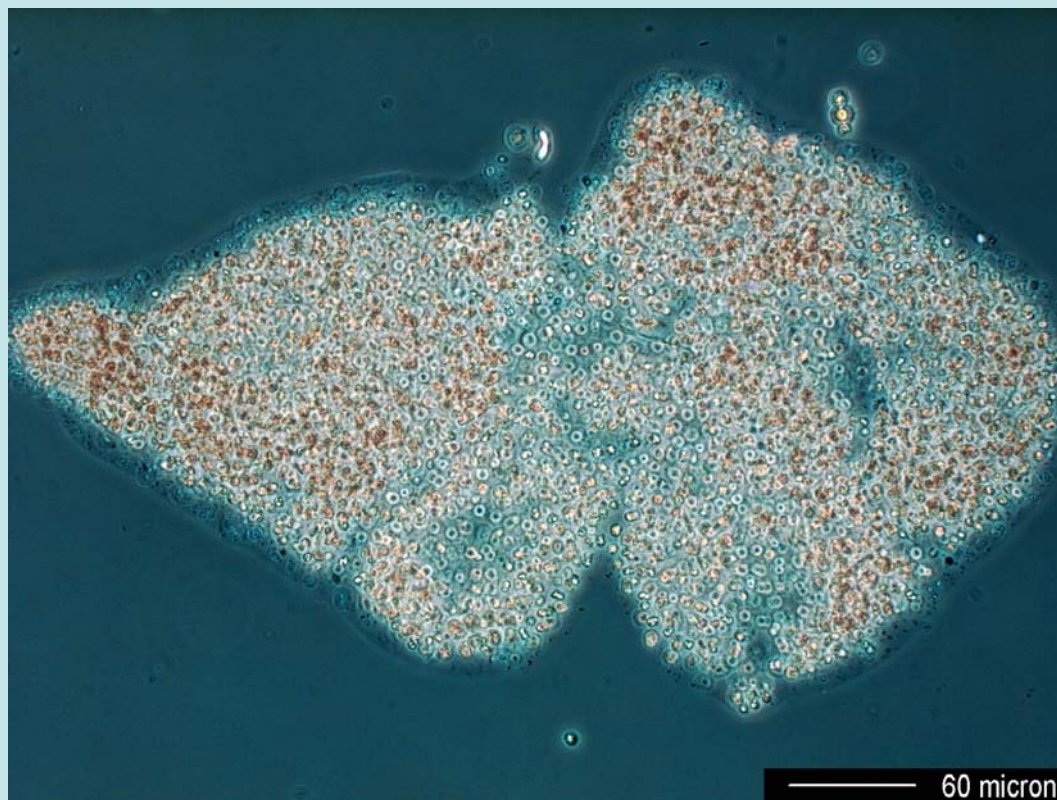


Myrkyllisten sinilevien torjuntaa Kuralanjärvellä

- Risto Lignell¹, Isabel Pusa^{1,2}, Harri Kankaanpää¹, Harri Helminen³, Fjalar T. Salminen⁴
- ¹Merikeskus /Suomen Ympäristökeskus, ²Ympäristöekologian laitos / Helsingin yliopisto, ³Lounais-Suomen ympäristökeskus (LoSYK),⁴Saloy OY
- **Tutkimuksen tarkoitus:** Selvittää limnologian biologis-kemiallisin keinoin Saloy OY:n sinileväpuomien ja niiden käyttöön liittyvien sinilevien poistomenetelmien tehokkuutta sinileväkukintojen haittavaikutusten, ensi sijassa myrkyllisyyden torjunnassa.
- **Puomitusmenetelmän idea:** Sinilevämyrkyt ovat sitoutuneena ao. leväsoluihin. Kun sinilevämassa poistetaan puhdistettavasta altaasta ja estetään sen paluu kulkeutumisen tai kasvun myötä, niin eliminoidaan sinileväkukintojen myrkyllisyshaitat ja muut veden laatua alentavat vaikutukset.

1) Myrkyllisistä sinileivistä

- Yhteyttävät sinilevät ilmaantuivat maapallolle n. 2.7 miljardia vuotta sitten (muuttivat maapallon ilmakehän hapekkaaksi).
- Sinilevien kukinnat (runsaslukuiset esiintymiset) ovat lisääntyneet ihmisen aiheuttaman ravinnekuormituksen kasvun ja rehevöitymisen seurauksena.
- Sinilevämyrkyt ovat solun rakenneproteiineja, joita alettiin tuottaa n. 1-2 miljardia vuotta sitten – näiden yhdisteiden täsmällistä biokemiallista tehtävää ei tunneta.
- Maailmanlaajuisesti 25-70% sinileväkukinnoista on myrkyllisiä.
- Tärkein myrkky on **mikrokystiini** (voimakas maksamyrkky), jota tuottavat etenkin *Anabaena* ja *Microcystis* –lajit. Nämä lajit sekä toisinaan myrkyllinen *Aphanizomenon* olivat vallitsevina myös tutkimuskohteessamme, Kuralanjärvessä (kuvat alla).
- Itämerellä tärkein myrkky on mikrokystiiniä rakenteeltaan ja vaikutuksiltaan muistuttava **nodulariini**, jota tuottaa avomeren kukinnoissa esiintyvä *Nodularia spumigena* (kuva alla).



Microcystis aeruginosa -Kuva Seija Hällfors, Merikeskus



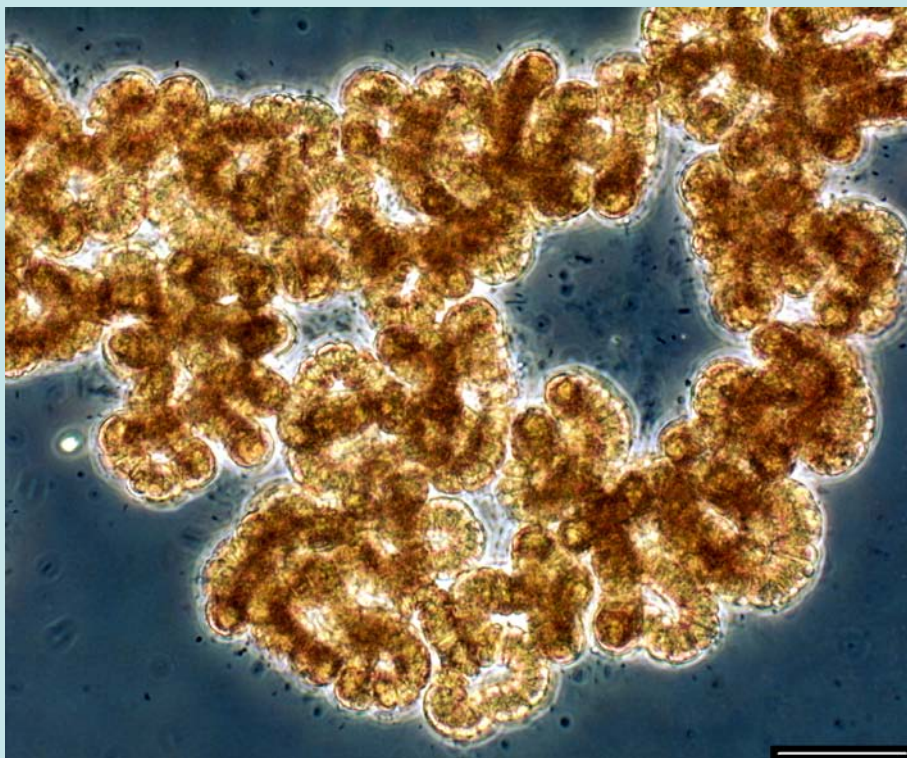
Anabaena lemmermannii

-Kuva Seija Hällfors, Merikeskus
skaalauspalkki 30 μm



Aphanizomenon flos-aquae

-Kuva Seija Hällfors, Merikeskus
skaalauspalkki 30 µm



Nodularia spumigena

-Kuva Seija Hällfors, Merikeskus
skaalauspaalkki 30 µm

2) Tutkimusalue: Kuralanjärvi

- Kuralanjärvi sijaitsee Lounais-Suomen rannikolla, Rymättylässä.
- Pituus n. 1 km, leveys 300 m, syvyys 1-2 m (max. 3 m).
- Järvi on ollut useita kymmeniä vuosia voimakkaan ravinnekuormituksen kohteena (mm. varhaisperunan kasvatus ja sikala).
- Vesi oli vielä 1960-luvulla juomakelpoista; 1970-luvun alkupuolella oli ensimmäinen iso kalakuolema, ja sinilevät ilmaantuivat 1980-luvun lopulla.
- Kattava limnologinen tausta-aineisto: Kuralanjärven tila on ollut LoSYKin seurannassa jo 35 vuotta.
- Nykyisin erittäin rehevä (nk. hypereutrofinen), sinileväkukintojen valtaama järvi; esimerkiksi kesän klorofylli-*a* –leväpigmenttipitoisuudet (200-500 µg/L) heijastavat monikymmenkertaisia leväpitoisuuksia Itämeren loppukesän sinileväkukintoihin verrattuna.
- Useimpien järviemme tavoin Kurala on fosforirajoitteinen (ja sameutensa sekä suuren levätiheydensä vuoksi mahdollisesti osin valorajoitteinen): Ravinne ja myrkkytaseita arvioidaan fosfori-yksiköissä, koska tämä edustaa biologisesti mielekästä tulkintaa.

Sinileväpoiston vaikutus myrkkypitoisuuksiin Kuralanjärven koealtaassa (sisä- vs. ulkopuoli).

Sinilevämassa ja liukoinen mikrokystiini-LR –myrkkypitoisuus mitattiin suoraan, ja kokonaismyrkkypitoisuuden (liukoinen + leviin sitoutunut) arviointiin käytettiin konsentroidun sinilevämassan mikrokystiini-LR –pitoisuutta.

**Myrkkujen mittausherkkyyden alaraja = 0.16 µg/L; juomaveden kriittinen pitoisuus = 1 µg/L.*

Pvm.	28.8. 2008		3.9. 2008		10.9. 2008	
Näyte (vs. allas)	Sisä	Ulko	Sisä	Ulko	Sisä	Ulko
Levämassa (mg/L)	5.0	15.1	1.9	14.2	3.0	11.2
Liukoinen myrkkyy (µg/L)	0.36	<0.16*	0.28	<0.16*	<0.16*	<0.16*
Kokonaismyrkkyy (µg/L)	0.9	1.7	0.5	1.6	0.3	1.3

3) Johtopäätökset

1. Sinilevämyrkyt olivat oletusten mukaisesti solunsisäisiä myrkkyjä, mikä tekee sinilevien poistosta yhdistettynä puomieristykseen järkevän torjuntakeinon.
2. Edes taantuvan sinileväkukinnan aikaan Kuralanjärvessä ei ollut mitattavia myrkkymääriä liukoisessa muodossa (liukoiset myrkyt saattaisivat läpäistä puomin seinämän huokokset).
3. Kuralanjärven tapaisissa voimakkaasti rehevöityneissä järvissä pohjalta vapautuvat ravinteet saattavat nk. sisäisen kuormituksen välityksellä ylläpitää leväkukintaa altaissa leväpoistosta huolimatta – tällöin ravinteikas pohja on eristettävä altaan vesipatsaasta sopivalla maa-aineskerroksella (esim. hiekka tai savi - mahdollisesti yhdistettynä hapettaviin kemikaaleihin).
4. Hypereutrofinen (ylirehevä) Kuralanjärvi on äärimmäisen haastava ympäristö sinilevien haittavaikutusten poistoon suurten sinilevämassojensa ja voimakkaan sisäisen kuormituksensa vuoksi. On erittäin lupaavaa, että puomituksen ja pohjan hiekkaeristämisen yhdistelmällä saatiin koealtaan myrkkypitoisuus pysyvästi laskemaan alle juomaveden kriittisen pitoisuuden (1 µg mikrokystiini-LR/L).

Laskuesimerkki levien myrkkypitoisuuksien arvioimisesta

Suodatuslautta Kuralanjärven isolla altaalla elo-syyskuu 2008: Myrkkynäytteet

19.8.08 suodatuskankaalta imuroidun levämässän Kok-P = 19 mg/L, Kok-N = 98 mg/L

- altaan ulkopuolella Kuralanjärven Kok-P = 430 ug/L, Chla = 290 ug/L (-LoSYK seuranta 19.8.)

=> Levien konsentroidi: Oletus: C:Chla = 30, C:P = 41 => levää vesipatsaassa = 212 ug-P/L

= n. 50% Kok-P:stä eli realistinen arvio (sinilevät dominoivat leväyhteisöä -LoSYK)

- *Huomaa: Imuroitu massa edustaa (pääosin) Kok-P:n hiukasmaista fraktiota eli liukoinen orgaaninen ja epäorg. P suodatettu pois!*

MTL:n myrkkymääritykset (Harri Kankaanpää, Isabel Pusa)

- 2.9. **Leväkonsentraatista** (10*1L MTL:ään) 1 L tuotti kuivapainomassaa 2.5 g

- ao. kuiva-aineen **myrkkypitoisuus oli 75 µg mikrokystiini-LR / 1 g kuiva-ainetta**

=> 1 L:ssa konsentraattia oli 2.5 g * 75 µg/g = 188 µg mikrokystiini-LR

=> **vesipatsaassa (altaan ulkopuolella) oli (212/19000)*188 = 2.1 µg mikrokystiini-LR/L**

- tämä tulos on tn. alalikiarvo, koska mömmön Kok-P (19 mg/L) sisälsi myös eläinplanktonia + detritusta

- **vaihteluväli 2-4 µg mikrokystiini-LR/L** (maksimiarvo olettaen, että koko Kuralanjärven in situ Kok-P, 439 µg/L, sinilevämassaa)