

CONFIDENȚIAL

Trimis către:

Safina Jivraj  
io consulting  
251 Southwark Bridge Road  
Londra  
SE1 6FJ  
Regatul Unit

Tel: +44 (0)20 3934 2367

E-mail: safina.jivraj@ioconsulting.com

Site: www.ioconsulting.com

Trimis de:

Richard Barham  
Subacoustech Environmental Ltd  
Unitatea 2, Muira Industrial Estate  
William Street  
Southampton  
SO14 5QH  
Regatul Unit

Tel: +44 (0) 23 80 236 330

E-mail: richard.barham@subacoustech.com

Site: www.subacoustech.com

---

Modelarea zgomotului subacvatic generat de activități  
legate de construcția proiectului Neptun Deep în Marea  
Neagră Richard Barham, Tim Mason

03 October 2023

**Raportul Subacoustech de mediu c nr. P347R0104**

---



<i>Documentul Nr.</i>	<i>Data</i>	<i>Scris</i>	<i>Aprobat</i>	<i>Distributie</i>
<i>P347R0101</i>	<i>23.12.2022</i>	<i>R Barham</i>	<i>T Mason</i>	<i>S Jivrav (Io Consultanta)</i>
<i>P347R0102</i>	<i>15.03.2023</i>	<i>R Barham</i>	<i>T Mason</i>	<i>S Jivrav (Io Consultanta)</i>
<i>P347R0103</i>	<i>16.03.2023</i>	<i>R Barham</i>	<i>T Mason</i>	<i>S Jivrav (Io Consultanta)</i>
<i>P347R0104</i>	<i>03/10/2023</i>	<i>R Barham</i>	<i>T Mason</i>	<i>S Jivrav (Io Consulting)</i>

*Acest raport este un document controlat. Pagina de documentație a raportului listează numărul versiunii, înregistrarea modificărilor, informații de referință, rezumat și alte detalii ale documentației.*

**Prezentul document este o traducere după originalul redactat în limba engleză.**

CONFIDENȚIAL

Intern

# Listă de conținut

1	Introducere .....	4
1.1	Descrierea sitului .....	4
2	Valorile zgomotului subacvatic .....	5
2.1	Unități de măsură .....	5
2.2	Nivelul presiunii sonore (SPL) .....	5
2.3	Nivelul maxim al presiunii sonore (SPL <sub>maxim</sub> ) .....	6
2.4	Nivelul de expunere la sunet (SEL) .....	6
3	Surse de zgomot .....	8
3.1	Dragarea .....	8
3.2	Foraj .....	8
3.3	Pilonare prin impact .....	8
3.4	Microtunele .....	9
3.5	Săparea de șanțuri .....	10
3.6	Zgomotul navei .....	10
4	Abordarea evaluării .....	11
4.1	Metodologia modelării .....	11
4.1.1	Intrări de modelare .....	12
4.1.2	Nivelurile de zgomot ale sursei și conținutul de frecvență .....	12
4.2	Evaluarea zgomotului subacvatic .....	13
4.2.1	Criteriile de utilizat .....	14
4.2.2	Mamifere marine (Southall et al. 2019) .....	14
4.2.3	Pește (Popper și colab. 2014) .....	17
5	Modelarea rezultatelor .....	20
5.1	Dragarea .....	20
5.1.1	Dragaj cu buldoexcavator .....	1
5.1.2	Dragaj cu aspirație cu tăietor .....	4
5.2	Foraj .....	5
5.3	Pilonare prin impact .....	0
5.3.1	Criterii lovitură unică .....	1
5.3.2	Criterii cumulate .....	1
5.3.2.1	Ciocan MENCK 800S, scenariu limită superioară .....	1
5.3.2.2	Scenariul optim estimat pentru ciocanul MENCK 800S .....	3
5.3.2.3	Ciocan MENCK 3200iS Scenariu limită superior .....	8
5.3.2.4	Ciocan MENCK 3200iS, Scenariu estimare optimă .....	13
5.4	Microtunele .....	0
5.5	Săparea de șanțuri .....	0

CONFIDENȚIAL

5.6	Zgomotul navei.....	1
5.7	Măsuri de atenuare .....	0
6	Sumar si CONCLUZII.....	1
	Referințe.....	2
	Pagina de documentație a raportului .....	4

## Glosar

Termen	Definiție
Decibel (dB)	O scară obișnuită folosită în mod obișnuit (în diferite moduri) pentru raportarea nivelurilor de zgomot. O diferență de 10 dB corespunde unui factor de 10 în puterea sonoră. Măsurarea reală a sunetului este comparată cu un nivel de referință fix și valoarea „decibelului” este definită ca fiind $10 \log_{10}(\text{actual}/\text{referință})$ unde ( <i>actual/referință</i> ) este raportul de putere. Deoarece puterea sonoră este de obicei proporțională cu presiunea sonoră pătrat, valoarea decibelilor pentru presiunea sonoră este $20 \log_{10}(\text{presiune actuală}/\text{presiune de referință})$ . Referința standard pentru sunetul subacvatic este 1 micro pascal ( $\mu\text{Pa}$ ). Simbolul dB este urmat de un al doilea simbol care identifică valoarea de referință specifică (de exemplu, re 1 $\mu\text{Pa}$ ).
Presiune maximă	Cea mai mare presiune deasupra sau sub presiunea ambientală care este asociată cu o undă sonoră.
Presiune de la vârf la vârf	Suma celor mai mari presiuni pozitive și negative care sunt asociate cu o undă sonoră.
Schimbarea permanentă a pragului auditiv (PTS)	O pierdere permanentă totală sau parțială a auzului cauzată de o traumă acustică. PTS are ca rezultat leziuni ireversibile ale celulelor capilare senzoriale ale aerului și, prin urmare, o reducere permanentă a acuității auzului.
Root Mean Square (RMS)	Valoarea medie pătratică a unui set de valori instantanee. Folosit pentru prezentarea unui nivel mediu de presiune sonoră.
Nivelul de expunere la sunet (SEL)	Nivelul sonor constant care acționează timp de o secundă, care are aceeași cantitate de energie acustică, așa cum este indicată de pătratul presiunii sonore, al sunetului original. Este nivelul integrat în timp al presiunii sonore ridicată la pătrat. SEL este utilizat în mod obișnuit pentru a compara evenimentele sonore tranzitorii cu durate de timp, niveluri de presiune și caracteristici temporale diferite.
Nivel de expunere la sunet, cumulat (SEL <sub>cum</sub> )	Valoare unică pentru totalul colectat, combinat al expunerii la sunet într-un timp specificat sau mai multe cazuri ale unei surse de zgomot.
Nivel de expunere la sunet, o singură lovitură (SEL <sub>ss</sub> )	Calculul nivelului de expunere la sunet reprezentativ pentru un singur impuls de zgomot, de obicei o lovire de grămadă.
Nivelul presiunii sonore (SPL)	Nivelul presiunii sonore este o expresie a presiunii sonore folosind scala decibeli (dB); ale căror presiuni de frecvență standard sunt 1 $\mu\text{Pa}$ pentru apă și 20 $\mu\text{Pa}$ pentru aer.
Nivelul presiunii sonore de vârf (SPL <sub>vârf</sub> )	Cea mai mare presiune a sunetului (zero-vârf) pozitivă sau negativă, în decibeli.
Deplasare temporară a pragului (TTS)	Reducerea temporară a acuității auzului din cauza expunerii la sunet în timp. Expunerea la niveluri ridicate de sunet pe perioade de timp relativ scurte poate provoca același nivel de TTS ca și expunerea la niveluri mai scăzute de sunet pe perioade de timp mai lungi. Mecanismele care stau la baza TTS nu sunt bine înțelese, dar pot exista unele leziuni temporare ale celulelor senzoriale. Durata TTS variază în funcție de natura stimulului.
Nivel de sunet neponderat	Niveluri de sunet care sunt „brute” sau care nu au fost ajustate în niciun fel, de exemplu pentru a ține cont de capacitatea de auz a unei specii.
Nivel de sunet ponderat	Un nivel de sunet care a fost ajustat în raport cu o „înveliș de ponderare” în domeniul frecvenței, de obicei pentru a face un nivel neponderat relevant pentru o anumită specie. Exemple în acest sens sunt dB(A), în care nivelul general al sunetului a fost ajustat pentru a ține cont de capacitatea de auz a oamenilor în aer, sau filtrele utilizate de Southall și colab. (2019) pentru mamiferele marine.

# 1 Introducere

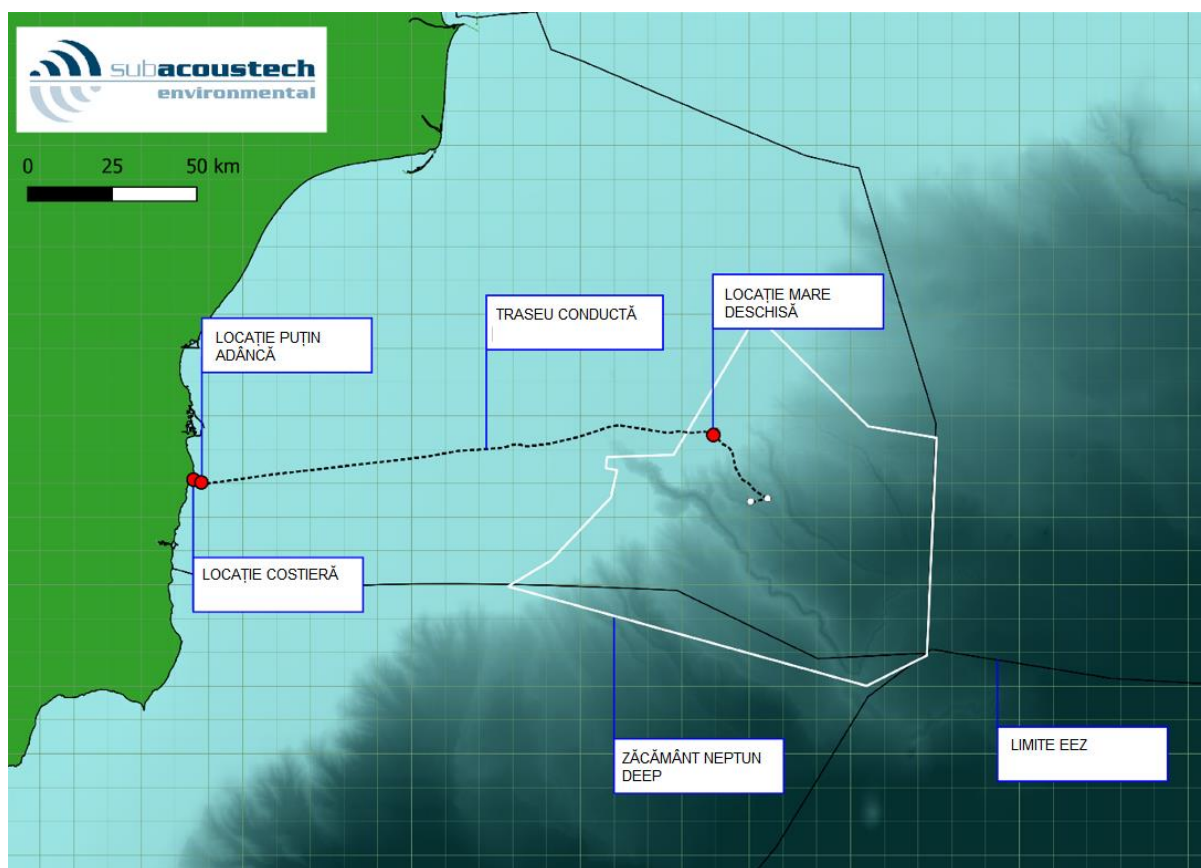
Subacoustech Environmental a fost solicitat de IO Consulting să realizeze modelări de zgomot subacvatic pentru diverse surse de zgomot legate de construcția proiectului Neptun Deep în Marea Neagră, în largul coastei de est a României.

Se așteaptă ca proiectul să utilizeze dragarea, forajul, amplasare piloni prin impact, microtunel, săparea de șanțuri și zgomotele asociate navelor.

## 1.1 Descrierea sitului

Situl Neptun Deep acoperă o zonă mare a Mării Negre la estul României. Adâncimile apei din Zona Proiectului se extind până la aproximativ 1,7 km adâncime, cu ape mai puțin adânci spre coastă și ape cu peste 2 km mai departe, la sud-est de amplasament, în centrul Mării Negre.

Zona Proiectului, precum și cele trei locații de modelare utilizate pentru acest studiu, sunt prezentate în Figura 1-1.



*Figura 1-1 Hartă care arată locațiile utilizate pentru modelare în Marea Neagră împreună cu limita sitului Neptun Deep*

Locațiile de modelare au fost selectate pentru a fi cele mai adânci locații în care pot avea loc fiecare dintre activitățile de construcție. Acestea includ apele mai adânci, relativ vorbind, la Locația puțin adâncă și Locația costieră, care sunt adecvate pentru activitățile de acolo. Apa mai adâncă tinde să conducă la cea mai mare propagare a zgomotului subacvatic și la cele mai mari intervale de impact. Mai multe detalii despre metodologia de modelare sunt oferite în Secțiunea 4.1.

## 2 Valorile zgomotului subacvatic

Sunetul se deplasează mult mai repede în apă (aproximativ  $1.500 \text{ ms}^{-1}$ ) decât în aer ( $340 \text{ ms}^{-1}$ ). Deoarece apa este un mediu dens, relativ incompresibil, presiunea asociată cu sunetul subacvatic tinde să fie mult mai mare decât în aer.

Trebuie remarcat faptul că nivelurile de zgomot subacvatice declarate nu trebuie confundate cu nivelurile de zgomot din aer, care utilizează o scară diferită.

### 2.1 Unități de măsură

Măsurătorile sunetului sub apă sunt de obicei exprimate folosind scala decibeli (dB), care este o măsură logaritmică a sunetului. Se folosește o scară logaritmică deoarece, mai degrabă decât incrementele egale de sunet care au o creștere egală a efectului, de obicei fiecare dublare a nivelului sunetului va determina o creștere aproximativ egală a „intensității”.

Orice cantitate exprimată în această scară este denumită „nivel”. Dacă unitatea este presiunea sonoră, exprimată pe scara dB, aceasta va fi denumită „nivel de presiune acustică”.

Definiția fundamentală a scării dB este dată de:

$$Nivel = 10 \times \log_{10} \left( \frac{Q}{Q_{ref}} \right)$$

Unde  $Q$  este cantitatea care se exprimă pe scară și  $Q_{ref}$  este cantitatea de referință.

Scala dB reprezintă un raport. Prin urmare, este utilizat cu o unitate de referință, care exprimă baza de la care este exprimat raportul. Cantitatea de referință este în mod convențional mai mică decât cea mai mică valoare care trebuie exprimată pe scară, astfel încât orice nivel citat este pozitiv. De exemplu, o cantitate de referință de  $20 \text{ } \mu\text{Pa}$  este utilizată pentru sunetul în aer, deoarece acesta este pragul inferior al auzului uman.

Când este utilizat cu presiunea sonoră, valoarea presiunii este ridicată la pătrat. Pentru a asigura că variațiile unităților sunt în acord, presiunea sonoră trebuie specificată în unități de presiune Root Mean Square (RMS). Acest lucru este echivalent cu exprimarea sunetului ca:

$$Nivelul \text{ de presiune al zgomotului} = 20 \times \log_{10} \left( \frac{P_{RMS}}{P_{ref}} \right)$$

Pentru sunetul subacvatic, o unitate de  $1 \text{ } \mu\text{Pa}$  este utilizată de obicei ca unitate de referință ( $P_{ref}$ ); un Pascal este egal cu presiunea exercitată de un Newton pe un metru pătrat, iar un micro Pascal este egal cu o milionime din acesta.

### 2.2 Nivelul de presiune acustică (SPL)

Nivelul de presiune acustică (SPL) este utilizat în mod normal pentru a caracteriza zgomotul și vibrațiile de natură continuă, cum ar fi foraj, săpare, sonar cu undă continuă sau nivelurile de zgomot de fundal ale mării și râurilor. Pentru a calcula SPL, variația presiunii sonore este măsurată pe o anumită perioadă pentru a determina nivelul RMS al sunetului care variază în timp. Prin urmare, SPL poate fi considerat o măsură a nivelului mediu neponderat al sunetului, pe perioada de măsurare.

În cazul în care SPL este utilizat pentru a caracteriza undele de presiune tranzitorii, cum ar fi cele de la pilonii de impact, pistolul cu aer seismic sau exploziile subacvatice, este esențial ca perioada în care este calculat nivelul RMS să fie specificată. De exemplu, în cazul unei lovituri la pilon care durează o zecime de secundă, media luată peste o zecime de secundă va fi de zece ori mai mare decât media pe o secundă. Adesea, sunete tranzitorii precum acestea sunt cuantificate folosind SPL-uri „de vârf” sau niveluri de expunere la sunet (SEL).

Dacă nu este definit altfel, toate nivelurile de zgomot SPL din acest raport sunt referite la 1  $\mu$ Pa.

### 2.3 Nivelul maxim al presiunii acustice (SPL<sub>maxim</sub>)

SPL-urile de vârf sunt adesea folosite pentru a caracteriza sunetul tranzitoriu de la surse Impulsiv, cum ar fi baterea pilonilor. SPL<sub>maxim</sub> este calculat utilizând variația maximă a presiunii de la pozitiv la zero în cadrul unde. Aceasta reprezintă modificarea maximă a presiunii pozitive (presiunea diferențială de la pozitiv la zero) pe măsură ce unda de presiune tranzitorie se propagă.

O altă variație a acesteia este SPL de vârf la vârf (SPL<sub>varf-varf</sub>) unde este luată în considerare variația maximă a presiunii de la pozitiv la negativ. Acolo unde unda este distribuită simetric în presiune pozitivă și negativă, presiunea de la vârf la vârf va fi de două ori mai mare decât nivelul de vârf sau cu 6 dB mai mare (a se vedea secțiunea 2.12.1).

### 2.4 Nivelul de expunere la zgomot (SEL)

Când se ia în considerare zgomotul din surse tranzitorii, problema duratei unde de presiune este adesea abordată prin măsurarea energiei acustice totale (densitatea fluxului de energie) a unde. Această formă de analiză a fost folosită de Bebb și Wright (1953, 1954a, 1954b, 1955), iar mai târziu de Rawlins (1987), pentru a explica discrepanțe aparente în efectul biologic al undelor de explozie cu rază scurtă și lungă de acțiune asupra scafandrilor umani. Mai recent, această formă de analiză a fost utilizată pentru a dezvolta criterii pentru evaluarea intervalelor de leziuni pentru pești și mamifere marine din diferite surse de zgomot (Popper și *colab.*, 2014; Southall și *colab.*, 2019).

SEL însumează energia acustică pe o perioadă de măsurare și ia în considerare în mod eficient atât SPL-ul sunetului, cât și durata acesteia în mediul acustic. Expunerea la sunet (SE) este definită de ecuația:

$$SE = \int_0^T p^2(t) dt$$

Unde  $p$  este presiunea acustică în pascali,  $T$  este durata totală a sunetului în secunde și  $t$  este timpul în secunde. SE este o măsură a energiei acustice și are unități de Pascal pătrat secunde ( $\text{Pa}^2 \text{s}$ ).

Pentru a exprima SE pe o scară logaritmică prin intermediul unui dB, acesta trebuie comparat cu un nivel de energie acustică de referință ( $p_{ref}^2$ ) și un timp de referință ( $T_{ref}$ ). SEL este apoi definit de:

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

Selectând o presiune de referință comună ( $p_{ref}$ ) de 1  $\mu$ Pa pentru evaluările zgomotului subacvatic, SEL și SPL pot fi comparate folosind expresia:

$$SEL = SPL + 10 \times \log_{10} T$$

unde este o măsură a SPL nivelului mediu de zgomot în bandă largă și SELsumele energiei cumulate de zgomot în bandă largă.

Aceasta înseamnă că, pentru sunete continue de mai puțin de o secundă, SEL va fi mai mic decât SPL. Pentru perioade mai mari de o secundă, SEL va fi numeric mai mare decât SPL (adică, pentru un sunet continuu de 10 secunde, SEL va fi cu 10 dB mai mare decât SPL; pentru un sunet de 100 de secunde, SEL va fi 20 dB mai mare decât SPL și așa mai departe).

În cazul în care un singur zgomot de impuls, cum ar fi unda sonoră de la o lovire de pilon, este considerat izolat, acesta poate fi reprezentat printr-un SEL „single strike” sau SEL<sub>ss</sub>. Un SEL cumulativ sau

$SEL_{cum}$ , ține cont de expunerea de la impulsuri multiple sau loviri de pilon, în timp, unde numărul de impulsuri îl înlocuiește pe  $T$  din ecuația de mai sus, conducând la:

$$SEL_{cum} = SEL + 10 \times \log_{10} X$$

Unde  $SEL$  este nivelul de expunere la zgomot al unui impuls și  $X$  este numărul total de impulsuri sau lovituri. Dacă nu este definit altfel, toate nivelurile de zgomot  $SEL$  din acest raport sunt referite la  $1 \mu Pa^2s$ .



### 3 Surse de zgomot

Următoarele activități de construcție și surse de zgomot sunt preconizate pentru instalarea conductei Neptun Deep:

- Dragarea;
- Foraj;
- Batere piloni;
- Microtunele;
- Șanțuri; și
- Zgomotul navei.

Nivelurile de zgomot detaliate ale sursei (adică nivelul efectiv de zgomot la 1 m de sursa utilizată în modelare) pentru aceste activități și surse de zgomot sunt prezentate în Secțiunea 4.1.2.

#### 3.1 Dragarea

Pentru această modelare au fost luate în considerare două tipuri de dragă: dragarea cu buldoexcavator, în care materialul este îndepărtat de pe fundul mării cu ajutorul unei cupe pe brațul unui excavator mecanic și dragarea cu aspirație cu tăietor, în care un cap de tăiere desface solul dur sau roca în fragmente de pe fundul mării. Înainte ca o conductă de aspirație să o pompeze la suprafață. Pentru proiectul Neptun Deep, dragarea propusă va acoperi peste 3 km pentru instalarea conductei de producere a gazelor, dragând la adâncimi cuprinse între 20 și 40 m.

Nu au fost identificate nave sau echipamente specifice de dragare, așa că au fost folosite măsurători generice de zgomot din baza de date Subacoustech Environmental, cu zgomotul de dragare cu buldoexcavator măsurat de la draga *Zenne* din nord-vestul Irlandei și dragarea cu aspirație cu freza de la excavatorul *Taurus II* din Golful Persic.

#### 3.2 Foraj

Forajul va fi prezent la situl Neptun Deep pentru sondele de producție offshore. Nu a fost specificată nicio instalație de foraj specifică, așa că măsurătorile unui foraj *Seacore / Wirth B5 de 400 kW* efectuate în Irlanda de Nord-Est au fost folosite ca sursă pentru această modelare.

#### 3.3 Pilonare prin impact

Pilonii cu fusta, cu diametru de 2,44 m, urmează să fie instalați la o adâncime cuprinsă între 92 și 102 m, la locația de amplasare. Metoda de pilonare nu a fost confirmată, dar s-a presupus că se va utiliza pilonarea prin impact, considerată ca fiind cel mai defavorabil scenariu.

Abordarea pilonării prin impact aleasă pentru modelare este în două etape: un ciocan MENCK 800S este folosit pentru instalarea parțială a unui set de patru piloni, apoi ciocanul este schimbat cu ciocanul mai mare MENCK 3200iS pentru instalarea completă a acestor piloni. Din cauza duratelor de pilonare și a timpului de schimbare a ciocanului, nu se preconizează că cele două ciocane vor fi utilizate în aceeași perioadă de 24 de ore.

Procese de pornire lentă și de creștere treptată pentru cele două ciocane de pilonare sunt rezumate în Tabelul 3.1 până la Tabelul 3.4, așa cum au fost furnizate de Io Consulting. Pentru fiecare pilon, au fost luate în considerare patru scenarii de pilonare: o limită superioară și o estimare optimă, precum și instalarea unui singur pilon și instalarea secvențială a patru piloni.

Tabel 3-1 Parametrii pentru pilonarea prin impact în scenariul limită folosind ciocanul MENCK 800S

MENCK 800S (limită superioară)	164 kJ	410 kJ	492 kJ	574 kJ	656 kJ	820 kJ
Număr de lovituri	100	483	3,281	2,887	3,483	4,063
Durată	10 min	16 min	82 min	72 min	87 min	90 min
Rată de impact	10 bătăi/min	~30 bătăi/min	~40 bătăi/min			~45 bătăi /min
un singur pilon: 14.297 lovituri, durată 5,95 ore 4 piloni: 57.188 lovituri, durată 23,8 ore						

Tabel 3-2 Parametrii pentru pilonarea prin impact în scenariul optim estimat folosind ciocanul MENCK 800S

MENCK 800S (optim estimat)	164 kJ	410 kJ	492 kJ	574 kJ	656 kJ	820 kJ
Număr de lovituri	100	260	2,398	1,702	1,827	1,893
Durată	10 min	9 min	60 min	43 min	46 min	42 min
Rată de impact	10 bătăi /min	~29 bătăi /min	~40 bătăi /min			~45 bătăi /min
un singur pilon: 8.180 lovituri, durată 3,5 ore 4 piloni: 32.720 lovituri, durată 14 ore						

Tabel 3-3 Parametrii pentru pilonarea prin impact în scenariul limită folosind ciocanul MENCK 3200iS

MENCK 3200iS (limită superioară)	640 kJ	1,600 kJ	2,401 kJ	3,201 kJ
Număr de lovituri	100	3,606	3,205	5,206
Durată	10 min	120 min	80 min	116 min
Rată de impact	10 bătăi/min	~30 bătăi/min	~40 bătăi/min	~45 bătăi/min
un singur pilon: 12.117 lovituri, durată 5,43 ore 4 piloni: 48.468 lovituri, durată 21,73 ore				

Tabel 3-4 Parametrii pentru pilonarea prin impact în scenariul optim estimat folosind ciocanul MENCK 3200iS hammer

MENCK 3200iS (optim estimat)	640 kJ	1,600 kJ	2,401 kJ	3,201 kJ
Număr de lovituri	100	1,383	1,190	1,432
Durată	10 min	46 min	30 min	32 min
Rată de impact	10 bătăi/min	~30 bătăi/min	~40 bătăi/min	~45 bătăi/min
un singur pilon: 4.105 lovituri, durată 1,97 ore 4 piloni: 16.420 lovituri, durată 7,87 ore				

### 3.4 Microtunele

Este propusă o mașină de forat tunel (TBM) pentru microtunelare sub linia costieră românească. Această metodă a fost aleasă deoarece această zonă este un sit protejat. TBM-ul propus va crea o gaură de foraj cu diametrul de 2,5 m.

Măsurătorile de foraj de foraj din Moray Firth din Scoția cu un diametru de foraj similar au fost utilizate ca proxy pentru zgomotul de micro tunel în această modelare.

### 3.5 Săparea de șanțuri

Echipamentele de săpătură, în care un dispozitiv amplasat pe fundul mării săpă un șanț, așază conducte sau cabluri și apoi umple șanțul, sunt incluse în modelarea zgomotului. În cadrul proiectului Neptun Deep, acestea vor fi utilizate pentru ombilicale și conductele de transport. Sistemul de săpătură SMD și Fugro TSM Q1400 a fost identificat ca o opțiune potențială pentru săpătură în cadrul acestui proiect. Măsurătorile efectuate asupra unui sistem similar de săpătură, un echipament RT1 de sapare în stâncă, efectuate în nord-vestul Irlandei, au fost utilizate ca sursă pentru această modelare.

### 3.6 Zgomotul navei

Toate sursele de zgomot identificate mai sus au zgomot asociat navelor, de exemplu, remorchere și barje pentru dragare, bărci cu echipaj, nave de inspecție ROV și barje pentru instalarea pilonilor. Un raport de studiu privind pescuitul și transportul maritim realizat pentru Proiectul Neptun Deep (ROND-EW-YRRPT-20-0002) detaliază, de asemenea, potențialele nave care pot fi prezente în timpul construcției. Datele nu sunt disponibile pentru aceste nave individuale, așa că, în cel mai rău caz, au fost utilizate măsurători de la *Vega Stockholm*, un cargobot mare, pentru a cuprinde toate navele potențiale de la Situl Neptun Deep.

## 4 Abordarea evaluării

Această secțiune prezintă un rezumat al abordării folosite pentru evaluarea nivelurilor de zgomot subacvatic așteptate din activitățile de construcție propuse și sursele de zgomot pentru conducta Neptun Deep, precum și criteriile utilizate pentru a evalua impactul zgomotului asupra speciilor marine relevante.

Abordarea de modelare prezentată este conformă cu recomandările găsite în Ghidul de bune practici 133 pentru Laboratorul Național de Fizică (NPL) pentru zgomotul subacvatic (Robinson *et al.*, 2014).

### 4.1 Metodologia modelării

Pentru a estima nivelurile probabile de zgomot subacvatic din diferitele activități de construcție, modelarea propagării zgomotului a fost realizată folosind o abordare care este utilizată și acceptată pe scară largă de comunitatea acustică, în combinație cu date de mediu disponibile public, informații furnizate de Jacobs și date de la Subacoustech Biblioteca de măsurători a mediului. Abordarea este descrisă mai detaliat mai jos.

Modelarea a fost efectuată în trei locații, reprezentând cele mai nefavorabile cazuri pentru fiecare activitate enumerată în Secțiunea 2. Locațiile, prezentate în Figura 1-111, -sunt rezumate în Tabel 4-1

*Tabel 4-1 Rezumatul coordonatelor locației de modelare a zgomotului subacvatic și adâncimile apei asociate (nivelul mediu al mării)*

	Locație în larg	Locație adâncime mică	Locație costieră
Surse de zgomot	Foraj, piloni de impact, șanțuri și zgomotele vaselor	Dragarea cu buldoexcavator și dragarea cu aspirație cu cutter	Microtunele
Grade zecimale	44,04778° N, 030,5875° E	43,96389° N, 028,6925° E	43,97111° N, 028,66389° E
Esturi și Norduri	306733.2, 4880010 (UTM 36N)	154428.3, 4876892 (UTM 36N)	152175.0, 4877815 (UTM 36N)
Adâncimea apei	124 m	24 m	10 m

Modelarea zgomotului subacvatic este complexă și poate fi abordată în mai multe moduri diferite. În acest caz, Subacoustech Environmental a ales să utilizeze o abordare de modelare numerică care se bazează atât pe o metodă a ecuației parabolice (PE) pentru frecvențe joase, cât și pe o metodă de urmărire a razelor pentru frecvențe înalte (Etter, 1991). Acest studiu implementează aceste soluții numerice folosind software-ul dBSea (v2.3).

Acest model folosește o gamă largă de parametri de intrare, inclusiv batimetria, datele despre sedimente, viteza sunetului și frecvența sursei pentru a se asigura că rezultatele sunt cât mai detaliat și precis posibil. Acești parametri sunt descriși în detaliu în Secțiunile 4.1.1 și 4.1.2.

Trebuie menționat că modelarea prezentată în acest studiu presupune surse staționare de zgomot. Deoarece unele dintre aceste activități, cum ar fi șanțurile și dragarea, se deplasează în timp, aceste rezultate ar trebui considerate conservatoare, din cauza expunerii totale mai scăzute la zgomot a oricărei zone.

Prin natura sa, modelarea matematică va produce rezultate care indică un interval precis la care va fi atins un criteriu (Secțiunea 4.2), dar acest lucru nu reflectă incertitudinile inerente în proces. Rezultatele dau o valoare numerică specifică unei probleme cu un număr mare de variabile și parametri, inclusiv mulți care se modifică constant în condițiile lumii reale. Majoritatea parametrilor de modelare, cum ar fi nivelul sursei de zgomot, durata de funcționare și locația acestuia, sunt selectați pentru a fi precauți,

pentru a evita riscul subestimării impactului. Rezultatele prezentate în Secțiunea 5 prezintă intervale specifice la care este îndeplinit fiecare prag de impact, pentru a determina unde pot apărea efectele asupra mediului în receptori în timpul activității de anchetă. Datorită fluctuațiilor naturale menționate mai sus, intervalele ar trebui luate ca orientative, deși intenționate să fie cel mai rău caz.

#### 4.1.1 Date de intrare pentru modelare

Datele batimetriei utilizate în modelare au fost obținute de la Rețeaua europeană de observare și date privind mediul marin (EMODnet) (EMODnet), care are o rezoluție a gridului de aproximativ 115 m. Aceste date sunt normalizate la nivelul mediu al mării și nu s-a luat considerare intervalul mareelor.

Viteza sunetului în apă a fost calculată din datele de temperatură și salinitate furnizate de Jacobs pentru zonă. Calculul de la Mackenzie (1981) a fost folosit pentru a determina viteza sunetului cu adâncimea pentru locațiile de modelare.

Pe baza informațiilor furnizate de Jacobs, caracteristicile fundului mării din jurul locațiilor de modelare presupun un amestec de nisip circalitoral și noroi. Parametrii utilizați pentru modelare sunt prezentați în Tabel 4-2. Proprietățile geo acustice utilizate în modelare s-au bazat pe datele disponibile pentru nisip și noroi de la Jensen și colab. (2011).

*Tabel 4-2 Proprietăți geo acustice ale fundului mării utilizate pentru modelare*

Tipul fundului mării	Viteza sunetului compresiv în substrat	Profil de densitate în substrat	Profil de atenuare în substrat
Nisip/nămol circalitoral	1.675 ms <sup>-1</sup>	1.700 kg/m <sup>3</sup>	0,9 dB/lungime de undă

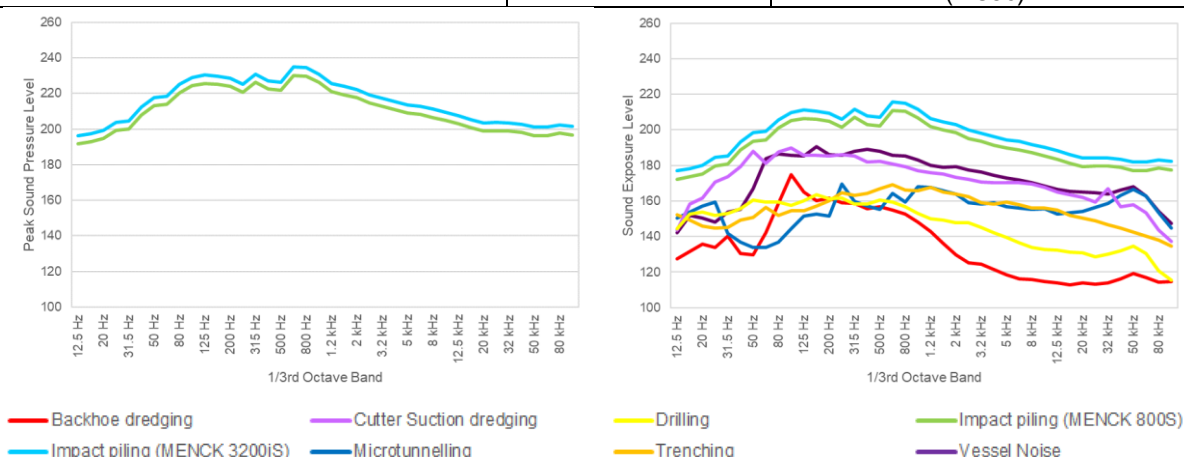
#### 4.1.2 Nivelurile de zgomot ale sursei și conținutul de frecvență

Nivelurile de zgomot sursă pentru echipamentele modelate au fost derivate folosind datele disponibile de la producători, datele furnizate de Jacobs și din măsurători empirice ale echipamentelor similare de la Subacoustech Baza de date de măsurare a zgomotului de mediu. Referințele pentru acestea sunt date în Secțiunea 2. Un rezumat al nivelului de vârf al presiunii acustice (SPL<sub>peak</sub>) și al nivelurilor sursei de expunere la sunet (SEL) sunt prezentate în Tabelul 4-3.

Echipamentului i s-au acordat niveluri de zgomot sursă echivalente adecvate domeniului de frecvență utilizat pentru modelare (12,5 Hz până la 100 kHz); frecvențele peste acest interval nu au fost utilizate, deoarece efectele potențiale ale acestora vor fi relativ scăzute din cauza surselor de zgomot care nu generează zgomot semnificativ la frecvențe peste aceasta și a insensibilității relative a speciilor receptor. Un nivel de vârf al sursei SPL<sub>peak</sub> este dat doar din Pilonarea prin impact, deoarece acesta este singurul zgomot considerat impulsiv. Toate celelalte surse sunt desemnate ca zgomot continuu sau ne-pulsat și sunt reprezentate de SEL. Toate SEL-urile prezentate sunt normalizate la 1 secundă. Spectrele benzii de o terță de octavă pentru aceste surse sunt prezentate în Figura 4-1.

Tabelul 4-3 Rezumat al nivelurilor de vârf  $SPL_{peak}$  și SEL utilizate pentru sursele de zgomot în acest studiu

Sursa de zgomot		Nivel sursă $SPL_{peak}$	Nivelul SEL al sursei
Dragaj cu buldoexcavator		N/A	176.0 dB re 1 $\mu Pa^2s$ @ 1 m (1 sec)
Dragaj cu aspirație cu tăietor		N/A	177.0 dB re 1 $\mu Pa^2s$ @ 1 m (1 sec)
Foraj		N/A	171.8 dB re 1 $\mu Pa^2s$ @ 1 m (1 sec)
Pilonare prin impact	MENCK 800S, energie maximă (820 kJ)	237.1 dB re 1 $\mu Pa$ @ 1 m	217.7 dB re 1 $\mu Pa^2s$ @ 1 m (lovitură unică)
	MENCK 800S, pornire treptată (164 kJ)	255.2 dB re 1 $\mu Pa$ @ 1 m	207.4 dB re 1 $\mu Pa^2s$ @ 1 m (lovitură unică)
	MENCK 3200iS, energie maximă (3,201 kJ)	241.7 dB re 1 $\mu Pa$ @ 1 m	222.4 dB re 1 $\mu Pa^2s$ @ 1 m (lovitură unică)
	MENCK 3200iS, pornire treptată (640 kJ)	235.8 dB re 1 $\mu Pa$ @ 1 m	216.5 dB re 1 $\mu Pa^2s$ @ 1 m (lovitură unică)
Microtunelare		N/A	177.0 dB re 1 $\mu Pa^2s$ @ 1 m (1 sec)
Săpare de șanțuri		N/A	197.0 dB re 1 $\mu Pa^2s$ @ 1 m (1 sec)
Zgomotul navei		N/A	198.3 dB re 1 $\mu Pa^2s$ @ 1 m (1 sec)

Figura 4-1 Nivelele spectrale neponderate ale sursei în terțe de octave ( $SPL_{peak}$  și 1 s SEL) pentru toate sursele modelate (nivelele de energie complete ale pilonării cu impact sunt afișate).

Au fost utilizate diferite adâncimi de sursă pentru echipamentele luate în considerare, cu dragarea, forajul, microtunelele și șanțurile modelate a avea loc la 1 m deasupra fundului mării, zgomotul navei la suprafață și pilonarea prin impact la mijlocul apei, ca cel mai defavorabil scenariu, pentru că zgomotul în acest caz este o sursă liniară mai degrabă decât o sursă punctuală.

Cu excepția pilonilor de impact, unde se calculează expunerea cumulativă, a fost utilizată o ipoteză în cel mai defavorabil caz - de funcționare continuă pe 24 de ore.

## 4.2 Evaluarea zgomotului subacvatic

În ultimii 20 de ani, a devenit din ce în ce mai evident că zgomotul produs de activitățile umane în și în jurul mediilor subacvatice poate avea un impact asupra speciilor marine din zonă. Ca urmare, interesul științific pentru abilitățile de auz ale speciilor de animale acvatice, care pot fi afectate de zgomot, a crescut. Studiile se bazează în primul rând pe dovezi provenite de la surse de zgomot subacvatic de nivel înalt, cum ar fi exploziile, tunurile cu aer seismic sau pilonii de impact, deoarece aceste surse sunt

probabil să aibă cel mai mare impact asupra mediului. Măsura în care sunetul intens subacvatic poate provoca un impact negativ asupra mediului la o specie depinde de nivelul sunetului incident, frecvența sunetului, durata expunerii și/sau rata de repetiție a unei sonore (de exemplu, Hastings și Popper, 2005).

Impactul negativ al sunetului subacvatic poate fi rezumat în trei categorii:

- Leziuni traumatice fizice și deces;
- Leziuni auditive, fie schimbare permanentă a pragului (PTS) fie schimbare temporară a pragului (TTS); și
- Perturbare.

Următoarele secțiuni discută criteriile de zgomot subacvatic utilizate în acest studiu cu privire la speciile de mamifere marine și pești.

#### 4.2.1 Criteriile de utilizat

Principalele parametri și criterii care au fost utilizate în acest studiu pentru a ajuta la evaluarea efectelor asupra mediului provin din două lucrări cheie care acoperă zgomotul subacvatic și efectele acestuia:

- Southall și colab. (2019) criteriile de expunere la zgomot la mamifere marine; și
- Popper și colab. (2014) orientări privind expunerea la sunet pentru pești.

La momentul redactării, acestea includ criteriile cele mai actualizate și cu autoritate pentru evaluarea efectelor asupra mediului pentru a fi utilizate în evaluările de impact.

#### 4.2.2 Mamifere marine (Southall et al. 2019)

The Southall et al. (2019) lucrarea este efectiv o actualizare a precedentului Southall et al. (2007) și oferă praguri identice cu cele din ghidul Serviciului Național de Pescuit Marin (NMFS) (2018) pentru mamiferele marine.

The Southall et al. (2019) ghidul grupează mamiferele marine în grupuri de specii similare și aplică filtre la zgomotul neponderat pentru a aproxima sensibilitățile auditive ale receptorului în cauză. Grupurile de audiere prezentate în Southall et al. (2019) sunt rezumate în Tabel 4-4 și Figura 4-2.

*Tabel 4-4 Grupuri de auz pentru mamifere marine (din Southall et al., 2019)*

Grup de auz	Interval de auz generalizat	Specie exemplu
Cetacee de joasă frecvență (LF)	7 Hz până la 35 kHz	Balena de Groenlanda
Cetacee de înaltă frecvență (HF)	150 Hz până la 160 kHz	Delfini, balene cu dinți, balene cu cioc, balene cu bot (inclusiv delfini cu bot)
Cetacee de foarte înaltă frecvență (VHF)	275 Hz până la 160 kHz	Marsuini
Carnivore focide în apă (PCW)	50 Hz până la 86 kHz	Foci (inclusiv foca comună)



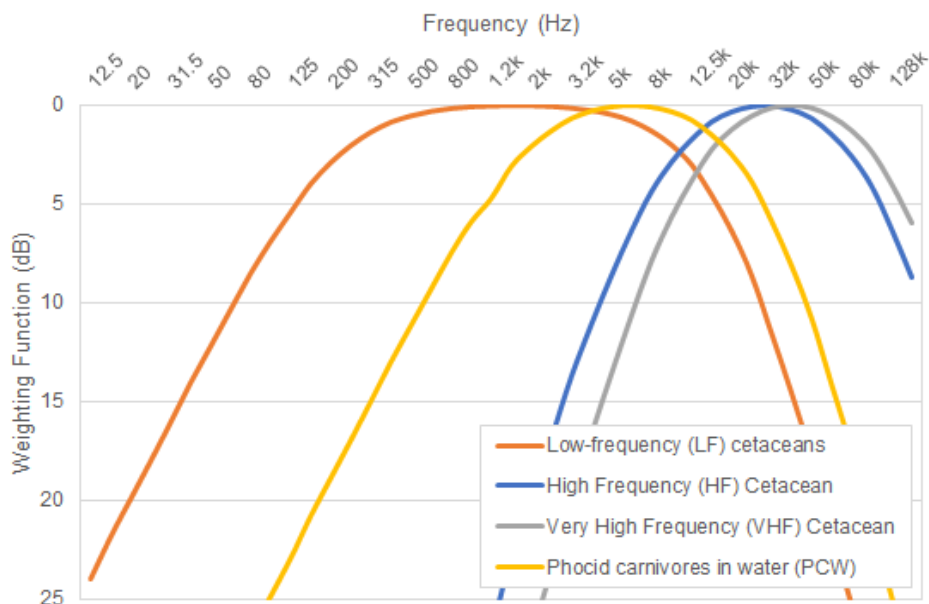


Figura 4-2 Funcții de ponderare auditivă pentru cetacee cu frecvență joasă (LF), cetacee cu frecvență înaltă (HF), cetacee cu frecvență foarte înaltă (VHF) și carnivore focide în apă (PCW) (din Southall et al., 2019)

Southall și colab. (2019) oferă, de asemenea, criterii individuale în funcție de faptul dacă sursa de zgomot este considerată impulsivă sau neimpulsivă. Modul în care aceste sunete pot fi clasificate este recomandat în NMFS (2018):

- Sunetele impulsive sunt de obicei tranzitorii, scurte (mai puțin de 1 secundă), de bandă largă și constau din presiunea sonoră de vârf ridicată cu timp de creștere rapidă și decădere rapidă (ANSI, 1986; ANSI, 2005, NIOSH, 1998). Această categorie include surse precum sondaje seismice cu pistolul cu aer comprimat, grămezi de impact și explozii subacvatice.
- Sunetele non-impulsive pot fi de bandă largă, în bandă îngustă sau tonale, scurte sau prelungite, continue sau intermitente și, de obicei, nu au o presiune acustică de vârf ridicată cu un timp de creștere/decădere rapidă pe care îl fac sunetele impulsive (ANSI, 1995; NIOSH, 1998). Această categorie include surse de sunet, cum ar fi mașinile care funcționează continuu, sonarul și navele.

Pentru sursele luate în considerare, doar pilingul de impact este considerat impulsiv, toate celelalte sunt considerate neimpulsive.

Southall și colab. (2019) prezintă un singur impact, criterii de vârf neponderate ( $SPL_{maxim}$ ) și criterii de expunere la sunet ponderată cumulativă ( $SEL_{cum}$ , adică poate include expunerea acumulată a mai multor impulsuri) atât pentru schimbarea pragului permanent (PTS), în cazul în care nu este recuperabilă (dar incrementală) pot apărea leziuni ale auzului și schimbarea temporară a pragului (TTS), unde poate apărea o reducere temporară a sensibilității auzului la receptorii individuali. Aceste criterii duale ( $SPL_{peak}$  și  $SEL_{cum}$ ) sunt utilizate numai pentru zgomotul impulsiv: setul de criterii care oferă cea mai mare gamă calculată este utilizat ca gamă de impact PTS.

Pe măsură ce impulsurile sonore se propagă prin mediul înconjurător și se disipează, ele își pierd și caracteristicile cele mai dăunătoare (de exemplu, timpul de creștere rapidă a pulsului și presiunea sonoră de vârf) și devin mai mult ca un „non-puls” la distanțe mai mari; Southall și colab. (2019) discută pe scurt acest lucru. În prezent se desfășoară cercetări active în identificarea distanței la care pulsul poate fi considerat efectiv neimpulsiv, iar Hastie și colab. (2019) au analizat o serie de date Impulsiv pentru a o investiga. Deși situația este complexă, lucrarea a raportat că majoritatea semnalelor și-au



depășit pragul pentru timpul de creștere rapidă și caracteristicile de presiune acustică de vârf asociate cu zgomotul impulsiv la aproximativ 3,5 km de sursă. Cu toate acestea, cercetările lui Martin *și colab.* (2020) pune la îndoială aceste constatări, arătând că zgomotul din această categorie ar trebui considerat impulsiv atâta timp cât este peste liniștea efectivă sau un zgomot suficient de scăzut încât să nu contribuie în mod semnificativ la nicio afectare sau vătămare auditivă. Pentru a oferi cât mai multe detalii posibil, acolo unde este necesar, atât criteriile impulsive, cât și non-impulsive din Southall *et al.* (2019) au fost incluse în acest studiu.

Tabel 4-5 și Tabel 4-6 prezintă criteriile de la Southall *și colab.* (2019) pentru apariția riscului de PTS și TTS pentru fiecare dintre grupurile cheie de auz ale mamiferelor marine, luând în considerare atât sursele impulsive, cât și neimpulsive.

*Tabel 4-5 Criterii  $SPL_{maxim}$  pentru PTS și TTS la mamiferele marine (Southall et al., 2019)*

Southall <i>și colab.</i> (2019)	SPL <sub>maxim</sub> neponderat (dB re 1 $\mu$ Pa)	
	Impulsiv	
	PTS	TTS
Cetacee de joasă frecvență (LF)	219	213
Cetacee de înaltă frecvență (HF)	230	224
Cetacee de foarte înaltă frecvență (VHF)	202	196
focide în apă (PCW)	218	212

*Tabel 4-6 Criterii SEL<sub>cum</sub> impulsive și non-impulsive pentru PTS și TTS la mamiferele marine (Southall et al., 2019)*

Southall <i>și colab.</i> (2019)	Cum SEL ponderat (dB re 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> s)			
	Impulsiv		Non-impulsiv	
	PTS	TTS	PTS	TTS
Cetacee de joasă frecvență (LF)	183	168	199	179
Cetacee de înaltă frecvență (HF)	185	170	198	178
Cetacee de foarte înaltă frecvență (VHF)	155	140	173	153
Focide în apă (PCW)	185	170	201	181

Acolo unde sunt necesare praguri de expunere **SEL<sub>cum</sub>**, a fost utilizat un model de animal care fuge pentru mamiferele marine. Aceasta presupune că un receptor, atunci când este expus la niveluri ridicate de zgomot, se va îndepărta de sursa de zgomot. S-a utilizat o viteză de fugă constantă de 3,25 ms<sup>-1</sup> pentru grupul cetaceelor de joasă frecvență (LF) (Blix și Folkow, 1995), pe baza datelor pentru balena mică și pentru alți receptori, o rată constantă de 1,5 ms<sup>-1</sup> a fost utilizată pentru fugă, care este o viteză de croazieră pentru un marsuin (Otani *și colab.*, 2000). Acestea sunt considerate cele mai defavorabile ipoteze, deoarece se așteaptă ca mamiferele marine să fie capabile să înoate mult mai repede în condiții de stres (Kastelein *et al.* 2018), mai ales la începutul oricărui proces zgomotos când receptorul va fi cel mai aproape.

Este de remarcat faptul că, prin compararea Southall *et al.* (2019) cu NMFS (2018), ghidul aplică denumiri diferite pentru grupuri și ponderi de mamifere marine altfel identice, care de altfel sunt identice numeric. De exemplu, ceea ce Southall *et al.* (2019) numește cetacee de înaltă frecvență (HF), NMFS

(2018) numește cetacee de frecvență medie (MF) și ceea ce Southall *și colab.* (2019) numește cetacee de înaltă frecvență (VHF), NMFS (2018) se referă la cetacee de înaltă frecvență (HF). Ca atare, trebuie avută grijă atunci când se compară rezultatele utilizând Southall *et al.* (2019) și criteriile NMFS (2018), mai ales că grupările și criteriile HF acoperă specii diferite, în funcție de studiul utilizat.

#### 4.2.3 Pește (Popper *și colab.* 2014)

Numărul mare de specii de pești și variația acestora duc la o provocare mai mare în producerea unui criteriu de zgomot generic, sau a unei game de criterii, pentru evaluarea impactului zgomotului. Publicarea lui Popper *et al.* (2014) oferă un rezumat autorizat al celor mai recente cercetări și linii directe pentru expunerea peștilor la sunet.

The Popper *et al.* (2014) studiază speciile de pești dacă posedă o vezică înotătoare și dacă aceasta este implicată în auzul acestora; sunt incluse și grupuri pentru țestoase marine și pentru ouă și larve de pește. Ghidul oferă, de asemenea, criterii specifice (atât ca  $SPL_{maxim}$  neponderate, cât și valori de  $SEL_{cum}$  neponderate) pentru o varietate de tipuri de surse de zgomot (de exemplu, piloți, tunuri seismice etc.).

Cele mai adecvate seturi de criterii pentru sursele luate în considerare pentru acest studiu sunt criteriile de pilonare cu impact și criteriile surselor de zgomot continuu; aceste criterii sunt detaliate în Tabelul 4-7 și Tabelul 4-8.

*Tabelul 4-7 Criterii pentru mortalitate și vătămare potențială mortală, vătămare recuperabilă și TTS la speciile de pești din cauza zgomotului de grămadă de impact (Popper et al., 2014)*

Tipul de animal	Mortalitate / vătămare mortală potențială	Deficienta	
		Leziune recuperabilă	TTS
Pește: fără vezică înotătoare	> 219 dB $SEL_{cum}$ > 213 dB maxim	> 216 dB $SEL_{cum}$ 213 dB maxim	>> 186 dB $SEL_{cum}$
Pește: vezica înotătoare care nu este conectată la sistemul auditiv	210 dB $SEL_{cum}$ > 207 dB maxim	203 dB $SEL_{cum}$ > 207 dB maxim	> 186 dB $SEL_{cum}$
Pește: vezica înotătoare care este conectată la sistemul auditiv	207 dB $SEL_{cum}$ > 207 dB maxim	203 dB $SEL_{cum}$ > 207 dB maxim	186 dB $SEL_{cum}$
Țestoasele marine	210 dB $SEL_{cum}$ > 207 dB maxim	Vezi Tabel 4-9	Vezi Tabel 4-9
Ouă și larve	210 dB $SEL_{cum}$ > 207 dB maxim	Vezi Tabel 4-9	Vezi Tabel 4-9

*Tabelul 4-8 Criterii pentru rănire recuperabilă și TTS la speciile de pești și țestoase marine din surse continue de zgomot (Popper et al., 2014)*

Tipul de animal	Deficienta	
	Leziune recuperabilă	TTS
Pește: vezica înotătoare care nu este conectată la sistemul auditiv	170 dB $SPL_{RMS}$ timp de 48 de ore	158 dB $SPL_{RMS}$ timp de 12 ore

Acolo unde sunt disponibile date insuficiente, Popper *et al.* (2014) oferă, de asemenea, criterii calitative care rezumă efectul zgomotului ca având fie un efect ridicat, moderat sau scăzut asupra unui individ, fie în câmpul apropiat (de ordinul zecilor de metri), fie în câmpul intermediar (sute de metri), sau câmp îndepărtat (mii de metri). Aceste efecte calitative sunt reproduse în Tabel 4-9 și Tabel 4-10.

Tabel 4-9 Rezumatul efectelor calitative asupra speciilor de pești din cauza zgomotului de impact (Popper et al., 2014) (N = câmp apropiat; I = câmp intermediar; F = câmp îndepărtat)

Tipul de animal	Deficiență			Comportament
	Leziune recuperabilă	TTS	Mascarea	
Pește: fără vezică înotătoare	Vezi Tabelul 4-7	Vezi Tabelul 4-7	(N) Moderat (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Înalt (I) Moderat (F) Scăzut
Pește: vezica înotătoare care nu este conectată la sistemul auditiv	Vezi Tabelul 4-7	Vezi Tabelul 4-7	(N) Moderat (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Înalt (I) Moderat (F) Scăzut
Pește: vezica înotătoare care este conectată la sistemul auditiv	Vezi Tabelul 4-7	Vezi Tabelul 4-7	(N) Înalt (I) Înalt (F) Moderat	(N) Înalt (I) Înalt (F) Moderat
Țestoasele marine	(N) Înalt (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Ma Înalt re (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Mare (I) Moderat (F) Scăzut	(N) Mare (I) Moderat (F) Scăzut
Ouă și larve	(N) Moderat (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Scăzut (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Moderat (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Moderat (I) Scăzut (F) Scăzut

Tabel 4-10 Rezumatul efectelor calitative asupra speciilor de pești și țestoase marine din surse continue de zgomot (Popper et al., 2014) (N = câmp apropiat; I = câmp intermediar; F = câmp îndepărtat)

Tipul de animal	Mortalitate / vătămare mortală potențială	Deficienta			Comportament
		Leziune recuperabilă	TTS	Mascarea	
Pește: fără vezică înotătoare	(N) Scăzut (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Scăzut (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Moderat (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Înalt (I) Înalt (F) Moderat	(N) Moderat (I) Moderat (F) Scăzut
Pește: vezica înotătoare care nu este conectată la sistemul auditiv	(N) Scăzut (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Scăzut (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Moderat (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Înalt (I) Înalt (F) Moderat	(N) Moderat (I) Moderat (F) Scăzut
Pește: vezica înotătoare care este conectată la sistemul auditiv	(N) Scăzut (I) Scăzut (F) Scăzut	Vezi Tabelul 4-8	Vezi Tabelul 4-8	(N) Înalt (I) Înalt (F) Înalt	(N) Înalt (I) Moderat (F) Scăzut
Țestoasele marine	(N) Scăzut (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Scăzut (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Moderat (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Înalt (I) Înalt (F) Moderat	(N) Înalt (I) Moderat (F) Scăzut
Ouă și larve	(N) Scăzut (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Scăzut (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Scăzut (I) Scăzut (F) Scăzut	(N) Înalt (I) Moderat (F) Scăzut	(N) Moderat (I) Moderat (F) Scăzut

Atât modelările pentru animale care fug, cât și modelările pentru animale staționare au fost utilizate pentru a acoperi criteriile SEL<sub>cum</sub> pentru pești. Se recunoaște că există dovezi limitate pentru peștii care fug din surse de zgomot înalt în sălbăticie și ar fi de așteptat în mod rezonabil ca reacția să difere între specii. Cele mai multe specii sunt susceptibile să se îndepărteze de un sunet care este suficient de puternic pentru a provoca vătămări (Dahl și colab., 2015; Popper și colab., 2014), unele pot căuta protecție în sediment, iar altele se pot scufunda mai adânc în coloana de apă. Pentru acele specii care

fug, viteza aleasă pentru acest studiu de  $1,5 \text{ ms}^{-1}$  este relativ lentă în raport cu datele din Hirata (1999) și astfel este considerată oarecum conservatoare.

Deși este fezabil ca unele specii să nu fugă, cele care sunt susceptibile de a rămâne sunt considerate mai probabil a fi specii bentonice sau specii fără vezică înotătoare; acestea sunt speciile cel mai puțin sensibile. De exemplu, din Popper *et al.* (2014): „Există dovezi (de exemplu, Goertner *și colab.*, 1994; Stephenson *și colab.*, 2010; Halvorsen *et al.*, 2012) că peștii fără vezică înotătoare suferă puțin sau deloc daune, cu excepția distanțelor foarte scurte de la un eveniment exploziv în apă. Goertner (1978) a arătat că intervalul de la un eveniment exploziv în care pot apărea daune până la un pește care nu are vezică înotătoare este de ordinul a 100 de ori mai mic decât cel pentru peștii cu vezică înotătoare.”

Modelarea animalelor staționare a fost inclusă în acest studiu, bazată pe cercetările lui Hawkins *și colab.* (2014) și alte modelări pentru proiecte similare EIM. Cu toate acestea, bazarea modelării pe un receptor staționar (viteză de fuga zero) este probabil să supraestimeze în mare măsură riscul potențial pentru speciile de pești, presupunând că un individ ar rămâne în regiunea cu nivel ridicat de zgomot a coloanei de apă, mai ales când se ia în considerare natura precaută a parametrilor deja încorporați în calculele expunerii cumulate.

## 5 Modelarea rezultatelor

Această secțiune prezintă rezultatele modelării în termeni de metrici de zgomot semnificativ biologic și criterii de impact detaliate în Secțiunea 4.2. Aceste rezultate vor ajuta la ghidarea evaluării impactului asupra mediului asupra speciilor marine din diferitele operațiuni propuse la situl Neptun Deep. În fiecare caz, cel mai puternic nivel prezis modelat la orice adâncime în coloana de apă a fost folosit ca o ipoteză în cazul celui mai rău caz. O discuție despre măsurile potențiale de atenuare este dată în secțiunea 5.7.

Cea mai puternică sursă, în ceea ce privește impactul biologic, este estimată a fi baterea pilonilor. Acest lucru se datorează naturii impulsive a zgomotului coroborat cu nivelul sursei, care este mult mai mare decât cele prezise pentru celelalte surse de zgomot (Tabelul 4-3).

Pentru prezentarea tabelelor privind intervalul de impact, intervalele de impact preconizate mai mici de 50 de metri pentru criteriul impactului unic și intervalele de impact mai mici de 100 de metri pentru criteriul cumulativ nu au fost prezentate în detaliu. Aceasta se datorează faptului că, în aceste intervale de la sursa de zgomot, procesele de modelare nu pot prezice cu un nivel suficient de precizie din cauza efectelor acustice din apropierea echipamentelor de cercetare geofizică. Aceste intervale sunt prezentate ca < 50 m și, respectiv, < 100 m.

Toate graficele nivelului de zgomot sunt prezentate la aceeași scară pentru a ușura compararea și, ca atare, unele dintre nivelurile din surse mai silențioase sunt foarte mici în cifre.

### 5.1 Dragarea

Zgomotul SEL de 1s modelat de la zgomotul de dragare la locația de modelare superficială este prezentat în Figura 5-1 și Figura 5-2. Nivelurile de zgomot pentru draga cu buldoexcavator sunt puțin mai puternice la distanță decât pentru dragarea cu aspirație cu tăietor din cauza componentelor de frecvență mai scăzută ale zgomotului, prezentate în Figura 4-1, care sunt transmise mai departe prin apă, chiar dacă draga cu aspirație cu tăietor are o frecvență mai puternică. nivelul sursei de bandă largă (Tabelul 4-3). Cu toate acestea, nivelul scăzut de zgomot din zgomotul de dragare are ca rezultat intervale de impact neglijabile, așa cum se arată în Tabelul 5-1 și Tabelul 5-6.

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

Internal

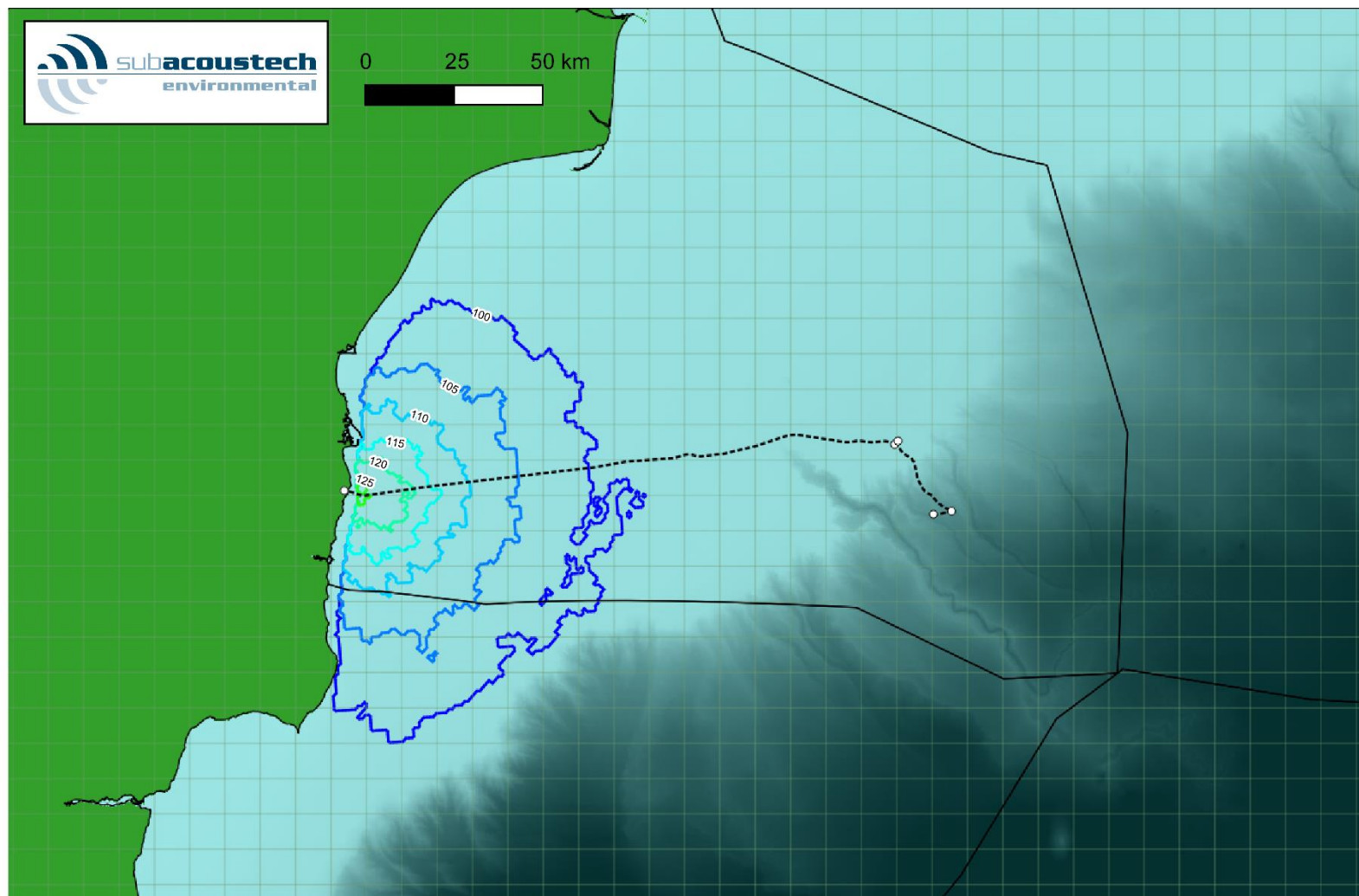
5.1.1 *Dragaj cu buldoexcavator*

Figura 5-1 Graficul de zgomot care arată nivelurile de zgomot neponderate prezise (doar 1 s SEL) de la dragarea cu buldoexcavator la locația de modelare mică



Tabelul 5-1 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervale de impact cumulativ PTS pentru mamiferele marine de la zgomotul de dragare cu buldoexcavator

Southall și colab. (2019) Dragaj cu buldoexcavator		SEL <sub>cum</sub> ponderat (fugă)			
		Non-impulsiv			
		LF (199 dB)	HF (198 dB)	VHF (173 dB)	PCW (201 dB)
PTS	Maxim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Mediu	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

Tabelul 5-2 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervale de impact cumulativ TTS pentru mamiferele marine de la zgomotul de dragare cu buldoexcavator

Southall și colab. (2019) Dragaj cu buldoexcavator		SEL <sub>cum</sub> ponderat (fugă)			
		Non-impulsiv			
		LF (179 dB)	HF (178 dB)	VHF (153 dB)	PCW (181 dB)
TTS	Maxim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Mediu	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

Tabelul 5-3 Rezumat al modelului Popper et al. (2019) intervale de impact pentru peștii din zgomotul de dragare cu buldoexcavator

Popper și colab. (2014) Dragaj cu buldoexcavator		SPL <sub>RMS</sub> neponderat	
		Sunet continuu	
		170 dB	158 dB
Maxim		< 50 m	< 50 m
Minim		< 50 m	< 50 m
Mediu		< 50 m	< 50 m



CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

Internal

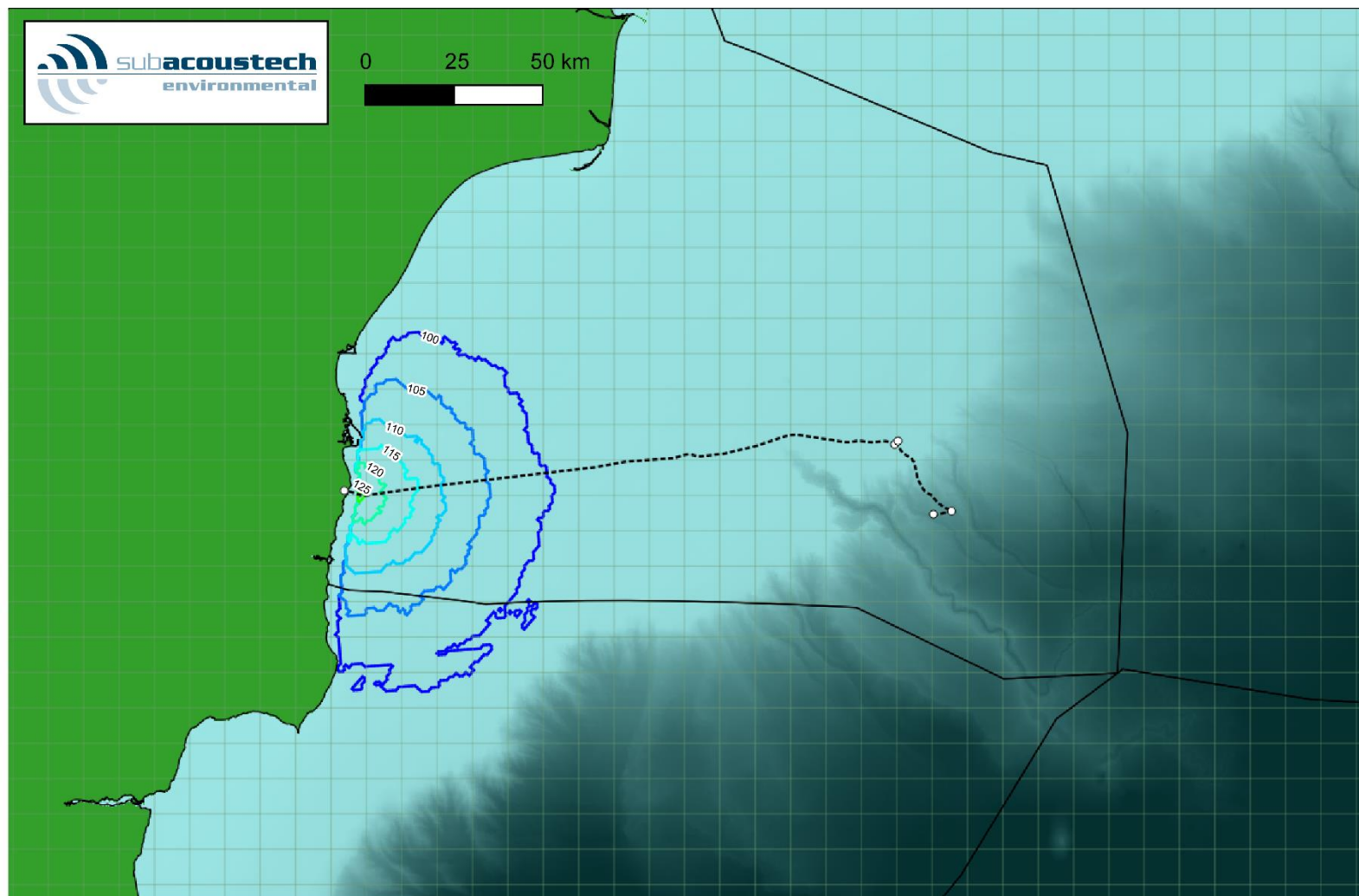
5.1.2 Dragaj cu aspirație cu tăietor

Figura 5-2 Graficul de zgomot care arată nivelurile de zgomot neponderate prezise (doar 1s SEL) de la dragarea cu aspirație a tăietorului în locația de modelare de mică adâncime, contururi 100-125dB

Tabelul 5-4 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervale de impact cumulativ PTS pentru mamiferele marine din zgomotul de dragare cu aspirația tăietorului

Southall și colab. (2019) Dragaj cu aspirație cu tăietor		SEL <sub>cum</sub> ponderat (fugă)			
		Non-impulsiv			
		LF (199 dB)	HF (198 dB)	VHF (173 dB)	PCW (201 dB)
PTS	Maxim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Mediu	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

Tabelul 5-5 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervale de impact cumulativ TTS pentru mamiferele marine de la zgomotul de dragare cu aspirația tăietorului

Southall și colab. (2019) Dragaj cu aspirație cu tăietor		SEL <sub>cum</sub> ponderat (fugă)			
		Non-impulsiv			
		LF (179 dB)	HF (178 dB)	VHF (153 dB)	PCW (181 dB)
TTS	Maxim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Mediu	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

Tabelul 5-6 Rezumat al modelului Popper et al. (2019) intervale de impact pentru peștii de la zgomotul de dragare cu aspirația tăietorului

Popper și colab. (2014) Dragaj cu aspirație cu tăietor		SPL <sub>RMS</sub> neponderat	
		Sunet continuu	
		170 dB	158 dB
Maxim		< 50 m	< 50 m
Minim		< 50 m	< 50 m
Mediu		< 50 m	< 50 m

## 5.2 Foraj

*Zgomotul de la operațiunile de foraj la locația de modelare în larg este prezentat în Figura 5-3, cu intervalele de impact modelate pentru mamifere marine și pești rezumate în*

Tabelul 5-7 până la Tabelul 5-9. Nivelul scăzut al zgomotului de foraj are ca rezultat intervale de impact neglijabile, chiar și atunci când se consideră o funcționare continuă de 24 de ore în cel mai rău caz.

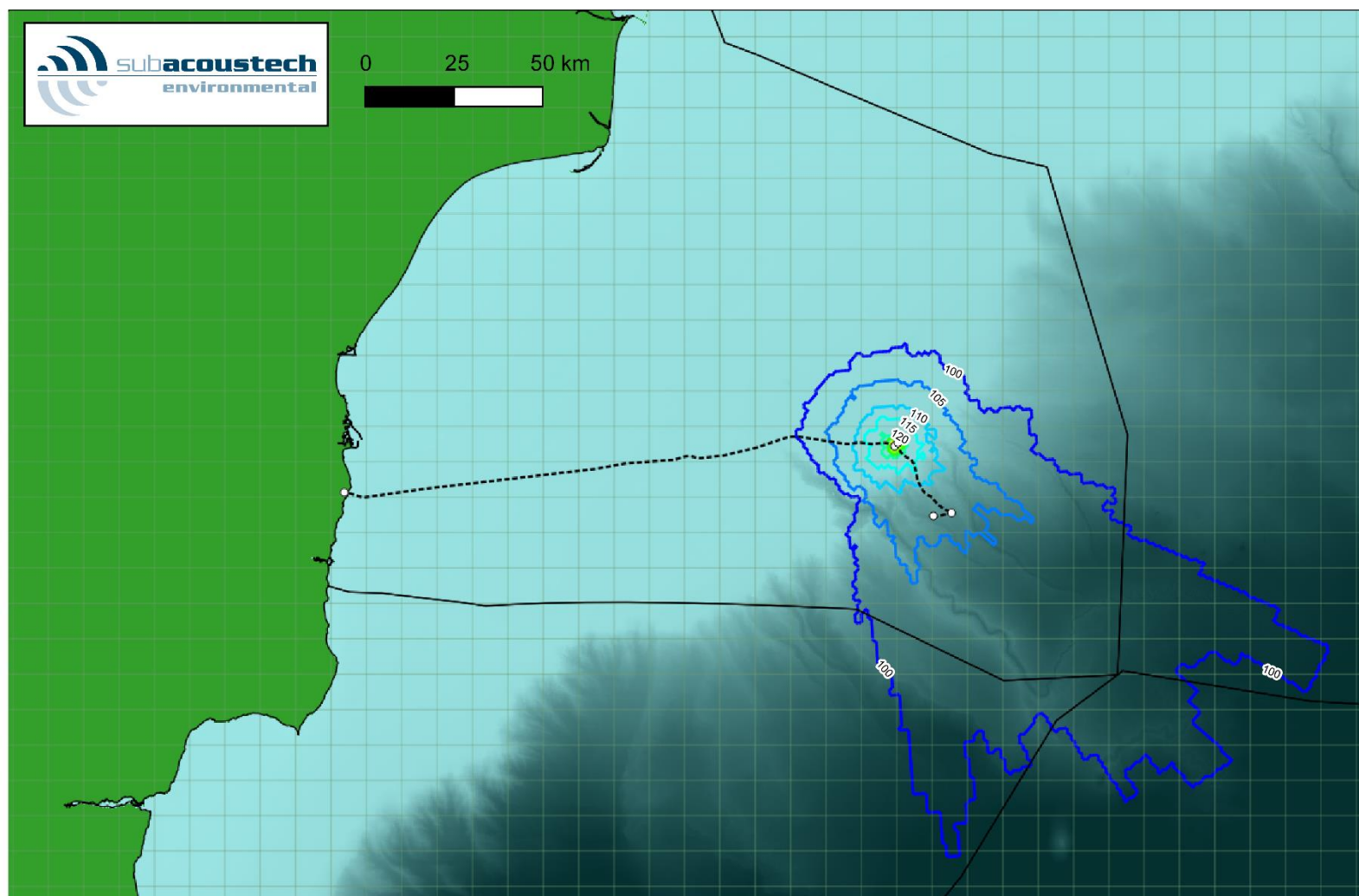


Figura 5-3 Graficul de zgomot care arată nivelurile de zgomot neponderate prezise (doar 1s SEL) de la foraj la locația de modelare în larg. Contururi 100-125dB

Tabelul 5-7 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervalele de impact cumulativ PTS pentru mamiferele marine din zgomotul de foraj

Southall și colab. (2019) Foraj		SEL <sub>cum</sub> ponderat (fugă)			
		Non-impulsiv			
		LF (199 dB)	HF (198 dB)	VHF (173 dB)	PCW (201 dB)
PTS	Maxim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Mediu	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

Tabelul 5-8 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervalele de impact cumulativ TTS pentru mamiferele marine din zgomotul de foraj

Southall și colab. (2019) Foraj		SEL <sub>cum</sub> ponderat (fugă)			
		Non-impulsiv			
		LF (179 dB)	HF (178 dB)	VHF (153 dB)	PCW (181 dB)
TTS	Maxim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Mediu	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

Tabelul 5-9 Rezumat al modelului Popper et al. (2019) intervale de impact pentru pești de la zgomotul de foraj

Popper și colab. (2014) Foraj		SPL <sub>RMS</sub> neponderat	
		Sunet continuu	
		170 dB	158 dB
Maxim		< 50 m	< 50 m
Minim		< 50 m	< 50 m
Mediu		< 50 m	< 50 m

### 5.3 Pilonare prin impact

Figurile 5-4 **Error! Reference source not found.** până la 5-11 prezintă nivelurile de zgomot SPL<sub>peak</sub> și SEL pentru un singur impact în scenariile modelate de zgomot produs de pilonarea prin impact, în locația de modelare, în larg, presupunând parametrii detaliați în Secțiunea 3.3, acoperind nivelurile de zgomot atât de la energia maximă a ciocanului, cât și de la pornirea progresivă. Din cauza combinației dintre un nivel de zgomot sursă ridicat și natura impulsivă a zgomotului, se estimează că zgomotul produs de pilonarea prin impact ajunge mult mai departe decât celelalte surse luate în considerare în acest studiu. Este de asemenea posibil ca pilonarea să fie efectuată folosind alte tehnici, cum ar fi vibropilonarea, caz în care nivelurile de zgomot vor fi mult reduse.

Gamele modelate de impact sunt prezentate în Tabelele 5.10 până la 5.12 pentru criteriul SPL<sub>peak</sub> pentru un singur impact și în Tabelele 5.13 până la 5.28 pentru criteriul **SEL<sub>cum</sub>**, acoperind simulările pentru limita superioară, cea mai bună estimare, un singur pilon și patru piloți secvențiali; alte figuri (Figurile 5.12 până la 5.27) prezintă criteriul **SEL<sub>cum</sub>** sub formă de contururi de zgomot.

Cele mai mari game de impact folosind criteriile lui Southall et al. (2019) pentru mamiferele marine sunt prognozate pentru grupurile de cetacee LF și VHF, cu game maxime de PTS de 33 km și, respectiv, 15 km atunci când se ia în considerare instalarea unui singur pilon cu ciocanul mai mare MENCK 3200iS și scenariul limitei superioare. Aceste game cresc la 57 km pentru cetaceele LF și rămân la 15 km pentru cetaceele VHF atunci când se iau în considerare patru instalări secvențiale de piloni; creșterea pentru patru piloni secvențiali este mai puțin vizibilă pentru cetaceele VHF din cauza scăderii nivelului

pentru frecvențele mai mari la care această specie este mai sensibilă, ceea ce înseamnă că energia sunetului suplimentar nu este la fel de problematică atunci când receptorul s-a îndepărtat la o anumită distanță, după instalarea primului pilon.

Este important de menționat că gamele maxime de TTS pentru cetaceele LF sunt prognozate să fie mai mari de 100 km, atunci când se iau în considerare criteriile Impulsiv, iar o gamă mai specifică nu a fost inclusă din cauza incertitudinilor din model la aceste distanțe mari și când se iau în considerare adâncimile prezente în Marea Neagră. La aceste distanțe, orice zgomot produs de pilonarea prin impact nu va mai fi considerat impulsiv și va fi pierdut mult din caracteristicile care fac periculos sunetul impulsiv, așadar criteriile non-Impulsiv vor fi mai adecvate.

În cazul peștilor, cele mai mari game de recuperare a leziunilor (cu o limită de 203 dB) utilizând criteriile Popper et al. (2014) sunt prognozate pentru ciocanul mai mare MENCK 2300iS, folosind scenariul limitei superioare, extinzându-se până la 7,2 km pentru un receptor staționar, și această distanță scade la 180 m atunci când se ia în considerare un receptor care se îndepărtează de sursa zgomotului. Atunci când sunt instalați patru piloni în mod secvențial, gama maximă a impactului recuperabil al leziunilor crește la 16 km pentru un animal staționar.

#### 5.3.1 Criterii lovitură unică

Această subsecțiune descrie intervalele de impact asociate în mod specific cu pragurile de zgomot instantanee. Pragurile cumulate ( $SEL_{cum}$ ) sunt luate în considerare în următoarele subsecțiuni.



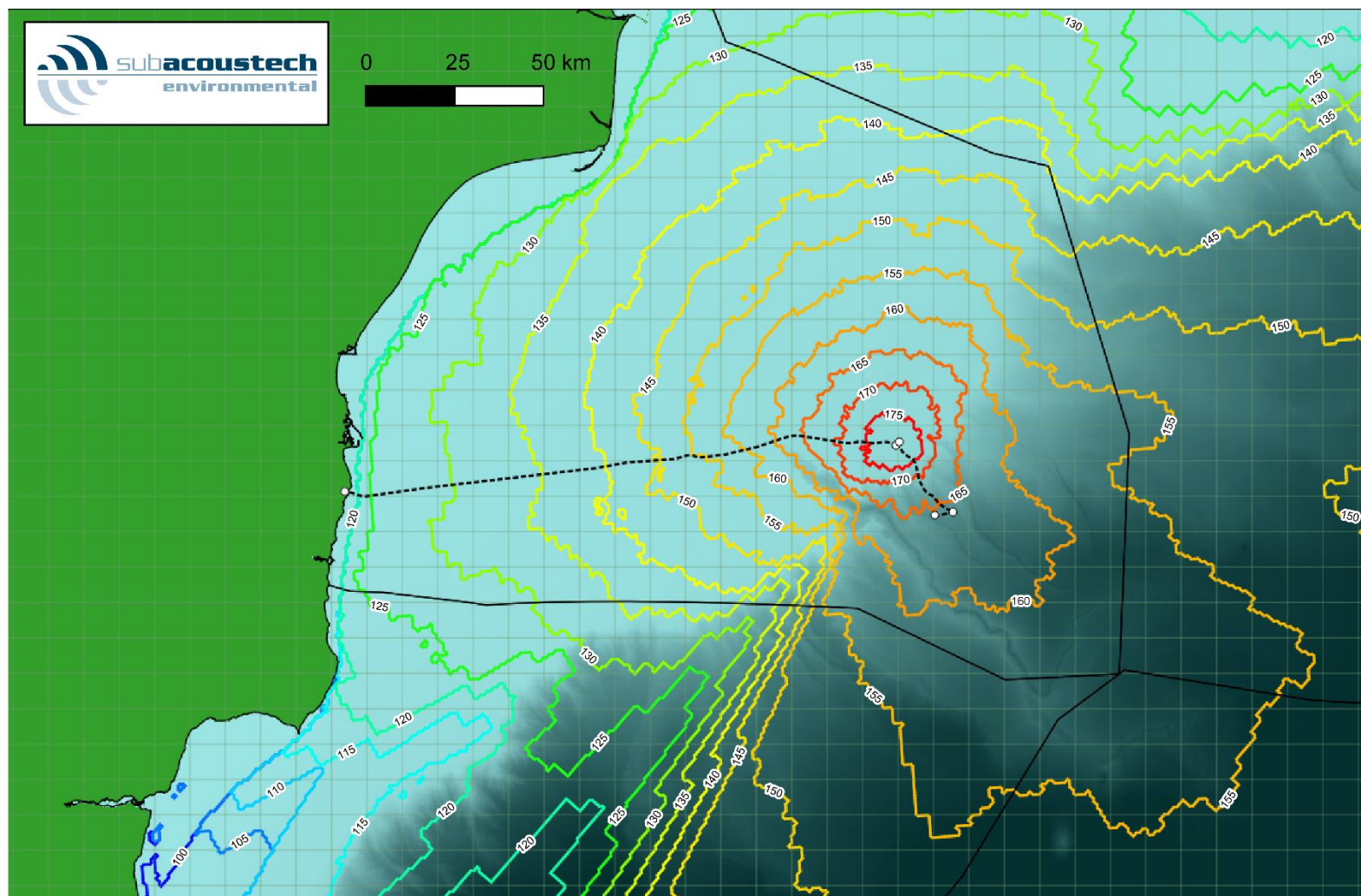


Figura 5-4 Diagrama de zgomot arată nivelurile de zgomot  $SPL_{peak}$  neponderate prognozate, generate de pilonarea prin impact la locația de modelare în larg folosind ciocanul MENCK 800S la energie completă, cu contururi de la 100 dB (albastru închis) la 175 dB (roșu)

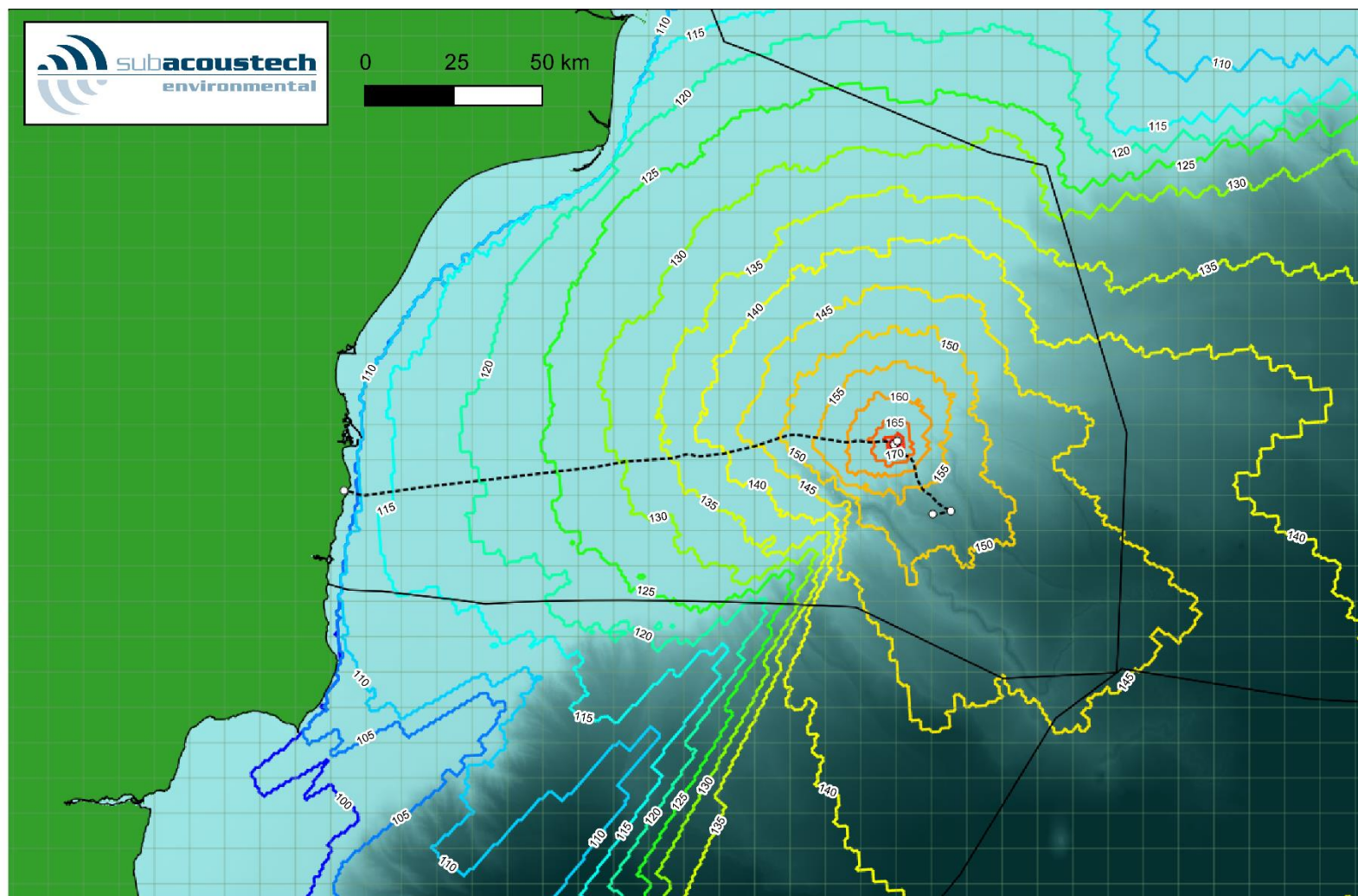


Figura 5-5 Diagrama de zgomot arată nivelurile de zgomot  $SPL_{peak}$  neponderate prognozate generate de pilonarea prin impact la locația de modelare în larg folosind ciocanul MENCK 800S cu pornire progresivă, cu contururi de la 100 dB (albastru închis) la 175 dB (roșu)



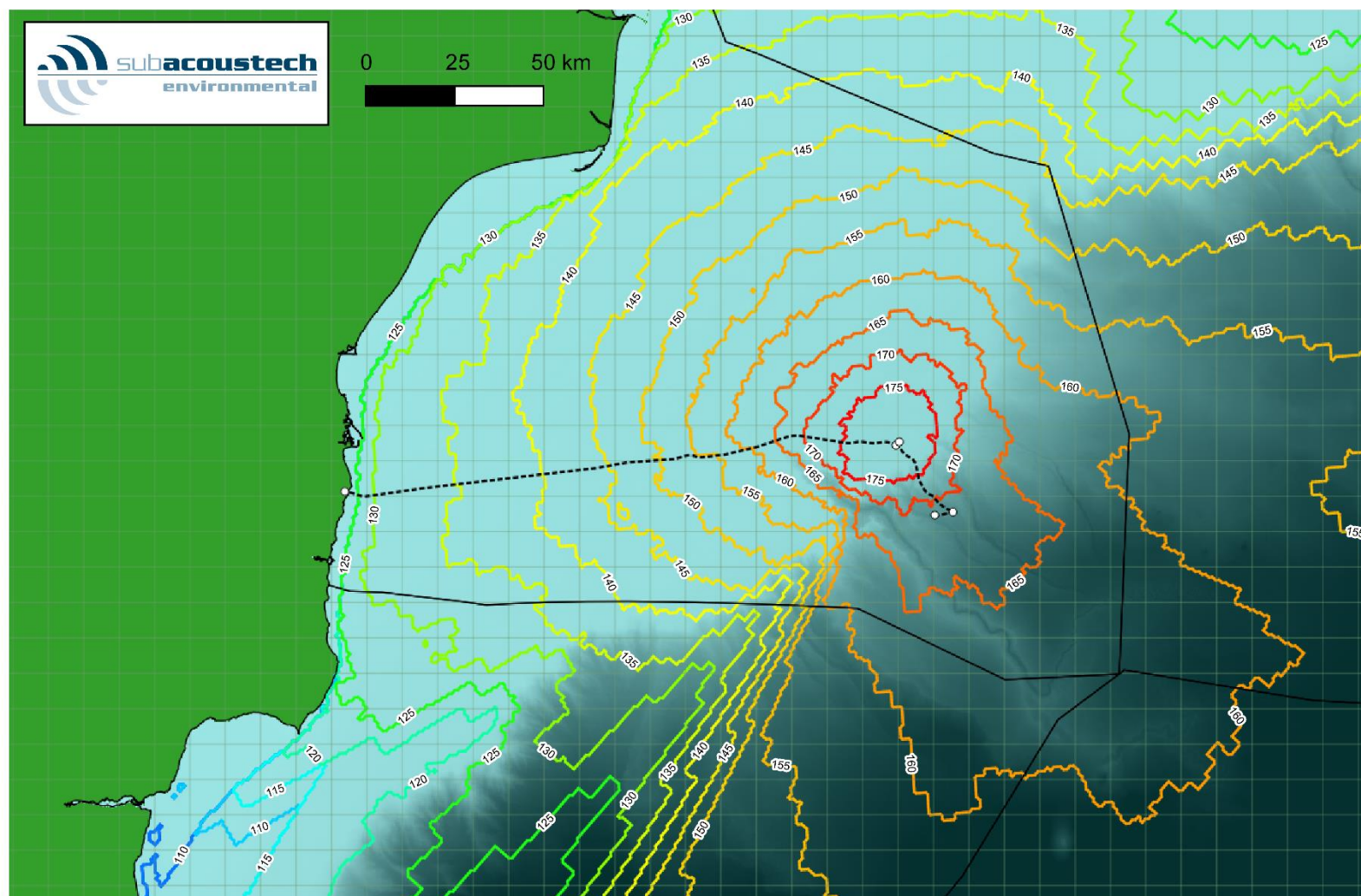


Figura 5-6 Diagrama de zgomot arată nivelurile de zgomot  $SPL_{peak}$  neponderate prognozate generate de pilonarea prin impact la locația de modelare larg folosind ciocanul MENCK 3200iS la energie completă, cu contururi de la 100 dB (albastru închis) la 175 dB (roșu)

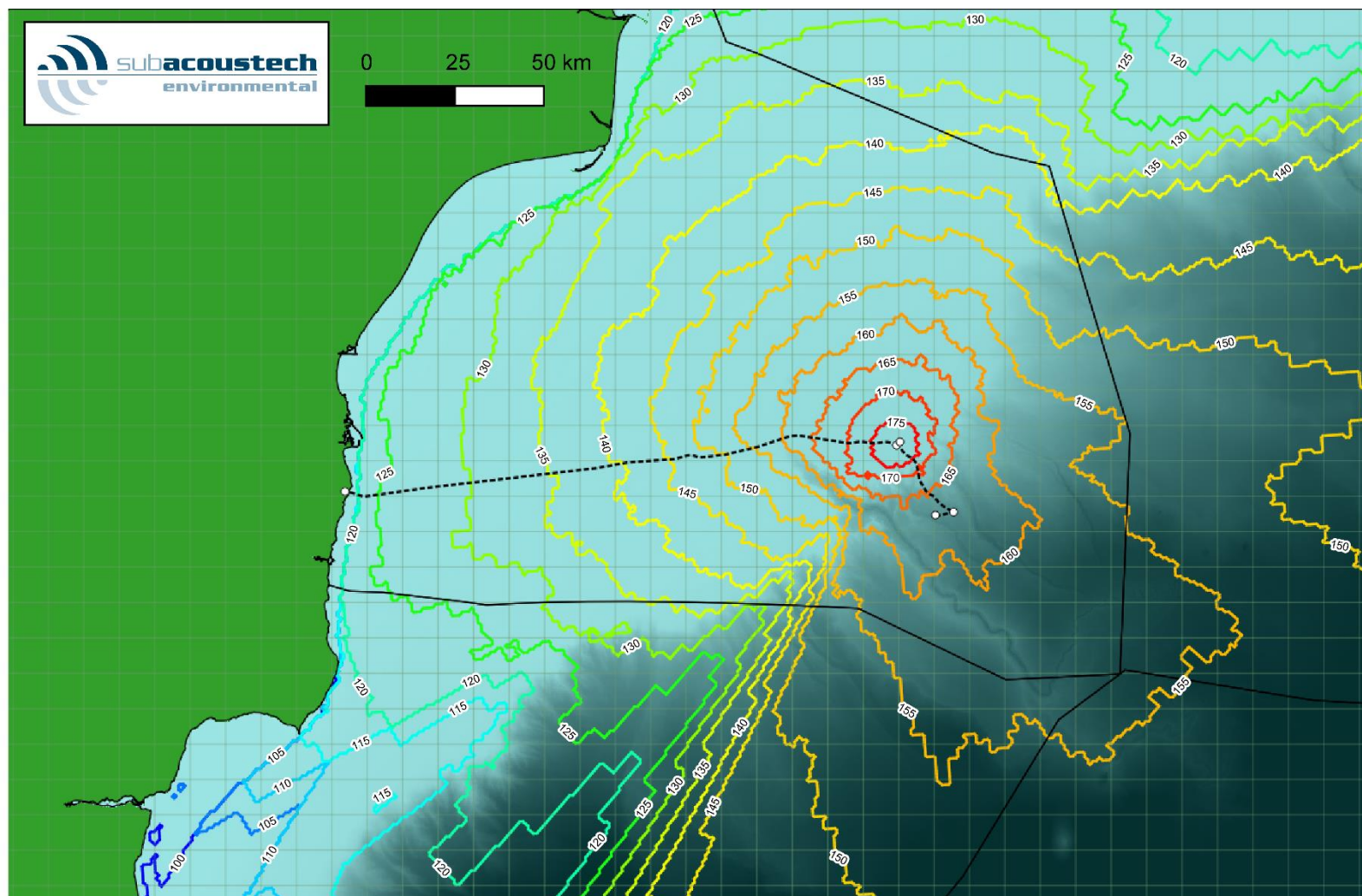


Figura 5-7 Diagrama de zgomot arată nivelurile de zgomot  $SPL_{peak}$  neponderate prognozate generate de pilonarea prin impact la locația de modelare în larg folosind ciocanul MENCK 3200iS cu pronire progresivă, cu contururi de la 100 dB (albastru închis) la 175 dB (roșu)



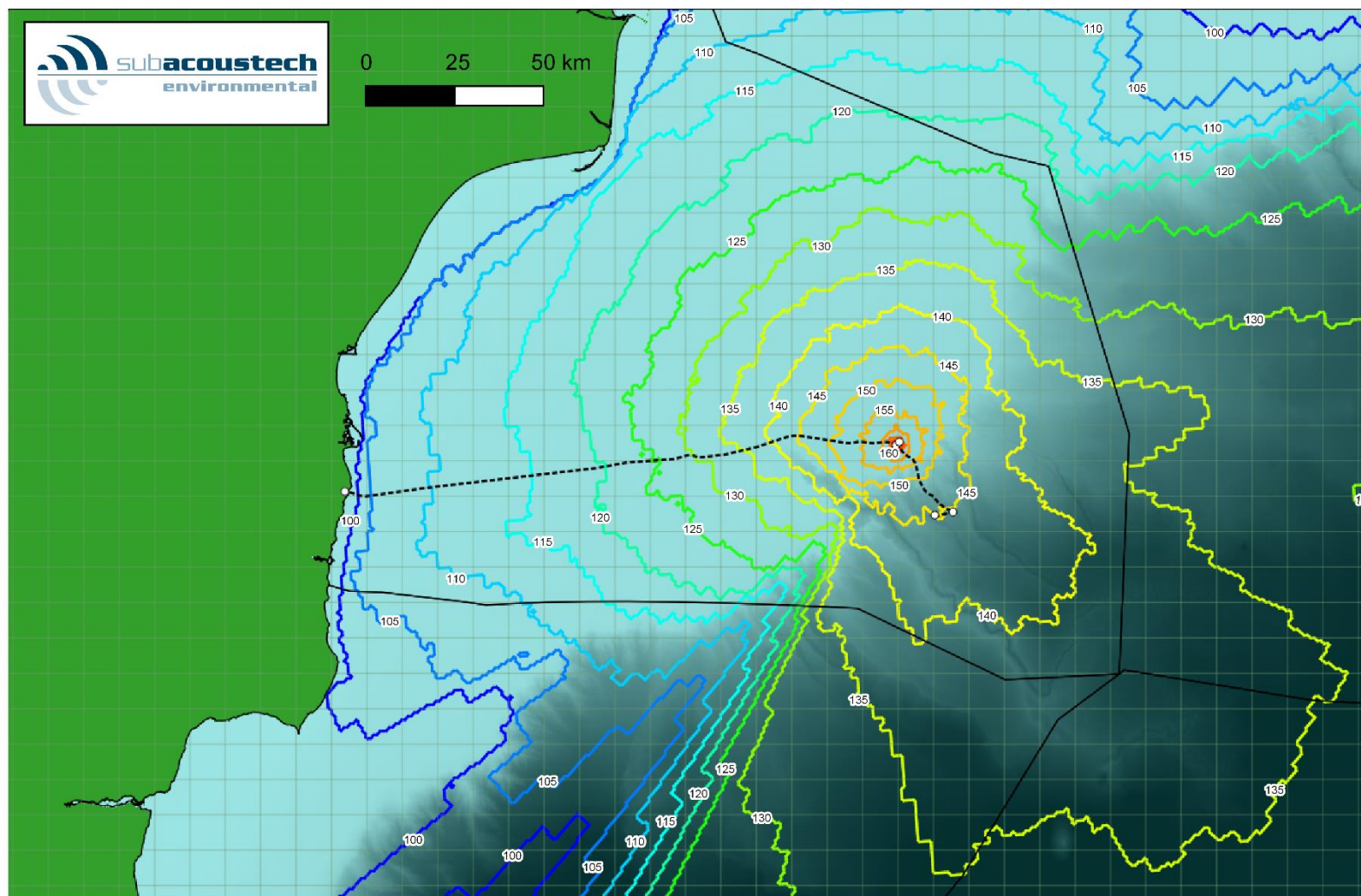


Figura 5-8 Diagrama de zgomot arată nivelurile de zgomot SEL neponderate prognozate pentru lovitură unică generate de pilonarea prin impact la locația de modelare în larg folosind ciocanul MENCK 800S la energie completă, cu contururi de la 100 dB (albastru închis) la 175 dB (roșu)

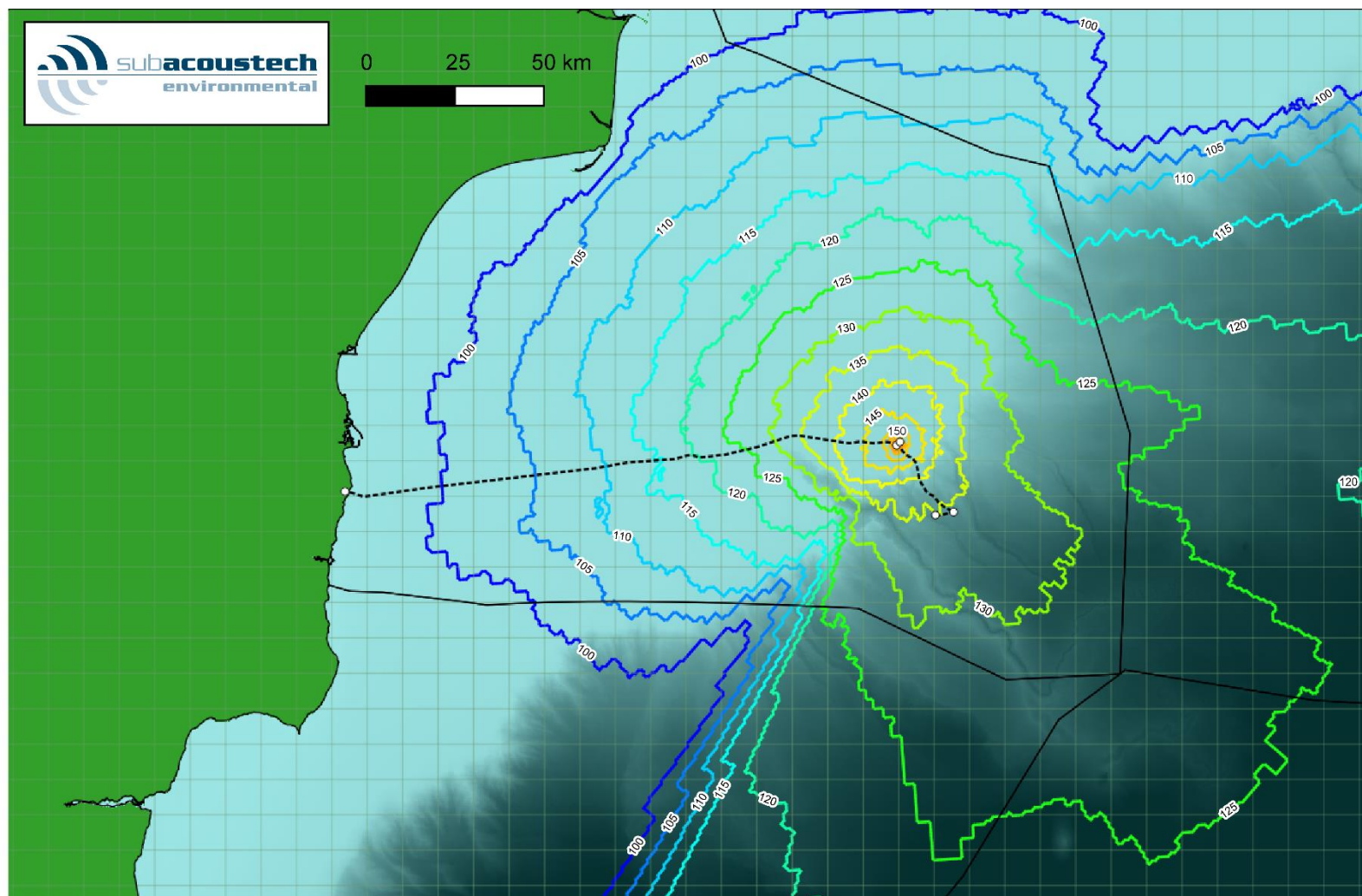


Figura 5-9 Diagrama de zgomot arată nivelurile de zgomot SEL neponderate prognozate pentru lovitură unică generate de pilonarea prin impact la locația de modelare în larg folosind ciocanul MENCK 800S la pornirea progresivă, cu contururi de la 100 dB (albastru închis) la 175 dB (roșu)



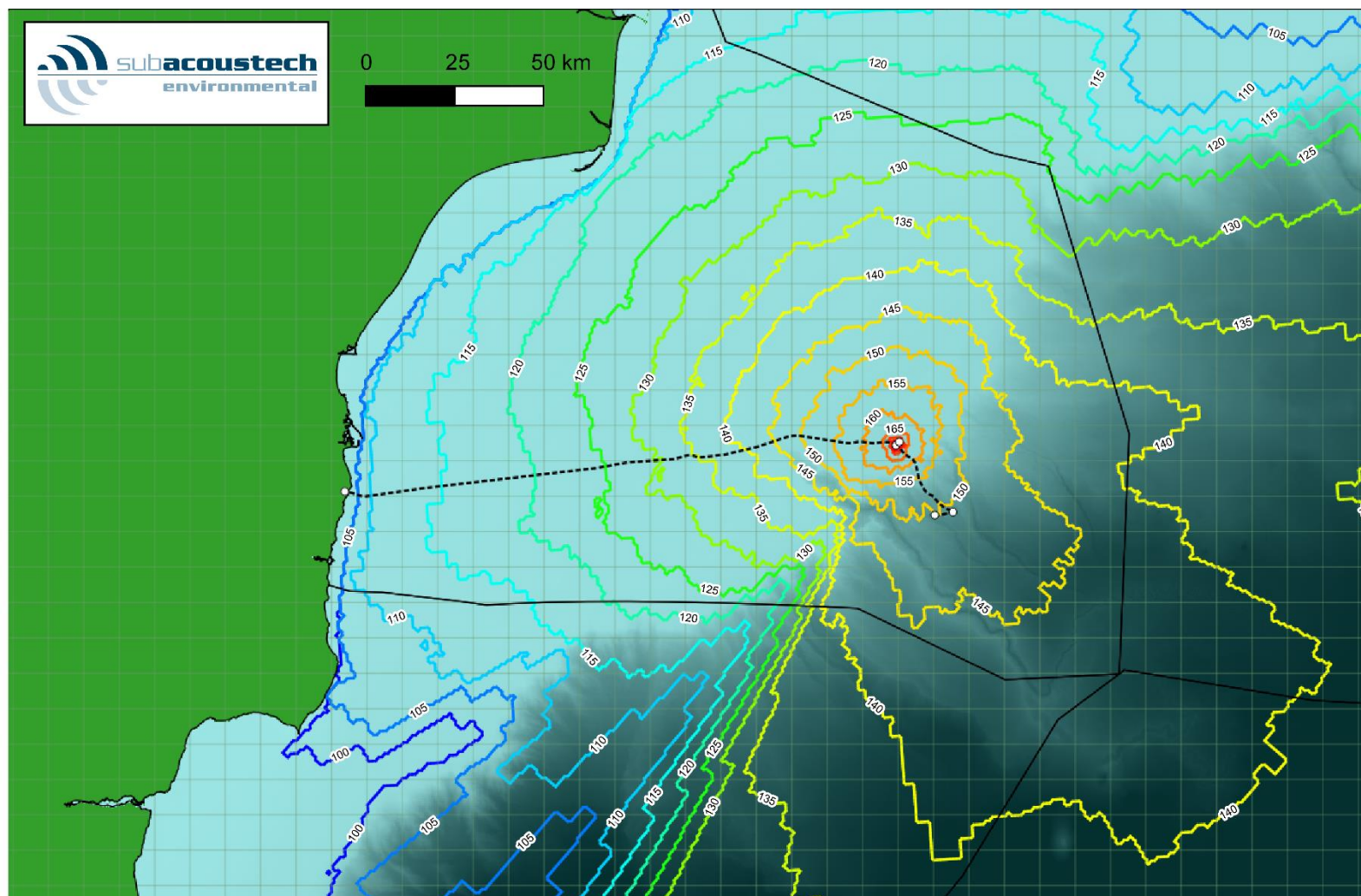


Figura 5-10 Diagrama de zgomot arată nivelurile de zgomot SEL neponderate prognozate pentru lovitură unică generate de pilonarea prin impact la locația de modelare în larg folosind ciocanul MENCK 3200iS la energie completă, cu contururi de la 100 dB (albastru închis) la 175 dB (roșu)

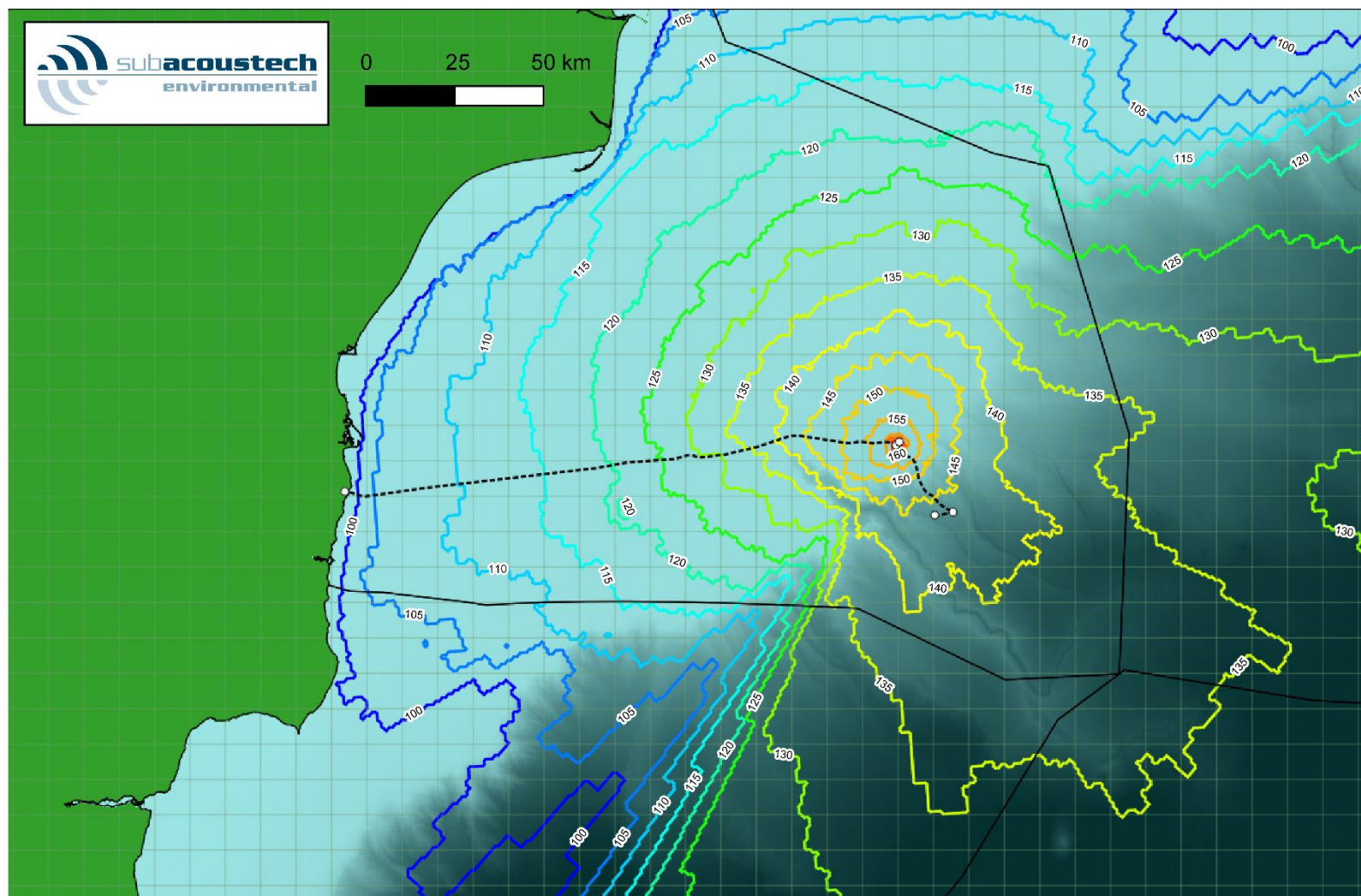


Figura 5-11 Diagrama de zgomot arată nivelurile de zgomot SEL neponderate prognozate pentru lovitură unică generate de pilonarea prin impact la locația de modelare în larg folosind ciocanul MENCK 3200iS la pornirea progresivă, cu contururi de la 100 dB (albastru închis) la 175 dB (roșu)



*Tabelul 5-10 Rezumatul gamei de impact pentru mamifere marine, modelată conform criteriilor lui Southall et al. (2019), cauzate de zgomotul produs de pilonarea prin impact bătaie unică PTS folosind ciocanele MENCK 800S și 3200iS*

Southall et al. (2019) Pilonare prin impact PTS		SPL <sub>peak</sub> neponderat							
		Energie completă				Pornire progresivă			
		LF (219 dB)	HF (230 dB)	VHF (202 dB)	PCW (218 dB)	LF (219 dB)	HF (230 dB)	VHF (202 dB)	PCW (218 dB)
<b>MENCK 800S</b>	Maximum	< 50 m	< 50 m	260 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m
	Minimum	< 50 m	< 50 m	220 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m
	Medie	< 50 m	< 50 m	230 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m
<b>MENCK 3200iS</b>	Maximum	< 50 m	< 50 m	540 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m	210 m	< 50 m
	Minimum	< 50 m	< 50 m	450 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m	180 m	< 50 m
	Medie	< 50 m	< 50 m	490 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m	190 m	< 50 m

*Tabel 5-11 Rezumatul gamei de impact pentru mamifere marine, modelată conform criteriilor lui Southall et al. (2019), cauzate de zgomotul produs de pilonarea prin impact bătaie unică TTS folosind ciocanele MENCK 800S și 3200iS*

Southall et al. (2019) Pilonare prin impact PTS		SPL <sub>peak</sub> neponderat							
		Energie completă				Pornire progresivă			
		LF (213 dB)	HF (224 dB)	VHF (196 dB)	PCW (212 dB)	LF (213 dB)	HF (224 dB)	VHF (196 dB)	PCW (212 dB)
<b>MENCK 800S</b>	Maximum	50 m	< 50 m	670 m	50 m	< 50 m	< 50 m	100 m	< 50 m
	Minimum	< 50 m	< 50 m	550 m	< 50 m	< 50 m	< 50 m	90 m	< 50 m
	Medie	< 50 m	< 50 m	600 m	50 m	< 50 m	< 50 m	100 m	< 50 m
<b>MENCK 3200iS</b>	Maximum	90 m	< 50 m	1.2 km	110 m	< 50 m	< 50 m	540 m	< 50 m
	Minimum	80 m	< 50 m	1.0 km	100 m	< 50 m	< 50 m	460 m	< 50 m
	Medie	90 m	< 50 m	1.1 km	100 m	< 50 m	< 50 m	500 m	< 50 m

*Tabel 5-12 Rezumatul intervalului de impact pentru loviturile unice modelate conform Popper et al. (2014) asupra peștilor cauzate de zgomotul de pilonare prin impact folosind ciocanele de batere MENCK 800S și 3200iS*

Popper et al. (2014) Pilonare prin impact		SPL <sub>RMS</sub> neponderat			
		Energie completă		Pornire progresivă	
		213 dB	207 dB	213 dB	207 dB
<b>MENCK 800S</b>	Maximum	50 m	110 m	< 50 m	< 50 m
	Minimum	< 50 m	100 m	< 50 m	< 50 m
	Medie	< 50 m	100 m	< 50 m	< 50 m
<b>MENCK 3200iS</b>	Maximum	90 m	240 m	< 50 m	100 m
	Minimum	80 m	210 m	< 50 m	80 m
	Medie	90 m	220 m	< 50 m	90 m

### 5.3.2 Criterii cumulate

#### 5.3.2.1 Ciocan MENCK 800S, scenariu limită superioară

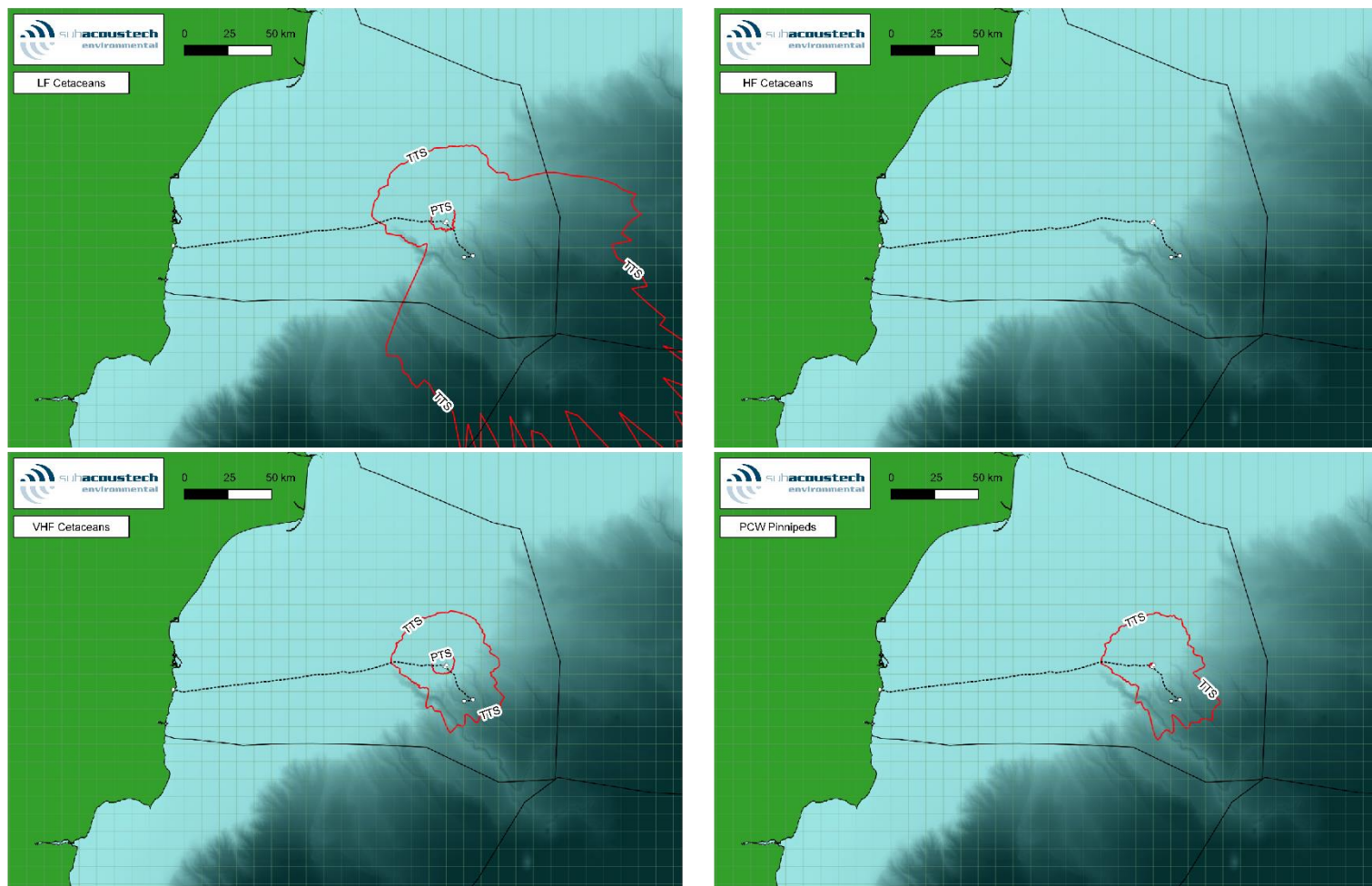


Figura 5-12 Hărțile de zgomot care prezintă zonele estimate cu niveluri de zgomot Impulsiv ponderate  $SEL_{cum}$  de impact (Southall et al., 2019) rezultate din pilonare prin impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul limită superior al ciocanului MENCK 800S, pentru o instalare cu un singur pilon, contururile reprezintă PTS (interior) și TTS (exterior)

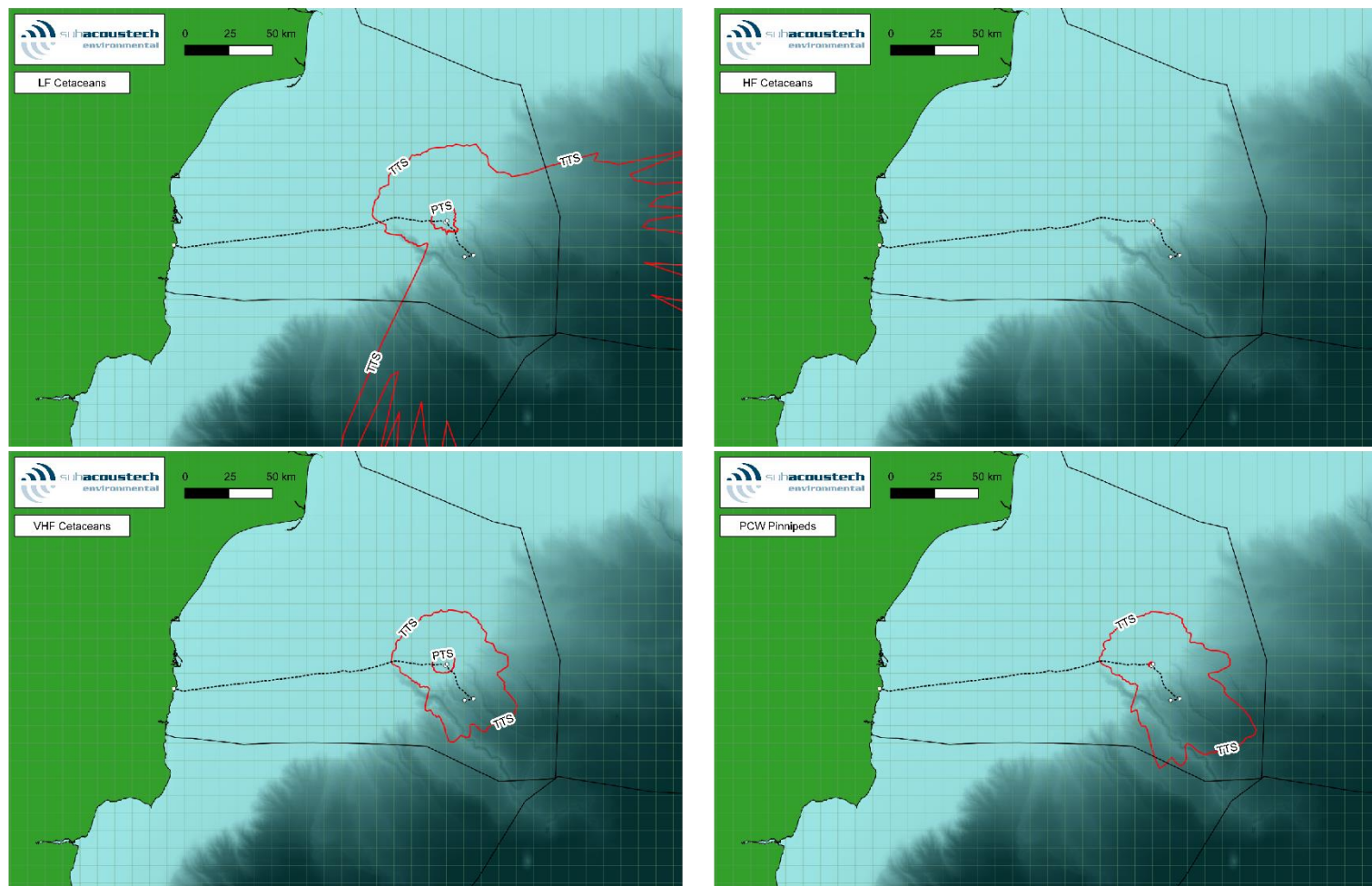


Figura 5-13 Hărțile de zgomot care prezintă zonele estimate cu niveluri de zgomot Impulsiv ponderate  $SEL_{cum}$  de impact (Southall et al., 2019) rezultate din pilonare prin impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul limită superior al ciocanului MENCK 800S, pentru instalarea secvențială a patru piloni, contururile reprezintă PTS (interior) și TTS (exterior)

*Tabel 5-13 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervale de impact cumulativ PTS pentru mamiferele marine de la zgomotul de impact atunci când se iau în considerare patru piloni instalați secvențial*

Southall et al. (2019) Pilonare rin impact (MENCK 800S Limita superioara)		SEL <sub>cum</sub> ponderat (îndepărtare)							
		Impulsiv				Non-impulsiv			
		LF (183 dB)	HF (185 dB)	VHF (155 dB)	PCW (185 dB)	LF (199 dB)	HF (198 dB)	VHF (173 dB)	PCW (201 dB)
<b>1 pilon</b>	Maximum	9.2 km	< 100 m	7.7 km	2.2 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minimum	3.4 km	< 100 m	3.8 km	340 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Medie	6.5 km	< 100 m	5.9 km	1.1 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
<b>4 piloni</b>	Maximum	9.2 km	< 100 m	7.8 km	2.3 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minimum	3.4 km	< 100 m	3.9 km	410 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Medie	6.9 km	< 100 m	5.9 km	1.2 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

*Tabel 5-14 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervale de impact cumulativ TTS pentru mamiferele marine din zgomotul de impact atunci când se iau în considerare patru piloni instalați secvențial*

Southall et al. (2019) Pilonare rin impact (MENCK 800S Limita superioara)		SEL <sub>cum</sub> ponderat (îndepărtare)							
		Impulsiv				Non-impulsiv			
		LF (168 dB)	HF (170 dB)	VHF (140 dB)	PCW (170 dB)	LF (179 dB)	HF (178 dB)	VHF (153 dB)	PCW (181 dB)
<b>1 pilon</b>	Maximum	>100 km	< 100 m	39 km	46 km	28 km	< 100 m	11 km	7.8 km
	Minimum	16 km	< 100 m	16 km	14 km	7.3 km	< 100 m	5.2 km	2.7 km
	Medie	71 km	< 100 m	29 km	28 km	16 km	< 100 m	7.9 km	5.3 km
<b>4 piloni</b>	Maximum	>100 km	< 100 m	48 km	71 km	46 km	< 100 m	11 km	8.0 km
	Minimum	16 km	< 100 m	16 km	14 km	7.3 km	< 100 m	5.3 km	3.1 km
	Medie	82 km	< 100 m	32 km	35 km	18 km	< 100 m	8.0 km	5.5 km



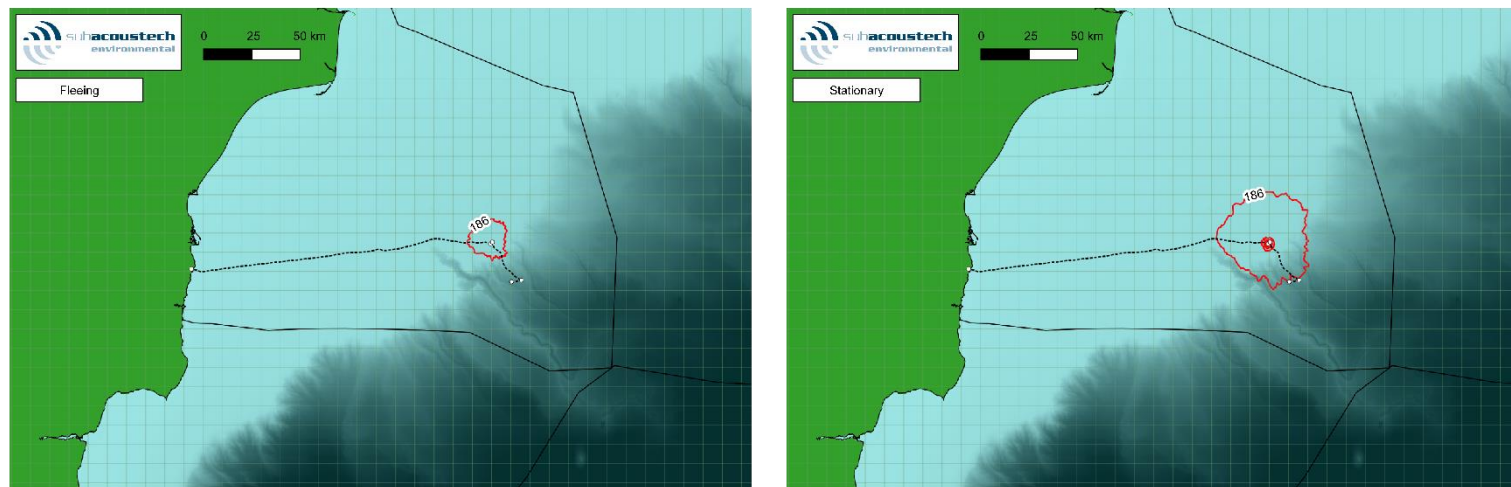


Figura 5-14 Graficele de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot de impact  $SEL_{cum}$  neponderate pentru pești (Popper et al., 2014) rezultate din impactul la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul limită superior al ciocanului MENCK 800S la o instalare cu un singur pilon, contururile reprezintă TTS (exterior) și  $\geq 203$  dB (interior).

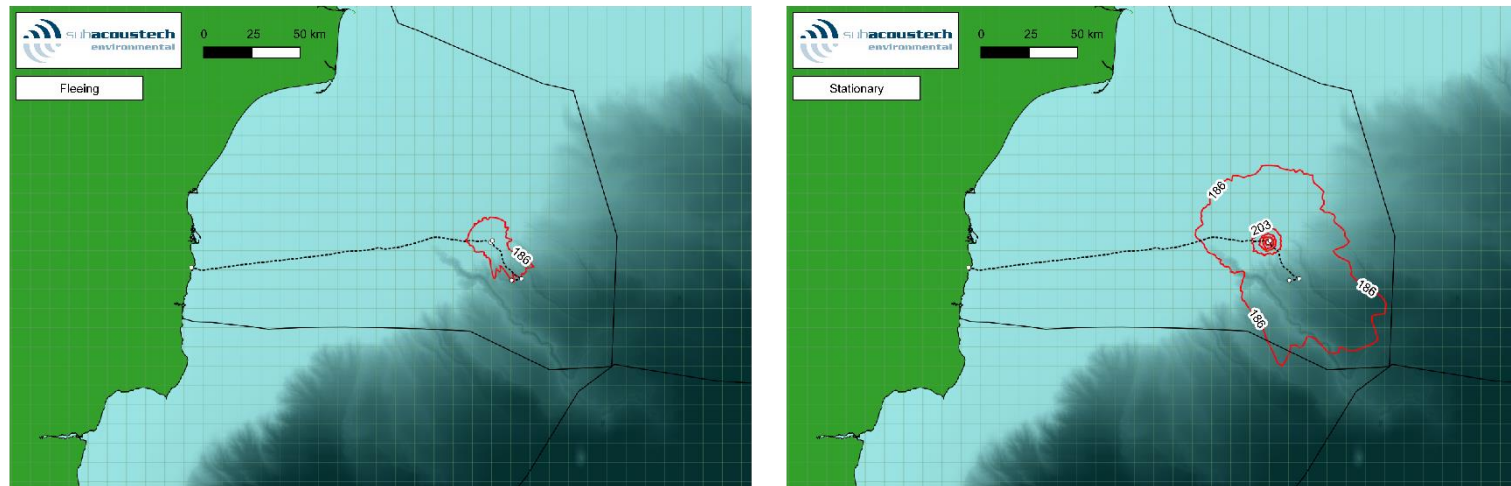


Figura 5-15 Graficele de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot de impact  $SEL_{cum}$  neponderate pentru pești (Popper et al., 2014) rezultate din impactul la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul limită superior al ciocanului MENCK 800S la o instalarea secvențială a 4 piloni, contururile reprezintă TTS (exterior) și  $\geq 203$  dB (interior).

*Tabel 5-15 Rezumatul intervalului de impact cumulativ modelat de Popper et al. (2014) pentru pești în urma zgomotului produs de impact pentru receptorii care se îndepărtează în scenariul limită superior al ciocanului MENCK 800S*

Popper et al. (2014) <b>Pilonare prin impact</b> (MENCK 800S Limita superioară)		<b>SEL<sub>cum</sub> neponderat (îndepărtare)</b>					
		219 dB	216 dB	210 dB	207 dB	203 dB	186 dB
<b>1 pilon</b>	Maximum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	13 km
	Minimum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	6.1 km
	Mean	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	9.6 km
<b>4 piloni</b>	Maximum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	26 km
	Minimum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	6.1 km
	Mean	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	12 km

*Tabel 5-16 Rezumatul intervalului de impact cumulativ modelat de Popper et al. (2014) pentru pești în urma zgomotului produs de impact pentru receptorii care staționează în scenariul limită superior al ciocanului MENCK 800S*

Popper et al. (2014) <b>Pilonare prin impact</b> (MENCK 800S Limita superioară)		<b>SEL<sub>cum</sub> neponderat (staționar)</b>					
		219 dB	216 dB	210 dB	207 dB	203 dB	186 dB
<b>1 pilon</b>	Maximum	490m	780 m	1.8 km	2.8 km	4.0 km	28 km
	Minimum	410 m	650 m	1.4 km	1.8 km	2.7 km	17 km
	Mean	440 m	710 m	1.5 km	2.1 km	3.3 km	23 km
<b>4 piloni</b>	Maximum	1.2 km	1.8 km	3.7 km	5.0 km	9.2 km	76 km
	Minimum	990 m	1.4 km	2.5 km	3.7 km	5.8 km	20 km
	Mean	1.1 km	1.5 km	2.9 km	4.2 km	7.1 km	41 km

## 5.3.2.2 Scenariul optim estimat pentru ciocanul MENCK 800S

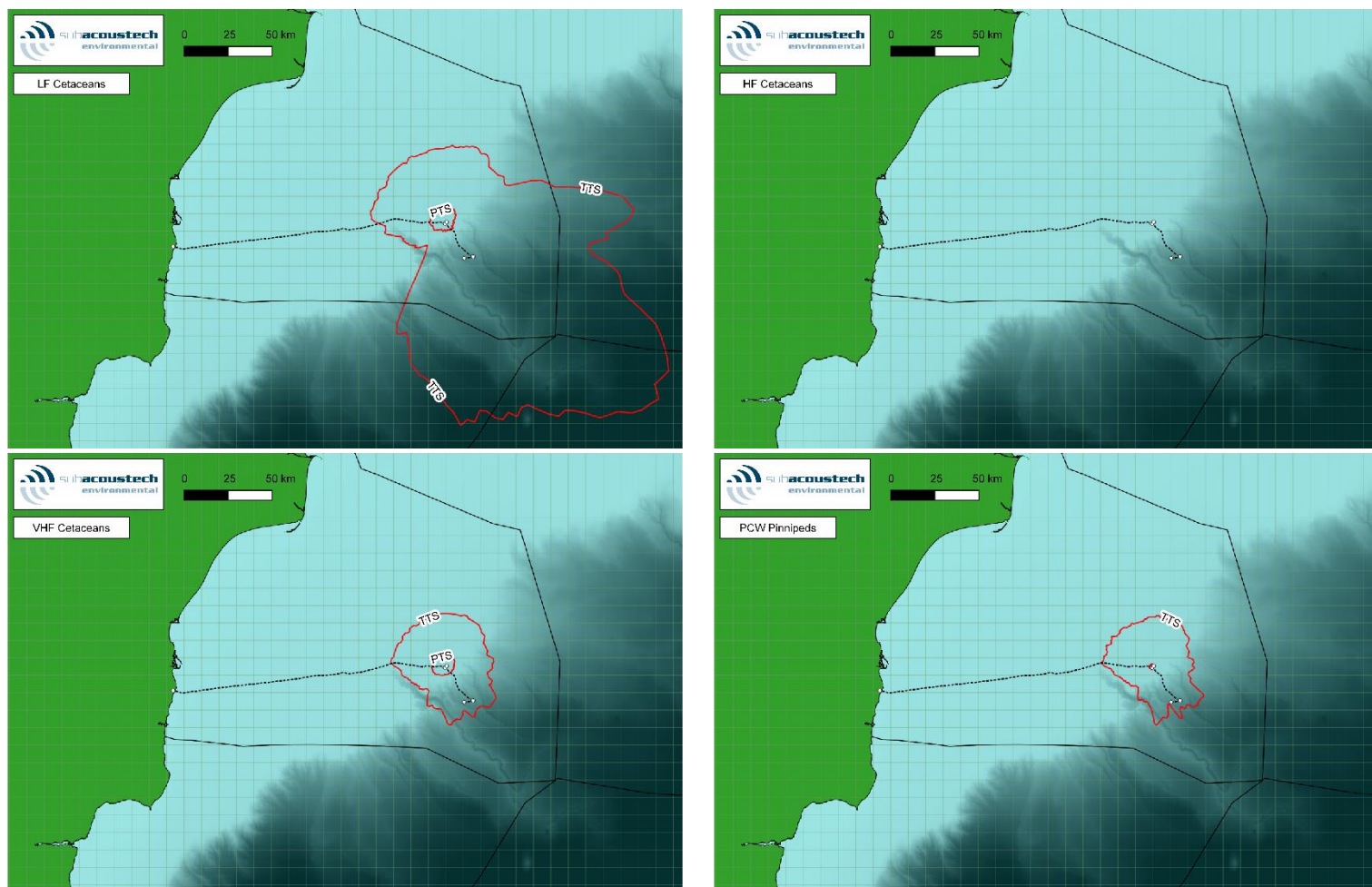


Figura 5-16 Graficele de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot Impulsiv de impact ponderate  $SEL_{cum}$  (Southall et al., 2019) rezultate din impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul optim estimat cu ciocanul MENCK 800S pentru o instalare cu un singur pilon, contururile reprezintă PTS (interior) și TTS (exterior).

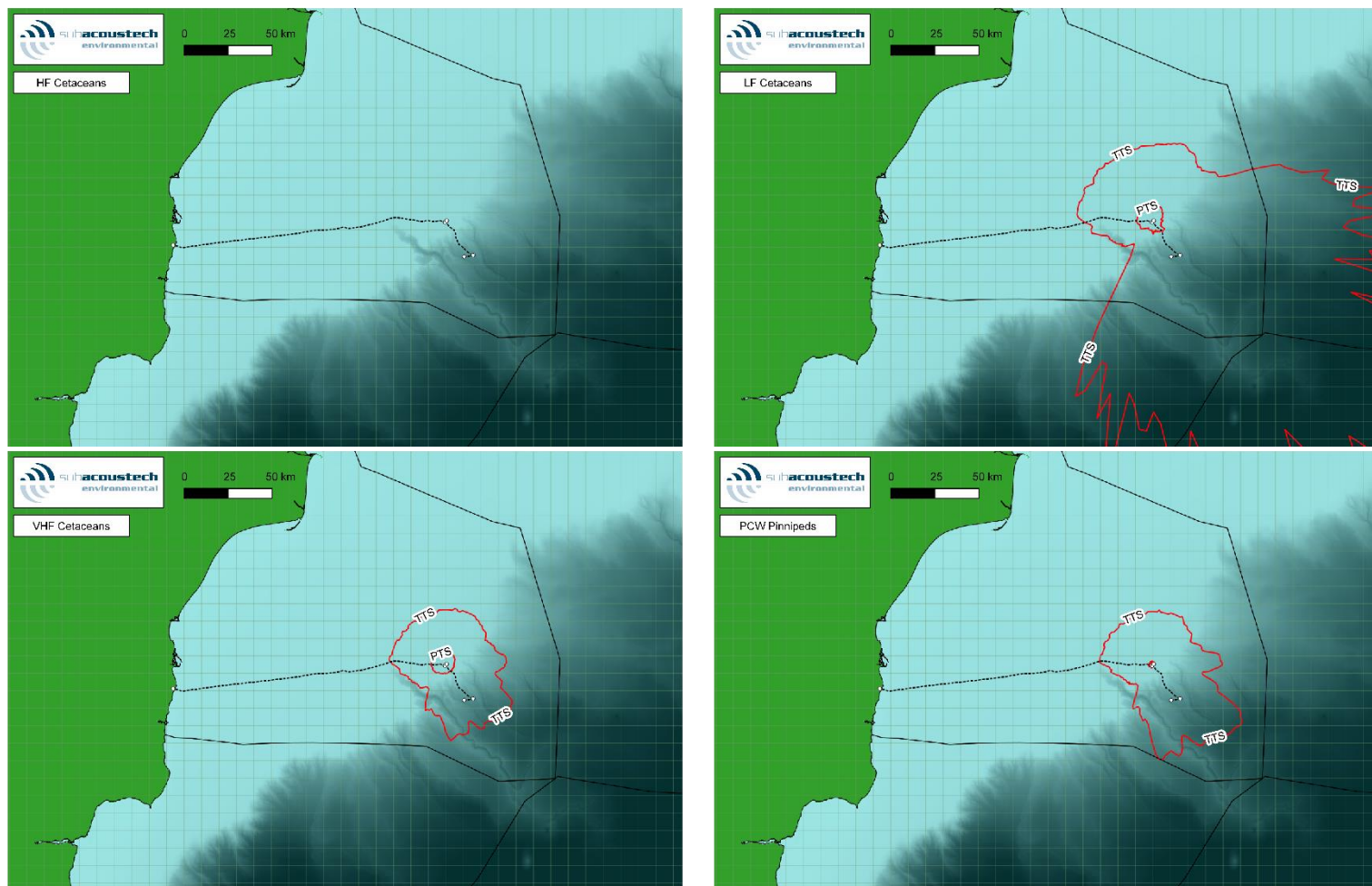


Figura 5-17 Graficele de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot Impulsiv de impact ponderate  $SEL_{cum}$  (Southall et al., 2019) rezultate din impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul optim de estimare cu ciocanul MENCK 800S pentru instalarea secvențială a patru piloni, contururile reprezintă PTS (interior) și TTS (exterior).



Tabel 5-17 Rezumatul intervalului cumulativ de impact PTS modelat de Southall et al. (2019) pentru mamiferele marine în urma zgomotului produs de impact cu ciocanul MENCK 800S în scenariul optim estimat.

Southall et al. (2019) Pilonare prin impact (MENCK 800S Estimare optimă)		SEL <sub>cum</sub> ponderat (îndeprătare)							
		Impulsiv				Non-impulsiv			
		LF (183 dB)	HF (185 dB)	VHF (155 dB)	PCW (185 dB)	LF (199 dB)	HF (198 dB)	VHF (173 dB)	PCW (201 dB)
1 pilon	Maximum	9.7 km	< 100 m	7.9 km	2.3 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minimum	3.6 km	< 100 m	3.9 km	400 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Medie	6.7 km	< 100 m	6.0 km	1.2 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
4 piloni	Maximum	9.9 km	< 100 m	8.2 km	2.6 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minimum	3.8 km	< 100 m	4.1 km	520 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Medie	7.2 km	< 100 m	6.2 km	1.4 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

Tabel 5-18 Rezumatul intervalului cumulativ de impact TTS modelat de Southall et al. (2019) pentru mamiferele marine în urma zgomotului produs de impact cu ciocanul MENCK 800S în scenariul cu optim estimat

Southall et al. (2019) Pilonare prin impact (MENCK 800S Estimare optimă)		SEL <sub>cum</sub> ponderat (îndeprătare)							
		Impulsiv				Non-impulsiv			
		LF (168 dB)	HF (170 dB)	VHF (140 dB)	PCW (170 dB)	LF (179 dB)	HF (178 dB)	VHF (153 dB)	PCW (181 dB)
1 pilon	Maximum	>100 km	< 100 m	34 km	34 km	21 km	< 100 m	11 km	7.7 km
	Minimum	16 km	< 100 m	16 km	14 km	7.7 km	< 100 m	5.2 km	2.6 km
	Medie	65 km	< 100 m	28 km	25 km	14 km	< 100 m	8.0 km	5.2 km
4 piloni	Maximum	>100 km	< 100 m	45 km	61 km	37 km	< 100 m	11 km	8.4 km
	Minimum	16 km	< 100 m	16 km	14 km	7.7 km	< 100 m	5.5 km	3.2 km
	Medie	78 km	< 100 m	31 km	32 km	18 km	< 100 m	8.4 km	5.8 km

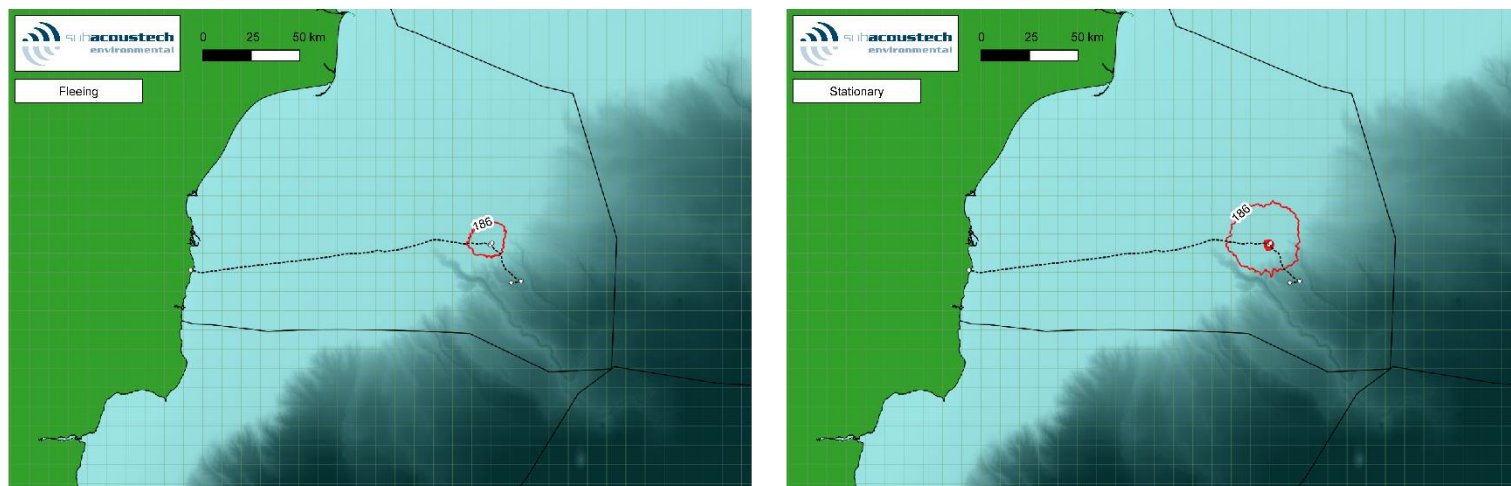


Figura 5-18 Hărțile de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot  $SEL_{cum}$  neponderate pentru impactul asupra peștilor (Popper et al., 2014) cauzat de impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul optim estimat cu ciocanul MENCK 800S pentru o instalare cu un singur pilon, contururile reprezintă TTS (exterior) și  $\geq 203$  dB (interior).

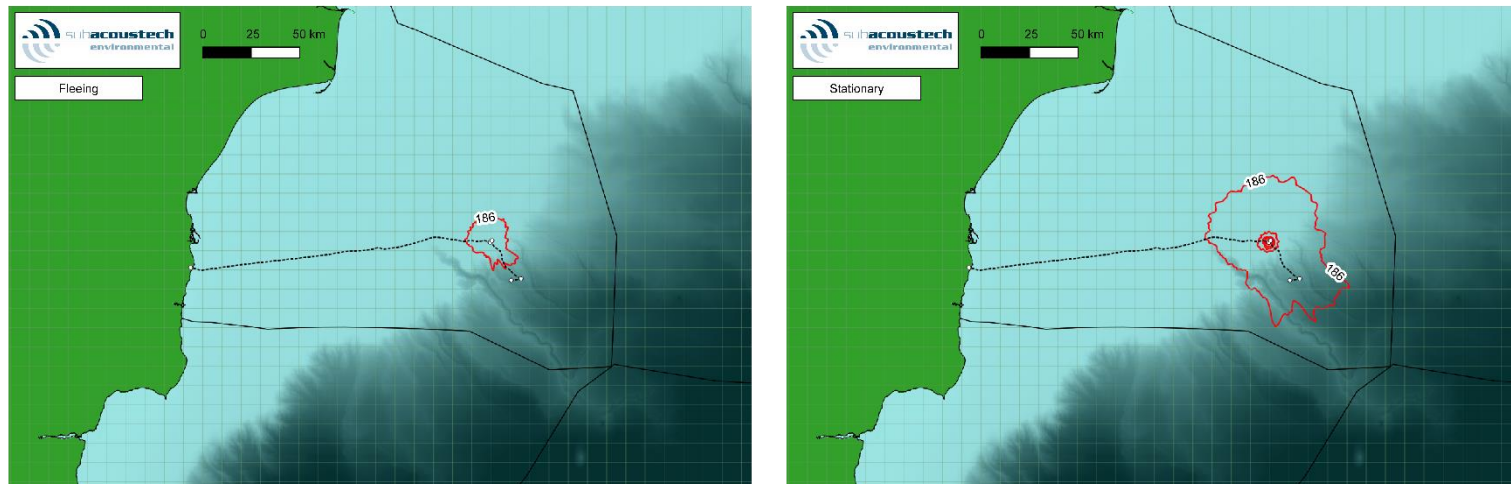


Figura 5-19 Hărțile de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot  $SEL_{cum}$  neponderate pentru impactul asupra peștilor (Popper et al., 2014) cauzat de impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul cu optim estimat cu ciocanul MENCK 800S pentru instalarea secvențială a patru piloni, contururile reprezintă TTS (exterior) și  $\geq 203$  dB (interior).

*Tabel 5-19 Rezumatul intervalului de impact cumulativ modelat de Popper et al. (2014) pentru pești în urma zgomotului produs de impact pentru receptorii care se îndepărtează în scenariul optim estimat cu ciocanul MENCK 800S*

Popper et al. (2014) <b>Pilonare prin impact</b> (MENCK 800S Estimare optimă)		<b>SEL<sub>cum</sub> neponderat (îndepărtare)</b>					
		219 dB	216 dB	210 dB	207 dB	203 dB	186 dB
<b>1 pilon</b>	Maximum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	12 km
	Minimum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	5.8 km
	Medie	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	9.1 km
<b>4 piloni</b>	Maximum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	17 km
	Minimum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	6.4 km
	Medie	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	11 km

*Tabel 5-20 Rezumatul intervalului de impact cumulativ modelat de Popper et al. (2014) pentru pești în urma zgomotului produs de impact pentru receptorii care staționează în scenariul optim estimat cu ciocanul MENCK 800S*

Popper et al. (2014) <b>Pilonare prin impact</b> (MENCK 800S Estimare optimă)		<b>SEL<sub>cum</sub> neponderat (staționar)</b>					
		219 dB	216 dB	210 dB	207 dB	203 dB	186 dB
<b>1 pilon</b>	Maximum	320 m	520 m	1.2 km	1.9 km	3.1 km	23 km
	Minimum	280 m	440 m	1.1 km	1.4 km	2.2 km	13 km
	Medie	300 m	470 m	1.2 km	1.6 km	2.5 km	18 km
<b>4 piloni</b>	Maximum	830 m	1.3 km	2.9 km	3.9 km	6.1 km	48 km
	Minimum	690 m	1.1 km	1.9 km	2.6 km	4.4 km	19 km
	Medie	760 m	1.2 km	2.2 km	3.0 km	5.1 km	32 km

## 5.3.2.3 Ciocan MENCK 3200iS Scenariu limită superior

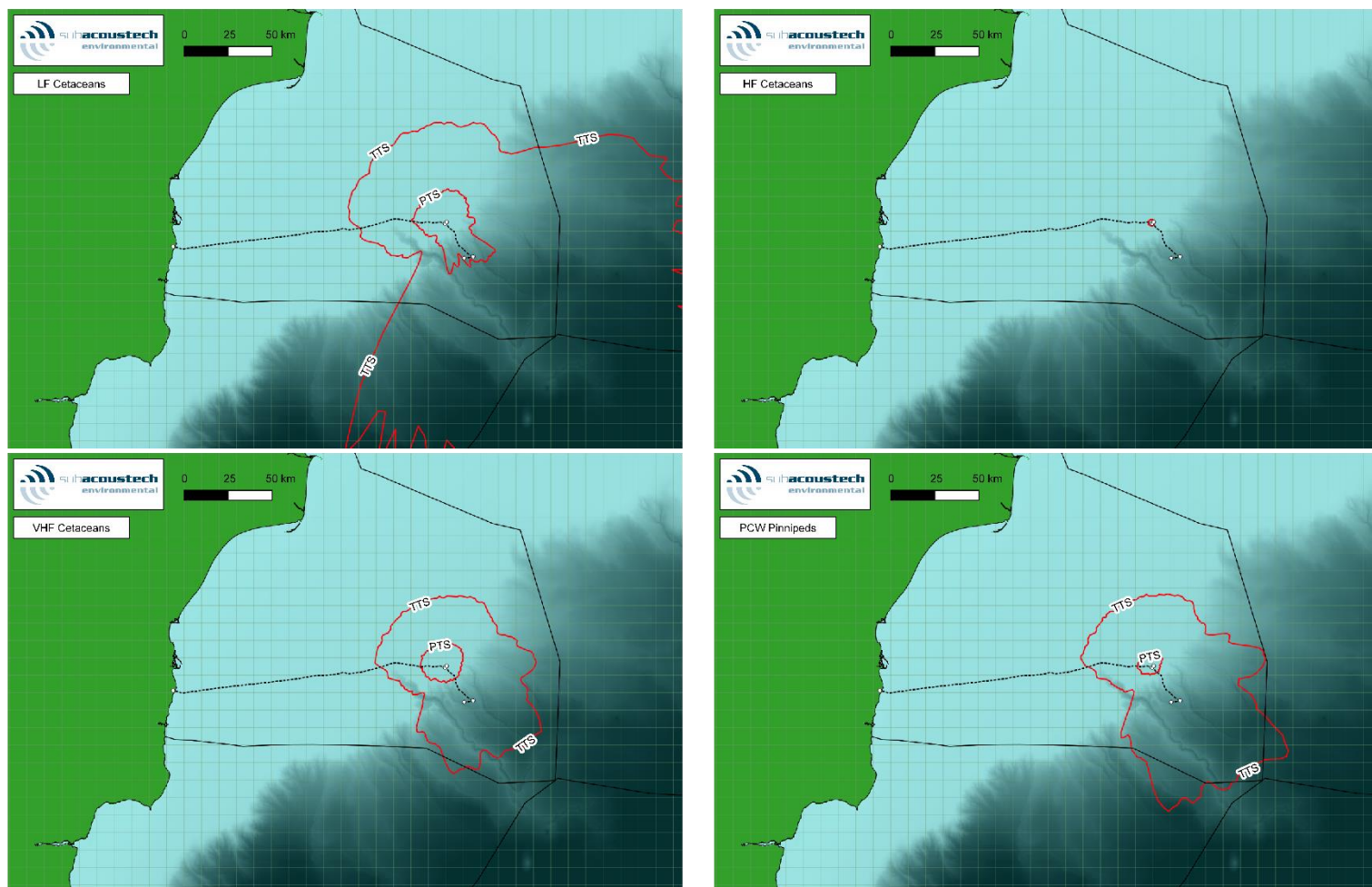


Figura 5-20 Hărțile de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot impulsive ponderate  $SEL_{cum}$  de impact (Southall et al., 2019) rezultate din pilonare prin impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul limită superior cu ciocanul MENCK 3200iS pentru o instalare cu un singur pilon, contururile reprezintă PTS (interior) și TTS (exterior).

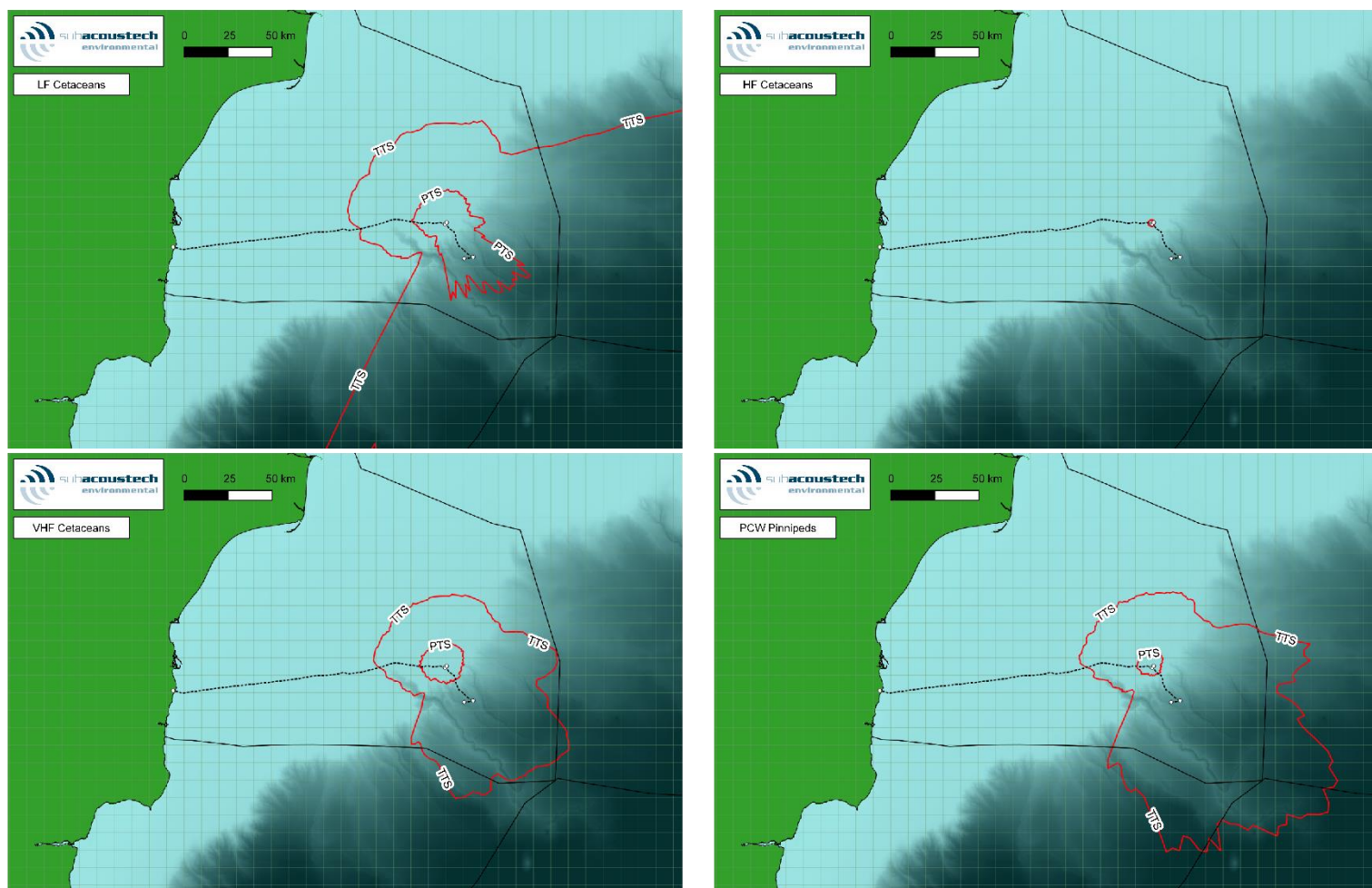


Figura 5-21 Hărțile de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot impulsive ponderate  $SEL_{cum}$  de impact (Southall et al., 2019) rezultate din pilonare prin impact la locația de modelare în larg pentru scenariul limită superior cu ciocanul MENCK 3200iS pentru instalarea secvențială a patru piloni, contururile reprezintă PTS (interior) și TTS (exterior).



Tabel 5-21 Rezumatul intervalului cumulativ de impact PTS modelat de Southall et al. (2019) pentru mamiferele marine în urma zgomotului produs de impact cu ciocanul MENCK 3200iS în scenariul limită superior.

Southall et al. (2019) Pilonare prin impact (MENCK 3200iS Limita superioară)		SEL <sub>cum</sub> ponderat (îndepărtare)							
		Impulsiv				Non-impulsiv			
		LF (183 dB)	HF (185 dB)	VHF (155 dB)	PCW (185 dB)	LF (199 dB)	HF (198 dB)	VHF (173 dB)	PCW (201 dB)
1 pilon	Maximum	33 km	< 100 m	15 km	9.1 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minimum	8.6 km	< 100 m	7.5 km	3.4 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Medie	18 km	< 100 m	11 km	6.3 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
4 piloni	Maximum	57 km	< 100 m	15 km	9.4 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minimum	8.6 km	< 100 m	7.9 km	3.9 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Medie	22 km	< 100 m	12 km	6.7 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

Tabel 5-22 Rezumatul intervalului cumulativ de impact TTS modelat de Southall et al. (2019) pentru mamiferele marine în urma zgomotului produs de impact cu ciocanul MENCK 3200iS în scenariul limită superior.

Southall et al. (2019) Pilonare prin impact (MENCK 3200iS Limita superioară)		SEL <sub>cum</sub> ponderat (îndepărtare)							
		Impulsiv				Non-impulsiv			
		LF (168 dB)	HF (170 dB)	VHF (140 dB)	PCW (170 dB)	LF (179 dB)	HF (178 dB)	VHF (153 dB)	PCW (181 dB)
1 pilon	Maximum	>100 km	2.5 km	66 km	92 km	81 km	< 100 m	17 km	17 km
	Minimum	21 km	1.1 km	19 km	17 km	12 km	< 100 m	9.6 km	7.6 km
	Medie	92 km	1.8 km	42 km	48 km	35 km	< 100 m	14 km	13 km
4 piloni	Maximum	>100 km	2.6 km	85 km	>100 km	>100 km	< 100 m	18 km	18 km
	Minimum	21 km	1.2 km	19 km	17 km	13 km	< 100 m	9.9 km	7.8 km
	Medie	97 km	1.8 km	48 km	59 km	47 km	< 100 m	14 km	14 km

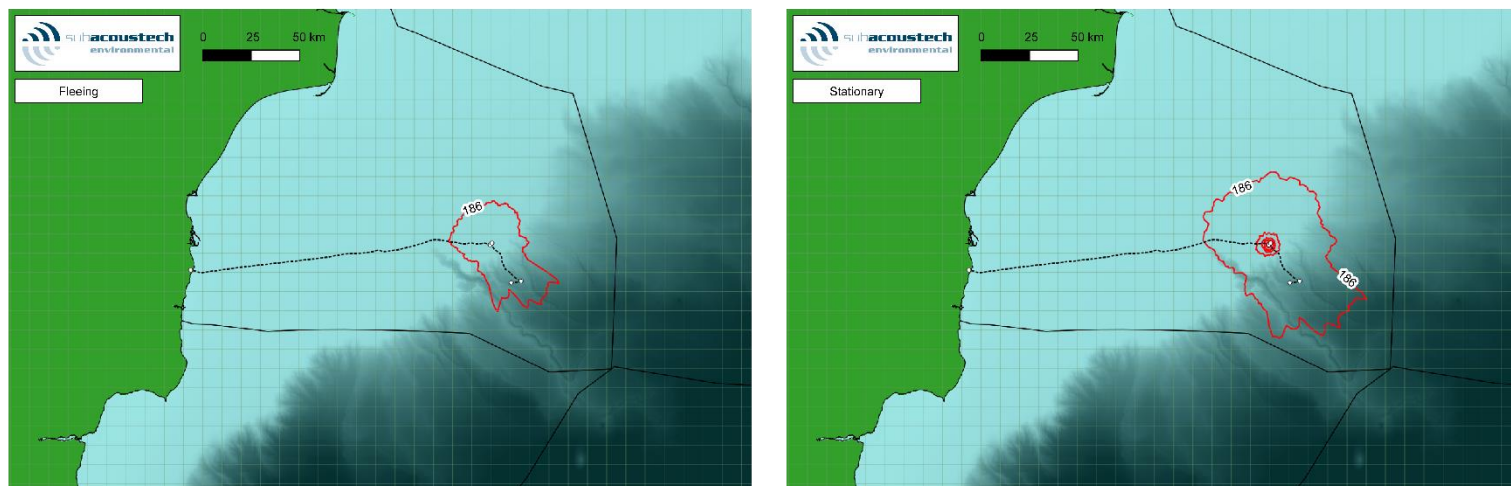


Figura 5-22 Hărțile de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot  $SEL_{cum}$  neponderate pentru impactul asupra peștilor (Popper et al., 2014) cauzat de impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul limită superior cu ciocanul MENCK 3200iS pentru o instalare a unui singur pilon, contururile reprezintă TTS (exterior) și  $\geq 203$  dB (interior).

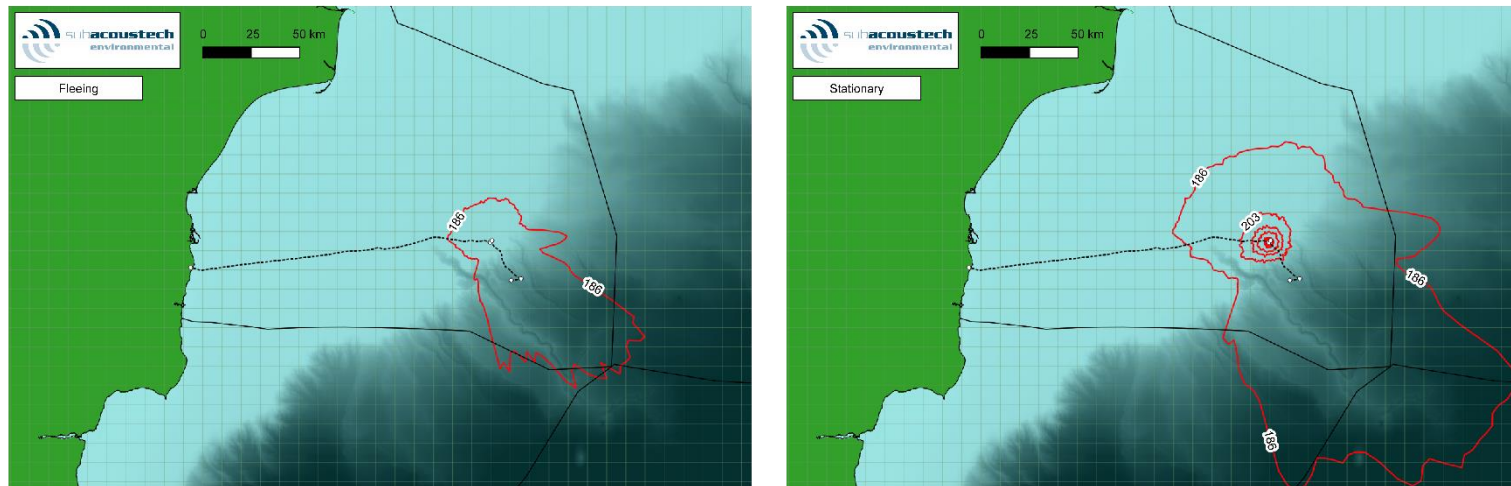


Figura 5-23 Hărțile de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot  $SEL_{cum}$  neponderate pentru impactul asupra peștilor (Popper et al., 2014) cauzat de impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul limită superior cu ciocanul MENCK 3200iS pentru instalarea secvențială a patru piloni, contururile reprezintă TTS (exterior) și  $\geq 203$  dB (interior).

*Tabel 5-23 Rezumatul intervalului cumulativ de impact modelat de Popper et al. (2014) pentru pești în urma zgomotului produs de impact pentru receptorii care se îndepărtează în scenariul limită superior cu ciocanul MENCK 3200iS.*

Popper et al. (2014) <b>Pilonare prin impact</b> (MENCK 3200iS Limita superioară)		<b>SEL<sub>cum</sub> neponderat (îndepărtare)</b>					
		219 dB	216 dB	210 dB	207 dB	203 dB	186 dB
<b>1 pilon</b>	Maximum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	180 m	41 km
	Minimum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	11 km
	Medie	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	120 m	21 km
<b>4 piloni</b>	Maximum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	180 m	96 km
	Minimum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	100 m	11 km
	Medie	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	130 m	32 km

*Tabel 5-24 Rezumatul intervalului cumulativ de impact modelat de Popper et al. (2014) pentru pești în urma zgomotului produs de impact pentru receptorii staționari în scenariul limită superior cu ciocanul MENCK 3200iS.*

Popper et al. (2014) <b>Pilonare prin impact</b> (MENCK 3200iS Limita superioară)		<b>SEL<sub>cum</sub> neponderat (staționare)</b>					
		219 dB	216 dB	210 dB	207 dB	203 dB	186 dB
<b>1 pilon</b>	Maximum	960 m	1.4 km	3.1 km	4.2 km	7.2 km	58 km
	Minimum	820 m	1.2 km	2.2 km	2.8 km	4.9 km	20 km
	Mean	890 m	1.3 km	2.5 km	3.5 km	5.9 km	35 km
<b>4 piloni</b>	Maximum	2.0 km	3.1 km	6.3 km	9.6 km	16 km	>100 km
	Minimum	1.6 km	2.2 km	4.5 km	6.0 km	9.1 km	25 km
	Medie	1.8 km	2.5 km	5.1 km	7.6 km	13 km	67 km



## 5.3.2.4 Ciocan MENCK 3200iS, Scenariu estimare optimă

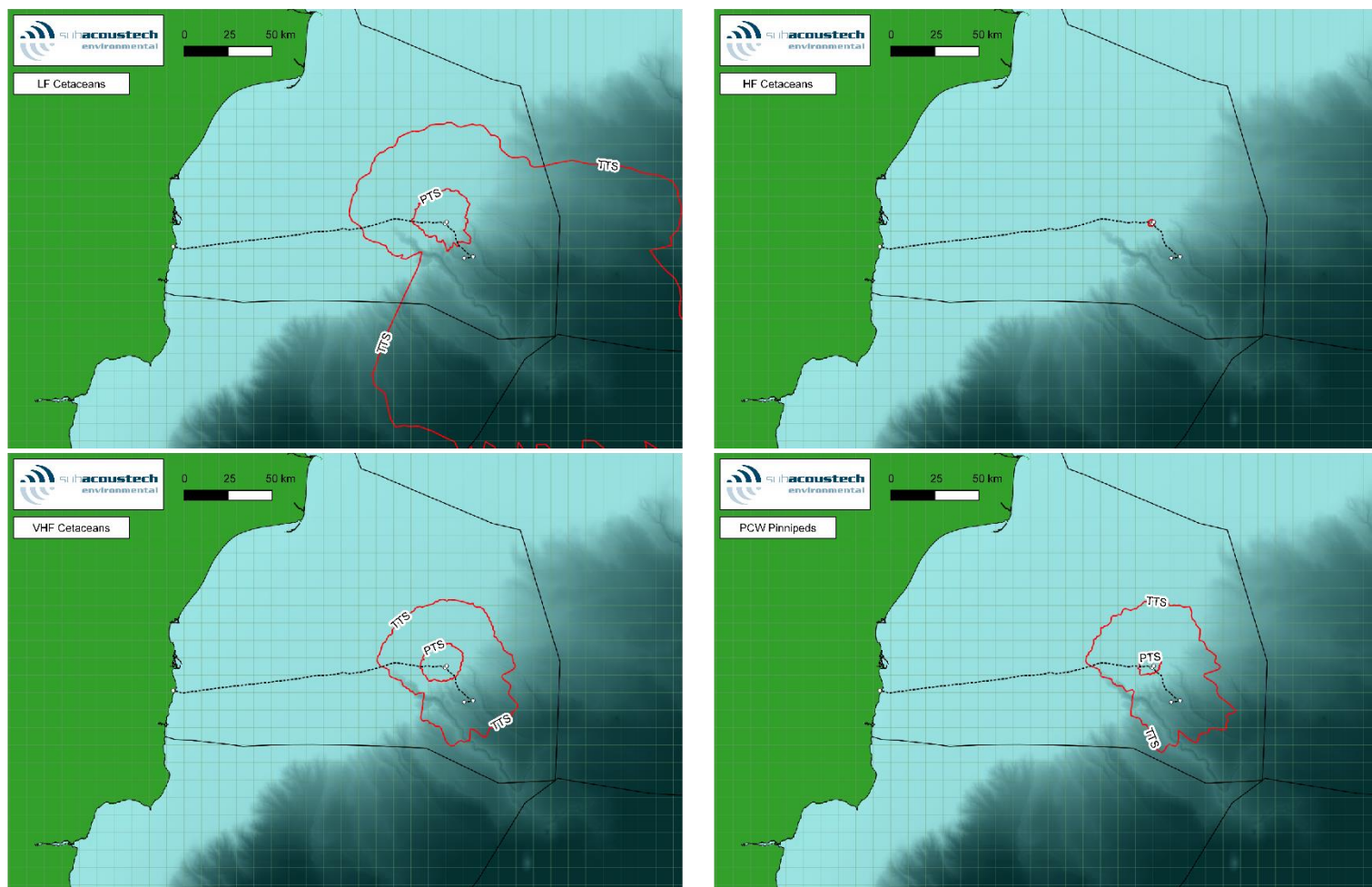


Figura 5-24 Hărțile de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot Impulsiv ponderate  $SEL_{cum}$  de impact (Southall et al., 2019) rezultate din pilonare prin impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul de estimare optimă cu ciocanul MENCK 3200iS pentru instalarea unui singur pilon, contururile reprezintă TTS (exterior) și PTS (interior).

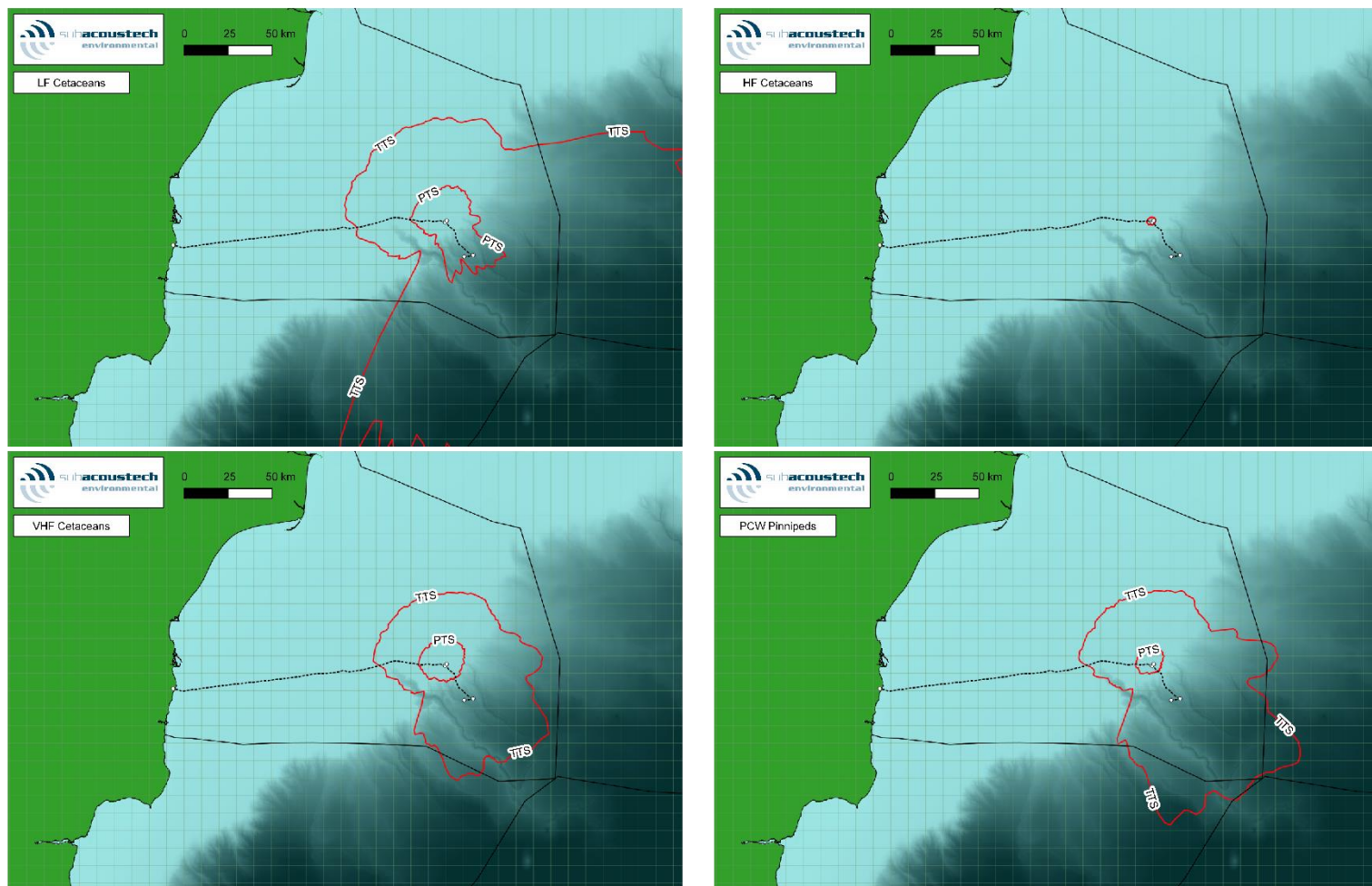


Figura 5-25 Graficele de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot Impulsiv ponderate  $SEL_{cum}$  de impact (Southall et al., 2019) rezultate din pilonare prin impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul de estimare optimă cu ciocanul MENCK 3200iS pentru instalarea secvențială a patru piloni, contururile reprezintă TTS (exterior) și PTS (interior).

Tabel 5-25 Rezumatul intervalului cumulativ de impact PTS modelat de Southall et al. (2019) pentru mamiferele marine în urma zgomotului produs de pilonare prin impact cu ciocanul MENCK 3200iS în scenariul de estimare optimă.

Southall et al. (2019) Pilonare prin impact (MENCK 3200iS Estimare optimă)		SEL <sub>cum</sub> ponderat (îndepărtare)							
		Impulsiv				Non-Impulsiv			
		LF (183 dB)	HF (185 dB)	VHF (155 dB)	PCW (185 dB)	LF (199 dB)	HF (198 dB)	VHF (173 dB)	PCW (201 dB)
1 pilon	Maximum	20 km	< 100 m	14 km	8.3 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minimum	8.8 km	< 100 m	7.1 km	3.0 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Medie	15 km	< 100 m	11 km	5.7 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
4 piloni	Maximum	40 km	< 100 m	15 km	11 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minimum	8.8 km	< 100 m	8.1 km	3.9 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Medie	20 km	< 100 m	12 km	7.2 km	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

Tabel 5-26 Rezumatul intervalului cumulativ de impact TTS modelat de Southall et al. (2019) pentru mamiferele marine în urma zgomotului produs de pilonare prin impact cu ciocanul MENCK 3200iS în scenariul de estimare optimă.

Southall et al. (2019) Pilonare prin impact (MENCK 3200iS Estimare optimă)		SEL <sub>cum</sub> ponderat (îndepărtare)							
		Impulsiv				Non-Impulsiv			
		LF (168 dB)	HF (170 dB)	VHF (140 dB)	PCW (170 dB)	LF (179 dB)	HF (178 dB)	VHF (153 dB)	PCW (181 dB)
1 pilon	Maximum	>100 km	2.4 km	47 km	55 km	46 km	< 100 m	17 km	15 km
	Minimum	21 km	1.2 km	19 km	17 km	13 km	< 100 m	8.9 km	6.0 km
	Medie	85 km	1.8 km	36 km	36 km	26 km	< 100 m	13 km	11 km
4 piloni	Maximum	>100 km	3.1 km	71 km	100 km	92 km	< 100 m	19 km	19 km
	Minimum	22 km	1.4 km	19 km	17 km	13 km	< 100 m	11 km	8.3 km
	Medie	94 km	2.2 km	45 km	51 km	38 km	< 100 m	15 km	14 km

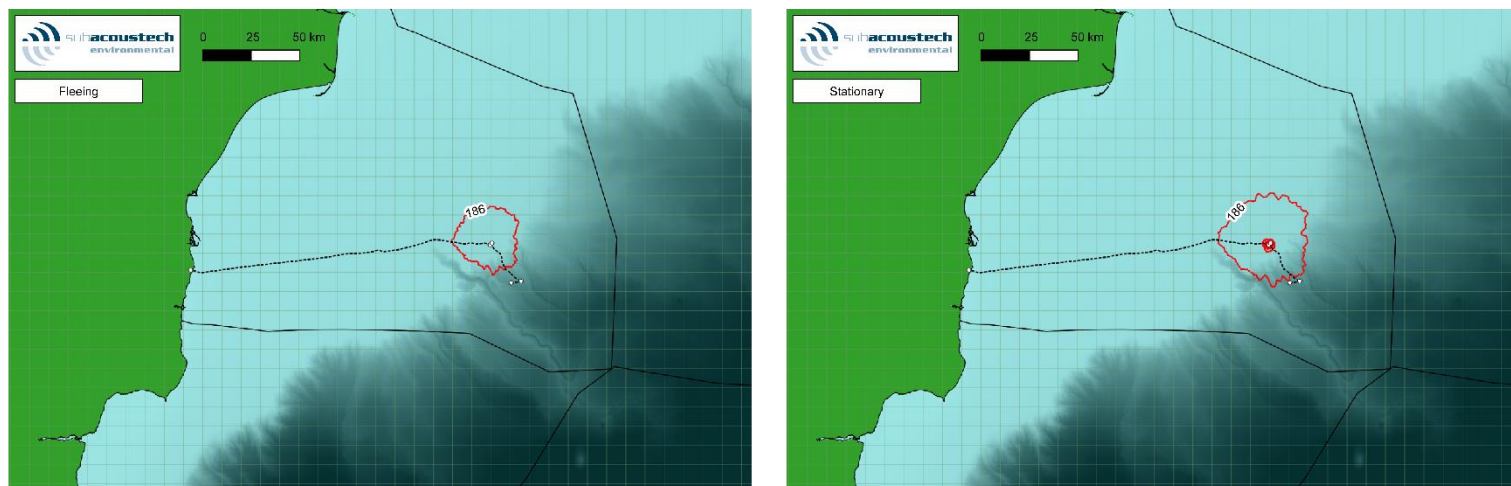


Figura 5-26 Hărțile de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot  $SEL_{cum}$  neponderate pentru impactul asupra peștilor (Popper et al., 2014) cauzat de pilonare prin impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul de estimare optimă cu ciocanul MENCK 3200iS pentru instalarea unui singur pilon, contururile reprezintă TTS (exterior) și  $\geq 203$  dB (interior)

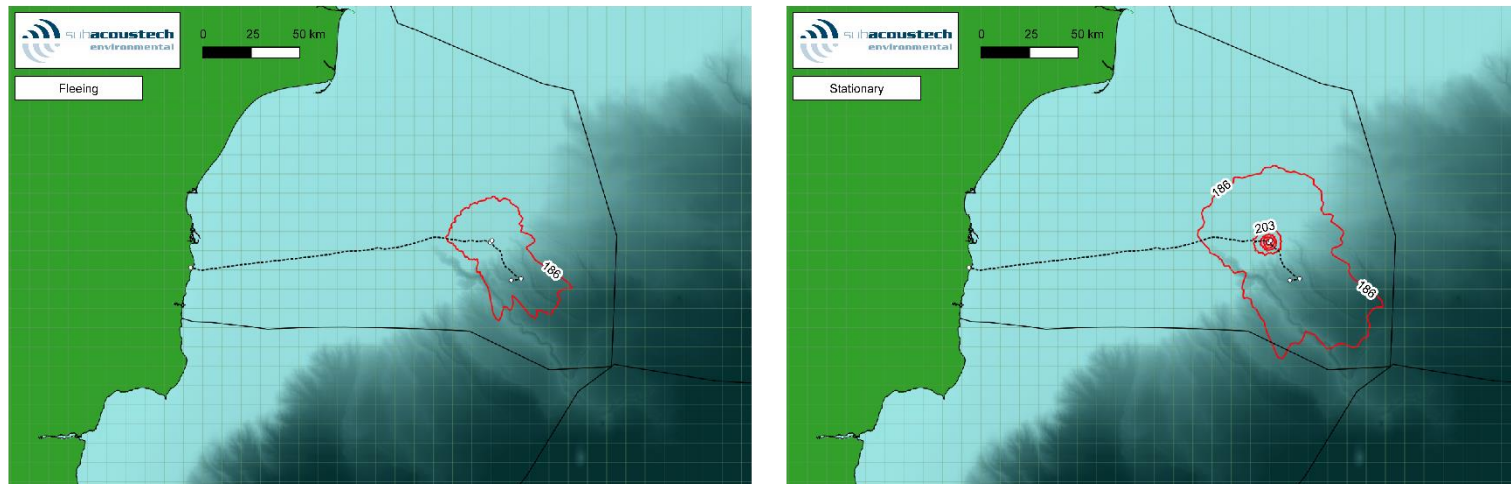


Figura 5-27 Hărțile de zgomot care arată zonele estimate cu niveluri de zgomot  $SEL_{cum}$  neponderate pentru impactul asupra peștilor (Popper et al., 2014) cauzat de pilonare prin impact la locația de modelare în mare deschisă pentru scenariul de estimare optimă cu ciocanul MENCK 3200iS pentru instalarea secvențială a patru piloți, contururile reprezintă TTS (exterior) și  $\geq 203$  dB (interior).



Tabel 5-27 Rezumatul intervalului cumulativ de impact modelat de Popper et al. (2014) pentru pești în urma zgomotului produs de pilonare prin impact pentru receptorii care se îndepărtează în scenariul de estimare optimă cu ciocanul MENCK 3200iS.

Popper et al. (2014) Pilonare prin impact (MENCK 3200iS Estimare optimă)		SEL <sub>cum</sub> neponderat (îndepărtare)					
		219 dB	216 dB	210 dB	207 dB	203 dB	186 dB
1 pilon	Maximum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	180 m	20 km
	Minimum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	11 km
	Medie	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	120 m	16 km
4 piloni	Maximum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	210 m	49 km
	Minimum	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	100 m	11 km
	Medie	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m	140 m	24 km

Tabel 5-28 Rezumatul intervalului cumulativ de impact modelat de Popper et al. (2014) pentru pești în urma zgomotului produs de pilonare prin impact pentru receptorii staționari în scenariul de estimare optimă cu ciocanul MENCK 3200iS

Popper et al. (2014) Pilonare prin impact (MENCK 3200iS Estimare optimă)		SEL <sub>cum</sub> neponderat (staționare)					
		219 dB	216 dB	210 dB	207 dB	203 dB	186 dB
1 pilon	Maximum	460 m	740 m	1.7 km	2.6 km	3.9 km	27 km
	Minimum	390 m	620 m	1.3 km	1.8 km	2.6 km	16 km
	Medie	420 m	670 m	1.5 km	2.0 km	3.1 km	22 km
4 piloni	Maximum	1.1 km	1.7 km	3.6 km	4.6 km	8.3 km	71 km
	Minimum	960 m	1.3 km	2.4 km	3.6 km	5.6 km	20 km
	Medie	1.1 km	1.5 km	2.8 km	4.0 km	6.8 km	40 km

## 5.4 Microtunele

Figura 5-28 prezintă nivelurile de zgomot SEL neponderate estimate de 1s din operațiunile de microtunelare la locația de modelare de coastă. Intervalele de impact modelate pentru mamiferele marine și peștii sunt prezentate în

Tabelul 5-29 până la Tabelul 5-31. Datorită nivelului scăzut al zgomotului, împreună cu apa puțin adâncă din această locație, intervalele de impact prognozate sunt mici, intervalele de rănire TTS pentru cetaceele VHF estimate până la maximum 920 m și intervalele de impact de la toate celelalte grupuri de specii sunt mult mai mici.

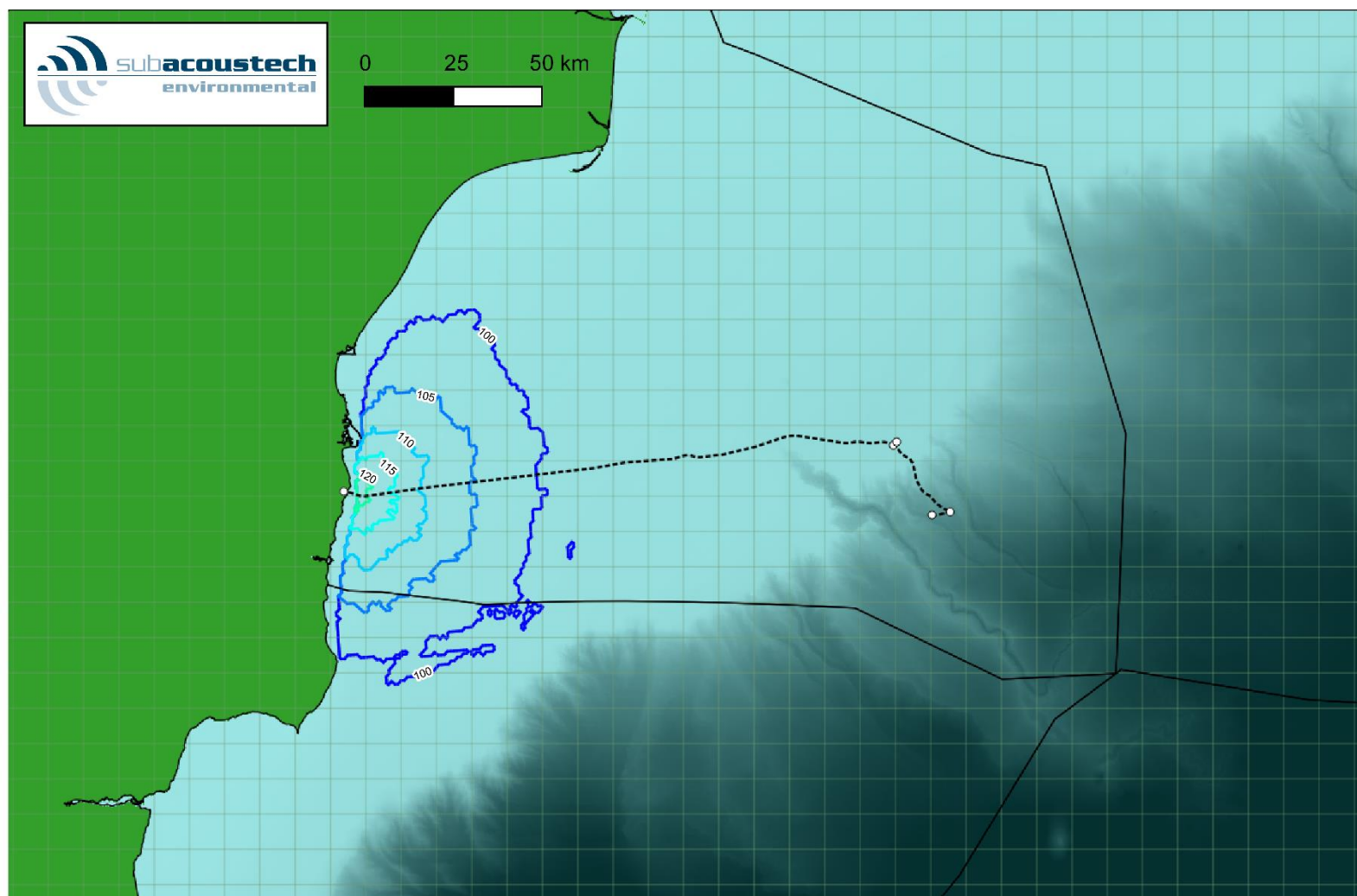


Figura 5-28 Graficul de zgomot care arată nivelurile de zgomot neponderate prezise (doar 1s SEL) de la microtunele la locația de modelare de coastă, contururi de la 100 dB (albastru închis) până la 125 dB (verde deschis)

Tabelul 5-29 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervale de impact cumulativ PTS pentru mamiferele marine din zgomotul de microtunel

Southall și colab. (2019) Microtunele		SEL <sub>cum</sub> ponderat (fugă)			
		Non-impulsiv			
		LF (199 dB)	HF (198 dB)	VHF (173 dB)	PCW (201 dB)
PTS	Maxim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Mediu	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

Tabelul 5-30 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervale de impact cumulativ TTS pentru mamiferele marine din zgomotul de microtunel

Southall și colab. (2019) Microtunele		SEL <sub>cum</sub> ponderat (fugă)			
		Non-impulsiv			
		LF (179 dB)	HF (178 dB)	VHF (153 dB)	PCW (181 dB)
TTS	Maxim	< 100 m	< 100 m	920 m	< 100 m
	Minim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Mediu	< 100 m	< 100 m	120 m	< 100 m

Tabelul 5-31 Rezumat al modelului Popper et al. (2019) intervale de impact pentru pești din cauza zgomotului de micro tunel

Popper și colab. (2014) Microtunele		SPL <sub>RMS</sub> neponderat	
		Sunet continuu	
		170 dB	158 dB
Maxim		< 50 m	< 50 m
Minim		< 50 m	< 50 m
Mediu		< 50 m	< 50 m

## 5.5 Săparea de șanțuri

Figura 5-29 prezintă nivelurile de zgomot SEL neponderate estimate de 1s de la operațiunile săpare șanț la locația de modelare în larg; intervalele de impact modelate sunt prezentate în 100 dB (albastru închis) la 150 dB (portocaliu)



Tabelul 5-32 până la Tabelul 5-34. Datorită componentelor de frecvență joasă ( $< 50$  Hz) ale zgomotului produs la săparea șanțului (așa cum se arată în Figura 4-1), sunetul se deplasează la distanțe mai mari decât unele dintre celelalte surse și, ca atare, intervalele maxime de impact TTS ale mamiferelor marine folosind Southall. *et al.* (2019) criteriile sunt estimate la 5,2 km pentru cetaceele LF și 680 m pentru cetaceele VHF. Folosind Popper *et al.* (2014), criterii pentru pești, intervalele TTS de până la 2,0 km de la șanț sunt prognozate pentru peștii cu vezica înotătoare care este conectată la sistemul auditiv, dacă zgomotul este prezent pe o durată de 12 ore.

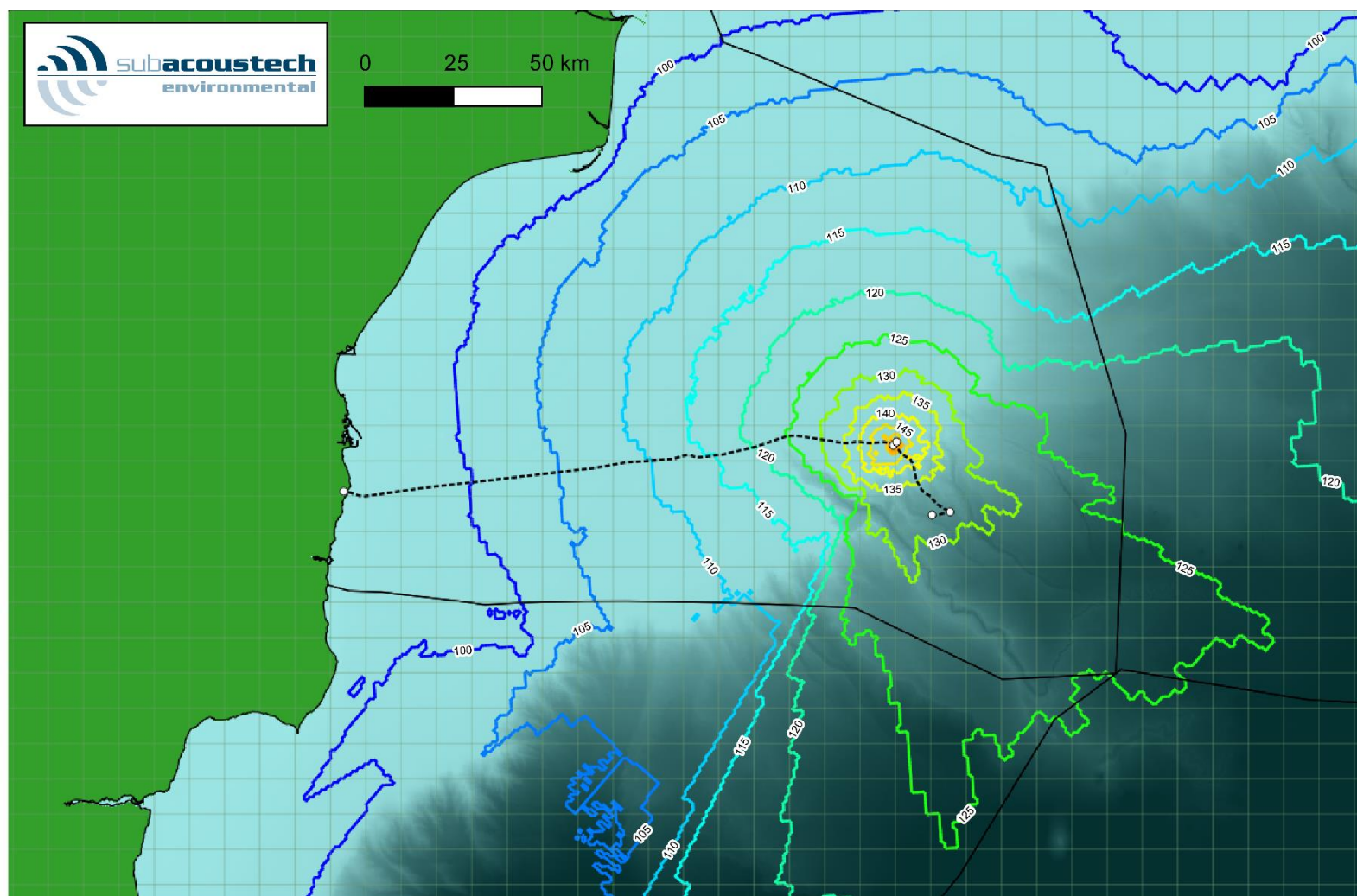


Figura 5-29 Graficul de zgomot care arată nivelurile de zgomot neponderate prezise (doar 1 s SEL) de la șanțuri la locația de modelare în larg, contururile de la 100 dB (albastru închis) la 150 dB (portocaliu)

Tabelul 5-32 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervalele de impact PTS cumulate pentru mamiferele marine din zgomotul produs la săparea șanțului

Southall și colab. (2019) Săpare de șanțuri		SEL <sub>cum</sub> ponderat (fugă)			
		Non-impulsiv			
		LF (199 dB)	HF (198 dB)	VHF (173 dB)	PCW (201 dB)
PTS	Maxim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Mediu	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

Tabelul 5-33 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervalele de impact cumulativ TTS pentru mamiferele marine din zgomotul produs la săparea șanțului

Southall și colab. (2019) Săpare de șanțuri		SEL <sub>cum</sub> ponderat (fugă)			
		Non-impulsiv			
		LF (179 dB)	HF (178 dB)	VHF (153 dB)	PCW (181 dB)
TTS	Maxim	5,2 km	< 100 m	680 m	< 100 m
	Minim	2,9 km	< 100 m	170 m	< 100 m
	Mediu	4,1 km	< 100 m	350 m	< 100 m

Tabelul 5-34 Rezumat al modelului Popper et al. (2019) intervale de impact pentru pești de la zgomotul produs la săparea șanțului

Popper și colab. (2014) Săpare de șanțuri		SPL <sub>RMS</sub> neponderat	
		Sunet continuu	
		170 dB	158 dB
Maxim		250 m	2,0 km
Minim		180 m	1,2 km
Mediu		200 m	1,4 km

## 5.6 Zgomotul navelor

Nivelurile de zgomot prognozate de la zgomotul navelor în larg sunt prezentate în Figura 5-30, cu intervalele de impact corespunzătoare prezentate în

Tabelul 5-35 până la Tabelul 5-37. Intervalele maxime de impact TTS pentru mamiferele marine sunt estimate la 660 m pentru cetaceele LF și 700 m pentru cetaceele VHF. Pentru peștii cu vezica înotătoare care este conectată la sistemul auditiv, distanțe TTS de până la 630 m de la vase sunt, de asemenea, preconizate dacă zgomotul este prezent pentru o durată de peste 12 ore.

Merită să reiterăm faptul că nava utilizată pentru această modelare, o navă mare de containere, este o ipoteză de tip cel mai rău caz pentru navele de la situl Neptun Deep, iar majoritatea intervalelor de impact prezentate aici vor fi mai mici pentru navele mai mici.

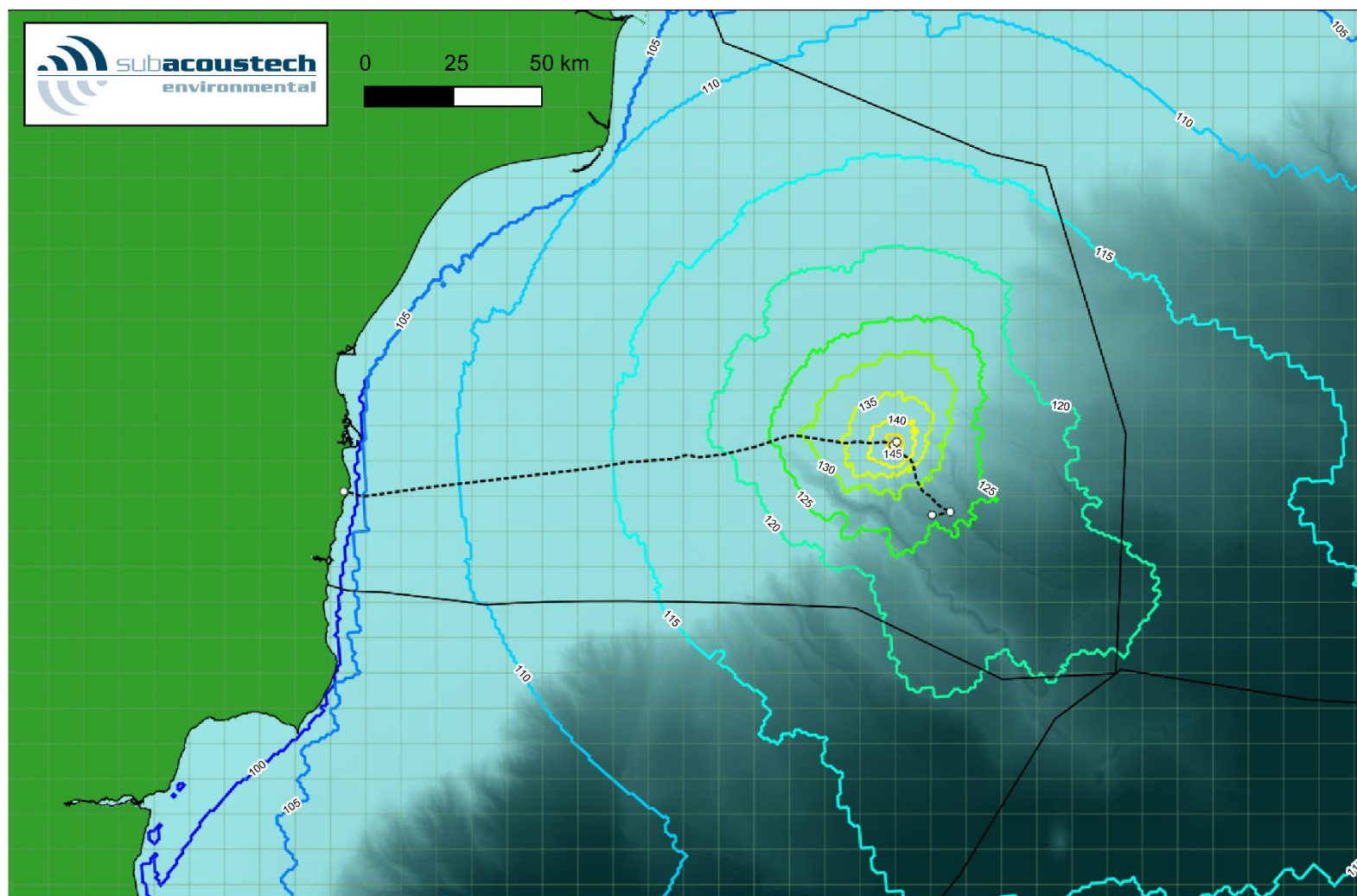


Figura 5-30 Graficul de zgomot care arată nivelurile de zgomot neponderate prezise (doar 1s SEL) de la zgomotul navei la locația de modelare în marea deschisă, contururi de la 100 dB (albastru închis) la 150 dB (portocaliu)



Tabelul 5-35 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervale de impact cumulativ PTS pentru mamiferele marine din zgomotul navelor

Southall și colab. (2019) Zgomotul navei		SEL <sub>cum</sub> ponderat (fugă)			
		Non-impulsiv			
		LF (199 dB)	HF (198 dB)	VHF (173 dB)	PCW (201 dB)
PTS	Maxim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Minim	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m
	Mediu	< 100 m	< 100 m	< 100 m	< 100 m

Tabelul 5-36 Rezumat al modelului Southall et al. (2019) intervale de impact cumulativ TTS pentru mamiferele marine din zgomotul navelor

Southall și colab. (2019) Zgomotul navei		SEL <sub>cum</sub> ponderat (fugă)			
		Non-impulsiv			
		LF (179 dB)	HF (178 dB)	VHF (153 dB)	PCW (181 dB)
TTS	Maxim	660 m	< 100 m	700 m	< 100 m
	Minim	370 m	< 100 m	410 m	< 100 m
	Mediu	470 m	< 100 m	540 m	< 100 m

Tabelul 5-37 Rezumat al modelului Popper et al. (2019) intervale de impact pentru pești de la zgomotul navei

Popper și colab. (2014) Zgomotul navei		SPL <sub>RMS</sub> neponderat	
		Sunet continuu	
		170 dB	158 dB
Maxim		90 m	630 m
Minim		80 m	490 m
Mediu		80 m	550 m

## 5.7 Măsuri de atenuare

În timpul activităților menționate în secțiunile de mai sus, pot fi luate în considerare diferite măsuri de atenuare, deși nu toate vor fi adecvate. Observatorii de mamifere marine (MMO, cunoscute uneori sub numele de Observatori de specii protejate, OSP) vor fi amplasați în vecinătatea pilonului pentru a identifica prezența oricărui mamifer marin și pentru a avertiza antreprenorul înainte de începerea activităților zgomotoase. Acest lucru va limita orice risc imediat pentru mamiferele marine.

Alte măsuri de atenuare pot fi potrivite pentru situație, sub rezerva principiilor Best Practical Mean. Perdelele cu bule sunt din ce în ce mai utilizate pentru surse de zgomot ridicat, inclusiv pilonare, dar au limitări semnificative de eficiență. În această situație, apele adânci vor face aceste dispozitive ineficiente, deoarece se pot aplica limite de ordinul a 50 m adâncime a apei (sub rezerva unor proiecte și performanțe specifice). De asemenea, curenții puternici limitează sever eficacitatea acestor tehnici, ca urmare a dispersării bulelor. Poate fi potrivit pentru unele dintre locațiile cu piloni situați în ape mai puțin adânci.

Alte tehnici specifice producătorului pot fi aplicate. Menck produce o unitate de reducere a zgomotului (MNRU) care restricționează transmiterea zgomotului în apa din jur, dar nu se cunoaște dacă acest lucru poate fi aplicat ciocanului disponibil pentru acest proiect.

Orice tehnică potențială de reducere a zgomotului va trebui să fie supusă unei analize specifice pentru proiect și locație pentru adecvarea și eficacitatea acesteia.

## 6 Sumar si CONCLUZII

Subacoustech Environmental a întreprins un studiu în numele IO Consulting pentru a evalua impactul zgomotului subacvatic în timpul diferitelor activități legate de construcția proiectului Neptun Deep în Marea Neagră, în largul coastei de est a României. Sursele de zgomot preconizate includ dragarea, forajul, piloarea de impact, microtunelarea, șanțurile și zgomotul navelor.

Nivelul de zgomot subacvatic în jurul operării echipamentelor a fost estimat utilizând o ecuație parabolică combinată și o metodologie de modelare *ray tracing*. Modelarea ia în considerare, de asemenea, o gamă largă de parametri de intrare, inclusiv nivelul sursei de zgomot, gama de frecvențe a sunetului, proprietățile fundului mării și profilul vitezei sunetului în coloana de apă. De asemenea, se ține cont pe deplin de batimetria din zonele din jurul sitului Neptun Deep.

Modelarea a fost efectuată în trei locații ale zonei proiectului, în funcție de sursa de zgomot, întrucât anumite activități nu se vor desfășura în unele zone ale sitului. Deși multe dintre sursele de zgomot se vor mișca constant, utilizarea locațiilor staționare oferă o evaluare conservativă.

Se prognozează că distanțele maxime de impact PTS pentru mamiferele marine sunt prezise pentru grupurile auditive de cetacee LF (frecvențe joase) și VHF (frecvențe foarte înalte) conform studiului lui Southall et al. (2019), cu distanțe de la sursa cea mai zgomotoasă, pilonare prin impact, rezultând intervale SEL<sub>cum</sub> de până la 57 km (pentru cetaceele LF) și 15 km (pentru cetaceele VHF) pentru instalarea secvențială a patru piloți, presupunând utilizarea ciocanului de bătut mai mare și scenariul de instalare la limita superioară. Acest lucru presupune că zgomotul își păstrează caracteristicile impulsive la această distanță mare; în realitate, zgomotul devine mai puțin impulsiv pe măsură ce se îndepărtează, iar distanțele de impact în practică se așteaptă să fie mult mai mici.

Pentru pești, se prognozează distanțe maxime pentru răni recuperabile de 16 km pentru pilonarea prin impact folosind criteriile din studiul lui Popper et al. (2014), presupunând existența unui receptor staționar. Trebuie menționat că parametrii folosiți pentru pilonarea prin impact în acest studiu sunt conservativi și că alte metode, cum ar fi pilonarea prin vibrații, ar duce la distanțe mai mici de impact.

Sunt disponibile tehnici de atenuare a zgomotului care pot fi adecvate pentru proiectul Neptun Deep. MMO-uri vor fi desfășurate în vecinătatea activității zgomotoase pentru a monitoriza prezența speciilor protejate. Alte atenuări directe ale zgomotului pot fi disponibile, dar vor trebui să treacă printr-o evaluare specifică legată de proiect în ceea ce privește performanța și eficacitatea acestora în cadrul celor mai bune mijloace practice.

În sfârșit, trebuie subliniat că, prin natura sa, modelarea matematică va produce rezultate care indică un interval precis în care se va atinge un criteriu, dar aceasta nu reflectă incertitudinea inerentă procesului. Rezultatele conferă o valoare numerică specifică unui proces cu un număr mare de variabile și parametri, inclusiv mulți care se modifică constant în condițiile lumii reale. Majoritatea parametrilor de modelare, cum ar fi nivelul surselor de zgomot, durata de funcționare și locația, sunt selectați pentru a fi cel mai rău caz și de precauție pentru a evita riscul subestimării unui impact. În timp ce rezultatele prezentate prezintă intervale specifice la care fiecare prag de impact este atins pe baza rezultatelor modelării, intervalele ar trebui luate ca indicative, deși în cel mai rău caz, pentru a determina unde pot apărea efectele asupra mediului în receptori în timpul activităților propuse de producere a zgomotului.

## Referințe

1. Bebb AH, Wright HC (1953). *Rănirea animalelor din cauza exploziilor subacvatice*. Medical Research Council, Royal Navy Physiological Report 53/732, Underwater Blast Report 31, ianuarie 1953.
2. Bebb AH, Wright HC (1954a). *Condiții letale din cauza exploziei subacvatice*. Raport RNP 51/654, RNPL 3/51, Referință Arhie Națională ADM 298/109, martie 1954.
3. Bebb AH, Wright HC (1954b). *Protecție împotriva exploziei subacvatice: III. Experimente pe animale și măsurători fizice*. Raport RNP 57/792, RNPL 2/54m martie 1954.
4. Bebb AH, Wright HC (1955). *Date de explozie subacvatice de la Royal Navy Physiological Labs 1950/1955*. Consiliul de Cercetare Medicală, aprilie 1955.
5. Blix AS, Folkow LP (1995). *Consumul zilnic de energie la balene mici care trăiesc liber*. Acta. Physis Scand., 153: 61-66.
6. Dahl PH, de Jong CA, Popper A N (2015). *Câmpul sonor subacvatic de la deplasarea pilonului de impact și efectele sale potențiale asupra vieții marine*. Acoustics Today, primăvara 2015, volumul 11, numărul 2.
7. Etter PC (1991) *Modelare acustică subacvatică: principii, tehnici și aplicații*. Elsevier Science Publishers Ltd., Essex. ISBN: 1-85166-528-5.
8. Goertner JF (1978). *Model dinamic pentru rănirea peștilor prin explozie*. Centrul de arme de suprafață navală, White Oak Lab, Silver Spring, MD. Raport nr. NSWC/WOL.TR-76-155.
9. Goertner JF, Wiley ML, Young GA, McDonald W W (1994). *Efectele exploziilor subacvatice asupra peștilor fără vezică înotătoare*. Centrul de război de suprafață naval. Raport nr. NSWC/TR-76-155.
10. Halvorsen MB, Casper BC, Matthew D, Carlson TJ, Popper A N (2012). *Efectele expunerii la zgomote de zgomot asupra sturionului de lac, tilapia Nila și hogchoker*. Proc. Roy. Soc. B 279: 4705-4714.
11. Hastie G, Merchant ND, Götz T, Russell DJF, Thompson P, Janik VM (2019). *Efectele zgomotului impulsiv asupra mamiferelor marine: investigarea riscului dependent de rază*. DOI: 10.1002/ eap.1906.
12. Hastings MC, Popper A N (2005). *Efectele sunetului asupra peștilor*. Raport către Departamentul Transporturilor din California în baza contractului nr. 43A01392005, ianuarie 2005.
13. Hirata K (1999). *Vitezele de înot ale unor pești obișnuiți*. Institutul Național de Cercetări Maritime (Japonia). Date provenite de la Iwai T, Hisada M (1998). *Fishes – Carte ilustrată a lui Gakken* (în japoneză). Accesat pe 8<sup>martie</sup> 2017 la <http://www.nmri.go.jp/eng/khirata/fish/general/speed/speede/htm>
14. Jensen FB, Kuperman WA, Porter MB, Schmidt H (2011). *Acustica oceanică computațională*. Procesarea semnalelor acustice moderne. Springer- Verlag, NY. ISBN: 978-1-4419-8678-8.
15. Kastelein RA, Van de Voorde S, Jennings N (2018). *Viteza de înot a marsuinului (Phocoena phocoena) în timpul redării sunetelor de deplasare a piloților în larg*. Mamifere acvatice. 2018, 44(1), 92-99, DOI 10.1578/AM.44.1.2018.92.
16. Mackenzie KV (1981). *Ecuație cu nouă termeni pentru viteza sunetului în oceane*. J. Acoust. Soc. A.m. 70(3), pp. 807-812.

17. Martin SB, Lucke K, Barclay DR (2020). *Tehnici de diferențiere între sunetul impulsiv și non-impulsiv în contextul reglementării expunerii la sunet pentru mamiferele marine*. The Journal of the Acoustical Society of America 147, 2159.
18. Serviciul Național pentru Pescuit Marin (NMFS) (2018). *Revizuire la: Ghid tehnic pentru evaluarea efectelor sunetului antropic asupra auzului mamiferelor marine (versiunea 2.0): Praguri subacvatice pentru declanșarea schimbărilor permanente și temporare ale pragului*. Departamentul de Comerț al SUA, NOAA. Memorandumul Tehnic NOAA NMFS-OPR-59.
19. Nedwell JR, Langworthy J, Howell D (2003). *Evaluarea zgomotului și vibrațiilor submarine de la turbinele eoliene offshore și impactul acestora asupra vieții sălbatice marine. Măsurătorile inițiale ale zgomotului subacvatic în timpul construcției parcurilor eoliene offshore și comparații cu zgomotul de fond*. Raport Subacoustech nr. 544R0423, publicat de COWRIE, mai 2003.
20. Nedwell JR, Parvin SJ, Edwards B, Workman R, Brooker AG, Kynoch JE (2007). *Măsurarea și interpretarea zgomotului subacvatic în timpul construcției și exploatării parcurilor eoliene offshore în apele Regatului Unit*. Raport Subacoustech nr. 544R0738 către COWRIE. ISBN: 978-09554276-5-4.
21. Otani S, Naito T, Kato A, Kawamura A (2000). *Comportamentul de scufundare și viteza de înot a unui marsuin de port liber (Phocoena phocoena)*. Marine Mammal Sci., Volumul 16, Numărul 4.
22. Popper AN, Hawkins AD, Fay R R, Mann DA, Bartol S, Carlson TJ, Coombs S, Ellison WT, Gentry RL, Halvorsen MB, Løkkeborg S, Rogers PH, Southall BL, Zeddis DG, Tavolga WN (2014). *Ghid de expunere la sunet pentru pești și țestoase marine*. Springer Briefs in Oceanography, DOI: 10.1007/978-3-319-06659-2.
23. Rawlins JSP (1987). *Probleme în prezicerea intervalelor de siguranță de la explozii subacvatice*. Journal of Naval Science, Volumul 13, No. 4, pp 235-246.
24. Robinson SP, Lepper PA, Hazelwood RA (2014). *Ghid de bune practici pentru măsurarea zgomotului subacvatic*. Oficiul Național de Măsurare, Marine Scotland, The Crown Estate. Ghid de bune practici NPL Nr. 133, ISSN: 1368-6550.
25. Southall BL, Bowles AE, Ellison WT, Finneran J J, Gentry RL, Green Jr. CR, Kastak D, Ketten DR, Miller JH, Nachtigall PE, Richardson WJ, Thomas JA, Tyack PL (2007). *Criterii de expunere la zgomot la mamifere marine: recomandări științifice inițiale*. Aquatic Mammals, 33 (4), pp. 411-509
26. Southall BL, Finneran JJ, Reichmuth C, Nachtigall PE, Ketten DR, Bowles AE, Ellison WT, Nowacek DP, Tyack PL (2019). *Criterii de expunere la zgomot la mamifere marine: recomandări științifice actualizate pentru efectele reziduale ale auzului*. Mamifere acvatice, 45 (20), pp. 125-232. DOI: 10.1578/AM.45.2.2019.125
27. Stephenson JR, Gingerich AJ, Brown RS, Pflugrath BD, Deng Z, Carlson TJ, Langeslay MJ, Ahmann ML, Johnson RL, Seaburg AG (2010). *Evaluarea barotraumei la salmonidele juvenile cu plutire neutră și negativă expuse la trecerea simulată a hidro-turbinei folosind un laborator mobil de barotrauma acvatică*. Cercetarea pescuitului Volumul 106, Numărul 3, pp 271-278, decembrie 2010.

## Pagina de documentație a raportului

- Acesta este un document controlat.
- Copii suplimentare ar trebui să fie obținute prin intermediul bibliotecarului de mediu Subacoustech.
- Dacă este copiat local, fiecare document trebuie să fie marcat „Copie necontrolată”.
- Modificarea se face prin înlocuirea întregului document.
- Propunerile de modificare a acestui document trebuie transmise către Subacoustech Environmental.

Documentul Nr.	Proiect	Data	Detalii despre schimbare
P347R0100	02	20.12.2022	Scrierea inițială și revizuirea internă
P347R0101	-	23.12.2022	Emitere către client
P347R0102	-	15.03.2023	Modificări minore la cifre în urma revizuirii
P347R0103	02	16.03.2023	Alte modificări ale cifrelor
P347R0104	-	03/10/2023	Actualizări a parametrilor de modelare ale pilonării prin impact și schimbarea formatării graficelor cu izolinii

Numărul actual al raportului inițiatorului	P347R0104
Numele și locația inițiatorului	R Barham; Subacoustech Environmental Ltd.
Numărul contractului și perioada acoperită	P347; noiembrie 2022 – octombrie 2023
Numele și locația sponsorului	S Jivrav; Io Consulting
Raportați clasificarea și avertismentele în utilizare	CONFIDENȚIAL
Data redactării	decembrie 2022, martie 2023, septembrie-octombrie 2023
Paginare	Coperta + iii + 63
Referințe	27
Titlul raportului	Modelarea zgomotului subacvatic din activități legate de construcția proiectului Neptun Deep în Marea Neagră
Traducere/Detalii conferință (dacă traducere, dați titlul străin/dacă face parte dintr-o conferință, dați detaliile conferinței)	
Clasificarea titlurilor	Neclasificat
Autor(i)	Richard Barham, Tim Mason
Descriptori/cuvinte cheie	
Abstract	
Clasificare abstractă	Neclasificat; Distribuție nelimitată