

Silakan kutualueiden kartoitus ja seuranta Tahkoluodon merituulipuiston laajennushankkeen alueella Porissa 2020

Jouni Leinikki



MARINE BIOLOGICAL AND LIMNOLOGICAL CONSULTANTS

Veneentekijäntie 4

FI-00210 Helsinki, Finland

Tel. +358 (0)45 679 0300

OTSIKKO: Silakan kutualueiden kartoitus ja seuranta Tahkoluodon merituulipuiston laajennushankkeen alueella Porissa 2020

PÄIVÄMÄÄRÄ: 8.9.2020

TEKIJÄ(T): Jouni Leinikki

JULKAISU: Alleco Oy raportti n:o 14/2020

JULKAISIJA: Alleco Oy, Veneentekijäntie 4, 00210 Helsinki, <http://www.alleco.fi>

VIITTAUSOHJE: Leinikki, J. 2020: Silakan kutualueiden kartoitus ja seuranta Tahkoluodon merituulipuiston laajennushankkeen alueella Porissa 2020. Alleco Oy raportti n:o 14/2020. Alleco Oy 8.9.2020.

Kansikuva: Silakan mätimunia haarukkalevällä © Alleco Oy 2020

Raportti sisältää Maanmittauslaitoksen kartta-aineistoa 8/2020

Tutkimusaineiston ja raportin käyttöoikeudet: Suomen Hyötytuuli Oy

Sisältö

Johdanto	4
Tutkimusalue ja menetelmät.....	4
Tulokset	7
Mädin kuolleisuus ja kehitysvaiheet	9
Silakan kutu ja veden lämpötila.....	10
Kutusyvyys	10
Kalastajahaastattelu	11
Tulosten tarkastelu.....	11
Kirjallisuus.....	13
Liite 1. Silakan mätimunien kehitysvaiheet Klinkhard&Biester 1984 mukaan.....	14
Liite 2. Pistekohtaiset lämpötilakuvaajat.....	15

Johdanto

Suomen Hyötytuuli Oy suunnittelee Porin edustalla sijaitsevan merituulipuiston laajentamista merelle päin. Yhteysviranomaisen on velvoittanut yhtiön selvittävän mm. hankkeen vaikutukset silakan kutuun. Alueella on tutkittu silakan kutua mm. teollisuuspäästöjen vaikutuksiin liittyen (Leinikki & Oulasvirta 1994, Oulasvirta & Rissanen 1990). Aiempien selvitysten perusteella tiesimme, että silakan kutualustana toimivat levät ovat alueella liian pieniä, jotta kutua voisi luotettavasti seurata nostamalla haralla leviä, kuten on tehty Helsingin edustalla (esim. Syväranta & Leinikki 2014). Porin edustalla luotettavin tapa havaita silakan mätimunat on sukeltaa kutualueilla säännöllisin väliajoin.

Kutuaikaan silakkaparvet vaeltavat rannikon läheisyydessä, jolloin niitä myös kalastetaan verkoilla, nuotalla ja rysillä. Silakat palaavat kutemaan samoille pohjille, joilla ovat aikanaan kuoriutuneet. Niinpä silakoiden kutupaikat säilyvät vuodesta toiseen samoina ja ovat yleensä tunnettuja apajia. Kutu alkaa veden saavutettua riittävän korkean lämpötilan, joka on erilainen eri alueilla. Silakat laskevat mätimunansa yleensä levien päälle, mihin ne kiinnittyvät.

Alkioiden kehitysnopeus riippuu veden lämpötilasta. Jotta munat eivät ehtisi kuoriutua kartoituskertojen välillä, on kutua etsittävä lämpimän veden aikaan useammin kuin kylmän.

Tässä työssä haluttiin selvittää, kuteeko silakka tuulipuiston laajennusalueen riutoilla. Tutkimusajankohdaksi valittiin kevät ja alkukesä, jolloin silakka yleensä kutee Suomen rannikolla. Porin edustalla silakoiden on tiedetty kutevan myös muina vuodenaikoina, mutta oletimme kudun painottuvan kevääseen.

Työn tilasi Allecolta Juho Lappalainen / Suomen Hyötytuuli Oy 24.3.2020.

Tutkimusalue ja menetelmät

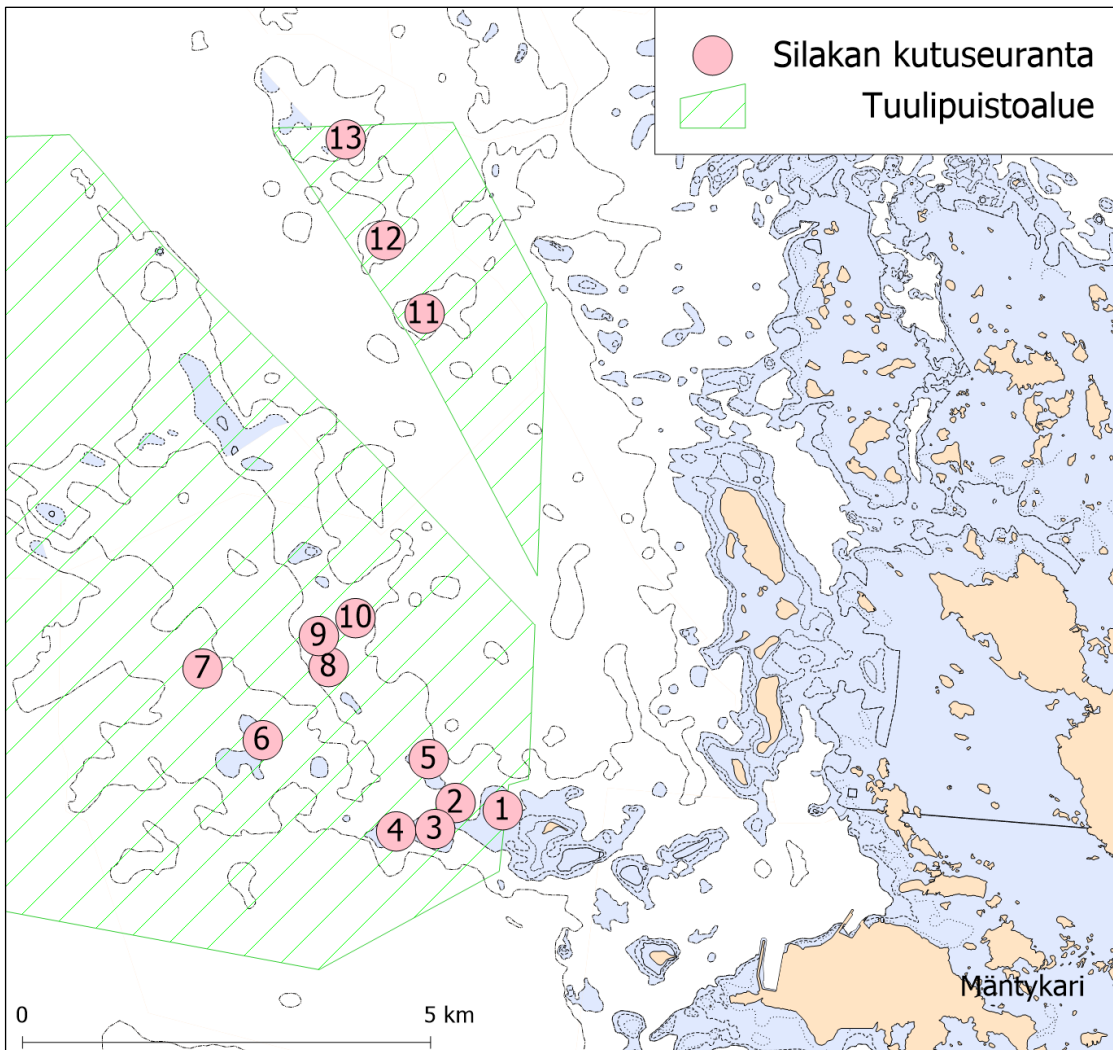
Tutkimuskohde sijaitsee Selkämerellä Porin edustalla. Havaintopisteet sijoitettiin Suomen Hyötytuuli Oy:n suunnitellulle merituulipuiston laajennusalueelle (kuva 1). Karttatarkastelun perusteella pyrittiin löytämään riittakohteita, joiden syvyys ei ylittäisi 10 metriä. Valituissa kohteissa syvyydet kuitenkin vaihtelivat 1,5 ja 16,5 metrin välillä.

Seurattavia kohteita on yhteensä 13 kappaletta (kuva 1, taulukko 1). Käyntejä tehtiin kaikkiaan 11 kpl, joista 10 aikana onnistuttiin sukeltamaan kohteilla. Ensimmäinen käynti tehtiin 9.5. ja viimeinen 15.7.2020.

Tutkimusryhmään kuului kaksi sukeltajaa, joista vuorotellen toinen toimi pinta-avustajana. Vene ankkuroitiin ennalta määrätyn koordinaattipisteen kohdalle, minkä jälkeen sukeltaja laskeutui pohjalle (kuva 2). Ensimmäisillä kerroilla sukeltaja keräsi näytteitä pohjalla esiintyvistä levälajeista, jotka määritettiin uudelleen veneessä. Kolmannesta kerrasta alkaen sukeltaja otti näytteitä vain, mikäli hän havaitsi silakan kutua. Mikäli kohteen sukellussyvyys ylitti 10 metriä, pysähtyi sukeltaja nousun aikana kolmeksi minuutiksi 3-5 metrin syvyyteen välttääkseen typpikaasun aiheuttamaa sukeltajantautia. Sukeltajien terveyden suojelemiseksi useiden yli 10 m syvyisten sukellusten tekemistä päivittäin pyrittiin välttämään jakamalla työ kahdelle sukeltajalle tai kahdelle työpäivälle.

Taulukko 1. Seurantapisteiden koordinaatit (WGS 84)

Piste	Latitudi	Longitudi
1	61.648758	21.317714
2	61.649093	21.306751
3	61.646002	21.302552
4	61.645378	21.293659
5	61.653624	21.299706
6	61.654090	21.261002
7	61.661374	21.245861
8	61.662737	21.274844
9	61.666001	21.271966
10	61.668355	21.280014
11	61.702298	21.289649
12	61.709979	21.279306
13	61.720619	21.268034



Kuva 1. Seurantakohteet kartalla. Taustakartta: Väylä 2020



Kuva 2. Sukeltaja valmistautuu laskeutumaan pohjalle.

Veneessä avustaja kirjasi sukelluspaikan toteutuneen sijainnin, mittasi mahdollisesti secchi-syvyyden, kirjasi pintaveden lämpötilan. Sukeltajan noustua ylös hän säilöi mahdolliset näytteet ja haastatteli sukeltajaa kysyen

- Suurimman ja pienimmän sukellussyvyyden (pohja)
- Veden lämpötilan pohjalla
- Irtonaisen sedimentin määrän
- Esiintyikö kutua
- Mädin suurimman ja pienimmän esiintymissyvyyden
- Kutualustan laadun
- Kutualueen laajuuden

Mätinäytteet tutkittiin laboratoriossa (kuva 3). Näytteiden tavoitekoko oli 100 munaa, mihin päästiin neljässä tapauksessa. Muihin näytteisiin ei löydetty riittävää määrää munia. Näytteistä arvioitiin mätimunien kehitysvaihe (Klinkhard & Biester 1984) ja laskettiin kuolleisuus (liite 1).



Kuva 3. Silakan mätimunista otettiin 100 kappaleen otos, josta määritettiin kuolleisuudet ja kehitysasteet.

Tutkija Jouni Leinikki myös haastatteli reposaarelaista ammattikalastaja Heikki Salokangasta 20.5.2020 silakan kudusta alueella.

Työhön osallistuivat seuraavat henkilöt: Jouni Leinikki (hankevastaava), Elli Leinikki, Pauliina Saarman ja Juha Syväranta.

Tulokset

Meren pohja oli kaikissa pisteissä kovaa. Se muodostui erikokoisista kivistä ja lohkareista, joiden väleissä oli välillä hieman hiekkaa tai soraa. Matalammissa kohteissa lohkareet olivat suurempia kuin syvemmissä. Sinisimpukkaa esiintyi kaikissa syvyyksissä, mutta erityisesti yli 5 metrin syvyydessä laji oli runsas. Leviä esiintyi yli 10 metrin syvyyteen asti. Syvimmällä kasvoi ruskokivitupsu (*Sphacelaria arctica*), mutta myös haarukkalevä (*Furcellaria lumbricalis*) ja mustaluulevä (*Polysiphonia fucoides*) esiintyivät jopa 10 metrin syvyydessä. Alle 6 metrin syvyydessä kasvoi myös yksivuotisia rihmaleviä, kuten punahelmilevä (*Ceramium tenuicorne*) ja lettiruskolevä (*Pilayella littoralis*). Matalalla pisteellä 1 esiintyi rinnakkain kahta haurulajiamme, rakkohauru (*Fucus vesiculosus*) sekä itämerenhauru (*Fucus radicans*).

Kutua havaittiin kesäkuussa kaikkiaan viidellä eri pisteellä (taulukko 2 ja 3). Ensimmäinen kutu havaittiin 2.6. kohteissa 4, 6 ja 10. Mädin kehitysvaiheesta päätelleen se oli tapahtunut todennäköisesti edellisen vuorokauden aikana (kuva 4). Tuolloin havaittiin myös eniten mätiiä. Myöhemmin runsaampaa kutua havaittiin 9.6. pisteellä 13 ja 16.6. pisteellä 6.

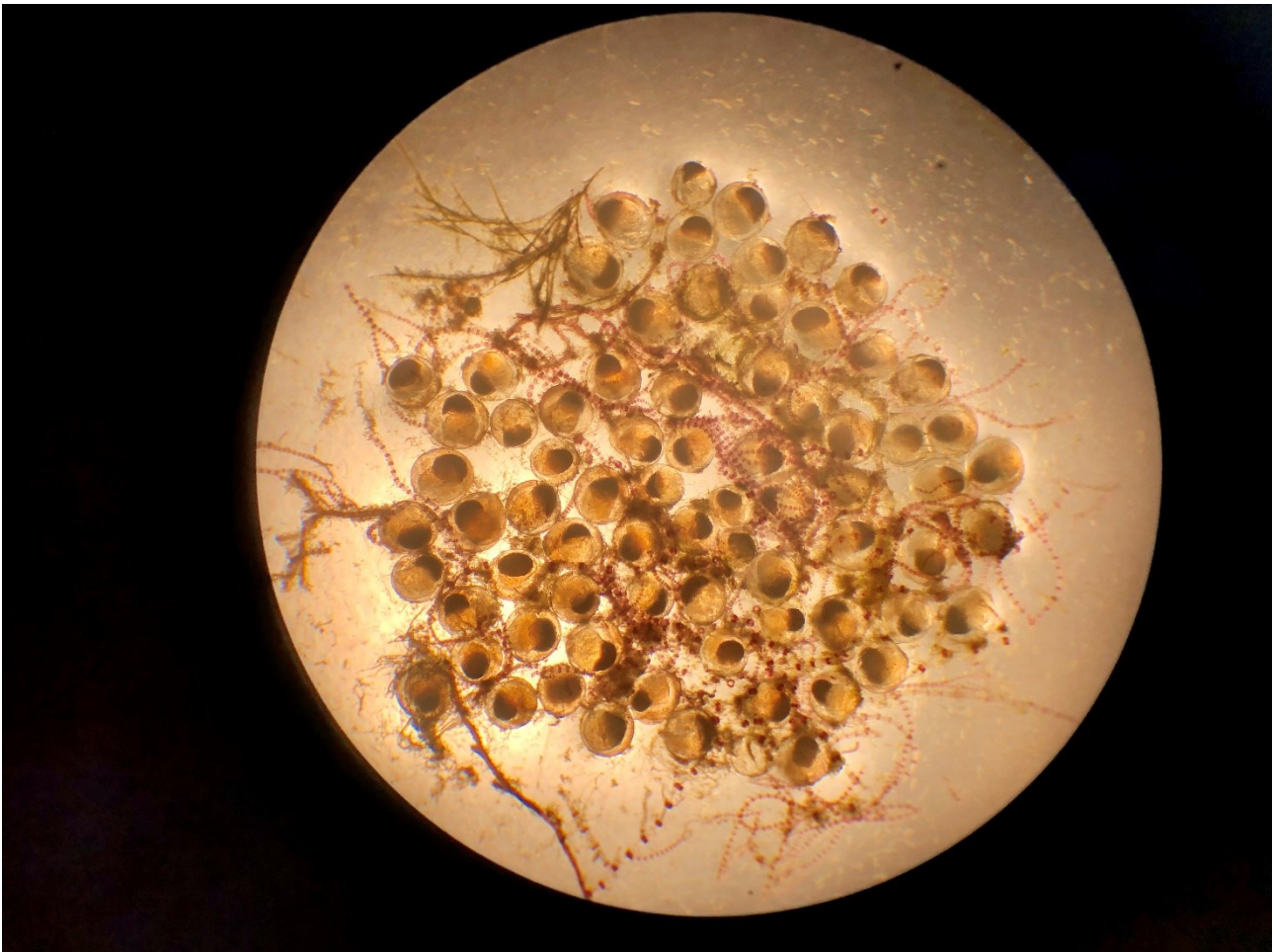
Kesäkuun kahdella viimeisellä kenttäkäynnillä havaittiin enää yksittäisiä mätimunia eikä heinäkuussa havaittu mätiiä lainkaan. Kesäkuun lopun havainnot saattavat olla aiemmista kuduista jääneitä kuolleita tai hedelmöittymättömiä munia.

Taulukko 2. Silakan kutuhavainnot

Piste	Kudun esiintymiskerrat	Pienin sukellussyvyys	Suurin sukellussyvyys	Mädin pienin esiintymisyvyys	Mädin suurin esiintymisyvyys	Kutualueen laajuus	Kutualusta
1	0	1,5	4,3				
2	0	6	9,5				
3	0	3	6,6				
4	1	6,5	10	8,3	8,5	1x3 m	Kasvillisuus (haarukkalevä)
5	0	7,2	12,3				
6	2	5,5	8,9	5,5	8,5	3x5 m	Kasvillisuus (ruskokivitupsu)
7	0	7,5	10,3				
8	0	7	10,4				
9	2	6,3	11	7,6	9,8	5 x 5 m	Kasvillisuus haarukkalevä)
10	1	4,6	9,6	5,4	6,4	10x10m	Kasvillisuus (haarukkalevä)
11	0	12	14,2				
12	0	12	16,5				
13	2	8	13,5	11	11,6	10x10 m	Kasvillisuus (haarukkalevä)

Taulukko 3. Mätinäytteiden analyysit

Näytteen päivämäärä	Näytepiste	Mädin kuolleisuus (M%)	Laskettujen munien lukumäärä (kpl)	Munien kehitysvaihe	Muistiinpanoja
2.6.2020	4	5	100	6	
2.6.2020	6	3	100	5	
2.6.2020	10	0	100	1	
9.6.2020	13	6	51	2	
16.6.2020	6	100	100		Kehitysvaihe epämääräinen, kaikki vaikuttivat kuolleilta
22.6.2020	9	0	1	6	
22.6.2020	13	100	2		Kuolleista munista ei voitu määrittää kehitysvaihetta
28.6.2020	9	0	5	9	



Kuva 4. Kehitysvaiheen 1 tai 2 mätimunia mikroskoopin avulla kuvattuna.

Mädin kuolleisuus ja kehitysvaiheet

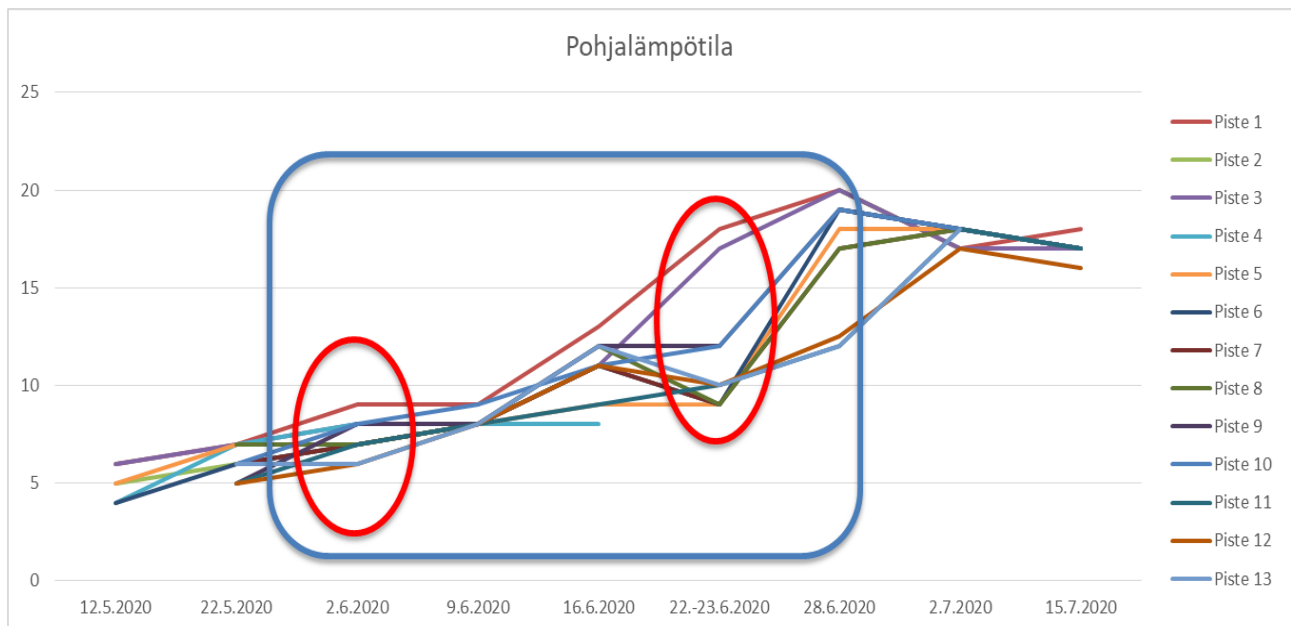
Mädin kuolleisuus oli ensimmäisissä näytteissä 0-5 %. Lukema on alhainen, kun otetaan huomioon mädin kehitysvaiheet (taulukko 2, liite 1). Myöhemmin, 16.6. kuolleisuus oli 100 % näytteessä, joka otettiin pisteeltä 6. Tällöin ei ollut mahdollista määrittää munien kehitysvaihetta, sillä alkioit eivät näy kuolleiden munien

kuoren läpi. On siis mahdollista, että 16.6. pisteellä 6 havaittu mäti oli samaa kutua kuin samalta paikalta 2.6. otetussa näytteessä. Myöhemmin kehitysvaihe (9) havaittiin 28.6. otetussa pienessä näytteessä. Missään ei kuitenkaan nähty kuoriutumassa olevia silakan mätimunia, mikä olisi todistanut kudun onnistumista.

Silakan kutu ja veden lämpötila

Kutua tavattiin ensimmäisen kerran kolmella pisteellä, kun veden lämpötila pohjan läheisyydessä oli 8 astetta. Syvyyttä kaikilla kolmella pisteellä oli noin 10 metriä (taulukko 1). Kutua ei missään ollut erityisen suuri määriä – eniten pisteellä 6 (kuva 2, liite 2). Samalla pisteellä löydettiin hieman enemmän mätiä myös 16.6., kun veden lämpötila oli noussut 12 asteeseen. Viimeinen kutuhavainto tehtiin 28.6. pisteellä 9, missä veden lämpötila oli peräti 19 astetta. Liitteessä 2 on esitetty pistekohtaiset taulukot ja kuvaajat, joissa näkyvät lämpötilakehityksen lisäksi kutuhavaintojen päivämäärät.

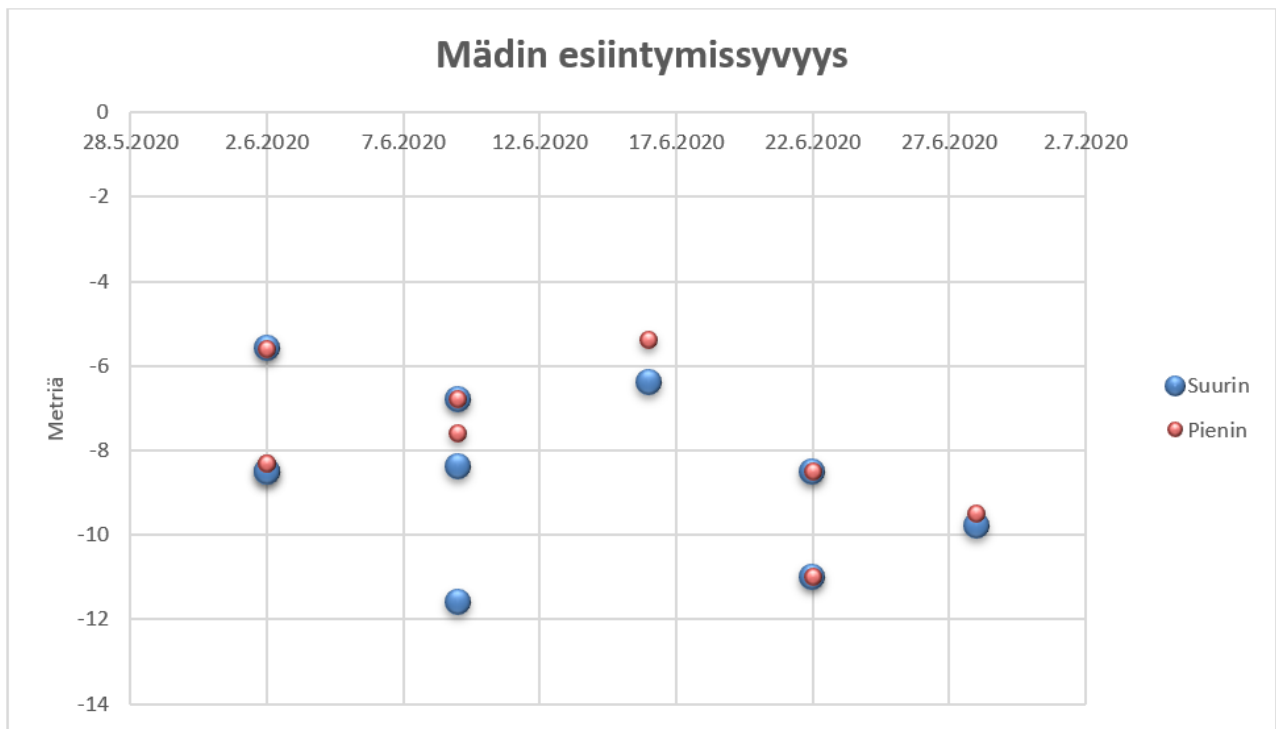
Kuvassa 2 esitetään pohjalta mitatut lämpötilat, mutta piste 1 edustaa myös pintavettä, sillä sen syvyys on vain 1,5–2,5 metriä. Veden pinta- ja pohjalämpötiloissa alkoi näkyä selvää eroa kesäkuun alusta. Ensimmäisten kutulöytöjen aikaan 2.6. oli lämpötilaero pinnan ja pohjan välillä noin kaksi astetta. Juhannuksen aikoihin, jolloin löydettiin kutua pisteistä 9 ja 13, oli lämpötilaero lähes kymmenen astetta. Kutu löytyi aina termokliinin alapuolelta.



Kuva 4. Silakan kudun ajoittuminen sekä pohjanläheisen veden lämpötila. Sininen laatikko osoittaa ajanjakson, jona kutua löydettiin. Punaiset ympyrät osoittavat, milloin kutua on löydetty useammasta paikasta.

Kutusyvyys

Tutkittujen kohteiden syvyys vaihteli 1,5 ja 16,5 metrin välillä. Syvyydet vaihtelivat myös käyntikerroittain, sillä lopullinen sukelluspaikka kullakin pisteellä vaihteli noin 20 metriä. Kutua havaittiin 5,4 ja 11,6 metrin välillä. Kesän edetessä ja pintaveden lämmitessä mädin ylin havaintosyvyys siirtyi hieman syvemmälle (kuva 5).



Kuva 5. Silakan kudun suurin esiintymissyvyys kartoitusaikana.

Kalastajahaastattelu

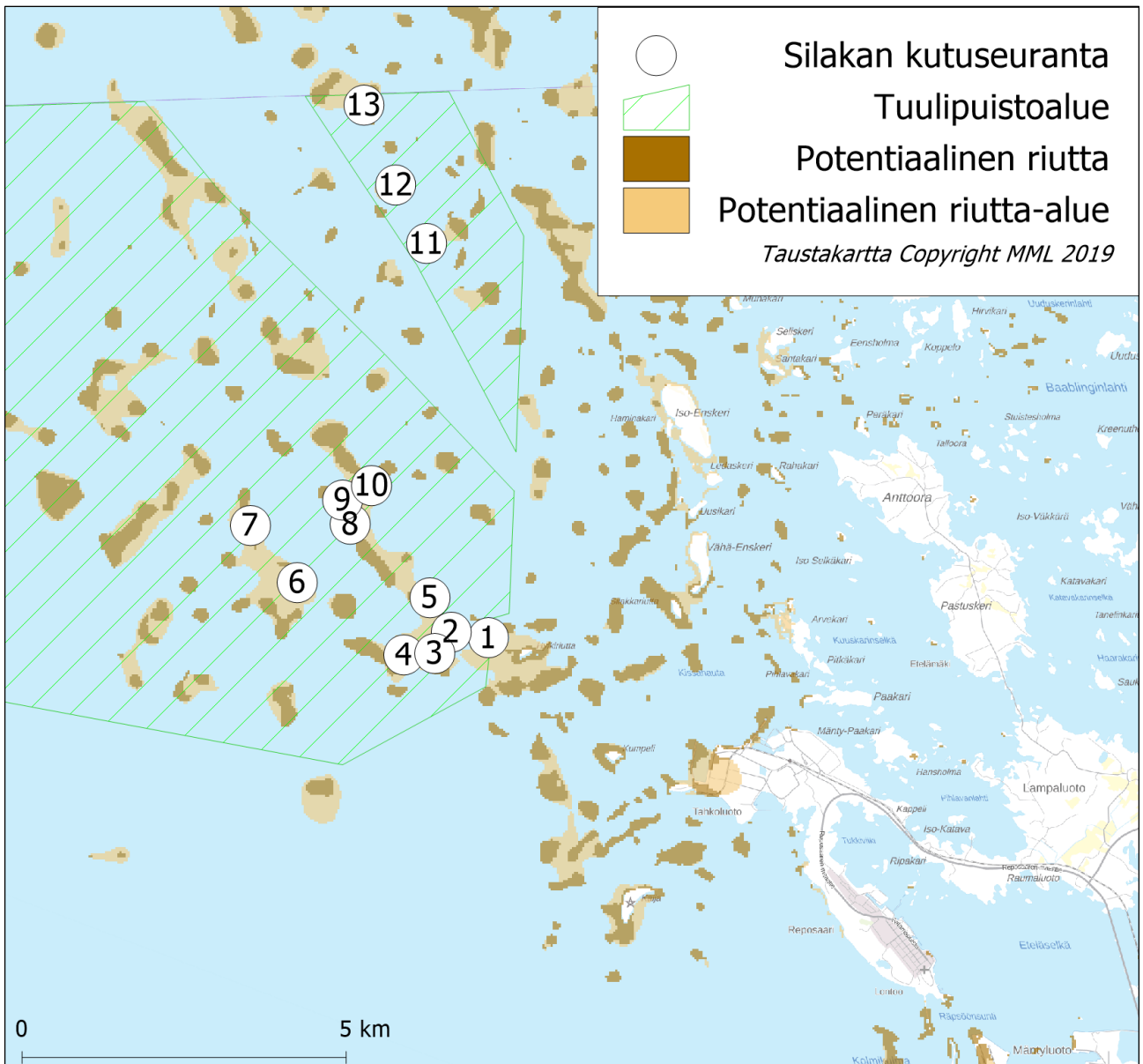
Kalastaja Salokankaan antamien tietojen mukaan silakan kutu jatkuu alueella lähes koko avovesikauden ajan. Tärkein kutuaika olisi nykyään hänen mukaansa syksy, jolloin silakka kutee tutkimusalueen riutoille runsaasti, vaikkakin satunnaisesti paikkoihin. Kutua voidaan myös tavata varsin syvältä, lähes 20 metristä, mutta tällöin sitä esiintyy myös matalammalla.

Tulosten tarkastelu

Silakka kutee monenlaisilla pohjilla, yleensä kovalle pohjille alle 10 metrin syvyydessä (Aneer 1989). Se suosii kasveja kutualustanaan, mutta kutee joskus myös paljaalle pohjalle. Pehmeillä sedimenttipohjilla silakan kutua ei yleensä tavata. Silakan kudulle sopivia, riuttamaisia pohjia esiintyy laajalti, eikä tässä tutkimuksessa havainnoidut pisteet kata niistä kovinkaan suurta osaa (kuva 6). Tästä huolimatta onnistuimme löytämään silakan mätiä. Kutua ei ole aiemmin kartoitettu yhtä kaukana rannikosta, vaikka siellä kalastajien tiedossa onkin ollut silakan kutupaikkoja. Ammattikalastaja Heikki Salokankaan mukaan näin ulkona merellä silakan kevätkutua on vaatimatonta, kun taas syksyisin kutu on täällä voimakkaampaa kuin rannikon tuntumassa.

Emme saaneet tämän tutkimuksen aikana todistaa silakan poikasten kuoriutumista mätimunista. Mädin määrä leväkasvillisuudella väheni rajusti havaintokertojen välillä. Pohjilla yleistyivät kesäkuun aikana rihmamaiset ruskolevät *Pilayella littoralis* ja *Ectocarpus siliculosus*, joiden on todettu erittäin silakan mätille myrkyllisiä aineita (Aneer 1987). Samanlaiseen tulokseen päätyivät hiljattain myös saksalaistutkijat (Nordheim ym. 2020).

Kalastaja Heikki Salokankaan mukaan silakan kutu olisi nykyään painottunut alkukesän sijaan syksyyn. Syksyllä rihmamaisten ruskolevien määrä pohjilla on vähäisempi kuin kesällä, mikä saattaa osaltaan selittää hänen havaitsemaansa kudun painopisteen muuttumista.



Kuva 6. Riuttamaiset pohjat tuulipuiston laajennusalueella. Käytännössä kaikki kartassa ruskealla ja vaaleanruskealla merkityt alueet ovat mahdollisia silakan kutupaikkoja. Habitaattimalli: VELMU karttapalvelu 2020.

Tässä tutkimuksessa saadut havainnot vahvistavat Salokankaan antamaa kuvaa, että silakan kevätkutua on melko vähäistä. Kutua ei esiintynyt tutkimuspaikoilla lainkaan toukokuussa. Se oli melko vaatimatonta kesäkuussa eikä heinäkuun alun kartoituskerroilla havaittu kutua lainkaan. Käytetty sukellusmenetelmä mahdollistaa kudun havaitsemisen luotettavasti, mutta sen alueellinen kattavuus on melko vähäinen suhteessa koko tarkasteltavaan alueeseen. Menetelmän toinen vahvuus on, että se mahdollistaa näytteenoton mädistä, jolloin voidaan arvioida mädin kuolleisuus ja kehitysvaihe.

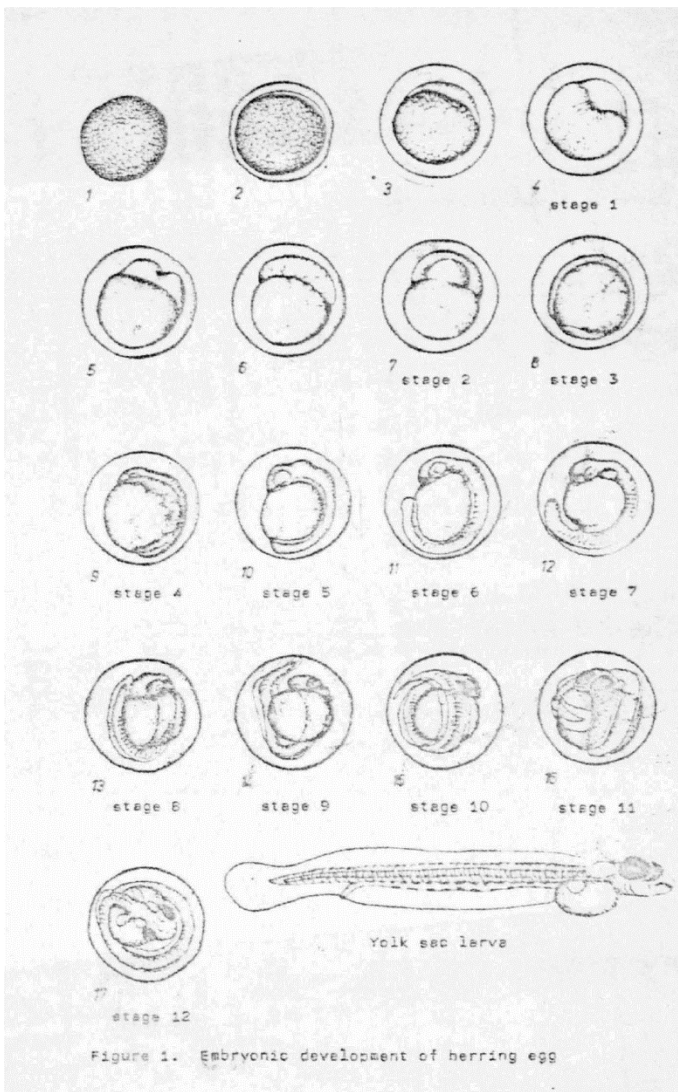
Tätä kirjoittaessa on Suomen Hyötytuuli Oy jo tilannut Allecolta silakan kudun jatko seurannan, joka ulottuu aina marraskuulle saakka. Tällöin on tarkoitus kokeilla sukeltamisen rinnalla kauko-ohjattavan videokameran tarjoamia mahdollisuuksia silakan kudun havaitsemiseksi. Jatkotutkimuksien toivotaan antavan kokonaisvaltaisen kuvan silakan kudusta näillä Selkämeren rannikon uloimmilla riutoilla sekä keinoja tuulivoimaloiden rakentamisen ja käytön kalastoon kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi.

Kirjallisuus

- Aneer, G. 1987: High Natural Mortality of Baltic Herring (*Clupea Harengus*) Eggs Caused by Algal Exudates?" *Marine Biology* 94, no. 2 (1987): 163–69. <https://doi.org/10.1007/BF00392928>.
- Aneer, G. 1989: Herring (*Clupea harengus* L.) spawning and spawning ground characteristics in the Baltic Sea. *Fisheries Research* 8/2. pp. 169-195.
- Klinkhard, M.B. & Biester, E. 1984: A simple method for estimating the age of herring eggs. *ICES C.M.* 1984 / J:35.
- Leinikki, J. & Oulasvirta, P. 1994: Silakan kutualueet Porin edustalla 1994. Alleco ky raportti 3/1994. 9 s.
- Nordheim, Lena, Paul Kotterba, Dorothee Moll, and Patrick Polte 2020: Lethal Effect of Filamentous Algal Blooms on Atlantic Herring (*Clupea harengus*) Eggs in the Baltic Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 30, no. 7 (2020): 1362–72. <https://doi.org/10.1002/aqc.3329>.
- Oulasvirta, P. & Rissanen, J. 1990. Vuorikemian tehtaiden jätevesien vaikutuksista silakan alkionkehitykseen ja poikasten elinkykyyn. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia 6. s. 75-108.
- Syväranta, J. & Leinikki, J. 2014: Taulukarin läjitysalueeseen liittyvät silakan kutuselvitykset 2013. Alleco Oy raportti n:o 1/2014. Alleco Oy 10.3.2014.

Liite 1. Silakan mätimunien kehitysvaiheet Klinkhard&Biester 1984 mukaan

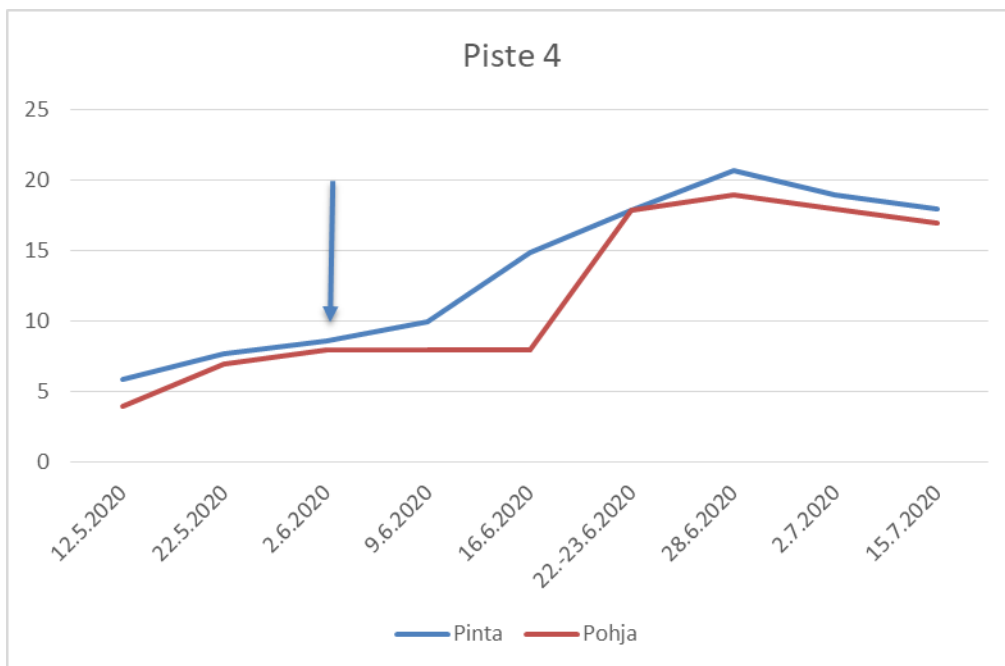
Stage	Characteristic egg state	Picture (Fig.1)
1	Cytoplasmatic condensetion (bipolar differentiation), formation of the perivitelline space	4
2	Animal-vegetal axis distinctly longer than equatorial diameter	7
3	Epiboly passes the equator of the yolk	8
4	Germ of the embryo is clearly discernible on the yolk	9
5	Ectodermal folding	10
6	Ca. 10 myomeres can be counted, ear plaques visible	11
7	Caudal part of the trunk detached from yolk for about 1/5 of embryo length	12
8	Caudal part of trunk detached from yolk for about 1/2 of embryo length	13
9	Onset of eye pigmentation	14
10	Primordial fin edge fully developed	15
11	Pigmentation of embryo completed	16
12	ready to hatch	17



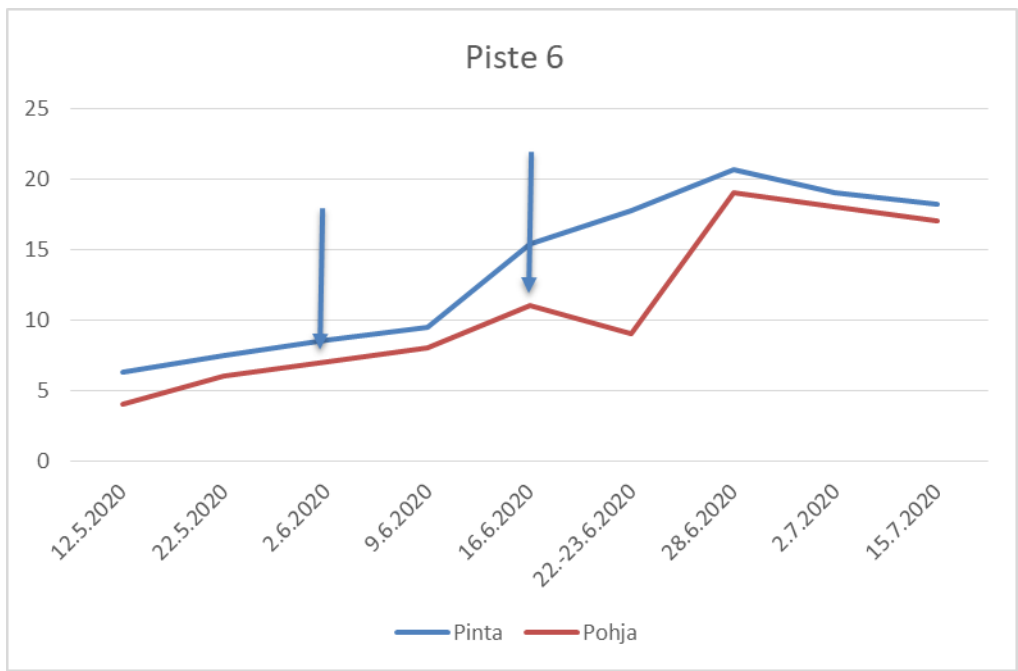
Liite 2. Pistekohtaiset lämpötilakuvaajat

Mukana ovat pisteet, joilla havaittiin kutua. Kutuhavainnot on merkitty kuvaajiin sinisillä nuolilla.

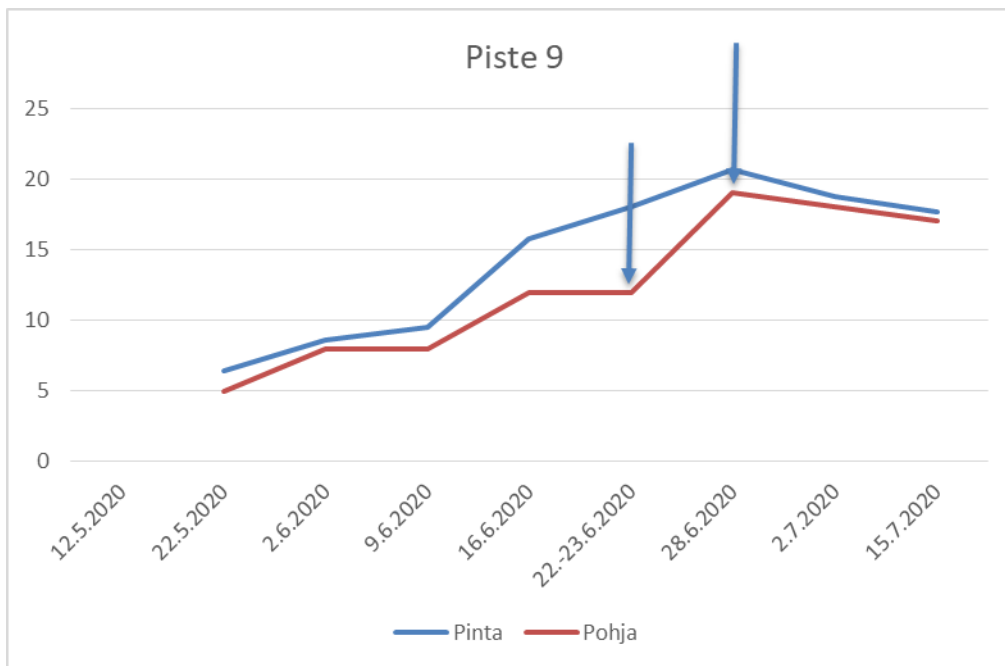
Piste 4	Pinta	Pohja	Kutua
12.5.2020	5,9	4	
22.5.2020	7,7	7	
2.6.2020	8,6	8	1 - Vähän mätää (vain yksittäisiä munia)
9.6.2020	10	8	
16.6.2020	14,9	8	
22.-23.6.2020	17,9	17,9	
28.6.2020	20,7	19	
2.7.2020	19	18	
15.7.2020	18	17	



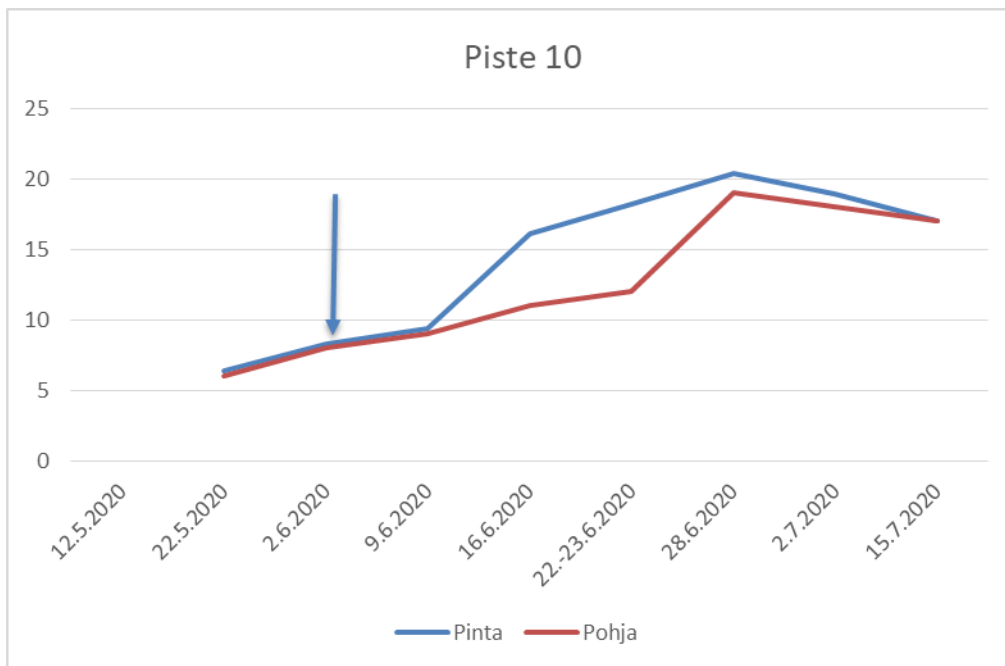
Piste 6	Pinta	Pohja	Kutua
12.5.2020	6,3	4	
22.5.2020	7,5	6	
2.6.2020	8,6	7	2 - Melko vähän (alle 5 %)
9.6.2020	9,5	8	
16.6.2020	15,4	11	2 - Melko vähän (alle 5 %)
22.-23.6.2020	17,8	9	
28.6.2020	20,7	19	
2.7.2020	19	18	
15.7.2020	18,2	17	



Piste 9	Pinta	Pohja	Kutua
12.5.2020			
22.5.2020	6,4	5	
2.6.2020	8,6	8	
9.6.2020	9,5	8	
16.6.2020	15,8	12	
22.-23.6.2020	18	12	1 - Vähän mätiä (vain yksittäisiä munia)
28.6.2020	20,7	19	1 - Vähän mätiä (vain yksittäisiä munia)
2.7.2020	18,8	18	
15.7.2020	17,7	17	



Piste 10	Pinta	Pohja	Kutua
12.5.2020			
22.5.2020	6,4	6	
2.6.2020	8,3	8	1 - Vähän mätiä (vain yksittäisiä munia)
9.6.2020	9,4	9	
16.6.2020	16,1	11	
22.-23.6.2020	18,2	12	
28.6.2020	20,4	19	
2.7.2020	18,9	18	
15.7.2020	17	17	



Piste 13	Pinta	Pohja	Kutua
12.5.2020			
22.5.2020	6,9	6	
2.6.2020	8,9	6	
9.6.2020	9,1	8	1 - Vähän mätiä (vain yksittäisiä munia)
16.6.2020	15,2	12	
22.-23.6.2020	17	10	1 - Vähän mätiä (vain yksittäisiä munia)
28.6.2020	19,4	12	
2.7.2020	18,5	18	
15.7.2020	17	17	

