

Valtamerten äänihaitta

Ihmisen tuottama melusaaste äänellisenä ilmiönä ja mereneläviä uhkaavana tekijänä

Kaisa Perä
Kandidaatintutkielma
Musiikkitiede
Median, musiikin ja taiteen tutkimuksen tutkinto-ohjelma
Turun yliopisto
Humanistinen tiedekunta
4 / 2025

Kandidaatintutkielma

Tutkinto-ohjelman nimi, oppiaine: Median, musiikin ja taiteen tutkimuksen tutkinto-ohjelma, musiikkitiede

Tekijä Kaisa Perä

Tutkielman otsikko: Valtamerten äänihaitta: ihmisen tuottama melusaaste äänellisenä ilmiönä ja mereneläviä uhkaavana tekijänä

Sivumäärä: 35

Kandidaatin tutkielmassani tutkin ihmisen tuottamaa melusaastetta valtamerissä ja tämän ilmiön vakavia seurauksia merenelävien ja merenalaisen ekosysteemien hyvinvoinnin kannalta. Tutkielmaani on koottu aineistoja eri tieteenaloilta, jotka yhdistän toisiaan tukeviksi lähteiksi ja joita tutkin ennen kaikkea äänen näkökulmasta. Ensisijaisena menetelmänä käytän ekomusikologiaa, joka mahdollistaa kestävä kehityksen näkökulman sekä ihmisen ja luonnon välisen epätasapainon syvemmän analysoinnin. Ekomusikologiaa tukevinä menetelminä hyödynnän audiovisuaalisen aineiston analyysiä sekä laadullista sisällönanalyysiä. Avaan tutkielmassani äänen liikkumista veden pinnan alapuolella, mitkä tekijät tähän liikkuvuuteen vaikuttavat ja mitä positiivisia ja negatiivisia seurauksia tällä on meren ekosysteemeissä elävien lajien näkökulmasta. Tärkeänä elementtinä toimii merenalaisen äänimaailman kerroksien, biofonian, geofonian ja antrofonian, analyysi ja erittely. Näiden kerroksien äänellisiä elementtejä tutkimalla luon kokonaiskuvan merenalaisesta äänimaisemasta ja ihmisen siihen tuottamasta negatiivisesta vaikutuksesta. Tutkielman painopisteenä on ihmisen ja luonnon välinen suhde, joka on ihmisen toiminnan tuloksena ajautunut kriisiin. Täten tutkin ekokriittisesti ihmisen tuottamaa ääntä, etsien samalla merenalaiselle äänimaisemalle annettuja merkityksiä ja avaten melusaasteesta aiheutuvia seurauksia kestävyuden näkökulmasta. Eri tieteenaloilta kerätyt tutkimukset osoittavat laajat terveydelliset haitat, joita melusaaste mereneläville aiheuttaa. Kuulo on monille merenalaisille lajeille tärkein aisti, jonka avulla tapahtuvat kaikki elämän perustoiminnot. Ihmisen tuottama melusaaste peittää alleen meren luonnolliset äänet, vaikeuttaen merenelävien kulkemista, kuulemista ja aistimista. Stressaava ääniympäristö pakottaa myös lajeja vaihtamaan sijaintia, häiritsee näiden pesimistottumuksia ja kovat äänet aiheuttavat myös pahimmillaan vammoja sekä kuolemaa. Tutkielma pyrkii lisäämään tietoisuutta tärkeän aiheen ympärille, jotta ihminen voi pyrkiä kohti kestävämpiä ratkaisuja merenalaisen äänimaailman huomioon ottaen.

Avainsanat: Äänimaisema, ekomusikologia, melusaaste, äänimaisematutkimus, akustinen ekologia, ekokritiikki, meri

Sisällysluettelo

1	Johdanto		4
1.2	Tutkimuskysymykset	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.	
1.3	Tutkimusaineisto	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.	
2	Teoreettiset viitekehykset		8
2.1	Äänimaisematutkimus		8
2.2	Akustinen ekologia		9
2.3	Äänimaisemaekologia		10
2.4	Ekokritiikki		10
3	Tutkimusmenetelmät		12
3.1	Ekomusikologia		12
3.2	Laadullinen sisällönanalyysi ja audiovisuaalisen aineiston analyysi		13
4	Aiheen tausta ja aiempi tutkimus		15
4.1	Äänen liikkuminen veden alla		15
4.2	Merenelevien kuulokyky ja äänellinen kommunikointi		17
5	Ihmisen ja koneiden tuottamien äänten vaikutukset veden pinnan alapuolella		21
6	Merenalaisen äänimaailman tasot ja ääni tutkimuksen rajaobjektina		28
6.1	Äänimaiseman tasot		29
6.2	Ääni rajaobjektina tutkimuksessa		31
7	Yhteenveto		32
	Lähteet		34

1. Johdanto

Kandidaatin tutkielmani syventyy ihmisen toiminnan vuoksi ilmenevään meluun valtamerissä ja sen seurauksiin merenelävien käyttäytymisessä sekä hyvinvoinnissa. Valtamerissä asuvat nisäkkäät sekä muut merenelävät kärsivät melusta, kuten kaupallisesta merenkulusta, seismisestä tutkimuksesta, sekä sotilasluotainten ja tuuliturbiinien asennuksesta aiheutuvasta äänestä, joka haittaa lajien välistä kommunikaatiota ja kulkemista, sekä vaikuttaa negatiivisesti lajien hyvinvointiin. Tutkielmani erottelee vedenalaisen äänimaiseman kerrostumia; mikä on näihin merellisiin ekosysteemeihin alun perin kuuluvaa ja mikä ihmisen aiheuttamaa sekä mitä uhkia ja haitallisia elementtejä ihmisten tuottama melu tuo valtameriin. Tavoitteena on tarkastella niitä moninaisia tapoja, joilla meluhaittaa jäsenellään ja merkityksellistetään eri lähteiden toimesta.

Maapallo on suurien päätösten äärellä eläessään ympäristökriisin aikakautta. Katseen kääntäminen kohti muiden lajien ja luonnon hyvinvointia on tärkeämpää kuin koskaan, jotta taakamme elämän jatkumisen planeetallamme. Tutkielman päämääränä on kääntää huomio pois ihmiskeskeisestä ymmärryksestä, ja kuitenkin osoittaa ihmiskeskeisen ajattelutavan seuraukset; luonnon ja ihmisen välinen suhde on kokonaisuus, joka on ajautunut kriisiin ihmisen toiminnan vuoksi. Kokonaiset ekosysteemit ovat häiriintyneet valtamerien äänisaasteen seurauksena, ja tämä vaikuttaa merenelävien kykyyn kuulla merien luonnollisia ääniä, metsästää, liikua, havaita uhkia sekä kommunikoida lajitovereiden kanssa. Elintärkeiden toimintojen lisäksi esimerkiksi seismisistä ilma-aseista sekä sotilasluotaimista peräisin oleva kovaääninen melu voi aiheuttaa pahimmillaan vammoja mereneläville (IFAW 2024). Silti kansainvälisiä standardeja valtamerien melusaasteen säätelylle ei ole tällä hetkellä olemassa.

Ilman ihmisen tuottamaa ääntä valtameret eivät alun perinkään ole hiljaisia paikkoja; tuuli, myrskyt ja aaltojen liike luovat äänimaailman, joka toimii eläväisenä taustana merenelävien kutsuhuudoille, kommunikoinnille ja suunnistamiselle. Ääni matkustaa veden pinnan alla parhaimmillaan jopa tuhansien kilometrien päähän ja on pääasiallinen tapa, jolla merenelävät ymmärtävät ja keräävät tietoa ympäristöstään. Äänimaiseman ymmärtäminen ja sisäistäminen nojaa aina yksilön ja ympäristön väliseen suhteeseen. Ihmistä ei ole tarkoitettu kuuntelemaan veden pinnan alapuolella, joten korvamme eivät erota merenalaisen äänimaiseman luonnollisia elementtejä ja tasoja eli sitä, mikä mereneläville on luonnollista ja tärkeää. Samalla emme

myöskään kykene oman kuulomme perusteella ymmärtämään täysin aiheuttamamme melusaasteen merkityksellisyyttä, ohittaen näin toisien maapallolla elävien lajien tarpeet ja hyvinvoinnin. Melusaasteen seuraukset ovat olleet nähtävissä jo pitkään ja aihe on tarpeellista nostaa jalustalle. Äänimaisema- ja musiikintutkija Heikki Uimonen (2023) on todennut seuraavanlaisesti: “Luonnon ja urbaanin vastakkainasettelussa ääniympäristön rappeutuminen ja melusaaste ovat implisiittisesti läsnä ensin mainitun eduksi” (Uimonen 2005: 23). Ihminen on melusaasteen pääasiallinen tuottaja valtamerissä. Ihmisellä on myös kaikki mahdollisuudet tämän turhan äänen vähentämiseen ja terveempien ekosysteemien sekä merenelävien hyvinvoinnin takaamiseksi.

1.2 Tutkimuskysymykset

Kandidaatin tutkielmani keskiössä on ihminen merenalaisen äänimaiseman häiritsijänä ja tutkin ihmisen tuottamaa melusaastetta äänellisenä ilmiönä valtamerissä. Päättökysymykseksi on: millaista melusaastetta ihminen tuottaa valtameriin ja miten se ilmenee äänellisesti? Apukysymyksinä toimivat seuraavat: mitkä ovat ihmisen tuottaman melusaasteen seuraukset merenelävien sekä merenalaisen biosfäärin nykypäivän, tulevaisuuden ja terveyden kannalta? Ja miten melusaaste aiheuttaa uhan mereneläville, vaikuttaen eri lajien kommunikointiin, liikkumiseen sekä muihin elämän perusaspekteihin?

1.3 Tutkimusaineistot

Valtamerten äänihaittaa käsitteleviä tieteellisiä julkaisuja ja artikkeleita on kirjoitettu muualla maailmalla suhteellisen paljon, mutta Suomessa vain vähän. Suomessa musiikin ja äänentutkimuksen puolella tehty aiempi tutkimus vedenalaisesta äänimaisemasta keskittyy vahvasti valaiden laulun ja kommunikaation ympärille, joten merenalaisen äänimaiseman moninaisuuden sekä merenalaisen äänisaasteen tutkiminen ovat vielä varsin vähän käsiteltyjä tutkimusaiheita. Näiden aiheiden tutkimiselle on suuri tarve suomalaisen tutkimuksen saralla, ja tämä on yksi syy omaan innostukseeni tarkastella valtamerten äänisaastetta. Esittelen seuraavaksi tutkielman kannalta tärkeimmät aineistot ja niiden tuomat hyödyt.

Valikoin suomeksi kirjoitetuista teksteistä fyysikko ja valastutkija Rauno Lauhakankaan sisältörikkaan tekstin ”Vedenalaisesta äänimaailmasta” kokoelmateoksesta *Äänimaisemissa* (Lauhakangas 2016: 187–203). Hän syventyy valaisevasti valaiden väliseen kommunikointiin ja

delfiinien tapoihin käyttää ääntään, sekä lajin tarkan ääninäön tärkeyteen, jonka avulla delfiinit ja valaat liikkuvat ja havainnoivat ympäristöään pimeydessä. Lauhakankaan tekstiä avustavana, audiovisuaalisena aineistona toimii Chris Clarkin luento valaiden kommunikoinnista, josta ilmenee valtamerilaivojen ja muiden melun aiheuttajien seuraukset ääni- ja videotallenteiden kautta havainnollistettuna. Clark piti aiheesta kattavan ja ytimekkään luennon ”The Singing Ocean” Parley-talksissa (2014).

Suuri osa merenalaiseen meluun keskittyvistä aiemmista tutkimuksista on meribiologian puolelta ja merenalaisesta äänestä löytyy valtava määrä tietoa eri verkkosivuilta. Mikä tekee näistä sivustoista erityisen tärkeitä tutkielmani kannalta, on saatavilla olevan aineiston moninaisuus merenalaisia lajeja tutkiessa, eli tieto ei keskity ainoastaan merinisäkkäisiin. ”Discovery of Sounds in The Sea” on omistettu kokonaan vedenalaiselle äänelle ja sisältää suuret määrät tietoa, artikkeleita ja ääninäytteitä, jotka tarjoavat lukijalle monenlaisia näkökulmia ja tärkeää tietoa merenelävien tavoista kommunikoida ja käyttää ääntään jokapäiväisessä elämässä, sekä ihmisen tuottaman äänen monista haitoista valtamerissä (DOSITS 2024). Koska tutkielmani ytimessä on ihmisen tuottama ääni valtamerissä, hyödynnän sivustolta löytyvää webinaaria ”Impulsive sound and offshore wind”, jonka pitää laskennallisen kosmologian tohtori Sander von Benda-Beckmann (2024). Luento sisältää tietoa merenalaisen melun tuottajista, kuten merellä sijaitsevista tuulimyllyistä, kaupallisesta laivankäynnistä, seismisistä ilma-aseista ja vedenalaisista räjähdyksistä, sekä miten nämä vaikuttavat merenelävien hyvinvointiin (DOSITS 2025). ”The International Fund for Animal Welfare”-sivustolla on kattavia artikkeleita äänihaitasta ja sen suurimmista aiheuttajista valtamerissä sekä uusinta tietoa tärkeiden toimijoiden, kuten Euroopan komission, reaktioista aiheeseen liittyen (IFAW 2024). Myös Yhdysvaltain kauppaministeriön hallinnoima ”National Oceanic and Atmospheric Administration” toimii tärkeänä, ajankohtaista tietoa tarjoavana aineistona (NOAA 2024).

Koska tutkielma keskittyy tutkimaan ihmisen tuottamaa melua äänellisenä ilmiönä, hyödynnän useita äänimaisemaa, ekomusikologiaa, äänimaisemaekologiaa sekä akustista ekologiaa käsitteleviä artikkeleita ja julkaisuja, kuten R. Murray Schaferin klassikkoteosta *The Tuning of The World* (1977). Schafer on äänimaisematutkimuksen pioneeri, joten hänen ajatuksiaan on luonnollista tuoda mukaan valtamerien äänisaasteen tutkimiseen. Erityisesti äänimaailman ominaisuudet ja näiden yksityiskohtainen tulkinta valtamerien äänimaiseman tasoja eritellessä on äärimmäisen rikastuttava elementti tutkielmani kannalta. Heikki Uimosen tekstit tukevat ja tuovat lisäpainoa Schaferin teokselle. Uimosen väitöskirja on monipuolinen teos

ääniympäristöistä, akustisesta ekologiasta ja näihin linkittyvistä tutkimuksista. Tutkielmassani hyödynnän eritoten Uimosen kirjan lukuja ”Soundscape studies and auditory cognition” (2005: 91–121), joka sisältää omaan tekstiini linkittyviä äänimaisematutkimuksen erityispiirteitä sekä johdantolukua ”Ääntä kohti: ääniympäristön kuuntelu, muutos ja merkitys” (2005:15–88). Myös Outi Ampujan teksti ”Tulkintoja hiljaisuuden merkityksestä” (2016) teoksessa *Äänimaisemissa* tuo suuren avun äänimaisema-käsitteen purkamiseen. Ampuja on filosofian tohtori, Suomen ja Pohjoismaiden historian dosentti, ja on perehtynyt laajasti melun tutkimukseen sekä ääniympäristöihin. Aineistossani Ampuja käsittelee hiljaisuuden kokemusta ja erilaisia äänimaisemia. Erityisesti esiin nousee erittely äänimaiseman ja *ääniympäristön* välillä, joka on oivaltava oman tutkielmani kannalta; ääniympäristö-käsitteen avulla saan tuotua tekstiini mukaan äänen terveydelliset ja fyysiset ominaisuudet.

Lisäksi käytän lähteenä kokoelmateoksen *Sounds, Ecologies, Musics* lukua “The Audible Anthropocene: Sustainable Bridging of Arts, Humanities, and Sciences Scholarship through Sound” (Quinn ym. 2023: 238–259). Teksti rakentaa otsikkonsa mukaan siltaa taiteiden, humanistisen ja luonnontieteellisen tutkimuksen välille, jotta ihmiskunta voi eri tieteenaloja hyödyntämällä rakentaa kestävämpää tulevaisuutta. Tämä on rikastuttava näkökulma tutkielmani kannalta, sillä pyrkimyksenäni on jakaa tietoa tärkeän ekosysteemin häiriintymisestä ihmisen toiminnan seurauksena, ja mitä asian hyväksi voidaan tehdä. Teksti tuo tutkielmaan tukea, havaintoja ja ymmärrystä äänestä tieteenalojen välisenä rajaobjektina ekologisemman tulevaisuuden ja tasapainoisemman ihmis-luontosuhteen rakentamisessa.

2. Teoreettiset viitekehykset

Tässä luvussa esittelen tarkemmin käyttämäni teoreettiset viitekehykset sekä niiden tarjoamat, tärkeimmät työkalut tutkielmani kannalta. Tutkielmassani lähestyn ihmisen aiheuttamaa äänisaastetta äänimaisematutkimuksen, akustisen ekologian ja äänimaisemaekologian näkökulmista, joiden vierellä kulkee myös ekokriittinen pohdinta. Edellä mainitut tutkimussuuntaukset ovat kaikki laajasti toisiinsa kiinnittyneitä ja kulkevat osaksi rinnakkain, mutta jokaisessa on erityisominaisuuksia, jotka kaikki tavallaan ja rinnakkain aseteltuna rikastuttavat ja auttavat aiheen tulkinnassa. Ekokritiikin avulla saan tutkielmaan tärkeän kulman ihmisten toiminnan ja vaarantuneiden luonnonympäristöjen välisen suhteen tarkasteluun.

2.1. Äänimaisematutkimus

Äänimaisema on tutkielmani keskeisimpiä käsitteitä, jolla viitataan ennen kaikkea äänelliseen ympäristöön. Äänimaisema omaa luonnollisesti suuren määrän eri kerroksia, joista lopullinen äänellinen kokonaisuus koostuu. R. Murray Schaferia, kanadalaista säveltäjää ja professoria, pidetään lähes poikkeuksetta äänimaisematutkimuksen isänä. Schafer ihaili monitieteisyyttä, eli monien suuntauksien risteytymistä ja näiden välillä ilmenevää sidettä. 1960-luvulla syntyneelle suuntaukselle toimi erityisenä inspiraationa Weimarin Saksassa vaikuttanut Bauhaus-taidekoulu, joka toimi vuosina 1919–1933. Bauhausissa vaikuttivat arkkitehdit, maalarit ja muotoilijat. Suuntaukseen kehitettiin uutena käsitteenä teollinen muotoilu, jonka Schafer katsoi soveltuvan oivallisesti myös akustisen ympäristön käsitteeseen ja uuden, äänimaisemaa tutkivan suuntauksen keskiöön. (Uimonen 2005: 24.) Äänimaisematutkimuksen sijoittaminen yhden tietyn tutkimussuuntauksen yhteyteen on todettu ongelmalliseksi ja tämän vuoksi eriytyvyyksiä onkin nähtävissä ympäri maailmaa. Kun suomessa äänimaisematutkimus on kiinnitetty musiikkitieteeseen, Ranskassa se on yhdistetty arkkitehtuuriin ja Kanadassa taas viestintään (Uimonen 2005: 91).

Schafer viittaa äänimaiseman käsitteellä koko akustiseen elinympäristöömme. Hän on kiteyttänyt äänimaiseman ytimen ”maiseman kuulo ominaisuuksina”. (Pijanowski 2011: 1214.) Äänimaisematutkimuksen keskiössä on kuuntelemisen ja kuulon korostaminen, sekä akustisen tilan käsite. Tutkielmassani äänimaiseman vierellä osittain synonyymina käytän myös ääninympäristön käsitettä, joka sisällyttää vahvemmin myös äänen terveydelliset ja fyysiset

ominaisuudet (Ampuja 2016: 76–77). Tutkielmassani käsittelen ihmisen tuottamaa melusaastetta valtamerissä sekä merenelävien kuulokykyä ja äänen käyttöä melusaasteen ympäröimänä, joten äänen terveydellisten ja fyysisten ominaisuuksien ohittaminen jättäisi tärkeitä näkökulmia puuttumaan tutkielmastani. Ääniympäristön käsitettä käyttämällä pääsen kiinni äänitasoihin liittyviin terveydellisiin aspekteihin. Kyseisen termin käyttäminen tutkimusta tehdessä on järjestelmällinen käytäntö, jonka avulla kuvataan nimenomaan elämää äänten ympäröimänä ja osana ympäristöä. Ääniympäristöä käsittelevissä tutkimuksissa havaitut kokemukset kerätään yhteen tutkimustuloksiin, ja lopputuloksena on täsmällinen ja perusteellinen äänimaiseman kuvaus (Uimonen 2005: 34.)

2.2 Akustinen ekologia

Tutkielmassani äänimaiseman kerroksia erotellessani hyödynnän *akustista ekologiaa*, jonka avulla käsittelen valtamerien äänellisiä osa-alueita: *biofoniaa*, eli nisäkkäiden ja muiden eliöiden tuottamia ääniä, *geofoniaa*, eli veden, tuulen ja muun geofysikaalisen ympäristön tuottamia ääniä sekä *antrofoniaa*, eli ihmisten sekä ihmisten käyttämien kulkuvälineiden ja koneiden tuottamia ääniä ääniin (Waddington 2022). Akustisen ekologian perustana toimii epätasapainossa olevan äänimaiseman haittavaikutukset (Uimonen 2005: 22). Se linkittyy myös vahvasti äänimaisemaekologiaan, jonka käsitettä avaan seuraavassa alaluvussa. Akustisen ekologian tutkimuksellinen perspektiivi on kuitenkin laajempi; pelkkiin ihmisten kokemiin äänimaailmojen vaikutuksiin keskittymisen sijaan akustinen ekologia avaa myös muiden elävien organismien kokemuksia, kuten ympäristön reagoitua tiettyihin ääniin (Waddington 2022).

Äänimaiseman taustalle jäävät huomaamattomammat äänet voidaan jaotella kolmeen kategoriaan: perusääniin, signaaleihin ja äänimaamerkkeihin. Perusäänet muodostuvat yksilöltä helposti huomaamatta jäävistä taustäänistä: merenalaisessa äänimaailmassa perusääniin voidaan lukea esimerkiksi tuulen, aaltojen sekä merenelävien tuottamat äänet. Signaali taas on selkeästi erottuva ja tietoisesti kuunneltava ääni. Äänimaamerkki viittaa ainutlaatuisen ääneen, joka voi olla myös yhteisölle tärkeässä asemassa (Uimonen 2005: 96.) Näiden kategorioiden ääniä merenalaisesta äänestä puhuttaessa ei ole juurikaan suomankielisissä tutkimuksissa käsitelty. Etenkin signaaleihin ja äänimaamerkkeihin liitettävät äänet veden pinnan alapuolella kaipaavat lisätutkimusta ja omassa tutkielmassani näihin kategorioihin liitetyt äänet ovat oman analyysini tulosta. Tämän vuoksi koen tärkeänä tuoda ilmi näihin kategorioihin

kuuluvia merenalaisia ääniä, jotka ovat tärkeä osa äänimaiseman kokonaisuutta ja avaavat myös tämän tutkielman ulkopuolelle jääviä äänellisiä elementtejä.

2.3 Äänimaisemaekologia

Äänimaisemaekologia tutkii ääntä ja kuinka eri lähteistä peräisin olevat äänet muokkaavat ympäröivää maailmaa. Audiitiivisen ympäristömme kautta muokkaantuu kaikki maapallon elämä; äänimaisemaekologia keskittyy äänen syvempään ymmärtämiseen ja siihen, mitä vaikutuksia äänillä on, sekä yhdessä että erikseen (Waddington 2022). Valtamerten melusaastetta tutkiessa äänimaisemaekologia on erityisen tärkeä tulokulma, sillä tämän ytimessä on aina ymmärrys äänen vuorovaikutuksesta ja tämän moninaisista vaikutuksista.

Äänimaisemaekologia määritellään ”kaikkien biologisten, geofysikaalisten ja ihmisperäisten äänien tutkimukseksi, jotka lähtevät maisemasta ja jotka vaihtelevat tilassa ja ajassa, heijastuen tärkeitä ekosysteemin prosesseja ja ihmisen toimintaa” (Pijanowski ym. 2011: 1214). Tutkimussuuntaus on läheisesti yhteydessä akustiseen ekologiaan, mutta pyrkii vielä laajempaan näkökulmaan tutkimalla äänellisen maailman vaikutuksia elämäämme planeetalla. Äänimaisemaekologia tutkii ihmisten lisäksi myös äänimaiseman vaikutuksia muihin eläviin organismeihin, eli miten mahdolliset äänien väliset vuorovaikutukset ilmenevät tietyssä ympäristössä ja miten ääni eri muodoissaan muokkaa maailmaa ympärillämme (Waddington 2022).

2.3. Ekokritiikki

Tieteen termipankki kuvaa *ekokritiikkiä* yhteiskuntakriittisenä tutkimussuuntauksena, joka yhdistää eritoten luonnontieteilijöitä ja humanisteja. Ekologisen tietoisuuden lisääminen sekä elinympäristöön liittyvät poliittiset ja eettiset ongelmat ovat ekokritiikin keskiössä, kuten myös ihmisen biosfääriä tuhoava toiminta (Tieteen termipankki 2025.) Ekokritiikin voi nähdä eri tutkimusaloja yhdistävänä suuntauksena; ekokriittinen pohdinta tuo luonnontieteellisen ympäristöntutkimuksen joustavaan vuorovaikutukseen ”pehmeiden alojen” kanssa, eli maantiede, biologia ja geologia kietoutuvat yhteen kulttuuristen ja poliittisten merkitysten kanssa. Juha Torvinen (2012) toteaa alan olevan ensimmäinen lajiaan, joka johdonmukaisesti alkoi tutkia vaarantuneiden luontoympäristöjen suhdetta esimerkiksi taidealoihin, ja miten näiden välinen, epätasapainossa oleva vuorovaikutussuhde on johtanut laajoihin kriiseihin (Torvinen 2012:14–15). Ekokritiikki tuo selkeästi esiin pysyvät ja syvälle juurtuneet sosiaali- ja

ympäristöongelmien keskinäiset riippuvuussuhteet, paljastaen ihmisyyteen ja ympäristöön kietoutuvat historialliset, poliittiset, eettiset, esteettiset ja kirjalliset representaatiot (Quinn 2023: 239).

Tutkielmassani syvennyn ihmisen tuottamaan meluhaittaan valtamerissä, jonka seuraukset ovat äärimmäisen vakavat sekä merenelävien että merenalaisen biosfäärin kannalta. Ekokritiikin avulla tuon tutkielmaani tasoja, joilla täsmennän tämän ihmisen toiminnan tuhoavia seurauksia ympäristökriisin aikakaudella, sekä melusaasteen eettisiä puolia. Eettiset ongelmat melusaastetta tutkiessani linkittyvät etenkin ihmisen ja merenalaisen maailman epätasapainoiseen vuorovaikutussuhteeseen, jonka vuoksi merenalainen maailma on vaarantunut. Kuten kappaleen alussa mainitsin, ekokritiikin ytimessä on myös ekologisen tietoisuuden lisääminen ja tämä on yksi suuri syy sille, miksi tutkielmaani lähdin kirjoittamaan.

3. Tutkimusmenetelmät

Tutkielmani tutkimusmenetelminä toimivat *ekomusikologinen lähestymistapa*, *laadullinen sisällönanalyysi* sekä *audiovisuaalisen aineiston analyysi*. Ekomusikologiaa voi hyödyntää teoreettisen viitekehyksen lisäksi myös metodologisena tulokulmana, ja se toimii valtamerten melusaastetta tutkiessa oivallisena tutkimusmenetelmänä. Tutkielmani koostuu aiempien tutkimusten yhteen keräämisestä ja analysoimisesta, jonka vuoksi laadullinen sisällönanalyysi valikoitui luonnolliseksi, ekomusikologista lähestymistapaa tukevaksi tutkimusmenetelmäksi. Audiovisuaalisia aineistoja analysoidessa hyödynnän audiovisuaalisen aineiston analyysia, joka tuo työkaluja äänellisen materiaalin syvempään tulkintaan ja sen tärkeimpien elementtien sanoittamiseen.

3.1 Ekomusikologia

Ekomusikologinen tutkimus, eli ekokriittinen musiikintutkimus, suhtautuu kriittisesti ihmisen rooliin nykymaailmassa; ihmisen suhde muihin lajeihin on epätasapainoinen ja ihminen on asettanut itsensä muiden lajien yläpuolelle. Suuntauksen synty ja muotoutuminen itsenäiseksi alakseen vuosituhannen taitteessa osoittaa ennen kaikkea ympäristöntutkimukselliseen asenteen muutokseen, ja haluan pohtia ympäristön ja kulttuurin vuorovaikutussuhteiden ilmene mistä musiikillisissa käytännöissä tutkimalla kriittisesti näiden ongelmallisuutta ja haavoittuvuutta. Lähtökohtana ekomusikologialle on tietoisuus ympäristökriiseistä tulevaisuuden suurimpana uhkakuvana, vaikuttaen kaikkialla maailmassa asuviin ihmisiin. Musiikkitieteilijä Juha Torvinen (2012) toteaa ekomusikologiassa hyödynnettävän *kriittisyyden* toimivan samanaikaisesti tutkimuksen menetelmänä, kohteena, motivaationa ja tavoitteena (Torvinen 2012: 17.) Tutkielmassani ympäristön ja kulttuurin vuorovaikutussuhde tapahtuu ihmisen ja merenalaisen äänimaailman välillä, ja keskittyy ihmisen tuottaman melusaasteen aiheuttamaan ekosysteemien vaarantumiseen sekä merenelävien haavoittuneeseen hyvinvointiin. Ekomusikologia tutkii ihmistä osana luontoa ja ympäristöä, ilman keinotekoisia erontekoa ja valta-asetelmaa ihmisen ja luonnon välillä. Tämän voi siis mieltää toimintaa vaativaksi, poliittiseksi toiminnaksi (Mononen 2015: 96.) Ekomusikologisen näkökulman kautta pyritään selvittämään tutkitun äänimaiseman merkityksiä suhteessa luontoon, eli tässä tutkielmassa äänisaasteen suhdetta luontoon valtamerissä ja miten ihmisen toimintaa sekä arvoja pystytään muuttamaan ympäristön näkökannalta kestävämpään suuntaan (Torvinen 2012: 29). Torvinen

mieltää ekomusikologian viideksi peruspiirteeksi seuraavat: aktivismi ja poliittisuus, kestävyuden periaate, topofilia, affektiivisuus ja ekokriittinen ylitulkinta (Torvinen 2012: 17). Eri-tyisesti poliittisuus ja aktivismi kietoutuvat osaksi tutkielmaani, sillä aiheeni ytimessä on nopeaa reaktiota vaativa ympäristökriisi, joka on nähtävissä laajasti ympäri maailmaa, ja jonka ympärille tuon tutkielmani kautta lisätietoisuutta. Lisäksi tutkielmassani pyrin tuomaan uutta tulokulmaa merenalaisen äänentutkimuksen ja ekomusikologian puoleen.

3.2 Laadullinen sisällönanalyysi ja audiovisuaalisen aineiston analyysi

Sisällönanalyysi on laadullista tutkimusta, jonka keskiössä on pyrkimys ilmiöiden laajempaan ymmärtämiseen ja selittämiseen. Valittujen aineistojen tärkein anti järjestetään selkeäksi, tiiviiksi kuvaukseksi. Sisällönanalyysin avulla syvennyn aineistoissani ilmeneviin tärkeimpiin aiheisiin sekä sisällöllisiin elementteihin. Sisällönanalyysia hyödyntämällä pystyn kuvaamaan tarkasti merenalaisen melusaasteen tekijöitä, mahdollistajia ja tämän seurauksia merenelävien elämässä. Tutkimusmenetelmänä sisällönanalyysi on monipuolinen, ja pystyn hyödyntämään sen tarjoamia työkaluja niin tekstejä kuin audiovisuaalisia aineistoja analysoidessani. Sisällönanalyysin kautta tunnistan ja poimin aineistoista niitä tärkeitä elementtejä, jotka ovat tutkielmani ymmärrettävyyden kannalta korvaamattomia.

Laadullinen sisällönanalyysi on teoreettisena kehyksenä väljä, ja mahdollistaa siten monenlaisten tutkimusten tekemisen. Omaan tutkielmaani olen kerännyt laajan aineiston, jotka yhteen keräämällä rakennan analyysini valtamerten melusaasteesta ja sen moninaisista tekijöistä ja seurauksista. Teoksessa *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi* (2017) Jouni Tuomi ja Anneli Sarajärvi avaavat tutkija Timo Laineen esittämää kuvausta sisällönanalyysista, jonka toinen kohta sisällyttää seuraavat ohjeet:

”Käy läpi aineisto, erota ja merkitse ne asiat, jotka sisältyvät kiinnostukseesi”,

”Kaikki muu jää pois tästä tutkimuksesta!” ja

”Kerää merkityt asiat yhteen ja erilleen muusta aineistosta”. (Tuomi ja Sarajärvi 2017: 4.1.)

Edellä mainittujen ohjeiden avulla helpottuu aiheen selkeä rajaaminen, ja oman tutkimuksen kannalta tarpeettomien elementtien pois jättäminen. Tutkielmassani hyödynnän laadullisen sisällönanalyysin tyypittelyä. Aiempia tutkimuksia yhteen keräämällä etsin yhteisiä ominaisuuksia valtamerten melusaasteesta, muodostaen näistä oman analyysini ja yhteisen näkemyksen (Tuomi ja Sarajärvi 2017).

Koska aineistostani löytyy myös audiovisuaalisia luentoja, käytän näiden purkamisessa audiovisuaalisen aineiston analyysia. Tällä viitataan eritoten aineiston tarkkaan kuunteluun ja katseluun, ja sen tapahtumien välittämisen keinoihin. Tärkeää on eritellä audiovisuaalisen ilmaisun erilaisia tapoja ja kiinnittää erityistä huomiota äänelliseen materiaaliin. Omissa aineistoissani esiintyy paljon melusaasteen ilmiön ymmärtämisen kannalta tärkeitä merenalaisia nauhoituksia, jotka tuovat tärkeitä tasoja tutkielmani tekemiseen ja analysoimiseen. (Pajala 2025.)

4. Aiheen tausta ja aiempi tutkimus

”Mereläville kaikki elämän perustoiminnot ovat akustisia” (Clark 2014).

Mereläinen maailma on täynnä sekä luonnollisia, veden ja tuulen liikkeistä sekä merelävien kommunikaatiosta syntyviä ääniä, jotka ovat olleet olemassa miljoonia vuosia, ja jonka ympärille koko mereläinen ekosysteemi on muotoutunut. Tämän luonnollisen äänikerroksen päälle on kuitenkin rakentunut ihmisen tuottama melusaaste. Ihminen toi koneet valtameriin noin 100 vuotta sitten, ottamatta huomioon merelävien sopeutumista akustisiin ekologioihinsa, jonka seurauksena ihmiskunta on pakottanut mereläivät mukautumaan meriin kuuluttavan lajin tahtoon. Chris Clark (2014), biologi ja insinööri sekä mereläisen äänen tutkija, katsoo, että ihmisen tulisi ennemmin sopeutua mereläisten maailmaan; meidän tulisi venyttää ja suurentaa ymmärrystämme, jotta pystymme tekemään muiden lajien elinoloja suojelevia muutoksia (Clark 2014: 9:04). Valtamerien melusaastetta tutkiessa on tärkeää ymmärtää äänen liikkumiseen vaikuttavat tekijät. Tässä kappaleessa erittelen äänen fyysistä liikkumista veden pinnan alapuolella, mikä kaikki äänen matkaamiseen vaikuttaa ja minkälaista ääntä syntyy mereläivistä sekä ihmisen toiminnan seurauksena.

4.1 Äänen liikkuminen veden alla

Ääni on fyysistä, akustista energiaa, joka syntyy kahden ominaisuuden, paineviivan kaltevuuden ja hiukkasten liikkeen, yhdistelmänä. Syntyvän äänen voimakkuus riippuu näiden kahden elementin fyysisistä ominaisuuksista. Vesi ei ole kovinkaan kokoonpuristuvaa, joten hiukkasten liike on siten voimakkaampaa vedessä, verraten ilmaan. (DOSITS 2025.) Chris Clark kertoi ”Parley talks”-luennollaan (2014) tekemistään kokeista ja matalataajuisen äänen matkustamisesta merissä tuhansien kilometrien päähän. Clark on muun muassa kuunnellut sinivalaan laulua Irlannin länsiosassa; itse valas kuitenkin oli toisella puolella Atlanttia, Pohjois-Amerikassa Virginian edustalla. Parhaimmillaan hän on kuunnellut valaan laulavan yli 10 000 kilometrin päässä. (Clark 2014: 6:06.) Esimerkkiensä avulla Clark toi ilmi mereläisten kommunikointitavan, joka on täysin omaa laatuaan. Sinivalaat pystyvät kommunikoimaan lajitoverinsa kanssa tuhansien kilometrien päästä, kun samalla tämä yksilö ei kykene näkemään omaa pyrstöään (Clark 2014). Näköaistin ollessa rajallinen meren pimeydessä korostuu ääninäön merkitys, jota hyödyntävät monet mereläiset lajit. Kerron ääninäöstä laajemmin seuraavassa

alaluvussa. Merenalainen äänien verkko on uskomaton kokonaisuus; Clarkin sanojen mukaan meri on läpinäkyvä matalataajuisia ääniä tutkiessa, ja useat kalalajit käyttävät juuri matalataajuisia ääniä pitäessään yllä sosiaalisia verkostojaan. Äänen käyttöön kytkeytyy myös kaikki elämän perustoiminnot, kuten vaaran aistiminen, kumppanin etsintä sekä ruuan löytäminen. (Clark 2014: 7:16-7:42.) Nämä merenelävien tuottamat ja kuulemat, peruselintoimintojen kannalta välttämättömät äänet kuitenkin häiriintyvät ja jäävät ihmisen tuottaman melun alle, vaikeuttaen kaikkia merenelävien elämän aspekteja.

Meri on mediumina oivallinen äänen liikkumiselle; merivedessä ääni matkustaa jopa 1500 metriä sekunnissa, eli rutkasti nopeammin kuin ilmassa. Kokonaisuudessaan asia ei kuitenkaan ole niin yksinkertainen, sillä äänen nopeuteen veden pinnan alapuolella vaikuttaa moni eri aspekti, kuten veden syvyys, suolapitoisuus, vuorokauden- ja vuodenaika, sekä paikka. Suurimmat syyt tekijöistä puhuttaessa liittyvät veden lämpötilaan, sekä paineen muutoksiin syvyyden kasvaessa; täten äänen nopeudelle ei voi laskea tarkkaa vakioarvoa. Äänen nopeus kasvaa mitä korkeampi veden lämpötila ja paine, eli syvyys. Lähellä veden pintaa ääni etenee nopeasti auringon lämmittämän vaikutuksen ansiosta ja mitä syvemmälle pinnan alapuolelle liikutaan ja kylmemmäksi veden lämpötila laskee, sitä enemmän taas nousevan paineen rooli korostuu. Kun paine kasvaa syvyyden myötä, kasvaa myös äänen nopeus. Veden lämpötilan saavuttaessa noin 2 asteen lämpötilan noin 1000 metrin syvyydessä, on saavutettu lähes vakioarvo. Tällöin paineella on suurin merkitys äänennopeuteen. Rannoilla ja suistoissa suuresti vaihteleva veden suolapitoisuus voi myös vaikuttaa asiaan, mutta avomerellä veden suolapitoisuuksissa ei ole suuria eroja, joten suolapitoisuuden rooli äänen nopeudessa on suhteellisen pieni (DOSITS 2025.)

Maapallon keskileveysasteilla, syvässä valtameressä noin 800–1000 metrin syvyydessä, esiintyy hitain äänennopeus, jota kutsutaan äänennopeuden minimiksi. Tämä äänennopeuden minimi luo äänikanavan, jossa ääniaallot voivat kulkea pitkiä matkoja, poukkoillen kanavan seinämissä eri korkeuksissa. Tässä äänikanavassa kulkee sekä merenelävien kommunikointi lajittovereiden kanssa, että ihmisen tuottama melusaaste, joka peittää alleen muut, merenelävien selviytymisen kannalta tärkeät äänet. Äänen osuessa meren pohjaan tai veden pintaan, menettää se energiaa hajoten ja kadoten liian monen osumiskerran seurauksena. Vaikka ääni ei veden pintaan tai meren pohjaan osuisikaan matkan aikana, menettää se silti energiaa *absorptioitumisessa*, eli imeytyessään ympäristöönsä matkan aikana. Matalataajuisista äänistä puhuttaessa tilanne on kuitenkin eri: nämä menettävät vain hyvin vähän energiaa

absorptioitumiselle, ja voivat siten kulkea pitkiä matkoja valtamerissä, mikäli eivät osu veden pintaan tai meren pohjaan. Korkeataajuiset äänet pystytään havaitsemaan parhaiten lyhyempien etäisyyksien päästä, sillä absorption määrä kasvaa äänen taajuuden kasvaessa. Kokonaisuuteen vaikuttaa luonnollisesti myös äänilähteen voimakkuus, sekä ympäristön taustamelu (DOSITS 2025.) Vuonna 1963 pieni räjähdys Perthin edustalla Australiassa tuotti kovan äänen, joka levisi jopa puolelle maapalloa. Se matkasi myös 3,5 tuntia länteen päin, jossa lopulta Pohjois-Atlantilla kaikki laivaston ryhmät havaitsivat räjähdyksestä aiheutuneen äänen (Clark 2014: 5:08.) Tämä osoittaa, miten tärkeää ihmisten on ymmärtää skaala meren läpinäkyvyyden ja äänen kyvyn kulkemisen suhteen valtamerissä.

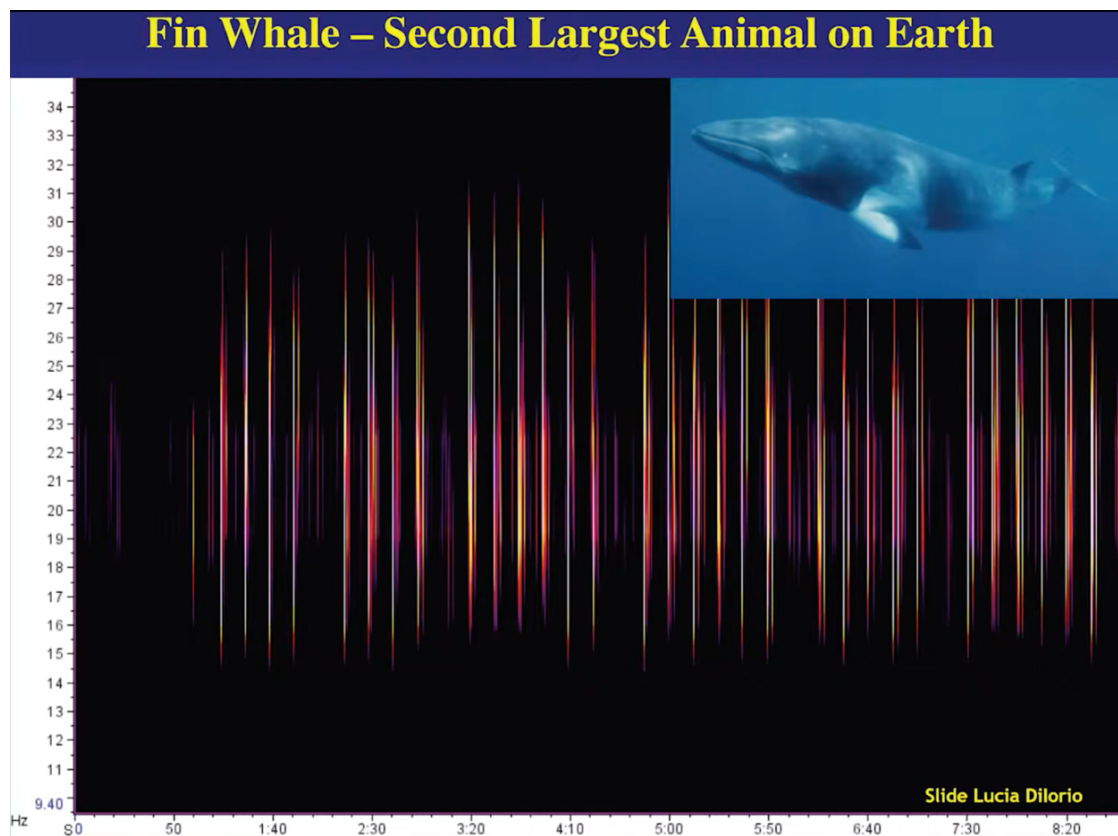
4.2 Merenelävien kuulokyky ja äänellinen kommunikaatio

Tutkielmassani tutkin ihmisen tuottamaa melusaastetta valtamerissä, ja miten merenelävien kommunikaatio ja muut elämän perustoiminnot kärsivät tämän seurauksena. Tässä alaluvussa kerron laajemmin merenelävien kuulokyvystä, joka on ihmisen kuuloon verraten varsin eriävä, sekä merenalaisten lajien äänellisestä kommunikaatiosta. Sisällönanalyysin menetelmää seuraten litteroin aineistoistani parhaiten merenelävien äänen käyttöä ja kuulo-ominaisuuksia avaavia esimerkkejä, joiden avulla muodostan rikkaan kokonaiskuvan äänellisten elementtien tärkeydestä veden pinnan alapuolella. Laadullisen sisällönanalyysin avulla lisään myös merenalaisen äänimaailman informaatioarvoa, luoden selkeän, yhtenäisen sekä mielekkään kuvan tutkimastani ilmiöstä erinäisiä aineistoja hyödyntämällä (Tuomi ja Sarajärvi 2017: 4.4.2)

Neurofysiologi Roger Payne toi 1960-luvun lopulla ensimmäisenä esille näkemyksen suurvalaiden kommunikoinnista ja laulusta sekä siitä mahdollisuudesta, että tämä lajin sisäinen kommunikointi yltaisi jopa valtameren yli (Lauhakangas 2016: 190). Siten suurvalaiden kommunikaatiosysteemi on ihmiskuntaan verrattuna ollut varsin kehittynyt jo miljoonia vuosia. Chris Clark (2014) on tutkimuksiaan tehdessään äänittänyt laajasti varsinkin valaiden tuottamaa ääntä ja valaiden laulua. Clarkin luennon analysointiin hyödynsin audiovisuaalisen aineiston analyysia, jotta pystyn tuomaan tutkielmaani visuaalisen materiaalin lisäksi tarkkoja äänellisiä elementtejä. Mari Pajala (2021) kuvaa audiovisuaalisen analyysin sisintä aineiston tarkkana kuuntelemisena ja katselemisena; näin äänen ja kuvan avulla muodostetaan merkityksiä (Pajala 2021). Clark käyttää äänen liikkumisen havainnollistamisessa runsaasti omia äänityksiään. Yhdessä hänen äänittämässään materiaalissa sinivalas laulaa 650 mailin, eli yli 1000

kilometrin päässä, mutta tämän yksilön toistuva ääni on selkeä, kaikuva ja surumielinen laskuääni. Clark kutsuu sinivalasta valtamerien laululinnuksi; Pohjois-Atlantilla tällä lajilla on havaittu taito laulaa yhtä nuottia 25 sekunnin ajan, toistuen joka 71 sekunti, ja noustessaan pintaan hengittämään 3–4 minuutin ajaksi, pystyy sinivalas sukeltaessaan jälleen jatkamaan lauluaan tahdilleen oikein, pitäen rytmin taidokkaasti samana koko ajan. Valaan sydän lyö vain pari kertaa minuutissa, mahdollisesti jopa vähemmän sen sukeltaessa. Täten valaan ymmärrys ajasta ja tilallisuudesta on omastamme suuresti eriävä (Clark 2014: 7:46.)

Valaslajeille kuulo on yhtä tärkeä aisti kuin ihmiselle näkeminen; kuulo on valaiden ensisijainen aisti, jonka avuin tapahtuvat kaikki elämän perustoiminnot, aina kommunikoinnista vaaran aistimiseen, ruoan paikantamiseen ja sosiaaliseen ryhmittymiseen (Farallones & NOAA 2025). Ryhävalaiden laulun on havaittu yltävän jopa kuuteen oktaaviin (Lauhakangas 2016: 190). Sillivalaan ääni eroaa vahvasti aiemmin mainitusta sinivalaan laulusta äänellisesti. Tämän lajin tuottama ääni on hyvin äänekkästä ja jopa mekaanista, muistuttaen koneen tuottamaa ääntä (Kuva 1). Tästä syystä kyseinen ääni herätti aikanaan myös laivaston kiinnostuksen, ja herätti oletuksen, että kyseinen ääni on vihollisten tuottamaa, eikä luonnollista (Clark 2014: 9:25).



Kuva 1. Sillivalaan tuottama ääni havainnollistettuna. Kuva: kuvakaappaus Chris Clarkin luennotta "The singing ocean 2014"

Rauno Lauhakangas (2016) vertaa äänen kulkua merenalaisissa äänikanavissa valon etenemiseen valokuidussa. Artikkelissaan ”Vedenalaisesta maailmasta” hän kuvaa maitovalaan hyödyntämää viestintämallia, jota hän vertaa TCP/IP-protokollaan, eli nykyisen tietoliikenteen rakenteeseen: ” Tämä protokolla muodostuu lähettäjän IP-osoitteesta eli nimestä ja lähettäjän datasta. Maitovalas lähettää siis ensin ”nimensä” ja odottaa noin 300 millisekuntia, jonka jälkeen se lähettää holozoonisen äänikuvan, eli viestinsä”. (Lauhakangas 2016: 190–194.) Maitovalaan tuottamissa äänissä toistuivat *klik*-äänet, joista muodostui lopulta yksilön ”nimi”, ja tämän lisäksi tutkijat havaitsivat erilaisia huutoja, naurunkaltaisia ääniä, kirkaisuja sekä ujeluksia. Klik-äänet ovat lyhyitä ja nopeita paineiskuja, joista syntyy heijastuksia niiden osuessa johonkin. Klik-ääni on tärkeä äänellinen elementti sekä valaiden että delfiinien tuottamassa äänessä. Mitä syvemmälle veden pinnan alapuolelle lajit uivat, sitä pimeämpää luonnollisesti tulee ja näkyvyys huononee. Tällöin korostuu äänenkäyttö; ääntänsä käyttäen yksilö hyödyntää *ääninäköään*, jonka avulla se pystyy havainnoimaan ja luomaan tarkan kuvan ympäristöstään. Delfiinien kuuloalue ylittää matalista taajuuksista hyvin korkealle, ultraäänialueelle asti, tarkoittaen siis kahdeksasta hertsistä jopa 250 000–300 000 hertsiin ulottuvaa kuuloaluetta. Ihmisen on vaikea ymmärtää tämän merenelävien hyödyntämän ääninäön tarkkuutta. Ominaisuus toimii eräänlaisena syväkuvauksena, sillä esimerkiksi sukeltajan kohdattessaan pystyvät delfiinit ja valaat äänensä avulla havainnoimaan koko ihmisen sisärakenteen, aina keuhkoista luustoon ja sydämen sykkeeseen. (Lauhakangas 2016: 194–198.) Delfiinit myös käyttävät ääntään monimuotoisesti. Ihmisille kuuluvat äännähdykset ovat sosiaaliseen vuorovaikutukseen tarkoitettuja keskitaajuisia ääniä. Ääninäköä käyttäessään, eli saalistaessaan ja ympäristöään havaitessaan, delfiinit taas luottavat korkeataajuisiin ääniin. (OCR 2025.)

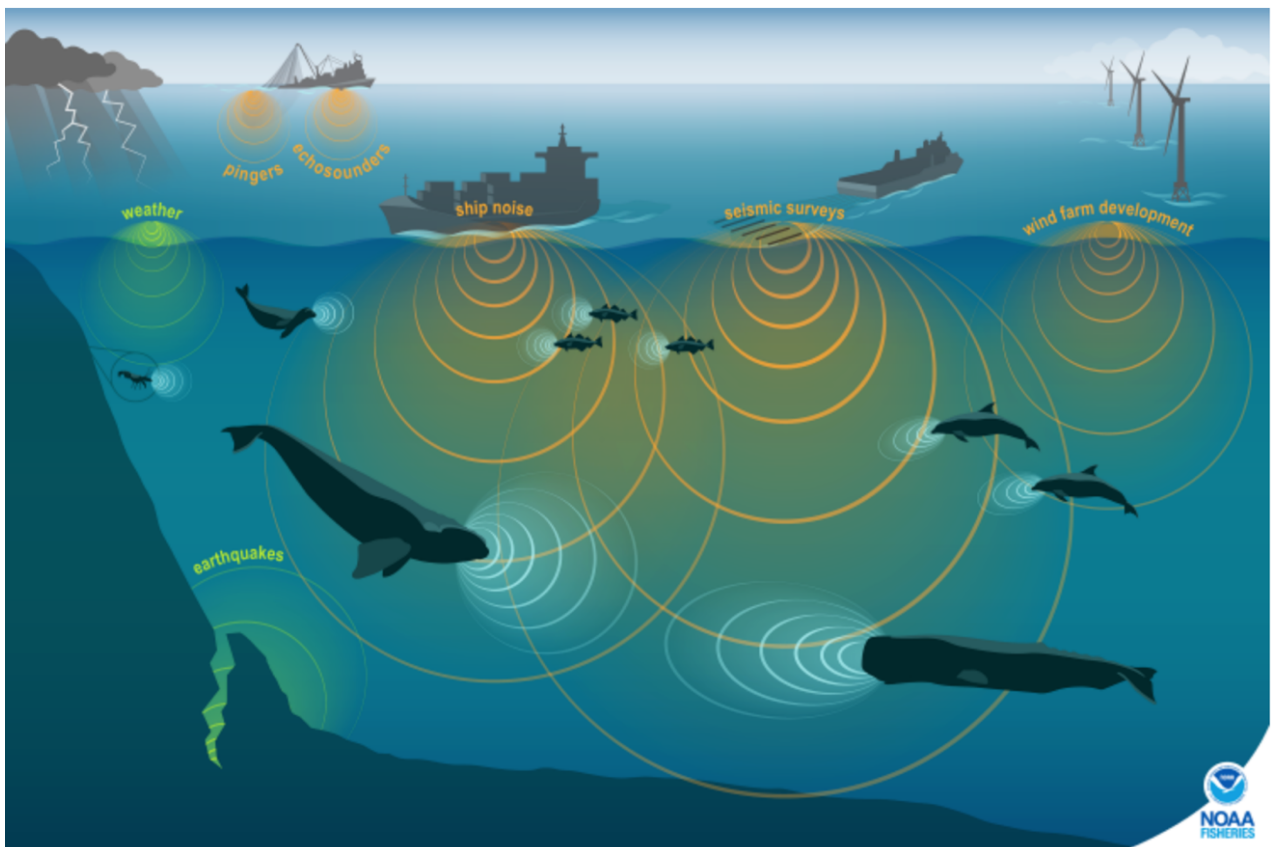
Ääntä meriin tuottaessaan ihmisten tulisi ottaa huomioon merenelävien vahvasti eriävä kuulo-kyky. Äänet, joita ihminen ei kykene kuulemaan tai tiedä edes olevan olemassa, voivat olla hyvin selkeitä veden pinnan alapuolella asuville lajeille. Tämä ilmeni Jim Nollmanin toteuttamassa musikaalisessa kokeilussa syksyllä 2002, jossa Nollman soitti kitaraa delfiineille ja valaille. Kitaran ääniin reagoitiin moninaisesti, mutta mitä Nollman ei ollut musisoidessaan vielä ottanut huomioon, on kitarasta lähtevät, yli 20 000 hertsiä ylittävät äänet, jotka ovat ihmiskorvan ulottumattomissa. Tämä ilmeni vasta nauhoituksen analysointi vaiheessa, jolloin Nollman havaitsi delfiinien äänellisen reagoinnin myös näihin kuuloalueemme ulkopuolella oleviin ääniin. Valaat sen sijaan pyrkivät ajoittamaan äänensä luovasti sointujen välialueille, eikä samanaikaisesti kuulemiensa kitaran äänten kanssa. (Lauhakangas 2016: 199.)

Läpi ihmisen historian löytyy kirjoituksia ja merkintöjä, joista ilmenee ihmisen vuorovaikutussuhde mereneläviin. Ihminen ja etenkin merien rannoilla eläneet kansat ovat olleet tietoisia näiden merissä elävien lajien kommunikointitavoista, äänimerkeistä ja laulusta, joita delfiinit ja valaat tuottavat. Merenelävät kommunikoivat ja reagoivat monin tavoin ihmisten tuottamaan ääneen. Hyvänä esimerkkinä toimii tapaus tutkimus Kuusisaarten saaristossa, Vianan Kemin edustalla: maitovalaiden todettiin reagoivan ahkerasti tutkijoiden tuottamaan äänimateriaaliin, joka syötettiin pinnan alle vedenalaisen hydrofonin ja kaiuttimen avuin. Maitovalaat vastasivat kuulemaansa, nousivat pintaan ja uiskentelivat veneen ympärillä. (Lauhakangas 2016: 187–193.) Lajit voivat myös oppia imitoimaan ihmisääntä. Jo vuonna 1987 havaittiin maitovalaan kyky kommunikoida ihmisille ihmisen äänen tavoin. Maitovalas komensi Yhdysvaltain laivaston sukeltajaa hänen korjaillessa maitovalaiden vedenalaista häkkiä. Sukeltaja nimeltään Bragget sai selkeän käskyn ”out”, eli ”ulos”, puhelimensa kautta, joka osoittautui maitovalas Nocin tuottamaksi. Kun asiaa alettiin tutkimaan syvemmin, huomattiin, että Noc todella pystyi jäljittelemään ihmispuhetta pitkissä, 20–30 sekunnin jaksoissa. (Lauhakangas 2016:199.) Tulevaisuuden tutkimukselle onkin mielenkiintoinen mahdollisuus tutkia syvemmin merenelävien kykyä koodata ihmisen tuottamaa ääntä.

Merinisäkkäiden lisäksi myös pienemmät lajit, kuten ravut, simpukat ja kalat, tuottavat kaikki ääntä. Esimerkiksi Atlantin aaltorummuttajat pitävät melua värähtelemällä, ja joskus kuoroavat tilallisesti parvissa jopa 25 kilometrin levyisillä alueilla (ICR 2025). Kaikki tuntemamme kalalajit näyttävät reagoivan ääneen (OCR 2025). Kaikki merenalaisten lajien tuottamat äänet eivät kuitenkaan esteettisesti aukea ihmisille, tai korreloidu ihmisen tuottaman äänimateriaalin kanssa; kaloista ja muita pienemmistä lajeista havaitut äänet voidaan kuvata ennemminkin poksahduksina, raapimisena, tömähdyksinä, jyrähdyksinä ja jauhamisena. Itse äänien syntyminen tuotetaan suurimmaksi osin hampaita ja luita yhteen hankaamalla tai uimarakon värähtelyllä. (ICR 2025.) Pistoolikatkaravut taas tuottavat saksiansa avulla keskitaajuista ääntä (Peng ym. 2015:12306). Merenelävät voivat parhaimmillaan jopa oppia kommunikoimaan toistensa kanssa, kehittären erityisiä sanastoja, joiden avulla jakavat tietoa toisten lajien yksilöiden kanssa.

5. Ihmisen ja koneiden tuottamien äänien vaikutukset veden pinnan alla

Merenalainen äänimaisema oli tasapainoinen ja luonnollinen kokonaisuus aina 1900-luvun alkuun asti. Sotateknologian kehityksen myötä vedenalaista äänimaailmaa koskevat ymmärrykset muuttuivat ratkaisevasti. Merenalaisesta äänimaailmasta tultiin tietoiseksi laitteita kehittäessä, mutta tällöinkin vain ihmisen hyödyn näkökulmasta; vedenalaisten mikrofonien avuin ihminen pystyi havaitsemaan sukellusveneitä maailmansotien aikana, ja kaikki muu mikrofonin havaitsema merenalainen ääni koettiin turhana ja häiritsevänä. (Lauhakangas 2016: 187.) Ihminen koki merenalaisen, luonnollisen äänen hälynä, ja alkoi itse tuottaa tämän päälle hiljalleen mereneläviä häiritsevää melusaastetta. Melun voi määrittellä ei-toivottuna ja ei-musikaalisena äänenä, ja se voi olla mikä tahansa kova, sekä häiritsevä ääni (Schafer 1977: 273). Schafer on teoksissaan ilmaissut teknisen kehityksen vaikutuksen ääniympäristöihin, ja kuinka nämä havaitut muutokset ovat edenneet aina vain huonompaan suuntaan ekologisen tasapainon kannalta (Uimonen 2005: 23).



Kuva 3. Merenalainen äänimaailma ja ihmisen tuottama melusaaste. Kuva: Greater farallones national marine sanctuary 2025 / NOAA

Aikaa kerkesi kulua kymmeniä vuosia sotateknologian kehittymisestä, kunnes itse tutkimus merenalaisesta, luonnollisesta äänestä otti tuulta alleen. Alulle pistäjä oli Frank Watlington, joka työskenteli Yhdysvaltain armeijalle ja osallistui Neuvostoliiton sukellusveneiden paikantamiseen liittyvään projektiin, jonka aikana hän paikansi ryhävalaiden tuottamia ääniä. Watlington jakoi havaintonsa neurofysiologi Roger Paynen kanssa, joka vei tutkimusta eteenpäin ja julkaisi valaiden laulusta jopa äänilevyn vuonna 1970. (Lauhakangas 2016: 190.) Näin merenalainen äänimaisema tuotiin ensimmäistä kertaa ihmisten ulottuville.

Merenalaista melusaastetta käsittelevän tutkielmani ytimessä on ihmisen toimesta aiheutuva, merenelävien ja merenalaisen luontoympäristön terveyttä uhkaava toiminta. Musiikkiteeilijä Juha Torvinen (2012) on todennut: ” Pitämällä luonnonympäristöä ja sen kriittistä tilaa tutkimuksen keskiössä ekomusikologia haastaa industrialismin ja teknologisen kehityskun – sekä sosiaalisen konstruktionismin, jolle ’luonto’ on lähinnä diskursiivinen muodostelma” (Torvinen 2012: 18). Tässä luvussa tutkin melusaastetta juuri tästä ekomusikologisesta lähtökohdasta. Ihmisen tuottamaa ääntä eritellessäni analysoin äänilähteitä siitä ekokriittisestä näkökulmasta, että ihmisen ja luonnon suhde ei ole tasapainossa, vaan ihminen on nostanut itsensä johtavaan roolin valtamerissä, tuottaen samalla mereneläville terveydellistä haittaa. Käytän luvussa käsitettä *ääniympäristö*, joka sisällyttää ihmisen toiminnasta johtuvat teknologiset äänet, aiheuttaen negatiivisen terveysriskin ja vaikuttaen negatiivisesti myöskin viihtyvyyteen (Ampuja 2016:87). Käsitelen ihmisen tuottamaa ääntä valtamerissä myös akustisen ekologian näkökulmasta, tuoden esiin eri äänilähteiden yksilöllisiä haittavaikutuksia, painottaen merenalaisen äänimaailman epätasapainoa ihmisen hyväksi (Uimonen 2005: 22).

Aineistoihin perehtyessäni ilmeni aiemmista tutkimuksista useita, ihmisen toiminnan seurauksena syntyviä äänilähteitä, joista laadullisen sisällönanalyysin keinoin erottelin suurimmat ja merenelävien hyvinvoinnin kannalta uhkaavimmat. Tuomi ja Sarajärvi (2017) toteavat, että sisällönanalyysin pyrkimyksenä on ennen kaikkea kuvata aineistojen sisältöä sanallisesti, joka toimii tämän luvun pääasiallisena pyrkimyksenä. Sander Von Benda-Beckmann (2024) on erotellut ihmisen tuottamasta äänestä valtamerissä viisi dominoivinta melun tuottajaa, joita hän nimittää käsitteellä ”*the big 5*”. Nämä viisi suurinta äänilähdettä ovat merellä sijaitsevat tuulipuistot, kaupallinen laivaliikenne, seismiset ilma-aseet, kaikuluotaimet ja vedenalaiset räjähdyskset, luoden yhdessä rauhattoman ääniympäristön veden pinnan alapuolelle. Akustisen

ekologian avulla tällaisten kovien äänien seurauksia voi tutkia merenelävillä ilmenevien, fyysisten reaktioiden kautta, joita ovat kuulon heikentyminen ja kuuroutuminen, stressi sekä käyttäytymishäiriöt (Von Benda-Beckmann 2024: 7:14.) Kalalajeista puhuttaessa stressaavat äänet voivat vaikuttaa esimerkiksi koordinaatioon ja navigaatiokykyyn sekä pesimistottumukseen (IFAW 2025). Merenalaiset ekosysteemit ovat monimutkaisia kokonaisuuksia, joissa eri osa-alueet ovat tiiviisti yhteydessä toisiinsa; tämä tarkoittaa sitä, että melusaasteen suorat vaikutukset yhteen tiettyyn lajiin vaikuttavat aina myös epäsuorasti toisiin lajeihin (IFAW 2025). Tämä äänellinen vuorovaikutus ja ihmisen tuottamasta melusta aiheutuvat vaikutukset koko merenalaiseen ekosysteemiin ovat äänimaisemaekologisesta näkökulmasta katsottuna äärimmäisen tärkeitä; meidän tulee melusaasteen lisäksi ymmärtää merenalaista ekosysteemiä ja sen omia, luonnollisia ääniä sekä merenalaisten lajien että muiden elävien organismien vuoksi.

Ihmisen tuottaman melun voi intensiteetin ja taajuuden perusteella jakaa korkean intensiteetin impulsiiviseen meluun, jota tuottavat esimerkiksi seismiset ilta-aseet ja vedenalaiset räjähdykset, sekä matalataajuiseen, paikallaan olevaan meluun, jota tuottavat muun muassa valtamerialukset (Peng ym. 2015:12306). Impulsiivisen äänen ilmenemisen vuoksi on kehitetty melukriteereitä merinisäkkäiden kuulovaikutuksia varten, jossa ero tehdään pulssin omaisten äänien sekä ei-pulssin omaisten äänien välille. Eri lähteiden asettamissa kriteereissä esiintyy eroja, mutta yleisesti ottaen pulssinomaiset äänet ovat laajakaistaisia, atonaalisia, lyhytaikaisia signaaliääniä, joihin lasketaan muun muassa paalutustyöt ja vedenalaiset räjähdykset. Ei-pulssinomaiset äänet ovat lyhytaikaisia signaaleja, joilta puuttuu pulssimaiset ominaisuudet, kuten nopeat nousut. Täten esimerkiksi ajoittaiset kaikuluotaimien äänet ovat ei-pulssinomaisia. (Von Benda-Beckmann 2024: 15:49- 16:44.) Erittelen seuraavaksi näiden dominoivien äänilähteiden äänellisiä ominaisuuksia tarkemmin.

Chris Clark (2014) kuunteli kauniin valaan laulun lisäksi veden pinnan alapuolella ilmenevää, ihmisen tuottamaa meluhaittaa. Seismiset ilma-aseet, joita ihmiset käyttävät öljyn ja kaasun etsimiseen valtamerissä, tuottavat voimakkaan räjähdysäänien joka 10–15 sekunti, sinkoutuen merenpohjaan. Räjähdys aiheuttaa jopa 265 desibelin suuruisen äänen. (Clark 2014: 17:17.) Takaisin heijastuva signaali puretaan kuvaamaan pohjan alla olevaa kasvualustaa (OCR 2025). Audiovisuaalisen analyysin kautta kuvattuna seismisen ilma-aseen ääni on kuin avaruus elokuvasta lainattu äänitehoste, kumea räjähdys, joka leviää nopeasti ympäristöönsä muuttuen korkeasta matalaksi. Nämä räjähdysäänit kulkevat valtamerissä tuhansien

kilometrien päähän ja tutkimukset kestävät pahimmillaan viikkoja, jopa kuukausia. Samanlaisesti, joka räjähdysen yhteydessä, kaksi kolmasosaa kaikista meriplanktonin toukista kuolee kilometrin säteellä räjähdyksestä. Meriplanktonin rooli valtamerissä on korvaamaton terveiden ekosysteemien ja ravintoketjun säilymisen kannalta (DW Planet A 2022: 10:11).

Ekokritiikin avulla tätä aihetta tutkiessa voidaan nostaa esiin erityisesti eettiset ongelmat; seismisten ilma-aseiden käytön seurauksena täsmentyy ihmisen tuhoava toiminta veden pinnan alapuolella ja merenalaisten lajien jatkuva vaaraan asettaminen. Ekomusikologian kautta katsottuna tämä meriplanktonin toukkiin kohdistuva ja kokonaiseen ekosysteemiin vaikuttava äänihaitta on tärkeä tutkimusaihe tulevaisuudessa, johon ihmisten tulee pureutua kestävämpää tulevaisuutta rakentaessaan.

Clark kuunteli tätä 10 sekunnin välein ilmenevää, seismisistä ilma-aseista lähtevää ääntä Irlannissa, kun itse tutkimus toteutettiin Brasilian edustalla (Clark 2014: 7:01). Tutkimuksista on selvinnyt seismisten ilma-aseiden häiritsevä vaikutus myös esimerkiksi valaiden ja eri kalalajien elämään. Näiden tutkimus tulosten avulla, ekomusikologisesta näkökulmasta katsottuna, voi havaita selkeästi ihmisen valta-aseman valtamerissä; merenelävät joutuvat melun vuoksi siirtämään elinympäristöään, näiden kuulo heikkenee, melu aiheuttaa stressiä sekä pahimmassa tapauksessa lajien kuolemaa (OCR 2025). Seismisten ilma-aseiden on todettu myös vaurioittavan jätti kalmarien sisäelimiä ja aiheuttavan tilapäisiä kuulovaurioita merikilpikonille (IFAW 2025). Ekokriittisestä näkökulmasta katsomalla ihminen tuottaa täten oman hyvinvointinsa ja kuluttamistottumuksiensa kustannuksella suuret määrät tuskaa mereneläville ja koko merenalaiselle ekosysteemille sekä vaikuttaa negatiivisesti merenalaiseen ääniympäristöön.

Tulevaisuuden energian tuottamisen tutkimusaiheena ovat tällä hetkellä merellä sijaitsevat tuulimyllyt ja tuulipuistot. Kyseessä on vaihtoehtoinen vihreän energian muoto, jonka puoleen jo monet maat ovat kääntyneet, ja jonka käyttö tulee lisääntymään seuraavien vuosikymmenten aikana. Esimerkiksi Pohjanmeren alueille on olemassa kunnianhimoisia suunnitelmia tuulipuistojen rakentamiseen liittyen. Kyseinen energiamuoto on merkittävä parannus verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin, mutta tuulipuistojen rakennusvaiheessa esiintyy kuitenkin suuret määrät impulsiivista, häiritsevää ääntä. (Von Benda-Beckmann 2024.) Tyypillisesti tuuliturbiinien paalut kasataan merenpohjaan varasoimalla. Paalutustöistä lähtevä ääni on sarja kovia, kumeita pamauksia, jotka toistuvat muutaman sekunnin välein, välittäen suuret määrät

akustista energiaa ympäristöön. Myös koneiston vaihteistosta siirtyy melua veteen mastoa pitkin ja lopulta suurien tuulipuistojen turbiinien kärkipyörteiden yhdessä aiheuttama melu, ”thwap” äänen kuoro, muodostaa suuria, häiritseviä äänikenttiä (OCR 2025). Pyöriäisiin kohdistunut tutkimus Pohjanmerellä osoittaa paalutustöistä johtuvaa välttely käyttäytymistä, kulkokaatioon viittaavien klik-äänien selkeää vähentymistä, sekä lajin alueelta pois siirtymistä, mikä osoittaa tuuliturbiinien häiritsevän luonteen ja melusta aiheutuvat vakavat seuraukset (Von Benda-Beckmann 2024: 10:37–37:12).

Kaikuluotaimista aiheutuva ääni on signaalimaisen korkea, korvia huumaava ja koko kropan lävistävä ääni, jota voi kuvailla ”pyyhkäiseväksi”, nousevaksi ja särkeväksi. Ääntä voisi verrata kaupunkien varoitusäänimerkkiin, mutta tämä versio on korkeampi ja läpäisevämpi. Kaikuluotaimen ääni on liian voimakas ja luonnoton valtameriin, ja ääni aiheuttaa merenelävissä paniikkia; päästäkseen pois melun piiristä lajit nousevat pintaa kohti liian nopeasti, mikä aiheuttaa dekompressiotautia¹ sekä kaasukuplaleesioista² johtuvia ihovaurioita. Neljän tunnin sisällä äänelle altistumisesta lajeilla voi esiintyä myös aivojen ja sydämen verenvuotoa. (IFAW 2025.) Keskitaajuisia sotilasluotaimia on pidetty yhtenä huolestuttavimmista akustisista vaaroista merenalaisen elämän ja ääniympäristön suhteen. Keskitaajuudella tarkoitetaan ihmisen kuulokaistan sisällä 1 ja 10 kilohertsin välillä kuultavaa ääntä. Vakavina ja surullisina esimerkkeinä voidaan pitää tapauksia, joissa sotilasluotaimien tuottaman äänen seurauksena rantaan on huuhtoutunut lahti- ja hammasvalaita sekä delfiinejä. (OCR 2025.)

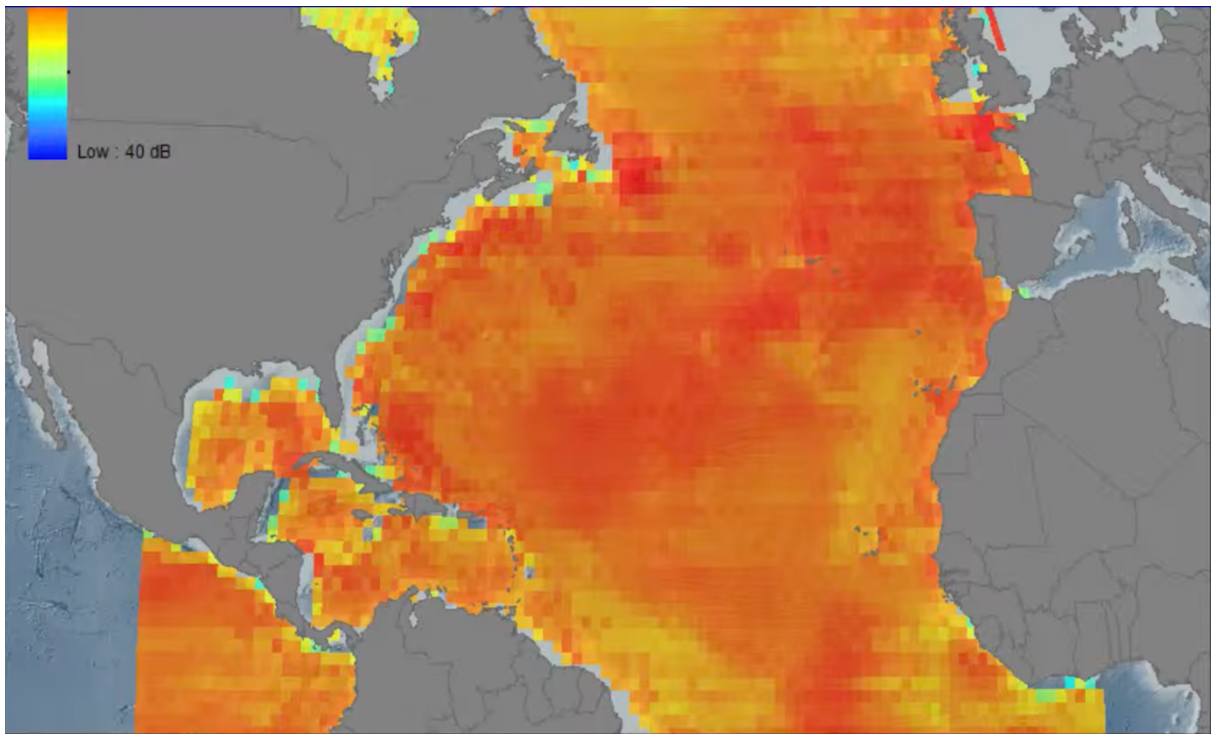


Kuva 4. Kansainväliset kauppareitit ja niiden aiheuttama melusaaste on maailmanlaajuinen ongelma. Kuva: OCR 2025.

¹ Sukeltajantauti. Tämä sairaus aiheutuu paineen nopean alenemisen seurauksena (Terveyskirjasto 2021)

² Elimistössä syntyvät kuplat, jotka aiheuttavat vakavia vaurioita ja vammoja.

Laivat tuottavat valtavat määrät säteilevää matalataajuista energiaa ja nämä laivojen äänet voidaan kartoittaa nykyään helposti. Valtameriä ylittävä kaupallinen laivaliikenne aiheuttaa melua joka puolella planeettaa potkureiden aiheuttaman kavitaation, turbulenssin ja laivan rungon läpi vaeltavan mekaanisen melun vuoksi (OCR 2025). Kavitaatiolla tarkoitetaan suurten rahtialusten potkureista aiheutuvien kuplien kasvamisen ja hajoamisen jälkeisen äänekään polun aiheuttamaa ääntä. Laivojen moottoreiden ääni on nopeatempoista matalaa jytinää, toistavaa *täkä-täkä-täkä-täkää*, jonka alta myös ihmisen on vaikea kuulla mitään. Kun kaupallinen laiva ylittää valaan, menettää tämä valas yksilö kuulokykynsä sekä mahdollisuuden kommunikoida lajitovereidensa kanssa. Laivan tuottama ääni toisin sanoen sokeuttaa ja kuurouttaa yksilön hetkellisesti useita kertoja päivässä, eli valaan akustinen systeemi tuhoutuu. (Clark 2014: 13:25.) Laivaliikenteestä johtuvan melusaasteen vähentämiseen on yksinkertainen ratkaisu: alusten hitaampi nopeus. Hitaammin kulkevilla valtamerialuksilla sekä pienemmillä laivoilla olisi jo suuri vaikutus valtamerien hiljenemiseen (IFAW 2025). Laivaliikenteestä koitua melusaaste ei kuitenkaan katoa niin kauan kun kansainvälistä laivaliikennettä tapahtuu. 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen aikana suurten rahtialuksien määrä on kasvanut tasaisesti 8–14 %. (Peng ym. 2023: 12306.) Laivaliikenteestä johtuvan meluhaitan on katsottu mahdollisesti jopa kasvavan tulevaisuudessa, johtuen ilmastonmuutoksesta ja ilmaston lämpenemisestä. Esimerkiksi Atlantin pohjoisosissa meren yläkerroksien lämpeneminen voi edistää laivoista leviävää ääntä laajemmille alueille. (De Jong 2024: 7:41-8:19.)



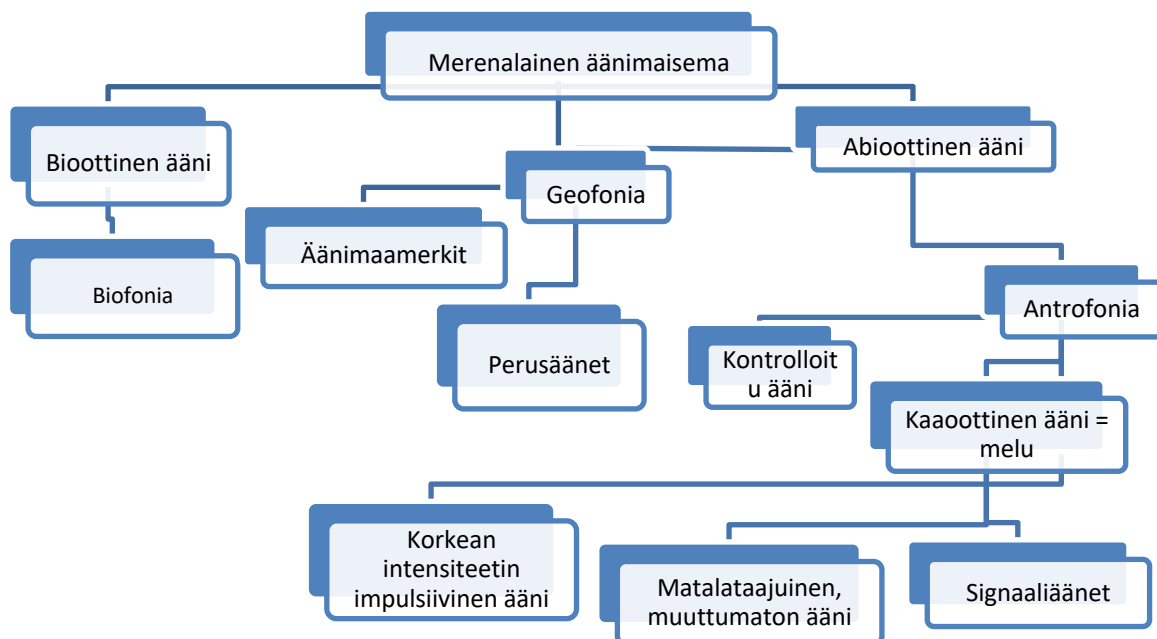
Kuva 1. Kaupallisesta merenkulusta aiheutuva melusaaste Atlantin valtamerellä. Kuva: kuvakaappaus Chris Clarkin luennolta ”The singing ocean 2014

Rauno Lauhakangas (2016) mainitsee artikkelissaan myös tuhansien kilometrien päässä sijaitsevien sukellusveneiden havaitsemiseen tarkoitettujen voimakkaiden äänitutkien kehittämistä: Yhdysvaltain merivoimien käytössä olevien äänitutkien tuottama ääni on matalataajuista äänienergiaa, jonka seurauksena valaiden kuuloaisti pirstoutuu ja tämä valaiden kokemus on näyttäytynyt pintaan syöksymisenä (Lauhakangas 2016: 199). Ihminen tuottaa valtameriin myös digitaalisia sekä kovia, epämiellyttäviä hankaamisen ääniä, joilla ei ole luonnollista analogiaa. Tällaiset luonnottomat äänet saattavat olla merenelävien sopeutumiskyvyn ulkopuolella, joka tekee tällaisista äänistä epäterveellisen ja rauhattoman elementin merenalaiseen ääniympäristöön. Tärkeää olisi huomioida, että eläinten kuulo on erilainen ja merenalaiset lajit voivat olla herkkiä eri tajuuksille sekä taajuusalueille. (Von Benda-Beckmann 2024:15:12.) Kun ihminen tuottaa paljon ääntä veden pinnan alapuolelle, on hankalaa olla koskaan täysin häiritsemättä mereneläviä. Tulevaisuudessa tutkijoiden määränpäänä onkin selvittää merenalaisten lajien äänen sietokyky, eli se äänitaso, jonka kanssa merenelävät kykenevät elämään. Tämä tarkoittaa luonnollisesti myös äänen tuottamiseen liittyviä kansainvälisiä rajoituksia. (Von Benda-Beckmann 2024: 37:25–37:41.) Vielä vuonna 2025 kansainvälisiä standardeja valtamerien melusaasteen säätelylle ei ole olemassa, mutta tilanteen kriittisyyteen on kuitenkin alueittain herätty: yksittäiset satamat ja kunnat ovat laatineet melusäätelylle omat sääntönsä. Hyvänä esimerkkinä toimii Vancouverin satama, joka tarjoaa niille aluksille alennuksia, jotka omaehtoisesti ovat päättäneet noudattaa ympäristömääräyksiä. Myös Euroopan unionissa on varmistettu lajien ja elinympäristöjen suojeleminen asettamalla pakollisia kynnysarvoja vedenalaiselle melusaasteelle, tarkoittaen, että EU:n jäsenvaltiot integroivat kyseiset kynnysarvot meristrategioihinsa. Tällä varmistetaan myös toiminta melurajojen ylittämisen estämiseksi näiden maiden vesillä. (IFAW 2025.)

6. Merenalaisen äänimaailman tasot ja ääni tutkimuksen rajaobjektina

Schafer on maininnut katsovansa maailmaa maailmankaikkeudellisena, musiikillisena sävellyksenä (Schafer 1977: 5). Tällaisena voi nähdä myös merenalaisen ääniympäristön; kokonaisuus geofonisen, biofonisen ja antroponisen kerrostumia, joka rakentuu rikkaaksi äänimaisemaksi. Tätä kokonaisuutta tutkiessa tulee painottaa eritoten kuuntelua ja kuuloa; näiden merkitys on erityisen suuri melusaasteeseen ratkaisemisessa (Uimonen 2005: 24). Äänimaisemaa analysoidessa tarkkailun alle otetaan ne äänimaailman merkittävät äänelliset ominaisuudet, jotka ovat tärkeitä joko niiden moninaisuuden, yksilöllisyyden tai dominoivan luonteensa vuoksi (Schafer 1977: 9). Nämä voidaan edelleen jakaa kolmeen kategoriaan: perusääniin, signaaleihin ja äänimaamerkkeihin (Taulukko 1). Tässä luvussa erittelen merenalaisen äänimaiseman eri kerroksia, niiden tuottamia merkityksiä ja tunnusmerkkejä merenalaisen ääniympäristön hyvinvoinnin ja akustisen ekologian näkökulmista. Äänimaisemaekologian ja akustisen ekologian avulla näihin eri äänikerroksiin syventymällä ja niiden vaikutuksia tutkimalla ymmärrys ympärillämme vaikuttavista äänistä kasvaa. Näitä ääniä tarkemmin kuuntelemalla voi ihminen oppia parempaan vuorovaikutuskykyyn luonnon kanssa ja elämään tasa-arvoisemmassa suhteessa ympäröivän luonnon kanssa.

Taulukko 1
Merenalaisen äänimaiseman kerrokset



6.1 Äänimaiseman kerrokset

1950-luvulta lähtien merenkulun aiheuttama vedenalainen melu on kaksinkertaistunut vuosikymmenittäin. Kaupallinen merenkulku on kokonaisuudessaan suurin melun tuottaja valtamerissä, ja tällä on erityisen negatiivinen vaikutus valaiden hyödyntämään äänikanavan kautta kulkevaan pitkän matkan kommunikointiin, mutta myös ylipäättään merenalaisten ekosysteemien ja merenelävien hyvinvointiin. Vedenpinnan alapuolella ilmenee sekä bioottista ja abioottista ääntä, jotka ovat molemmat merenalaisten organismien selviytymisen ja lisääntymisen kannalta tärkeitä. (Peng 2023: 12306.) Merenelävien tuottamaa ääntä kutsutaan *biofoniksi*. Nämä elävien olentojen tuottamat äänet ovat ympäristönsä määritteleviä ääniä, vaikuttavat toisten lajien ääntelyyn ja myös ihmisten tunteisiin ja käyttäytymiseen. Merissä asuva merenalaisten lajien kokonaisuus on moninaisuudessaan merenalaisen maailman tukisysteemi. (Clark 2014: 2:07.) Lajit kehittävät ja ajoittavat tuottamia ääniä, jotta ne erottuvat ympäristössään eivätkä huku muiden äänten alle (Waddington 2022). Meneillään oleva ekokriisi ja vähitellen kasvavassa määrin oleva ymmärrys maanpäällisten lajien hyvinvoinnista on herättänyt ihmiset kuuntelemaan luonnon ja eläinten ääniä sekä niiden mahdollista puuttumista (Waddington 2022). Ihminen hakeutuu luonnostaan ympäristöön, jossa kuulee biofonian ääniä. Paikat, joissa geofoniset ja biofoniset äänet hallitsevat ja antroponinen kerros on minimoitu, antaa pohjan ”luonnolliselle hiljaisuudelle”; nämä äänimaiseman luonnolliset äänielementit ovat rauhoittavia ja maadoittavia (Waddington 2022). Seuraava askel on laajentaa kuuntelua ja ymmärrystä myös veden pinnan alapuolelle ja sisällyttää biofoniaa koskeva huoli myös mereneläviä koskevaksi. Kestävyys toimii ekomusikologian yhtenä peruspiirteenä sekä tutkimusmenetelmänä, ja toimii siksi korvaamattomana työkaluna oman tutkielmani tekemisessä, mutta myös tulevaisuudessa äänimaisemia havainnoivissa tutkimuksissa. Meluhaitta on nykypäivän suuri ongelma kaikille lajeille. Ihmisen tulee planeettamme hyvinvoinnin takaimiseksi etsiä tasapaino, eikä pyrkiä korottamaan itseään asemaan, jonka vuoksi ympäristö ja muut lajit kärsivät.

Abioottisen äänen toinen puoli koostuu luonnollisista taustaäänistä, eli geofoniasta. Näitä ovat esimerkiksi aaltojen iskeytyminen rantaan, vuoroveden liikkeet, sateen ropina veden pintaan sekä merenalaisista maanjäristyksistä ja tulivuorenpurkauksista syntyvät äänet. Edellä mainitut tuottavat ajoittain kovaakin taustaääntä, mutta näiden syntyminen on luonnollista ja on ollut kuultavissa maapallolla jo miljoonien vuosien ajan. Merenalaiset lajit ovat aikojen saatossa sopeutuneet tähän taustaan ja geofoniset äänet jakavat tärkeää tietoa ympäristöstä merellisille

organismeille. Tämä ympäristön tuottama akustinen tieto onkin elintärkeää selviytymisen suhteen monille meren eliöille. (Peng ym. 2015:12306.) Geofoniset äänet voidaan lukea kuuluvan perusääniin; perusääniä ei tavallisesti kuunnella tietoisesti, vaan nämä luovat luonnollisen taustaaäänien jatkumon, jota vasten muut äänet heijastuvat (Schafer 1977: 232). Itse miellän osan geofonian äänistä, kuten merenalaiset tulivuorenpurkaukset ja maanjäristykset, myös äänimaamerkeiksi. Äänimaamerkit ovat ainutlaatuisia, yhteisöllisesti tärkeitä ääniä (Uimonen 2005: 45).

Merenalaiset äänet ilman itse merenelävien tuottamaa ääntä voidaan jakaa abioottiseen sekä *antrofoniiseen* ääneen. Kaikkeen ihmisen tuottamaan ääneen viitattaessa puhutaan antroponiasta. Antrofonian voi edelleen jakaa kontrolloituun ääneen sekä kaoottiseen ääneen (Taulukko 1). Jälkimmäisellä tarkoitetaan *melua*, joka on erityisesti tämän tutkielman ytimessä. Antroфонia merenalaisessa maailmassa koostuu viidennessä luvussa mainitsemistani melun tuottajista, eli tuulipuistoista, kaupallisesta laivaliikenteestä, seismisistä ilma-aseista, kaikuluotaimista ja vedenalaisista räjähdyksistä aiheutuvista äänistä. Nämä luonnollisesta ääniympäristöstä eriävät, luonnottomat äänet, voidaan liittää *signaaleihin*; signaaliäänet ovat tietoisesti kuunneltavia ääniä, jotka erottuvat ympäristöstään selkeästi (Uimonen 2005: 45). Antroфонia muokkaa merenalaista maailmaa monin tavoin, aiheuttaen merenalaisille lajeille terveydellistä haittaa rauhattoman melutason seurauksena. Ihmisen tuottama ääni tuottaa aiemmin eriteltyjen, fyysisten vaurioiden lisäksi kuuloaistin estymistä, jota kuvataan termillä *auditory masking* (Peng 2023: 12308). Tällä viitataan ihmisen tuottaman äänen seurauksena syntyvään melupeittoon, jonka vuoksi merenelävien normaalit perustoiminnot häiriintyvät kokonaisuudessaan. Abioottisten ja bioottisten äänilähteiden välinen epätasapaino on merkki ihmisen valta-asemasta veden pinnan alapuolella; ihminen tuhoaa hiljalleen biosfääriä meriin syöttämällä melusaasteella. Ekokriittisen näkökulman avulla voimme tarkastella melusaasteen tuottamista; minkälaisia merkityksiä ihmiskunta antaa merenalaiselle äänimaisemalle tuottaessaan merenalaisille lajeille terveydellistä haittaa aiheuttavaa melusaastetta, ja vaikuttavatko nämä merkitykset tapoihimme kohdella tätä ympäristöä ja luontoa ylipäätään (Torvinen 2012: 14–15).

6.2 Ääni rajaobjektina tutkimuksessa

Äänen merkityksestä sekä melusaasteesta käyty keskustelu ulottuu useisiin eri tieteenhaaroihin ja eri tieteenalojen tutkijat ovat tehneet yhteistyötä ekologisemman tulevaisuuden takaamiseksi. Antrofoninen äänikerros heijastaa ennen kaikkea kuultavissa olevan äänimateriaalin muutosta sekä paikallisella että maailmanlaajuisella tasolla (Quinn 2023: 238). Ilmastonmuutos ja ympäristössä havaitut muutokset ihmisen toiminnan seurauksena herättävät laajasti huolta, ja aihe toimii siten myös oivallisena aiheena monipuoliselle tutkimuksen tekemiselle. Ihmisen toimesta ilmenevä meluhaitta on kokonaisuus, jota yksi tietty tutkimusala ei pysty yksinään ratkomaan, vaan kyseinen ekologinen kriisi vaatii monimuotoisen tiimin ja tieteenhaarojen välistä yhteistyötä.

Poikkitieteellisissä tutkimuksissa on hyödynnetty *rajaobjektin* käsitettä, jolla viitataan asiaan, joka rakentaa sillan eri alojen välille ja toimii yhdistävänä tekijänä tutkimuksen tekemisessä. Kokoelmateoksen *Sounds, Ecologies, Musics* (2023) artikkelissa ”The Audible Anthropocene: Sustainable Bridging of Arts, Humanities, and Sciences Scholarship through Sound” eri tieteenalojen tutkijat tutkivat lintujen laulua suhteessa antroposeeniin ja tutkimuksen rajaobjektiksi asetettiin ääni (Quinn ym. 2023: 238–259). Näin tutkimuksessa pystyttiin hyödyntämään taiteiden, humanististen tutkimusalojen, kuten musiikkitieteiden ja kirjallisuustieteiden, sekä luonnontieteellisen tutkimusalojen tutkimusmenetelmiä. Lopputuloksena oli tutkimuksen roimasti laajentunut perspektiivi ja uusia työkaluja kestävämmän tulevaisuuden varalle. (Quinn 2023: 238–239.) Tämä osoitti myös itsessään ääneen liittyvät moninaiset arvot: ääntä voidaan lähestyä ja tutkia muun muassa kirjallisesta, musiikillisesta, ekologisesta, sosiaalisesta ja psykologisesta näkökulmasta. Ekologisia kriisejä käsittelevien poikkitieteellisten tutkimuksien rajaobjektina voi yhtä hyvin toimia myös kestävyys, joka todettiin edellä mainitun tutkimuksen johtopäätöksessä. (Quinn ym. 2023: 256.)

7. Yhteenveto

Kandidaatin tutkielmassani olen perehtynyt valtamerissä ilmenevään, ihmisen tuottamaan melusaasteeseen ja tämän aiheuttamiin seurauksiin merenelävien ja merenalaisen ekosysteemin hyvinvoinnissa. Pääasiallisena tutkimusmenetelmänä melusaastetta tutkiessa toimi ekomusikologia, jonka lähtökohtina ovat kestävyys sekä aktivismi; nämä näkökulmat koko tutkielmaa tukevana menetelmänä auttoivat tuomaan esiin ihmisen ja luonnon välisen epätasapainon. Tämän valossa erittelin niitä tapoja, joilla ihminen on nostanut itsensä luonnottomaan valta-asemaan suhteessa mereneläviin ja tuhoaa toiminnallaan koko maapallon kannalta tärkeää biosfääriä. Tutkielmassani aiempien, eri tieteenaloilla toteutettujen tutkimuksien kautta keräsin yhteen tietoa merenelävien tuottamista äänistä ja itse äänen kulkemisesta valtamerissä, sekä mitkä tekijät näihin vaikuttavat. Tiedon keruussa hyödynsin laadullisen sisällönanalyysin työkaluja. Äänimaisematutkimuksen, akustisen ekologian ja äänimaisemaekologian avulla pidin äänen tutkielman tulokulmana, tuoden ilmi myös kestävyyteen liittyvät ongelmat ekokritiikkiä hyödyntämällä.

Tutkielmassani havainnoin eri merenelävien, sekä merinisäkkäiden että muiden lajien, äänen käyttöä ja sen merkitystä jokapäiväisessä elämässä veden pinnan alapuolella. Merenelävät luottavat kuuloaistiinsa erityisen paljon, sillä esimerkiksi meren syvyyksissä näkyvyys on erittäin huono. Tällöin yksilön tuottamalla äänellä on tärkeä rooli, sillä äänen avulla tapahtuu ympäristön, vaaran ja ravinnon havainnointi. Kun syvällä meren pimeydessä merenelävien näköaisti heikkenee, tulee eri lajien hyödyntämä ääninäkö erityisen tärkeään asemaan. Ääninäkön avulla lajit pystyvät havainnoimaan ja luomaan tarkan kuvan ympäristöstään. Syvenyin ja kuvasin laajalti erityisesti eri valaslajien sekä delfiinien tuottamaa ääntä hyödyntäen audiovisuaalisen aineiston analyysiä ja sen tarjoamia työkaluja äänen tutkimiseen, ja avasin merenalaisten lajien suuresti eriävää kuulo skaalaa verrattuna ihmisen kuulemiin ja tuottamiin ääniin. Lajien ääntely on kokoelma klik-ääniä, tömähdyksiä, raapimista ja muita ääniä, jotka eivät ihmiskorvalle aukea. Merenalaiset lajit ovat oppineet kommunikoimaan meren syvyyksissä miljoonien vuosien aikana luoden tapoja, joilla pitää yllä sosiaalisia suhteitaan. Täten merenelävien viestintätapa on paljon ihmisten kehittämää viestintää ja siihen liittyvää laitteistoa edellä.

Tutkielmassani avasin äänen liikkumiseen liittyviä elementtejä veden pinnan alapuolella, ja mitkä tahot tähän vaikuttavat eri tilanteissa. Lämpimässä pintavedessä ääni liikkuu nopeasti ja

syvällä meren pimeydessä, korkeassa paineessa, matkaa ääni jopa tuhansien kilometrien päähän. Suurimmat tekijät äänen liikkumisessa liittyvät siis lämpötilan muutoksiin sekä syvyyteen, eli korkeaan paineeseen. Äänen liike vedessä on runsaasti nopeampaa kuin ilmassa; yhden sekunnin aikana ääni kerkeää matkata vedessä 15 jalkapallokentän pituisen matkan, eli noin 1500 metriä, kun taas ilmassa samassa ajassa ääni matkaa vain noin 340 metriä (DOSITS 2025). Tärkeäksi kanavaksi äänen matkaamisen kannalta osoittautuu noin 800–1000 metrin syvyydessä ilmenevät äänikanavat, jossa ääniaallot voivat kulkea pitkiä matkoja. Tätä hyödyntävät eritoten merinisäkkäät, ja äänikanavat mahdollistavat kommunikoinnin lajitoverin kanssa jopa useiden tuhansien kilometrien päähän. Näitä kommunikointi kanavia haittaa kuitenkin ihmisen tuottama melusaaste, joka luo merenelävien kuuloa heikentävän peitteen, ja aiheuttaa terveydellistä haittaa moninaisilla korkean intensiteetin impulsiivisilla äänillä, sekä matalataajuisilla, pysyvillä äänillä. Nämä mereen kuulumattomat, geofoniaa ja biofoniaa häiritsevät luonnottomat äänet, vaikuttavat eri lajien navigaatio- ja koordinaatiokykyyn ja pesimistottumuksiin. Ympäristön tuottama akustinen tieto on monille meren eliöille elintärkeää selviytymisen kannalta. Lisäksi melusaasteella on suuri vaikutus merenalaisten lajien fyysiseen hyvinvointiin, sillä ihmisten tuottamat äänet voivat aiheuttaa kuulonheikentymistä ja jopa kuuroutumista, stressiä ja käyttäytymishäiriöitä.

Tutkielma valaisi eri äänikerroksien välistä epätasapainoa ja ihmisen tuottaman äänen negatiivista vaikutusta siihen, hyödyntäen ekomusikologista näkökulmaa sekä yleisesti tärkeitä ekokritiikin lähtökohtia. Antrofonian äänellisiä elementtejä kuvaten toin esiin melun suurimmat tuottajat valtamerissä, jotka ovat tuulipuistot, kaupallinen laivaliikenne, seismiset ilmasseet, sekä kaikuluotaimista ja vedenalaisista räjähdyksistä aiheutuviat äänet. Näitä ääniä kuvasin audiovisuaalisen analyysin kautta. Analysoin edellä mainittujen äänten olemusta, ja näiden vakavia seurauksia merenalaisten lajien hyvinvointia tarkastellessa, kytkien mukaan akustisen ekologian ja äänimaisemaekologian perimmäiset ajatukset. Viimeisessä luvussa maalaasin kokonaiskuvan merenalaisesta äänimaisemasta ja valotin eri tieteenalojen välistä yhteistyötä sekä tämän positiivisia vaikutuksia melusaasteen tutkimisen kannalta. Merenelävien tuottama ääni ja niiden merkitykset vaativat vielä paljon tutkimista tulevaisuudessa, sillä ihmistä ei ole luotu kuuntelemaan veden alla. Tutkimani ilmiön ulkopuolelle jäi merenalaisen äänimaailman osia, perusääniä, signaaleita ja äänimaamerkkejä, jotka ovat olennainen osa kokonaisuutta. Tulevaisuudessa mielenkiintoisia tutkimuksen kohteita ovatkin merenalaisille lajeille tärkeät ja luonnolliset ympäristön äänet, sekä lajien kyky koodata ihmisen tuottamaa ääntä.

Lähteet

Tutkimuskirjallisuus

Ampuja, Outi (2016) Tulkintoja hiljaisuuden merkityksestä. *Äänimaisemissa*. Toim. Helmi Järviluoma & Ulla Piela. Kalevalaseuran vuosikirja 95, 73–98.

Duodecim Terveyskirjasto (2021) Dekompressiotauti. <https://www.terveyskirjasto.fi/ltt03993/dekompressiotauti?q=dekompressiotauti>. Viitattu 10.4.2025.

Mononen, Sini (2015) Ekomusikologia yhteiskunnallisen toiminnan ja filosofian alueena. *Katsaukset*. Musiikki 2/2015. 95–98.

Pajala, Mari (2021) Audiovisuaalisen aineiston analyysi. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/teoreettis-metodologiset-viitekehukset/audiovisuaalisen-aineiston-analyysi/> Viitattu 9.4.2025.

Pijanowski, Bryan C, Farina, Almo, Gage, Stuart H, Dumyahn, Sarah L, Krause, Bernie (2011) What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. *Landscape ecology* 26(9):1213-1232.

Schafer, R. Murray (1977) *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. A.A. Knopf. New York.

Tieteen termipankki (2025) Kirjallisuudentutkimus: Ekokritiikki. <https://tieteentermi-pankki.fi/wiki/Kirjallisuudentutkimus:ekokritiikki>.

Torvinen, Juha (2012) Johdatus ekomusikologiaan: Musiikintutkimuksen vastuu ympäristökriisien aikakaudella. *Etnomusikologian vuosikirja* Vol 24, 8–24. <https://doi.org/10.23985/evk.66810>

Tuomi, Jouni & Sarajärvi, Anneli (2017) Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Tammi. E-kirja.

Uimonen, Heikki (2005) Johdanto. *Ääntä kohti: ääniympäristön kuuntelu, muutos ja merkitys*. 15–88. Acta Universitatis Tamperensis 1110.

Uimonen, Heikki (2005) Soundscape studies and auditory cognition. *Ääntä kohti: ääniympäristön kuuntelu, muutos ja merkitys*. 91–121. Acta Universitatis Tamperensis 1110.

Waddington, Elizabeth (2022) Soundscape and acoustic ecology: The music of a changing world. <https://earth.fm/earth-stories/soundscape-acoustic-ecology/>. Viitattu 14.2.2025. https://www.researchgate.net/publication/226051223_What_is_soundscape_ecology_An_introduction_and_overview_of_an_emerging_new_science#full-text

Aineistokirjallisuus

Clark, Chris (2014) The Singing Ocean. *Parley Talks*. Parley Wall Street 2014. <https://parley.tv/talks-all/chris-clark> . Viitattu 27.11.2024.

De Jong, Christ A.F. & Bosschers, Johan (2024) DOSITS Webinar: Saturn Project Results: Underwater Radiated Noise from Vessels. *Discovery of sounds in the Sea*. Webinar archive. https://dosits.org/decision-makers/webinar-series/2024-webinar-series/urn_saturn/.

Discovery of Sound in the Sea (2024) <https://dosits.org>. Viitattu 27.11.2024.

DW Planet A (2022) Our noise is killing marine life, but we can turn down the volume. <https://www.youtube.com/watch?v=ReNCbglhPIs>. Viitattu 19.2.2025.

Greater Farallones National Marine Sanctuary (2025) Ocean Noice. <https://farallones.noaa.gov/eco/whales/ocean-noise.html>. Viitattu 3.3.2025.

Lauhakangas, Rauno (2016) Vedenalaisesta äänimailmasta. *Äänimaisemissa*. Toim. Helmi Järviluoma & Ulla Piela. Kalevalaseuran vuosikirja 95, 187–203.

National Oceanic and Atmospheric Administration (2024) <https://www.noaa.gov>. Viitattu 10.1.2025.

Ocean concervation research – Sound science serving the sea (2025) <https://ocr.org/sounds/seismic-airgun-surveys/> Viitattu 19.2.2025.

Peng, Chao, Zhao, Xinguo & Liu, Guangxu (2015). Noise in the sea and its impacts on marine organisms. *International journal of environmental research and public health* 2015, 12. 12304–12323. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4626970/pdf/ijerph-12-12304.pdf>

Quinn, John E., Speitz, Michele, Carmenates, Omar & Burtner, Matthew (2023) The Audible Anthropocene: Sustainable Bridging of Arts, Humanities, and Sciences Scholarship through Sound. *Sounds, Ecologies, Musics*. 238–259. New York. Oxford University Press.

The International Fund for Animal Welfare (2024) <https://www.ifaw.org/international> Viitattu 28.11.2024.

Von Benda-Beckmann, Sander (2024) DOSITS Webinar: Impulsive sound and offshore wind. *Discovery of sound in the sea*. Webinar archive. <https://dosits.org/decision-makers/webinar-series/2024-webinar-series/webinar-archive-impulsive-sound-and-offshore-wind/>