

# Itämeren vieraslajit voimalaitosten merivesijärjestelmissä

## DNA-analyysit

Reko Rantamäki / Johtava vanhempi erityisasiantuntija, Fortum / 28.1.2025

# Sisältö

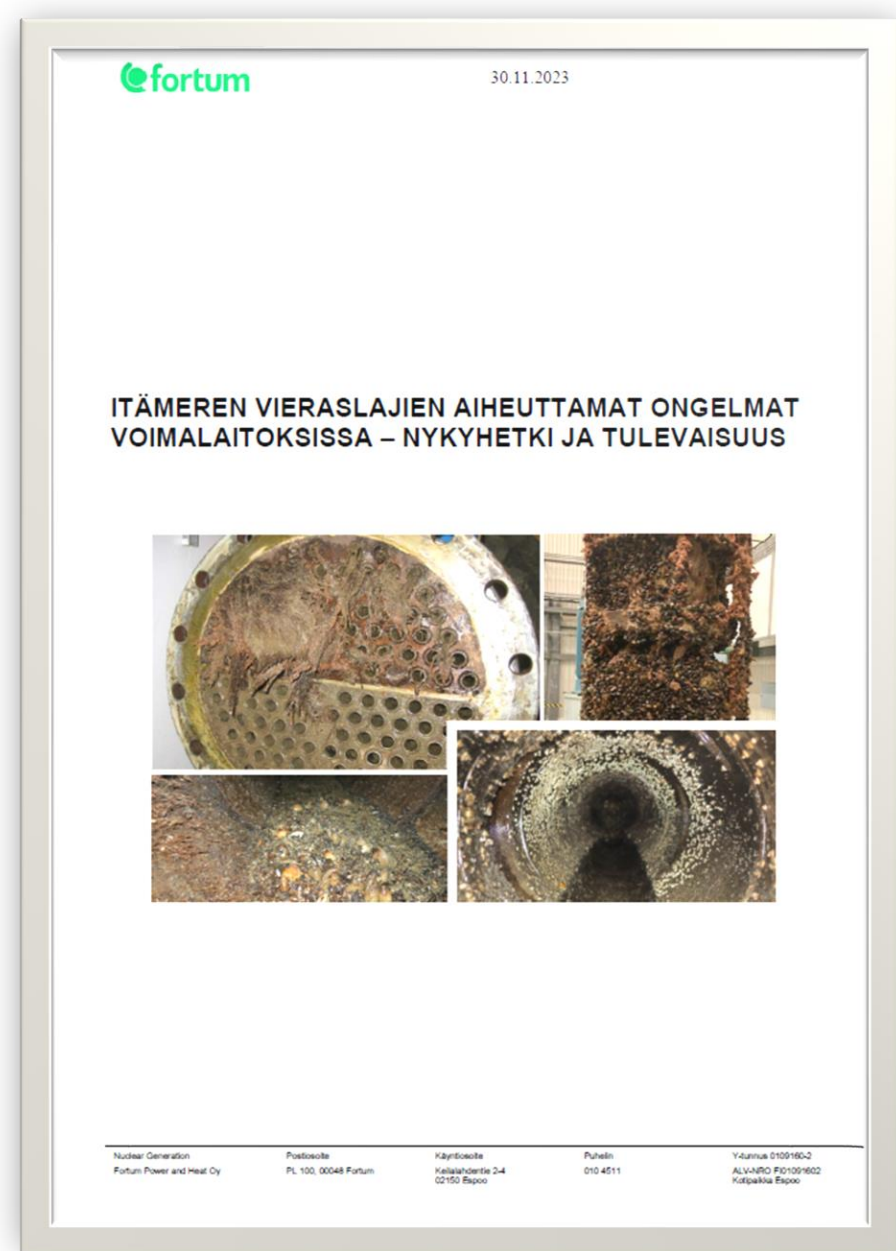
1. Tausta
2. Mukana olleet voimalaitokset ja hankkeen tavoitteet
3. Näytteiden kerääminen ja jatkokäsittely
4. Analyysituloksia
5. Havaintoja ja oppeja



Loviisan voimalaitos, LO1, merivesipumpun imulinja

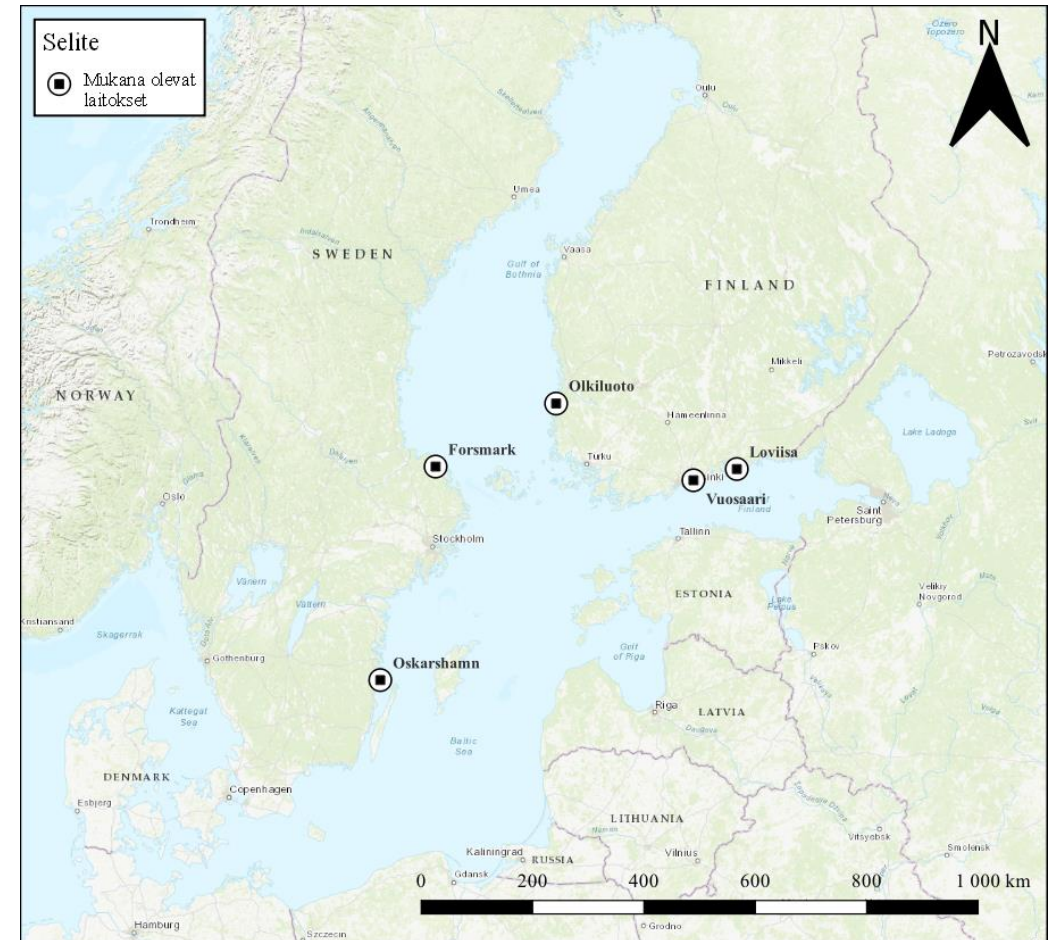
# 1. Tausta

- Vuonna 2023 laadittiin Fortumin koordinoimana selvitys ”Itämeren vieraslajien aiheuttamat ongelmat voimalaitoksissa – nykyhetki ja tulevaisuus”.
  - Rahoitus Energiateollisuuden Ympäristöpooli ja Fortumin T&K.
  - [Seminaariesitys 30.1.2024.](#)
  - [Raportti 30.11.2023.](#)
- Vuonna 2023 Fortum toteutti myös ympäristön DNA (eDNA) – menetelmää käyttäneen tutkimuksen Loviisan voimalaitosta ympäröivän merialueen vesi- ja sedimentinäytteistä.
  - Rahoitus Fortumin T&K.
- Vuonna 2024 tarkasteluja jatkettiin Fortumin vetämässä hankkeessa, missä hyödynnettiin eDNA-menetelmää Itämerestä vettä ottavien teollisuuslaitosten merivesijärjestelmistä otettujen näytteiden analysoinnissa.
  - Rahoitus Energiateollisuuden Ympäristöpooli ja Fortumin T&K.
  - Loppuraportointi vuoden 2025 alkupuolella.



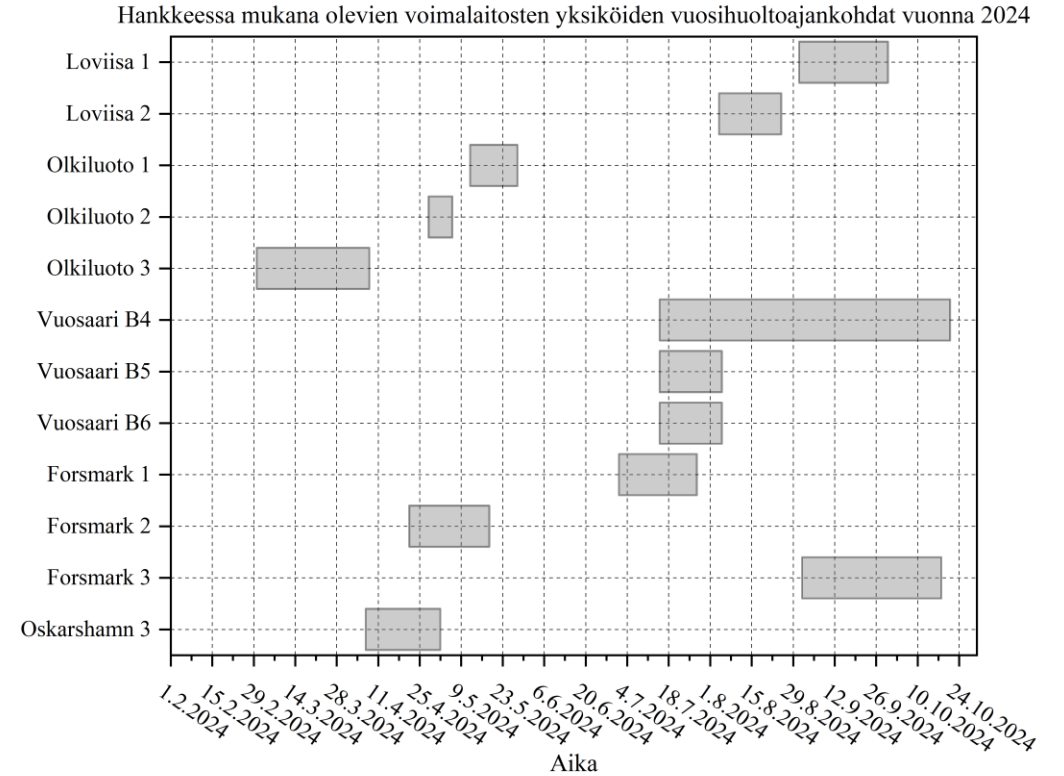
## 2. Mukana olleet laitokset ja hankkeen tavoitteet

- Vuonna 2024 näytteitä kerättiin yhteensä viideltä voimalaitospaikalta Itämeren alueella:
  - Loviisan voimalaitos (ydinvoimalaitos)
  - Vuosaaren voimalaitos (kombivoimalaitos)
  - Olkiluodon voimalaitos (ydinvoimalaitos)
  - Forsmarkin voimalaitos (ydinvoimalaitos)
  - Oskarshamnin voimalaitos (ydinvoimalaitos)
- Hankkeen tavoitteet:
  - Tutkia vieraslajien ja kotoperäistenkin lajien esiintymistä isojen voimalaitosten merivesijärjestelmissä eDNA-tekniikkaa hyödyntäen.
  - Saada käsitys eDNA-tekniikan soveltuvuudesta teollisuuslaitosten tarpeisiin.



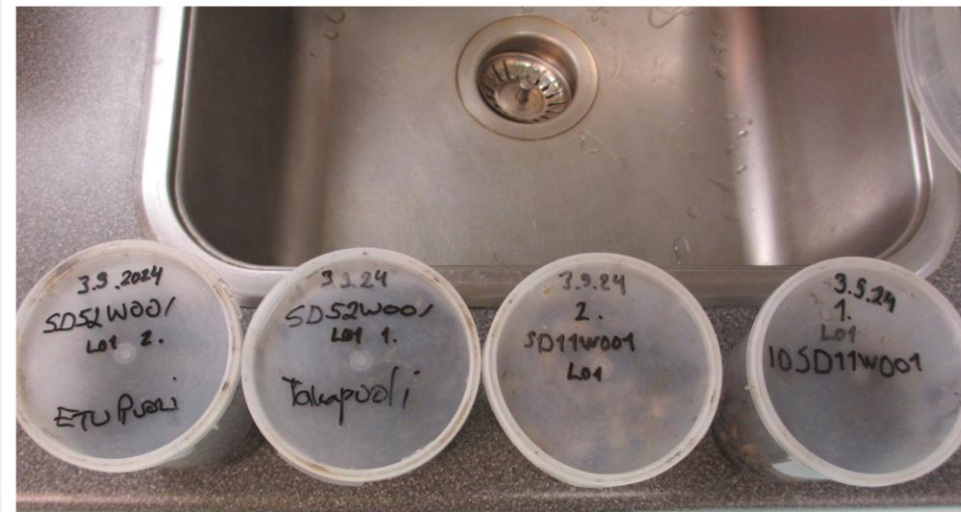
# 3. Näytteiden kerääminen ja jatkokäsittely (1/2)

- Näytteiden kerääminen ajoitettiin kunkin voimalaitosyksikön vuosihuoltoajankohtaan, jotta useammat näytteenottokohteet olisivat luoksepäästäviä.
- Näytteiden keräämisestä vastasi kunkin voimalaitoksen henkilökunta.
  - Keräämisen jälkeen näytteet pakastettiin voimalaitoksilla.
  - Kun viimeiset näytteet oli kerätty, toimitettiin kaikki näytteet kerralla laboratorioon.



### 3. Näytteiden kerääminen ja jatkokäsittely (2/2)

- Alkuperäisenä tavoitteena oli saada näytteitä voimalaitosten merivesijärjestelmiin kiinnittyneistä lajeista. Tästä jouduttiin kuitenkin tinkimään:
  - Osa näytteistä on kerätty voimalaitosten ulkopuolelta, vaikkakin niiden läheisyydestä.
  - Mukana myös vesinäytteitä.
- Näytteitä kerättiin yhteensä 68 kpl, joista 50 kpl toimitettiin analysoitaviksi.
- Näytteiden analyysipalvelut toimitti turkulainen Bioname Oy.



Laitosyksikkö	Analysoitu näytemäärä
Loviisa 1	13
Vuosaari B	6
Olkiluoto 1	7
Olkiluoto 2	7
Olkiluoto 3	7
Forsmark 3	3
Oskarshamn 3	6

## 4. Analyysituloksia: vieraslajit

- Kaikkiaan näytteistä löydettiin 46 kohdelajia, joista 10 voidaan luokitella vieraslajeiksi.
- DNA-tuloksissa näkyivät tyypillisesti ne lajit mitä visuaalisestikin oli havaittavissa, mutta usein myös paljon muitakin lajeja.
- Joissain tapauksissa kuitenkin visuaalisten arvioiden perusteella näytteessä arvioitiin olleen lajia, jota DNA-tuloksissa ei näkynyt.
  - Näytteiden visuaalinen lajiarvio ei onnistu enää jälkikäteen, koska itse näytteistä ei ole valokuvia.
  - Visuaalinen arvio lajeista sisältää epävarmuuksia.
- Liuskasammaleläimestä tehtiin ensimmäiset havainnot Suomen rannikolla vuonna 2023, ja tässä työssä laji havaittiin sekä Loviisan että Olkiluodon tuloksissa.
- Yllättäen valesinisimpukkaa havaittiin ainoastaan OL2-laitosyksikön näytteistä.

Vieraslajihavainnot

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi	Olkiluoto 1	Olkiluoto 2	Olkiluoto 3	Loviisa	Helen	Oskarshamn	Forsmark
amerikansukasmato	<a href="#">Marenzelleria viridis</a>					✓		
kaspianpolyyyppi	<a href="#">Cordylophora caspia</a>	✓			✓		✓	
liejutaskurapu	<a href="#">Rhithropanopeus harrisi</a>		✓					
liuskasammaleläin	<a href="#">Conopeum chesapeakeensis</a>		✓	✓	✓			
merirokko	<a href="#">Amphibalanus improvisus</a>	✓	✓		✓	✓	✓	
sukasmato-laji	<a href="#">Marenzelleria arctia</a>					✓		
tiikerikatka	<a href="#">Gammarus tigrinus</a>				✓			
tynnyrihankajalkainen	<a href="#">Acartia tonsa</a>	✓						✓
vaeltajakotilo	<a href="#">Potamopyrgus antipodarum</a>	✓	✓		✓			
valesinisimpukka	<a href="#">Mytilopsis leucophaeata</a>		✓					

## 4. Analyysituloksia: kotoperäiset lajit

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi	Olkiluoto 1	Olkiluoto 2	Olkiluoto 3	Loviisa	Helen	Oskarshamn	Forsmark
kalkkisammaleläinlaji	<a href="#"><i>Smittoidea cf. prolifica</i></a>	✓		✓		✓	✓	
kalkkisammaleläinlaji	<a href="#"><i>Amathia gracilis</i></a>		✓	✓	✓		✓	
kartiosukkulakotilo	<a href="#"><i>Peringia ulvae</i></a>					✓		
katkalaji	<a href="#"><i>Ampithoe helleri</i></a>	✓	✓	✓		✓		
katkalaji	<a href="#"><i>Corophium multisetosum</i></a>		✓			✓		
keijuhankajalkaislaji	<a href="#"><i>Acartia bifilosa</i></a>	✓		✓				✓
keijuhankajalkaislaji	<a href="#"><i>Eurytemora affinis</i></a>							✓
ketjutkaislaji	<a href="#"><i>Chaetogaster diastrophus</i></a>					✓		
ketjutkaislaji	<a href="#"><i>Nais elinquis</i></a>		✓			✓		
ketjutkaislaji	<a href="#"><i>Paranais botniensis</i></a>		✓					
kolmipiikki	<a href="#"><i>Gasterosteus aculeatus</i></a>			✓				
kuore (norssi)	<a href="#"><i>Osmerus eperlanus</i></a>		✓					
kymmenpiikki	<a href="#"><i>Pungitius pungitius</i></a>			✓				
lahtikatka	<a href="#"><i>Gammarus zaddachi</i></a>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
lampipolyppilaji	<a href="#"><i>Hydra oligactis</i></a>	✓			✓	✓		
leväsiira	<a href="#"><i>Idotea baltica</i></a>						✓	
liejusimpukka	<a href="#"><i>Macoma balthica</i></a>				✓			
matolaji	<a href="#"><i>Laonice cirrata</i></a>					✓		

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi	Olkiluoto 1	Olkiluoto 2	Olkiluoto 3	Loviisa	Helen	Oskarshamn	Forsmark
merikatka	<a href="#"><i>Gammarus salinus</i></a>				✓		✓	
merisiiralaji	<a href="#"><i>Jaera albifrons</i></a>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
müllerinsieni	<a href="#"><i>Ephydatia muelleri</i></a>							✓
petopunkkilaji	<a href="#"><i>Antennoseius sp.</i></a>		✓					
pohjoiskatka	<a href="#"><i>Gammarus oceanicus</i></a>						✓	
polyppikatka	<a href="#"><i>Apocorophium lacustre</i></a>					✓		
polyppilaji	<a href="#"><i>Gonothyrea loveni</i></a>						✓	
polyppilaji	<a href="#"><i>Hydrozoa sp.</i></a>	✓	✓	✓				
saaristokatka	<a href="#"><i>Gammarus locusta</i></a>						✓	
simpukkalaji	<a href="#"><i>Mysella bidentata</i></a>	✓	✓	✓			✓	✓
sinisimpukka	<a href="#"><i>Mytilus trossulus</i></a>						✓	
sormisammaleläin	<a href="#"><i>Victorella pavida</i></a>		✓		✓			
surviaissääskilaji	<a href="#"><i>Dicrotendipes nervosus</i></a>				✓			
tyrskykatka	<a href="#"><i>Calliopius laeviusculus</i></a>						✓	
vesikirppulaji	<a href="#"><i>Pleopis sp.</i></a>					✓		
vesipunkkilaji	<a href="#"><i>Hydrozetidae sp.</i></a>						✓	
vesipunkkilaji	<a href="#"><i>Halacarellus balticus</i></a>					✓		
vimpa	<a href="#"><i>Vimba vimba</i></a>							✓



# 5. Havaintoja ja oppeja

- Suunnittelu
  - Otetaan näytteet sieltä mistä niitä on vuosihuoltojen aikana mahdollista saada, eli ei avata järjestelmiä erikseen tätä tarkoitusta varten. Tämä toteutui.
  - Tavoitteena oli saada noin 10 kpl näytteitä jokaiselta voimalaitospaikalta, mutta käytännössä laitospaikkakohtaiset näytemäärät vaihtelivat paljonkin.
  - Otetaan näytteitä yli laitospaikkakohtaisen tavoitteen, jotta voidaan valita mielenkiintoisimmat analysoitavaksi. Tämä toteutui osittain ja lähtökohta osoittautui erittäin hyväksi ratkaisuksi.
  - Näytteiden oton suorittaa voimalaitosten henkilökunta, jolla ei välttämättä ole erityistä koulutusta tähän tehtävään. Osan näytteistä ottivat urakoitsijat (esim. sukellus, säiliötyöt ja hankalat paikat (kts. kuva)).
  - Näytteet suunniteltiin varastoitavaksi laitoksilla ja kuljetus Fortumin toimesta. Varastointi voimalaitoksilla toteutui. Lopulta Fortum toimitti Loviisan, HELENin ja Oskarshamnin näytteet, TVO toimitti omat näytteensä ja Forsmark lähetti näytteet aikataulusyistä kuriiripalvelulla.
  - Aluksi suunniteltiin analyysit tehtäväksi yhdellä alukkeella, mutta lopulta päädyttiin kahden alukkeen käyttöön.



Loviisan voimalaitos, LO1,  
merivesikammio,  
merirokkoraita seinällä

# 5. Havainnointia ja oppeja

- Ohjeistus
  - Näytteenottoa varten kirjoitettiin ohje, joka käytiin läpi voimalaitosten edustajien kanssa yhtä poikkeusta lukuun ottamatta. Ohje todettiin tarpeelliseksi ja riittäväksi, joskaan sitä ei lopulta noudatettu kaikilta osin (esim. näytteiden dokumentointi).
  - Tavoitteena toteuttaa näytteenotot samalla tavalla joka paikassa. Käytännössä jouduttiin kuitenkin soveltamaan paljon (näytteenottokohteen ja näytteiden laatu ym.).
  - Kirjoitettiin mielikuvaharjoittelun pohjalta ja muokattiin tietojen tarkentuessa. Ei aiempaa kokemusta tämänkaltaisesta työstä.
  - Ei kattanut kaikkia vastaan tulleita näytteenottotapoja (mm. sukeltaminen ja vesinäytteet).



Olkiluodon voimalaitos, OL3 merivesitunneli, pääasiassa simpukoita ja sammaleläimiä

## 5. Havainnot ja oppeja

- Dokumentointi
  - Näytteenoton dokumentointi oli ohjeistettu. Näyteastioihin kerättyjä näytteitä ei kuvattu erikseen, vaikka niin oli suunniteltu.
  - Kuvallisen ja kirjallisen dokumentoinnin tärkeyttä näytteenoton yhteydessä ei voi liikaa korostaa.
  - Loppuraportin laatimisen yhteydessä tulee säännöllisesti vastaan asioita mistä olisi hyvä olla tarkempaa tietoa.



Olkiluodon voimalaitos, OL2 lämmönvaihdin, ei visuaalista lajitunnistusta

# 5. Havainnot ja oppeja

- Projekti ja tulokset
  - Vaikeuskerrointa kasvatti näytteenottojen ajoittuminen vuosihuoltoihin ja sopeutuminen vuosihuoltoaikatauluihin, jolloin näytteenottoa tehdään todennäköisesti kiireessä ja myös toimistotyöajan ulkopuolella. Tällä on vaikutuksia erityisesti näytteenottokohteiden valikoitumiseen ja dokumentointiin.
  - Suunnitelmat kannattaa laatia hyvissä ajoin ja käydä läpi näytteenotosta vastaavien henkilöiden kanssa. Henkilöiden sitouttaminen on tärkeää. Myös lomat ja tiedossa olevat poissaolot pitää huomioida.
  - Näytteiden keräys sisältää valikointia, mikä puolestaan vaikuttaa tuloksiin. Kokonaisuutena tämän selvityksen kattavuus voidaan kuitenkin arvioida tavoitteen mukaiseksi.
  - Vuosihuoltojen laajuus vaikuttaa olennaisesti näytteenottomahdollisuuksiin. Alkuperäiset ajatukset näytteenotoista toteutuivat vain Olkiluodon ja Loviisan voimalaitoksilla.
  - Näytteenotto laitoksen oman henkilöstön tai urakoitsijoiden avulla ja pakastaminen voimalaitoksella ovat toimiva ratkaisu. Näytteiden keruu sukeltamalla onnistui jollain tapaa, mutta kaipaa selkeyttämistä.
  - Lähinnä Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia, johtuen mm. eri laitosten näytekohteiden, näytelaatujen ja näytemäärien eroista. Lajihavainnoissa on merkittäviä eroja.
  - Myös analyysissä käytettävien alukkeiden valinnalla on vaikutusta analyysituloksiin. Kahden alukkeen käyttäminen oli hyvä ja opettavainen valinta tähän projektiin.
  - Visuaaliset havainnot ja DNA-analyysien tulokset eivät täysin kohtaa. Esimerkiksi tyhjät simpukankuoret ovat ilmeisiä visuaalisissa havainnoissa, mutta taitavat jäädä havaitsematta DNA-menetelmällä.

**Kiitos!  
Kysymyksiä?**



Loviisan voimalaitos, LO1 merivesipumpun imuputki/nielu,  
merirokkoa