undă acustică. Diferența dintre cea mai mică variație de presiune (rarefacție) și cea mai mare variație de presiune (compresie) este nivelul de presiune acustică de la vârf la vârf (sau pk-pk). Diferența dintre cea mai mare variație (fie pozitivă sau negativă) și presiunea medie se numește nivelul de presiune de vârf. În cele din urmă, nivelul presiunii acustice medii pătrate (rms) este utilizat ca o descriere a amplitudinii medii a variațiilor de presiune într-un anumit interval de timp. Aceste descrieri sunt ilustrate sub formă grafică în Figura 4.1.

Nivelul presiunii acustice (NPA) este definit după cum urmează:

$$SPL_{rms} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p^2}{p_{ref}^2} \right) dt \right)$$

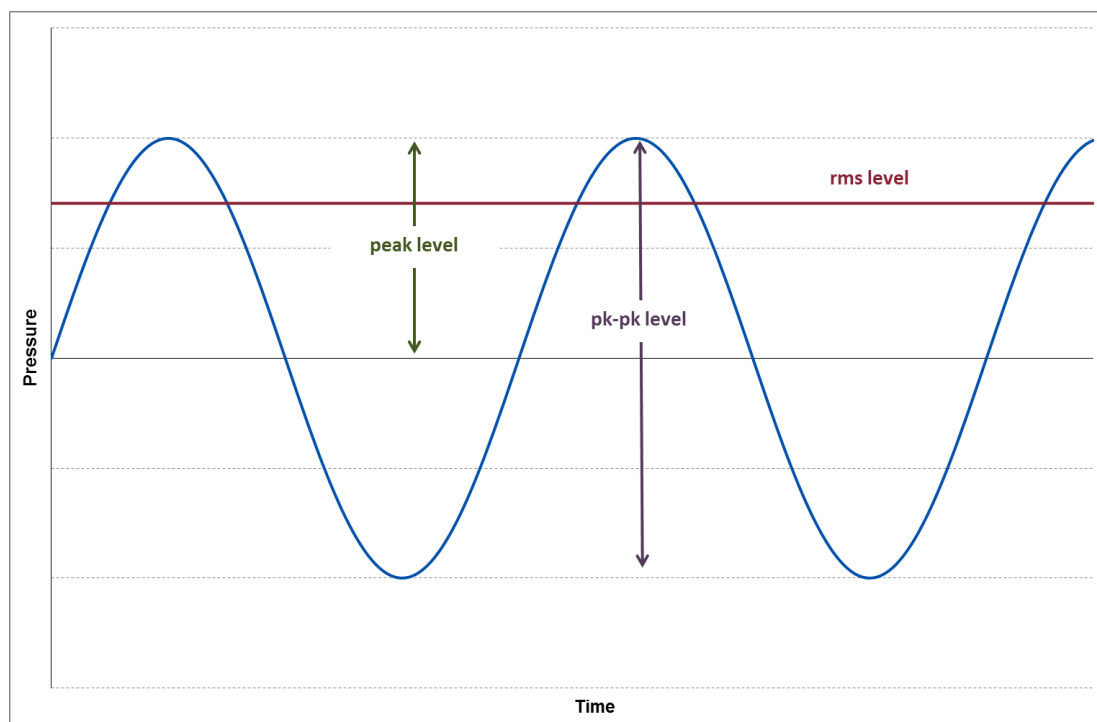


Figura 4.1 Reprezentarea grafică a descriptorilor de undă acustică

O altă măsură utilă a sunetului folosit în acustica subacvatică este Nivelul de expunere la zgomot sau SEL. Acest descriptor este utilizat ca o măsură a energiei sonore totale a unui eveniment sau a unei serii de evenimente (ex. pe parcursul unei zile) și este normalizat la o secundă. Acest lucru permite ca energia acustică totală conținută în evenimentele care durează o perioadă diferită de timp să fie comparată pe principii de asemănare. Istoric, s-a făcut uz în principal de indicatorii metrici ai nivelului de presiune acustică rms și de vârf pentru a evalua efectele potențiale ale sunetului asupra vieții marine. Cu toate acestea, SEL se utilizează tot mai mult întrucât permite ca durata expunerii și efectul expunerii la mai multe evenimente să fie luate în considerare. SEL se definește după cum urmează:

$$SEL = 10 \log_{10} \left(\int_0^T \left(\frac{p^2(t)}{p_{ref}^2 t_{ref}} \right) dt \right)$$

Frecvența sau înălțimea sunetului reprezintă viteza la care aceste oscilații apar și se măsoară în cicluri pe secundă sau Hertz (Hz). Atunci când sunetul este măsurat într-o modalitate care aproximează modul în care o persoană l-ar percepe utilizând un filtru de ponderare A pe un sonometru, nivelul rezultat este descris în valori de dBA. Cu toate acestea, abilitățile de auz ale mamiferelor marine și ale peștilor nu sunt identice cu cele ale oamenilor, mamiferele marine auzind pe o gamă mai largă de frecvențe, peștii de regulă pe o gamă de frecvențe de regulă mai mici și ambele cu sensibilități diferite. Prin urmare, este important să înțelegem modul în care auzul unei specii variază pe întreaga gamă de frecvențe, pentru a evalua efectele sunetului asupra vieții marine. Pe cale de consecință, se pot utiliza scale de ponderare a frecvenței pentru a determina nivelul sunetului în comparație cu reacția auditivă a animalului în cauză. O comparație între curbele tipice de reacție auditivă pentru pești, oameni și mamifere marine este prezentată în Figura 4.2. Merită menționat faptul că pragurile de auz sunt uneori afișate ca audiograme cu un nivel acustic pe axa y mai degrabă decât sensibilitatea, rezultând în forma grafică fiind inversul graficului ilustrat. De asemenea, merită menționat faptul că unii pești sunt sensibili mai degrabă la viteza particulelor decât la presiune, deși insuficiența datelor cu privire la nivelul de viteză al particulelor pentru sursele de zgomot antropoc înseamnă că este adesea imposibil de cuantificat acest efect.

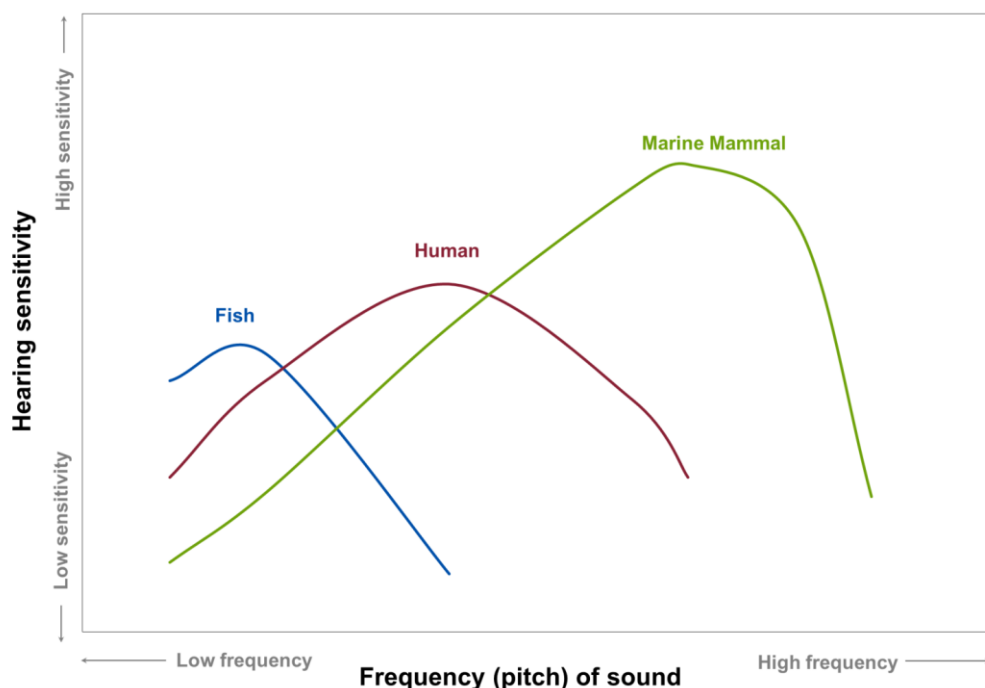


Figura 4.2 Comparație între pragurile de auz ale diferitelor animale marine și ale oamenilor



5 PRAGURI PENTRU EVALUAREA EFECTELOR SUNETULUI ASUPRA ANIMALELOR MARINE

5.1 Introducere

Zgomotul subacvatic are potențialul de a afecta viața marină în diferite moduri, în funcție de nivelul și de caracteristicile sale de zgomot. Richardson *et al.* (1995) au definit patru zone de influență a zgomotului care variază în funcție de distanța față de sursă și de nivel. Acestea sunt:

- > Zona de audibilitate: Aceasta este zona în care animalul poate detecta sunetul. Audibilitatea în sine nu înseamnă implicit că sunetul va avea un efect asupra mamiferului marin.
- > Zona de mascare: Aceasta este definită ca fiind zona în care zgomotul poate interfera cu detectarea altor sunete, cum ar fi clicurile de comunicare sau ecolocație. Această zonă este foarte greu de estimat din cauza insuficienței de date cu privire la modul în care mamiferele marine detectează sunetul în raport de nivelurile de mascare (de exemplu, oamenii pot auzi tonuri cu mult sub valoarea numerică a nivelului total de zgomot).
- > Zona de reacție: Aceasta este definită ca fiind zona în care animalul reacționează comportamental sau fiziologic. Zona de reacție este de regulă mai mică decât zona de audibilitate, deoarece, după cum s-a menționat anterior, audibilitatea nu determină neapărat o reacție.
- > Zona de vătămare/pierdere a auzului: aceasta este zona în care nivelul de sunet este suficient de mare pentru a provoca leziuni la nivelul țesuturilor în mecanismul auditiv al mamiferelor. Acest lucru poate fi clasificat fie ca deplasare temporară a pragului, fie ca deplasare permanentă a pragului. La intervale chiar mai apropiate și pentru surse de sunet cu intensitate foarte mare (ex. explozii subacvatice), este posibilă trauma fizică sau chiar decesul.

Pentru acest studiu, sunt îngrijorătoare zonele de vătămare și perturbare (respectiv reacția); nu există dovezi științifice suficiente pentru a evalua în mod corespunzător mascarea, iar tipul și amplitudinea sunetului de la dezvoltare nu este suficient de mare pentru a provoca decesul. Pentru a determina potențialul interval de spațiu de vătămare și perturbare, a fost realizată o revizuire a dovezilor disponibile, incluzând liniile directoare naționale și internaționale și literatura științifică. Secțiunile ce urmează rezumă pragurile relevante pentru debutul efectelor și descriu baza de dovezi utilizată pentru a le determina.

5.2 Mamifere marine

5.2.1 Vătămarea mamiferelor marine

Se pot construi modele de propagare a sunetului care să permită calcularea nivelului de zgomot recepționat la distanțe diferite de la o sursă. Pentru a determina consecințele acestor niveluri recepționate asupra mamiferelor marine care s-ar putea confrunța cu astfel de emisii de zgomot, este necesar să se raporteze nivelurile la pragurile de impact cunoscute sau estimate.

Prima examinare aprofundată a studiilor privind expunerea la zgomot a mamiferelor marine care a încercat să definească pragurile de expunere la zgomot a fost realizată de Southall *et al.* (2007). Examinarea a încercat să ofere îndrumări privind gravitatea probabilă a reacțiilor mamiferelor marine la zgomotul antropic, în funcție de nivelul sunetului recepționat și de tipul sunetului. Criteriile de vătămare propuse de Southall *et al.* (2007) s-au bazat pe o combinație de niveluri de presiune de vârf liniară (respectiv ne-ponderată) și niveluri de expunere a sunetului (SEL) ponderat (M-ponderat) pentru auzul mamiferelor. Funcția de ponderare M este concepută pentru a reprezenta lățimea de bandă pentru fiecare grup în cadrul căruia expunerile acustice pot avea efecte auditive. Categoriile includ:

- > Cetacee cu frecvență redusă (LF), respectiv specii de mamifere marine cu un spectru funcțional de percepție sonoră estimat în intervalul 7 Hz - 22 kHz;
- > Cetacee cu frecvență medie (MF), respectiv specii de mamifere marine cu un spectru funcțional de percepție sonoră estimat în intervalul 200 Hz – 160 kHz;

- > Cetacee cu frecvență înaltă (HF), respectiv specii de mamifere marine cu un spectru funcțional de percepție sonoră estimat în intervalul 200 Hz – 180 kHz și
- > Pinipelele din apă - vidrele au un spectru de percepție sonoră asemănător cu focile (în special pinipelele otariide), deși sensibilitatea lor generală la sunetele subacvatice este redusă comparativ cu focile, mai ales la frecvențe joase.

Curbele de ponderare M sunt ilustrate grafic în Figura 5.1.

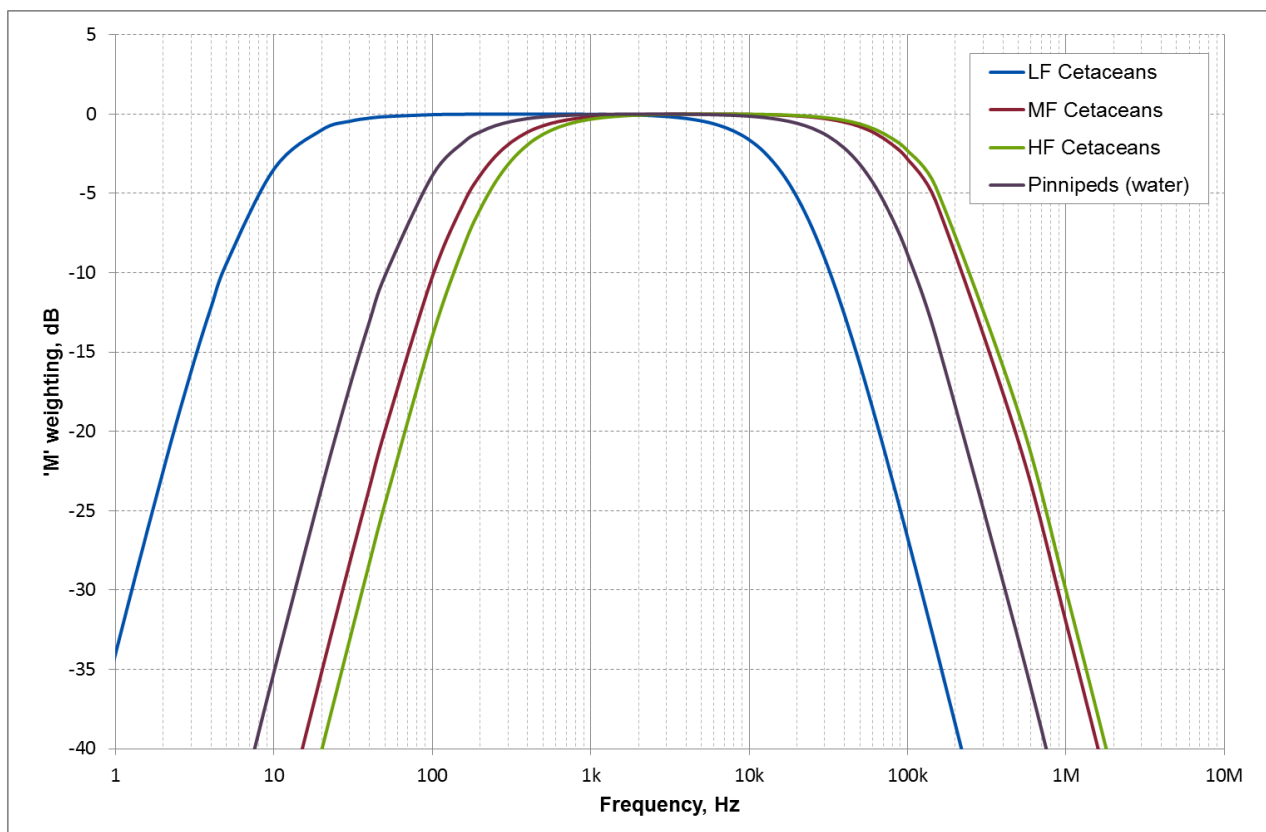


Figura 5.1 Funcțiile de ponderare M pentru pinipele și cetacee în apă (LF = frecvență redusă, MF = frecvență medie, HF = frecvență înaltă (Southall et al., 2007))

Criteriile de vătămare elaborate de Southall *et al.* (2007) s-au bazat pe trei tipuri diferite de sunet:

- > Sunet în impulsuri multiplu - un sunet care cuprinde două sau mai multe evenimente acustice discrete pe o perioadă de 24 de ore, cum ar fi baterea pilonilor de impact, activitățile seismice;
- > Sunet cu impuls unic - un singur eveniment acustic în orice perioadă de 24 de ore, cum ar fi o explozie subacvatică; și
- > Sunet continuu - sunet nepulsator, cum ar fi utilajele care funcționează în mod continuu sau operațiunile de foraj.

Criteriile relevante propuse de Southall *et al.* (2007) pentru evaluarea potențialului de deplasare permanentă a pragului ca urmare a sunetelor în impulsuri multiple și unice sunt un nivel de presiune maximă ne-ponderat de 230 dB re 1 μ Pa și un SEL cu ponderare M de 198 dB re 1 μ Pa²s pentru toate cetaceele. Criteriile pentru pinipele sunt un nivel de presiune de vârf ne-ponderat de 218 dB re 1 μ Pa și un coeficient SEL ponderat M de 186 dB re 1 μ Pa²s. Aceste valori ale criteriilor de vătămare sunt derivate din valorile pentru declanșarea deplasării temporare a pragului (DTP) cu o toleranță suplimentară de +6 dB pentru sunetul de vârf și +15 dB pentru SEL pentru a estima potențialul de declanșare permanentă a pragului (DPP).

Lucrările lui Southall au fost foarte influente și au constituit baza multor evaluări ale impactului asupra mediului și a studiilor științifice realizate de la publicarea acestora. Mai recent, Administrația Națională Oceanică și Atmosferică (NOAA) din SUA și-a actualizat criteriile de expunere la zgomot pentru mamiferele marine pentru a reflecta progresele recente din domeniu (Memorandumul Tehnic NMFS-OPR-55, iulie 2016).

NMFS-OPR-55 furnizează îndrumări tehnice pentru evaluarea efectelor sunetului antropic asupra auzului speciilor de mamifere marine aflate sub jurisdicția Serviciului Național pentru Pescuitul Maritim (NMFS) și a fost finalizat în colaborare cu Oficiul Serviciului Național Oceanic (NOS) al Sanctuarelor Naționale Marine. În mod specific, acesta identifică nivelurile recepționate sau pragurile acustice la care se presupune că mamiferele marine individuale vor resimți modificări în sensibilitatea auditivă la expunerea acută, incidentală la toate sursele sonore antropice subacvatice. Documentul de orientare este destinat a fi utilizat de către dezvoltatori și de către părțile interesate pentru a determina dacă și cum se așteaptă ca activitățile acestora să aibă ca rezultat impactul asupra auzului mamiferelor marine prin expunere acustică.

Acesta afirmă că pragurile acustice prezentate nu reprezintă întreaga analiză a efectelor, ci mai degrabă servesc ca un instrument printre altele (ex. praguri de impact asupra comportamentului, evaluări de mascare auditivă, evaluări pentru a ajuta la înțelegerea efectelor oricărui impact asupra sănătății unui individ, evaluări ale populației etc.), pentru a ajuta la evaluarea efectelor unei acțiuni propuse.

În absența liniilor directe locale în țară, pragurile acustice subacvatice pentru declanșarea deplasărilor permanente a pragului pentru cetacee și pinipede otariide (utilizate aici pentru a furniza informații relevante pentru vidre) s-au bazat pe această ultimă cercetare care s-a dezvoltat pe baza activității desfășurate de Southall *et al.* Pragurile din Memorandumul Tehnic NOAA NMFS-OPR-55, iulie 2016 sunt prezentate în Tabelul 5.1.

Grup de mamifere marine	Tipul sunetului	Criterii de vătămare	
		Presiune de vârf, dB re 1 μPa^2	SEL cumulativ ³ , dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (M-ponderat)
Cetacee cu frecvență redusă	Impulsuri unice sau multiple - de ex. intermitent	219	183
	Ne-intermitent, ex. sunet continuu	-	199
Cetacee cu frecvență medie	Impulsuri unice sau multiple - de ex. intermitent	230	185
	Ne-intermitent, ex. sunet continuu	-	198
Cetacee cu frecvență înaltă	Impulsuri unice sau multiple - de ex. intermitent	202	155
	Ne-intermitent, ex. sunet continuu	-	173
Pinipede focide (subacvatice)	Impulsuri unice sau multiple - ex. intermitent	218	185
	Ne-intermitent, ex. sunet continuu	-	201
Pinipede otariide ⁴	Impulsuri unice sau multiple - ex. intermitent	232	203

² Presiunea de vârf a sunetului nu trebuie să fie ponderată în intervalul auditiv generalizat

³ Perioada de acumulare recomandată este de 24 de ore

⁴ Nota NOAA specifică faptul că vidrele de mare se încadrează în categoria otariide, respectiv sunt mai puțin sensibile decât pinipele focide la zgomotul subacvatic, care este inclus aici pentru a ajuta la înțelegerea riscului pentru vidrele de râu (care sunt mai puțin acvatice decât vidrele de mare).

(subacvatic)	Ne-intermitent, ex. sunet continuu	-	219
--------------	------------------------------------	---	-----

Tabelul 5-1 Criterii sugerate pentru mamiferele marine pentru debutul vătămarilor (în decurs de 24 de ore)

Studiul a identificat cetaceele MF și HF ca fiind singurele mamifere marine care locuiesc în Marea Neagră în zona din jurul MGD. Criteriile cheie utilizate în acest studiu sunt indicate cu caractere aldine. Trebuie menționat faptul că pentru zgomotul intermitent, criteriile SEL cumulative pentru cetaceele HF sunt mult mai oneroase decât limita cetaceelor MF, respectiv 155 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (ponderare M) comparativ cu 185 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

5.2.2 Perturbarea mamiferelor marine

Perturbarea semnificativă poate avea loc atunci când există riscul ca un grup semnificativ de animale să sufere o perturbare susținută sau cronică a comportamentului sau să fie deplasate dintr-o zonă, iar redistribuirea ulterioară să fie semnificativ diferită față de cea care are loc din cauza variațiilor naturale.

Pentru a lua în considerare posibilitatea perturbării care rezultă din operațiunile de foraj și de construcție propuse, este necesar să se ia în considerare atât posibilitatea ca sunetul să provoace perturbări, cât și probabilitatea ca receptorii sensibili (mamiferele marine) să fie expuși la sunetul respectiv. Southall *et al.* (2007) a recomandat că singurul mod fezabil pentru a evalua dacă un anumit sunet ar putea provoca perturbări este compararea circumstanțelor situației cu studii empirice. Cu cât reacția este mai severă pe scară, cu atât este mai mică durata de timp pe care animalele o pot tolera înainte de a exista efecte negative semnificative asupra funcțiilor vieții, ex. un scor de 5 sau mai mare pe scara de gravitate a reacției comportamentale Southall ar putea fi semnificativ

Southall *et al.* (2007) prezintă un rezumat al reacțiilor comportamentale observate pentru diferite grupuri de mamifere expuse la diferite tipuri de zgomot (impuls unic, impulsuri multiple și nepulsator).

Pentru un sunet nepulsator continuu (ex. nave, foraj etc.), nivelul cel mai scăzut al presiunii acustice la care se înregistrează un scor de 5 sau mai mare pentru cetaceele cu frecvență medie este de 90-100 dB re 1 μPa (rms); totuși, acest caz s-a înregistrat pentru un mamifer (un cașalot) și, prin urmare, nereprezentativ pentru grupul său. Pentru delfinul comun, s-a înregistrat un scor de reacție de 3 pentru nivelurile recepționate de 110 - 120 dB re 1 μPa (rms), fără să se fi înregistrat un scor de gravitate mai mare. Pentru cetaceele cu frecvență înaltă, se înregistrează câteva specimene cu un scor de reacție de 5 la niveluri de până la 80 dB re 1 μPa (rms) și mai ridicate. Există o creștere semnificativă a numărului de mamifere care răspund la un scor de reacție de 6 după ce nivelul de presiune acustică recepționat este mai mare de 140 dB re 1 μPa (rms).

Pentru sunetul cu impulsuri multiple, aplicabil pentru operațiunile de batere a pilonilor atunci când zgomotul este provocat de lovituri individuale de ciocan în partea superioară a pilonului, aceste seturi de date conțin date relevante pentru cetaceele cu frecvență redusă; nu există seturi de date puternice pentru cetaceele cu frecvență medie sau frecvență înaltă. S-a observat că cetaceele cu frecvență redusă, în afară de balena boreală, reacționează în mod tipic în mod semnificativ la un nivel de recepție de 140-160 dB re 1 μPa (rms). Modificările comportamentale la aceste niveluri în timpul mai multor impulsuri ar putea include reacția vizibilă de tresărire, încetarea prelungită sau modificarea comportamentului vocal, încetarea pe termen scurt a comportamentului reproductiv sau separarea scurtă / minoră a femelelor și a puilor. Datele disponibile pentru cetaceele cu frecvență medie indică faptul că o anumită reacție semnificativă a fost observată la un nivel de presiune acustică de 120-130 dB re 1 μPa (rms), deși majoritatea cetaceelor din această categorie nu au prezentat comportamente de această gravitate până când nu au fost expuse la un nivel de 170 - 180 dB re 1 μPa (rms). Totodată, s-a observat că alte cetacee cu frecvență medie din cadrul aceluiași studiu nu au avut nicio reacție comportamentală nici chiar atunci când au fost expuse la un nivel de 170-180 dB re 1 μPa (rms).

Southall *et al.* (2007) remarcă faptul că, din cauza incertitudinii cu privire la capacitatea cetaceelor cu frecvență înaltă de a percepe anumite sunete și din cauza insuficienței de date, nu a fost posibil să se prezinte date în ceea ce privește reacțiile cetaceelor cu înaltă frecvență. Cu toate acestea, Lucke *et al.* (2008) au arătat că un singur marsuin a dat dovadă în mod consecvent de reacții comportamentale aversive



la sunetul pulsatoriu la niveluri de presiune acustică recepționate de peste 174 dB re 1 μ Pa (vârf-vârf) sau SEL de 145 dB re 1 μ Pa²s, echivalentul unui nivel de presiune acustică estimată de ⁵ rms 166 dB re 1 μ Pa.

Atelierul Studiului seismic la energie ridicată privind efectele sunetului seismic (respectiv pulsatoriu) asupra mamiferelor marine (HESS, 1997) a concluzionat că perturbările comportamentale ușoare ar putea avea loc cel mai probabil la niveluri acustice rms mai mari de 140 dB re 1 μ Pa (rms). Acest atelier s-a bazat pe studiile realizate de Richardson *et al.* (1995), dar a recunoscut faptul că există un anumit grad de variabilitate în ceea ce privește reacțiile între diferite studii și grupuri de mamifere. Deși această concluzie se bazează pe studii care sunt depășite în prezent, nivelul de 140 dB re 1 μ Pa (rms) este în concordanță cu cel mai mic interval pentru debutul perturbărilor provocate de sunetul cu impulsuri multiple identificate în Southall *et al.* (2007).

Liniile directoare actuale ale Serviciului Național pentru Pescuitul Maritim al Statelor Unite (NMFS, 2005) prevăd pragul de tulburare⁶ pentru mamiferele marine la 160 dB re 1 μ Pa (rms) pentru zgomotul intermitent și 120 dB re 1 μ Pa (rms) pentru zgomotul continuu. Valoarea pentru sunetul intermitent se situează în intervalul mediu-superior pentru efectele de perturbare identificate în Southall *et al.* (2007).

În ceea ce privește pinipelele, testele realizate de Southall *et al.* (2007) au generat o gamă largă de rezultate care sugerează că focile prezintă numai modificări moderate ca reacție (echivalentul unui scor de reacție de 4) la niveluri de până la 140 dB re 1 μ Pa (rms) pentru sunetul ne-intermitent. De asemenea, Southall a constatat că, pe baza datelor limitate privind pinipelele expuse la impulsuri multiple, expunerile în intervalul de 150 până la 180 dB re 1 μ Pa (valori rms pe durata impulsurilor) au generat un potențial limitat de a induce un comportament de evitare la foca inelată. Acest interval se extinde dincolo de pragul DTP estimat la foarte apropiată focă (171 dB re 1 μ Pa²-s) și, prin urmare, liniile directoare din NMFS 2005 sunt adoptate ca o abordare de precauție. Așa cum s-a discutat mai devreme, sensibilitatea auditivă subacvatică a vidrelor este oarecum mai puțin sensibilă decât la câinii de mare (pinipele focide) și, prin urmare, utilizarea acestor niveluri pentru perturbare trebuie să fie făcută cu precauție.

În mod evident, există o variabilitate mare intra-categorii și intra-specii în ceea ce privește reacția comportamentală. Ca atare, trebuie adoptată o abordare conservatoare pentru a garanta că mamiferele marine rămân protejate. Considerând cantitatea limitată și variația ridicată a datelor cu privire la debutul efectelor comportamentale provocate de sunetul continuu și discontinuu, se recomandă ca orice intervale preconizate folosind acest număr să fie privite ca probabilistice și, posibil, reprezentând o măsură de precauție exagerată.

Criteriile propuse pentru utilizare la evaluarea amplitudinii perturbării mamiferelor marine ca urmare a unui sunet continuu și cu impulsuri multiple pentru pinipele sunt prezentate în Tabelul 5.2.

Tipul sunetului / Indicator metric de	Efect	Criterii
Sunet continuu		
Nivelul presiunii acustice RMS, dB re 1 μ Pa	Reacție comportamentală potențial puternică	>140
Impulsuri multiple		
Nivelul presiunii acustice RMS, dB re 1 μ Pa	Reacție comportamentală potențial	160
	Perturbare de nivel scăzut a mamiferelor	140

Tabelul 5-2 Criterii sugerate pentru mamiferele marine (doar pinipele) pentru debutul perturbării

⁵ Pe baza unei analize a graficului istoric în timp, în Lucke *et al.* (2007), perioada T90 este estimată a fi aproximativ 8 ms, rezultând o corecție de 21 dB aplicată la SEL pentru a obține nivelul de presiune acustică T90. Cu toate acestea, T90 nu a fost raportat în mod direct în lucrare.

⁶ Nivelul B de tulburare este definit ca având potențialul de a perturba un mamifer marin sau un grup de mamifere marine în sălbăcie, cauzând perturbarea tiparelor comportamentale, incluzând, dar fără a se limita la migrația, respirația, îngrijirea puilor, reproducerea, hrănirea, sau adăpostul, dar care nu are potențialul de a vătăma un mamifer marin sau un grup de mamifere marine în sălbăcie.

⁷ Pe baza criteriului de tulburare NMFS 2005 pentru nivelul de tulburare B pentru sunetul pulsatoriu.

⁸ Pe baza criteriului HESS 1997 pentru debutul tulburărilor comportamentale ușoare provocat de sunetul pulsatoriu.



5.3 Pești

5.3.1 Vătămarea peștilor

Peștii adulți care nu se află în imediata vecinătate a activității generatoare de zgomot sunt, în general, în măsură să elibereze zona și să evite vătămrile fizice. Cu toate acestea, larvele și icrele nu sunt foarte mobile și, prin urmare, sunt mai susceptibile să sufere vătămări din cauza energiei sonore în imediata vecinătate a sursei sonore, incluzând afectarea auzului, rinichilor, inimilor și veziculelor înotătoare. Este puțin probabil ca asemenea efecte să aibă loc în afara imediației apropiate, chiar și de cele mai mari surse de energie sonoră.

Pentru pești, cele mai relevante criterii pentru vătămare sunt considerate cele care sunt incluse în Liniile directe recente privind expunerea la sunet pentru pești și țestoase marine (Popper *et al.*, 2014). Liniile directe stabilesc criteriile pentru vătămarea provocată de diferite surse de zgomot. Cele relevante pentru Proiectul MGD sunt considerate ca fiind cele pentru vătămarea provocată de baterea pilonilor în mod intermitent și cele pentru vătămarea provocată de zgomotul continuu (care se aplică pentru transport, foraj, propulsoare și alte surse de sunet continuu)⁹. Criteriile includ o serie de indicatori printre care se află nivelurile SEL, rms și vârfurile de presiune acustică. Atunci când există date insuficiente pentru a determina o valoare cantitativă indicativă, riscul este clasificat în termeni relativi ca fiind „ridicat”, „moderat” sau „scăzut” la trei distanțe față de sursă: „aproape” (respectiv la zeci de metri) „intermediar” (respectiv la sute de metri) sau „departe” (respectiv la mii de metri). Trebuie observat faptul că aceste criterii calitative nu pot face diferența între expunerile la diferite niveluri de zgomot și, prin urmare, toate sursele de zgomot, indiferent cât sunt de zgomotoase, ar provoca teoretic același rezultat de evaluare. Cu toate acestea, având în vedere că riscurile calitative sunt în general calificate ca fiind „scăzute”, cu excepția unui risc moderat la intervalul „aproape” (respectiv la zeci de metri) pentru anumite tipuri de animale și efecte de vătămare, acestea nu sunt considerate ca fiind un aspect semnificativ pentru determinarea efectului potențial al zgomotului asupra peștilor.

Criteriile folosite în această evaluare a zgomotului sunt prezentate în Tabelele 5.3 și 5.4.

⁹De asemenea, sunt prezentate criterii de expunere orientative pentru sonarul naval de joasă și medie frecvență, deși nu sunt aplicabile acestui Proiect.

Tip de animal	Parametru	Mortalitate și vătămare potențial mortală	Vătămare	
			Rănire recuperabilă	Deplasarea temporară a pragului (DTP)
Pești: fără vezică înotătoare (detectarea mișcării particulelor)	SEL, dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$	>219	>216	>219
	Vârf, dB re 1 μPa	>213	>213	-
Pești: în cazul în care vezică înotătoare nu este implicată în auz (detectarea mișcării particulelor)	SEL, dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$	210	203	>186
	Vârf, dB re 1 μPa	>207	>207	-
Pești: în cazul în care vezica înotătoare este implicată în auz (în primul rând detectarea presiunii)	SEL, dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$	207	203	186
	Vârf, dB re 1 μPa	>207	>207	-
Icre și larve	SEL, dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$	>210	(Aproape) Moderată (Intermediar) Scăzută (Depart) Scăzută	(Aproape) Moderată (Intermediar) Scăzută (Depart) Scăzută
	Vârf, dB re 1 μPa	>207		

Tabelul 5-3 Criterii pentru debutul vătămării la pești din cauza operațiunii de batere a pilonilor în mod intermitent (Popper *et al.*, 2014)

Tip de animal	Mortalitate și vătămare potențial mortală	Vătămare	
		Rănire recuperabilă	DTP
Pești: fără vezică înotătoare (detectarea mișcării particulelor)	(Aproape) Scăzută (Intermediar) Scăzută (Depart) Scăzută	(Aproape) Scăzută (Intermediar) Scăzută (Depart) Scăzută	(Aproape) Moderată (Intermediar) Scăzută (Depart) Scăzută
Pești: în cazul în care vezică înotătoare nu este implicată în auz (detectarea mișcării particulelor)	(Aproape) Scăzută (Intermediar) Scăzută (Depart) Scăzută	(Aproape) Scăzută (Intermediar) Scăzută (Depart) Scăzută	(Aproape) Moderată (Intermediar) Scăzută (Depart) Scăzută
Pești: în cazul în care vezica înotătoare este implicată în auz (în primul rând detectarea presiunii)	(Aproape) Scăzută (Intermediar) Scăzută (Depart) Scăzută	170 dB re 1 μPa (rms) timp de 48 de ore	158 dB re 1 μPa (rms) timp de 12 ore
Icre și larve	(Aproape) Scăzută (Intermediar) Scăzută (Depart) Scăzută	(Aproape) Scăzută (Intermediar) Scăzută (Depart) Scăzută	(Aproape) Scăzută (Intermediar) Scăzută (Depart) Scăzută

Tabelul 5-4 Criterii pentru debutul vătămării la pești din cauza zgomotului continuu (Popper *et al.*, 2014)

5.3.2 Perturbarea peștilor

Reacția comportamentală a peștilor la sunet s-a constatat a fi diferită între specii în funcție de sensibilitatea auditivă a acestora. În mod obișnuit, peștii simt sunetul prin mișcarea particulelor în urechea internă, fapt



detectat din mișcările induse de sunet în corpul peștilor. Detectarea presiunii acustice este limitată la peștii care au vezicule înotătoare umplute cu aer; cu toate acestea, mișcarea particulelor (indusă de sunet) poate fi detectată de pești fără vezică înotătoare ¹⁰

Speciile foarte sensibile, cum ar fi heringul, au aparate auditive foarte specializate, cunoscute sub denumirea de otic bulla - o sferă plină de gaz, conectată de vezica înotătoare, ceea ce le sporește capacitatea auditivă. Vezica înotătoare plină cu gaz la specii precum codul și somonul poate fi implicată în capacitățile auditive ale acestora, astfel încât, deși nu există o legătură directă cu urechea internă, aceste specii pot detecta frecvențe de sunet mai mici și, ca atare, sunt considerate a avea o sensibilitate medie la zgomot. Peștii plați și elasmobranchii nu au vezici înotătoare și, ca atare, sunt considerați a fi relativ mai puțin sensibili la presiunea acustică.

Pentru a evalua probabilitatea efectelor comportamentale la pești, se poate folosi scara dB_{ht} (*specie*) (Nedwell *et al.*, 2007). Aceasta este pur și simplu o scală de decibeli care reflectă nivelul deasupra pragului auditiv (respectiv cel mai mic sunet perceptibil) al speciei respective. Pentru a determina nivelul de dB_{ht} (*specie*), este necesar să se dețină date audiometrice pentru specia respectivă. Cu toate acestea, gama speciilor pentru care sunt disponibile date adecvate pentru a permite utilizarea indicatorului metric dB_{ht} este extrem de limitată, restricționând așadar valoarea actuală a unui astfel de indicator metric.

Cele mai recente criterii de perturbare sunt considerate a fi cele incluse în Popper *et al.* (2014) care stabilesc criteriile pentru tulburarea provocată de diferite surse de zgomot. Riscul de efecte comportamentale este clasificat în termeni relativi ca fiind „ridicat”, „moderat” sau „scăzut” la trei distanțe față de sursă: „aproape” (respectiv la zeci de metri) „intermediar” (respectiv la sute de metri) sau „departe” (respectiv la mii de metri), astfel cum este ilustrat în Tabelul 5-5.

¹⁰ Trebuie observat faptul că prezența unei vezici înotătoare nu înseamnă neapărat că peștele poate detecta presiunea. Unii pești au vezici înotătoare care nu sunt implicate în mecanismul auditiv și pot detecta numai mișcarea particulelor.

Tip de animal	Riscul relativ de efecte comportamentale		
	Baterea pilonilor în mod intermitent	Surse de energie folosite în seismică	Sunet continuu
Pești: fără vezică înotătoare (detectarea mișcării particulelor)	(Aproape) Înalt (Intermediar) Moderat (Departa) Scăzut	(Aproape) Înalt (Intermediar) Moderat (Departa) Scăzut	(Aproape) Moderată (Intermediar) Moderat (Departa) Scăzut
Pești: în cazul în care vezică înotătoare nu este implicată în auz (detectarea mișcării particulelor)	(Aproape) Înalt (Intermediar) Moderat (Departa) Scăzut	(Aproape) Înalt (Intermediar) Moderat (Departa) Scăzut	(Aproape) Moderat (Intermediar) Moderat (Departa) Scăzut
Pești: în cazul în care vezica înotătoare este implicată în auz (în primul rând detectarea presiunii)	(Aproape) Înalt (Intermediar) Înalt (Departa) Moderat	(Aproape) Înalt (Intermediar) Înalt (Departa) Moderat	(Aproape) Înalt (Intermediar) Moderat (Departa) Scăzut
Icre și larve	(Aproape) Moderat (Intermediar) Scăzută (Departa) Scăzut	(Aproape) Moderat (Intermediar) Scăzută (Departa) Scăzut	(Aproape) Moderat (Intermediar) Moderat (Departa) Scăzut

Tabelul 5-5 Criterii pentru debutul efectelor comportamentale la pești (Popper *et al.*, 2014)

Este important de observat că aceste criterii de perturbare din cauza sunetului din Popper *et al.* (2014) sunt mai degrabă calitative decât cantitative. Pe cale de consecință, o sursă de zgomot de un anumit tip (ex. baterea pilonilor sau un sunet continuu de la nave etc.) ar avea ca rezultat același impact preconizat, indiferent de nivelul zgomotului produs sau de caracteristicile de propagare. Prin urmare, criteriile prezentate în Manualul de instruire avansată pentru pregătirea evaluării biologice pentru proiectele de transport emis de Departamentul de Transport al Statului Washington (WSDOT, 2011) sunt de asemenea folosite în cazul de față. Manualul sugerează un nivel de presiune acustică ne-ponderat de 150 dB re 1 μ Pa (rms) drept criteriu pentru debutul efectelor comportamentale, pe baza lucrărilor realizate de Hastings (2002). Nivelurile de presiune acustică mai mari de 150 dB re 1 μ Pa (rms) sunt preconizate să provoace modificări comportamentale temporare, cum ar fi provocarea unei reacții de tresărire, întreruperea hrănirii sau evitarea unei zone. Documentul menționează că nu se așteaptă ca nivelurile care depășesc acest prag să provoace o vătămare permanentă directă, dar pot afecta în mod indirect peștele la nivel individual (ex. prin deteriorarea capacității de detectare a prădătorilor). Este important de observat că acest prag este specificat pentru debutul efectelor potențiale și nu neapărat ca un prag de „efect advers”.

5.4 Efectul zgomotului de fundal

Zgomotul de fundal sau „ambiental” subacvatic este generat de o serie de surse naturale, cum ar fi ploaia, valurile care se sparg, vântul care acționează pe suprafața apei, zgomotul seismic, zgomotul biologic și zgomotul termic. Sursele biologice includ mamiferele marine (care folosesc sunetul pentru a comunica, pentru a-și construi o imagine a mediului lor și pentru detecta prada și prădătorii), precum și anumiți pești și creveți. Sursele antropice contribuie, de asemenea, la zgomotul de fundal, cum ar fi bărcile de pescuit, navele, zgomotul industrial, studiile seismice și activitățile de agrement. Spectrele generalizate de zgomot ambiental care pot fi atribuite diverselor surse de zgomot (Wenz, 1962) sunt ilustrate în Figura 5.2.

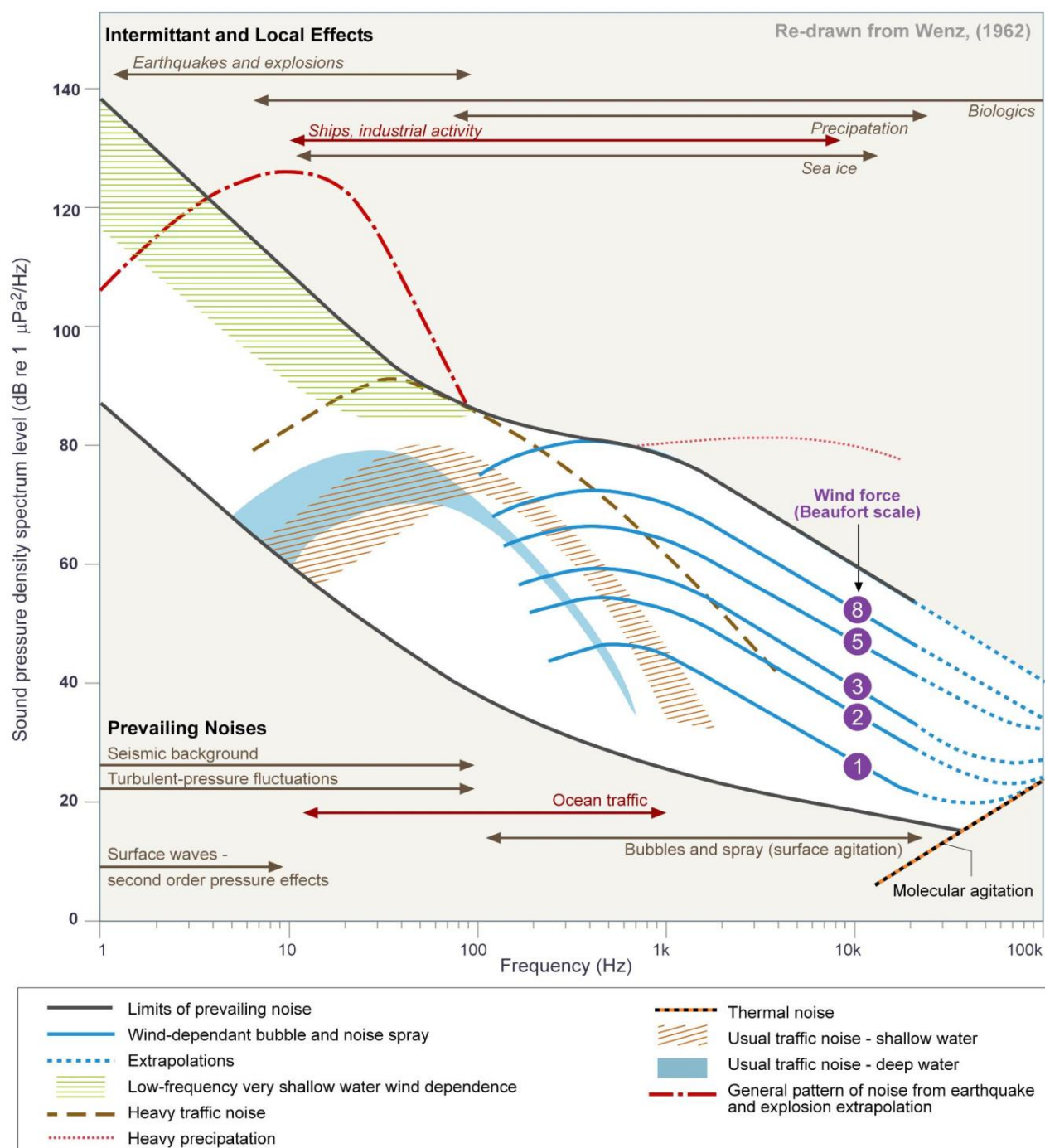


Figura 5.2 Spectrele generalizate de zgomot ambiental care pot fi atribuite diverselor surse de zgomot

O mare parte din cercetarea care se referă atât la efectele fiziologice, cât și la tulburările comportamentale ca urmare a zgomotului asupra speciilor marine se bazează pe determinarea nivelului absolut de zgomot pentru debutul efectului respectiv. Drept urmare, criteriile pentru evaluarea efectelor zgomotului asupra mamiferelor marine și a peștilor tind să se bazeze pe criteriile de zgomot absolut, spre deosebire de diferența dintre nivelul zgomotului de bază și zgomotul specific care este supus evaluării (Southall et al. 2007, NOAA 2016). Având în vedere lipsa unor studii bazate pe dovezi care să investigheze efectele zgomotului în raport de fundal asupra speciilor marine, valoarea stabilirii nivelului precis al zgomotului de



bază este diminuată într-o anumită măsură. Este important să se înțeleagă faptul că nivelurile de zgomot de bază vor varia în mod semnificativ în funcție, printre altele, de variațiile sezoniere și de diferitele stări ale mării, ceea ce înseamnă că utilitatea stabilirii unei astfel de valori ar fi limitată. Cu toate acestea, poate fi utilă (dar nu esențială) atunci când se realizează o evaluare a zgomotului subacvatic pentru a înțelege intervalul nivelurilor de zgomot care ar putea fi predominante în zonă, astfel încât orice predicții privind zgomotul să poată fi realizate în contextul liniei de bază. Este important de observat totuși, că deși s-ar putea stabili un nivel exact al zgomotului de bază, există o carență de înțelegere științifică cu privire la modul în care diferite specii disting sunetul antropic în raport de zgomot acoperitor al sunetelor. Percepția sunetului de către un animal este probabil să depindă de numeroși factori, care includ timpul de integrare auditivă, caracterul sunetului și sensibilitatea auditivă. Nu se cunoaște, de exemplu, în ce măsură mamiferele marine și peștii pot detecta tonuri de magnitudine mai mică decât zgomotul acoperitor al sunetelor de fundal. Prin urmare, este necesar să se exercite o atenție deosebită dacă se încearcă realizarea unei comparații între nivelul de zgomot dezvoltat și nivelul de zgomot de bază. De exemplu, nu este de la sine înțeles faptul că având în vedere că nivelul de presiune acustică în bandă largă rezultat de la sursa luată în considerare este sub valoarea numerică a nivelului de bază, acest lucru înseamnă că mamiferele marine sau peștii nu pot detecta sunetul respectiv. Acest lucru este valabil în special în cazul în care zgomotul de fundal este dominat de un sunet de frecvență joasă, care este în afara spectrului de cea mai bună acuitate auditivă a animalului. Până la momentul în care se vor efectua cercetări suplimentare pentru a determina o relație între doză și reacție între nivelul „de la semnal la zgomot” și reacția comportamentală, trebuie adoptată o abordare care implică precauție.



6 METODOLOGIA DE MODELARE A ZGOMOTULUI

Creșterea distanței față de sursa de zgomot are ca rezultat, de regulă, scăderea nivelului de zgomot, fenomen care se datorează în principal răspândirii energiei sonore odată cu distanța. Acest lucru este asemănător cu modul în care se răspândesc ochiurile de apă dintr-un iaz după ce a fost aruncată o piatră în el.

Modul în care se răspândește zgomotul va depinde de mai mulți factori cum ar fi batimetria, presiunea, gradientii de temperatură și salinitatea, precum și condițiile de la suprafață și de la fund. Astfel, chiar și pentru o locație anume există variații sezoniere ale modului în care se va propaga sunetul. Cu toate acestea, în termeni simpli, energia sonoră se poate răspândi într-un tipar sferic (aproape de sursă) sau într-un tipar cilindric (mult mai departe de sursă) sau undeva între acestea, în funcție de mai mulți factori. În apele cu adâncime mică, mecanismul de propagare este de asemenea colorat prin mai multe reflexii de pe fundul mării și suprafața apei.

Există mai multe metode disponibile pentru estimarea propagării sunetului între o sursă și un receptor, variind de la modele foarte simple (care presupun pur și simplu răspândirea în funcție de relația $10 \log(r)$ sau $20 \log(r)$ (unde r este distanța de la sursă la receptor) la modele acustice complete ¹¹ (ex. trasare de raze, mod normal, ecuație parabolică, integrarea numărului de valuri și tipare de flux energetic). În plus, sunt disponibile modele semi-empirice care se află undeva între aceste două extreme în ceea ce privește complexitatea. În alegerea modelului de propagare care se va utiliza, este important să se asigure că acesta este potrivit pentru scopul avut în vedere și că produce rezultate cu un grad adecvat de precizie pentru aplicația în cauză, luând în considerare contextul. Astfel, în anumite situații (ex. un risc foarte scăzut ca urmare a zgomotului subacvatic, batimetria dependentă de interval nu este o problemă), un model simplu va fi suficient, mai ales atunci când alte incertitudini depășesc incertitudinile asociate modelării. Pe de altă parte, anumite situații (ex. niveluri foarte mari de sursă, caracteristici complexe ale surselor și traiectoriilor de propagare, receptori extrem de sensibili și incertitudini scăzute în criteriile de evaluare) justifică o metodologie de modelare mai complexă.

Așadar, primul pas în alegerea unui model de propagare este examinarea acestor factori diferiți, astfel cum este expus mai jos:

> Echilibrarea erorilor / incertitudinilor

Există o carență în ceea ce privește datele referitoare la efectele sunetului asupra vieții marine, în special în ceea ce privește efectele comportamentale. Multe dintre studiile privind tulburările comportamentale nu definesc în mod corespunzător relațiile doză-reacție (concentrându-se asupra reacției animalului cu o analiză insuficientă a „dozei” de zgomot). Luând în considerare contextul, factorii specifici locației și obșnuinței, este extrem de dificil să se estimeze eroarea potențială a pragurilor de efect. Referindu-se la răspândirea largă a nivelelor de debut care duc la prezența unui efect, în Southall *et al.* (2007) se sugerează că incertitudinea asociată debutului efectelor ar putea fi chiar o magnitudine de zeci de decibeli.

> Batimetria dependentă de interval

Marea Neagră este un corp mare de apă înconjurat de uscat aproape din toate părțile cu o adâncime maximă de aproximativ 2.200 m. Partea de nord-vest a Mării Negre, unde țările riverane sunt România și Ucraina are un platou continental larg, pe care se află Proiectul MGD propus. Adâncimea apei în locația proiectului MGD se situează între 87 m în jurul zăcământului Doina, fundul apei înălțându-se treptat până la aproximativ 75 m la locația platformei de la gura sondei Ana de-a lungul traseului conductei din câmp. Adâncimile apei scad apoi treptat spre țărm de-a lungul traseului conductei până la zona de apropiere de țărm de pe plajă.

¹¹ Merită remarcat faptul că o complexitate suplimentară nu echivalează întotdeauna cu o precizie mai mare și este posibil să nu fie întotdeauna preferată. Numeroase modele cu complexitate mai mare funcționează pe o gamă limitată de frecvențe, iar complexitatea și gama de intrări poate face ca acestea să fie foarte specifice contextului. Pe cale de consecință, rezultatele modelului pot varia în mod semnificativ, în funcție de ipotezele de intrare care, în sine, se pot modifica de la o zi la alta și de la un sezon la altul.



Pe baza factorilor de mai sus, se consideră că este posibil ca potențialele erori rezultate din incertitudinea privind efectele sunetului asupra mamiferelor marine și incertitudinile din datele privind zgomotul la sursă să fie mai mari decât incertitudinile inerente modelării acustice. Xodus a ales, prin urmare, să folosească un model semi-empiric de propagare a sunetului, care oferă un echilibru rezonabil între complexitate și robustețe tehnică. Trebuie reținut faptul că nivelurile de zgomot calculate (și intervalul asociat de efecte) variază în funcție de condițiile efective (de la o zi la alta și de la un sezon la altul) și că modelul semi-empiric prezice o situație care ia în considerare de regulă cel mai pesimist scenariu. Luând în considerare factori cum ar fi comportamentul și obișnuințele animalelor, orice intervale de vătămări și perturbări trebuie considerate ca fiind orientative. Se recomandă adoptarea unor intervale probabilistice pentru a ajuta la înțelegerea impactului potențial asupra vieții marine, mai degrabă decât linii față de care impactul se va întâmpla sau nu. Aceasta este o abordare asemănătoare cu cea adoptată pentru zgomotul transmis prin aer, unde se ia în considerare cel mai pesimist scenariu, deși se cunoaște faptul că nivelurile pot varia de la o zi la alta de cele calculate cu 5 - 10 dB, în funcție de direcția vântului, de exemplu.

Modelarea propagării zgomotului pentru această evaluare a fost realizată folosind modelul de zgomot Xodus SubsoniX, care implementează modelul de propagare a sunetului dezvoltat de Rogers (1981). Modelul Rogers de propagare a sunetului este un model semi-empiric de propagare, bazat pe o combinație de considerente teoretice și date experimentale extinse. Pe cale de consecință, spre deosebire de modelele pur teoretice de propagare a sunetului, calibrarea pentru modelul Rogers este încorporată în modelul însuși și a fost apoi comparată cu succes cu alte modele de propagare a sunetului (ex. Etter, 2013; Toso *et al.*, 2014; Schulkin and Mercer, 1985) și a fost folosită anterior în evaluarea zgomotului subacvatic pentru dezvoltările de energie mareică și energie eoliană (ex. Dawoud *et al.*, 2015). Modelul folosește mai multe concepte, inclusiv:

- > Ciclul de refracție sau distanță minimă de recepție a undelor radio reflectate;
- > Divergența geometrică;
- > Deflectarea energiei spre fund la unghiuri mari prin împrăștierea de pe suprafața mării;
- > Un model Rayleigh simplificat cu două fluide a fundului pentru sedimentele de nisip sau nămol; și
- > Absorbția energiei sonore prin molecule în apă.

Pentru model sunt necesare următoarele date sursă:

- > Date privind nivelul acustic al surse în bandă de trei octave;
- > Caracteristicile directivității sursei;
- > Intervalul discret (distanța de la sursă la receptor);
- > Adâncimea coloanei de apă și profunzimea stratului de sedimente;
- > Tipul de sediment (nisip / nămol); și
- > Starea mării.

Pe lângă calcularea nivelurilor de presiune acustică la diferite distanțe față de sursă, este de asemenea necesar să se calculeze SEL pentru un mamifer folosind coeficienții ponderați M descriși anterior luând în considerare cantitatea de energie sonoră la care este expus acesta pe parcursul unei zile. Pentru a efectua acest calcul, s-a presupus că un mamifer va înota departe de sursa de zgomot la o viteză medie de $1,5 \text{ ms}^{-1}$. Calculul ia în considerare fiecare perioadă de expunere de 1 secundă care se va stabili separat, rezultând o serie de valori SEL discrete de magnitudine în scădere (Figura 6.1). Pe măsură ce mamiferul se îndepărtează înotând, zgomotul va deveni în mod gradual mai discret; SEL cumulativ este determinat prin adăugarea logaritmică a SEL la care este expus mamiferul pe măsură ce acesta se deplasează departe de sursă. Acest calcul a fost folosit pentru a estima distanța minimă de pornire aproximativă pentru un mamifer marin pentru ca acesta să fie expus la o cantitate suficientă de energie sonoră încât să fie provocat debutul unei potențiale vătămări. Trebuie observat faptul că aceste calcule privind expunerea sonoră se bazează pe ipoteza simplistă că animalul va continua să înoate la o viteză relativ constantă. Situația din lumea reală este

caracterizată de o complexitate mai mare și probabil animalul se va deplasa într-o manieră complexă. Viteza de înot a mamiferelor marine s-a dovedit a varia, cu viteze de până la 5 ms^{-1} (ex. balena Minke în deplasare $3,25 \text{ ms}^{-1}$ (Cooper *et al.*, 2008), marsuinul $4,3 \text{ ms}^{-1}$ (Otani *et al.*, 2000) și câinii de mare până la $3,5 \text{ ms}^{-1}$ (Gallon *et al.*, 2007)). Viteza de înot mai conservatoare de $1,5 \text{ ms}^{-1}$ folosită în această evaluare permit o anumită toleranță pentru a se lua în considerare situația potențială în care mamiferul marin nu va înota în mod direct îndepărtându-se de sursă sau nu menține o viteză de înot rapidă pe o durată prelungită¹².

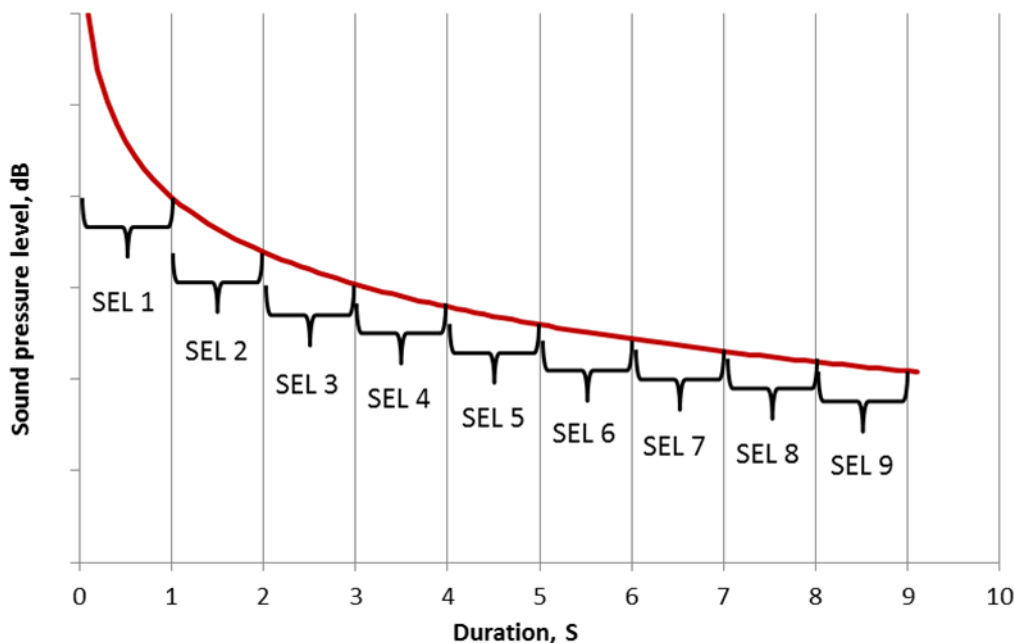


Figura 6.1 Conversia surselor de zgomot continuu în intervale discrete de 1 secundă

Un alt fenomen de observat este efectul ghidului de undă, ceea ce înseamnă că propagarea sunetului cu frecvență joasă nu este permisă de coloanele de apă cu adâncime mică (Urick 1983; Etter 2013). Frecvența de întrerupere a modului cel mai scăzut poate fi calculată pe baza adâncimii apei și a cunoștințelor privind proprietățile geoacustice ale sedimentelor. Orice sunet sub această frecvență nu se va propaga departe din cauza pierderilor de energie prin mai multe reflexii. Frecvența de întrerupere, în funcție de adâncimea apei, este prezentată în Figura 6.2 pentru o serie de tipuri de funduri de mare. Astfel, pentru o adâncime a coloanei de apă de 10 m, de exemplu, frecvența de întrerupere ar fi de aproximativ 70 Hz pentru nisip, 100 Hz pentru aluviuni, 140 Hz pentru aluviuni argiloase și 40 Hz pentru roci de bază.

¹² Vitezele de înot ale mamiferelor marine s-au dovedit a fi până la 5 ms^{-1} . Viteza de înot mai conservatoare de $1,5 \text{ ms}^{-1}$ folosită în această evaluare permit o anumită toleranță pentru a se lua în considerare situația potențială în care mamiferul marin nu va înota în mod direct îndepărtându-se de sursă sau nu menține o viteză de înot rapidă pe o durată prelungită.

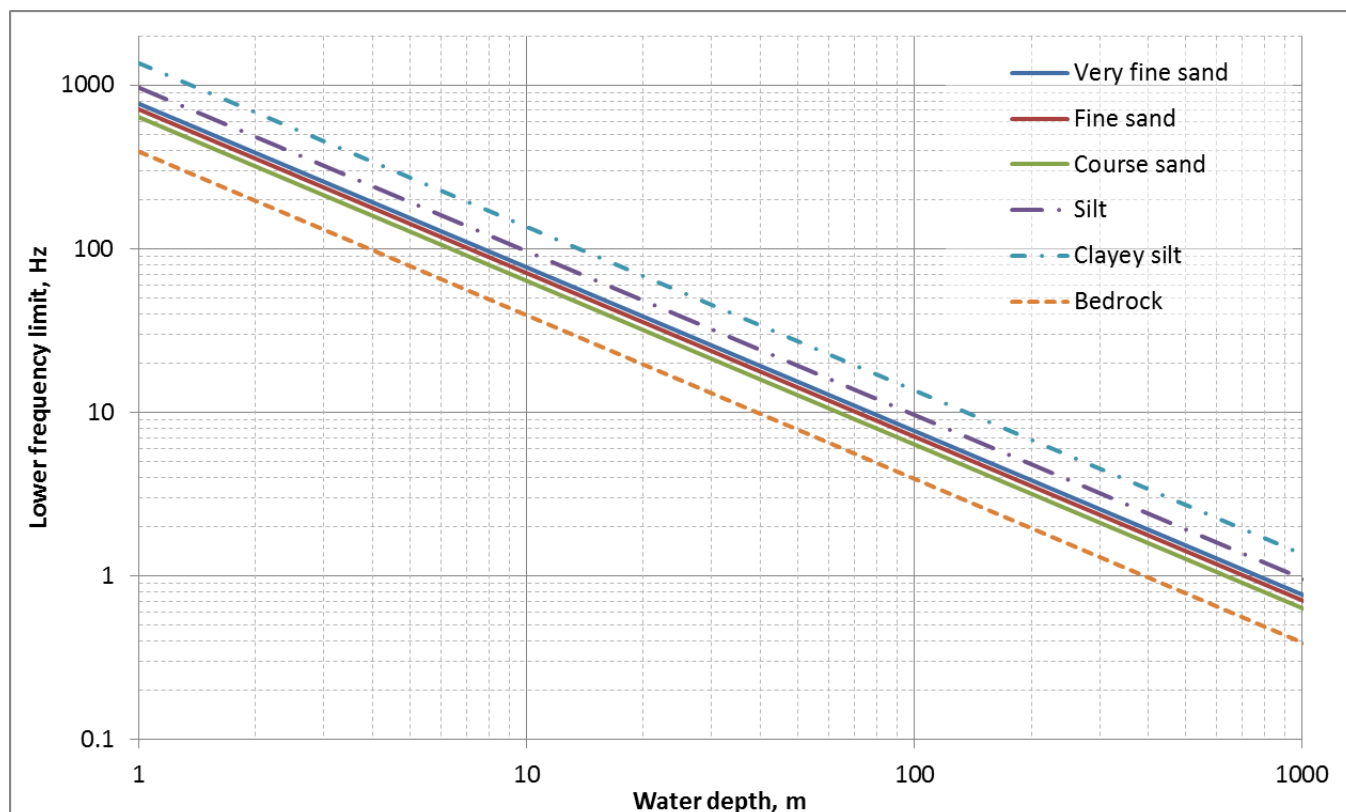


Figura 6.2 Frecvența de întrerupere inferioară, în funcție de adâncime pentru o serie de tipuri de funduri de mare

Pe baza celor de mai sus, frecvența de întrerupere inferioară se va încadra probabil în intervalul de aproximativ 80-100 Hz la adâncimi de 10 m (lângă țărm) și 10 Hz la adâncimi de 75 m.



7 DATE PRIVIND ZGOMOTUL LA SURSĂ

7.1 Rezumat privind surselor de zgomot

Principalele surse potențiale de zgomot subacvatic asociate fazelor de construcție și de foraj ale acestui proiect sunt următoarele:

- > Operațiunile de batere a pilonilor - asociate cu instalarea izolației WHP și a conductorilor de foraj;
- > Activitatea navelor - asociată cu activitățile care au loc în faza de culme a activității de construcție, ex. nave de ridicare greutăți mari, barje, remorchere de manipulare a ancorei și nave de rezervă; și
- > Operațiunile de foraj folosind platforma petrolieră auto-ridicătoare.

În plus, se vor folosi nave pentru așezarea conductelor de-a lungul lungimii conductei de la Doina la Ana și a conductei de la Ana la țarm.

Datele privind sursele zgomotului au fost preluate dintr-o combinație de date despre zgomot disponibile public pentru echipamente și activități asemănătoare, calcule empirice și predicții teoretice. Trebuie observat faptul că, chiar și atunci când sunt disponibile date specifice de măsurare a zgomotului, aceste date sunt deseori într-o formă neadecvată pentru evaluarea impactului zgomotului asupra animalelor și plantelor sălbatice. Pe cale de consecință, deseori este necesar să se aplice corecții empirice pentru a face conversia de la, de exemplu, nivelurile de presiune acustică rms la nivelul SEL sau la nivelurile de presiune de vârf.

Sursele de zgomot sunt de obicei descrise în dB re 1 μ Pa ca și cum ar fi măsurate la 1 m de la sursă. În practică, nu este posibil de obicei să se măsoare la o distanță de 1 m față de sursă, însă această metodă permite compararea diferitelor niveluri ale surselor și raportarea acestora pe principii de asemănare. Această metodă de specificare presupune considerarea ipotezei că sursa este infinit de mică, astfel încât la 1 m de la acest punct imaginat să se poată defini SPL. În realitate, pentru o sursă de sunet mare, cum ar fi o navă, acest punct imaginat la 1 m de centrul acustic nu există. Mai mult decât atât, energia este distribuită la nivelul întregii surse și nu provine în totalitate din acest punct central acustic imaginat. Așadar, nivelul de presiune acustică specificat la 1 m nu are loc efectiv pentru sursele mari. În câmpul apropiat, nivelul presiunii acustice va fi semnificativ mai mic față de cel preconizat folosind această metodă.

Zgomotul rezultat din operațiunile de batere a pilonilor poate fi caracterizat ca fiind intermitent, respectiv o serie de sunete repetitive, în timp ce zgomotul de la nave și operațiunile de foraj tind să aibă un caracter continuu. Prin urmare, aceste două tipuri trebuie modelate separat și rezultatele trebuie comparate cu pragurile limită corespunzătoare acestora prezentate în Tabelul 5.1 pentru zgomotul continuu (ne-intermitent) și zgomotul cu impulsuri multiple (intermitent).

7.2 Activități de batere a pilonilor

WHP Ana este o platformă susținută cu izolație pe patru picioare, care oferă facilități pentru a susține producția de la patru sonde de pe platformă, fiecare prevăzută cu conductori de 30 inci, precum și pentru a găzdui producție returnată de la sistemul de producție submarin Doina. Operațiunile de batere a pilonilor vor fi necesare pentru a fixa picioarele platformei (un pilon per picior) și pentru a direcționa conductorii. Operațiunile de batere a pilonilor vor fi realizate de regulă cu un ciocan hidraulic subacvatic. Pentru picioare, această activitate se va face prin intermediul unei barje, iar pentru conductori ciocanul hidraulic va fi utilizat direct de la platforma de foraj.

Sursele de zgomot sunt de obicei descrise în dB re 1 μ Pa ca și cum ar fi măsurate la 1 m de la sursă. În practică, nu este posibil de obicei să se măsoare la o distanță de 1 m față de sursă, însă această metodă permite compararea diferitelor niveluri ale surselor și raportarea acestora pe principii de asemănare. Această metodă de specificare a nivelurilor sursă a zgomotului presupune că sursa este infinit de mică, astfel încât la 1 m de la acest punct imaginat să se poată defini nivelurile presiunii acustice. Pentru o sursă de sunet mare acest punct imaginat la 1 m de centrul acustic nu există. Mai mult decât atât, energia este distribuită la nivelul întregii surse și nu provine în totalitate din acest punct central acustic imaginat. Așadar, nivelul de

presiune acustică specificat la 1 m nu are loc efectiv pentru sursele mari. În câmpul apropiat, nivelul presiunii acustice va fi semnificativ mai mic față de cel care s-ar preconiza folosind această metodă.

Sunetul generat și radiat de un pilon în timp ce acesta este condus în fundul oceanului este complex, datorită multipleror componente care alcătuiesc mecanismele de generare și radieră. Cu toate acestea, există o multitudine de date experimentale disponibile care ne permit să anticipăm cu un grad înalt de precizie sunetul generat de un pilon la frecvențe discrete. Pentru acest studiu, nivelurile de zgomot ale sursei s-au bazat pe o combinație de date măsurate privind zgomotul din alte proiecte și extrapolări.

În literatura de specialitate sunt prezentate spectrele de zgomot în bandă de trei octave pentru diferite activități de batere a pilonilor (ex. Matuschek and Betke, 2009; De Jong and Ainslie, 2008; Wyatt, 2008; Nedwell *et al.*, 2007b; Nehls *et al.*, 2007; Thomsen *et al.*, 2006; Canadian Department of Transport (CDoT), 2001; Nedwell & Howell, 2004; Nedwell *et al.*, 2003). Thomsen *et al.* (2006) au dedus nivelul presiunii acustice în trei octave la 1 m pe baza măsurătorilor realizate asupra unui pilon cu diametru de 1,6 m în timpul baterii pilonilor pentru platforma FINO1, iar aceste date (atât SEL, cât și de vârf) au fost utilizate drept spectrul nivelului sursă în această evaluare.

Reducerea diametrului unui pilon va duce la o reducere a zgomotului emis, iar în sens contrar, creșterea diametrului va intensifica zgomotul. Prin urmare, este necesar să se corecteze nivelul de zgomot pentru pilonul de 1,6 m la un diametru de pilon care să fie utilizat pentru acest tip de proiect. Nehls *et al.* (2007) prezintă o comparație a metodelor de estimare a corecțiilor la puterile zgomotului la sursă a pilonilor pentru a corecta diametrul pilonului. Deși nu există o metodă definitivă de efectuare a acestei corecții (nivelul efectiv de zgomot depinde nu numai de diametrul pilonului, dar și de proprietățile sedimentului, de energia de dirijare a pilonului etc.), se poate presupune o relație de gradul doi între diametrul pilonului și emisia de zgomot. Astfel, corecția nivelului de zgomot pentru diametrul mai mic al pilonului, D , este $40 \times \log(D_2/D_1)$. Pentru acest proiect a fost presupus un diametru de 1,5 m, ceea ce duc la o corecție de -1,12 dB aplicată spectrelor de zgomot raportate de Thomsen *et al.* (2006). Aceeași formă de spectre este presupusă pentru spectrele de vârf, rms și SEL.

Wyatt (2008) oferă o metodă pentru estimarea nivelului de presiune acustică de la vârf la vârf al unui pilon cu diametru cunoscut, D , folosind ecuația $P = 230.25 \times D^{0.0774}$. Pentru un pilon cu diametrul de 1,5 m, nivelul de vârf până la vârf este de 237 dB re 1 μ Pa (pk-pk). Nivelurile de presiune acustică medii pătrate (rms) au fost calculate presupunând o durată tipică a impulsurilor T90 (respectiv perioada care conține 90% din energia totală cumulată a sunetului) de 0,1 secunde.

Expunerea SEL care rezultă din zgomotul pilonilor presupune că fiecare lovitură de ciocan va contribui la expunerea globală a mamiferelor marine și că operațiunea de batere a pilonilor are o durată fixă pe parcursul căreia numărul de lovituri pe minut rămâne constant. Ulterior, expunerea SEL se calculează luând în considerare numărul total de lovituri care ar putea fi experimentate de un mamifer care se îndepărtează de locația operațiunii de batere a pilonilor la o viteză constantă. De asemenea, aceasta presupune că nu are loc nicio recuperare a auzului între loviturile de ciocan și, prin urmare, reprezintă o evaluare a „celui mai pesimist scenariu”, respectiv s-a adoptat o abordare conservatoare.

Nivelurile de presiune acustică de vârf și rms nu sunt cumulative în același mod ca și expunerea SEL, iar evaluările sunt realizate în raport de nivelurile asociate loviturilor individuale de ciocan.

Pentru izolația platformei vor fi instalați patru piloni, câte unul pentru fiecare picior. Pilonii cu diametrul de 60" vor fi bătuți la o adâncime de aproximativ 70 m folosind un ciocan hidraulic pentru piloni. Programul actual de execuție sugerează că activitățile de batere a pilonilor pentru picioare vor dura în total 10 zile. Lucrările vor include studii de pre-instalare, poziționare, instalare/repoziționare a platformei, ridicare, batere a pilonilor, nivelare și finisare. În timp ce operațiunile se vor desfășura 24 de ore pe zi, instalarea efectivă a pilonilor va dura probabil aproximativ 5 până la 6 zile din întreaga perioadă, echivalentul a aproximativ 50% din timp.

Detalii privind nivelurile sursă utilizate în evaluarea zgomotului subacvatic se bazează pe ipotezele din Tabelul 7.1.

Parametru	Valorile sursă pentru modelare	Sursa datelor
Diametrul pilonului	1,5 m	Proiecte

Parametru	Valorile sursă pentru modelare	Sursa datelor
Rata loviturilor de ciocan	80-120 lovituri pe minut	ex. ratele de la ciocanele producătorilor obișnuiți pentru dispozitive asemănătoare
Perioada pe parcursul căreia se va instala fiecare pilon (ore)	Ipoteza care presupune că se vor folosi aproximativ 12 ore pentru fiecare pilon	Ipoteză Xodus bazată pe practica din industrie
Numărul total de piloni și programul aproximativ (nr. de piloni pe zi)	1 structură, cu patru piloni, 1 pilon de instalat pe zi	Ipoteză Xodus bazată pe datele proiectului
Perioadă de pornire graduală	20 minute	Bunele practici - ACCOBAMS

Tabelul 7-1 Ipoteze de modelare a zgomotului pentru baterea pilonilor pentru izolația WHP

Pentru conductorii de 30 de inci, ratele tipice ale loviturilor de ciocan vor fi mai mici 45-50 de lovituri pe minut, operațiunile globale fiind estimate a dura mai puțin decât în cazul pilonilor pentru picioare. Prin urmare, operațiunile asociate pilonilor pentru picioare sunt considerate a reprezenta cel mai pesimist scenariu.

7.3 Nave pentru construcție

Nivelurile de zgomot utilizate în acest studiu pentru navele de construcție (navele care ridică greutate mari, remorcherele de manipulare a barjelor și a ancorei) și nava de rezervă sunt prezentate în Tabelul 7.2. Niveluri de zgomot asociate unei barje pentru poziționarea conductelor

Descriere	Nivelul presiunii acustice rms @ 1 m, dB re 1 μ Pa	Nivelul presiunii acustice de vârf @ 1 m, dB re 1 μ Pa	SEL* echivalent @ 1 m, dB re 1 μ Pa ² s	Sursa datelor / Observații
Navă de ridicare greutate mari (1800T)	188	191	188	Austin <i>et al.</i> , 2005
Barjă	178	181	178	MacGillivray & Racca, 2006
Remorcher de manipulare a ancorei x2	191	194	191	Per navă. Calc. Xodus 2016
Navă de rezervă	188	191	188	Austin <i>et al.</i> , 2005
Navă pentru poziționarea conductelor	188	191	188	Hannay, McGillivray <i>et al.</i> , 2004
* SEL pentru 1s de expunere la zgomotul navelor				

Tabelul 7-2 Date privind sursele de zgomot ale navelor

S-a aplicat o corecție de 3 dB nivelului de presiune acustică rms pentru a determina nivelul maxim al presiunii acustice, iar SEL s-a bazat pe nivelul de presiune acustică rms integrat pe parcursul timpului de expunere.



7.4 Operațiuni de foraj

Se intenționează forarea sondelor folosind platforma de foraj GSP Uranus. Uranus este o platformă cu trei picioare, auto-ridicătoare cu consolă; aproximativ 74 m lungime și 61 m lățime. Pe măsură ce platforma este ridicată din apă în timpul operațiunilor de foraj, singurul zgomot va fi din cauza forajului, deoarece nu există o cerință pentru poziția dinamică, astfel cum ar fi cerut de la navele semi-submersibile sau de foraj. De asemenea, toate principalele utilaje rotative și cu piston sunt izolate de apă și, prin urmare, nu radiază prin structură în mare.

Nu au fost puse la dispoziție informații specifice privind zgomotul în ceea ce privește operațiunile de foraj pentru Proiectul MGD. Ulterior, a fost necesar să se folosească date din literatura disponibilă. Întrucât există foarte puține informații pentru platformele auto-ridicătoare, a fost necesar să se folosească date de la o platformă semi-submersibilă. Aceasta va fi o ușoară supraestimare, deoarece va exista o contribuție a zgomotului produs de echipamente radiat de corpul navei.

Nedwell și Edwards (2004) furnizează date privind densitatea spectrală de putere (DSP) pentru măsurătorile hidrofoanelor la operațiunile de foraj de la platforma *Jack Bates*, în timpul forajului. Aceste date DSP au fost folosite pentru a genera o formă de spectru pentru operațiunile de foraj, care a fost utilizată ca bază pentru această analiză.

Nivelurile sursă pentru zgomotul de foraj sunt prezentate în Tabelul 7.3. Rețineți că SEL prezentat în acest tabel este pentru 1 secundă de expunere la sursă și că expunerea continuă pe 24 de ore va avea ca rezultat o valoare SEL mai mare.



Descriere	Nivelul presiunii acustice rms @ 1 m, dB re 1 μ Pa	Nivelul presiunii acustice de vârf @ 1 m, dB re 1 μ Pa	SEL* echivalent @ 1 m, dB re 1 μ Pa ² s	Sursa datelor / Observații
Forare	186	189	186	Formă spectrală adaptată din Nedwell și Edwards (2004)
* SEL pentru 1s de expunere la foraj				

Tabelul 7-3 Date privind sursele de zgomot asociate forajului

8 REZULTATE

8.1 Aspecte generale

Secțiunea următoare prezintă rezultatele evaluării modelării zgomotului. Distanțele prezentate sunt cele mai apropiate distanțe la care un mamifer marin sau un pește se poate apropia de sursa zgomotului înainte de debutul unor leziuni fiziologice sau unor schimbări de comportament. La distanțe mai mari decât cele indicate în tabele, se presupune că nu va exista niciun impact negativ.

În toate scenariile de modelare, se presupune că mamiferele se vor deplasa de la sursa zgomotului la o rată constantă de $1,5 \text{ ms}^{-1}$; aceasta se consideră a fi o estimare conservativă a vitezei de înot a mamiferelor pentru mamiferele din zona proiectului.

S-au folosit următorii parametri de intrare pentru calculele modelului de zgomot subacvatic:

- > Adâncimea apei: 75 m
- > Tip fund: Nisip
- > Starea mării: 0^{13} respectiv calmă
- > Aciditate (ph) 8
- > Temperatura mediului ambiant (degC) 12
- > Salinitate (psu): 18

8.2 Mamifere marine

8.2.1 Rezultate pentru zgomotul intermitent (Operațiuni de batere a pilonilor)

Rezultatele modelării zgomotului pentru operațiunile de batere a pilonilor sunt prezentate în Tabelele 8.1 și 8.2. Aceste rezultate reflectă rezultatele unui singur pilon care este direcțional până la capăt după 12 ore, cu o rată de batere de 80 de lovituri pe minut; cea ce are ca rezultat un total de 57.600 de lovituri. De asemenea, presupune că un mamifer care se îndepărtează de sursa zgomotului la o viteză constantă de $1,5 \text{ ms}^{-1}$ după prima lovitură de ciocan.

Activitate / Sursă	Raza zonei de vârf în care se produce vătămarea			
	Cetaceu LF	Cetaceu MF	Cetaceu HF	Pinipede (OW)
Operațiuni de batere a pilonilor	8 m	2 m	55 m	2 m
Operațiuni de batere a pilonilor presupunând pornirea graduală	3 m	0 m (pragul nu a fost depășit)	17 m	0 m (pragul nu a fost depășit)

Tabelul 8-1 Rezultatele modelării zgomotului pentru surse de zgomot intermitent - vârf

¹³ S-a presupus că starea mării ar fi zero, care oferă, de asemenea, cea mai mică valoare a atenuării

Activitate / Sursă	Raza zonei de vătămare SEL (Presupunând o viteză de înot de 1,5 ms ⁻¹)			
	Cetaceu LF	Cetaceu MF	Cetaceu HF	Pinipede OW
SEL al mamiferului în timp ce înoată (la 1,5 m/s)	480 m	185 m	68 km*	5 m
SEL al mamiferului în timp ce înoată cu o pornire graduală de 20 de minute (la 1,5 m/s)	65 m	19 m	60 km*	1 m

*Consultați observațiile de mai jos cu privire la 155 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

Tabelul 8-2 Rezultatele modelării zgomotului pentru surse de zgomot intermitent - SEL

Utilizarea a celor 20 de minute de pornire graduală pentru baterea pilonilor duce la o reducere semnificativă a razei de efect pentru operațiunile de batere a pilonilor. Merită precizat faptul că este probabil că nivelurile din apropierea sursei de zgomot să fie supraestimate. Acest lucru se datorează faptului că modelul presupune că fiecare sursă de zgomot este un punct infinit de mic în spațiu, în timp ce în realitate sunetul este distribuit pe o suprafață mai mare, în acest caz un pilon mare cilindric din oțel.

În ceea ce privește perturbarea mamiferelor marine din cauza zgomotului continuu; intervalele estimate pentru debutul efectelor de perturbare ca urmare a zgomotului intermitent și continuu sunt prezentate în Tabelul 8.4. Pragurile de perturbare se bazează pe un zgomot intermitent de 160 dB re 1 μPa rms.

Sursă / Navă	Intervalul estimat pentru debutul perturbărilor
Operațiuni de batere a pilonilor	2.434m

Tabelul 8-3 Interval estimat de perturbare pentru mamiferele marine de la zgomot intermitent

Pentru rezultatele prezentate în Tabelul 8.2. Pe lângă calcularea nivelurilor de presiune acustică la diferite distanțe față de sursă, este necesar să se calculeze SEL pentru un mamifer folosind coeficienții ponderați M descriși anterior luând totodată în considerare cantitatea de energie sonoră la care este expus acesta pe parcursul unei zile. Calculul ia în considerare fiecare perioadă de expunere de 1 secundă care se va stabili separat, rezultând o serie de valori SEL discrete de magnitudine în scădere; consultați Figura 6.1 de mai sus. SEL cumulativ este determinat prin adăugarea logaritmică a SEL la care este expus mamiferul pe măsură ce acesta se deplasează departe de sursă.

Luând în considerare acest lucru, impactul zgomotului asupra cetaceelor cu frecvență ridicată (marsuinul) este semnificativ atunci când se folosește limita de prag SEL cumulată NMFS de 155 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$. Aceasta este cu 30 dB sub limita sugerată pentru cetaceele cu frecvență medie și cu mult mai mică decât limitele Southall et al (2007) pe care se bazează limitele NMFS, respectiv cu 43 dB mai mici.

Lucke *et al.* (2008) au raportat că debutul DTP la marsuin ar putea avea un prag mai mic, cu debutul DTP la 200 dB re 1 μPa vârf-vârf (echivalentul a 194 dB re 1 μPa vârf) și un nivel de expunere sonoră de 164,3 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (fără ponderare). Această lucrare a fost susținută de studii mai recente (ex. Kastelein *et al.*, 2014, Kastelein *et al.*, 2012). Apicând calculul debutului DPP de la Southall et al. (2007), rezultă un criteriu de vătămare la nivel de vârf la 200 dB re 1 μPa (respectiv prin adăugarea a +6 dB la nivelul maxim pentru DPP) și un criteriu de vătămare SEL de 179,3 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (respectiv prin adăugarea a +15 dB la nivelul SEL pentru DPP). Valoarea SEL este, cu toate acestea, un SEL fără ponderare și, prin urmare, este necesar să se aplice ponderarea M HF la SEL-urile recepționate raportate de Lucke *et al.* (2008) pentru a le compara cu SEL-urile cu ponderare M HF care rezultă din activitatea seismică. Folosind informațiile despre spectrul de frecvențe prezentate de Lucke, se estimează că aplicarea ponderării M HF ar avea ca rezultat o corecție de -2,5 dB. De aici, criteriul SEL cu ponderare M este de 177 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ pentru marsuini.

Dacă folosim această limită de 177 dB pentru marsuini ca o comparație, intervalele calculate vor fi de 875 m pentru cazul neatenuat și 150 m pentru pornirea graduală, spre deosebire de aproximativ 68 km și respectiv 60 km.

În realitate, pentru cetaceele cu frecvență înaltă, impactul cumulativ al expunerii la sunet este mai mare decât pentru celelalte tipuri auditive și, în timpul operațiunilor de batere a pilonilor cu ajutorul unui ciocan la viteză ridicată, distanțele potențiale de vătămare sunt semnificative. Operațiunile de batere a pilonilor vor fi totuși limitate în timp, iar procedurile de pornire graduală vor fi importante pentru reducerea la minim a riscului.

8.2.2 Rezultate pentru zgomotul continuu (funcționarea navelor / activitățile de foraj)

Intervalele estimate pentru vătămarea mamiferelor marine de la sursele de zgomot continuu sunt prezentate în Tabelele 8.5 și 8.6; pentru calculele SEL a fost presupusă o viteză de înot de $1,5 \text{ ms}^{-1}$. Trebuie observat faptul că intervalul de impact nu este o „linie” solidă și rapidă care are un impact pe o parte și niciun impact pe cealaltă; impactul este mai probabilistic decât atât. Dependența de doză la debutul DPP, variațiile individuale și incertitudinile privind reacția comportamentală și viteza / direcția de înot înseamnă că această determinare este mult mai complexă decât trasarea unei linii în jurul unei surse de zgomot. Aceste intervale sunt, prin urmare, reprezentări simpliste ale „intervalului potențial de impact”, concepute astfel încât să ofere un mod inteligibil pe baza căruia un public mai larg să poată aprecia complexitatea și, astfel, să documenteze luarea deciziilor. Trebuie observat faptul că, potrivit Memorandumului tehnic NOAA NMFS-OPR-55, nu există praguri specifice de vârf pentru vătămare pentru zgomotul continuu. Liniile directe furnizate în document prevăd că pentru zgomotul ne-intermitent (continuu), în cazul în care sunetul are potențialul de a depăși pragurile maxime ale nivelului presiunii acustice asociate cu sunetele intermitente, trebuie luate în considerare aceste praguri. Rezultatele sunt prezentate în Tabelul 8.5 de mai jos în pentru completitudine.

Activitate / Sursă	Raza zonei de vătămare de vârf (Presupunând o viteză de înot de $1,5 \text{ ms}^{-1}$)			
	Cetaceu LF	Cetaceu MF	Cetaceu HF	Pinipede (OW)
Operațiunile navelor în timpul activităților de construcție	0 m (pragul nu a fost depășit)	0 m (pragul nu a fost depășit)	0 m (pragul nu a fost depășit)	0 m (pragul nu a fost depășit)
Operațiuni de foraj	0 m (pragul nu a fost depășit)	0 m (pragul nu a fost depășit)	0 m (pragul nu a fost depășit)	0 m (pragul nu a fost depășit)

Tabelul 8-4 Rezultatele modelării zgomotului pentru surse de zgomot continuu - vârf

Activitate / Sursă	Raza zonei de vătămare SEL (Presupunând o viteză de înot de $1,5 \text{ ms}^{-1}$)			
	Cetaceu LF	Cetaceu MF	Cetaceu HF	Pinipede OW
Operațiunile navelor în timpul activităților de construcție	2 m	1 m	185 m	0 m (pragul nu a fost depășit)
Operațiuni de foraj	0 m (pragul nu a fost depășit)	0 m (pragul nu a fost depășit)	12 m	0 m (pragul nu a fost depășit)

Tabelul 8-5 Rezultatele modelării zgomotului pentru surse de zgomot continuu - SEL

Observați faptul că un interval de „0 m” corespunde unui animal care nu este expus la zgomot suficient de mare pentru a provoca vătămarea la cea mai apropiată distanță posibilă de sursa zgomotului, respectiv *pragul nu a fost depășit*.

În ceea ce privește perturbarea mamiferelor marine din cauza zgomotului continuu; intervalele estimate pentru debutul efectelor de perturbare sunt prezentate în Tabelul 8.6. Pragurile de perturbare se bazează pe un zgomot continuu de 140 dB re 1 μ Pa rms.

Sursă / Navă	Intervalul estimat pentru debutul perturbărilor
Operațiunile navelor în timpul activităților de construcție	1.203 m
Operațiuni de foraj	379 m

Tabelul 8-6 Interval estimat de perturbare pentru mamiferele marine de la zgomot continuu

Este important ca rezultatele să fie considerate în contextul mediului de zgomot de referință, respectiv faptul că criteriul nivelului de presiune acustică de 120-140 dB re 1 μ Pa rms pentru perturbare de la zgomotul continuu este în intervalul nivelurilor de zgomot de referință posibile în zonă. Prin urmare, este important să se înțeleagă că depășirea criteriilor pentru debutul potențial al efectelor de perturbare nu înseamnă, în sine, că va avea loc o perturbare. Southall *et al.* (2007) observă că:

„... datele disponibile privind reacțiile comportamentale nu converg în ceea ce privește condiții specifice de expunere care duc la reacții particulare și nici nu indică un mecanism comportamental comun. Chiar și datele obținute cu controale substanțiale, precizie și valori standardizate indică variații mari atât la reacțiile comportamentale, cât și la condițiile de expunere necesare pentru provocarea unei anume reacții. Este clar faptul că reacțiile comportamentale sunt puternic afectate de contextul expunerii și de experiența, motivația și condiționarea animalului. Această realitate, care este în general în concordanță cu tiparele de comportament de la alte mamifere (inclusiv la oameni), a împiedicat eforturile noastre de a formula criterii de reacție comportamentală aplicabile în linii mari mamiferelor marine exclusiv pe baza nivelului expunerii.”

Pe cale de consecință, zonele de perturbare a comportamentului de mai sus trebuie privite ca gradul maxim probabil în care s-ar putea produce o schimbare comportamentală. Faptul că un animal se află în această zonă nu înseamnă neapărat că va avea loc o perturbare. De asemenea, trebuie observat faptul că în timpul construcției a fost presupusă o flotă completă de nave și, prin urmare, reprezintă cel mai pesimist scenariu.

8.3 Pești

Rezultatele modelării zgomotului pentru operațiunile de batere a pilonilor și sursele de zgomot continuu sunt prezentate în Tabelul 8.7. Acestea indică faptul că zona de vătămare potențială a peștilor este limitată la 30 de metri de activități. Pot apărea anumite perturbări din cauza zgomotului la 1.725 m de la sursă. Orice perturbare de la sursele de zgomot continuu va fi limitată la câteva sute de metri de sursă.

Activitate / Faza proiectului	Raza zonei de vătămare potențială ¹⁴				Raza zonei de vătămare potențială ¹⁵
	Fără vezică înotoătoare	Vezica înotoătoare nu este implicată în auz	Vezica înotoătoare este implicată în auz	Icre și larve	
Zgomot intermitent					

¹⁴ Bazată pe criteriile din Popper *et al.*, 2014

¹⁵ Nivelurile de presiune acustică mai mari de 1 150 dB re 1 μ Pa (rms) sunt preconizate să provoace modificări comportamentale temporare, cum ar fi provocarea unei reacții de tresărire, întreruperea hrănirii sau evitarea unei zone.

Activitate / Faza proiectului	Raza zonei de vătămare potențială ¹⁴				Raza zonei de vătămare potențială ¹⁵
	Fără vezică înotătoare	Vezică înotătoare nu este implicată în auz	Vezică înotătoare este implicată în auz	Icre și larve	
Operațiuni de batere a pilonilor - vârf	16 m	30 m	30 m	-	-
Operațiuni de batere a pilonilor - vârf cu pornire graduală	5 m	10 m	10 m	-	-
SEL pentru operațiunile de batere a pilonilor	N/E	3 m	3 m	-	-
SEL pentru operațiunile de batere a pilonilor cu pornire graduală	N/E	N/E	N/E	-	-
Zgomot de la baterea pilonilor - rms	-	-	-	-	1725 m
Zgomot continuu					
HLV, 2 AHV, barjă și MSV	-	-	18 m	-	380 m
Foraj și navă de pază	-	-	4 m	-	85 m

Tabelul 8-7 Rezultatele propagării zgomotului pentru pești

9 MIGRAȚIE

9.1 Operațiuni de batere a pilonilor (Zgomot intermitent)

9.1.1 Aspecte generale

Un raport emis de ACCOBAMS (2013), sub auspiciile Convenției privind conservarea speciilor migratoare de animale sălbatice (CMS), a emis un set de linii directoare privind diminuarea surselor de zgomot, astfel cum este descris în Secțiunea 3.2. Aceste măsuri de atenuare, care sunt relevante pentru activitățile de batere a pilonilor, sunt prezentate într-un cadru trifazic ce acoperă faza de planificare, procedurile de atenuare în timp real și faza post-activitate. Recomandările pentru fiecare dintre aceste faze pentru Proiectul MGD sunt rezumate în Tabelul 9.1.

Liniile directoare ACCOBAMS	Proiectul MGD
Faza de planificare	
<ul style="list-style-type: none"> > Se va considera adoptarea unor tehnologii alternative, surse de ardere cu nivel acustic scăzut etc.; > Se va examina prezența cetaceelor în perioadele anticipate pentru studiu și se vor efectua sau se vor finanța cercetări în acest sens acolo unde nu există informații sau acestea sunt necorespunzătoare; > Se vor selecta perioadele cu sensibilitate biologică scăzută; > Se va folosi modelarea propagării sunetului pentru a defini dimensiunea zonei de excludere. 	<p>BSOG a colectat informații despre probabilitatea prezenței cetaceelor în vecinătatea Proiectului MGD în timpul activităților de foraj și construcție planificate, care vor documenta EIM-urile.</p> <p>Rezultatele modelării propagării sunetelor din acest raport confirmă potrivirea unei zone de excludere de 500 m (consultați Tabelele 8.1 și 8.2).</p> <p>Constatările din acest raport vor fi utilizate în cadrul EIM pentru a determina dacă este necesară o ulterioară atenuare, ex. evitarea anumitor perioade ale anului.</p>
Proceduri de atenuare în timp real	
<ul style="list-style-type: none"> > Se va utiliza protocolul de monitorizare vizuală, respectiv, se vor folosi Observatori de mamifere marine (MMO) instruiți; > Se va stabili o zonă de excludere de 500 m pentru MMO; în cazul în care un mamifer marin va fi detectat în zona de excludere, activitățile de lucru trebuie amânate până în momentul în care excluderea este clară și începerea graduală poate continua; > Se va utiliza protocolul de monitorizare acustică, respectiv se vor utiliza dispozitive cu monitorizarea acustică pasivă (PAM) pentru detectare; > Se va utiliza protocolul de pornire graduală. 	<p>Aceste practici sunt recomandate pentru operațiunile de batere a pilonilor.</p> <p>Utilizarea MMO și a PAM este stipulată sub auspiciile protocolului de atenuare al ACCOBAMS. Întrucât deseori este foarte dificil să se observe cetaceele, cum ar fi delfinii, la distanțe mari, PAM va furniza MMO informații suplimentare valoroase.</p> <p>Utilizarea procedurii de pornire graduală este adesea folosită pentru a evita efectele negative ale surselor de zgomot intermitent (ex. baterea pilonilor / studii geofizice) și va trebui implementată indiferent dacă se folosesc MMO și/sau PAM. Pornirea graduală în ceea ce privește operațiunile de batere a pilonilor este discutată în Secțiunea 9.1.2.</p>
După activitate	



> Se raportează rezultatele și concluziile procedurilor de atenuare în timp real.

Rapoartele MMO vor fi elaborate după finalizarea operațiunilor de batere a pilonilor.

Tabelul 9-1 Măsuri de atenuare pentru operațiunile de batere a pilonilor

9.1.2 Pornire graduală

Atunci când se dirijează în pământ un pilon, este o practică tehnică normală să se înceapă cu o energie redusă a ciocanului și să se crească energia până se ajunge la puterea totală. Întrucât zgomotul emis de un pilon este legat de energia ciocanului, această procedură de intensificare graduală poate fi utilizată pe o perioadă îndelungată (crescând gradual energia), astfel încât primele lovituri cu ciocanul să producă un nivel mai scăzut de zgomot și să dea mamiferelor marine o șansă să părăsească zona în momentul în care aud primele lovituri. Acest proces este cunoscut sub numele de „pornire graduală”, fiind diferit de „pornirea lentă”, în care intervalul de timp dintre primele câteva lovituri este intensificat pentru a permite mamiferului să părăsească zona înainte de a se folosi o rată mai mare de lovire a ciocanului. În Marea Britanie, de exemplu, protocol de atenuare a baterii pilonilor valabil în prezent prevede că durata de începere graduală trebuie să fie de cel puțin 20 de minute. Se înțelege că această creștere necesară a energiei din motive de inginerie este pentru o perioadă mai scurtă de timp (5-15 minute) și, uneori, utilizează o energie de lovire a ciocanului inițial mai mare decât protocolul privind „pornirea graduală” necesar pentru a reduce riscul de vătămare a mamiferelor marine. Cu toate că s-au înregistrat progrese în ceea ce privește adaptarea pornirii graduale, prin elaborarea unor proceduri detaliate personalizate de pornire graduală, lipsesc liniile directoare cu privire la ceea ce anume reprezintă în mod exact o pornire graduală.

Eficacitatea pornirii graduale este dependentă de mulți factori, nu în ultimul rând de energia de lovire a ciocanului. Relația dintre energia de lovire a ciocanului și zgomot pare a fi destul de simplă, astfel încât reducerea la jumătate a energiei de lovire a ciocanului are drept rezultat o reducere de 3 dB a sunetului și o reducere de zece ori a energiei duce la o reducere de 10 dB a sunetului. Pentru ca procedurile de pornire graduală să fie eficiente în reducerea „potențialului de vătămare” a mamiferelor marine, este important ca protocoalele de batere a pilonilor să fie proiectate cu o energie cât se poate de mică a ciocanului, pe cât mai mult timp posibil, de preferință începând cu o energie de cel puțin zece ori mai mică a ciocanului și fără a crește energia prea rapid, dar în mod constant și treptat, pe întreaga durată de pornire graduală.

Eficacitatea procedurilor de pornire graduală se bazează în mare măsură pe presupunerea că un mamifer marin va putea localiza sunetul inițial și va reacționa în modul dorit și se va îndepărta de sursă pentru a evita expunerea. Această ipoteză se bazează pe raționamentele de simț comun, însă nu există dovezi că pornirea graduală are întotdeauna efectul dorit.

Deoarece utilizarea unei porniri graduale ca metodă de atenuare se bazează pe folosirea sunetului inițial pentru a „perturba” mamiferul marin, este important să se ia în considerare dacă pornirea graduală reprezintă o perturbare acceptabilă în conformitate cu cerințele politicii. Desigur, perturbarea ar fi avut loc oricum, dacă nu ar fi fost folosită o pornire graduală, așadar nu există un impact suplimentar de la pornirea graduală, în afară de timpul suplimentar necesar pentru a dirija în pământ fiecare pilon. Se consideră că timpul de batere a pilonilor suplimentar de 15-20 de minute (în comparație cu o pornire cu energie redusă de 5 minute pentru o „pornire standard”) ar avea o consecință minoră în ceea ce privește perturbarea, mai ales atunci când se iau în considerare beneficiile potențiale ale reducerii probabilității de vătămare (vătămarea fiind un impact mai sever decât perturbarea, deși perturbarea are loc într-o zonă mult mai extinsă și, prin urmare, ar putea afecta mai multe animale).

9.2 Activitatea navelor și de foraj (zgomot continuu)

Nu există linii directoare specifice privind atenuarea zgomotului continuu. Utilizarea MMO-urilor și a PAM-urilor și pornirea graduală nu sunt, în general, aplicabile acestor tipuri de zgomot datorită naturii intrinseci a activităților care produc zgomotul continuu. Rezultatele modelării propagării zgomotului arată un risc foarte scăzut de apariție a oricărei vătămări rezultată din zgomotul forajului sau al navelor. Activitățile indicate în Secțiunea 9.1 pentru faza de planificare pot fi realizate în continuare și evaluarea riscurilor poate fi folosită



pentru a stabili dacă este necesară o atenuare în ceea ce privește, de exemplu, planificarea activităților din diferite domenii ale proiectului pentru a evita sezoanele de reproducere.



10 CONCLUZII

Acest raport tehnic prezintă rezultatele unui studiu de modelare a zgomotului subacvatic pentru Proiectul MGD, în larg, în România, Marea Neagră. Evaluarea include zgomotul provocat de activitățile de batere a pilonilor (intermitent), operațiunile de foraj și zgomotul produs de activitatea navelor de construcție (continuu). Ca rezumat:

- > Există cinci specii de mamifere acvatice care locuiesc în Marea Neagră, dintre care patru sunt exclusiv marine: trei specii de cetacee (delfinul cu botul gros, delfinul comun și marsuinul) și o specie de pinipede (foca-călugăr). Foca-călugăr nu a fost observat în bazinul vestic al Mării Negre de peste 45 de ani și, prin urmare, pinipelele nu au fost incluse în obiectul acestui studiu. Cea de-a cincea specie de mamifere acvatice este vidra de râu europeană ale cărei obiceiuri sunt doar ocazional marine și nu călătoresc mai mult de 1,5 km față de țărm.
- > Cele trei specii principale de animale marine care locuiesc în Marea Neagră sunt clasificate ca cetacee cu frecvență medie (delfinul cu botul gros și delfinul comun) și cu frecvență mare (marsuinul). Toate acestea au fost observate în timpul cercetărilor efectuate în zona din larg a MGD.
- > Pentru completitudine, pragurile auditive pentru pinipelele otariide au fost incluse în studiu pentru a ajuta la documentarea evaluării impactului potențial asupra vidrelor. Aceasta este o abordare extrem de conservatoare, având în vedere că auzul vidrei este mai puțin sensibil decât auzul focii, iar vidrele petrec doar perioade limitate sub apă.
- > Studiul a luat în considerare zgomotul intermitent din operațiunile de batere a pilonilor și zgomotul continuu din activitățile de foraj și utilizarea navelor de construcție și de rezervă.
- > Datele privind zgomotul utilizate la calcule s-au bazat pe o combinație de date disponibile publicului, calcule empirice și predicții teoretice. Chiar și atunci când au fost disponibile date specifice de măsurare a zgomotului, acestea nu au fost întotdeauna într-o formă adecvată pentru evaluarea impactului zgomotului asupra mamiferelor marine, ceea ce înseamnă că au fost aplicate corecții empirice.
- > Luând în considerare cele de mai sus, există un risc foarte scăzut de vătămare a cetaceelor cu frecvență joasă și medie, a vidrelor sau a peștilor ca urmare a activităților generatoare de zgomot continuu. Pentru cetaceele mai sensibile, cu frecvență înaltă, există o posibilitate de vătămare DPP până la 185 m față de sursa de zgomot.
- > Se preconizează o reacție comportamentală (respectiv perturbare) pentru cetaceele cu frecvență medie până la 1.202 m față de operațiunile generatoare de zgomot continuu. Același lucru se poate aplica și vidrelor, deși acestea sunt mai puțin sensibile și petrec doar o mică perioadă de timp sub apă. Orice perturbare a peștilor provocată de operațiunile de zgomot continuu va fi limitată la 380 m de la sursă. Este important ca rezultatele să fie considerate în contextul mediului de zgomot de referință, respectiv faptul că criteriul nivelului de presiune acustică de 140-1 dB re 1 μ Pa rms pentru perturbare de la zgomotul continuu este în intervalul nivelurilor de zgomot de referință posibile în zonă. Pe cale de consecință, depășirea criteriilor pentru debutul potențial al efectelor de perturbare nu înseamnă, în sine, că va avea loc o perturbare.
- > Pentru zgomotul intermitent asociat cu ciocanul hidraulic pentru piloni, există un risc foarte scăzut de vătămare la valorile de vârf, cu o distanță de pornire sigură de 55 m pentru cetaceele cu frecvență înaltă (și considerabil mai puțin pentru alte tipuri auditive). În condiții de pornire graduală, intervalul se reduce la 17 m sau mai puțin.
- > Pentru nivelurile cumulate de expunere acustică, distanțele sigure încep de la 480 m pentru cetaceele cu frecvență joasă și 185 m pentru cele cu frecvență medie. În condiții de pornire graduală, acestea se reduc la 65 m și respectiv 19 m. Limitele (155 dB re. 1 μ Pa²s) specificate pentru tipul auditiv de înaltă frecvență sunt extrem de oneroase și, datorită naturii calculelor expunerilor cumulate, înseamnă că distanțele sunt în zeci de kilometri. Folosind criteriul SEL cu



ponderare M al lui Lucke de 177 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ pentru marsuin, intervalul se reduce la 875 m și la 150 m în condiții de pornire graduală.

- > Includerea unei proceduri de „pornire graduală” va reduce impactul potențial al operațiunilor de batere a pilonilor. Pentru ca procedurile de pornire graduală să fie eficiente, este important ca protocoalele de batere a pilonilor să fie proiectate cu o energie cât se poate de mică a ciocanului, pe o perioadă prelungită de cel puțin 20 de minute, de preferință începând cu o energie de cel puțin zece ori mai mică a ciocanului și fără a crește energia prea rapid, dar în mod constant și treptat, pe întreaga durată de pornire graduală.
- > Se anticipează o reacție comportamentală la baterea pilonilor (zgomot intermitent) din partea cetaceelor la o distanță de 2.431 m. Același lucru se poate aplica și vidrelor, deși acestea sunt mai puțin sensibile și petrec doar o mică perioadă de timp sub apă. Există un potențial de reacții comportamentale din partea peștilor la o distanță de 1.725 m.

Utilizarea tehnicilor de atenuare, inclusiv utilizarea MMO-urilor cu o zonă de excludere de 500 m, PAM și proceduri de pornire graduală trebuie adoptată în timpul baterii pilonilor pentru a reduce riscul de vătămare pentru cetaceele cu toate tipurile auditive. Pentru activitățile generatoare de zgomot continuu asociate forajului, nu există riscuri semnificative de impact asupra cetaceelor.



11 REFERINȚE

- ACCOBAMS, 2013 „Ghidul metodologic: Îndrumări privind măsurile de atenuare a zgomotului subacvatic”, a cincea întâlnire a Părților ACCOBAMS, Tangier, 5 – 8 noiembrie 2013.
- Ainslie, Michael A. și James G. McColm. 1998. “A Simplified Formula for Viscous and Chemical Absorption in Sea Water.” *The Journal of the Acoustical Society of America* 103 (3): 1671–72.
- Auditeco. 2016. Raport de monitorizare a biodiversității – Construirea unei conducte subterane de gaze în raza localității Corbu - Segmentul I, zona extravilană, Județul Constanța. Elaborat pentru Black Sea Oil and Gas S.R.L.
- Austin, M și A MacGillivray. 2005. “Maersk Rover Acoustic Source Level Measurements.” *Sakhalin Energy* 12.
- Blackwell, S.B. și C.R. Greene. 2005. “Sounds from an Oil Production Island in the Beaufort Sea in Summer: Characterisations and Contribution from Vessels.” *J. Acoustical Society of America* 119 (1).
- Clark, W.W. 1991. Recent studies of temporary threshold shift (TTS) and permanent threshold shift (PTS) in animals. *J. Acoust. Soc. Am.* 90(1):155-163.
- Cooper, Lisa Noelle, Nils Sedano, Stig Johansson, Bryan May, Joey D. Brown, Casey M. Holliday, Brian W. Kot și Frank E. Fish. 2008. “Hydrodynamic Performance of the Minke Whale (*Balaenoptera Acutorostrata*) Flipper.” *Journal of Experimental Biology* 211 (12): 1859–67.
- Dawoud, Waled A., Abdelazim M. Negm, Nasser M. Saleh și Mahmoud F. Bady. 2015. “Impact Assessment of Offshore Pile Driving Noise on Red Sea Marine Mammals.” accesat în iulie 2017
- Etter, Paul C. 2013. *Underwater Acoustic Modeling and Simulation*. CRC Press.
- Directiva CE privind habitatele (Directiva Consiliului 92/43/CEE)
- Hardner J., Gullison J., Anstee S. și Meyer M. 2015. *Good Practices for Biodiversity Inclusive Impact Assessment and Management Planning*.
- Harris, Ross E., Gary W. Miller, și W. John Richardson. 2001. “Seal Responses to Airgun Sounds during Summer Seismic Surveys in the Alaskan Beaufort Sea.” *Marine Mammal Science* 17 (4): 795–812.
- Hastings, M.C. 2002 Clarification of the Meaning of Sound Pressure Levels and the Known Effects of Sound on Fish.
- JNCC. 2017. Statutory nature conservation agency protocol for minimising the risk of injury to marine mammals from piling noise. Joint Nature Conservation Agency, Aberdeen, UK, August 2010.
- JNCC. 2017. JNCC guidelines for minimising the risk of injury to marine mammals from geophysical surveys. Joint Nature Conservation Agency, Aberdeen, UK, April 2017.
- Kastelein, Ronald A., Robin Gransier, Lean Hoek și Juul Olthuis. 2012. “Temporary Threshold Shifts and Recovery in a Harbour Porpoise (*Phocoena Phocoena*) after Octave-Band Noise at 4 kHz.” *The Journal of the Acoustical Society of America* 132 (5): 3525–37.
- Kastelein, Ronald A., Robin Gransier, Jessica Schop, and Lean Hoek. 2015. “Effects of Exposure to Intermittent and Continuous 6-7 kHz Sonar Sweeps on Harbour Porpoise (*Phocoena Phocoena*) Hearing.” *The Journal of the Acoustical Society of America* 137 (4): 1623. doi:10.1121/1.4916590.
- LA Kyhn, J. Tougaard and S. Sveegaard, Underwater Noise from the Drillship Stena Forth in Disko West, Baffin Bay, Greenland, NERI Technical Report No. 838, 2011
- Lucke, Klaus, Paul A. Lepper, Marie-Anne Blanchet, and Ursula Siebert. 2008. “Testing the Acoustic Tolerance of Harbour Porpoise Hearing for Impulsive Sounds.” *Bioacoustics* 17 (1-3): 329–31.
- Marine Conservation Research International, April 2014. *A Visual and Acoustic Survey for Marine Mammals in the Eastern Mediterranean Sea during Summer 2013*.



Marine Conservation Research International, April 2014. A Visual and Acoustic Survey for Marine Mammals in the Eastern Mediterranean Sea during Summer 2013.

McCauley, R.D., J. Fewtrell, A.J. Duncan, C. Jenner, M-N. Jenner, J.D. Penrose, R.I.T. Prince, A. Adhitya, J. Murdoch și K. McCabe. 2000. Marine seismic surveys – a study of environmental implications. APPEA Journal 692-708.

Moein, S.E., J.A. Musick, J.A. Keinath, D.E. Barnard, M.L. Lenhardt și R. George. 1995. Evaluation of seismic sources for repelling sea turtles from hopper dredges, pp. 90-93. In: L.Z. Hales (ed.), Sea Turtle Research Program: Summary Report. Technical Report CERC-95.

Oceanic Club. 2016a. Raport privind apariția și etologia mamiferelor marine în timpul achiziției de date seismice în zona „XV Midia” - Marea Neagră. Interval de monitorizare: 13 mi - 23 iunie 2016

Oceanic Club. 2016b. Raport privind prezența și comportamentul păsărilor și mamiferelor marine pe parcursul activităților de cercetare geotehnică pentru poziționarea platformei de producție „Ana”.

Oceanic Club. 2016c. Individual daily MMO and birds reports for PRS and BHS covering the period 16th September to 12th November 2016.

Nedwell, J.R., A.W.H Turnpenny, J. Lovell, S.J. Parvin, R. Workman, J.A.L. Spinks & D. Howell. 2007. A Validation of the dBht as a Measure of the Behavioural and Auditory Effects of Underwater Noise. Subacoustech Report Reference: 534R1231 to Chevron Ltd, TotalFinaElf Exploration UK PLC, Department of Business, Enterprise and Regulatory Reform, Shell UK, ITF, JNCC, Subacoustech, Southampton, UK.

NMFS. 2005. “Scoping Report for NMFS EIS for the National Acoustic Guidelines on Marine Mammals.” National Marine Fisheries Service.

NMRID. 2016. Informații relevante privind desfășurarea activităților de pescuit în zona de nord a litoralului românesc cuprinsă între Constanța și Sf. Gheorghe.

Ghidul tehnic NOAA pentru evaluarea efectelor sunetului antropic asupra auzului mamiferelor marine - praguri acustice subacvatice pentru debutul deplasărilor permanente și temporare a prapurilor, Memorandumul tehnic NMFS-OPR-55, iulie 2016.

Nedwell, Jeremy, Andrew Turnpenny, J. Langworthy și B. Edwards. 2003. ‘Measurements of Underwater Noise during Piling at the Red Funnel Terminal, Southampton, and Observations of Its Effect on Caged Fish.’ Subacoustics LTD. Report 558.

Nedwell, J. și D. Howell. 2004. ‘A Review of Offshore Windfarm Related Underwater Noise Sources.’ Cowrie Rep 544: 1–57.

Nehls, Georg, Klaus Betke, Stefan Eckelmann și Martin Ros. 2007. ‘Assessment and Costs of Potential Engineering Solutions for the Mitigation of the Impacts of Underwater Noise Arising from the Construction of Offshore Windfarms.’ COWRIE Limited.

Otani, Seiji, Yasuhiko Naito, Akiko Kato și Akito Kawamura. 2000. “Diving Behavior and Swimming Speed of a Free-Ranging Harbour Porpoise, Phocoena Phocoena.” Marine Mammal Science 16 (4): 811–14.

Popper A.N., A.D. Hawkins, R.R Fay, D.A Mann, S. Bartol, T.J. Carlson & S. Coombs. 2014. ASA S3/SC1.4 TR-2014 Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report Prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and Registered with ANSI. Springer.

Patterson, H., Susanna B. Blackwell, B. Haley, A. Hunter, M. Janowski, R. Rodrigues, D. Ireland și D.W. Funk. 2007. “Marine Mammal Monitoring and Mitigation During Open Water Seismic Exploration by Shell Offshore Inc, in the Chuchi Beaufort Seas, July - September 2006: 90-Day Report.” LGL Draft Rep. P891-1. LGL Alaska Research Associates Inc.

Richardson, William John, Denis H. Thomson, Charles R. Greene, Jr. și Charles I. Malme. 1995. Marine Mammals and Noise. Academic Press.

RMRI. 2016. Environmental Impact Report for “3D seismic survey in Midia IX Block, B contract area” located on the Romanian continental shelf of the Black Sea. Nr. contract c1165 / 23.12.2015.



- Rogers, P. H. 1981. "Onboard Prediction of Propagation Loss in Shallow Water." DTIC Document.
- RSK. 2013. SC Midia Resources SRL. Midia Gas Development. Flora and fauna survey report.
- Schulkin, M. și J. A. Mercer. 1985. "Colossus Revisited: A Review and Extension of the Marsh-Schulkin Shallow Water Transmission Loss Model (1962)." DTIC Document.
- Southall, Brandon L., Ann E. Bowles, William T. Ellison, James J. Finneran, Roger L. Gentry, Charles R. Greene Jr, David Kastak, et al. 2007. "Marine Mammal Noise-Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations." *Aquatic Mammals* 33 (4): 411–521.
- "Summary of Recommendations Made by the Expert Panel at the HESS Workshop on the Effects of Seismic Sound on Marine Mammals." 1997. In: Pepperdine University, Malibu, California.
- Toso, Giovanni, Paolo Casari și Michele Zorzi. 2014. "The Effect of Different Attenuation Models on the Performance of Routing in Shallow-Water Networks." In *Underwater Communications and Networking (UComms)*, 2014, 1–5. IEEE.
- Tougaard, Jakob, Andrew J. Wright și Peter T. Madsen. 2015. "Cetacean Noise Criteria Revisited in the Light of Proposed Exposure Limits for Harbour Porpoises." *Marine Pollution Bulletin* 90 (1): 196–208.
- Warchol, M.E. 2011. Sensory regeneration in the vertebrate inner ear: Differences at the levels of cells and species. *Hearing Research* 273:72-79
- Wenz, Gordon M. 1962. "Acoustic Ambient Noise in the Ocean: Spectra and Sources." *The Journal of the Acoustical Society of America* 34 (12): 1936–56.
- WSDOT. 2011. Biological Assessment Preparation for Transport Projects - Advanced Training Manual. Washington State Department of Transport.
- Wyatt, Roy. 2008. 'Joint Industry Programme on Sound and Marine Life - Review of Existing Data on Underwater Sounds Produced by the Oil and Gas Industry.'
- Xodus. 2017a. Studiul FEED [*Studiu inițial de inginerie și proiectare*] pentru Proiectul de Dezvoltare a Gazelor Midia: Raportul ENVID. Elaborat de Grupul Xodus în numele Black Sea Oil & Gas SRL. A-200283-S00-A-REPT-002.
- Xodus. 2017b. Studiul FEED [*Studiu inițial de inginerie și proiectare*] pentru Proiectul de Dezvoltare a Gazelor Midia: Raportul privind sfera de aplicabilitate a EIMS. Elaborat de Grupul Xodus în numele Black Sea Oil & Gas SRL. A-200283-S00-A-REPT-014.