

Täplärapuseelvitys Tampereen Pyhäjärvellä

- Mikä aiheutti kannan romahtamisen, ja mikä estää siitä toipumisen?



Ismo Kolari 2018

Kansi. Pyhjärven Lehtisaaren rannasta saatiin elokuun 2017 koeravustuksissa täpläräpunaaras, jolla oli merkkejä rapurutosta ja pyrstöjalkataudista.

Pirkanmaan Kalatalouskeskus ry
Viinikankatu 53
33800 Tampere
Puh. 050-5929 259
Sähköposti: ismo.kolari@ahven.net
www.kalatalo.fi www.kuhamaa.fi www.kalapassi.fi

Sisällys

1. Johdanto	4
2. Koeravustukset ja saaliit	5
3. Pyhjärven täplärapukannan kehitys	7
3.1. Täplärapuistutukset	7
3.2. Ravustus ja täplärapusaaliit	7
3.3. Rapurutto	9
4. Mahdollisia syitä täplärapukannan pitkäaikaiseen taantumaan	10
4.1. Epäedulliset lämpötilaolosuhteet	10
4.2. Rapurutto	14
4.3. Pystöjalkatauti	16
4.4. Ravustus	16
4.5. Vedenlaatu	17
4.6. Todennäköisimmät tekijät – välitilinpäätös	21

Lähteet

1. Johdanto

Tampereen Pyhäjärven täplärapukanta on lähes täydellisesti romahtanut 2010-luvulla. Vielä 2000-luvun lopulla saaliit olivat hyviä ja ravustajia oli alueella paljon. Täplärapukannan taantumana vuoksi ravustus on menettänyt merkityksensä.

Tampereen kaupunki käynnisti vuonna 2012 yhdessä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL, nyk. Luonnonvarakeskus LUKE) kanssa tutkimushankkeen, jonka tarkoituksena oli selvittää vuosina 2010–2011 todetun täplärapukannan heikentymisen syitä. Tutkimushankkeen aikana saaliit edelleen pienenivät, ja ravustuskaudella 2015 saalismäärässä oli uusi tasopudotus. Tuolloin arvioitu täplärapusaalis (yli 10 cm) oli Tampereen vesillä enää noin 1 000 kappaletta (Erkamo 2016). Myös Pyhäjärven pohjoisosan muilta alueilta ja Saviselältä on kantautunut tietoja täplärapukannan romahtamisesta vuosina 2015–2017.

Pyhäjärven etelä- ja keskiosissa täplärapukannan kehitys on ollut viime vuosina lähes päinvastainen. Vaikka 2010-luvun ensimmäisten vuosien aikana myös Säijän-Sorvanselän alueella saalismäärät pienenivät, ne kääntyivät tämän jälkeen voimakkaaseen kasvuun. Alueen ravustajilta ja kalastus- ja osakaskuntien puheenjohtajilta saatujen tietojen mukaan ravustuskaudella 2017 täplärapusaalit olivat monin paikoin erinomaisia. Esimerkiksi Sorvan ja Huhtaan kalastuskuntien vesillä hyvistä rapusaaliista on päästy nauttimaan useana ravustuskautena peräkkäin. Myös järven eteläosasta Vesilahden alueelta täplärapuja on paikoin saatu hyvin.

Pirkkalan kalastusalue käynnisti vuonna 2017 ”Täplärapukanta- ja ravustus selvitys Pyhäjärvellä” - hankkeen, jonka tarkoituksena on selvittää kannanvaihtelun syitä ja ravustuksen vaikutuksia Pyhäjärven täplärapukantaan. Hanketta osarahoittavat Tampereen kaupunki ja kalastonhoitomaksuvaroista Pohjois-Savon ELY-keskus. Pohjois-Savon ELY-keskus osarahoittaa tätä raporttia myös Tampereen kaupungin kalatalousmaksuvaroin. Monivuotiseksi suunniteltu hanke oli tarkoitus toteuttaa yhteistyössä LUKEn kanssa laajempaan rapuhankkeeseen kytkeytyen. Tällaista rapuhanketta ei saatu käyntiin, joten Pirkkalan täplärapuhanketta viedään eteenpäin toistaiseksi omana kokonaisuutenaan. Kalastusalue tilasi hankkeen toteutuksen Pirkanmaan Kalatalouskeskukselta.

Tässä raportissa esitetään syksyllä 2017 Pyhäjärven pohjoisosassa suoritettujen koeravustusten tulokset, kuvataan Pyhäjärven täplärapukannan historia ja kehittyminen pääpiirteissään sekä listataan alustavasti mahdollisia syitä kannan romahdukselle. Saviselän täplärapukannan tilannetta arvioitiin kalastuskuntien puheenjohtajien haastattelujen avulla. Lisäksi havainnoitiin kalastuksenvalvonnan ja koekalastusten yhteydessä ”rapukatoalueen” laajuutta ja rajaa.

Koska Pyhäjärven pohjoisosan täplärapukannan romahdus on ennakoitua laajempi ja asialla on myös valtakunnallista merkitystä, täpläraputilanteen selvittämistä tullaan jatkamaan Pyhäjärvellä tulevina ravustuskausina. Jatkossa on tarkoitus kartoittaa tarkemmin ns. katoaluetta ja selvittää edelleen syitä Pyhäjärven täplärapukannan tilan kaksijakoisuuteen. Vuonna 2018 ohjelmassa tulevat olemaan mm. laajemmat koeravustukset koko Tammerkosken ja Luodonsaaren välisellä alueella sekä sen lähivesissä. Lisäksi toteutetaan mahdollisesti Pyhäjärven täplärapujen tautimäärityksiä ja rapuruton alistuskokeita muihin kantoihin yhdessä yhteistyökumppaneiden kanssa.

2. Koeravustukset ja saaliit

Koeravustuksissa (14.–16.8.2017) käytettiin kalustoa, jonka muodostavat 100 muovista August-mertaa, jotka laskettiin pyyntiin kahteen noin 50 merran jataan selkäsiiman avulla. Mertojen etäisyys toisistaan oli keskimäärin noin 5 metriä. Merrat laskettiin iltapäivällä ja koettiin seuraava päivänä. Syötteinä käytettiin pakastettuja särkiä. Koeravustuskalusto oli käsitelty Virgon S -desinfiointiaineella ennen koeravustuksia.

LUKE on seurannut täplärapukannan kehitystä Viinikanlahdella (Hatanpää) (1) ja Eteläpuistossa (2) vuosina 2012–2016. Näillä paikoilla koeravustuksia jatkettiin myös syksyllä 2017. Lisäksi koeravustettiin Rajasalmen ja Tammerkosken puoliväliin sijoittuva Lehtisaari (3) ja Raholan ranta (4) (kuva 1). Lehtisaari oli Pyhäjärven pohjoisosan ensimmäinen täpläravun kotiutusistutuskohde vuonna 1990.

Neljältä koealalta saatiin saaliiksi 200 mertayön pyyntiponnistuksella vain neljä täplärapua. Täpläravuista yksi saatiin Viinikanlahdesta ja kolme Lehtisaaresta. Kokonaisyksikkösaalis oli näin ollen 0,02 täplärapua/mertayö (taulukko 1).

Kahdella saaliiksi saadulla täpläravulla oli melanisoituneita kohtia eli silmin nähtäviä merkkejä rapurutosta. Ainoalta saaliiksi saadulta naaraalta puuttui puoliksi yksi pyrstöjalka ja ravun yhdessä raajassa oli ruttotäplä. Raaja oli siltä kohtaa melkein poikki (kannen kuva).

Lähes olematon saalis kuvastaa Pyhäjärven pohjoisosan täplärapukannan heikkoa tilaa. Kaikki saalisravut olivat noin 10 cm pituisia aikuisia, joten viime vuosien poikastuotanto näyttää jääneen olemattomaksi.

Yksittäisen ravustusyön saalis voi vaihdella rapujen kuorenvaihdon ja sääolosuhteiden takia. Kesä 2017 oli viileä, joten rapujen kehitys ja kuorenvaihto olivat myöhässä. Pyhäjärven ravustusajankohtaan – elokuun puoliväliin mennessä – täplärapujen kuorenvaihdon olisi kuitenkin pitänyt tapahtua jo ainakin pääosin. Monista muista vesistöistä täplärapuja nousi hyvin elokuun alkupuolella. Esimerkiksi toisessa Pirkanmaan kohteessa, joka on pinta-alaltaan Pyhäjärven pohjoisosaa (Ratinanvuolle-Luodonsaari) reilun kolmanneksen pienempi, saatiin edellisellä viikolla suoritetuissa koeravustuksissa erittäin hyvin täplärapuja.

Näsijärven kirjanpitoravustajien mukaan täpläravuilla oli menossa kuorenvaihto elokuun puolivälissä ja saaliit notkahtivat. Mahdollinen kuorenvaihto saattoi siis hieman vaikuttaa Pyhäjärven koeravustustulokseen. Kirjanpitoravustajien yksikkösaaliit olivat Näsijärvellä kuitenkin myös elokuun puolivälissä yli 1 kpl/mertayö eli aivan eri suuruusluokkaa kuin Pyhäjärven koeravustuksissa.



Kuva 1. Koeravustuspaikat Pyhäjärven pohjoisosassa. © MML 2018.

Taulukko 1. Täplärapusaaliit Pyhäjärven pohjoisosan koeravustuksissa 14.–16.8.2017.

kokupvm.	paikka	mertoja	syvyys m	täplärapuja			selkäkilpi mm			ruttoisia		
				yhteensä	koiras	naaras	yksikkösaalis	koiras	naaras	kaikki	kpl	%
1.	15.8.2017 Hatampää, Viinikanlahti	51	2,5–5	1	1		0,02	53		53		
2.	15.8.2017 Eteläpuisto*	49	6–14*				0,00					
3.	16.8.2017 Lehtisaari, kaakkoisranta	49	1,5–3	3	2	1	0,06	47, 48	54	50	2	67 %
4.	16.8.2017 Rahola	51	1,5–2,5				0,00					
	Yhteensä	200		4	3	1	0,02	49	54	51	2	50 %

*syvyys pääosin 6–7 m

3. Pyhäjärven täplärapukannan kehitys

3.1. Täplärapuistutukset

Tampereen Pyhäjärveen perustettiin täplärapukanta vuonna 1990 käynnistetyillä kotiutusistutuksilla. Täplärapuistutukset aloitettiin Metsä-Serla Oy:n Lielahden tehtaiden velvoiteistutuksina, ja niitä rahoitettiin seuraavina vuosina pääasiassa Tampereen kaupungin velvoitevaroin. Vuosina 1990–1997 alueelle vapautettiin 51 kohteeseen kaikkiaan noin 38 000 täplärapua (noin 30 000 kesänvanhaa poikasta ja yli 7 000 emorapua sekä 650 lämpökasvatettua poikasta). (Kolari 1998).

Systemaattisia istutuksia jatkettiin edelleen sekä velvoitevaroin että kalastuskuntien kustantamana vuosina 1998–2002, jolloin istutettiin vielä lähes 30 000 eri ikäistä täplärapua Tammerkosken ja Nokian Luodonsaaren väliselle vesialueelle (pinta-ala noin 3 500 ha). (Hämeen TE-keskus, istutusrekisteri).

Vuonna 1990 täplärapu kotiutettiin myös Luodonsaaren eteläpuolelle. Siellä ensimmäiset istutukset tehtiin Sorvanselän alueelle Huhtaan kalastuskunnan vesille.

Pyhäjärven pohjoisosaan ja Saviselälle istutetut emotäpläravut olivat peräisin muutamista luonnonvesistä (ainakin Vihdin Moksjärvi ja Karkkilan Nuijajoki) tai ravunkasvattajilta (ainakin Ö-Kräftan ja Roger Lindroos).

Kesänvanhoja istukkaita toimittivat useat ravunviljelylaitokset; ainakin Toivo Hietavirta, Ö-Kräftan, Paavo Ketola, Raputarhat-Mäkelä, Rapukarjala, Heikkilän raputila, Koivulahden Rapu ja Timo Mustalahti.

3.2. Ravustus ja täplärapusaaliit

Tampereen kaupungin omistamilla vesialueilla (noin 1 000 ha) ravustus käynnistettiin vuonna 1998. Kaupungin vedet kattavat Pyhäjärvellä yli puolet Rajasalmen ja Tammerkosken välisestä alueesta.

Tampereen kaupunki on seurannut täplärapusaaliiden kehitystä mertalupia lunastaneiden ravustajien kirjanpitolietojen avulla. Saalislomakkeen palauttaneiden ravustajien antamien saalistietojen perusteella kaupungin vesillä Pyhäjärvellä ensimmäinen saalishuippu saavutettiin vuonna 2002, jolloin laskennallinen kokonaissaalis oli yli 60 000 (kaikenkokoista) täplärapua. Niistä reilu kolmannes oli vähintään 10 cm mittaisia (Granhholm 2002).

Heti saalishuipun jälkeen Pyhäjärven täplärapukanta romahti ensimmäisen kerran. Vaikka mertalupia myytiin siihenastinen ennätysmäärä, 700 kpl, vuoden 2003 kokonaissaalis putosi alle kolmannekseen edellisestä vuodesta (Tuominen 2003).

Ravustuskausien 2004–2005 sato jäi Pyhäjärven pohjoisosassa selvästi aiempia vuosia huonommaksi. Tämän jälkeen täplärapukanta vahvistui uudelleen. Vuonna 2007 kokonaissaalis nousi lähes vuoden 2002 tasolle (noin 63 000 kpl). Tuolloin saavutettiin > 10 cm täplärapujen huippusaalis, noin 30 000 yksilöä (taulukko 2).

Taulukko 2. Täplärapusaaliit vuosina 1998–2015 Pyhäjärven pohjoisosassa Tampereen kaupungin vesialueella. Lähteet: Tampereen kaupungin ravustusyhteenvedot, Erkamo 2016.

vuosi	täplärapuja kpl	> 10 cm kpl	> 10 cm osuus %	> 10 cm kpl/mertayö	< 10 cm kpl
1998	4891	2711	55 %	0,60	2179
1999	11777	5985	51 %	0,63	5791
2000	19076	9933	52 %	0,61	9143
2001	56525	21452	38 %	1,08	35073
2002	63993	22929	36 %	1,26	41064
2003	17426	10894	63 %	0,68	6532
2004	8102	6735	83 %	0,38	1367
2005	5630	3020	54 %	0,22	2610
2006	26068	9471	36 %	0,54	16597
2007	62857	30600	49 %	1,57	32257
2008	55638	28644	51 %	1,62	26994
2009	68189	22234	33 %	0,83	45955
2010	29779	10903	37 %	0,92	18877
2011	9458	4653	49 %	0,46	4805
2012	9258	3781	41 %	0,36	5477
2013	3057	1575	52 %	0,42	1482
2014	4824	3057	63 %	0,64	1767
2015	1663	974	59 %	0,32	689
yhteensä	458211	199551	44 %		258659
keskiarvo	25456	11086	50 %	0,73	14370

2010-luvun alussa Pyhäjärven täplärapukanta taantui uudelleen. Vuonna 2010 kokonaissaalis putosi alle puoleen edellisestä kaudesta, ja vuonna 2011 täplärapusaalis oli n. 4 600 kpl (> 10 cm). Vuonna 2012 käynnistyneen tutkimushankkeen yhteydessä otettiin käyttöön täpläravun alamittasuositus 11 cm, jonka tavoitteena oli turvata entistä paremmin täpläravun lisääntyminen. Seuraavina vuosina täplärapukanta pieneni kuitenkin edelleen. Vuonna 2015 kaupungin vesiltä ravustettiin enää noin tuhat ”syöntikokoista” täplärapua (> 10 cm).

Mertapyynnin yksikkösaaliiden kehitys kuvastaa yleisesti ottaen melko huonosti täplärapukannan vahvuutta silloin, kun pyynnin määrässä on suurta vaihtelua. Kun vuonna 2009 vähintään 10 cm täplärapuja saatiin yli 22 000 kpl, yksikkösaalis oli 0,83. Vuonna 2015 kappalemääräinen saalis oli vain 4 % vuoden 2009 tasosta, mutta yksikkösaalis (0,32) oli edelleen noin 40 % siitä (taulukko 2). Eroa selittää pyyntiponnistuksen romahtaminen samalla kun kanta vajosi alaspäin. Vuonna 2009 mertaöitä kertyi noin 26 688, kun vuonna 2015 pyyntiponnistus oli ainoastaan 2 997 mertayötä (Erkamo 2016).

Tämä yksikkösaaliiden ja pyyntiponnistuksen kehitys Pyhäjärvellä antaa kuvan siitä, miten voimakkaasti pyynti verottaa täplärapukantaa. Vahvankin kannan aikana ravustajakohtainen yksikkösaalis jää pieneksi, kun muita pyytäjiä on paljon. Kun pyyntiä on vähemmän, ravustajien yksikkösaalis voi nousta suhteellisen isoksi verrattuna täplärapukannan vahvuuteen.

Myös velvoitetarkkailujen tulokset täplärapukannan kehityksestä kuvastavat täplärapukannan alamäkeä. Pyhäjärven kalastustiedustelujen yhteydessä saatiin vastauksia niiltä kalastuslupia

lunastaneilta, jotka olivat myös ravustaneet. Pelkästään ravustuslupia ostaneille kalastustiedustelua ei lainkaan lähetetä, joten saalistiedot ovat puutteellisia. Kalastustiedusteluun vastanneiden ravustajien (40 henkilöä) saalis oli noin 12 000 mertayön pyyntiponnistuksella 15 102 täplärapua Pyhäjärven pohjoisosassa vuonna 2009. Saviselän ravustajat (44 henkilöä) nostivat merroillaan 12 616 täplärapua. Yksikkösaaliit olivat molemmilla alueilla samalla tasolla; Pyhäjärvellä 1,26 ja Saviselällä 1,16 täplärapua/mertayö (Holsti 2010).

Vuonna 2013 Pyhäjärven ravustajien pyyntiponnistus oli pudonnut 5 000 mertayöhön ja täplärapusaalis kutistunut kymmenesosaan (1 539 kpl). Myös Saviselän täplärapusaalis (3 602 kpl) oli selvästi laskenut neljän vuoden takaiseen tilanteeseen nähden (Westermarck 2015a). Seuraavan, vuoden 2015 kalastustiedustelun täplärapusaalis – 146 täplärapua (yksikkösaalis 0,13 kpl/mertayö) – oli Tammerkosken ja Rajasalmen välisellä alueella enää sadasosa hyvien vuosien tasosta. Saviselältä ravustajat saivat 1 319 täplärapua (0,41 kpl/mertayö) (Westermarck 2017).

Saaliiden hiipussa ravustuslupien myyntimäärä väheni. Vuonna 2009 Tampereen kaupunki möi luvat 800 merralle (koko kiintiö myytiin loppuun). Vuonna 2015 lupia lunastettiin enää 135 merralle (Tampereen kaupunki 2015). Kun yhden mertaluvan hinta oli 5 €, putosivat Tampereen kaupungin vuotuiset ravustuslupatulot vuoden 2009 huipusta 4 000 eurosta alle 500 euroon.

Täplärapukannan taantuman takia Pyhäjärven vesialueiden omistajien lupatulojen menetykset ovat olleet 2010-luvulla yhteensä kymmeniä tuhansia euroja, koska myös osakaskuntien lupatulot ovat romahtaneet.

Saaliin arvonmenetys on ollut vielä merkittävämpi. Tampereen vesillä ravustaneiden keskisaalis (> 10 cm yksilöt) oli vuosina 2006–2010 noin 20 000 täplärapua vuodessa. Vuoden 2015 saalis (974 kpl > 10 cm täplärapuja) oli enää 5 % tästä. Vuosien 2016–2017 saalis oli vieläkin huonompi (Tampereen kaupunki 2016–2017). Tampereen kaupungin vesillä saaliin arvon alenema vuosina 2011–2017 on yhteensä arviolta yli 100 000 €, jos yli 10 cm täpläravun hinnaksi määritellään 1 €/kpl. Koko Pyhäjärven pohjoisosan ja Saviselän alueella tappiot lienevät noin 2–3-kertaiset. Virkistysarvon menetystä ei voi rahassa mitata, mutta se on huomattava.

Osakaskuntien puheenjohtajien haastattelujen mukaan Saviselän täplärapusaaliit ovat laskeneet huomattavasti viimeisen kolmen vuoden aikana. Rapukannan alamäki näkyy ravustajien määrässä. Mertalupien myynti on ollut aiempaa selvästi vähäisempää, ja osa Saviselän ravustajista on siirtynyt ravustamaan Sorvaselän puolella, jossa saaliit ovat 2010-luvun alkuvuosien tilapäisen notkahduksen jälkeen selvästi kasvaneet. Aktiivisen ravustusalueen vyöhyke alkoi syksyllä 2017 tehtyjen havaintojen perusteella Kaivannon salmen yläpäästä. Kalastuksenvalvonnan yhteydessä ”raja-alueella” tarkastetuissa merroissa havaittiin täplärapusaalista.

3.3. Rapurutto

Pyhäjärven täpläravut saivat rapuruttotartunnan jo varsin varhaisessa vaiheessa. Lehtisaaren koeravustuksissa vuonna 1992 saatiin 100 merralla kolme jokirapua. Tämän jälkeen jokirapuhavaintoja ei enää tullut Rajasalmen sillan itäpuolelta. Ensimmäiset epäilyt rapurutosta kävivät ilmi vuonna 1993, jolloin Lehtisaaren täpläravussa havaittiin melanisoitunut kohta ja katkennut raaja. Saviselän Ratisaarista

saatiin vielä neljä jokirapua vuoden 1994 koeravustuksissa. Ratisaarissa ruttoa havaittiin vuonna 1996. Pyhäjärven yläpuoliselta Näsiselältä saatiin yksi jokirapu vuoden 1992 koeravustuksissa. Näsiselän täpläravuissa rapurutto havaittiin vuonna 1995. (Kolari 1998)

Rapurutto levisi Pyhäjärven täplärapuihin alun perin joko luonnollista leviämistietä tai istutusten kautta. Viimeistään vuonna 1996 Pyhäjärveen (Rajasalmen alueelle) istutettiin rapuruttoa kantavia kesänvanhoja täplärapuja. On mahdollisesta, että joissakin istutuserissä (esimerkiksi viljelylaitoksen emotäpläravuissa) oli jo aiempina vuosina rapuruttotartunta.

4. Mahdollisia syitä täplärapukannan pitkäaikaiseen taantumaan

Pyhäjärven pohjoisosan täplärapukanta ei osoita elpymisen merkkejä. Keskimääräinen yksikkösaalis 0,02 täplärapua/mertayö on erittäin alhainen ja samaa tasoa Luonnonvarakeskuksen (LUKE) alueella vuosina 2015–2016 suorittamien koeravustusten saaliiden kanssa (yksikkösaalis koealoilla 0–0,07) (Erkamo ja Tulonen 2017).

Koeravustussaaliiden ohella täplärapukannan kehitystä kuvastavat myytyjen mertalupien määrän romahdus ja kokonaissaalisarvion kehittyminen. Molemmat kertovat Pyhäjärven täplärapukannan syvän alennustilan jatkuvan.

Seuraavassa on listattu mahdollisia tekijöitä, jotka todennäköisimmin ovat voineet vaikuttaa täplärapukannan kehittymiseen negatiivisesti ja estäneet kannan uudelleen elpymisen.

4.1. Epäedulliset lämpötilaosuhteet

Ruotsin täplärapukantojen seurannassa on havaittu, että korkea veden keskilämpötila on eräs tekijä, joka voi aiheuttaa täplärapukantojen romahduksia (Sandström ym. 2014). Suomessa tehtyjen selvitysten perusteella on tultu siihen tulokseen, että vuosien väliset erot järveden syksyisessä lämpötilakehityksessä vaikuttavat merkittävästi täpläravun lisääntymisen onnistumiseen (Pursiainen ja Erkamo 2014). 2000–2010-luvuilla Etelä-Suomessa on koettu sekä ennätyspitkiä ja -lämpimiä kasvukausia että lähes dramaattisen nopeita siirtymiä kesästä talvisiin olosuhteisiin.

Mikäli vedet jäähtyvät syksyllä tavanomaista nopeammin, saattavat täplärapujen parittelu, muninta, mädin hedelmöityminen ja alkionkehitys häiriintyä. Seuraavana vuonna syntyvä vuosiluokka voi siksi jäädä heikoksi tai olla lähes olematon. Lämpötila- ja aikaikkuna on tämän asian suhteen varsin kapea Suomen olosuhteissa. Täpläravut tarvitsevat kesäpäivän seisauksen jälkeen lyhenevissä päivän pituuksissa ainakin yhden kuorenvaihdon, ennen kuin munarauhasten kypsymisen edellyttämä hormonitoiminta käynnistyy. Lisäksi rapunaaraan on pystyttävä keräämään riittävät energiavarat itselleen ja mätimunien ruskuista varten ennen parittelua ja munintaa. Tämän jälkeen alkionkehityksen on edettävä riittävästi ennen talven tuloa. Jos syksyllä vesien jäähtyessä ennen lokakuun loppua pintavesien lämpösummaksi lämpötila-alueella 13–4 °C jää alle 230 päiväastetta, on huomattavan suuri vaara siitä, että lisääntyminen epäonnistuu. (Pursiainen ja Erkamo 2014)

Syksyn lämpötilakehitys selittää hyvin pitkälti Pyhäjärven ja monien muiden Suomen järvien täplärapukannoissa tapahtuneita taantumia ja uudelleen nousuja 2000–2010-luvuilla. Erityisesti vuosien 2002 ja 2009 poikkeukselliset olosuhteet syksyllä heijastuivat seuraavien vuosien täplärapusaaliisiin ja näkyivät mm. kirjanpitokalastajien saaliiden notkahduksena Etelä-Suomen järvillä (mm. Pursiainen ja Erkamo 2014).

Kesä 2002 oli kokonaisuudessaan 2000-luvun lämpimin. Vielä syyskuun alkupäivinä veden lämpötila oli Längelmäveden Kaivannon havaintoasemalla 20 asteen tuntumassa. Syyskuun puolivälissä syksy muuttui nopeasti kylmäksi, ja 19. lokakuuta veden lämpötila oli pudonnut Kaivannossa 4,3 asteeseen (Suomen ympäristökeskus 2017). Täplärapusaaliit romahtivat vuoden 2002 huipun jälkeen monilla järvillä. Pyhäjärven pohjoisosan ohella muun muassa Näsijärvellä, Roineella, Kukkialla ja Päijänteellä yksikkösaalis romahti vuonna 2003. Erityisesti pienten, alle 10 cm täplärapujen saalismäärä väheni jo seuraavana vuonna (Erkamo ym. 2014, Tuominen 2003).

Tilanne oli samankaltainen myös Säkylän Pyhäjärvellä. Syksyllä 2002 havaittiin, että mätimunia ei lainkaan ilmestynyt Säkylän Pyhäjärvestä ravustettujen emorapujen takaruumiin alle. Niinpä kesällä 2003 ei käytännössä kuoriutunut uutta täplärapuikäluokkaa. Nopea talven tulo tuhosi myös nuoria täplärapuja. Vielä kesällä 2002 pieniä täplärapuja tuli saaliiksi hyvin runsaasti. Lämpimän loppukesän 2002 ansiosta nuorten täplärapujen kuorenvaihdot jatkuivat vielä syyskuussa. Vesien nopean jäähtymisen seurauksena kuorenvaihtoprosessi häiriintyi aiheuttaen lisääntyntä kuolleisuutta (Järvenpää 2009). Kun pyynti käynnistyi heinäkuussa 2003, huomattiin, että kaikki pienet, pyyntikokoa lähestyvät 7–9-senttiset kolmatta kasvukauttaan ja 5–7-senttiset toista kasvukauttaan elävät ravut puuttuivat saaliista. Tämän vuoksi Säkylän Pyhäjärven saaliit pienenivät vuoden 2003 siihenastisesta huipusta (lähes 400 000 täplärapua) huomattavasti jo vuonna 2004 (170 000) (Järvenpää 2009).

Lähes vastaavankaltainen nopeasti viilenevä syksy koettiin vuonna 2009, mikä lienee yksi merkittävä osasyys täplärapusaaliiden alamäkeen Tampereen Pyhäjärven pohjoisosassa seuraavina vuosina. Alle 10 cm täplärapujen yksikkösaalis romahti vuonna 2011 vajaan neljäsosaan (0,43) edellisestä vuodesta (1,6), eikä ole sen jälkeen palautunut entiselle tasolle (Tampereen kaupunki 2011–2017, Erkamo 2016).

Kylmän syksyn 2009 vaikutus näkyi myös Päijänteellä ja Säkylän Pyhäjärvellä vuosina 2011 ja 2012. Pienten (< 8 cm) täplärapujen kokoluokka oli poikkeuksellisen heikko, yksikkösaalis vain 0,02–0,04 rapua mertayötä kohti, mikä kertoo erittäin pienestä tai olemattomasta poikasvuosiluokasta 2010 (Pursiainen ja Erkamo 2014).

Koska vuonna 2011 myös yli 10 cm täplärapujen yksikkösaalis putosi Pyhäjärvellä puoleen edellisestä vuodesta, kannan pienenemiselle täytyy olla muitakin selityksiä kuin kylmän syksyn 2009 aiheuttamat tappiot vuosiluokalle 2010.

Vuosien 2002 ja 2009 lisäksi myöskään vuosina 2006, 2010 ja 2016 syksyn lämpötilakehitys ei ollut välttämättä kovin ideaali täpläravun lisääntymisen kannalta (kuva 2).

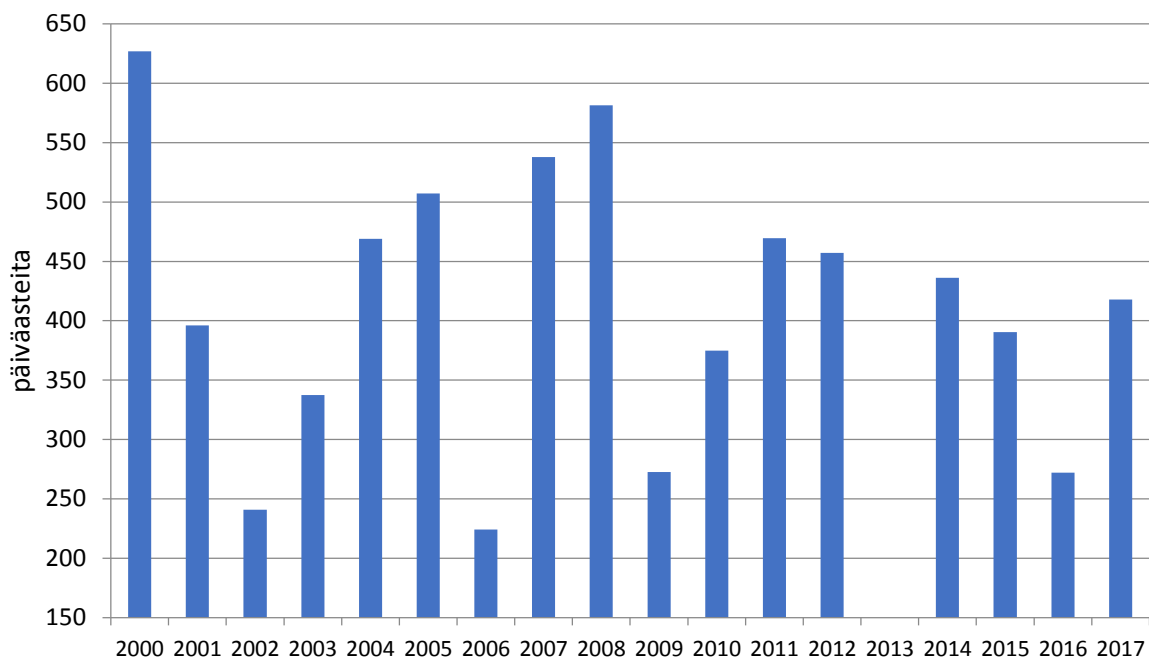
Vuonna 2006 erittäin lämpimän ja ennätyspitkän kesän päätteeksi koettiin ennätyslyhyt syksy. Etelä-Suomessa terminen kesä päättyi vasta 9. lokakuuta ja terminen talvi alkoi jo 29. lokakuuta. Tyypillisesti siirtyminen syksystä talveen vie noin kaksi kuukautta kautta maan; vuonna 2006 se hoitui kolmessa

viikossa (Ilmatieteenlaitos 2006). Längelmäveden Kaivannossa veden lämpötila putosi 13 asteesta 4 asteeseen reilussa kolmessa viikossa (10.10.–2.11.), ja tuona aikana päiväasteiden määrä jäi poikkeuksellisen pieneksi (224 päiväastetta) (Suomen ympäristökeskus 2017). Rapusaaliiden huomattava alamäki Pyhäjärvellä vuosina 2010–2011 voi siis selittyä ainakin osittain vuosiluokan 2007 pienuudella.

Myös RKT:n kirjanpitoravustajien saaliissa (5 eteläsuomalaisella järvellä) mittarapujen osuus oli vähentynyt vuonna 2010. Pursiainen ja Erkamo (2014) arvelivat tämän mahdollisesti olleen syksyn 2006 pienen lämpösumman seurausta.

Näsijärvellä, joka suuren vesimassansa ansiosta jäähtyy syksyllä muita järviä hitaammin, saaliit romahtivat kuitenkin vasta vuonna 2012. Tuolloin pienten, alle 10 cm täplärapujen yksikkösaalis tippui alle puoleen (1,54) ja kokonaissaalis (74 132) viidenteen osaan edellisvuodesta (387 393). Näsijärvellä sekä pienten täplärapujen että yli 10 cm yksilöiden saalismäärät vähenivät aina vuoteen 2015 saakka. Toisin kuin alapuolisella Pyhäjärvellä, Näsijärvellä saalis kääntyi viimein uudestaan nousuun vuosina 2016–2017. Kirjanpitoravustajien mukaan erityisesti vuonna 2017 täplärapuja saatiin mertoihin ennako-odotuksia paremmin. (Tampereen kaupunki 2011–2017, Erkamo 2016).

Päiväasteet Längelmäveden Kaivannossa syksyllä 2000–2017



Kuva 2. Päiväasteiden määrä Längelmäveden Kaivannon havaintoasemalla täplärapun muninnan ja alkionkehityksen kannalta oleellisella lämpötilavälillä 13–4° C vuosina 2000–2017. Syksyn 2013 tiedot puuttuvat. Lähde: Suomen ympäristökeskus.

Vuosisadan hellekesänä 2010 veden lämpötila ei käynyt Längelmäveden Kaivannossa ajanjaksolla 1.7.–18.8. yhtenä päivänä alle 20 asteen. Jakson keskilämpötila oli 22° C ja maksimi 24,8° C (14.7.2010). Kesä päättyi nopeaan lämpötilan laskuun; veden lämpötila oli syyskuun alussa 13,5° C (ajankohdan keskiarvo 2000-luvulla 16,8° C). Veden lämpötila oli edelleen 13 astetta 19. syyskuuta, jonka jälkeen ilma alkoi viilentyä, ja lokakuun puolivälissä vesi oli enää 6,5-asteista (Suomen ympäristökeskus).

Epätavalliset olosuhteet kesällä ja syksyllä saattoivat stressata täplärapuja ja aiheuttaa ongelmia lisääntymiselle yhdessä rapuruton kanssa ja siten heikentää vuosiluokkaa 2011.

Myös Pyhäjärven Säijän-Sorvanselällä täplärapusaaliit heikkenivät vuosien 2008 ja 2013 välisenä aikana. Kalastustiedusteluun vastanneet 83 ravustajaa ravustivat noin 27 000 täplärapua vuonna 2008 (Kivinen 2010). Vuonna 2012 saalis oli vajaat 9 000 täplärapua (Westermarck ja Holsti 2014) ja vuonna 2013 enää alle 4 000 täplärapua. Tuolloin vastaajista oli ravustanut vain 45 henkilöä (Westermarck 2015b).

Säijän-Sorvanselän alueella yksikkösaaliit (0,9–1,2) pysyivät vuosina 2011–2013 kuitenkin selvästi parempina kuin Pyhäjärven pohjoisosassa. Säijän-Sorvanselän täplärapukanta on tämän jälkeen uudestaan elpynyt, ja parin viime vuoden aikana saaliit ovat olleet alueen osakaskuntien mukaan hyviä. Elpyminen alkoi näkyä viimeisimmässä kalastustiedustelussa, johon valikoituneet 51 ravustajaa olivat saaneet Säijän-Sorvanselältä saaliksi yli 10 000 täplärapua ravustuskaudella 2015 (Kivinen 2018). Myöskään Säijän-Sorvanselän kalastustiedustelua ei lähetetä sellaisille henkilöille, jotka ostavat yksinomaan ravustuslupan. Todelliset saaliit ovat huomattavasti suurempia myös siksi, että rapusaaliit esitetään ilman pyynnin laajennuskertoimia (tiedustelu tehdään otantana kalastuslupia lunastaneista, ja vain osa kyselyn saaneista vastaa siihen).

Vuosina 2011, 2012 ja 2014 (vuoden 2013 tiedot puuttuvat) Längelmäveden Kaivannon havaintoasemalla veden syksyinen lämpötilankehitys (Suomen ympäristökeskus 2017) vaikuttaisi olleen täplärapun lisääntymisen kannalta hyvä, sillä päiväasteita kertyi noin 430–470 lämpötila-alueella 13–4 °C (kuva 2). Esimerkiksi vuosina 2004 (n. 470 päiväastetta) ja 2005 (n. 500 päiväastetta) lämpötilakehitys oli pitkälle samankaltainen. Vahvat vuosiluokat 2005 ja 2006 näkyivät hyvinä täplärapusaaliina monissa järvissä vuosina 2008–2009. Kaivannon lämpötilakehitys kuvastanee suhteellisen hyvin myös Näsijärven ja Pyhäjärven pohjoisosan veden lämpötilan kehittymistä. Lisääntymisen epäonnistuminen ainakaan syksyn lämpötilaolojen vuoksi ei vaikuta kovin varteenotettavalta selitykseltä Pyhäjärven täplärapusaaliiden edelleen jatkuneelle alamäelle vuosina 2014–2017. Aiempien syksyjen lämpötilaolojen puolesta saaliiden olisi päinvastoin pitänyt nousta, kuten on tapahtunut useimmilla muilla järvillä.

Pyhäjärvi on erikoislaatuinen järvi. Kokemäenjoen vesistöalueen keskusjärvenä se on läpivirtausallas, jonka vesi vaihtuu reilussa kuukaudessa. Näsijärvi laskee Pyhäjärveen Tammerkosken kautta. Pyhäjärven Tampereen puoleisen veden lämpötila on pitkälti riippuvainen Näsijärven lämpötilakehityksestä ja Tammerkosken juoksumäärästä. Aavalla Näsijärvellä kovat tuulet sekoittavat vesimassoja ja lämpötilavaihtelut voivat olla suuria etenkin alkua- ja keskikesällä. Toisaalta syksyllä lämpötilavaihtelut ovat pieniä verrattuna matalampiin järviin. Tammerkosken kautta Pyhäjärveen virtaava vesi on hyvin kylmää kovina talvina.

Pyhäjärvelle on asennettu MIXOX-ilmastimia parantamaan alusveden happipitoisuutta. MIXOX-kierrätys kohottaa kesän aikana alusveden lämpötiloja. Esimerkiksi elokuun 2014 puolivälin jälkeen lämpötilakerrosteisuus oli jo lähes hävinnyt. Alusveden lämpötila kohosi kesän aikana kesäkuun puolivälin tilanteesta (8,7 °C) elokuulle (17,0 °C) noin 8 astetta. Ilmastuksen vaikutus on havaittavissa ainakin Lehtisaaren syvänteelle saakka (Perälä 2016).

Luonnonvarakeskus on asentanut Pyhäjärven pohjoispäähän lämpötilaloggereita, joiden avulla veden lämpötilan kehitystä seurataan. Tietojen avulla voidaan tarkastella, onko alueella ollut 2010-luvulla

täpläravun lisääntymille epäedullisia vuosia. Asiaa tullaan mahdollisesti käsittelemään tulevilla raporteissa.

Epäedulliset lämpötilaolosuhteet muutamina vuosina 2000-luvulla lienevät Pyhäjärven pohjoisosan täplärapukannan ison vaihtelun keskeisin taustatekijä. Veden lämpötilan vaihtelu ei kuitenkaan selitä sitä, miksi täplärapukanta on vajonnut lähes olemattomiin ja miksi se ei ole pyyntiponnistuksen merkittävästä vähenemisestä huolimatta uudestaan elpynyt 2010-luvulla – kuten tapahtui Pyhäjärven etelä- ja keskiosissa ja monilla muilla Pirkanmaan isoilla järvillä.

4.2. Rapurutto

Suomessa rapurutosta on olemassa kahta päätyyppiä; ns. jokiraputyypin (As-tyyppi) eli 1800-luvulla Suomeen kulkeutunut rapurutto ja täpläraputyypin (Ps1-tyyppi) eli USA:sta 1960-luvun siirtoistukkaiden mukana tullut rapurutto (mahdollisesti, mutta epätodennäköisemmin se on osittain voinut kantautua myös Ruotsista 1970-luvulla tuotujen täpläravun poikasten mukana) (Erkamo ym. 2009, Erkamo 2018). Jälkimmäinen on huomattavasti tappavampi, ja se voi aiheuttaa tartunnan alkuvaiheessa huomattavia tappioita myös täplärapukannoissa (mm. Erkamo ym. 2009).

Esimerkiksi Karjalohjan Puujärvellä tuottoisasta täplärapukannasta tuhoutui noin puolet ruttotartunnan seurauksena 1990-luvun puolivälissä, mutta kanta kuitenkin elpyi suhteellisen nopeasti uudelleen (Kilpinen 2007). Lammin Pääjärvellä (1 342 ha) vahva täplärapukanta romahti vasta kolmantena vuonna rapuruton saapumisesta (1999). Erkamo ja Tulonen (2010) arvelivat tämän johtuneen siitä, että rutto tuhosi lähes kokonaan kesällä 1999 ja 2000 syntyneet vuosiluokat, joiden olisi pitänyt muodostaa valtaosa kesän 2002 saaliista. Pääjärven täplärapukanta toipui hitaasti rapuruton jälkeen, eikä yksikkösaaliissa päästy 2000-luvulla lähellekään aiempaa tasoa.

Tampereen Pyhäjärvellä, jossa rapurutto havaittiin harvan kannan aikaan jo vuonna 1993 eli kolmantena vuonna ensimmäisistä istutuksista, täplärapukanta kehittyi ruttotartunnan jälkeen – syksyn 2002 aiheuttamaa taantumaa lukuun ottamatta – lupaavasti seuraavat 15 vuotta. Viime vuosiin saakka Pirkanmaan ja Suomen isoissa järvissä täplärapukanta on useimmiten kestänyt melko hyvin ruton ilmaantumisen. Niissä isoissa järvissä, joissa täplärapukanta on rapuruttoepidemian seurauksena enemmän tai vähemmän romahtanut, kannat ovat useimmissa tapauksissa toipuneet joko hyvin tai osittain.

Sen sijaan pienemmissä vesistöissä romahtaneen täplärapukannan toipuminen saattaa tuottaa ongelmia. Vihdin Moksjärvellä – josta hankittiin osa Pyhäjärven siirtoistukkaista – täplärapukanta romahti rapuruton seurauksena, eikä ole tiettävästi sen jälkeen toipunut (Erkamo 2018). Kanta-Hämeen alueella erityisesti pienissä ja keskisuurissa järvissä, jotka ovat yleensä keskisyvyydeltään matalampia kuin isot järvet, monien täplärapukantojen havaittiin romahtaneen tai taantuneen ainakin tilapäisesti (Jussila ym. 2014a).

Alkuperäisen, 1800-luvulla alun perin Italiaan saapuneen rapuruton (As-tyyppi) lisäksi Eurooppaan on kulkeutunut neljä muuta genotyyppiä rapurutosta. Rapurutto voi muuntautua vesistöissä ja ruttokantojen virulenssissa voi olla eroja. Rapukannat voivat sopeutua pikku hiljaa ruttoon. Sekä

taudinaiheuttajan että isännän sopeutumisen seurauksena rapurutto ei aiheuta kaikissa kannoissa yhtä vakavia seurauksia (Jussila ym. 2014b).

Vaikka täplärapu on melko vastustuskykyinen rapurutolle, tauti saattaa aiheuttaa merkittävää kuolleisuutta varsinkin, jos olosuhteet ovat muuten heikentyneet. Kuten Tampereen Pyhäjärvellä, myös Säkylän Pyhäjärvellä täplärapukanta oli rapuruton tartuttama syksyllä 2002 (kun nopean talventulon takia täpläravun lisääntyminen epäonnistui). Järvenpää (2009) arveli, että rapurutotartunnalla oli todennäköinen syy-yhteys nuorten ikäluokkien menehtymiseen. Sukukypsät yksilöt kuitenkin selviytyivät. Ne eivät vaihda kuortaan sen jälkeen, kun niiden sukurauhaset ovat alkaneet aktivoitua elokuussa. Järvisä, joissa täplärapukanta oli säilynyt rutottomana, kannan taantumista ei havaittu, vaikka niissäkin vuoden 2003 poikastuotto todennäköisesti menetettiin (Järvenpää 2009).

Säkylän Pyhäjärvellä täplärapukanta elpyi 2000-luvulla, ja lähes miljoonan täpläravun huippusaalis saavutettiin vuonna 2008. Tämän jälkeen saalismäärä aleni, mutta oli seuraavassa aallonpohjassa edelleenkin yli 400 000 kappaletta (Ventelä. ym 2015). Tämän jälkeen saaliit lähtivät taas nousuun, ja vuonna 2016 saalis oli jo 720 000 täplärapua (Erkamo 2018). Säkylän Pyhäjärvellä ja Tampereen Pyhäjärvellä täplärapukantojen kehityssykli (melko samanaikaiset kaksi huippua ja yksi aallonpohja) muistuttivat toisiaan 2000-luvulla, mutta ovat olleet tyystin erilaisia 2010-luvulla.

Pyhäjärven koeravustussaaliissa on ollut tyypillisesti varsin runsaasti (pääosin 20–60 %) ruttoisia täplärapuja 2010-luvulla (Erkamo ja Tulonen 2017, tämä raportti). Niiden täplärapujen osuus, joilla oli ruttotäplä, oli pienempi 1990-luvun koeravustuksissa (2–11 % viileän kesän 1996 jälkeen ja 5–66 % lämpimän kesän 1997 lopulla) (Pirkanmaan Kalatalouskeskus 1996–1997).

Suur-Saimaan täplärapusaaliissa ruttomerkkejä esiintyi Pyhäjärveen verrattuna vielä yleisemmin vuosina 2009–2015; peräti 45–79 %:lla yksilöistä. Myöskään Saimaalla täplärapukanta ei ole kehittynyt yhtä suotuisasti kuin parhailta rapuvesillä. Kanta kuitenkin hyödynnetään kaupallisesti, ja yksikkösaaliit ovat tyypillisesti olleet 1–3 kpl/mertayö (Jussila ym. 2016).

Vaikka rapurutto ei välttämättä ole ainoa syy Pyhäjärven rapukatoon, se voi yksin tai yhdessä muiden raputautien kanssa heikentää täplärapukantaa, erityisesti jos ympäristöolosuhteet ovat epäedulliset ja rapuja stressaavia tekijöitä on useita yhtä aikaa.

Perättäiset hellekesät 2010–2011 lisäsivät todennäköisesti täplärapujen stressiä. Lämpimässä vedessä monet taudinaiheuttajat – kuten rapurutto – aktivoituvat parhaiten. Heinäkuu 2010 oli tilastohistorian lämpimin heinäkuu, jolloin Suomessa mm. rikottiin kaikkien aikojen lämpötilaennätys. Vuonna 2011 sekä kesäkuu että heinäkuu olivat hyvin lämpimiä. Kesä-heinäkuun 2011 keskilämpötila 18,2° C oli Tampere Härmälän havaintoaseman korkein ajanjaksolla 1961–2017 (yhdessä hellekesän 1988 keskilämpötilan kanssa) (Ilmatieteen laitos).

Näsijärven koeravustuksissa havaittiin, että ruttoisten täplärapujen osuus saaliissa kasvoi koko ajan vuosina 2009–2012. Huomattavin kasvu tapahtui vuonna 2012 – samana vuonna kun Näsiselän täplärapusaalis romahti – jolloin ruttoisia oli Näsiselällä joka neljäs täplärapu. Rutollisten osuus oli tuolloin kolminkertainen edelliseen vuoteen nähden ja yli kymmenkertainen vuoteen 2009 verrattuna (Holsti 2013). Rutollisten osuus pysyi Näsiselällä suurena vielä vuosina 2014–2015, mutta väheni vuonna

2016 lähes samalle tasolle kuin vuonna 2009 (Kivinen 2016). Lämpimät kesät 2013 ja 2014 suosivat rapuruttoa viileitä kesiä 2015 ja 2016 enemmän.

Rapurutto voi olla merkittävä osatekijä Tampereen Pyhäjärven täplärapukannan romahdukselle ja kannan alhaalla pysymiselle. Pyhäjärven täpläravuissa olevaa rapuruttoa ja sen taudinaiheutuskykyä olisi syytä tutkia tarkemmin.

4.3. Pyrstöjalkatauti

Yksi merkittävä täpläravun uhka on pyrstöjalkatauti. Tämä sienitauti vaivaa naarasrapuja, ja sen kuvaan kuuluu naaraan pyrstöjalkojen osittainen tai täydellinen syöpyminen. Alkuvaiheessa pyrstöjaloissa on ruskeita melanisaatiolaikkuja, ja taudin edetessä kokonaiset pyrstöjalat syöpyvät. Tällöin mäti ei pysty kiinnittymään naaraan pyrstön alle. Pyrstöjalkatautiin sairastuvat täpläravut ovat tutkimusten mukaan olleet aina rapuruton vaivaamia ja siten tämän taudin heikentämiä. Pyrstöjalat syö Fusarium -perheen sieni, joka iskee täplärapunaaraaseen tilanteen salliessa (Itä-Suomen yliopisto 2018). Ruotsissa pyrstöjalkatautia on tavattu erityisesti romahtaneissa täplärapukannoissa (Edsman ym. 2015).

Saimaalla pyrstöjalkatautia havaittiin ensimmäisen kerran vuosina 2011–2012. Ensimmäiset havainnot Ruotsin järviltä ajoittuvat samoihin aikoihin (Jussila 2017). Pyrstöjalkataudin ilmaantuminen Suomen ja Ruotsin vesistöihin ajoittuu kesälämpötiloiltaan poikkeuksellisten vuosien tuntumaan. Olisiko poikkeusolosuhteilla jotain tekemistä pyrstöjalkataudin puhkeamisen kanssa? Fusarium-suvun taudinaiheuttajat tunnetaan maailmalla vaivana mm. lämpimien vesien katkaravunviljelylaitoksilla (Jussila 2017).

Hellekesien 2010–2011 seurauksena myös eräät muut luonnonvitsaukset yleistyivät Suomessa. Päänvaivaa aiheutui mm. metsänomistajille. Varttuneiden kuusikoiden taloudellisesti merkittävin tuhohyönteinen kirjanpainaja kehitti poikkeuksellisesti kaksi sukupolvea vuosina 2010 ja 2011 Etelä-Suomessa. Ilmiön aiheuttivat kyseisten vuosien korkeat kesien keskilämpötilat yhdessä laajojen myrskytuhojen kanssa (Kukkonen 2013).

Pyhäjärven täpläravuilla havaittiin pyrstöjalkatautia RCTL:n suorittamissa koeravustuksissa vuosina 2013 (Eteläpuisto 13 % naaraista) ja 2014 (Eteläpuisto 16 % ja Viinikanlahti 57 % naaraista). Pyrstöjalkatautia on havaittu myös Näsijärven täpläravuissa ja esimerkiksi Mallasvedellä, jossa saaliit ovat olleet erinomaisia. Saimaalla pyrstöjalkatautia esiintyi vuoteen 2015 saakka enintään 15,4 %:lla tutkituista täplärapunaaraista (Jussila ym. 2016). Saimaalla tilanne näyttäisi olevan pahenemaan päin, sillä viime aikoina tautia on havaittu jopa 70–80 %:lla yksilöistä (Etelä-Saimaa 2017).

Pyhäjärven täplärapukannan romahduksen taustalla voi olla rapuruton ja pyrstöjalkataudin lisäksi muitakin raputauteja; esimerkiksi joku toistaiseksi tuntematon taudinaiheuttaja.

4.4. Ravustus

Ravustus voi vaikuttaa merkittävästi täplärapukannan tilaan verrattuna esimerkiksi kalastuksen vaikutukseen kalakantoihin – joka sekin on todistettu suureksi monessa tapauksessa. Ensinnäkin,

kalanpyyntiin verrattuna ravut on helppo pyytää vähiin tehokkaalla mertapyynnillä joltakin alueelta. Toiseksi, rapujen lisääntyminen on huomattavasti tehottomampaa kuin useimpien kalalajien. Yhdellä täplärapunaaraalla on mätimunia vain satoja kappaleita, kun esimerkiksi naarasmuikulla niitä on tuhansia ja kuhanaaraalla satoja tuhansia kappaleita. Mitä pienempi lajin jälkeläistuotto on, sitä enemmän tehokas pyynti vaikuttaa sen kantaan suhteellisesti. Tämä korostuu tilanteissa, joissa on useampia epäedullisia lisääntymisvuosia perätysten.

Tehokkaalla pyynnillä ravustusalueelta voidaan leikata pois vuosittaisen pitkän ravustuskauden aikana suurin osa yli 10 cm täplärapuista. Pyhäjärven pohjoisosassa ravustuspaine nousi 2000-luvulla suureksi. Tampereen kaupungissa asuu paljon ihmisiä, joista moni halusi kokeilla ravustusta ja saikin siitä toviksi itselleen hyvän harrastuksen. Seurannan perusteella kaupungin vesillä ravustettiin vuosittain 13 000 – 27 000 mertayön pyyntiponnistuksella (15–29 mertayötä/ha). Täplärapun kokonaissaalis oli parhaina vuosina yli 2 kg/ha (Erkamo 2016) eli suurempi kuin alueen kuhasaalis (Westermarck 2017).

Saalimäärä on iso, kun ottaa huomioon alueen profiilin. Suurin osa Pyhäjärveä on ravustukseen soveltumatonta syvän veden aluetta. Pyyntirasitus varsinaisilla täplärapualueilla oli siis erittäin suuri. Jonkinlaisen käsityksen pyyntiponnistuksesta saa, kun sen suhteuttaa johonkin toiseen vesistöön, esimerkiksi Päijänteeseen. Vastaavanlaisella pyyntiponnistuksella kuin Pyhäjärvellä oli vuonna 2009, Päijänteelle kertyisi yli 90 000 rapumerralla yli 3 miljoonaa mertayötä.

Näsijärvellä Tampereen kaupungin vesillä pyyntiponnistus (max. 66 mertayötä/ha) ja hehtaarisaaalis (max. 10,3 kg) olivat vielä selvästi suurempia kuin Pyhäjärvellä (Erkamo 2016). On esitetty epäilyjä, että vahvan täplärapukannan aikaan Näsijärveltä poistettiin huomattavia määriä myös alle 10-senttisiä täplärapuja.

Iso pyyntiponnistus on vaikuttanut merkittävästi täplärapukannan kehitykseen Pyhäjärvellä ja erityisesti Tampereen kaupungin vesillä, joka on ollut järven ravustetuin alue. Koska kanta on viime vuosina mennyt rajusti alaspäin myös muualla Tammerkosken ja Luodonsaaren välillä (muttei läheskään niin alas Näsijärvellä, jossa kanta on ollut lisäksi kasvamaan päin), tehokas pyynti ei voi mitenkään yksin selittää täplärapukannan melkoisen täydellistä romahdusta.

Jatkuva ravustus yhdistettynä täplärapun kannalta epäedullisiin olosuhteisiin on luultavasti kuitenkin jyrkentänyt kannan alamäkeä. Silloin kun lisääntymiskokoisten yksilöiden määrä käy vähäiseksi – kuten Pyhäjärvellä viime vuosina – kannan toipuminen on muutenkin hidasta. Tässä vaiheessa emokannan verottaminen ravustuksen kautta hidastaa entisestään kannan elpymistä.

Kannan kehityksen kääntyminen suotuisaan suuntaan edellyttäisi lisääntymisen onnistumista. Pyhäjärven täplärapujen lisääntyminen näyttää olleen erittäin heikkoa vuonna 2015, koska syksyn 2017 koeravustuksissa ei saatu yhtään alle 9,5 cm täplärapua. Myös Tampereen kaupungin saalislomakkeen palauttaneilla alle 10 cm täplärapujen yksikkösaalis (0,03) oli vuonna 2017 selvästi heikompi kuin koskaan aiemmin (Tampereen kaupunki 2017).

4.5. Vedenlaatu

Pyhäjärvi on huomattavasti puhdistunut viimeisen 30 vuoden aikana. Aluetta kuormitetaan kuitenkin edelleen suhteellisen paljon. Merkittävin jatkuva kuormitus tulee asumajätevesistä. Lisäksi Tammerkosken varrella toimii Metsä Board Takon kartonkitehdas.

Tampereen kaupungin jätevedet lasketaan Pyhäjärveen kahden puhdistamon kautta; toinen purkupuutki sijaitsee Viinikanlahdessa ja toinen Raholan edustalla. Vaikka puhdistusteho on nykyään hyvä, suuren kaupungin jätevesillä on selvästi rehevöittävä vaikutus. Pyhäjärvellä veden fosforipitoisuus nousee merkittävästi Näsijärvestä tulevaan veteen verrattuna. Jätevesien mukana Pyhäjärveen kulkeutuu mm. bakteereja sekä pieninä pitoisuuksina monenlaisia aineita ja yhdisteitä, kuten lääkeaineita, mikromuoveja, huumausaineita, ftalaatteja (Oravainen 2017) ja muita kemikaaleja, joiden vaikutuksista rapukantoihin tiedetään hyvin vähän.

Tampereen teollisen historian johdosta Näsijärven ja Pyhäjärven sedimentissä on monia haitallisia aineita, jotka voivat levitä Pyhäjärveen rakennus- ja ruoppaustoimenpiteiden seurauksena. Pyhäjärven sedimentissä on mm. PCB-yhdisteitä, dioksiineja, PAH-yhdisteitä ja raskasmetalleja. Tampereen keskusta-alueen maaperässä on monenlaisia kemikaaleja muistona Suomen taloudellisen nousun kiivailta vuosikymmeniltä.

Ravut ovat tunnetusti herkkiä perkauksille ja vesistö rakentamiselle. Tampereen kaupungin alueella on ollut viimeisen kymmenen vuoden aikana käynnissä muutamia isoja ja useita pienempiä rakennushankkeita, jotka ovat vaikuttaneet enemmän tai vähemmän Pyhäjärven vedenlaatuun.

Rakentaminen edellyttää monissa tapauksissa järven pohjan kaivua erilaisten kaapeleiden tai maaperän tukitoimenpiteiden vuoksi ja läjityksiä vesistöön. Tämä aiheuttaa myrkyllisten aineiden mobilisoitumista pohjasedimentistä (mm. Frisk ym. 2007).

Tampereen alueella rakentaminen on ollut vilkasta 2000–2010-luvuilla. Pyhäjärven pohjoisosan ja Tammerkosken vaikutuspiirissä on toteutettu mm. seuraavat hankkeet vuosina 2005–2017:

- Ratinanniemen rantapengerrykset, venesatama ja asuinalue (2007–2012)
- Laukonsilta Ratinansuvannon yli (2009–2010)
- Laukontorin laiturialueen kunnostus
- P-Hämpin, ison maanalaisen pysäköintilaitoksen rakentaminen (n. 1 000 autolle) (2008–2012)
- Tammerkosken Palatsinraitin silta- ja patotyö (2009–2012)
- Tampereen Rantatunnelin rakentaminen ja Näsiselän eteläpään vesistötäytöt (2013–2017)
- Gasumin maakaasupuutken vesistöналitus Tammerkosken niska-alueella (2015–2016)

Seuraavassa on kuvattu tiivistetysti muutamien rakennushankkeiden toimenpiteitä ja niihin liittyviä mahdollisia vedenlaaturiskejä koskien Pyhäjärven täplärapukantaa.

Vuosina 2007–2012 toteutettiin Ratinanrannan asuntoalueen rakentaminen, jonka yhteydessä mm. tehtiin rantapengerryksiä ja venesatama Ratinanniemen alueelle sekä rakennettiin kerrostaloasuntoja 1 000 asukkaalle. Viinikanlahden pohjasedimentti on osittain voimakkaasti pilaantunut PCB-yhdisteillä, mineraaliöljyllä ja kromilla. Pohjasedimentissä on lisäksi havaittu kohonneita arseeni-, elohopea-, kadmium-, kupari-, lyijy- ja sinkkipitoisuuksia. Korkeimmat Viinikanlahden sedimentin PCB-pitoisuudet ylittävät ongelmajättelelle asetetut raja-arvot (Frisk ym. 2007). Ympäristöluvan mukaan Ratinan rantapengerryksen ja venesataman rakentamisen yhteydessä pilaantuneita pohjasedimenttejä oli lupa poistaa vesialueelta noin 1 000 m³ (Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2005).

Suurin yksittäinen rakennushanke oli Tampereen itä- ja länsiosat yhdistävän Rantatunnelin rakennushanke. Näsijärven etelärannan suuntaisesti kulkevaa, Tammerkosken alittavaa tunnelia rakennettaessa räjäytettiin ja louhittiin suuria maamassoja. Niistä iso osa läjitettiin Näsiselän

etelärantaan Tammerkosken ja Naistenlahden väliselle alueelle (noin 1,6 ha vesistöäyttö Aspinniemen edustalla Ranta-Tampellan rakennusaluetta varten) ja Santalahteen.

Aspinniemen edustan sedimentissä on suuria, pilaantuneen sedimentin raja-arvot ylittäviä pitoisuuksia haitta-aineita; mm. raskasmetalleja, naftaliinia ja PAH-yhdisteitä (polysykliset aromaattiset hiilivedyt), kuten antraseenia ja bentso(a)antraseenia, jotka ovat erittäin myrkyllisiä vesieliöille. Havaituista haitta-aineista herkästi liukeneva on ainoastaan naftaleeni, joka on myös erittäin myrkyllistä vesieliöille (Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto 2013). Lielahden alueella, johon Santalahti kuuluu, pohjasedimentin on todettu olevan laajalti pilaantunutta (Tampereen kaupunki ja Pirkanmaan ELY-keskus 2010). Pilaantuminen johtuu mm. Lielahdessa yli 70 vuotta (1914–1985) toimineen sellutehtaan mittavasta kuormituksesta. Läjitysten oletettiin laittavan sedimentissä olevia haitta-aineita liikkeelle (Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto 2013).

Mm. tunnelin suualueiden läheisyydessä on todettu pilaantuneita maa-aineksia (Tampereen kaupunki ja Pirkanmaan ELY-keskus 2010). Tunnelityöt suoritettiin vuoden 2013 lokakuun ja vuoden 2017 kesäkuun välisenä aikana. Vesistöäytöt aloitettiin tammikuun 2014 lopulla ja työt jatkuivat kesään 2015 saakka (Hell ja Alajoki 2015, 2016).

Tunnelihankkeeseen liittyi vedenlaadun seuranta, joka osoitti, että hanke ja siihen liittyvät vesistöäytöt aiheuttivat kesällä 2014 ajoittaista voimakasta samennusta Näsijärven eteläosassa Ranta-Tampellan edustalla. Kiintoaineksen karkaamista ja samennusta lisäsi se, että Ranta-Tampellan 1. vaiheen suojaverho oli painunut pinnan alle liejuvyörymän edetessä alkukesällä. Jatkuvan liejuvyöryn ja sitä seuranneiden verhon uppoamisen seurauksena verho jätettiin osittain irti pohjasta, jolloin samentunutta vettä pääsi ajoittain virtaamaan suojaverhon alitse. Suojaverhon alapuolelta karannut samea vesimassa kulkeutui osittain Aspinniemen edustan syvänteeseen aiheuttaen suojaverhon edustaakin korkeammat sameusarvot (sameuspiikki enimmillään 100 FNU syys-lokakuun vaihteessa 2014). (Hell ja Alajoki 2015).

Vesistötarkkailun mukaan vesistöäyttöjen aikana Tammerkoskessa ja Pyhäjärven Viinikanlahdella ei juuri havaittu voimakasta samennusta (Hell ja Alajoki 2015, 2016), mikä on luonnollista kiintoaineen sekoittuessa ensin isoihin vesimassoihin Näsiselän eteläpäässä. Koska virtaukset Näsijärvestä Pyhäjärveen ovat suuria (Tammerkosken keskivirtaama 66 m³/s), laskennallisesti koko Näsiselän eteläpään vesimassa kulkeutuu Pyhäjärveen vain muutamassa viikossa ja Tammerkosken niskan lähivedet muutamassa päivässä (keskijuoksu vastaa 1 km² laajuisen ja 20 m syvän vesialueen sisältävän vesimäärän virtausta Pyhäjärveen n. 3,5 vuorokaudessa). Näin ollen osa rakennushankkeen aiheuttamasta veteen levinneestä kiintoaineesta ja siihen mahdollisesti sisältyneistä haitallisista aineista on mitä ilmeisimmin kulkeutunut Pyhäjärven puolelle.

Pyhäjärven kalastajilta on tullut palautetta veden laadun heikkenemisestä, samentumisesta ja pyydysten likaantumisen vuosiin 2015–2016. Eräät kalastajat arvelivat, että Tampellan ranta-alueen ja Lapinniemen rantarakenteita ehottettaessa Pyhäjärveen pääsi vettä samentavia aineita, mahdollisesti myös myrkyllisiä aineita, jotka saattoivat tuhota ravut ja rapujen elinehdot.

Rantatunnelihankkeen sedimentaationäytteissä Pyhäjärven puolella havaittiin joulukuussa 2014 suuria, ympäristöministeriön läjitys- ja ruoppausohjeen korkeimpaan raja-arvoluokkaan 2 kuuluvia pitoisuuksia PAH-yhdisteitä. Osa näistä, kuten kryseeni, jota tavattiin Viinikanlahden sedimentissä peräti 6800 µg/kg, ovat erittäin myrkyllisiä vesieläimille. Viinikanlahdella useimpien PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat

vuoden 2014 lopulla moninkertaisia toukokuun 2014 näytteisiin verrattuna. Esimerkiksi kryseenin pitoisuus sedimentissä oli noussut 16-kertaiseksi (Hell ja Alajoki 2015).

Vuosina 2015–2016 Näsiselän eteläpäässä, Tammerkosken niska-alueella ja sen läheisyydessä toteutettiin Gasumin maakaasuputken vesistöналitus (2,8 km). Sen yhteydessä tehdyt ruoppaukset ja täyttötöyt aiheuttivat laaja-alaista voimakasta samennusta alkukesästä 2015 Naistenlahdessa ja Näsiselän eteläosassa (oma silmämääräinen havainto).

Maakaasuputkihankkeen vaikutuksia selvitettiin mm. koeravustuksilla hanke-alueen tuntumassa ja Tapatoran saaren vertailualueella. Tulosten perusteella heikoin kokonaisyksikkösaalis (0,6 täplärapua/mertayö) saatiin hankealueelta vuonna 2014 ennen putkihanketta. Tuolloin Tapatoran yksikkösaalis oli 1,3. Hankevuonna 2015 yksikkösaalis oli hankealueella kolmen ravustusvuoden paras (1,9) ja tuolloin selvästi parempi kuin Tapatoran vertailualueella (1,0). Vuonna 2016 yksikkösaalis oli hankealueella 1,0 ja Tapatorassa 1,1 (Kivinen 2016).

Tammerkosken Palatsinraitin silta- ja patotöiden (2009–2012) vaikutuksia oli seurattu Näsijärvellä koeravustuksilla 18 kohteessa koko järven alueella jo vuosina 2009–2012. Koeravustusten saaliit olivat Näsiselällä huipussaan vuosina 2009–2010 (5,99 ja 4,30 täplärapua/mertayö), mutta putosivat selvästi vuosina 2011–2012 sekä Näsiselän että Koljonselän alueella. Ylivoimaisesti parhaalla koeravustusalueella Tapatoran itäpuolella yksikkösaalis oli vuonna 2010 huikeat 12,56 kpl/mertayö, mutta vuonna 2012 enää 1,68 kpl/mertayö (Holsti 2013).

Koeravustustulosten perusteella rantatunnelihankkeen läjitykset ja Gasumin putken sijoittaminen eivät näytä ainakaan tuhonneen tai romahduttaneen lähialueen täplärapukantaa Näsijärvessä, vaan sen aallonpohja vuosina 2012–2015 johtui pitkälti muista, mm. lisääntymisen epäonnistumiseen liittyvistä syistä. Merkille pantavaa kuitenkin on, että Gasumin putkihankkeen vaikutusalueella Särkänniemessä ja Lapinniemiesä rutollisten täplärapujen osuus oli selvästi suurempi kuin vertailualueella Tapatorassa vuosina 2014–2016 (Kivinen 2016).

Merkittävä hanke, joka on vielä osittain kesken, on vuonna 2015 käynnistynyt kauppakeskus Ratinan rakentaminen. Kauppakeskus sijoittuu noin 200 metrin päähän Viinikanlahden rannasta. Rakennustyömaan kaivantoon kertyi runsaasti pohjavettä, joka piti pumpata pois perustusten rakentamisen ja kaivamisen tieltä. Työmaalta laskettiin vuonna 2016 pitkäaikaisesti ja massiivisia määriä mm. hyvin emäksistä vettä Viinikanojan kautta Pyhäjärveen, mikä vaikutti veden laatua huonontavasti. Tampereen kaupungin ympäristövalvonta joutui toistuvasti vaatimaan työmaavesien puhdistamista (Aamulehti 2016, YLE 2016).

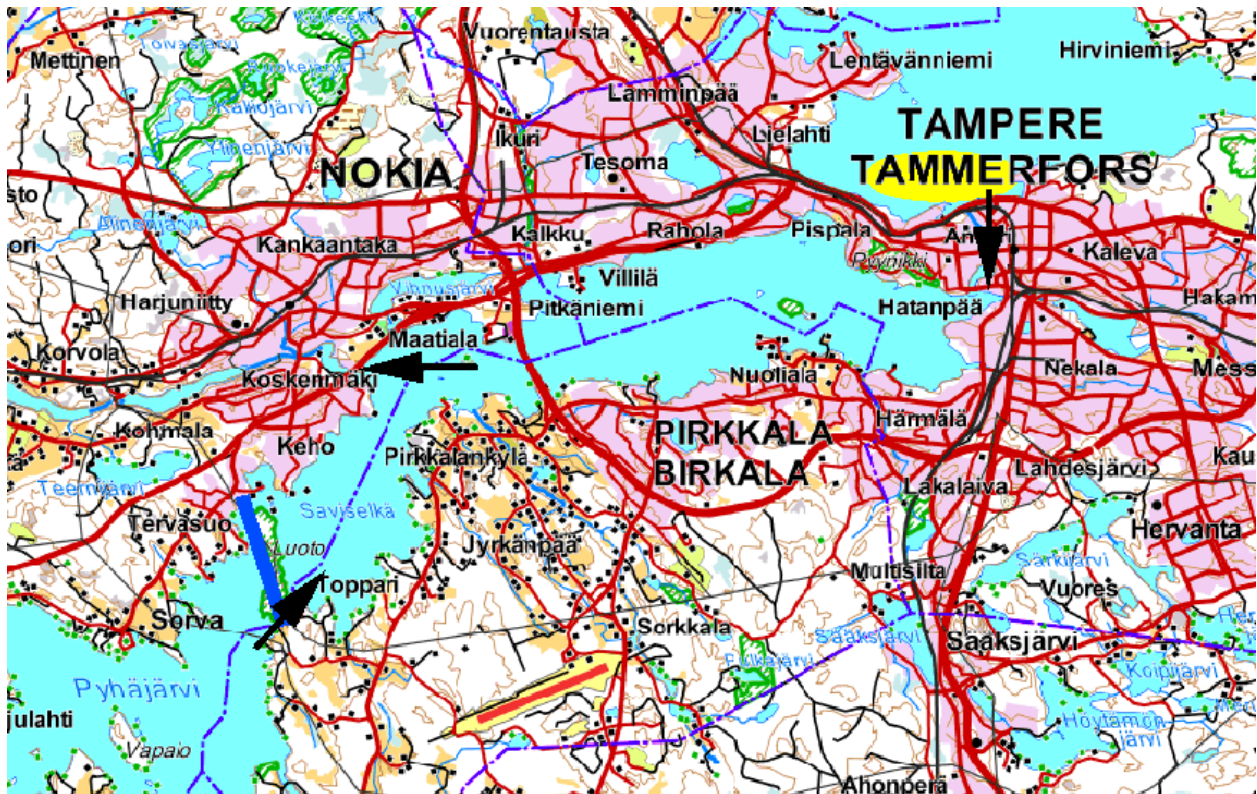
Edellä mainittujen hankkeiden lisäksi Pyhäjärven pohjoisosan veden laatuun ovat saattaneet vaikuttaa eräät muut rakennushankkeet ja toimenpiteet. Alueella toteutetuilla hankkeilla tai jollakin niistä on saattanut olla vaikutuksia Pyhäjärven täplärapukantaan, joko yksin tai yhdessä muiden tekijöiden kanssa (taudit, veden korkea lämpötila).

4.6. Todennäköisimmät tekijät – välitilinpäätös

Edellä läpikäydyn tarkastelun perusteella Pyhäjärven täplärapukannan lähes täydelliseen romahdukseen on voinut vaikuttaa yhtä aikaa monta tekijää. Todennäköisimpinä esiin nostettavina tekijöinä, jotka ovat ratkaisevasti vaikuttaneet siihen, että kanta ei ole elpynyt 2010-luvun alun taantumasta, vaan kannan alamäki on edelleen syventynyt, ovat raputaudit ja veden laatuun liittyvät kysymykset. Molemmat tekijät joko yhdessä tai erikseen ovat voineet aiheuttaa Pyhäjärven pohjoisosan täplärapukannan hiipumisen vuosina 2014–2017.

Alue, jossa täplärapukanta on huono, rajoittunee lounaassa aika tarkasti Luodonsaaren ja mantereen välisen Kaivannon salmen niskalle (kuva 3). Luodonsaaren eteläpuolella ylävirran suunnassa hyvä täplärapualue alkaa välittömästi vuolteen yläjuoksulta. Vanajaveden reitiltä virtaa Sorvanselän kautta Saviselälle yhtä suuri vesimäärä kuin Näsijärvestä Tammerkosken kautta Viinikanlahteen. Kaivannossa on usein kova virtaus (mm. Nokianvirran Melon voimalaitoksen vuorokausisäännöstelyn takia juoksutus vaihtelee). Osa virtauksesta tulee Saviselälle Luodonsaaren pohjoispuolella sijaitsevan kapean Sotkanvirran kautta. Kapeat virtaavat salmet ovat voineet toimia ikään kuin tulppana sekä raputautien että huonolaatuisen (tai jopa ravuille myrkyllisen) veden leviämisen suhteen ylävirtaan Sorvanselän puolelle.

Edellä mainittuja tekijöitä ja muita Pyhäjärven täplärapukantaan liittyviä asioita pohditaan tarpeen mukaan lisää syksyn 2018 koeravustusten ja lisäselvitysten raportoinnin yhteydessä.



Kuva 3. Huonon ja hyvän täplärapualueen välinen raja on merkitty sinisellä viivalla. Rajaviivasta vasempaan ja alaspäin ylävirran suuntaan täplärapukanta on vahva. Keltainen alue kuvaa Tammerkosken niska-aluetta Näsijärvien eteläpäässä, jossa Rantatunnelin vesistötyöt ja Gasumin putkityömaan perkauksista aiheutui merkittävää samennusta vuosina 2014–2015. Veden virtaussuunta on merkitty nuolin. © MML 2018.

Lähteet

- Aamulehti 2016. Onko Ratinan kauppakeskuksen työmaalta pumpattava vesi ympäristölle vaarallista? – Sponda vastaa. <https://www.aamulehti.fi/kotimaa/onko-ratinan-kauppakeskuksen-tyomaalta-pumpattava-vesi-ymparistolle-vaarallista-sponda-vastaa-23992193/>. 11.10.2016. Haettu 20.1.2018
- Edsman, L., Nyström, P., Sandström, A., Stenberg, M., Kokko, H., Tiitinen, V., Makkonen, J. and Jussila, J. 2016. Eroded swimmeret syndrome in female crayfish *Pacifastacus leniusculus* associated with *Aphanomyces astaci* and *Fusarium* spp. infections. *Diseases of Aquatic Organisms*. 2015 Jan 15.
- Erkamo, E., Tulonen, J., Pursiainen, M. ja Savolainen, R. 2014. Tuoretta tietoa Pirkanmaan täplärapukantojen kehityksestä ja pohdintoja kannanvaihtelun syistä. Esitelmä Pirkanmaan Kalatalouskeskuksen 100-v juhlaseminaarissa Tampereella, UKK-instituutissa 2.4.2014. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. www.kuhamaa.fi/100v_juhlaseminaari/Esa_Erkamo.pdf
- Erkamo, E. 2016. Pyyntiponnistus ja täplärapusaaliit Tampereen kaupungin vesialueilla Näsijärvellä ja Pyhäjärvellä – koontitaulukko Tampereen kaupungin saaliskirjanpidon tuloksista. Luonnonvarakeskus. Julkaisematon aineisto.
- Erkamo, E. ja Tulonen, J. 2010. Rapuruton vaikutus kehittyvään täplärapukantaan – kaksi esimerkkiä. Teoksessa: Pursiainen, M. ja Rajala, J. (toim.). Raputalouskatsaus 2009. Riista- ja kalatalous - Selvityksiä 8/2010.
- Erkamo, E. ja Tulonen, J. 2017. Tampereen Pyhäjärven koeravustustulokset vuosina 2012–2016. Luonnonvarakeskus. Julkaisematon aineisto.
- Erkamo Esa. 2018. Suullinen tiedonanto.
- Erkamo, E., Tulonen, J., Järvenpää, T., Pursiainen, M. ja Kirjavainen, J. 2009. Mistä rapurutto tulee? Teoksessa: Pursiainen, M. ja Rajala, J. (toim.). Raputalouskatsaus 2008. Riista- ja kalatalous - Selvityksiä 5/2009.
- Etelä-Saimaa 2017. Täpläravuissa on yleistynyt pyrstöjalkatauti — Imatran Mellonlahden ja Vuoksen rapukannat ovat hyvät. 18.8.2017. <https://esaimaa.fi/uutiset/lahella/bcc86629-6f66-4ed2-b39a-e22bd992f5c2>. Haettu 16.1.2018.
- Frisk, T., Bilaletdin, Ä., Kaipainen, H., Paananen, A. ja Peltonen, A. 2007. Pyhäjärven kunnostustarpeen selvitys. Pirkanmaan ympäristökeskuksen raportteja 03/2007.
- Granholm, T. 2002. Ravustus Tampereen kaupungin vesialueilla Näsi- ja Pyhäjärvellä 21.7.–31.10.2002. Tampereen kaupunki, kiinteistötoimi.
- Hell, E. ja Alajoki, H. 2015. Rantatunnelin Allianssi. Vuosiyhteenveto Tampereen rantatunnelin vesistötarkkailusta vuodelta 2014. - Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Kirje nro 738/15.
- Hell, E. ja Alajoki, H. 2016. Rantatunnelin Allianssi. Vuosiyhteenveto Tampereen rantatunnelin vesistötarkkailusta vuodelta 2015. - Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Kirje nro 299/16.
- Holsti, H. 2010. Pyhäjärven kalataloudellinen yhteistarkkailu vuonna 2009. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Julkaisu nro 641.
- Holsti, H. 2013. Tammerkosken Palatsinraitin silta- ja patotyö: Näsijärven koeravustukset vuosina 2009–2012. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Kirjenro 159/13.
- Ilmatieteen laitos. Ilmastotilastot 1961–2017.

Ilmatieteen laitos 2016. Ilmastokatsaus. Lokakuu 2006.

Itä-Suomen yliopisto 2018. Pyrstöjalkatauti. RapuKamu. <http://www2.uef.fi/fi/rapukamu/pyrstoalkatauti>. Haettu 16.1.2018.

Jussila, Japo 2017. Suullinen tiedonanto.

Jussila, J., Makkonen, J., Kokko H. and Mäkinen, P. 2014 (a). Numerous Population Crashes of Wild Signal Crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in Southern Finland. *Freshwater Crayfish* 20.

Jussila, J., Makkonen, J., Vainikka, A., Kortet, R, and Kokko; H. 2014 (b). Crayfish plague dilemma: how to be a courteous killer? *Boreal Environment Research* 19.

Jussila, J., Tiitinen, V., Edsman, L. and Fotedar, R. 2016. Signal Crayfish in Lake Saimaa Could be Maladapted to the Local Conditions Due to *Aphanomyces astaci* Infection: A Seven-Year Study. *Freshwater Crayfish* 22.

Järvenpää, T. 2009. Täpläravun sopeutumisesta suomalaisvesiin – esimerkkinä Säskylän Pyhäjärvi. Teoksessa: Pursiainen, M. ja Rajala, J. (toim.). *Raputaloustarkastus 2008. Riista- ja kalatalous - Selvityksiä 5/2009*.

Kalola, M. 2011. Ravustus Tampereen kaupungin vesialueilla vuonna 2011. Pyhäjärvi ja Näsijärvi. Tampereen kaupunki, kiinteistötoimi.

Kilpinen, K. 2007. Puujärven rapu. *Suomen Kalastuslehti* 5/2007.

Kivinen, S. 2010. Vanajaveden reitin alaosan kalataloudellinen velvoitetarkkailu 2008. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Julkaisu nro 621

Kivinen, S. 2016. Gasum Oy:n maakaasuputken rakentamisen kalataloudellinen tarkkailu Näsijärven eteläosassa vuonna 2016. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Kirje nro 1049/16.

Kivinen, S. 2018. Vanajaveden reitin alaosan kalataloudellinen velvoitetarkkailu vuonna 2015. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Käsikirjoitus.

Kolari, I. 1998. Täpläravun kotiutusistutusten tulokset Pyhäjärvellä ja Näsijärven Näsiselällä vuosien 1992-1997 koeravustusten perusteella. Pirkanmaan kalatalouskeskuksen tiedonantoja nro 29.

Kukkonen, H. 2013. Kirjanpaina-kaarnakuoriaisen tuhot Metsänhoitoyhdistys Uusimaan alueella vuosina 2010–2011. Opinnäytetyö. Karelia-Ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma.

Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto 2013. Ranta-Tampellan rakentaminen Näsijärven vesialuetta täyttämällä ja töiden aloittamislupa, Tampere. Päätös nro 103/2013/2. Dnro LSSAVI/102/04.09/2011.

Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2005. Vesistöpenkereen rakentaminen ja venesataman laajentaminen Pyhäjärveen Ratinan etelärantaan sekä töiden aloittaminen ennen päätöksen lainvoimaiseksi tulemistä, Tampere. Lupapäätös nro 129/2005/3. Dnro LSY-2004-Y-340.

Oravainen, R. 2017. Tampereen Keskuspuhdistamo Oy. Vesi- ja ympäristölupahakemus. Vesistöä koskevat tiedot sekä arvio kuormituksen vesistövaikutuksista. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Kirje nro 274/2017.

Perälä, H. 2016. Tampereen seudun yhteistarkkailu vuosina 2014–2015. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Julkaisu nro 763.

Pirkanmaan ELY-keskus 2010. Lausunto Rampereen Rantaväylän (vt12) välillä Santalahti–Naistenlahti -hankkeen ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta. PIRELY/3/07.04/2010.

Pirkanmaan Kalatalouskeskus 1996–1997. Koeravustuspöytäkirjat ja yhteenvedot vuosilta 1996–1997.

Pursiainen, M. ja Erkamo, E. 2014. Rapusaalisseurannat vuosina 2006–2013 – välitilinpäätös. Riista- ja kalatalous. Tutkimuksia ja selvityksiä 15/2014.

Sandström, A., Andersson, M., Asp, A., Bohman, P., Edsman, L., Engdahl, F., Nyström, P., Stenberg, M., Hertonsso, P., Vrålstad, T., and Granéli, W. 2014. Population collapses in introduced non-indigenous crayfish. Biological Invasions 16(9).

Suomen ympäristökeskus 2017. Veden lämpötilatilastot Längelmäveden Kaivannon havaintoasemalta vuosina 2000–2017.

Tampereen kaupunki 1998–2017. Ravustustuloksia Pyhäjärveltä ja Näsijärveltä vuosilta 1998–2017.

Tampereen kaupunki ja Pirkanmaan ELY-keskus 2010. Tampereen Rantaväylä (valtatie 12) välillä Santalahti–Naistenlahti. Ympäristövaikutusten arviointimenettely. Ympäristövaikutusten arviointiselostus.

Tuominen, A. 2003. Ravustus Tampereen kaupungin vesialueilla Näsi- ja Pyhäjärvellä 21.7.–31.10.2003. Tampereen kaupunki, kiinteistötoimi.

Westermarck, A. ja Holsti, H. 2014. Vanajaveden reitin alaosan kalataloudellinen velvoitetarkkailu vuonna 2012. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Julkaisu nro 710.

Westermarck, A. 2015 (a). Pyhäjärven kalataloudellinen yhteistarkkailu vuonna 2013. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Julkaisu nro 727.

Westermarck, A. 2015 (b). Vanajaveden reitin alaosan kalataloudellinen velvoitetarkkailu vuonna 2013. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Julkaisu nro 728.

Westermarck, A. 2017. Pyhäjärven kalataloudellinen yhteistarkkailu vuonna 2015. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Julkaisu nro 773.

Ventelä, A.-M., Jori, M., Forsman, T. ja Laine, P. 2015. Pyhäjärven kalasto, rapukanta ja kalastus. Teoksessa: Ventelä, A.-M., Kirkkala, T., Forsman, T., Jori, M. ja Laine, P (toim.). RAPU - Pyhäjärven kala- ja raputalouden ekologiset ja ekonomiset haasteet muuttuvassa ilmastossa. Pyhäjärvi-instituutin julkaisu. Sarja B nro 27.

YLE 2016. Ratinan kauppakeskustyömaalta haitallisia vesiä Pyhäjärveen – pohjavesien runsaus yllätti rakentajat. 11.10.2016. <https://yle.fi/uutiset/3-9221972>. Haettu 20.1.2018.