

**TURUN SEUDUN PUHDISTAMO OY:N RAISIONJOEN
PUMPPAAMON YLIVUODON VESISTÖN JÄLKITARKKAILUN
POHJAEÄINTUTKIMUS VUONNA 2020**

**21.10.2020
Nro 301-20-7225**

**Reetta Räisänen
Sari Koivunen**



**Lounais-Suomen
vesi- ja ympäristötutkimus Oy**

Sisällys

1. YLEISTÄ	3
2. PÄÄSTÖN JA VAIKUTUSALUEEN KUVAUS	3
3. MENETELMÄT.....	4
4. TULOKSET	6
4.1. Syvyys ja pohja-aines	7
4.2. Pohjaeläinten laji- ja yksilömäärä sekä biomassa.....	7
4.3. Indikaattorilajit.....	8
4.4. BBI-arvo sekä pohjan tila	10
4.5. Vertailu Turun merialueen velvoitetarkkailun vuoden 2020 ja 2017 tuloksiin	11
5. TIIVISTELMÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET	11

Liitteet

- Liite 1. Pohjaeläinmäärittysten tulokset asemittain
- Liite 2. Lajistoluettelo
- Liite 3. Pohjaeläintuloksia v. 2020 ja 2017
- Liite 4. Pohjaeläintuloksia v. 2011, 2014, 2017 ja 2020

Jakelu sähköpostitse

Turun seudun puhdistamo Oy/

Turun seudun puhdistamo Oy/Jarkko Laanti

Turun seudun puhdistamo Oy/Mirva Levomäki

Turun kaupunki/Ympäristönsuojelutoimisto/Olli-Pekka Mäki

Turun kaupunki/Ympäristönsuojelutoimisto/Liisa Vainio

Turun kaupunki/Ympäristönsuojelutoimisto

Varsinais-Suomen ELY-keskus/Saila Porthen

Varsinais-Suomen ELY-keskus/Asko Sydänoja

Varsinais-Suomen ELY-keskus/Leena Rannikko

Varsinais-Suomen ELY-keskus/kirjaamo

Yhteystiedot

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy (Y 1564941-9)

Telekatu 16, 20360 TURKU

puh. 02-274 0200, sähköp. etunimi.sukunimi@lsvsy.fi

1. YLEISTÄ

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy otti Turun seudun puhdistamo Oy:n Raisionjoen pumppaamon marraskuussa 2019 tapahtuneen ylivuodon jälkitarkkailun pohjaeläinnäytteet 8.9.2020 ja 22.9.2020. Jälkitarkkailussa noudatettiin Varsinais-Suomen ELY-keskuksen hyväksymää tarkkailuohjelmaa (sähköposti 13.2.2020). Syksyllä 2020 otettiin Turun merialueen velvoitetarkkailun suppean pohjaeläintutkimuksen näytteitä, ja niitä sekä osin aiempia tuloksia käytetään vertailuaineistona.

Tarkkailuohjelman mukaisesti pohjaeläintutkimuksen tulokset liitetään Turun merialueen velvoitetarkkailun vuosiraporttiin ja tallennetaan ympäristöhallinnon pohjaeläinrekisteriin. Tulokset raportoitiin omana kokonaisuutenaan, jotta aineisto olisi käytettävissä jo ennen vuosiraportin valmistumista.

2. PÄÄSTÖN JA VAIKUTUSALUEEN KUVAUS

Turun seudun puhdistamo Oy:n Raisionjoen pumppaamolla oli 4.–8.11.2019 ylivuoto, jonka johdosta jäteveettä pääsi Raisionjokeen noin 35 000 m³. Päästön jälkeen loppuvuonna 2019 tehdyistä jätevesi- ja vesistötutkimuksista vastasi Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy, ja tiedot koottiin loppuraporttiin (Leino, Räisänen ja Koivunen 2019). Jälkitarkkailun vesinäytteitä otettiin maaliskuussa Turun merialueen velvoitetarkkailun yhteydessä (Räisänen 2020).

Ylivuoto tuli pumppaamosta Turussa Raisionjoen alajuoksulle lähelle suualuetta (*kuva 1a*). Raisionjoki laskee mereen Pohjoissalmen itäpäässä, ja Pohjoissalmi kulkee Ruissalon pohjoispuolitse lännessä kohti avoimempaa Viheriäistenaukkoon rajoittuvaa aluetta. Ruissalon itäkärjessä salmi kääntyy etelään ja yhtyy Linnanaukkoon, jonne laskee Aurajoki ja satama-altaan perukkaan Turun seudun puhdistamo Oy:n jätevedet sekä Turun kaupungin hulevesiä.

Jokien tuoman kuormituksen vaikutus on alueella suuri. Aurajoen virtaamatietojen perusteella marraskuussa 2019 ylivuodon ja ensimmäisen vesistötutkimuksen Aurajoen virtaama oli noin 3–7 m³/s (Leino, Räisänen ja Koivunen 2019). Jokien virtaamat kasvoivat selvästi tämän jälkeen (15.11.2019 virtaamahuippu 66 m³/s), ja ylivuodon vaikutukset laimenivat ja peittyivät jokivesien vaikutukseen. Myös talvella 2019–2020 virtaamat nousivat korkeiksi. Joulukuussa 2019 oli useita virtaamahuippuja, ja Aurajoessa korkeimmillaan virtaama oli kuun puolivälissä noin 85 m³/s (Räisänen 2020). Helmikuussa 2020 virtaaman vaihtelut olivat hyvin suuria, ja neljästä lyhyestä virtaamahuipusta kahdessa Aurajoen virtaama oli lyhyen aikaa hieman yli 100 m³/s. Kesäkaudella toukokuusta 2020 lähtien virtaama oli alle 10 m³/s ja elo- ja syyskuussa hyvin pieni (<1 m³/s, tiedot haettu ympäristöhallinnon avoimesta tietopalvelusta 20.10.2020).

Suomen ympäristökeskuksen (2019) mukaan merialue kuuluu lounaiseen sisäsaaristoon. Pintavesien ekologisen tilan luokituksen mukaan alue kuuluu vuosien 2012–2017 aineistosta julkaistun alustavan kartan perusteella välttävään tai tyydyttävään luokkaan (Ympäristöhallinto 2019).



KUVA 1a. Ylivuotopaikka Raisionjoen alajuoksulla sekä lähimmät veden laadun havaintopaikat joessa ja meressä. Karttapohja poimittu ja merkinnät tehty ympäristöhallinnon avoimessa KARPALO-karttapalvelussa 26.11.2019. Kartta: Maanmittauslaitos.

3. MENETELMÄT

Raisionjoen pumppaamon ylivuodon vaikutusten seuraamiseksi otettiin pohjaeläinnäytteet neljältä Turun merialueen velvoitetarkkailuun kuuluvalla asemalta (kuva 1b): ylivuodon vaikutusalueelta Pohjoissalmesta Raisionjoen suulta asemilta I ja X-2 sekä Kallanpään edustan asemalta XII-2, ja lisäksi otettiin näytteet vertailualueelta Pukinsalmesta asemalta VII-2.

Havaintopaikkojen sijainti määritettiin GPS-paikantimella. Näytteet otettiin Ekman-tyyppisellä pohjanoutimella, jonka pinta-ala oli noin 300 cm². Kultakin asemalta otettiin kolme näytettä, jotka käsiteltiin erillisinä. Näytteet seulottiin silmäkooltaan 0,5 mm:n sankoseulalla, ja seulaan jäänyt aines säilöttiin noin 70 %:een denaturoituun etanoliin. Näytteenotossa ja näytteiden käsittelyssä noudatettiin Suomen standardisoimisliiton (1989) standardia ja vesi- ja ympäristöhallinnon (Suomen ympäristökeskus 2008) ohjeita. Näytteet otti sertifioitu ympäristönäytteenottaja.

Laboratoriossa näytteet säilytettiin kylmässä. Ennen lajittelua seulos huuhdottiin vesijohtovedellä ja seulottiin uudelleen 0,5 mm:n seulalla. Pieni määrä seulosta kerälläan laitettiin petri-maljaan ja eläimet poimittiin pinseteillä petri-maljoilta preparointimikroskooppia käyttäen. Määritykset tehtiin mikäli mahdollista lajin tarkkuudella. Eläimet laskettiin ja sen jälkeen punnittiin valutettuina. Simpukat punnittiin kuorta avaamatta. Harvasukasmatojen (Oligochaeta) lajinmääritys tehtiin punnitsemisen jälkeen valmistetuista preparaateista. Harvasukasmadot ovat seulonnan jäljiltä usein pieninä palasina, ja niiden yksilömäärä laskettiin poimittujen päiden perusteella; biomassan punnitsemista varten poimittiin kaikki löydetyt palat. Surviaisääsken (Chironomidae) toukat jaettiin vain alaheimoihin ja ryhmiin. Raakkuäyriäiset (Ostracoda) laskettiin ja punnittiin. Itämeren- eli liejusimpukoista (*Macoma*

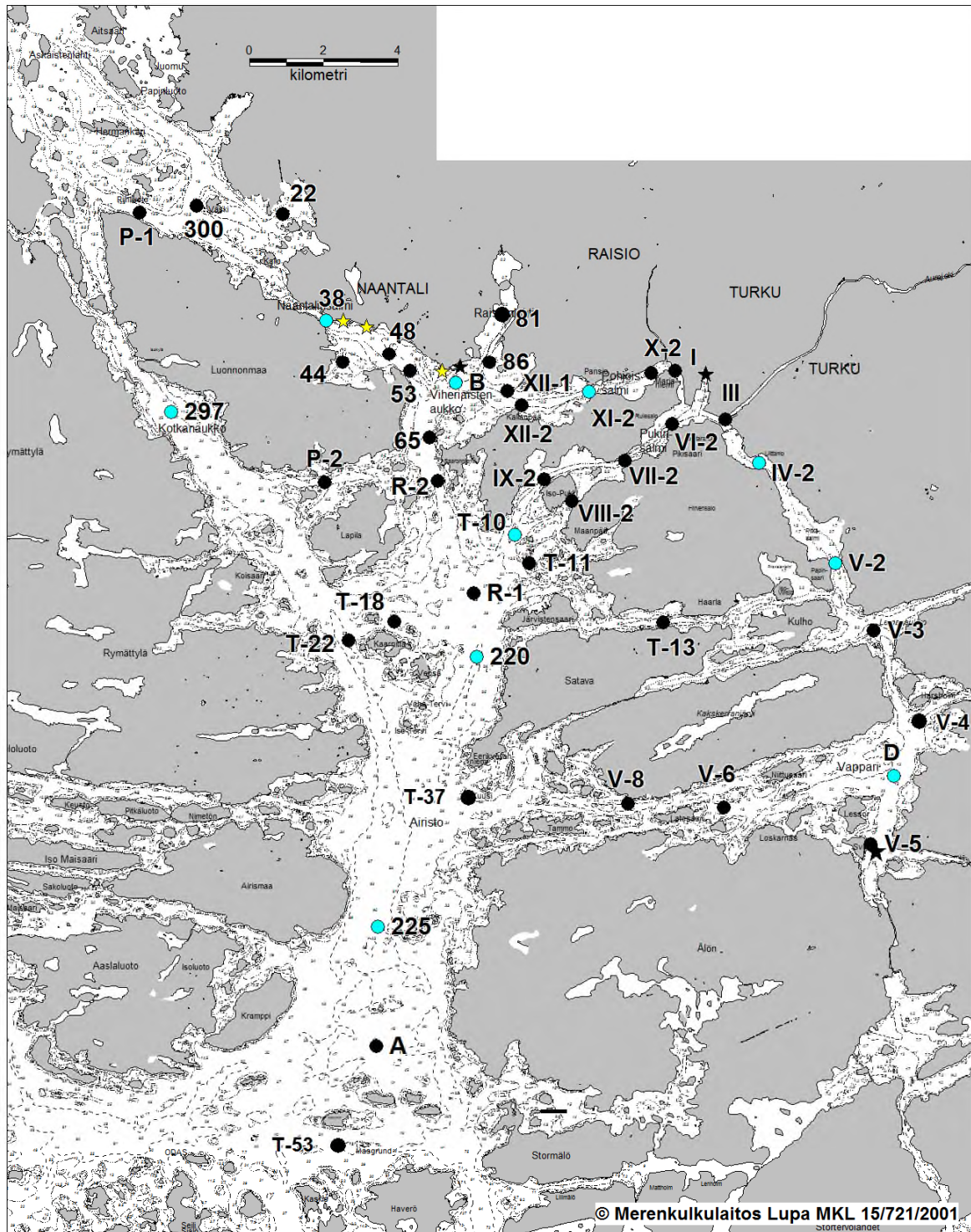
balthica) tutkittiin kokojakauma mittaamalla kuoren pituus 1 mm:n tarkkuudella. Näytteet tutki FM Annette Lindell-Jokinen.

Tulokset laskettiin yksilömäärinä ja märkämassoina neliometriä kohden. Asemittain laskettiin yksilömäärille ja massoille kolmen näytteen keskiarvo (\bar{x}) ja keskihajonta (s.d.). Laskenta tehtiin Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:ssä laaditulla taulukkolaskentaohjelmalla. Lisäksi tulokset tallennettiin ympäristöhallinnon ylläpitämään pohjaeläinrekisteriin ja ovat haettavissa avoimesta tietopalvelusta (www.syke.fi/avointieto). Liejusimpukan kokojakautumista laadittiin taulukko.

Pohjaeläimistön tilaa luokiteltiin pintavesien ekologisen tilan luokituksessa Suomen ympäristökeskuksen (2019) käyttämällä BBI-indeksillä (Benthic Brackish water Index). Laskenta tehtiin ympäristöhallinnon yhteisestä verkkopalvelusta (www.ymparisto.fi) tallennetulla BBI-laskentapohjalla (versio lokakuu 2012, Perus & Österberg 2012). Aineiston syöttötapa on kuvattu tarkemmin tulosten yhteydessä. BBI-indeksillä saatua tulosta verrattiin Leppäkosken (1975) esittämään jaotteluun, jota on aiemmin käytetty pohjan tilan luokittamiseen.

Tuloksia verrattiin Turun merialueen velvoitetarkkailun vuoden 2020 suppean pohjaeläintutkimuksen tuloksiin (asemat XI-2 ja IV-2). Lisäksi vertailuaineistoksi koottiin vuonna 2017 tehdyn laajan pohjaeläintutkimuksen tuloksia (Räisänen 2018a) sekä osin vuoden 2014 suppean (Räisänen 2015) ja vuoden 2011 laajan (Räisänen 2013) tutkimuksen tuloksia.

Turun seudun puhdistamo Oy:n Raisionjoen pumppaamon ylivuodon vuoden 2020 pohjaeläintutkimuksen tulokset liitetään Turun merialueen velvoitetarkkailun vuosiyhteenvedoon.



KUVA 1b. Turun merialueen pohjaeläintutkimuksen havaintopaikat.

- | | |
|--------------------|------------------------------|
| ● pohjaeläin piste | ★ jäteveden purkupaikka |
| ● intensiiviasema | ★ jäähdytysveden purkupaikka |

4. TULOKSET

4.1. Syvyys ja pohja-aines

Pohjaeläinasemien syvyys oli 3–12,5 metriä (*liite 1, taulukko 1*). Sedimentti oli kaikissa paikoissa saviainesta, mutta Pukinsalmen vertailupaikalla VII-2 seassa oli hiekkaa, ja kaikki näytteet vuosivat. Kaikissa paikoissa näytteen pinnassa oli ohut hapettunut ruskea kerros (0,5 cm) ja alla harmaa saviaines. Paikoin aines oli osin tummaa mutta ei mustaa, eikä rikkivedyn hajua todettu.

TAULUKKO 1. Turun seudun puhdistamo Oy:n Raisionjoen pumppaamon ylivuodon pohjaeläintutkimuksen havaintopaikkojen sijainti, syvyys ja pohjan laatu v. 2020.

Asema	Sijainti	ETRS-TM 35FIN tasokoord		Syv. m	Pohjan laatu/Huomautukset
		N	E		
I	Pohjoissalmi, Raisionjoen suu	236191-6710511		3	Savi, pinta (0,5 cm) ruskea, alla harmaata. Seulontajäännös: savi ja kasvijäte.
X-2	Pohjoissalmi, Raisionjoen suu	235559-6710511		3	Savilieju, pinta (0,5 cm) ruskea, alla harmaata (6 cm) ja tummia raitoja. Seulontajäännös: savi ja kasvijäte.
XII-2	Pohjoissalmi, Kallanpää	231989-6709963		12,5	Savilieju, pinta (0,5 cm) ruskea, alla harmaata (8 cm), alinna tummaa. Seulontajäännös: savi ja kasvijäte.
VII-2	Pukinsalmi	234630-6708214		12	Savi, pinta (0,5 cm) ruskea, alla tummaa. Seulontajäännös: savi ja hiekka. Kaikki näytteet vuosivat.

4.2. Pohjaeläinten laji- ja yksilömäärä sekä biomassa

Kaikilla asemilla oli pohjaeläimiä, ja asemittain lajien tai lajiryhmien lukumäärä oli 7–8 (*liite 2, taulukko 2*). Yhteensä tavattiin 14 lajia tai lajiryhmää. Kaikilla asemilla tavattiin merisukajalkaisia (*Hediste diversicolor*, ent. *Nereis d.*), liejuputkimatoja (*Marenzelleria* sp), hietamassiaisia (*Neomysis integer*) ja liejusimpukoita (*Macoma balthica*). Kolmella asemalla oli viherlimamatoja (*Cyanophthalma obscura*, ent. *Prostoma obscurum*), ja muuta lajistoa tavattiin vain osalla asemista.

Uutena lajina tavattiin alueella saksisiira (*Sinelobus vanhaarenii*). Se on Euroopassa vieraslaji, joka tavattiin Itämereltä ensimmäisen kerran vuonna 2010, Suomen rannikolta vuonna 2016 Inkoosta (www.vieraslajit.fi, haku 7.10.2020) ja Naantalista Rymättylästä vuonna 2017 (Räisänen 2018b). Näytteissä oli saksisiiran lisäksi myös muita 1990-luvulla tai sen jälkeen tulleita vieraslajeja: jo mainittu liejuputkimato, kirjoviuhkamato (*Laonome xeprovala*) ja liejutaskurapu (*Rithropanopeus harrisi*).

Kokonaisyksilöitiheys oli asemilla kolmen näytteen keskiarvon mukaan 622–867 kpl/m². Yksilömäärät olivat varsin pieniä (<1 000 kpl/m²), ja myös kaikkien lajien yksilömäärät olivat pieniä. Liejusimpukan kokojakautumassa (*taulukko 3*) oli yksilöitä vain joissakin kokoluokissa.

Kokonaisbiomassa oli noin 2–47 g/m². Kaikilla asemilla kokonaisbiomassa oli pieni, sillä liejusimpukoiden biomassa oli pieni. Raisionjoen suulla asemilla I ja X-2 liejusimpukka muodosti pääosan biomassasta, ja Kallanpäässä asemalla XII-2 liejusimpukan biomassa oli erittäin pieni (<1 g/m²). Pukinsalmessa asemalla VII-2 liejutaskurapujen biomassa oli suurin.

Niukassa eläimistössä vieraslajien osuus oli suuri: kolmella asemalla kirjoviuhkamato oli runsain tai toiseksi runsain laji, ja yhdellä asemalla liejutaskurapu nosti biomassaa huomattavasti.

TAULUKKO 2. Lajiluku, yksilömäärä ja biomassa Turun seudun puhdistamo Oy:n pohjaeläintutkimuksessa v. 2020.

Asema	Sijainti	Syv. m	Lajimäärä (S) kpl/m ²	Yksilömäärä (N) kpl/m ²	Biomassa (B) g/m ²
I	Pohjoissalmi	3	7	833	47,16
X-2	Pohjoissalmi	3	8	622	25,58
XII-2	Pohjoissalmi	12,5	8	856	1,95
VII-2 *	Pukinsalmi	12	8	867	10,85

* Pohja-aineksessa oli hiekkaa, ja kaikki näytteet vuosivat.

TAULUKKO 3. Lieju- eli itämerensimpukan (Macoma balthica) kokojakautuma Turun seudun puhdistamo Oy:n pohjaeläintutkimuksessa vuonna 2020 sekä samoilla asemilla Turun merialueen laajassa tutkimuksessa vuonna 2017.

Alue	Vuosi	Koko, mm																						Yht. kpl
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Pohjoissalmi																								
I	2020	7	2				3	1					2	1	2							1	19	
I	2017	7	5	3						1		1	2					2					21	
X-2	2020	9	3	5								1		1					1			1	20	
X-2	2017	10	12	5	6	1				1				1									36	
XII-2	2020	1			1																		2	
XII-2	2017	5	1						1		1												8	
Pukinsalmi																								
VII-2	2020	1							2														3	
VII-2	2017	8	2	1	3	1						1	1										17	

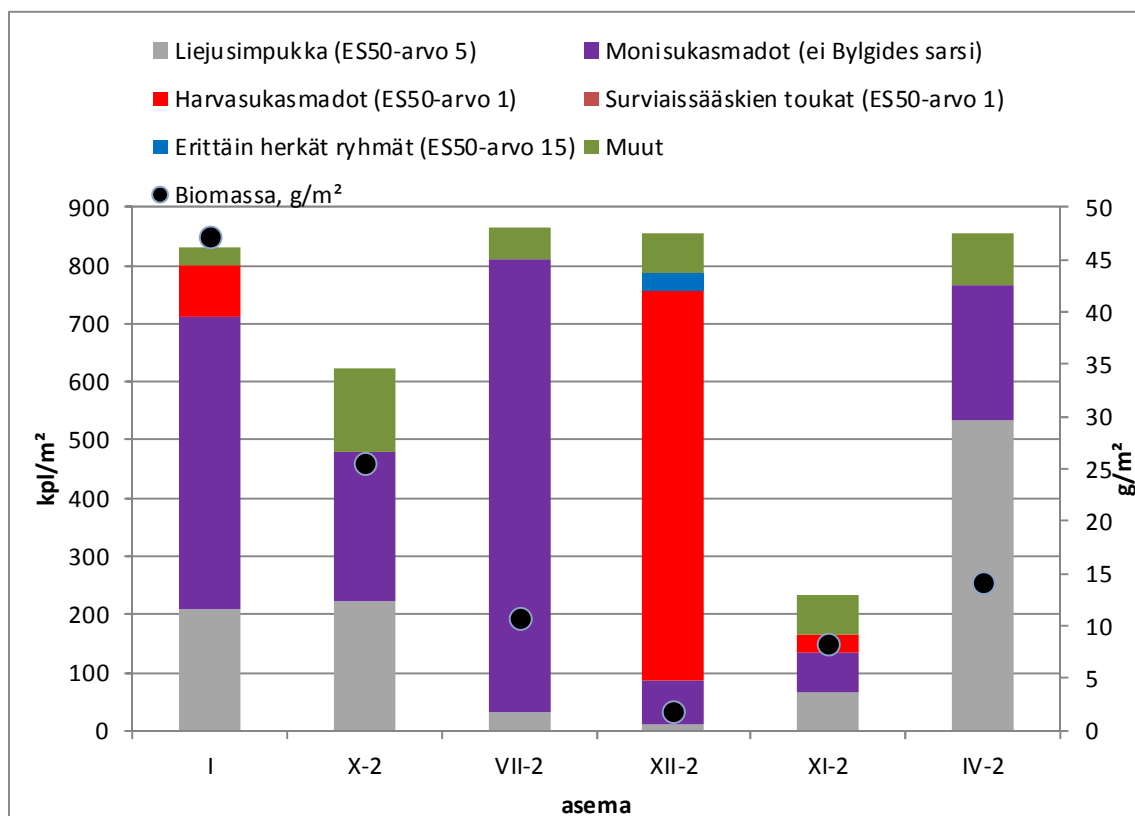
4.3. Indikaattorilajit

Sekä rannikkovesien ekologisen tilan luokittelussa (Suomen ympäristökeskus 2019) että Leppäkosken (1975) likaantumislukittelussa pohjaeläinlajeja tai -ryhmiä on jaoteltu sen mukaan, miten ne reagoivat elinympäristössään tapahtuviin muutoksiin. Indikaattoreiksi kutsutaan niitä lajeja tai ryhmiä, jotka selvimmin joko väistyvät tai lisääntyvät rehevöitymisen myötä.

Liejusimpukka, valkokatka, harvasukasmadot ja surviaissääskien plumosus-tyypin toukat ovat pitkään olleet Saaristomerellä keskeisiä indikaattorilajeja. Makkaramatoja, liejusukajalkaisia, raakkuäyriäisiä ja valkokatkoja pidetään ekologisen tilan luokittelussa erittäin herkkinä (ES50-arvo 15), ja Leppäkosken (1975) luokittelussa nämä ovat rehevyyden lisääntyessä herkimmin taantuvia lajeja (regressive species of 1st order). Liejusimpukkaa pidetään toleranttina lajina (herkkyysarvo 5) ja Leppäkosken (1975) luokittelussa lajina, joka hyötyy rehevyydestä (progressive species of 2nd order) mutta ei esiinny erittäin

likaantuneissa paikoissa. Erittäin toleranteina pidetyille harvasukasmadoille ja surviaissäskentoukille ei ole ekologisen tilan luokittelussa toistaiseksi lajikohtaisia herkkyysarvoja, vaan kaikille käytetään samaa herkkyysarvoa (ES50-arvo 1). Leppäkosken (1975) luokittelussa on tarkempi jaottelu, ja etenkin *Chironomus plumosus* -tyypin toukkia on pidetty hyvinä likaantumisen indikaattoreita, jotka hyötyvät hyvin rehevistä oloista (progressive species of 1st order). Ne kestävät erittäin huonoja happiolosuhteita, ja ilmaisevat siten voimakasta likaantumista tai rehevyyttä. Lisäksi alueelle 1990-luvulla levinnyt liejuputkimato (ent. amerikansukajalkainen) on runsautensa vuoksi noussut merkittäväksi lajiksi, ja ekologisen tilan luokittelun yhteydessä sen herkkyysarvo (ES50) on 5 eli tolerantti. Samoin Itämereen 2010-luvulla levinnyt vieraslaji kirjoviuhkamato (*Lanome xeprovala*) on tavattu monin paikoin Saaristomeren velvoitetarkkailuissa; sillä ei ole herkkyysarvoa, mutta leviämiskykynsä vuoksi sitä voisi pitää toleranttina.

Vuonna 2020 Turun seudun puhdistamo Oy:n pohjaeläintutkimuksessa ekologisen tilan luokituksessa erittäin herkkinä pidettyjä eläimiä oli vain raakkuäyriäiset (Ostracoda) Pohjoissalmessa Kallanpäässä (asema XII-2, kuva 2), mutta niiden yksilömäärä ja osuus oli hyvin pieni. Erittäin toleranteina pidettyjä harvasukasmatoja oli pieni määrä Raisionjoen suulla asemalla I ja runsaammin siitä länteen Kallanpäässä, mutta surviaissäskentoukkia ei tavattu lainkaan.



KUVA 2. Yksilömäärät ja biomassat Turun seudun puhdistamo Oy:n pohjaeläintutkimuksessa (asemat I, X-2, VII-2 ja XII-2) sekä Turun merialueen suppean tutkimuksen asemilla XI-2 ja IV-2 vuonna 2020.

4.4. BBI-arvo sekä pohjan tila

Pohjaeläintuloksista laskettiin BBI-arvo (Brackish water Benthic Index), jota käytetään rannikkovesien pehmeiden pohjien ekologisen tilan luokitteluun (Suomen ympäristökeskus 2019). Laskenta tehtiin ympäristöhallinnon yhteisestä verkkopalvelusta tallennetulla laskentapohjalla (v. lokakuu 2012, Perus & Österberg 2012), joka oli vesienhoidon toisen luokittelukierroksen kriteerien mukainen.

BBI-arvon laskentaa varten aineisto syötettiin manuaalisesti tuloslomakkeista (*liite I*) syvyysvyöhykkeen ja vesimuodostuman tyyppin mukaan kahteen laskentapohjaan, sillä kaikki asemat kuuluivat lounaiseen sisäsaaristoon mutta kahteen eri syvyysvyöhykkeeseen (Ls, syvyysvyöhykkeet <10 m ja >10 m). Taulukkoon jouduttiin lisäämään viisi puuttuvaa lajia (monisukasmadot *Laonome xeprovala* ja *Boccardiel-la ligerica* sekä äyriäiset *Neomysis integer*, *Rithropanopeus harrisii* ja *Sinelobus vanhaareni*), jotta laji- ja yksilömäärä oli sama kuin määrittelytuloksissa.

BBI-arvo oli 0,31–0,61 (*taulukko 4*), ja sen perusteella luokka vaihteli erinomaisesta tyydyttävään (huom. Pukinsalmessa asemalla VII-2 näytteet vuosivat). Asemien luokitustuloksessa oli suuri ero, vaikka asemien niukassa eläimistössä erot olivat varsin pieniä.

Pohjan tilan luokittaminen Leppäkosken (1975) tapaa soveltaen oli vaikeaa, koska eläimistö oli niukka sekä yksilömäärältään että biomassaltaan, selkeät indikaattorilajit puuttuivat ja vieraslajien osuus oli suuri. Eläinten niukkuus viittasi lähinnä erittäin likaantuneisiin olosuhteisiin mutta lajisto lähinnä puolilikaantuneisiin olosuhteisiin.

TAULUKKO 4. Turun seudun puhdistamo Oy:n vuoden 2020 pohjaeläintutkimuksen asemien vesimuodostuman tyyppi ja syvyysväli sekä BBI-arvo ja -luokka (Perus & Österberg 2012) ja pohjan tilan arvio Leppäkosken (1975) perusteita soveltaen. Vertailuna Turun merialueen suppean tutkimuksen asemia v. 2020.

Tutkimus	Vesimuod. tyyppi *	Syvyys m	S kpl	N kpl/m ²	B g/m ²	Syvyysväli, m	BBI-luokitus arvo	BBI-luokitus luokka	Pohjan tilan arvio #	Huom.
Turun seudun puhdistamo Oy:n pohjaeläintutkimus 2020										
Pohjoissalmi										
I	Ls	3	7	833	47,16	0–10	0,49	Hyvä	EL/PL	
X-2	Ls	3	8	622	25,58	0–10	0,61	Erinomainen	EL/PL	
XII-2	Ls	12,5	8	856	1,95	yli 10	0,31	Tyydyttävä	EL/PL	
Pukinsalmi										
VII-2	Ls	12	8	867	10,85	yli 10	0,39	Hyvä	EL/PL	Näytteet vuosivat
Turun merialueen veloitettarkkailu, suppea pohjaeläintutkimus 2020										
Pohjoissalmi										
XI-2	Ls	11	7	233	8,27	yli 10	0,53	Hyvä	EL/PL	
Pitkäsalmi										
IV-2	Ls	3	7	856	14,19	0–10	0,47	Hyvä	EL/PL	

* Vesimuodostuman tyyppi: Ls = lounainen sisäsaaristo

PL = puolilikaantunut, EL = erittäin likaantunut

4.5. Vertailu Turun merialueen velvoitetarkkailun vuoden 2020 ja 2017 tuloksiin

Vuonna 2020 otettiin myös Turun merialueen suppean pohjaeläintutkimuksen näytteitä, ja Pohjoissalmessa Pansion sataman edustalla oli asema XI-2 ja Pitkäsalmessa asema IV-2. Eläimistö oli hyvin niukka sekä Pansion edustalla että Uittamalla, eikä eläimistössä tai pohjan tilassa ollut eroa Raisionjoen ylivuodon tutkimuksessa otettuihin asemiin (*liite 2, kuva 2, taulukko 4*).

Vuonna 2017 eläimistö oli paikoin hieman runsaampi kuin vuonna 2020 mutta kuitenkin niukka (*liite 3*). Pohjoissalmessa asemalla I ja Pitkäsalmessa asemalla IV-2 oli poikkeuksellisen paljon liejukatkoja (*Corophium volutator*), jotka nostivat kokonaisuksilömäärää mutta eivät suuresti biomassaa. Vuonna 2017 Raisionjoen suulla asemalla X-2 harvasukasmadot nostivat yksilömäärää. Myös vuosien 2011 ja 2014 tulosten perusteella Pohjois-, Pukin- ja Pitkäsalmen pohjaeläimistö on niukka (*liite 4*). Matalilla alueilla Saaristomerelle tyypilliset lajit eivät kenties virtausolojen ja suolapitoisuuden vaihteluiden vuoksi pysty muodostamaan pysyviä yhteisöjä, ja esimerkiksi liejusimpukan yksilömäärät jäävät pieniksi ja kokoluokkajakauma hajanaiseksi.

5. TIIVISTELMÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy otti Turun seudun puhdistamo Oy:n Raisionjoen pumppaamon marraskuussa 2019 tapahtuneen ylivuodon jälkitarkkailun pohjaeläinnäytteet syyskuussa 2020 tarkkailuohjelman mukaisesti. Syksyllä 2020 otettiin Turun merialueen velvoitetarkkailun suppean pohjaeläintutkimuksen näytteitä, ja osin niitä sekä vuosien 2011–2017 tuloksia käytettiin vertailuaineistona.

Pohjaeläinnäytteet otettiin Ekman-noutimella neljältä Turun merialueen velvoitetarkkailuun kuuluvalta asemalta, joista kolme oli Pohjoissalmessa ja yksi vertailualueella Pukinsalmessa. Vertailuun käytettiin myös Turun merialueen suppean pohjaeläintutkimuksen asemia Pukin- ja Pitkäsalmessa (asemat VII-2 ja IV-2).

Pohjaeläinasemien syvyys oli 3–12,5 metriä. Sedimentti oli kaikissa paikoissa saviainesta, mutta Pukinsalmen vertailupaikalla VII-2 seassa oli hiekkaa, ja kaikki näytteet vuosivat. Kaikissa paikoissa näytteen pinnassa oli ohut hapettunut ruskea kerros (0,5 cm) ja alla harmaa saviaines.

Kaikilla asemilla oli pohjaeläimiä, ja lajien tai lajiryhmien lukumäärä oli 7–8. Yhteensä tavattiin 14 lajia tai lajiryhmää. Kaikilla asemilla tavattiin merisukajalkaisia (*Hediste diversicolor*), liejuputkimatoja (*Marenzelleria* sp), hietamassiaisia (*Neomysis integer*) ja liejusimpukoita (*Macoma balthica*). Kolmella asemalla oli viherlimamatoja (*Cyanophthalma obscura*), ja muuta lajistoa tavattiin vain osalla asemista.

Kokonaisuksilöitiheys oli asemilla kolmen näytteen keskiarvon mukaan 622–867 kpl/m², ja yksilömäärät olivat varsin pieniä (<1 000 kpl/m²). Kokonaisbiomassa oli noin 2–47 g/m². Kaikilla asemilla kokonaisbiomassa oli pieni, sillä

liejusimpukoiden biomassa oli pieni. Raisionjoen suulla asemilla I ja X-2 liejusimpukka muodosti pääosan biomassasta, mutta Kallanpäässä asemalla XII-2 liejusimpukan biomassa oli erittäin pieni ($<1 \text{ g/m}^2$). Pukinsalmessa asemalla VII-2 liejutaskurapujen biomassa oli suurin.

Vuonna 2020 Turun seudun puhdistamo Oy:n pohjaeläintutkimuksessa ekologisen tilan luokituksessa erittäin herkinä pidettyjä eläimiä oli vain raakkuäyriäiset (Ostracoda) Kallanpäässä asemalla XII-2, mutta niiden yksilömäärä ja osuus oli hyvin pieni. Erittäin toleranteina pidettyjä harvasukasmatoja oli pieni määrä Raisionjoen suulla asemalla I ja runsaammin siitä länteen Kallanpäässä, mutta surviaissääskentoukkia ei tavattu lainkaan.

Tuloksista laskettiin BBI-arvo, jota käytetään rannikkovesien pehmeiden pohjien ekologisen tilan luokitteluun. BBI-arvon perusteella luokka vaihteli erinomaisesta tyydyttävään. Luokitustuloksissa ero oli suuri, vaikka asemien niukassa eläimistössä erot olivat varsin pieniä. Pohjan tilan luokittaminen aiemmin käytetyn likaantumislukituksen tapaan oli vaikeaa, ja eläinten niukkuus viittasi lähinnä erittäin likaantuneisiin olosuhteisiin mutta lajisto lähinnä puolilikaantuneisiin olosuhteisiin.

Myös vertailuun käytettyjen Turun merialueen vuoden 2020 suppean tutkimuksen asemien eläimistö oli niukka. Samoin vuosien 2011, 2014 ja 2017 tulosten perusteella Pohjois-, Pukin- ja Pitkäsalmen pohjaeläimistö on niukka.

Turun seudun puhdistamo Oy:n Raisionjoen pumppaamon ylivuodon vaikutuksia ei erottunut pohjaeläimistössä syksyllä 2020, vaan muiden ympäristötekijöiden vaikutukset ovat pohjaeläinyhteisölle merkittävämpiä.

Turussa 21. lokakuuta 2020

Reetta Räisänen
biologi

Sari Koivunen
tutkimusvastaava

Lähdeviitteet:

- Leino, N, Räisänen, R. ja Koivunen, S. 2019. Turun seudun puhdistamo Oy:n Raisionjoen pumpaamon ylivuoto ja vesistö- ja uimavesitutkimukset marraskuussa 2019. Loppuraportti, versio 2. Korvaa raportin nro 301-19-9075. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Leppäkoski, E. 1975. Assessment of pollution on the basis of macrozoobenthos in marine and brackish-water environments. Acta Acad. Aboensis B 35(2): 1–90.
- Perus, J. & Österberg, M. 2012. BBI-excel makron opas (v. lokakuu 2012). www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_tilan_seuranta/Biologistten_seurantamenetelmien_ohjeet/Biologisten_muuttujen_laskentapohjat.
- Räisänen, R. 2013. Turun ympäristön merialueen pohjaeläintutkimus vuonna 2011. Nro 153-13-1207. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2015. Turun ympäristön merialueen velvoitetarkkailututkimus. Vuosiraportti 2014. Nro 153-15-8064. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2018a. Turun ympäristön merialueen pohjaeläintutkimus vuonna 2017. Nro 153-18-1865. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2018b. Rymättylän ja Velkua merialueiden yhteistarkkailututkimus. Vuosiraportti 2017. Nro 144-18-7080. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Räisänen, R. 2020. Turun ympäristön merialueen tarkkailututkimus maaliskuussa 2020. Väliraportti nro 153-20-1988 v. 2. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- Suomen Standardisoimisliitto 1989. Vesitutkimukset. Pohjaeläinnäytteenotto Ekman-noutimella pehmeiltä pohjilta. SFS-standardi 5076.
- Suomen ympäristökeskus 2008. (tekijät Kettunen, I., Mäkelä, A. ja Heinonen, P.) Vesistötietoa näytteenottajille. Ympäristöopas. Julkaisu.
- Suomen ympäristökeskus 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Aroviita, J., Mitikka, S. ja Vienonen, S. (toim). Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019.
- Ympäristöhallinto 2019. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, Ajankohtaista, kartta, julkaistu 27.8.2019. www.ymparisto.fi.

POHJAEÄINTUTKIMUS											
Noudin: Ekman-Birge Seulakoko: 0,5 mm Säilöntäaine: Etanoli (70%)											
Noudin, pinta-ala (m2) 0,03											
Projektinro/Tutkimus: 301/Turun seudun puhdistamo Oy:n vesistöselvityksiä ja tutkimuksia											
Havaintopaikka: I											
Näytteenottopäivä: 22.9.20											
Syvyys (m): 3											
Pohjan laatu: Savi, pinta ruskea (0,5cm) ja alla harmaata. Seulontajäännöksessä savea ja kasvijätettä.											
Määrittäjä: Annette Lindell-Jokinen											
NOSTO		1		2		3					
TAKSONI	N kpl/m2	B g/m2	N kpl/m2	B g/m2	N kpl/m2	B g/m2	N x	N s.d.	B x	B s.d.	
PLATYHELMINTHES											
TURBELLARIA											
NEMATODA											
PRIAPULA											
Halicryptus spinulosus											
NEMERTEA											
Cyanophthalma obscura	33	0,01	33	0,02	0	0,00	22	19	0,01	0,01	
ANNELIDA											
POLYCHAETA											
Hediste diversicolor	200	9,00	200	0,84	133	2,14	178	38	3,99	4,38	
Bylgides sarsi											
Boccardiella ligerica											
Pygospio elegans											
Marenzelleria	33	0,02	67	0,95	0	0,00	33	33	0,33	0,54	
Laonome xeprovala	300	0,16	467	0,25	100	0,03	289	184	0,14	0,11	
OLIGOCHAETA											
Tubificidae											
Tubificoides heterochaetus	0	0,00	200	0,02	67	0,01	89	102	0,01	0,01	
ARTHROPODA											
CRUSTACEA											
OSTRACODA											
Saduria entomon											
Monoporeia affinis											
Pontoporeia femorata											
Corophium volutator											
Neomysis integer	0	0,00	0	0,00	33	0,21	11	19	0,07	0,12	
INSECTA											
Chironomus plumosus -t.											
Chironominae											
Tanytopodinae											
MOLLUSCA											
BIVALVIA											
Macoma balthica	133	17,79	233	28,63	267	81,42	211	69	42,61	34,04	
Cerastoderma glaucum											
Mya arenaria											
Mytilus trossulus											
GASTROPODA											
Potamopyrgus antipodarum											
Hydrobia (Ecrobia/Peringia)											
YHTEENSÄ	700	26,98	1200	30,71	600	83,80	833	321	47,16	31,78	

POHJAEÄINTUTKIMUS										
Noudin: Ekman-Birge Seulakoko: 0,5 mm Säilöntäaine: Etanoli (70%)										
Noudin, pinta-ala (m2) 0,03										
Projektinro/Tutkimus: 301/Turun seudun puhdistamo Oy:n vesistöselvityksiä ja tutkimuksia										
Havaintopaikka: X-2										
Näytteenottopäivä: 8.9.20										
Syvyys (m): 3										
Pohjan laatu: Savi, savileiju. Pinta ruskea (0,5cm) ja alla harmaata ja tummia raitoja. Seulontajännöksessä savea ja kasvijätettä.										
Määrittäjä: Annette Lindell-Jokinen										
NOSTO	1		2		3					
TAKSONI	N kpl/m2	B g/m2	N kpl/m2	B g/m2	N kpl/m2	B g/m2	N x	N s.d.	B x	B s.d.
PLATYHELMINTHES										
TURBELLARIA										
NEMATODA										
PRIAPULA										
Halicryptus spinulosus										
NEMERTEA										
Cyanophthalma obscura	0	0,00	100	0,04	0	0,00	33	58	0,01	0,02
ANNELIDA										
POLYCHAETA										
Hediste diversicolor	133	7,13	67	0,20	100	0,22	100	33	2,52	3,99
Bylgides sarsi										
Boccardiella ligerica										
Pygospio elegans										
Marenzelleria	33	0,15	33	0,06	100	0,44	56	38	0,22	0,19
Laonome xeprovala	33	0,01	33	0,03	233	0,18	100	115	0,07	0,09
OLIGOCHAETA										
Tubificidae										
Naididae										
ARTHROPODA										
CRUSTACEA										
OSTRACODA										
Saduria entomon										
Monoporeia affinis										
Pontoporeia femorata										
Corophium volutator										
Neomysis integer	33	0,01	33	0,01	133	0,35	67	58	0,12	0,20
INSECTA										
Chironomus plumosus -t.										
Chironominae										
Tanytopodinae										
MOLLUSCA										
BIVALVIA										
Macoma balthica	167	0,47	267	24,74	233	42,63	222	51	22,61	21,16
Cerastoderma glaucum										
Mya arenaria										
Mytilus trossulus										
GASTROPODA										
Potamopyrgus antipodarum	67	0,03	33	0,02	0	0,00	33	33	0,02	0,01
Hydrobia (Ecrobia/Peringia)	33	0,01	0	0,00	0	0,00	11	19	0,00	0,00
YHTEENSÄ	500	7,80	567	25,11	800	43,83	622	158	25,58	18,02

POHJAEÄINTUTKIMUS										
Noudin: Ekman-Birge Seulakoko: 0,5 mm Säilöntäaine: Etanoli (70%)										
Noudin, pinta-ala (m2) 0,03										
Projektinro/Tutkimus: 301/Turun seudun puhdistamo Oy:n vesistöselvityksiä ja tutkimuksia										
Havaintopaikka: XII-2										
Näytteenottopäivä: 8.9.20										
Syvyys (m): 12,5										
Pohjan laatu: Savileju, pinta ruskea (0,5cm), alla harmaata (8cm) ja alinna tummaa. Seulontajäänöksessä kasvijätettä.										
Määrittäjä: Annette Lindell-Jokinen										
NOSTO	1		2		3					
TAKSONI	N kpl/m2	B g/m2	N kpl/m2	B g/m2	N kpl/m2	B g/m2	N x	N s.d.	B x	B s.d.
PLATYHELMINTHES										
TURBELLARIA										
NEMATODA										
PRIAPULA										
Halicryptus spinulosus										
NEMERTEA										
Cyanophthalma obscura										
ANNELIDA										
POLYCHAETA										
Hediste diversicolor	67	0,86	33	0,23	33	0,02	44	19	0,37	0,44
Bylgides sarsi										
Boccardiella ligerica										
Pygospio elegans										
Marenzelleria	67	0,11	33	0,14	0	0,00	33	33	0,08	0,07
Laonome xeprovala										
OLIGOCHAETA										
Tubificidae	867	1,63	400	0,93	733	1,02	667	240	1,19	0,38
ARTHROPODA										
CRUSTACEA										
OSTRACODA										
Ostracoda	33	0,01	0	0,00	67	0,02	33	33	0,01	0,01
Saduria entomon										
Monoporeia affinis										
Pontoporeia femorata										
Corophium volutator										
Neomysis integer	33	0,44	33	0,03	0	0,00	22	19	0,16	0,25
Sinelobus vanhaareni	0	0,00	33	0,01	0	0,00	11	19	0,00	0,00
INSECTA										
Chironomus plumosus -t.										
Chironominae										
Tanypodinae										
MOLLUSCA										
BIVALVIA										
Macoma balthica	33	0,13	0	0,00	0	0,00	11	19	0,04	0,08
Cerastoderma glaucum										
Mya arenaria										
Mytilus trossulus										
GASTROPODA										
Potamopyrgus antipodarum	33	0,01	33	0,26	33	0,01	33	0	0,09	0,14
Hydrobia (Ecrobia/Peringia)										
YHTEENSÄ	1133	3,18	567	1,59	867	1,06	856	283	1,95	1,10

POHJAEÄLÄINTUTKIMUS											
Noudin: Ekman-Birge Seulakoko: 0,5 mm Säilöntäaine: Etanoli (70%)											
Noudin, pinta-ala (m2) 0,03											
Projektinro/Tutkimus: 301/Turun seudun puhdistamo Oy:n vesistöselvityksiä ja tutkimuksia											
Havaintopaikka: VII-2											
Näytteenottopäivä: 8.9.20											
Syvyys (m): 12											
Pohjan laatu: Savi, pinta ruskea (0,5cm) ja alla tummaa. Kaikki nostot vuosivat. Seulontajännöksessä savea ja hiekkaa											
Määrittäjä: Annette Lindell-Jokinen											
NOSTO		1		2		3					
TAKSONI	N	B	N	B	N	B	N	N	B	B	
	kpl/m2	g/m2	kpl/m2	g/m2	kpl/m2	g/m2	x	s.d.	x	s.d.	
PLATYHELMINTHES											
TURBELLARIA											
NEMATODA											
PRIAPULA											
Halicryptus spinulosus											
NEMERTEA											
Cyanophthalma obscura	33	0,03	33	0,04	0	0,00	22	19	0,02	0,02	
ANNELIDA											
POLYCHAETA											
Hediste diversicolor	0	0,00	133	0,21	100	1,33	78	69	0,51	0,71	
Bylgides sarsi											
Boccardiella ligerica	67	0,02	1200	0,50	0	0,00	422	674	0,17	0,28	
Pygospio elegans											
Marenzelleria	67	0,11	0	0,00	100	0,09	56	51	0,07	0,06	
Laonome xeprovala	167	0,36	367	0,49	133	0,05	222	126	0,30	0,22	
OLIGOCHAETA											
Tubificidae											
ARTHROPODA											
CRUSTACEA											
OSTRACODA											
Saduria entomon											
Monoporeia affinis											
Pontoporeia femorata											
Corophium volutator											
Neomysis integer	0	0,00	33	0,09	0	0,00	11	19	0,03	0,05	
Rhithropanopeus harrisi	0	0,00	67	25,12	0	0,00	22	38	8,37	14,50	
INSECTA											
Chironomus plumosus -t.											
Chironominae											
Tanypodinae											
MOLLUSCA											
BIVALVIA											
Macoma balthica	33	0,02	0	0,00	67	4,09	33	33	1,37	2,35	
Cerastoderma glaucum											
Mya arenaria											
Mytilus trossulus											
GASTROPODA											
Potamopyrgus antipodarum											
Hydrobia (Ecrobia/Peringia)											
YHTEENSÄ	367	0,54	1833	26,45	400	5,55	867	837	10,85	13,74	

Turun seudun puhdistamo Oy:n pohjelaäntutkimuksen eläimistö vuonna 2020

LIITE 2

sekä Turun merialueen velvoitetarkkailun suppean tutkimuksen asemat XI-2 ja IV-2

Selitykset: X = Laji tai ryhmä tavattu ja mukana yksilömäärässä ja biomassassa.

SIJAINTI JA ASEMA	Pohjoissalmi				Pukins. VII-2 ~	Yht.	Turun merialue	
	#	I	X-2	XII-2			XI-2	IV-2
NEMERTINEA: NAUHAMDOT								
Cyanophthalma obscurum viherlimamato	10	X	X		X	3		X
PRIAPULOIDEA: MAKKARAMADOT								
Halicryptus spinulosus makkaramato	15							
ANNELIDA, POLYCHAETA: NIVELMADOT, MONISUKASMADOT								
Hediste diversicolor merisukajalkainen	5	X	X	X	X	4	X	X
Bylgides sarsi liejusukajalkainen	15							
Marenzelleria sp. liejuputkimato *	5	X	X	X	X	4	X	X
Boccardiella ligerica (ent. pikkuliejumato)					X	1		
Polydora redeki					X	1		
Laonome xeprovala kirjoviuhkamato		X	X		X	2	X	X
ANNELIDA, OLIGOCHAETA: NIVELMADOT, HARVASUKASMADOT								
Tubificidae	1			X		1		
Tubificoides heterochaetus		X				1		
Tubifex costatus								
Enchytraeidae								
Limnodrilus sp.								
ARTHROPODA; CRUSTACEA: NIVELJALKAISET; ÄYRIÄISET								
Ostracoda raakkuäyriäiset	15			X		1		
Monoporeia affinis valkokatka	15							
Corophium volutator liejukatka	10							
Rhithropanopeus harrisi "liejutaskurapu"					X	1		
Neomysis integer hietamassiainen (-halkois-jalkainen)		X	X	X	X	4	X	X
Sinelobus vanhaareni saksisiira				X		1		
ARTHROPODA; INSECTA: NIVELJALKAISET; HYÖNTEISET								
Chironomidae surviaissääsket	1							
Chironominae								
Chironomus plum.								
Procladius sp.								
MOLLUSCA, BIVALVIA: NILVIÄISET, SIMPUKAT								
Macoma balthica itämeren- I. liejusimpukka	5	X	X	X	X	4	X	X
MOLLUSCA, GASTROPODA: NILVIÄISET, KOTILOT								
Potamopyrgus antipodarum vaeltajakotilo	10		X	X		2	X	X
Hydrobia spp. suippokotilo	5		X			1		
Yhteensä		7	8	8	8	14	7	7

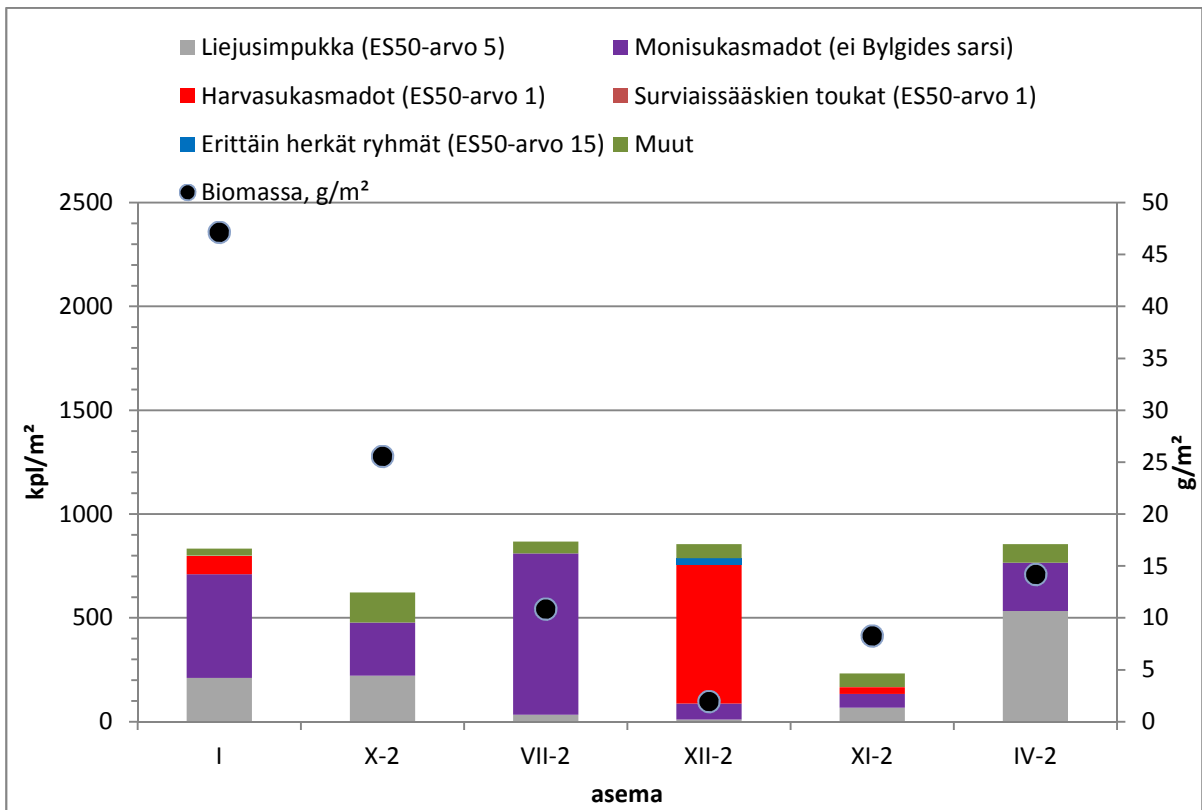
* ent. amerikansukajalkainen

Herkkyyssarvot (Suomen ympäristökeskus 2012): 1=Erittäin tolerantti, 5=Tolerantti, 10=Herkkä ja 15=Erittäin Herkkä

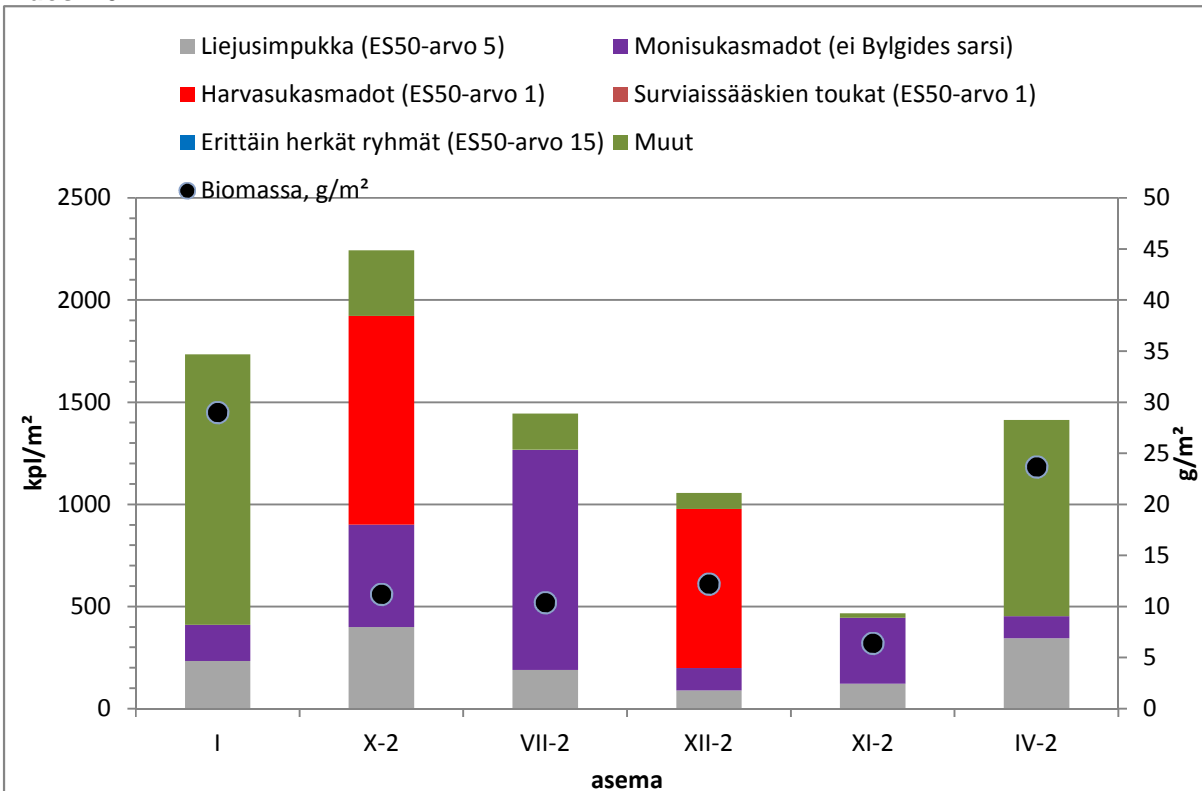
~ Tulos epävarma: kaikki näytteet vuosivat

Pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuonna 2020 Turun seudun puhdistamo Oy:n tutkimuksessa (asemat I, X-2, VII-2 ja XII-2) ja Turun merialueen suppeassa tutkimuksessa (asemat XI-2 ja IV-2) sekä vuonna 2017 samoilla asemilla Turun merialueen velvoitetarkkailussa.

Vuosi 2020



Vuosi 2017



Lajiluku, yksilömäärä ja biomassa Turun merialueen pohjaeläintutkimuksessa vuosina 2011, 2014, 2017 ja 2020 (vain v. 2020).

Mukana vain Turun seudun puhdistamo Oy:n v. 2020 tutkimuksen asemat ja vertailuun käytetyt asemat.

Vuonna 2011 ei poimittu raakkuäyriäisiä (Ostracoda).

Katso tarkemmat tiedot viitteiden alkuperäisaineistoista.

Alue Asema	2011 (Viite: Räisänen 2013)			2014 # (Viite: Räisänen 2015)			2017 (Viite: Räisänen 2018)			2020 #						
	Pohja-aines	S kpl/m ²	N kpl/m ²	B g/m ²	Pohja-aines	S kpl/m ²	N kpl/m ²	B g/m ²	Pohja-aines	S kpl/m ²	N kpl/m ²	B g/m ²				
Pohjoissalmi																
I	Savi, pinta ruskea	9	978	17,67					Savi, pinta ruskea.	9	1788	29,00	Savilieju, pinta ruskea.	8	833	47,16
X-2	Savi/savilieju, pinta ruskea.	7	1067	28,48					Savilieju, pinta ruskea.	8	2244	11,2	Savilieju, pinta ruskea.	8	622	25,58
XI-2	Savi/savilieju, pinta ruskea.	8	722	22,21	Savilieju, pinta ruskea.	7	344	3,03	Savi, pinta ruskea.	5	467	6,42	Savilieju, pinta ruskea.	7	233	11,97
XII-2	Savilieju/savi, pinta ruskea.	6	667	32,91					Savilieju, pinta ruskea.	7	1056	12,2	Savilieju, pinta ruskea.	8	856	1,95
Pukinsalmi																
VII-2 *	Savi, pinta ruskea, alinna	9	5044	100,7					Savi, pinta ruskea, alla	8	1444	10,40	Savilieju/hiekka, pinta ruskea.	8	867	10,85
Pitkäsalmi																
IV-2	Savi/savilieju, pinta ruskea.	11	2311	6,57	Savilieju, pinta ruskea.	10	856	7,4	Savi, pinta ruskea.	8	1989	23,7	Savi/savilieju, pinta ruskea.	7	856	14,19

* V. 2011 hietasimpukoiden (*Mya arenaria*) biomassa 88 g/m². V. 2020 näytteet vuosivat hiekan vuoksi.

Turun merialueen velvoitetarkkailun suppea pohjaeläintutkimus.