

Rapport

EFFEKTER PÅ MARINA DÄGGDJUR
OCH FISK VID ÅTGÄRDER I FARLED
271, KARLSKRONA



Slutrapport

2026-05-12

Uppdrag: 347284 Effekter på marina däggdjur och fisk vid åtgärder i Farled 271, Karlskrona

Titel på rapport: Effekter på marina däggdjur och fisk vid åtgärder i Farled 271, Karlskrona

Status: Slutrapport

Datum: 2026-05-12

Medverkande

Beställare: Sjöfartsverket

Kontaktperson: Dalia Rhawi

Konsult: Henrik Schreiber, huvudförfattare. Sebastian Larsson, Sweco, bedömningar om buller från muddring

Uppdragsansvarig: Henrik Schreiber

Sammanfattning

Sjöfartsverket avser att förbättra sjösäkerheten i farled 271 till Karlskrona hamn, se Figur 1. För åtgärderna avser Sjöfartsverket att ansöka om tillstånd enligt 11 kap. miljöbalken samt dispens enligt 15 kap. miljöbalken för dumpning av muddermassor i vatten. Utredningen syftar till att redovisa projektets effekter på fisk och marina däggdjur.

Planerade åtgärder innefattar breddning och fördjupning av farleden i ett område söder om sundet mellan Aspö och Tjurkö till ett minsta djup om 12,0 meter. De muddermassor som genereras kommer att dumpas till havs inom utrett dumpningsområde alternativt nyttiggöras. Arbetet kommer att ta cirka 6 veckor och utförs inte under våren och sommaren (1 maj – 30 september) då den för tumlare känsligaste perioden inträffar. Till andra skadeförebyggande åtgärder hör att:

- Sprängserier synkroniseras i möjligaste mån för att minimera sprängningarnas tidsutdräkt.
- Sprängladdningarna anläggs minst 0,5 meter under bottenytan för att dämpa tryckvåg och ljudspridning.
- Risken för störningar på marina däggdjur minimeras genom att tumlare skräms bort från det område inom vilket skador kan uppstå på djurens hörsel. Detta görs med hjälp av "pingers" (som avger ljud i lägre ljudnivå) följda av sälskrämmor (avger högre ljudnivåer som på nära håll kan skada tumlare). Åtgärden skrämmar bort även säl från området.
- Inför sprängning skräms fisk bort med hjälp av ljudsignaler som ökar i styrka till dess att de fått önskad effekt.

På bottenytorna som muddras bedöms förutsättningar för fiskars födosök och rekrytering bli marginellt sämre än i nuläget till följd av en initial habitatförlust och på sikt en habitatförändring i och med att ekologiska funktioner etableras efter att djupet ökat. Bottnen i muddringsområdet innehåller mycket små mängder finpartikulärt material. Grumling och sedimentpålagring bedöms bli liten vid såväl muddring som dumpning och få obetydliga effekter på fisk.

Buller från sprängning och muddring bedöms påverka lokala fiskbestånd genom hörselskador och minskad överlevnad men även genom att fiskar undflyr området med skadligt buller. Muddring, ökad grumling och sedimentation bedöms få obetydliga effekter utanför arbetsområdet eftersom finkornigt material som kan orsaka grumling utgör mindre än en procent av bottenmaterialet i muddringsområdet. Den totala effekten av buller, habitatförlust, grumling och sedimentation till följd av projektet

bedöms som stor lokalt och tillfälligt inom området som utsätts för buller. Eftersom arbetet pågår under en begränsad tid och påverkan är lokal bedöms effekterna på fisk som små i förhållande till naturliga fluktuationer i fiskproduktionen och den omfattande dödligheten inom yrkesfisket.

Tumlare är de mest bullerkänsliga av de marina däggdjursarterna i området. Arten är skyddad enligt art- och habitatdirektivet samt artskydds-förordningen och Östersjötumlaren som förekommer i projektområdet är akut hotad. Risken för kroppsskador och beteendestörning minimeras därför genom skadeförebyggande åtgärder vilket inkluderar säsongsanpassning och "lagom" omfattande bortskrämsel med pingers och sälskrämmor inför sprängning och i den initiala fasen av muddringsarbetet.

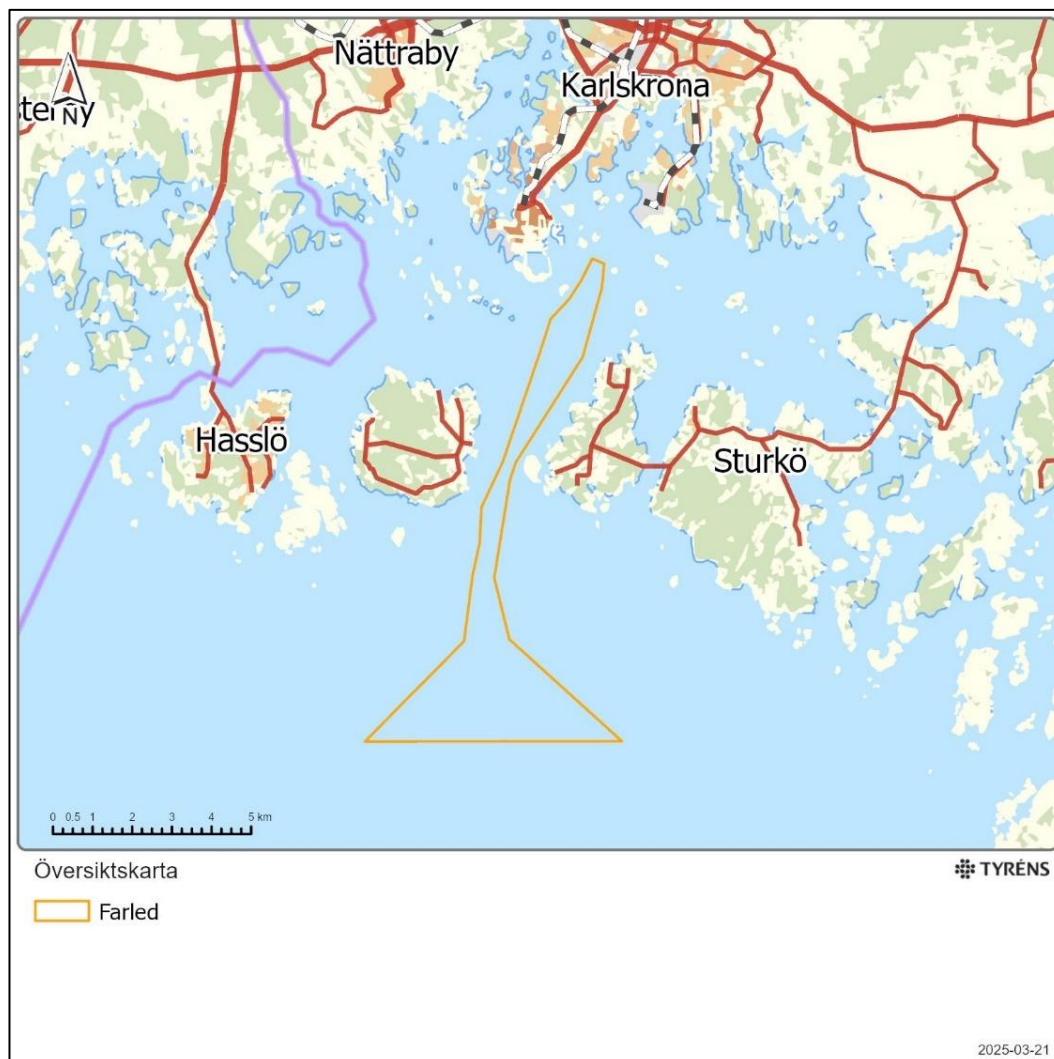
De båda sälarterna är generellt mindre känsliga än tumlare och kommer att skyddas tillräckligt med de åtgärder som vidtas för att skydda tumlare, dock med undantaget att säl inte reagerar på pingers på samma sätt som tumlare gör. Det är därför nödvändigt att använda sälskrämmor för att mota bort säl från området.

Innehållsförteckning

1 Bakgrund	6
1.1 Syfte	7
1.2 Underlag och metodik för bedömningar	7
2 Omgivningsbeskrivning	7
3 Fisk.....	9
4 Marina däggdjur	11
4.1 Tumlare	11
4.2 Gråsäl	14
4.3 Knubbsäl.....	16
5 Planerade åtgärder och anläggningar inom ansökt verksamhet.....	18
5.1 Muddring, sprängning och dumpning	18
5.2 Fyr	18
5.3 Skadeförebyggande åtgärder.....	19
6 Påverkan och effekter.....	20
6.1 Fisk.....	21
6.1.1 Muddring.....	21
6.1.2 Dumpning	21
6.1.3 Buller	23
6.1.4 Sammantagna bedömningar rörande fisk	25
6.2 Marina däggdjur.....	25
6.2.1 Effekter vid sprängning	25
6.2.2 Muddring.....	27
6.2.3 Borrning.....	28
6.2.4 Sammantagna bedömningar rörande däggdjur	28
7 Osäkerheter i bedömningarna	29
Bilaga 1. Resultat av fiskundersökningar	32
Bilaga 2. Lektidsportalen	36
Bilaga 3. Metodik för bullerberäkning	37

1 Bakgrund

Sjöfartsverket avser att förbättra sjösäkerheten i farled 271 till Karlskrona hamn, se Figur 1.



Figur 1. Farled 271 i förhållande till Karlskrona skärgård.

Planerade åtgärder innefattar breddning och fördjupning av farleden i ett område söder om sundet mellan Aspö och Tjurkö till ett minsta djup om 12,0 meter. En ny fyr ska uppföras i anslutning till farleden.

För åtgärderna avser Sjöfartsverket att ansöka om tillstånd enligt 11 kap. miljöbalken samt dispens enligt 15 kap. miljöbalken för dumpning av muddermassor i vatten.

1.1 Syfte

Utredningen syftar till att redovisa projektets effekter på fisk och marina däggdjur.

1.2 Underlag och metodik för bedömningar

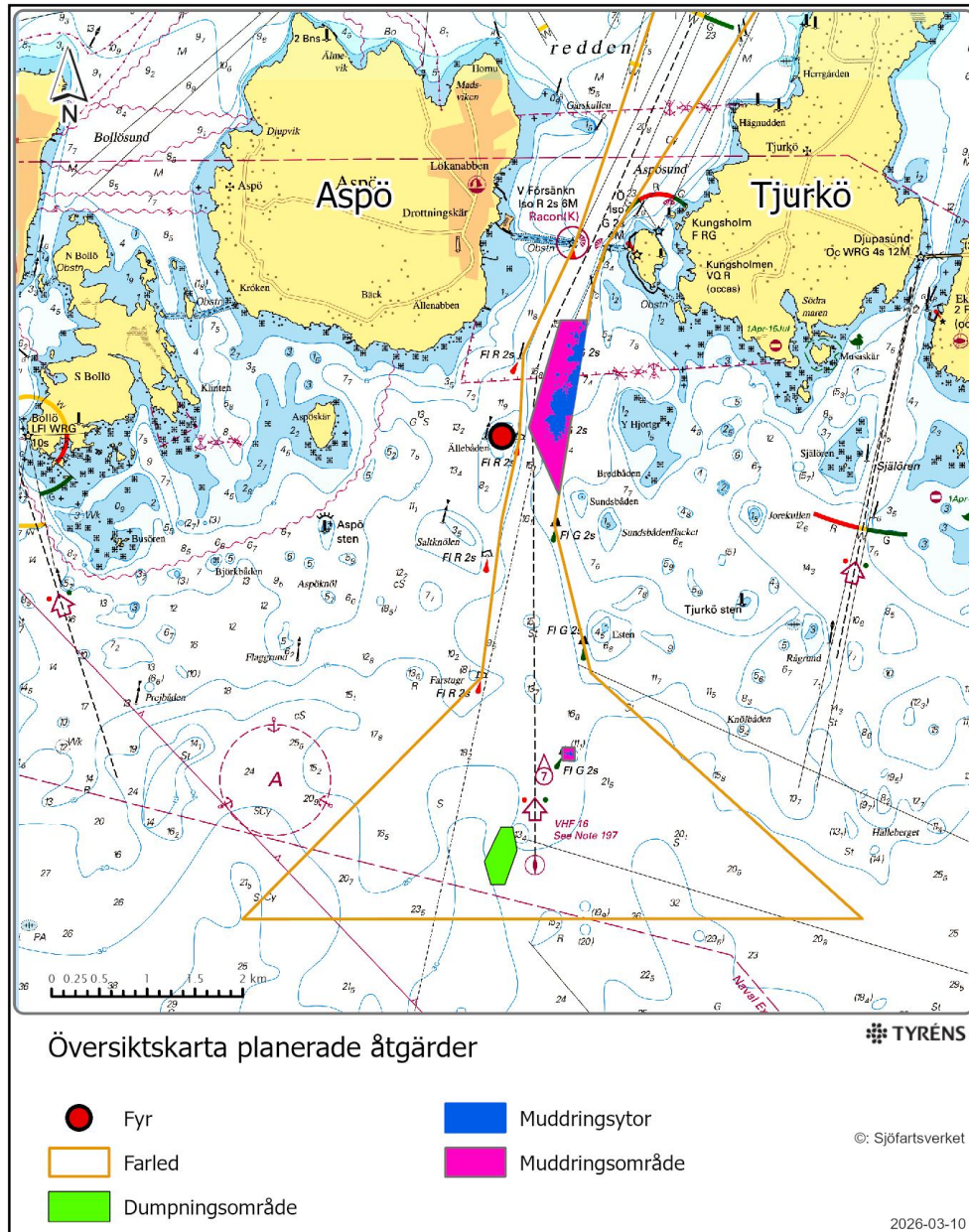
Bedömningar och beskrivningar har gjorts utifrån befintliga källor. Information rörande fisk har hämtats ur databasen KUL (Databasen för provfiske vid kusten, KUL (www.slu.se)) för åren 2017 - 2025. Det enda provfisket som gjorts i området under den perioden härrör från augusti 2018. Som underlag för beskrivning av bottnar och förekommande arter har Blueorbis/Ensucons marinbiologiska inventering från 2021 använts (Blueorbis och Ensucon, 2021). Sökning gjordes även efter undersökningar som publicerats på internet. Däribland refereras till Lektidsportalen (HaV, 2025) samt Marin inventering och modellering i Blekinge län och Hanöbukten (Länsstyrelsen Blekinge län, 2015). För att bedöma buller-påverkan från sprängning har en fördjupad studie utförts (Multiconsult, 2025).

2 Omgivningsbeskrivning

Åtgärderna planeras i ett ytterskärgårdsområde som är exponerat för vind och vågor från söder. Bottenssubstratet i utredningsområdet domineras av sand, grus, block och berghäll (Blueorbis och Ensucon 2021). Inom muddringsområdet utgör partiklar mindre än sand endast en procent (Tyréns, 2026a). Täckningsgraden av alger och blåmusslor var hög vid Blueorbis och Ensucons inventering 2021 inom hela utredningsområdet, ned till cirka 10 meters djup. Dominerande arter var blåmussla (*Mytilus edulis*), rödris/fjäderslick (*Polysiphonia* eller *Rhodomela confervoides*), gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) (Blueorbis och Ensucon, 2021).

Ett område som är utpekad som dumpningsområde enligt havsplanen har utretts för dumpning. Utredningen visar att området i större grad än muddringsområdet består av finkornigt och mer sorterat friktionsmaterial, varför ett område i anslutning till det utpekade dumpningsområdet istället föreslås (Tyréns, 2026a och Figur 2). Detta område har en mer heterogen botten vilket gör det möjligt att dumpa massor enligt "lika på lika-principen", så att botten ursprungliga struktur till stor del kan bevaras. I det "nya" dumpningsområdet är djupet mellan 25 och 30 meter och upptar en yta om 138 000 m². Djupet i området gör att ljusförhållandena inte medger

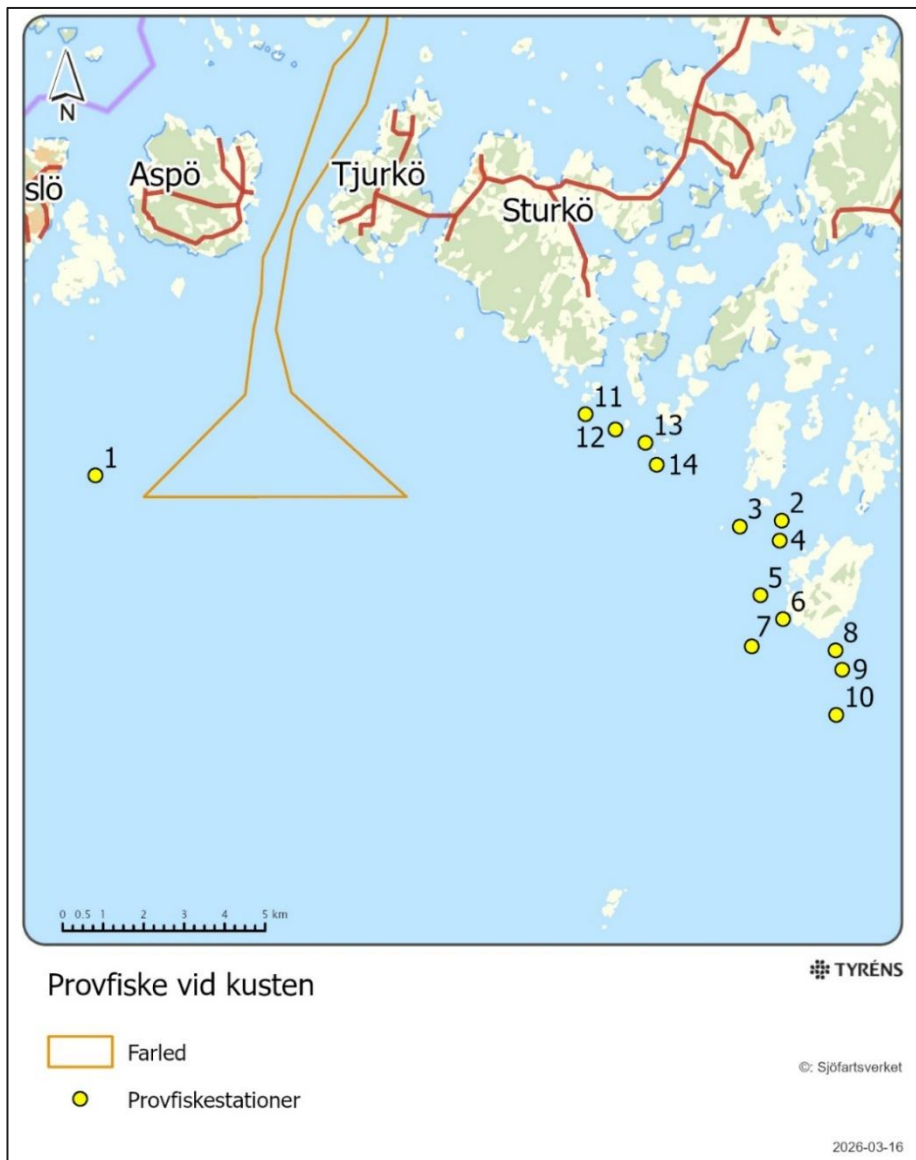
växtlighet. Grundare partier och uppstickande formationer består vanligtvis av mer osorterad morän eller berg. I djupare delar, mellan uppstickande formationer utgörs sedimenten av finare och mer sorterat friktionsmaterial (Tyréns, 2026a).



Figur 2. Översiktsskarta för planerade åtgärder vid farled 271.

3 Fisk

I anslutning till påverkansområdet för ansökt verksamhet har under den senaste tioårsperioden ett provfiske med översiktsnät genomförts, år 2018 (SLU, 2025). De provfiskade stationernas läge i förhållande till den ansökta verksamheten redovisas i Figur 3. *Provfiskestationer vid provfiske 2018*. Fiskbestånden varierar naturligt men påverkas också av yrkesfiskets intensitet. Dock antas resultatet av 2018 års fiske relativt väl avspegla den nutida förekomsten av fiskarter i anslutning till ansökt verksamhet eftersom samma arter bedöms finnas kvar och eftersom avstånden till provfiskestationerna är små och miljöerna vid stationerna för fisket relativt lik den miljö som finns i och vid Farled 271.



Figur 3. *Provfiskestationer vid provfiske 2018*.

I Tabell 1 redovisas fångade fiskarter samt totalt antal individer. Fångst per ansträngning och station redovisas i Bilaga 1. Arter som dominerade fångsten var sötvattensarterna abborre och mört samt de marina arterna sill och torsk. Därutöver fångades relativt många individer av den invasiva arten svartmunnad smörbult samt svart smörbult, skarpsill och skrubbskädda. De 17 fångade arterna är alla relativt vanligt förekommande men vimma och torsk är uppförda på Artdatabankens rödlista över hotade arter. Ingen av de påträffade arterna omfattas av artskyddsförordningen.

Tabell 1. Totalt antal fångade individer per art vid en natts fiske på 14 provfiskestationer vid provfiske 2018. Data har hämtats från provfiskedatabasen KUL (SLU, 2025). Arternas kategori enligt Artdatabankens rödlista (Artdatabanken, 2026) anges under Rödlistning.

Art	Rödlistning	Totalt antal
Abborre, <i>Perca fluviatilis</i>	Livskraftig (LC)	97
Gråsej, <i>Pollachius virens</i>	Nära hotad (NT)	1
Kusttobis, <i>Ammodytes tobianus</i>	Livskraftig (LC)	3
Löja, <i>Alburnus alburnus</i>	Livskraftig (LC)	9
Mört, <i>Rutilus rutilus</i>	Livskraftig (LC)	153
Oxsimpa, <i>Taurulus bubalis</i>	Livskraftig (LC)	5
Rötsimpa, <i>Myoxocephalus scorpius</i>	Livskraftig (LC)	1
Sill, <i>Clupea harengus</i>	Nära hotad (NT)	248
Skarpsill, <i>Sprattus sprattus</i>	Livskraftig (LC)	21
Skrubbskädda, <i>Platichthys solemdali</i>	Sårbar (VU)	21
Svart smörbult, <i>Gobius niger</i>	Livskraftig (LC)	16
Svartmunnad smörbult, <i>Neogobius melanostomus</i>	Invasiv	27
Tejstefisk, <i>Pholis gunnellus</i>	Livskraftig (LC)	1
Tobiskung, <i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Livskraftig (LC)	8
Torsk, <i>Gadus morhua</i>	Starkt hotad (EN)	55
Tånglake, <i>Zoarces viviparus</i>	Livskraftig (LC)	4
Vimma, <i>Vimba vimba</i>	Nära hotad (NT)	1

Utöver det standardiserade provfisket har en undersökning gjorts i Gåsefjärden med hjälp av provfisken och e-DNA (Näslund, et al., 2019). Gåsefjärden ligger relativt nära området som åtgärder planeras i, men eftersom den miljön är mer skyddad av öar är resultaten av dessa fisken inte helt representativa för påverkansområdet. Exempel på arter som registrerats enligt utförd eDNA-studie (Näslund, et al., 2019) i Gåsefjärden och som sannolikt finns i området men som inte fastnat i provfiskenäten är storspigg, småspigg, tångspigg, tångsnälla, sandstubb, sik, piggvar (nära hotad, NT), ål (akut hotad, CR) och öring (nära hotad, NT). Andra arter som bedöms sporadiskt förekomma i eller i närheten av projektets påverkans-

område är flodnejonöga, lax (nära hotad, NT), nors, sjurygg (sårbar, VU) och rödspätta. Av nämnda arter är sik och flodnejonöga upptagna i artskyddsförordningen. Ålen skyddas genom att den endast får fiskas av yrkesfiskare med tillstånd.

Grynnorna i anslutning till farleden bedöms utgöra lekrområden för arter som sill, tejestefisk, tånglake, sjurygg, svart smörbult, simpbor och på anslutande sandbottnar bedöms arter av tobis och stubb liksom plattfiskar som skrubbskädda, rödspätta och piggvar reproducera sig. Provfisket visar att även sötvattensarter som abborre och mört söker föda vid sidan av marina arter som torsk och sej. Även öring och ål bedöms nyttja området för födosök och för vandring längs kusten. Ålens lekvandring bedöms i denna del av landet infalla i augusti - oktober medan de unga stadierna (glasål och smolt) vandrar sommartid.

Lektidsportalen (HaV, 2025) visar att de flesta arter i området har sin känsligaste tid, med rom- och yngelutveckling, under våren och försommaren, från och med april till och med juni (Bilaga 2).

4 Marina däggdjur

De arter av marina däggdjur som kan förväntas finnas i påverkansområdet är tumlare (*Phocoena phocoena*), gråsäl (*Halichoerus grypus*) och Kalmarsundspopulationen av knobbsäl (*Phoca vitulina*).

4.1 Tumlare

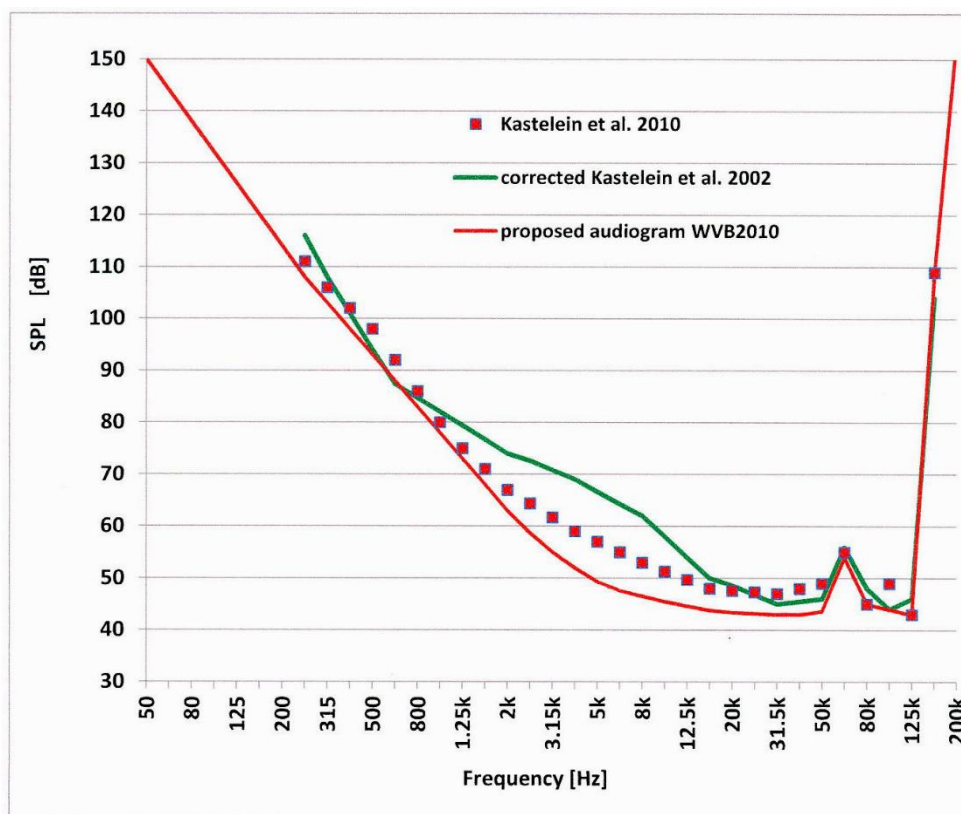
Tumlare är små tandvalar som återfinns i tempererade och kalla havsområden på norra halvklotet. De blir omkring 160 cm långa och 60 - 70 kg, honorna något större än hanarna. Tumlarhonan föder sin kalv i maj - juli och diar kalven i 8 - 10 månader. Parningen sker efter kalvningen. I gynnsamma förhållanden får honan en kalv om året och är då havande samtidigt som hon diar en kalv. Tumlare äter fisk upp till omkring 20 - 30 cm, bland annat sill, skarpsill och torsk men i vissa områden även bottenlevande arter.

I svenska vatten särskiljs tre populationer; Nordsjö-, Bälthavs- och Östersjöpopulationen. Nordsjö- och Bälthavspopulationen klassas som nära hotad (NT) enligt Artdatabankens rödlista (Artdatabanken, 2026). Östersjöpopulationen bedöms av Artdatabanken, Helcom och IUCN vara akut hotad (CR). Det låga beståndsestimatet för Östersjöpopulationen

innebär att även påverkan på enskilda individer kan medföra stor betydelse för populationen.

Det största hotet mot båda dessa populationer bedöms vara bifångster, då de fastnar i yrkesfiskets fasta garn. Andra hot utgörs av miljögifter som PCB vilka orsakar nedsatt reproduktionsförmåga och immunförsvar, födobrist på grund av förändringar i ekosystemet, samt skada och störning från undervattensbuller.

Tumlare är helt beroende av sin hörsel eftersom de använder ekolokalisering för att orientera sig, hitta föda och kommunicera. Deras ekolokaliseringsskick har frekvens omkring 120 - 130 kHz, och detta är därför även det frekvensintervall där de hör som bäst (se Figur 4).



Figur 4. Audiogram för tumlare (Verboom, 2012), (Kastelein, et al., 2002), (Kastelein, et al., 2021).

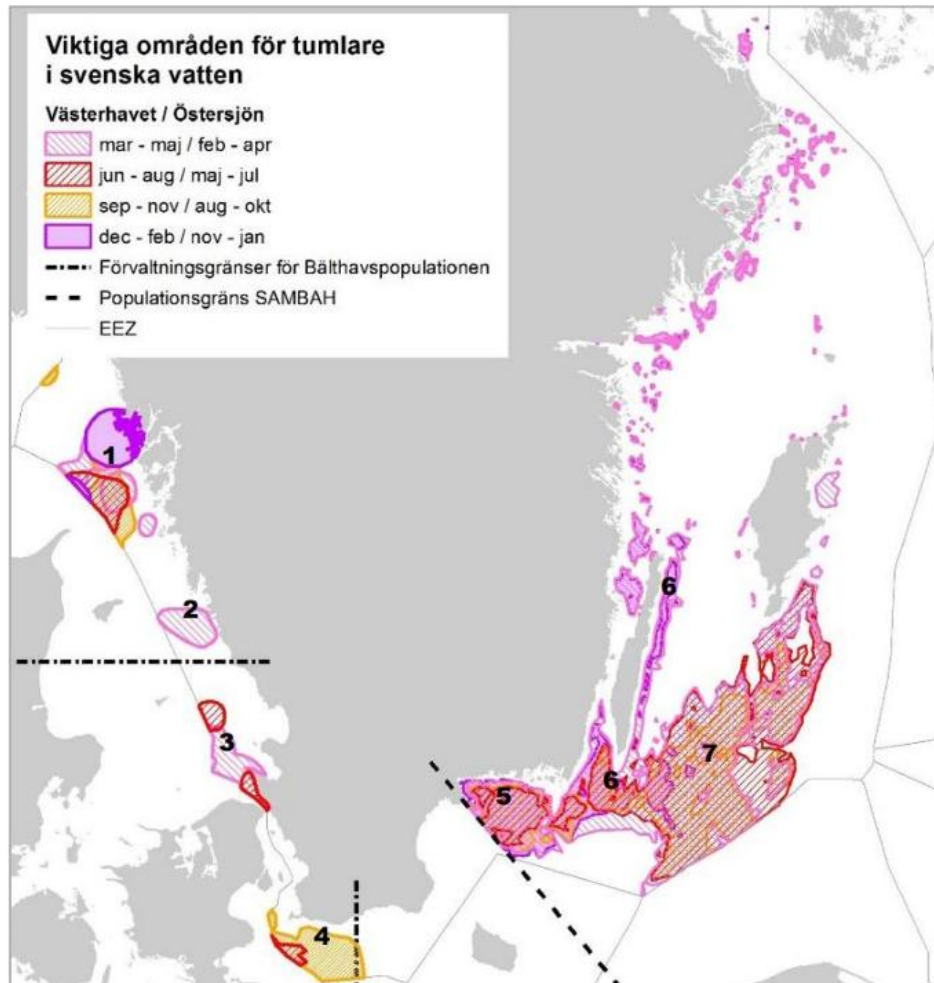
Kraftigt undervattensbuller som till exempel explosioner kan orsaka permanent eller tillfällig hörselskada beroende på den mottagna ljudstyrkan. Sådana skador uppstår i frekvensband motsvarande ljudet som orsakar skadan. Även lägre bullerstyrkor kan ha signifikant påverkan på individ- och populationsnivå genom maskning av ljud och/eller beteendepåverkan. Maskning kan göra att tumlaren inte hör ekon av sina

egna klick, men också att kommunikationsavstånden förkortas markant, så att till exempel en hona och hennes kalv har svårt att hitta varandra om de separerats. Beteendepåverkan kan innebära att viktiga beteenden avbryts, till exempel digivning, parning och födosök.

Tumlare är mycket känsliga för svält. De har snabb ämnesomsättning och tillbringar en stor del av dygnet med att söka föda (Wisniewska et al 2016, 2018). De äter vanligen 7 till 10 procent av sin vikt varje dag (Lockyer et al 2003). En hona som är gravid och samtidigt diar en unge har högre näringsbehov och ligger ofta i den övre delen av detta spann. En tumlare överlever som mest i tre dagar utan mat, oftast kortare tid, och en längre tid med avbrutna födosök kan ha stor påverkan, särskilt i en miljö där tillgången på byten är låg.

I det aktuella området kan man förväntas finna tumlare främst från Östersjöpopulationen, men det förekommer även att individer från Bälthavspopulationen tillfälligt vandrar så långt in i Östersjön.

Resultat från SAMBAH-projektet är den främsta källan till information om Östersjötumlarens utbredning (Figur 5). Hanöbukten och området kring Karlskrona skärgård används i princip året om, men detaljnivån i data och modelleringar från SAMBAH tillåter inte närmare analys av förekomst av tumlare i projektområdet, eftersom SAMBAH-projektet designades för att undersöka utbredning av tumlare på Östersjö-skala. Vi har därför även använt data från Länsstyrelsen Blekinges regionala övervakningsprogram, som har fler datapunkter i mer kustnära vatten och där tre stationer ligger inom 20 kilometer från projektområdet. Dessa data indikerar att tumlare finns i det kustnära området i Blekinge hela året med tonvikt på sommar-månaderna juni – augusti, vilket sammanfaller med reproduktionssäsongen som löper maj – oktober.



Figur 5. Viktiga områden för tumlare i svenska vatten uppdelat kvartalsvis, baserat på SAMBAH-projektet (Carlström & Carlén, 2016).

4.2 Gråsäl

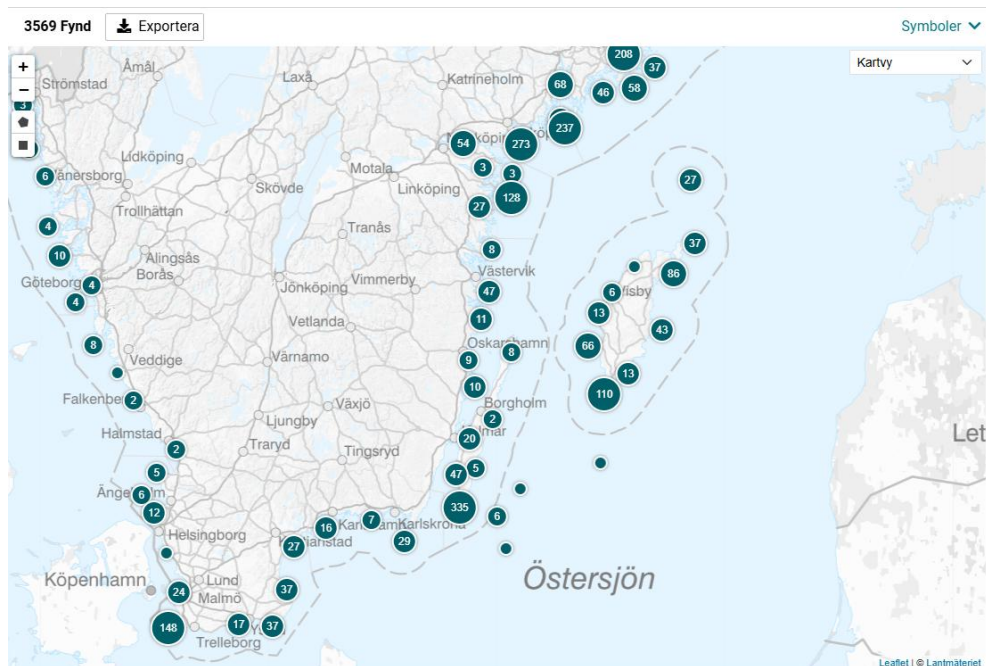
Gråsäl är vår största sälart och hanarna kan bli upp till tre meter långa och väga 300 kg, honorna blir något mindre. Gråsälens föda domineras av sill, men arten är opportunist och födovallet kan växla beroende på tillgången till olika fiskarter. Gråsäl kutar på klippor och skär i februari-mars, diar sina ungar fram till april och ligger uppe på land för pälsbyte i maj-juni.

Gråsälarna i Östersjön rör sig över stora områden och anses därför höra till en enda stor population. Gråsäl förekommer i svenska vatten framförallt från Norra Kvarken ner till Östergötlands skärgård, men finns även längs kusten i Småland och Blekinge. I nuläget bedöms den svenska populationen av gråsäl vara livskraftig (SLU, 2025).

Gråsälén finns upptagen i bilaga 2 till art- och habitatdirektivet, vilket innebär att särskilda bevarandeområden behöver utses. Sedan 2020 har licensjakt genomförts för att hålla nere beståndet. Beslut har tagits om licensjakt på totalt 1000 gråsäl under jaktsäsongen 2025 - 2026, varav 50 individer i Blekinge län. För säsongen 2026 - 2027 har beslut fattats om att skjuta 1350 djur, varav 50 i Blekinge (Naturvårdsverket, 2026).

Gråsälén har återhämtat sig från mycket låga nivåer under andra halvan av 1900-talet och populationen uppgår nu till 55 000 - 73 000 individer (HaV, 2024). Trots återhämtningen i antal finns det tecken på hälsoproblem som kan kopplas till miljögifter samt viss födobrist. Den tidigare utbredda användningen av PCB och DDT orsakade skador på sälarnas reproduktionsorgan och många honor blev sterila. Miljögifter orsakade även skador på inre organ, klor, hud och skelett. Idag har de flesta av dessa skador minskat betydligt, men fortfarande är påverkan högre i Östersjön än i de Atlantiska populationerna. Tarmsår är alltjämt vanligt och den näst vanligaste dödsorsaken efter drunkning i fiskeredskap. På kort sikt är bifångster av gråsäl i fiskeredskap det allvarligaste hotet.

Karlskrona skärgård bedöms enligt antalet rapporterade observationer (Figur 6) inte utgöra något av de viktigaste områdena för gråsäl och bedöms vara av måttligt värde för arten.



Figur 6. Antal rapporterade observationer av gråsäl längs södra Sveriges kust de senaste fem åren (SLU, Artfakta 2025).

4.3 Knubbsäl

Knubbsälen är mycket mindre än gråsälen, hanarna något större än honorna, upp till cirka 1,7 meter långa och 100 kg. De kan bli mellan 25 och 35 år gamla och det är oftast honorna som lever längst. Knubbsäl finns i kustnära områden där det finns tillgång till större ytor med grunda bottnar. De äter de fiskarter som förekommer i störst mängd och över 30 olika fiskarter kan ingå i dieten (Naturhistoriska Riksmuseet, www.nrm.se). Knubbsälen kutar på stränder maj - juli, diar sina ungar fram till slutet av juli och ligger uppe för pälsbyte i augusti - september (SLU, www.artfakta.se).

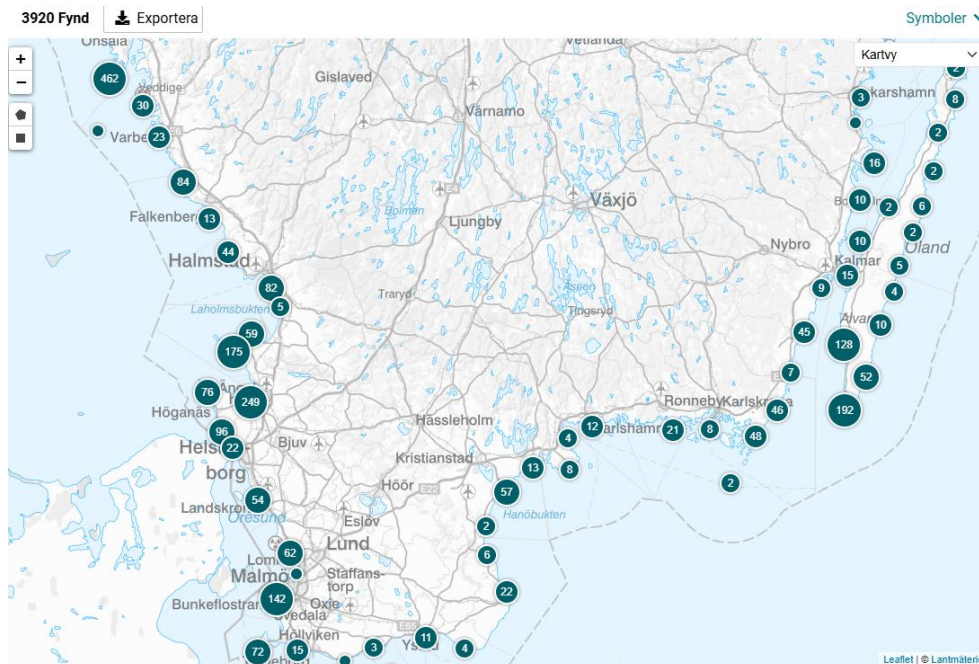
Knubbsäl förekommer framförallt längs Västkusten ner till Öresund, men även i sydvästra Östersjön samt i ett begränsat område i Kalmarsund kring södra Öland och södra Smålandskusten. Knubbsälar är mer stationära än gråsälar och populationen i Kalmarsund är därför genetiskt åtskild från sina närmaste grannar i Kattegatt och Bälthavet (Naturvårdsverket, 2011).

Arten är listad i art- och habitatdirektivets bilaga 2, alltså utgör den ett sådant unionsintresse att särskilda bevarandeområden behöver utses. Knubbsälen som art kategoriseras som livskraftig (LC) i den svenska rödlistan, medan Östersjöpopulationen är listad som sårbar (VU) (Artdatabanken, 2026). Sedan 1974 är knubbsäl fridlyst enligt artskyddsförordningen. Skydds jakt är tillåten efter beslut av Naturvårdsverket. Inför jaktsäsongen 2025 - 2026 har beslut tagits om skydds jakt på max 200 individer på Västkusten, ingen skydds jakt får förekomma på populationen i Kalmarsund.

Antalet individer på Västkusten och sydvästra Östersjön skattas till cirka 14 900, medan Östersjöpopulationen uppgår till cirka 400 individer, varav 200 i Kalmarsund, ett 60-tal vid Måkläppen (Falsterbo) och resterande på den danska sidan (SLU, Artdatabanken 2025).

Hot mot knubbsäl utgörs av födobrist till följd av överfiske och bottendöd samt sjukdomar och föroreningar som påverkar hormonbalans och immunförsvaret (SLU, 2025). Störningar på reproduktionsplatser ökar kuddödligheten och bifångster av ungdjur i redskap leder till drunkning. Över 90 procent av alla sälar som fastnar i fiskeredskap utgörs av årsungar.

En karta från www.artfakta.se över inrapporterade observationer ger en god indikation om artens utbredning (se Figur 7). Den population som kan förväntas påträffas i det aktuella projektområdet är främst Kalmarsundspopulationen, men djur från denna population spenderar huvuddelen av sin tid kring Öland, i Kalmarsund och längs Smålandskusten.



Figur 7. Antal rapporterade observationer av knubbsäl de senaste fem åren (SLU, Artfakta 2025).

Både gråsäl och knubbsäl är listade i art- och habitatsdirektivets bilaga 2. När det gäller potentiell skada eller störning från det aktuella projektet är sälar generellt mindre känsliga än tumlare, och de aktuella sälpopulationerna har också bättre bevarandestatus än Östersjötumlaren, varför skyddsavstånd och försiktighetsåtgärder främst baseras på tumlare.

5 Planerade åtgärder och anläggningar inom ansökt verksamhet

5.1 Muddring, sprängning och dumpning

Planerade åtgärder innefattar breddning och fördjupning av farleden i ett område söder om sundet mellan Aspö och Tjurkö till ett minsta djup om 12,0 meter. Detta ska ske genom muddring och viss sprängning inom två områden. Enligt framtagna muddringsplan uppgår volymen bottenmaterial som ska muddras till totalt 86 500 tfm³ (tfm³= teoretiska fasta kubikmeter) varav cirka 7 200 tfm³ bedöms vara berg (Port Engineering Göteborg AB, 2025).

Antalet salvor beräknas till mellan 28 och 30. Varje salva består av 30 – 35 laddningar om vardera 15 – 55 kg sprängämne som laddas i 115 mm breda borrhål. Sprängningar utförs i serier med 25 – 50 millisekunders fördröjning mellan varje laddning. Sprängämnet som används är emulsionssprängämne (Port Engineering Göteborg AB, 2025).

De muddermassor som genereras kommer att dumpas till havs inom det dumpningsområde som redovisas i Figur 2, alternativt nyttiggöras. Utifrån den uppskattade volymen muddermassor och dumpnings-platsens storlek beräknas djupet som följd av dumpningen minska med cirka en meter.

Muddring kommer att ske 24 timmar om dygnet, 7 dagar i veckan. Muddring av grävbara sediment kommer pågå i 2 till 2,5 veckor räknat i effektiv tid. Muddring av sprängt berg kommer pågå i 4 till 6 dygn räknat i effektiv tid.

Borr- och sprängningsarbetet startar före muddringen för att optimera nyttjandet av mudderverket. Total genomförandetid för projektet bedöms till cirka 6 veckor räknat i effektiv tid (Port Engineering Göteborg AB, 2025).

5.2 Fyr

En ny fyr ska uppföras i anslutning till farleden. Se Figur 2 för anläggningens position. Fyren är en liten konstruktion som sannolikt kommer att gjutas i betong direkt på berget med förankringar inborrade i berget. På fundamentet som bedöms komma att uppta några få kvadratmeter placeras en prefabricerad överbyggnad (själva fyren) bestående av plastkomposit eller aluminium.

5.3 Skadeförebyggande åtgärder

Tumlare är den art i området som är mest hotad (Östersjöpopulationen är akut hotad enligt rödlistan). Den är samtidigt den art som är mest känslig för höga ljud och framförallt sprängning riskerar att skada tumlarens hörsel. Det är viktigt att sprängningar och andra bullrande aktiviteter inte genomförs under sommarhalvåret då tumlare är som mest sårbara, det vill säga vid kalvning, parning och den första perioden av digivning infaller. Dessa tider sammanfaller med den tid på året då tumlare enligt data från länsstyrelsens övervakning tillbringar mest tid nära kusten i projektområdets närhet.

Tumlare behöver motas bort från området innan sprängning sker. Detta sker lämpligen i två steg, först med pingers som gör att tumlarna försvinner inom en radie på några hundra meter, och sedan med så kallade sälskrämmor som skrämmar bort tumlarna på längre avstånd. Eftersom sälskrämmor kan orsaka hörselskador behöver pingers användas först, så att tumlare hinner simma bort från ljudkällan innan sälskrämmorna sätts in.

Eftersom tumlare är svåra att få syn på och tillbringar större delen av tiden under ytan, samt då deras ekolokaliseringsskick inte alltid registreras av hydrofoner, så kan man inte lita på akustiska och visuella metoder för att fastställa om det finns tumlare i området eller inte. Åtgärder för att mota bort tumlare måste därför alltid användas innan sprängning sker. Om man räknar med en flykthastighet för tumlare på 1,5 m/s behöver man alltså använda pingers och efterföljande sälskrämmor i cirka 15 minuter för att säkerställa att en tumlare ska hinna förflytta sig utåt, en kilometer från kommande sprängarbeten. Även inför muddring, som kan förorsaka tillfällig hörselnedsättning kommer pingers och sälskrämmor användas för att säkerställa att tumlare inte befinner sig för nära.

De båda sälarterna är generellt mindre känsliga än tumlare och kommer att skyddas tillräckligt med de åtgärder som vidtas för att skydda tumlare, dock med undantaget att säl inte reagerar på pingers på samma sätt som tumlare gör. Säl skräms inte av pingers och det är därför nödvändigt att använda sälskrämmor för att mota bort säl från området. Viktigt då att notera att sälskrämmor alltid måste föregås av pingers, eftersom tumlare kan få hörselskador av ljudet från en sälskrämma om de befinner sig för nära.

Bedömningar inom utredningen utgår från att följande skadeförebyggande åtgärder görs:

- Muddring och sprängning utförs inte under våren och sommaren (1 maj – 30 september) då den för tumlare känsligaste perioden inträffar. Denna anpassning i tid för utförandet gynnar även fisk, då merparten av förekommande arter har sin känsliga period under april – juni.
- Sprängserier synkroniseras i möjligaste mån för att minimera sprängningarnas tidsutdräkt.
- Sprängladdningarna anläggs minst 0,5 meter under bottenytan för att dämpa tryckvåg och ljudspridning.
- Risken för störningar på marina däggdjur minimeras genom att tumlare skräms bort från det område inom vilket skador kan uppstå på djurens hörsel vid sprängning och muddring. Detta görs med hjälp av ”pingers” (som avger ljud i lägre ljudnivå) följda av sälskrämmor (avger högre ljudnivåer som på nära håll kan skada tumlare). Åtgärden skrämmar bort även säl från området.
- Inför sprängning skräms fisk bort med hjälp av ljudsignaler som ökar i styrka till dess att de fått önskad effekt.

6 Påverkan och effekter

Planerad verksamhet bedöms kunna medföra en generell påverkan på den marina miljön genom att livsmiljöer för alger, växter, bottendjur och fisk elimineras vid muddring och dumpning eller påverkas negativt till följd av grumling och sedimentation. Dessa påverkansstyper tas upp nedan men beskrivs mer detaljerat i rapporten 'Bedömning av påverkan på MKN vid åtgärder i Farled 271, Karlskrona' (Tyréns, 2026b).

Projektets största påverkan bedöms komma av bullrande verksamheter, framförallt vid sprängning.

6.1 Fisk

6.1.1 Muddring

Muddringen innebär att de delar av farleden som är omkring 10 - 11 meter djupa i nuläget kommer att fördjupas till cirka 12 meter. Muddringsytorna bedöms tillsammans med omgivande bottenmiljöer i nuläget kunna utgöra lek miljö för framförallt sill samt födosökmiljö för flertalet fiskarter (se kapitel 3).

På de bottenytorna som kommer att muddras bedöms förutsättningar för fiskars födosök och rekrytering bli något sämre än i nuläget till följd av de minskade arealerna av grundområden som normalt har funktioner för fiskelek, födoproduktion och födosök. Djupskillnaden efter åtgärder är relativt liten och områdena som påverkas av fördjupningen är relativt små vilket gör att algbeväxning och förutsättningar för födosök och fiskelek åtminstone delvis bedöms återetableras på muddringsytorna inom loppet av cirka ett år efter muddringen. Muddringens och fördjupningens negativa effekter på lokala fiskbestånd bedöms vara omätbara sett till naturliga fluktuationer i fiskproduktionen.

Grumling och sedimentpålagring

Eftersom finpartikulärt bottenmaterial som dy, gyttja, lera och silt utgör en liten andel av bottensubstratet (Tyréns, 2026a) bedöms endast en liten, lokal, kortvarig grumling uppstå vid muddring, sprängning och borring. Sedimentspridningen bedöms ge upphov till en liten pålagring inom några meter från muddringen men ha en obetydlig påverkan på anslutande grundområden med ekologiska funktioner för fisk. Förutom för muddringsytorna bedöms nuvarande artutbredning och ekologiska funktioner för fisk kvarstå direkt efter att åtgärderna genomförts.

Utvecklingen av fiskrom och produktionen av fiskyngel bedöms inte påverkas annat än i och i nära anslutning till själva muddringsområdet. Negativa effekter på lokala fiskbestånd bedöms som marginella och omätbara sett till naturliga fluktuationer i fiskproduktionen. I förhållande till effekterna av det storskaliga yrkesfisket bedöms effekterna som försumbara.

6.1.2 Dumpning

Djupet är över 25 meter i dumpningsområdet och merparten av omgivande vattenområde, vilket gör att alger saknas och förekomsten av bottenfauna och ekologiska funktioner är sparsam. Dessa relativt djupa områden

bedöms utgöra födosöksområden för pelagisk fisk som sill, skarpsill samt för bottenlevande fisk som torsk, simpor, skrubbskädda, rödspätta och piggar. I dumpningsområdet finns en variation av bottensubstrat vilket skapar förutsättningar för fler arter än vad fallet vore på en homogen sandbotten. Trots det är artantal och tätheter av bottenfauna och fisk i ett område på detta djup normalt låga jämfört med ett vegetationsbevuxet grundområde.

Eftersom finpartikulärt material utgör en mycket liten andel av muddermassorna bedöms partikelspridningen och sedimentpålagringen utanför dumpningsområdet bli obetydlig (Tyréns, 2026a). Det finns inte några känsliga grundområden med värdefulla ekologiska funktioner i närheten av dumpningsområdet samtidigt som partikelspridningen bedöms bli liten. Påverkan av partiklar på för fisken värdefulla miljöer bedöms därmed undvikas.

Dumpningen leder till att bottenfauna och fisk som förekommer i dumpningsområdet försvinner temporärt. Inom cirka ett år efter att dumpningen ägt rum bedöms såväl bottenfauna som fisk ha återkoloniserat dumpningsområdet. Pelagiska fiskarter bedöms undvika området under tiden för pågående arbete.

Eftersom arealerna av denna typ av miljö är mycket stora och då negativa effekter på fisk bedöms som temporära bedöms dumpningens sammantagna effekt på lokala fiskbestånd som försumbar och omätbar sett till naturliga fluktuationer i fiskproduktionen.

6.1.3 Buller

Effekterna av buller på fisk varierar mellan olika fiskarter. Arter med simblåsa har i regel bättre hörsel och är känsligare än fiskar som saknar simblåsa (t.ex. plattfiskar). Till de mest bullerkänsliga arterna hör sill som har en simblåsa som står i förbindelse med innerörat, vilket förstärker deras hörsel ytterligare. Många bottenlevande fiskarter saknar simblåsa vilket gör dem förhållandevis okänsliga för buller, samtidigt som de i liten grad exponeras för tryckvågor då de befinner sig nära en dämpande botten. Sådana arter bedöms därmed vara betydligt mindre känsliga än exempelvis sill som förutom en hög känslighet befinner sig mitt i vattenmassan. Eftersom sill sannolikt är den ljudkänsligaste fiskarten är påverkansavstånden mindre för övriga arter än de uppgifter som redovisas för sill i Tabell 2.

Tabell 2. Beräknade avstånd för olika respons på sill vid sprängning med laddning om 60 kg. Tillfällig hörselskada innebär en inom 24 h övergående hörselnedsättning. Arealer för de områden med mest kritisk respons har beräknats utifrån att ljudet sprids i samma omfattning i alla riktningar. Tabellen är upprättad utifrån information i Multiconsult 2025.

Respons	Avstånd/ areal
Avstånd för död	80 m
Avstånd för kronisk hörselskada	440 m
Avstånd för tillfällig hörselskada	460 m
Avstånd för beteendeförändring	1030 m
Areal - kronisk hörselskada	61 hektar
Areal - död	2 hektar

Multiconsults beräkningar visar att sill normalt dör inom 80 meter från en 60-kilos sprängladdning som placeras 0,5 meter under bottenytan (Tabell 2). Risken för direkt död till följd av stötvågen bedöms till stor del kunna avvärjas genom akustisk fiskskrämma. Sådana skrämmor bedöms ha skyddande effekt på fisk inom kortare avstånd även om det har visats att reaktionen på de akustiska signalerna skiljer mellan olika arter (Naturvårdsverket, 2011).

Inom 440 meter från laddningen beräknas sill få permanenta hörselskador (Tabell 2). Det bedöms inte som realistiskt att med hjälp av fiskskrämma få fiskar att undfly det cirka 60 hektar stora området vari permanenta hörselskador beräknas uppstå. Inom detta område bedöms skadade fiskar löpa större risk att bli uppätta och få svårare att finna föda och lekpartners. Det bedöms därför finnas risk för omfattande indirekt fiskdöd och negativ

påverkan på fiskbestånd inom påverkansområdet. Skadans omfattning beror på vilka mängder fisk av känsliga arter, exempelvis sill, skarpsill, nors och torsk, som uppehåller sig inom påverkansområdet vid sprängning. Mängden går inte att på förhand avgöra eftersom den varierar mycket beroende på fiskstims rörelser. Genom att skrämman bort fisk bedöms emellertid sannolikheten att stora fiskstim tar sig in i påverkansområdet minska.

Tillfällig hörselnedsättning samt ändrat beteende bedöms leda till en marginellt ökad dödlighet då sannolikheten att bli uppäten under den korta perioden djuren påverkas är liten.

Buller från muddring bedöms inte orsaka fiskdöd eller permanenta hörselskador (Karlsson, et al., 2020). Bullret kan emellertid påverka fiskarnas beteende och möjligheter att upptäcka predatorer samt kommunicera inbördes. Fiskarna bedöms dra sig undan det bullrande området och att tillföra akustiska signaler för att skrämman bort fisk bedöms därför inte behövas.

Sammantaget bedöms lokala bestånd av fisk uppvisa en tillfällig, stor minskning till följd av ökad dödlighet samt som följd av att fiskar undflyr området. Inom några månader efter avslutat arbete bedöms biomassan av fisk vara tillbaka på nuvarande nivåer då de flesta fiskarter är relativt mobila. Verksamheten bedöms inte få någon mätbar effekt sett till Blekingekustens fiskbestånd då bestånden av de känsligaste arterna, sill, skarpsill och torsk framförallt begränsas av tidigare och nu pågående trålfiske, varvid över 100 ton fisk kan fångas i ett tråldrag.

6.1.3.1 Muddring och borring

Muddring orsakar lägre men mer varaktiga bullernivåer än sprängning. Muddring bedöms inte leda till att fiskar dör eller till permanenta hörselskador (Karlsson, et al., 2020). Buller bedöms dock leda till ökad stress, försämrad kommunikation samt sänkt fiskproduktion inom det bullrande området.

Eftersom muddring och borring pågår under en begränsad tid bedöms effekterna av dessa verksamheter som små och övergående. Inga varaktiga effekter på områdets produktion av fisk bedöms uppstå. Fiskarna bedöms dra sig undan det bullrande området och att tillföra akustiska signaler för att skrämman bort fisk bedöms därför inte behövas.

6.1.4 Sammantagna bedömningar rörande fisk

Den totala effekten av buller, habitatförlust, grumling och sedimentation till följd av projektet bedöms som stor lokalt och tillfälligt inom området som utsätts för buller. Eftersom arbetet pågår under en begränsad tid och påverkan är lokal bedöms effekterna på fisk som små i förhållande till naturliga fluktuationer i fiskproduktionen och den omfattande dödligheten inom yrkesfisket.

6.2 Marina däggdjur

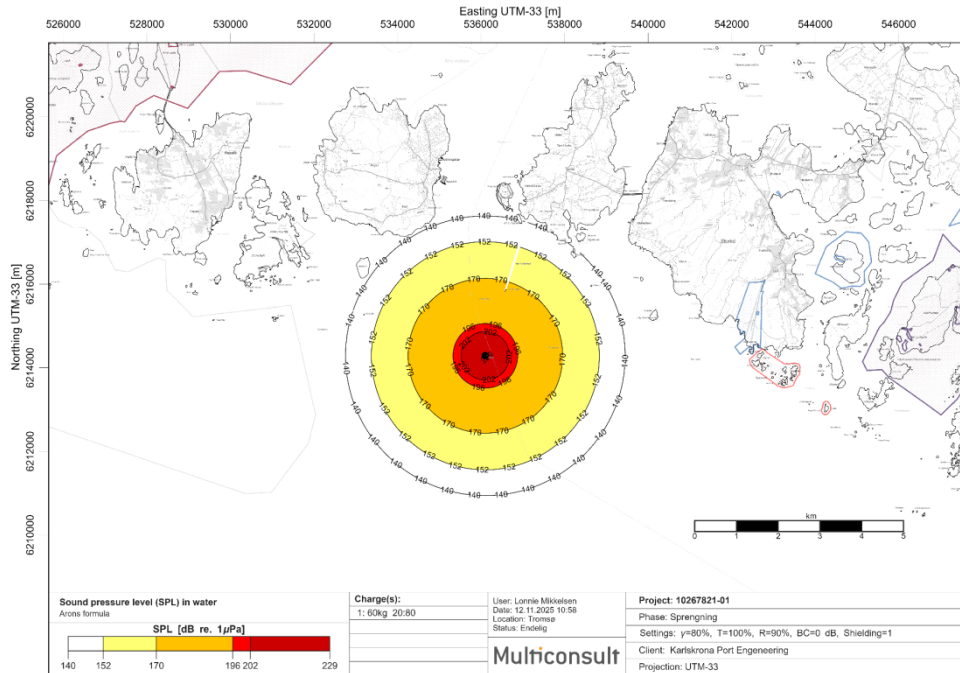
Eftersom tumlare är skyddad enligt art- och habitatdirektivet samt artskyddsförordningen, och Östersjötummlaren som förekommer i projektområdet är akut hotad, så bör, förutom kroppsskador, även beteendestörning minimeras. Utredningen tar därför upp relevant information i förhållande till permanenta (PTS) eller temporära (TTS) hörselskador och beteendestörning. Inom det aktuella projektet är det dock inte möjligt att undvika beteendestörning om tumlare finns i närområdet eftersom skrämselfåtgärder måste vidtas innan arbete utförs för att undvika hörselskador.

Störst påverkan på tumlare kommer av tryckvågor vid explosioner. Tryckvågor från explosioner kan vara dödliga på korta avstånd, medan både impulsivt och kontinuerligt undervattensljud kan orsaka permanenta eller temporära hörselskador och/eller beteendepåverkan på tumlare beroende på vilka ljudnivåer tumlare utsätts för. Långvarigt buller från muddring kan påverka djuren genom tillfällig hörselnedsättning och beteendeförändringar.

Skyddsåtgärderna måste förhindra död, permanenta och tillfälliga hörselskador hos tumlare. Beteendeförändringar minimeras med skyddsåtgärder men är ofrånkomliga, eftersom individer som uppehåller sig inom det "skadliga avståndet" behöver skrämmas bort. Skrämselfåtgärder behöver anpassas till det avstånd som skada kan uppstå inom så att området för beteendestörningar minimeras.

6.2.1 Effekter vid sprängning

I Figur 8 visas resultat av Multiconsults beräkning av bullerutbredning för en sprängladdning på 60 kg, applicerad 0,5 meter under bottenytan (Multiconsult 2025). I figuren visas även tumlares respons enligt gränsvärden som tagits fram av Havsforskningsinstitutet i Norge.



Figur 8. Ljudutbredning från en sprängladdning i Farled 271 vid detonation av 60 kg laddvikt i inborrat hål. Tumlarens responströsklar för kort ljudexponering/ljudtryck (SPL) anges i form av cirklar runt detonationspunkten och anges i dB re 1 μ Pa (SPL). Vid 152 dB re 1 μ Pa går gränsen för förändrat beteende (ljusgult), vid 196 går gränsen för temporär hörselskada (ljusrött) och vid 202 går gränsen för permanent hörselskada (mörkrött), och i det innersta mörka området dör djuren. Figuren har hämtats ur Multiconsult 2025.

I Tabell 3 anges de påverkansavstånd för tumlare som enligt Multiconsults beräkningar uppstår vid sprängning (Multiconsult 2025).

Tabell 3. Beräknade avstånd för olika respons på tumlare vid sprängning med laddning om 60 kg. Tillfällig hörselskada innebär en inom 24 h övergående hörselnedsättning. Arealer för de områden med mest kritisk respons har beräknats utifrån att ljudet sprids i samma omfattning i alla riktningar. Tabellen är upprättad utifrån information i Multiconsult 2025.

Respons	Avstånd/areal
Avstånd för död	80 m
Avstånd för kronisk hörselskada	580 m
Avstånd för tillfällig hörselskada	770 m
Avstånd för beteendeförändring	2730 m
Areal för tillfällig hörselskada	1,9 km ²
Areal för påverkan på beteende	23 km ²

Död beräknas inträffa inom 80 meter från detonationen och tillfälliga hörselskador inom 770 meter. Beteendepåverkan beräknas inträffa inom ett 23 km² stort område.

Skrämselåtgärder, pingers kombinerat med sälskrämmor, behövs för att skrämja bort tumlare cirka 1 kilometer från detonationen och inom en yta av cirka 3 km².

6.2.2 Muddring

En studie vid Hatston Pier visade att tumlare beräknas få tillfällig hörselskada inom 2125 meter från bullerkällan vid en ackumulerad bullerdos (SEL) under 8 timmar. Där användes ett avsevärt större mudderverk som alstrar mer ljud än det verk som planeras användas i Farled 271. Givet de tekniska förutsättningar som beskrivs inom föreliggande projekt (ett medelstort enskopemudderverk), antas ljudeffekten vid källan vara 165 - 170 dB, vilket genom en enklare beräkning¹ enligt danska Energistyrelsens beräkningsmetodik (Bilaga 1) resulterar i att tröskelvärdet SEL_{cum,24h} VHF 152 dB, det vill säga nivåer med risk för tillfällig hörselskada, överskrids inom ett avstånd på 1500 - 2000 meter från arbetsområdet ifall arbete utförs under dygnets alla timmar.

Muddring inom projektet antas utifrån dessa uppgifter generera buller med risk för temporär hörselskada inom 2 kilometer från muddringsområdet ifall arbete utförs under dygnets alla timmar. Denna bedömning baseras på ackumulerad ljudexponering (SEL) och utgör ett konservativt mått som inte beaktar att djur i praktiken förväntas röra sig bort från ljudkällan när ljudnivån gradvis ökar i samband med att verksamheten inleds och därefter varierar med arbetsmomenten. Den huvudsakliga påverkan från muddring bedöms därför utgöras av beteendestörning och tillfällig habitatpåverkan inom ett begränsat område kring arbetsplatsen, snarare än risk för hörselskador på större avstånd, och exponeringen för enskilda individer bedöms därför i de flesta fall bli betydligt lägre än vad som motsvaras av kontinuerlig närvaro inom detta avstånd.

Det kan dock inte uteslutas att hörselskador uppstår på mycket korta avstånd från källan, även om exponeringstiderna i praktiken förväntas bli korta till följd av djurens undvikande beteende. För att minimera risken för

¹ Överslagsberäkning utifrån en näst intill sfärisk utbredningsmodell, utan hänsyn till batymetri eller avancerade modeller för temperaturvariationer och ljudhastighet beroende på vattendjup.

påverkan på marina däggdjur bedöms det vara motiverat att vidta riktade skrämrelåtgärder i samband med uppstart av muddringsarbetet, så att djur som befinner sig nära arbetsområdet ges möjlighet att lämna området innan ljudnivåerna når sina högre nivåer. Kontinuerliga skrämrelåtgärder under hela muddringsperioden bedöms däremot inte vara motiverade, eftersom detta skulle medföra en mer omfattande och långvarig beteendepåverkan än vad som annars förväntas uppstå till följd av muddringen i sig.

6.2.3 Borring

Borring medför en lägre ljudnivå än muddring men bidrar till kontinuerligt buller i området och kan orsaka beteendepåverkan inom 500 meter. För borringen bedöms skadeförebyggande åtgärder inte behövas eftersom ljudnivåerna inte är så stora att de kan orsaka stora skador och tumlare kommer att flytta sig från området för att undvika ljudet.

6.2.4 Sammantagna bedömningar rörande däggdjur

Skadeförebyggande åtgärder kommer att användas vid sprängning (Kapitel 5.3), vilket inkluderar säsonganpassning och "lagom" omfattande bortskrämsel med pingers och sälskrämmor. Detta minskar riskerna för skada på enskilda individer samt för negativ påverkan på överlevnaden till följd av stress och beteendestörning på individnivå.

Även muddring kan orsaka tillfällig hörselnedsättning och påverka djurens överlevnadschanser negativt. Det är därför motiverat att i den initiala fasen av muddringsarbetet skrämja bort djuren från det skadliga området med hjälp av pingers och sälskrämmor. Vid borring bedöms inte skyddsåtgärder behövas.

Eftersom projektets effekter på fisk bedöms som små (Kapitel 6.1.4) sett till naturliga fluktuationer i fiskproduktionen och jämfört med det stora uttag av fisk som sker inom yrkesfisket så bedöms den indirekta effekten i form av minskad födotillgång för tumlare som obetydlig. Den sammantagna bedömningen är att projektet kan genomföras utan negativa effekter på antalet tumlare samt med små risker för negativa effekter på deras hälsa och beteende.

De båda sälarterna är generellt mindre känsliga än tumlare och kommer att skyddas tillräckligt med de åtgärder som vidtas för att skydda tumlare, dock med undantaget att säl inte reagerar på pingers på samma sätt som tumlare gör. Det är därför nödvändigt att använda sälskrämmor för att mota bort säl från området.

7 Osäkerheter i bedömningarna

Bedömning av påverkansavstånd innebär osäkerheter då specifika parametrar som sprängladdningars storlek och placeringar i bottensalthalt och bottentopografi påverkar avstånden. I föreliggande fall är emellertid djupet begränsat och ett flertal grunda områden förekommer vilket tenderar att dämpa ljudet. Detta minimerar risken för underskattning av bedömningarnas effekt.

Referenser

- Artdatabanken, S., 2026. *Rödlistade arter i Sverige 2025*, Uppsala: SLU Artdatabanken.
- Blueorbis och Ensucon, 2021. *Videoundersökningar inom Karlskrona - Marinbiologisk analys gällande påverkan från planerade*, u.o.: u.n.
- Carlström, J. & Carlén, I., 2016. *Skyddsvärda områden för tumlare i svenska vatten. AquaBiota Report 2016:04.*, u.o.: u.n.
- HaV, 2020. *Strategi för tumlare i svenska havsområden, Rapport 2020:20*, u.o.: u.n.
- HaV, 2024. *Gråsäl*. [Online]
Available at: <https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/grasal.html>
[Använd 2025].
- HaV, 2025. *Lektidsportalen*. [Online]
Available at: <https://havbipub.havochvatten.se/analytics/saw.dll?Dashboard>
- Karlsson, M., Kraufvelin, P. & Östman, Ö., 2020. *Kunskapssammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer. En syntes av grumlingens dos och varaktighet.*, Drottningholm Lysekil Öregrund: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser. Aqua reports 2020:1, s. 73.
- Kastelein, R., Bunskoek, P., Hagedoorn, M. & De Haan, D., 2002. *Audiogram of a harbor porpoise (Phocoena phocoena) measured with narrow-band frequency-modulated signals. J. Acoust. Soc. Am. 112, 334-344*, u.o.: u.n.
- Kastelein, R., Hoek, L., de Jong, C. & Wensveen, P., 2021. *The effect of signal duration on the underwater detection thresholds of a harbor porpoise (Phocoena phocoena) for single frequency-modulated tonal signals between 0.25 and 160 kHz. J. Acoust. Soc. Am. 128, 3211-3222.*, u.o.: u.n.
- Länsstyrelsen Blekinge län, 2015. *Marin inventering och modellering i Blekinge län och Hanöbukten.*, u.o.: u.n.
- Multiconsult, 2025. *Riskbedömning av sprängmuddring i sjö*, u.o.: u.n.
- Näslund, J., Didrikas, T., Hellström, P. & Hellström, M., 2019. *Inventering av fisk vid Gåsefjärden i Karlskrona skärgård med nätprovfiske och eDNA, AquaBiota Rapport 2019:15.*, u.o.: u.n.

Naturvårdsverket, 2011. *Ljud från pålning av vindkraftfundament – påverkan på fiskbeteende (Rapport 6437)*, u.o.: u.n.

Naturvårdsverket, 2016:1. *Vägledning om artskydd, version 3*, u.o.: u.n.

Naturvårdsverket, 2026. *Licensjakt på gråsäl 2026-2027. Beslut. Ärendenummer: NV-25-040296.*, u.o.: u.n.

Port Engineering Göteborg AB, 2025. *Muddringsplan: Farled 271 till Karlskrona Hamn*, u.o.: u.n.

SLU, 2025. *Artfakta*. [Online]
Available at: <https://artfakta.se/>
[Använd 2025].

SLU, 2025. *Databasen för provfiske vid kusten - KUL*. [Online]
Available at: <https://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/databaser/kul/>
[Använd 2025].

Tyréns, 2026a. *Förutsättningar för dumpning vid arbeten i Farled 271, Karlskrona*, u.o.: u.n.

Tyréns, 2026b. *Bedömning av påverkan på MKN vid åtgärder i Farled 271, Karlskrona*, u.o.: u.n.

Verboom, W., 2012. *Harbour porpoise acoustic data: audiogram, hearing filter, directivity index and critical ratio. Juno Bioacoustics report MEM 201208*. [Online]
Available at:
https://www.researchgate.net/publication/312894104_Harbour_porpoise_acoustic_data_audiogram_hearing_filter_directivity_index_and_critical_ratio

Bilaga 1. Resultat av fiskundersökningar

Andel eDNA-läsningar per art, ur Näslund, et al., 2019.

*Tabell 4. Andel eDNA läsningar per art inom de olika provokalererna samt det totala antalet läsningar per station. * Se text för förklaringar gällande identifierier.*

Taxa/Station	203	310	307	111	105	108	106	206	204	210	406	112	404	213	113	405	S2a	S2b	S2c	
AI																				
Sill	16%	18%	17%	21%	05%	07%	02%	20%	25%	10%	85%		55%	42%	27%	51%				
Skarpsill*	01%	01%	02%					11%	18%	17%	138%		12%	08%	15%	27%				
Braxen	43%	02%	03%		02%															
Löja						05%	30%	12%	06%	01%	09%	32%	05%	20%	07%	07%	189%	211%	187%	
Karplisk*							09%					04%		16%	06%	11%	50%	53%	49%	
Id*	25%	18%	20%	32%	16%	08%	32%	11%	06%	11%		11%	03%	119%	141%	325%	115%	109%	111%	
Mört*	497%	489%	466%	546%	241%	263%	204%	455%	386%	57%	95%	124%	532%	235%	279%	108%	218%	189%	224%	
Sarv	04%	08%	06%	06%	03%	04%	04%		02%	21%		12%		24%	03%	08%				
Sutare												431%	06%			02%				
Vinnna/Björkna*	30%	73%	31%	31%	21%	04%	16%	07%	07%	328%	02%	02%	03%		03%		05%	04%	03%	
Gädda											03%									
Torsk																				
Storspigg	34%	04%	38%	11%	588%	553%	495%	255%	185%	483%	178%	359%	61%	185%	378%	171%	260%	263%	261%	
Småspigg					12%	06%			03%	15%	26%	07%	04%	05%	10%		01%	02%	01%	
Tångspigg											02%									
Svartmunnad smörbult	02%								06%	01%	02%		03%		05%		05%	04%	05%	
Sandstubb	02%																			
Stubbart*	11%	01%	02%		05%		08%	03%	10%	05%	82%	03%	04%	03%			07%	05%	06%	
Abborre	337%	385%	413%	353%	98%	150%	200%	225%	343%	41%	08%	20%	158%	343%	95%	270%	150%	162%	152%	
Tejstefisk																				
Tånglake*		02%								01%			51%		13%					
Skruvskadda																				
Pilgövar				01%							18%		08%							
Sik																				
Öring												02%								
Horsingra/Rödingar*															02%					
Oxstampa																				
Kust/Havstobis*				01%						02%	18%		06%		13%					

Provfiske vid kusten (KUL) för vattenförekomsten Östra Blekinge skärgårds kustvatten

Fångster vid fiske med nordiska kustöversiktsnät (30, 15, 38, 10, 48, 12, 24, 60, 19 mm), en natt per station. Data söktes ur KUL för åren 2015 - 2025 men det enda provfisket som gjorts härrör från augusti 2018.

Punkt	Datum	Art	Antal
1	2018-08-10	Abborre	38
		Oxsimpa	3
		Sill	4
		Svart smörbult	1
		Svartmunnad smörbult	1
		Tobiskung	1
		Löja	1
		Sill	1
2	2018-08-14	Abborre	4
		Mört	76
		Sill	10
		Svartmunnad smörbult	5
		Torsk	1
		Tånglake	1
3	2018-08-14	Abborre	2
		Sill	12
		Skrubbskädda	2
		Svart smörbult	2
		Tobiskung	1
		Torsk	2
4	2018-08-14	Abborre	2
		Kusttobis	1
		Mört	16
		Sill	11
		Skrubbskädda	1
		Svart smörbult	1
Svartmunnad smörbult	1		
5	2018-08-14	Abborre	2
		Kusttobis	1
		Sill	13
		Skrubbskädda	2

		Svart smörbult	2
		Svartmunnad smörbult	1
		Tobiskung	2
		Torsk	1
6	2018-08-14	Löja	8
		Mört	41
		Sill	76
		Skrubbskädda	1
		Svart smörbult	1
		Svartmunnad smörbult	4
		Tobiskung	1
		Vimma	1
		Oxsimpa	1
		7	2018-08-14
Sill	4		
Skarpsill	7		
Skrubbskädda	3		
Svart smörbult	1		
Tejstefisk	1		
Torsk	13		
8	2018-08-17		
		Karpfisk obestämd	1
		Mört	11
		Sill	20
		Skrubbskädda	1
		Svartmunnad smörbult	3
9	2018-08-17	Kusttobis	1
		Sill	25
		Skrubbskädda	2
		Svart smörbult	5
		Svartmunnad smörbult	10
		Tobiskung	1
		Torsk	3
10	2018-08-17	Gråsej	1
		Skrubbskädda	8
		Torsk	31
		Tånglake	1
11	2019-08-16	Abborre	17
		Mört	3
		Oxsimpa	1
		Sill	25

		Skrubbskädda	1
		Svart smörbult	1
		Svartmunnad smörbult	1
12	2019-08-16	Abborre	21
		Mört	3
		Sill	9
		Svart smörbult	1
		Tobiskung	2
		Tånglake	2
13	2019-08-16	Abborre	4
		Mört	2
		Sill	12
		Svart smörbult	1
		Svartmunnad smörbult	1
14	2019-08-16	Abborre	6
		Mört	1
		Sill	26
		Skarpsill	14
		Torsk	4

Bilaga 3. Metodik för bullerberäkning

Beräkning av ekvivalent ljudnivå

Ekvivalent kumulativ ljudnivå $SEL_{cum}^{[1]}$ räknas ut enligt ekvationer från danska Energistyrelsen (2022). Det är en ekvation som gör antagandet att djuren börjar fly när det kommer höga ljud och de sedan får en viss dos ljud under tiden de flyr. Den är definierad för stationära ljud som följande:

$$SEL_{cum} = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^M \frac{s}{v_f} \times 10^{\left(\frac{SEL_{max} - K * \log_{10}(r_0 + v_f * t_i) - \alpha * (r_0 + v_f * t_i)}{10} \right)} \right)$$

där

- s är den spatiala upplösningen i beräkningen (m), exempelvis 1 m
- v_f är hastigheten med vilket djuret flyr. Flykthastighet sätts till $v_f = 1,5$ m/s. I Energistyrelsen (2022) rekommenderas hastigheten 1,5 m/s för alla djur. För att beräkna den kumulativa ljudnivån i ett område kan hastigheten sättas till 0 m/s.
- SEL_{max} är källstyrkan på 1 m avstånd
- t_i är varje tidsintervall (s), exempelvis 1 s. Vid tiden t_i kommer djuret befinna sig på avståndet r_i (m) från ljudkällan,
- K är koefficienten på den geometriska spridningsfunktionen
- α är absorption beroende på bland annat salthalten och botten
- r_0 är djurets avstånd från ljudkällan när ljudet börjar.