

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 214

Tapio Sutela
Ahti Mutenia

Kirjallisuuskatsaus pohjoisten tekojärvien
kalataloudesta

Inari 2001

Tapio Sutela ja Ahti Mutenia

Kirjallisuuskatsaus pohjoisten tekojärvien kalataloudesta

Kirjallisuusselvitys

Sodankylän kunta ja Lapin T&E-keskus

31. 10. 2000

Tekojärvien siikakantojen ja petokalojen tutkimukset hoidon ohjaamiseksi 292216, 202216

Tämän työn lähtökohtana oli Lokan ja Porttipahdan tekojärvien kalatalouden kehittämiseksi suunniteltu hanke. Tavoitteena oli koota kirjallisuudesta suunnittelua palvelevaa ja hankeessa sovellettavaa tietoa. Suuret pohjoiset tekojärvet on yleensä rakennettu voimataloutta, tulvasuojelua ja vedenhankintaa varten. Kalatalous on niissä usein myöhemmin syntynyt käyttömuoto. Tekojärvien kalantuotantopotentiaali on normaalia järviä suurempi niiden rehevyyden vaikutuksesta. Eläinplankton on tekojärvien kalojen tärkein ravintokohde, sillä aluksi voimakas pohjaeläintuotanto vähenee vuosien myötä selvästi. Pitkällä aikavälillä kuitenkin niiden tuotanto laskee voimakkaasti säännöstelyjen luonnon järvien tasolle.

Monista tekojärvistä on kehittynyt merkittäviä kalastusalueita. Tekojärven maantieteellinen sijainti, topografia ja pohjan laatu sekä säännöstelyväli (amplitudi) ovat tärkeimpiä tekojärvien ekosysteemin ja kalaston kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä. Keskeisenä kysymyksenä on tekojärvien suuren tuotantopotentiaaloin ohjaaminen taloudellisesti arvokkaille lajeille. Pohjoisen ankaran ilmaston ja talvisäännöstelyn vaikutuksesta varsinkin syyskutuisten kalojen lisääntyminen usein häiriintyy, ja siksi tarvitaan istutuksia. Siikakalat ja varsinkin peledsiika ovat olleet tavallisia tekojärvien istutuskaloja Euroopan ja Venäjän alueella, joista planktonia ravintonaan käyttävä peledsiika on antanut paikoitellen hyviä tuloksia. Rehevyys suosii kevätkutuisia kaloja mm. särki-, ahven- ja haukikaloja, mutta niiden lisääntymistä rajoittaa yleensä ranta- ja vesikasvillisuuden kehittymättömyys. Kaikki tekojärvien ekolokerot (niche) on aiheellista saada hyötykäyttöön istuttamalla niihin sopivia lajeja. Suuriin tekojärviin on usein tarpeen kotiuttaa selkävesille sopeutuneita planktonsyöjäkaloja, jotka pystyvät tehokkaasti muuntamaan eläinplanktonituotannon kalantuotannoksi. Lisäksi ulapalla laiduntavat lajit ovat helpommin kalastettavissa kuin esim. pohjakalat tekojärvien vaikeissa pyyntiolosuhteissa. Tekojärvien säännöstelykäytäntöä kehittämällä on mahdollista sovittaa yhteen nykyistä paremmin tekojärvien eri käyttömuodot ottaen huomioon myös kalatalouden vaatimat reunaehdot.

Tekojärvi, kalantuotanto, säännöstely, kalastonhoito

Kala- ja riistaraportteja 214

951-776-315-8

1238-3325

24 s.

Suomi

Julkinen

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Inarin kalantutkimus ja vesiviljely
99870 Inari
Puh. 0205 751 460 Faksi 0205 751 469

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PL 6
00721 Helsinki
Puh. 0205 7511 Faksi 0205 751201

Sisällys

1. JOHDANTO.....	1
2. TEKOJÄRVIEN KEHITYSVAIHEET	2
3. VEDEN LAATU TEKOJÄRVISSÄ	3
4. TEKOJÄRVIEN KALASTO JA KALATUOTANTO.....	4
5. SÄÄNNÖSTELYN VAIKUTUS KALOJEN LISÄÄNTYMISEEN	5
5.1. Syyskutuiset kalat.....	5
5.2. Kevätkutuiset kalat.....	6
6. KALOJEN RAVINTOVARAT TEKOJÄRVISSÄ.....	7
6.1. Eläinplankton.....	7
6.2. Pohjaeläimistö	7
7. REHEVYYSTASON VAIKUTUS KALASTOON	8
8. UUSIEN KALALAJIEN TUOMINEN TEKOJÄRVIIN	9
8.1 Peledsiian soveltuvuus Lokalle ja Porttipahdalle.....	9
9. SELKÄRANGATTOMIEN ELÄINTEN SIIRTOISTUTUKSET	11
10. KALASTUSTA HAITTAAVAT TEKIJÄT TEKOJÄRVISSÄ	12
11. SÄÄNNÖSTELYKÄYTÄNNÖN VARIAATIOT JA HIENOSÄÄTÖ KALASTON TARPEIDEN MUKAISESTI.....	13
KIITOKSET	15
KIRJALLISUUS	16

1. Johdanto

Suomessa on noin 40 merkittävän kokoista tekojärveä, joiden yhteispinta-ala on noin 930 km² (Vogt 1978). Lukumääräisesti eniten tekojärviä on Pohjanmaalla, jossa niiden ensisijaisena käyttötarkoituksena on tulvasuojelu. Lisäksi rannikkoseudulla on useita teollisuuden makeavesialtaaksi rakennettuja tekoaltaita. Tekojärviemme pinta-alasta valtaosan lohkaisevat kuitenkin Kemijoen latvoilla sijaitsevat Lokka (417 km²) ja Porttipahta (214 km²), jotka on rakennettu 1970-luvun alussa vesivoimatalouden tarpeisiin. Vertailukohtana muista maista mainittakoon, että entisen Neuvostoliiton alueella on 18 yli 1000 km² suuruista tekojärveä (Mutenia 1982b, Lindqvist & Jolkonen 1993). Noin 33 % Neuvostoliiton sisävesien kalansaaliista oli 1970-luvun alkupuolella peräisin tekojärivistä (Shimanoskaya ym. 1977). Myös Pohjois-Amerikassa on runsaasti tekojärviä (Miranda 1996). Koko maailmassa on yli 60 000 tekojärveä, joiden yhteispinta-ala on noin 400 000 km² ja yhteinen varastointikapasiteetti 6500 km³ (Avakyan & Iakovleva 1998, Avakyan ym. 1998).

Lähtökohtana tämän kirjallisuuskatsauksen tekemiseen oli suunniteltu hanke Lokan ja Porttipahdan tekojärvien kalatalouden kehittämiseksi. Tavoitteena oli koota kirjallisuudesta sellaista tietoa, joka on sovellettavissa ja hyödynnettävissä näiden tekojärvien kalatalouden kehittämisessä. Maantieteellisesti painopisteenä oli täten pohjoiset tekojärvet. Itse Lokkaa ja Porttipahtaa käsittelevää kirjallisuutta on tässä katsauksessa vain pieneltä osin siteerattu. Aihealueen rajauksessa jätettiin ulkopuolelle myös nuorille tekojärville tyypillinen ongelma kalojen kohonneista elohopeapitoisuuksista (Verta ym. 1986). Tekojärivistä on tehty aiemminkin suomenkielinen kirjallisuuskatsaus (Anttila 1979), mutta uutta tutkimustietoa on tämän jälkeen tullut runsaasti. Ulkomaisia yhteenvetoja tekojärvien kalataloudesta ovat tehneet esimerkiksi Jenkins (1965) ja Fernando & Holcik (1991). Tässä kirjallisuuskatsauksessa esitetään myös joitakin kommentteja ja tulkintoja muualta saatujen tulosten sovellettavuudesta Lokan ja Porttipahdan tekojärviin.

Säännöstelyn voimakkuus (amplitudi) on yksi tekojärven ekosysteemiin voimakkaimmin vaikuttavista tekijöistä. Ajan kuluessa tekojärvi kehittyy kohti vastaavalla amplitudilla säännösteltyä luonnonjärveä (Vogt 1978). Näin ollen tässäkin kirjallisuuskatsauksessa tuodaan esiin tutkimustietoa myös säännöstelyjärivistä. Tekojärvillekin ominaisen säännöstelyn vesistövaikutuksista on aiemmin koontanut kirjallisuuskatsauksen Hellsten (1983).

Tekojärvissä on normaalia suurempi potentiaali kalantuotannolle niiden rehevyyden vaikutuksesta. Avainkysymyksenä onkin korkean tuotantopotentiaalin kanavointi taloudellisesti arvokkaille kalalajeille. Jos kalojen lisääntyminen ei häiriinny merkittävästi, tekojärvien kalamassa on tavallisesti suurempi kuin vastaavien luonnontilaisten järvien kalamassa (Cooper 1966, Avakyan ym. 1998). Varsinkin pohjoisissa tekojärvissä kalojen lisääntyminen usein häiriintyy, mitä korvaamaan tarvitaan kalaistutuksia (Conover 1986).

2. Tekojärvien kehitysvaiheet

Tekojärven tilan sukessiokehityksessä on erotettu kolme vaihetta: patoamisen alkuvaihe, eroosiovaihe ja tasapainovaihe (Vogt 1978). Patoamisen alkuvaihe kestää 3-5 vuotta ja sitä luonnehtii voimakas tuotanto kaikilla trofiatasoilla maaperän orgaanisen aineksen hajotessa ja ravinteiden liuetessa veteen. Myös kalatuotanto voi tällöin kasvaa huomattavasti (DesLandes ym. 1995a). Vuosikymmeniä kestävässä eroosiovaiheessa hienojakoista orgaanista ja epäorgaanista ainesta huuhtoutuu esim. avoimilta saarten rannoilta ja kulkeutuu syvänteisiin tai suojaisiin lahdenpoukamiin. Lopulta tasapainovaiheessa tekojärvi ei juuri poikkea yhtä voimakkaasti säännöstelystä luonnonjärvestä. Kinnusen (1989) mukaan Lokan ja Porttipahdan tekojärvet ovat saavuttaneet 13–15 vuodessa tasapainotilan. Muitakin jaotteluita tekojärvien yleisistä kehitysvaiheista on esitetty (esim. Kimmel & Kroeger 1986), mutta yhteistä kaikille on alkuvuosien voimakas tuotantovaihe, josta on myös käytetty nimitystä positiivinen patoamisefekti.

3. Veden laatu tekojärvissä

Suomalaisten tekojärvien vesi on yleensä humuspitoista, hapanta ja heikosti puskuroitua (Vogt 1978). Maalis-huhtikuulla erot luonnonjärviin ovat suurimmillaan: tekoalaiden pH ja happipitoisuus ovat pienempiä, mutta kemiallinen hapentarve, kiintoaine, kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, rauta ja väri suurempia kuin järvissä (Kenttämies 1980). Suuri orgaanisen aineksen määrä keskisyvydeltään matalissa tekojärvissä aiheuttaa helposti happipitoisuuden heikkenemisen syvänteissä ja pahimmillaan koko vesimassassa. Happitilanne on heikko varsinkin ensimmäisinä vuosina patoamisen jälkeen, jolloin helposti hajoavaa orgaanista materiaalia on eniten (Kortelainen ym. 1986). Hapen kulutus suopohjalle tehdyillä tekojärvillä on erityisen suuri (Hellsten & Väisänen 1998). Pitkä viipymä vesistöalueen latva-alueille tehdyissä tekojärvissä, kuten Lokassa, heikentää myös happitilannetta. Kinnusen (1989) mukaan tekojärvien talviaikaista vedenlaatua ja happipitoisuutta heikentää lisäksi jääkannen aiheuttama ”pumppuvaikutus”. Siinä jääkansi painaa allensa jäävää, veden täyttämää orgaanista maata kasaan ja puristaa siitä eriasteisesti hajonnutta orgaanista ainesta ja suodosvettä tekojärviin. Jääkansi myös erosi orgaanista maata pieniksi partikkeleiksi edistäen siten orgaanisen aineksen hajotusta. Talviaikaisen hapettomuuden vaikutuksesta veteen liukenee runsaasti fosforia, mikä rehevöittää edelleen tekojärveä ja vahvistaa talvisen hapettomuuden kierrettä.

Tekojärven elinkaaren alkuvuosina voimakas hajoitustoiminta voi aiheuttaa kesälläkin 30–60 % alentuneita happipitoisuuksia pintavedessä (Vogt 1978). Tekojärvien kesäaikaiseen vedenlaatuun vaikuttaa olennaisesti tekojärven keskisyvyys ja alttius tuulen vaikutukselle. Matalissa ja tuulille avoimissa tekojärvissä lämpötilan kesäkerrostuneisuutta ei helposti muodostu, ja hajoitustoiminnassa vapautuvat ravinteet sitoutuvat nopeasti takaisin kasviplanktoniin pitäen yllä voimakasta perustuotantoa. Varsinkin tekojärven täytön alkuvuosina veden tummuus rajoittaa perustuotannon suhteellisen ohueen päällysveden kerrokseen (Itkonen 1996). Toisaalta heterotrofista tuotantoa on koko vesimassassa normaalia järveä runsaammin johtuen suuresta orgaanisen aineksen määrästä (Kortelainen ym. 1986), vaikka sen määrää on ehkä perinteisesti yliarvioitu (Adams & Kimmel 1983).

4. Tekojärvien kalasto ja kalatuotanto

Suurin osa Suomen tekojärivistä sijaitsee Etelä- ja Keski-Pohjanmaan jokivesistöjen varsilla. Näiden tekojärvien kalastossa vallitsevat hauki, ahven ja särki, mutta usein myös kiiskellä ja mateella on huomattava osuus kalastossa (Koskenniemi ym. 1990). Ahven tuottaa tyypillisesti erittäin runsaita vuosiluokkia tekojärven täytön jälkeisinä vuosina. Särkikalat ja made ovat yleisiä tekojärvissä, joiden pH on yli 5.5. Hauki dominoi happamissa ja talvella vähähappisissa altaissa. Lahna taas menestyy kohtalaisen suurissa tekojärvissä. Pohjanmaan tekojärvillä vesi nousee keväällä maksimikorkeutensa niin aikaisin, että hauen tai muiden kevätkutuinten kalojen lisääntyminen ei siitä häiriinny (Koskenniemi ym. 1990).

Lokan ja Porttipahdan kalastoon kuuluu kolme Pohjanmaan tekojärveltä puuttuvaa kalalajia: säyne, vaellussiika ja istutuksista peräisin oleva peledsiika (Mutenia 1982a,b, 1986). Patoamisen alkuvuosina särki ja hauki muodostivat 80 % Lokan kalastosta ja made ja hauki 65 % Porttipahdan kalastosta (Sundbäck 1977a,b). Istutetusta peledsiikasta tuli runsain laji tekojärviin 1980-luvun lopulla (Mutenia & Salonen 1991). Peledsiika on myös lisääntynyt luontaisesti, mikä on poikkeuksellista Suomessa. Monissa muissa maissa tehdyissä peledsiikan istutuksissa uusiin vesiin on havaittu sen luontaista lisääntymistä (Dulmaa & Penaz 1986).

Venäjän suurilla tekoaltailla tutut lajit, särki, ahven ja hauki ovat tärkeässä asemassa, joskin eteläisempiäkin lajeja on mukana (Il'ina & Gordeyev 1972b). Talviaikaiset kalakuolemat ovat olleet kohtalaisen yleisiä voimakkaimmin säännötellyillä tekojärville. Rybinskin tekoaltaassa litoraalikalojen osuus väheni sen jälkeen, kun veden alle peittyneet metsät olivat lahonneet (Tereshchenko & Strel'nikov 1997). Kanadassa La Grande -alueen tekojärvillä hauki ja sillisiika hyötyivät patoamisesta (DesLandes ym. 1995a). Harmaanierian (*Salvelinus namaycush*) lisääntymistulos ja yksikkösaalis lasivat patoamisen vaikutuksesta.

Pohjoisten tekojärvien (>58 °) potentiaalisiksi kalatuotannoksi on arvioitu 5–20 kg/ha (Vostradovsky 1988). Entisen Neuvostoliiton alueella keskimääräinen kalansaalis tekojärvillä oli 14 kg/ha (Poddubnyi 1987). Suomalaisten tekojärvien kalansaalis on noin 5–20 kg/ha, joskin kalakannat mahdollistaisivat korkeammankin saalistason (Koskenniemi ym. 1990). Lokan hehtaarisaaalis oli vuosina 1975-1980 keskimäärin 3,5 kg/ha ja Porttipahdalla vastaavasti 8,3 kg/ha (Mutenia 1985). Siikasaaliiden huippuvuosina 1990–1994 Lokan ja Porttipahdan kaupallinen hehtaarisaaalis oli keskimäärin 7,2 kg/ha vuodessa pääasiassa peled- ja vaellussiikaa sekä haukea (Mutenia 1995).

5. Säännöstelyn vaikutus kalojen lisääntymiseen

5.1. Syyskutuiset kalat

Voimakkaalla säännöstelyllä on ilmeisiä haittavaikutuksia siian ja muikun lisääntymiselle (Salojärvi & Ekholm 1990). Talvella kuiville jäävässä litoraalivyöhykkeessä mäti kuolee, mutta pelkästään jään painamalla alueilla osa mädistä saattaa säilyä elossa. Siikakalojen alkioit ovat herkkiä ulkoisen paineen vaikutukselle (Zhukinsky 1986). Sumputuskokeissa Kemijärvellä muikun mäti tuhoutui säännöstelyvyöhykkeen jäätyvällä osalla (0-4,5-5 m), mutta pysyi osittain hengissä sulana pysyvällä jään painamalla alueella (4,5/5-7 m) (Tikkanen & Hellsten 1987). Ontojärvellä tehdyissä siian mädin sumputuskokeissa yli 90 % säännöstelyvyöhykkeessä sumputetusta mädistä kuoli talven kuluessa (Huusko ym. 1989). Tuhoutuvan mädin osuus riippuu kutusyvyydestä ja säännöstelyn voimakkuudesta (Lindström 1965). Siian kutusyvyyks on tavallisimmin 0,5–3m, muikku kutee yleensä siikaa syvemmälle (Salojärvi ym. 1981, Lahti 1992). Mädin säilyvyys on arvioitu tärkeäksi rekrytointiin vaikuttavaksi tekijäksi säännöstelyissä järvissä (Huhmarniemi ym. 1985, Frisk ym. 1988). Useissa tutkimuksissa on havaittu siikakalojen lisääntymisen kärsivän voimakkaasta säännöstelystä (Gaboury & Patalas 1984, Linløkken 1994), mutta poikkeuksiakin löytyy, sillisiian (*Coregonus clupeaformis*) vuosiluokan voimakkuus kanadalaisissa Opinica ja La Grande 2 tekojärvissä ei ollut riippuvainen talviaikaisesta vedenkorkeudesta (DesLandes ym. 1995b). Syynä riippumattomuuteen oli ilmeisesti kutu syville ja riittävän runsashappisille alueelle.

Myös sedimentaatio voi heikentää syyskutuisten kalojen mädin säilyvyyttä (Zuromska 1982, Tiitinen 1982, Fudge & Bodaly 1984). Lokalla ja Porttipahdalla on mitattu tekojärville tyypillisiä korkeita sedimentaatioarvoja (Hellsten & Väisänen 1998). Kun lisäksi kevättalvella tekojärvien alusveden happitilanne on huono, ei järvikuisen siian ja muikun mädille juuri jää selviämismahdollisuuksia. Siikakalojen mäti tarvitsee vähintään 4 mg/l happea kehittyäkseen normaalisti (Brooke & Colby 1980). Siikakalojen mätiä saattaa kulkeutua virtausten mukana kutupaikkoja syvemmille alueille, jolloin syvänteiden happipitoisuuden merkitys korostuu (Büttiker 1986). Lokan ja Porttipahdan vaellussiian mädin selviytymisen syy on kutu tekojärviin laskeviin jokiin, joissa veden laatu on hyvä. Järvikutuisen peledsiian lisääntyminen on onnistunut yleensä niinä vuosina, kun vedenkorkeutta ei ole kevättalvella laskettu kovin alas (Sutela ym. 2000). Muissa Suomen tekojärvissä siikakalojen istutukset ovat yleensä tuottaneet huonon tuloksen (Koskenniemi ym. 1990).

Paitsi mädin kuolleisuus, myös vastakuoriutuneiden poikasten kuolleisuus saattaa vaikuttaa olennaisesti siikakalojen rekrytointiin (Freeberg ym. 1990). Tekojärven patoamisen alkuvaiheessa voimakas eläinplanktonituotanto saattaa hyödyttää myös syyskutuisten kalojen poikasia parantuneena ravinnon tarjontana. Myöhemmässä vaiheessa tämä etu menetetään ja säännöstelyn rytmikka määrää paljolti poikasten elinolosuhteita. Säännöstelyjärven matala vedenkorkeus keväällä vaikutti epäedullisesti muikun poikasten elinympäristöön ja ravintolanteeseen (Sutela & Huusko 1995).

Vedenpinnan lasku talven kuluessa voi haitata myös talvikutuisen mateen lisääntymistä, joskin osa vedenkorkeuden alenemasta on tapahtunut jo ennen mateen kutuaikaa. Kohtalaisen lievällä säännöstelyllä ei ole havaittu haitallista vaikutusta mateen lisääntymiseen tai madekantaan, joskin kutupyynti on vaikeutunut (Toivonen 1972, Salojärvi ym. 1981). Kuolan niemimaalla Yli-Tuloman tekojärvessä made on ollut tärkein saaliskala 1970-luvun alussa (Nelichik 1973). Myös eräissä muissa venäläisissä tekojärvissä made on menestynyt hyvin (Kirillov 1978). Samaan aikaan made oli runsain

laji Porttipahdassa (Mutenia & Salonen 1991), mutta 1990-luvulla Lokan ja Porttipahdan madesaaliit ovat täysin romahtaneet (Mutenia 1995).

5.2. Kevätkutuiset kalat

Alhainen vedenkorkeus jäidenlähdön aikaan ja sitä seuraavien lähiviikkojen aikainen nopea vedennousu haittaavat varhain keväällä kutevien kalojen, ennen muuta hauen lisääntymistä. Luonnolliset tulvaniityt tai muut kasvillisuuden valtaamat kutupaikat puuttuvat, joten hauki joutuu kutemaan avoimeen rantaveteen tai ehkä syvemmillä olevien, vielä osittain pystyssä olevien maakasvillisuuden jäänteiden sekaan (Mutenia & Korhonen 1998). Duncanin ja Kubeckan (1995) mukaan tekoaltaiden hauet voivat kutea esimerkiksi veden alle jääneiden puunrunkojen sekaan. Vastakuoriutuneet hauen poikasets tarttuvat imukuppimaisella niskaosallaan tavallisesti vesikasvillisuuteen. Kiinnitys-alustan puuttuminen ja avoin, poikaselle suojaaton elinympäristö saattavat aiheuttaa tekojärvissä lisäkuolleisuutta. Jos vedennousu on kudun jälkeen nopeaa, ehtii kutupaikka jäädä kauaksi rannasta ennen poikasten kuoriutumista (Korhonen & Mutenia 1999). Kauempana rannasta veden lämpötila jää matalammaksi kuin luonnonmukaisilla kutupaikoilla, eikä eläinplanktonravinnon saatavuus ole yhtä hyvä kuin matalassa rantavedessä. Useissa tekojärvissä on havaittu positiivinen riippuvuus kutuajan vedenkorkeuden ja syntyvän haukivuosisluokan voimakkuuden välillä (Roche et al. 1999).

Myös särki ja lahna kutevat normaalisti kasvillisuusrannoille matalaan veteen, joskin myöhemmin kuin hauki. Näin ollen tekojärvien vedenpinta on ehtinyt nousta jonkin verran korkeammalle kuin hauen kutuaikana. Myöhään tai pitkällä aikavälillä kutevat lajit, esimerkiksi kuha ja ahven ovat suhteellisen hyvässä asemassa tekojärvissä, joissa vedenpinta nousee hitaasti kevään ja alkukesän aikana. Myös kutu suhteellisen syvän veteen vähentää säännöstelyn haittavaikutuksia kuhalla (Kokko 1981). Yleisenä piirteenä tekojärvien kevätkutuisilla kaloilla on havaittu, että korkea vedenpinnan taso keväällä kutu- ja pikkupoikasvaiheessa edesauttaa voimakkaan vuosiluokan syntymistä (Kallemeyn 1987, Sammons & Bettoli 2000).

Kasvillisuuteen kuteville kevätkutuisille kalalajeille on muutama vuosi tekoaltaan täytön jälkeen hyvät lisääntymisolosuhteet, mutta tilanne muuttuu epäedulliseksi veden alle jääneen rantakasvillisuuden hajoamisen jälkeen (Il'ina & Gordeyev 1970). Säännöstelyvyöhykkeessä kasvillisuus on vähäistä ja kutualustat huonoja (Il'ina & Gordeyev 1972a). Pohjan jäätyminen ja veden tumma väri rajoittavat vesikasvillisuuden leviämistä tekojärvissä (Koskenniemi 1987). Myös Lokalla ja Porttipahdalla vesikasvillisuus on erittäin niukkaa. Avoimilla paikoilla eroosio vaikeuttaa kasvillisuuden juurtumista. Suojaisilla alueilla taas pohja on löyhän irtaimen turvepitoisen aineksen peitossa, joka on erittäin epäedullinen kasvualusta (Hellsten 1995).

6. Kalojen ravintovarot tekojärvissä

6.1. Eläinplankton

Eläinplankton on tekojärvien kalojen tärkein ravinnonlähde (Vostradovsky 1988). Tekoaltaan täytön jälkeen seuraa eläinplanktonin voimakas runsastuminen. Kasvi- ja eläinplanktonin biomassa nousi Pohjois-Ruotsin Ransaren- tekojärvessä ennätystasolle patoamista seuraavana vuotena (Rodhe 1964). Myös Runnströmin (1955) mukaan vesikirppujen tiheys nousi suureksi muutama vuosi patoamisen jälkeen. Erityisen voimakas tiheyden lisääntyminen on havaittu rataseläimissä (Pinel-Alloul ym. 1989). Tosin kalat pystyvät käyttämään rataseläimiä ravintonaan vain ensimmäisten elinviikkojen aikana. Positiivisen patoamisvaikutuksen jälkeen eläinplanktonin määrä laskee selvästi. Tekojärvien eläinplanktontuotanto on yleensä korkeammalla tasolla kuin luonnonjärvien johtuen erosta rehevyydestä. Lokan altaalla vuonna 1988 mitatun äyriäisplanktonin tuotannon perusteella teoreettiseksi kaikkien planktonsyöjäkalojen tuotantokyvyksi arvioitiin 45–73 kg/ha (Puro 1989).

Säännöstely vaikuttaa ilmeisen vähän ulappa-alueen eläinplanktoniin (Lötmarker 1964). Kasvukauden aikainen runsas juoksutus kuitenkin vähentää samalla eläinplanktonia ja heikentää kalojen ravintovaroja (Axelson 1961, Campbell ym. 1997). Pohjalle painuneita eläinplanktereiden lepomunia saattaa talvella kuolla säännöstelyvyöhykkeessä jääty-
misen vaikutuksesta. Rantavedessä säännöstely saattaa pienentää vesikirppujen ja hankajalkaisten tiheyksiä keväällä ja alkukesän aikana (Huusko ym. 1989).

6.2. Pohjaeläimistö

Tekojärven patoamista seuraa yleensä lyhytaikainen pohjaeläimistön voimistuminen, johon runsas kalatuotantokin paljolti pohjautuu. Pohjafauna kuitenkin taantuu pian säännöstelyn alkamisen jälkeen (Zhadin & Gerd 1963). Säännöstelyjärvien ja tekoal-
taiden säännöstelyvyöhykkeessä pohjaeläintiheydet ja biomassat ovat selvästi pienempiä kuin säännöstelemättömässä järvessä: suurin osa pohjaeläimistöä ei kestä talviaikaista pohjan jäätymistä tai kuivamista. Tällä on suuri merkitys koko järven pohjaeläintuotantoa ajatellen, koska pohjaeläinten tiheys ja biomassa on matalassa vedessä huomattavasti suurempi kuin syvänteissä. Säännöstely vähentää myös syvänteiden pohjaeläimistöä (Grimås 1967). Lisäksi lajisto muuttuu pienikokoisten ja kaitautumiskykyisten kohteiden suuntaan (esim. surviaissääsket (Chironomidae) samalla kun suurikokoiset ja helposti havaittavat kohteet vähenevät (Runnström 1955, Grimås 1962, Tikkanen ym. 1989). Myös pohjaeläimistön lajirunsaus ja diversiteetti laskevat voimakkaan säännöstelyn vallitessa (Prus ym. 1999). Muutokset pohjaeläimistössä näkyivät myös esimerkiksi harjuksen ja taimenen ravinnossa, joissa oli entistä vähemmän katkoja (*Gammarus lacustris*), kotiloita (*Limnea*, *Planorbis*) ja vesiperhosten (*Trichoptera*) ryhmien yksilöitä (Nilsson 1961).

Suomalaisista tekojärvistä Kyrkösjärvessä orgaanisen aineksen kattamalla pohjilla jään painauma-alueillakin talvella suurin osa pohjaeläimistöä säilyi hengissä, sillä vain ohut pintakerros jäättyi (Koskeniemi 1994). Pyhäjärven jäätyvillä hiekkapohjilla 36 % pohjaeläimistöä kuoli, mutta orgaanisilla pohjilla vain 7–8 % (Palomäki & Koskeniemi 1993). Mitä suurempi säännöstelyamplitudi ja pienempi näkösyvyys, sitä pienempi pohjaeläinten biomassa 0–3 m syvyysvyöhykkeessä (Palomäki 1994). Porttipahdalla ja varsinkin Lokalla on suhteellisen paljon pehmeitä pohjia, joissa osa pohjaeläimistöä saattaa selvitä hengissä säännöstelyvyöhykkeessäkin. Toisaalta talvi on selvästi pidempi ja kylmempi kuin Palomäen ja Koskeniemen tutkimilla Pohjanmaan tekojärvillä.

7. Rehevyytason vaikutus kalastoon

Tekojärvien veden rehevyys ja tummuus vaikuttavat myös kalakannan rakenteeseen. Rehevyys suosii särkikalaja lohi- ja ahvenkalojen kustannuksella (Colby ym. 1972, Svärdson 1976). Särki onkin runsaslukuinen laji monella Pohjanmaan tekojärvellä, mutta myös Lokalla ja Porttipahdalla. Särkikalojen suhde ahvenkaloihin on suuri matalissa tekojärvissä, ja pieni syvissä tekojärvissä (Duncan & Kubecka 1995). Toisaalta esimerkiksi siian kasvu saattaa parantua rehevyytason noustessa, joskin lisääntymisessä saattaa tulla ongelmia (Colby ym. 1972). Rehevyyden lisääntyessä varsinkin syyskutuisten kalojen mädin kuolleisuus tavallisesti kasvaa sedimentaation kasvaessa, pohjan laadun ja happitilanteen heiketessä, sekä mätiä syövien kalojen ja selkärangattomien määrän kasvaessa. Perssonin ym. (1991) mukaan rehevyys suosii myös pelagisten petokalojen esiintymistä. Korkea väriarvo on epäedullinen varsinkin muikulle, joka tarvitsee laajan valaistun vyöhykkeen pystyäkseen hyödyntämään tehokkaasti eläinplanktonia.

Lokalla ja Porttipahdalla väriarvot ja rehevyytaso ovat Pohjanmaan tekojärviin verrattuna kohtalaisen matalalla tasolla, mutta verrattuna Pohjois-Suomen luonnontilaisiin tai säännösteltyihin suurjärviin selkeästi kuitenkin korkeammalla tasolla. Rehevyydellä on ilmeinen vaikutus Lokan ja Porttipahdan runsaisiin särkikalakantoihin.

8. Uusien kalalajien tuominen tekojärviin

Uusien kalalajien istutukset tekojärviin ovat joissakin tapauksissa johtaneet erinomaisiin tuloksiin, toisinaan taas täydellisiin epäonnistumisiin. Woynarovichin (1991) mukaan petokalojen istutuksissa on oltava erityisen varovainen. Jos tekojärvässä on jo jokin petokala, niin toista ei saisi missään olosuhteissa tuoda, ehdottavat Fernando ja Holcik (1991). Petokaloja (hauki, kuha) on istutettu tekojärviin biomanipulaatio-tarkoituksessa pitämään pienikokoisten planktonsyöjäkalojen kannat pieninä, ja sitä kautta eläinplanktonkannat vahvoina ja edelleen kasviplanktonin määrä pienenä. Usein tulokset eivät kuitenkaan ole vastanneet odotuksia (Seda ym. 2000). Lokkaan ja Porttipahtaan on istutettu petokalaksi järvitaimenta, järvilohtha ja harmaanierää. Näistä järvitaimen on antanut 1990-luvun alussa hyviä tuloksia (Heinimaa ym. 2000).

Tekojärviin kannattaa istuttaa vain taloudellisesti hyödynnettäviä lajeja – varsinkin jos sellaiset puuttuvat ennestään (Woynarovich 1991). Kaikki tekojärven ekolokerot (niche) olisi tarpeellista saada hyötykäyttöön istuttamalla niihin sopivia kalalajeja (Sugunan 2000). Järven patoamisen yhteydessä pinta-ala kasvaa usein suuresti, ja tarvetta on saada uusi pelaginen kalalaji hyödyntämään uudenlaista resurssia. Tekojärvien kalastosta usein puuttuu ulapan eläinplanktonia hyödyntävä kalalaji (Vostradovsky 1988, Fernando & Holcik 1991). Makeavesialtaksiin ei kuitenkaan kannata istuttaa eläinplanktonia syöviä kaloja, sillä ne voivat aiheuttaa ongelmia veden laadussa top-down prosessien kautta (Benndorf 1984). Pohjakaloja on hyvin vaikea kalastaa tekojärivistä, joten niiden istutukseen ei näin ollen kannata. (Il'ina & Gordeyev 1972b).

Verrattain suurikokoisissa Lokan ja Porttipahdan tekojärvissä on ilmeinen tarve pelagiaalin eläinplanktonia tehokkaasti hyödyntävälle eläinplanktonsyöjäkalalle. Realistisimmat vaihtoehdot täyttää tämä ekolokero lienevät muikku ja peledsiika, joista jälkimmäistä onkin istutettu 1970-luvulta alkaen (Mutenia 1982a). Lokan ja Porttipahdan olosuhteet eivät sovi erityisen hyvin muikulle. Rehevyys ja tummavetisyys eivät tunnetusti ole hyvän muikkuveden ominaispiirteitä. Luontaisessa lisääntymisessä olisi todennäköisesti suuria ongelmia mädin kuolleisuuden muodossa. Pitkä talvi voi tuottaa jo muikullekin ongelmia: Lokka ja Porttipahta sijaitsevat muikun luontaisen lisääntymisalueen ääri rajoilla. Muikun jatkuva istuttaminen ei liene taloudellisesti kannattavaa toimintaa. Muikun kannan vaihtelut uutena lajina Inarijärvässä ovat olleet erittäin voimakkaita, mikä on aiheuttanut ongelmia kalastukselle ja hoidolle (Salonen 1998).

Muikun tuominen tekojärviin vaatisi kalastajilta investointeja uusiin pyydyksiin. Varsinkin Lokalla on huonot edellytykset ammattimaisen muikunpyynnin vaatimiin tehokkaisiin pyyntimuotoihin, kuten nuottaukseen ja troolaukseen. Tekoaltaan mataluus ja pohjalla olevat puuston ja muun maakasvillisuuden jäänteet estävät tehokkaasti näiden pyyntimuotojen käyttämistä. Verkkopyynti pinta- ja välivedestä onnistuisi, mutta olisi liian tehotonta ammattimaiseen kalastukseen.

8.1 Peledsiian soveltuvuus Lokalle ja Porttipahdalle

Siikakalat (*Coregonus* spp.) ja varsinkin peledsiika (*C. peled*) ovat olleet tavallisimpia tekojärvien istutuskaloja entisen Neuvostoliiton ja Euroopan alueella (Vostradovsky ym. 1988). Suomessa peledsiikaa on istutettu mm. Lokan ja Porttipahdan tekojärviin. Peledsiika on alkuperältään siperialainen laji, jonka levinneisyysalueesta valtaosa on 60. leveyspiirin pohjoispuolella. Peledsiika on pelaginen parvikala, joka on geneettisesti lähempänä muikkua kuin mitään muuta siikamuotoa (Bodaly ym. 1994). Peledin ravinto painottuu muita siikamuotoja selvemmin eläinplanktoniin, ja eläinplanktonla-

jistossa suhteellisen pienikokoisiin ravintoryhmiin (Novoselov 1987, Niemitalo & Mutenia 1988). Peled on tehokas eläinplanktonin syöjä, mikä juontanee juurensa luontaisen levinneisyysalueen lyhyestä kesästä. Peledin mahan täyteisyys on usein suurempi kuin samassa vesistössä olevien muiden siikamuotojen (Novoselov 1987). Peledin on havaittu liikkuvan 0-4 m syvyysvyöhykkeessä kesäaikana, kun vastaavasti toinen siikamuoto (*C. lavaretus mareana*) viihtyi pohjan tuntumassa (Vostradovsky ym. 1988). Peled voi myös syödä pintaravintoa, pohjaeläimiä tai jopa kalanpoikasia (Kozova 1985, Niemitalo & Mutenia 1988). Peledsiika kestää muita siikakaloja paremmin pitkän talven matalassa vedessä paksun jääkannen alla huonoissakin happiolosuhteissa (Karasev ym. 1979, Vostradovsky 1988), ja menestyy myös happamissa (pH 5.5–5.8) vesissä (Gorbunova 1963). Peledsiika kasvaa yleensä nopeammin kuin saman vesistön muut siikamuodot (Lindström 1962, Hakkari ym. 1998). Aktiivinen ravinnonkäyttö jatkuu pitempään syksyllä verrattuna vaellussiikaan (Niemitalo 1987). Lammikko-olosuhteissa peledin on todettu syövän ja kasvavan läpi talven (Vostradovsky 1986). Kuten Lokassa ja Porttipahdassa, myös muissa tekojärvissä on todettu peledin nopea kasvu istutusten jälkeisinä vuosina ja kasvun taantuminen myöhemmin (Dulmaa & Tuvshintogs 1993, Atabaeva 1997).

Peledsiika on siis monilta ominaisuuksiltaan sopiva kalalaji Lokan ja Porttipahdan tekojärville. Monista muista suomalaisista istutusjärvistä poiketen peled on myös lisääntynyt luontaisesti Lokalla ja Porttipahdalla, joskin erittäin epävakaasti (Mutenia ym. 2000). Siirtoistutuksissa muihin maihin kuin Suomeen peled on toisinaan muodostanut lisääntyvän kannan, toisinaan taas ei (Gerdeaux ym. 1998). Ympäristöolosuhteet kutuaikana ovat oleellisessa asemassa peledin vuosiluokan voimakkuuden määräytymisessä (Bobyrev & Kriksunov 1999). Luontaisen lisääntymisen onnistuminen Lokassa ja Porttipahdassa näyttäisi olevan kytköksissä vedenkorkeuden säännötelyn voimakkuuden kanssa (Sutela ym. 2000). Nostamalla kevättalvista vedenkorkeuden kevätminimiä voitaisiin saavuttaa nykyistä vakaampi luontainen lisääntyminen. Jos se ei ole mahdollista, tarvitaan tehokkaita ja säännöllisiä istutuksia.

9. Selkärangattomien eläinten siirtoistutukset

Varsinkin Ruotsissa, mutta myös monissa muissa maissa on siirretty selkärangattomia eläimiä säännöstely- ja tekojärviin parantamaan kaloille tarjolla olevan ravinnon määrää (Fürst 1970). Yleisimpiä siirtolajeja ovat Ruotsissa olleet äyriäislajit: *Mysis relicta*, *Pallasea quadrispinosa* ja *Gammaracanthus lacustris*. Varsinkin *Mysis relicta* on arvioitu sopivaksi lajiksi korvaamaan säännöstelyn aiheuttamaa pohjaeläimistön vähenemää. *Mysis* on kuitenkin samalla tehokas eläinplanktonin laiduntaja, ja kilpailee planktonsyöjäkalojen kanssa samasta ravintoresurssista (Chippis & Bennett 2000). Mysiksen istuttamisen jälkeen on usein todettu eläinplanktonin koostumuksen ja biomassan muutoksia: planktonsyöjäkalojenkin suosimat vesikirppulajit, esim. *Bosmina* spp. ja *Holopedium gibberum* ovat vähentyneet (Kinsten & Olsen 1981). *Mysis* kykenee itse pakenemaan planktonsyöjäkalojen predaatiolta uimalla päivällä syvälle pimeään alusveteen (Beeton & Bowers 1982). Mysiksen istuttamisen on useissa tutkimuksissa arvioitu johtaneen vähentyneeseen planktonsyöjäkalojen tuotantoon (Lasenby ym. 1986, Spencer ym. 1991). Tosin Mysiksen istuttamisesta saattavat hyötyä esimerkiksi made ja taimen (Fürst ym. 1986). Jos tavoitteena Lokalla ja Porttipahdalla on peledsiian tai jonkin muun pelagisen planktonsyöjäkalan kautta hyödyntää tehokkaasti eläinplanktonin tuotantopotentiaalia, ei sinne kannata istuttaa *Mysis relictaa*. Vaikka esimerkiksi siiat söisivätkin Mysistä, muodostuisi ravintoketjuun turha väliporras, jolloin menetetään huomattavan paljon energiaa. Tätä väliporras laskisi myös peledin ja vaellussiian tuotantoa ja saaliita. Lisäksi on epävarmaa, söisivätkö siiat Mysistä. Useissa tapauksissa planktonsyöjäkalat eivät kelpuuta Mysistä ruokalistalleen (Fürst ym. 1986). Mysiksen siirtoistutus säännösteltyyn Inarijärveen ei tuottanut toivottua tulosta (Palomäki 1988).

10. Kalastusta haittaavat tekijät tekojärvissä

Nuottakalastus ja pohjaverkkokalastus ovat tekojärvissä usein lähestulkoon mahdottomia pohjalla olevien maakasvillisuuden jäänteiden takia. Pohjatroulauskaan ei onnistu entisessä metsässä (Il'ina & Gordeyev 1972b). Puuaines säilyy veden alla vuosikymmeniä lahoamatta, varsinkin kuusi ja kataja ovat erittäin hitaasti hajoavia. Myös kanervikko voi haitata kalastusta vielä 50 vuotta altaan täytön jälkeen (Jensen & Aass 1958). Talviverkkokalastus vaikeutuu myös vedenpinnan voimakkaan alenemisen ja voimakkaasta juoksutuksesta aiheutuvien virtausten vaikutuksesta. Virtaukset saattavat myös aiheuttaa vaarallisia jään ohentumisia. Salojärven ym. (1981) mukaan talvinen rysäpyynti ja hauen kutukalastus vaikeutuvat säännöstelyn vuoksi. Keväällä veneen vesille saaminen ja pito rannassa on vaikeaa vedenkorkeuden ollessa matalalla ja noustessa nopeasti. Rehevöitymisen vaikutuksesta riski verkkojen limoittumiseen ja kalojen makuhaittoihin on normaalia suurempi. Liikkuvat turvelautat vievät mensesään verkkoja ja muita pyydyksiä, ja lisäksi irtoturve voi sotkea verkkoja (Mutenia ym. 1995). Turvelautojen määrä kuitenkin vähenee tekojärven vanhetessa (Ruuhijärvi ym. 1976). Tekojärvien kalastusolosuhteiden parantamiseksi voidaan esimerkiksi raivata ja puhdistaa apajapaikkoja (Salojärvi ym. 1981). Joissakin tapauksissa kalastus pohjapyydyksillä onnistuu esimerkiksi tekojärven alle jääneen vesistön, niityn tai avosuon kohdalta (Mutenia 1982). Usein tekojärvissä pintaverkkokalastus on tavallisin kalastusmuoto.

11. Säännöstelykäytännön variaatiot ja hienosäätö kalaston tarpeiden mukaisesti

Voimakkaan säännöstelyn ehkä ainoa potentiaalinen hyöty kalakannoille on ravinteiden määrän kasvu vedessä ja sitä kautta voimakas planktonituotanto. Kun vedenpinnan taso lasketaan talvella alas, heikkenee happitilanne ja fosforia vapautuu vesimassaan. Happikadolla on siis rehevöittävä vaikutus. Tekojärvet ovat kuitenkin suhteellisen reheviä muutenkin, joten lisärehevöityminen ei ole sioille hyväksi. Rehevöityminen parantaa särkikalojen kilpailuasemaa suhteessa siikaan ja ahvenkaloihin (Persson ym. 1991, Ranta & Lindström 1993). Myös made saattaa kärsiä rehevöitymisestä (Tammi ym. 1999). Mitä alempana vedenpinnan taso on alkukesällä, sitä pienempi on tuottavan vesimassan tilavuus ja eläinplanktonituotannon absoluuttinen määrä. Hellsten ym. (1996) ovat kehittäneet järvien säännöstelykäytäntöä ekologiseen suuntaan lähinnä vesikasvillisuuden ja pohjaeläimistön vaatimuksista lähtien.

Tyurin (1961) on jakanut entisen Neuvostoliiton alueen tekojärvet kolmeen luokkaan vedenkorkeuden vaihtelurytmiikan mukaisesti: 1) Altaat, joiden vedenkorkeuden maksimi on keväällä ja huomattava pudotus tapahtuu kesän, syksyn ja talven aikana (esim. Rybin ja Tsimlyan). 2) Altaat, joiden vedenkorkeus on tasaisen korkea avovesikauden aikana, ja pudotus tapahtuu talvella (esim. Kuibyshev, Gorkov, Kama). 3) Altaat, joiden vedenkorkeus on tasainen kautta vuoden (esim. Dneprov, Volgograd). Lokka ja Porttipahta kuuluvat lähinnä luokkaan 2, joskin vedenpinnan nousua tapahtuu yleensä vielä läpi kesän. Tämä luokka on Tyurin mukaan kalaston kannalta huonoin vaihtoehto.

Vedenkorkeuden rytmiikka tekojärvissä vaihtelee suuresti mm. sen mukaan, mihin käyttötärpeeseen se on suunniteltu. Pohjoisista tekojärvistä suurin osa palvelee vesivoimatalouden tarpeita, jolloin perusrytmiikkaan kuuluu voimakas juoksutus ja vedenpinnan tason lasku talvella, ja sitä seuraava niukka juoksutus ja vedenpinnan nosto loppusyksyyn mennessä. Vedenpinnan nousurytmiikka on paljolti riippuvainen tulovirtaaman määrästä. Vesistöalueen latvoilla sijaitsevat tekoaltaat ja säännöstelyjärvet täyttyvät hitaammin kuin keski- tai alajuoksulla sijaitsevat altaat. Esimerkiksi Kemi-järvi täyttyy muutamassa viikossa maksimikorkeuteen, mutta Lokan ja Porttipahdan tekojärvillä veden nousu jatkuu myöhäissyksyyn asti.

Il'ina ja Gordeyev (1972b) ehdottavat tekojärvien vedenpinnan laskua ennen jäätymistä noin metrillä, jotta jääkansi ei erosiisi litoraalin ranta- ja vesikasvillisuutta. Samalla välttyttäisiin vedenlaadun heikkenemiseltä, joka aiheutuu kun jää painaa eloperäistä pohjaa (vrt. Kinnunen 1989). Keväällä vesi tulisi nostaa korkealle edellisessä rantakasvillisuuden tasolle, ja laskea kevätkutuisten kalojen kutu- ja pikkupoikasvaiheen jälkeen noin metrin alemmalle tasolle. Lokassa ja Porttipahdassa hauen lisääntyminen tehostuisi, mikäli veden nousu pysähtyisi hauen kudun ja mädin kuoriutumisen väliseksi noin parin viikon ajaksi (Mutenia & Korhonen 1998). Keväällä tapahtuvaa vedenpinnan laskemista on käytetty tarkoituksellisesti särjen mädin tuhoamiseksi ja näin lisääntymisen rajoittamiseksi (Matena 1995). Voimakasta säännöstelyä voidaan käyttää estämään muidenkin ei-toivottujen kalalajien lisääntymistä (Wood 1951). Käytännössä tällä ei ole onnistumisen mahdollisuuksia Lokalla ja Porttipahdalla, koska säännöstely vaikuttaa arvokkaimpien kalalajien, kuten peledsiian ja hauen lisääntymiseen haitallisesti.

Säännöstelyn alarajan nostaminen lievästi näyttäisi olevan Lokan ja Porttipahdan säännöstelykäytössä tehokkain keino siikojen, lähinnä peledsiian lisääntymisen parantamiseksi (Sutela ym. 2000). Yksi keino vähentää säännöstelyn haittoja amplitudia

pienentämättä on lyhentää talviaikaisen vedenkorkeuden kuopan kestoa (Il'ina & Poddubnyi 1963, Koskenniemi ym. 1990). Muutokset parantaisivat veden happitilannetta ja todennäköisesti vähentäisivät pohjaeläimistön ja mädin kuolleisuutta jäänpainaus-alueella. Myös kalojen kuolleisuus pienialaisissa kuroutuneissa vesitaskuissa saattaisi vähentyä (vrt. Gordeyev ym. 1974).

Kiitokset

Sirkka Heinimaa ja Erno Salonen ovat kumpikin esittäneet tarkkoja ja hyödyllisiä täsmennys- ja korjausesityksiä tähän kirjallisuuskatsaukseen. Kiitokset siitä heille. Kirjallisuuskatsaus tehtiin Sodankylän kunnan toimeksiannosta ja se liittyy kunnan hankesuunnitelmaan ”Pohjoisten tekojärvien kalatalouden edellytysten kehittäminen”.

Kirjallisuus

- Adams, S.M. & Kimmel, B.L. 1983. Sources of organic matter for reservoir fish production: a trophic-dynamics analysis. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 1480-1495.
- Anttila, R. 1979. Tekoaltaiden säännöstelyn kalataloudelliset vaikutukset. – *Vesitalous* 2/1979: 28-34.
- Atabaeva, N.N. 1997. The population structure and growth of whitefish *Coregonus peled* in Charvak Reservoir (Uzbekistan). – *J. Ichthyol.* 37: 324-326.
- Avakyan, A.B. & Iakovleva V. B. 1998. Status of global reservoirs: The position in the late twentieth century. – *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 3: 45-52.
- Avakyan, A.V., Poddubnyi, A.G., Poddubnyi, S.A. 1998. Ways of improving reservoir ecosystems and increasing their fish productivity. – *Water Resources* 25(3): 237-248.
- Axelson, J. 1961. Zooplankton and impoundment of two lakes in North Sweden (Ransaren and Kultsjön). – *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm* 42: 84-168.
- Beeton A. M. & Bowers, J.A. 1982. Vertical migration of *Mysis relicta* Loven. – *Hydrobiologia* 93: 53-61
- Benndorf, J. 1984. Manipulation of pelagic food web by stocking with predacious fish. – *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 69: 407-428.
- Bobyrev, A. & Kriksunov, E. 1999. Environmental effects on the recruitment of coregonids from the Petchora River. – *Boreal Environment Research* 4: 9-17.
- Bodaly, R.A., Vuorinen, D.A., Reshetnikov, Yu.S. & Reist, J.D. 1994. Genetic relationship of five species of coregonid fishes from Siberia. – *J. Ichthyol.* 34: 117-128.
- Brooke, L.T. & Colby, P.J. 1980. Development and survival of embryos of lake herring at different constant oxygen concentrations and temperatures. – *Prog. Fish-Cult.* 42(1) 3-9.
- Büttiker, B. 1986. In situ observations on coregonid eggs survival in Lake Joux (Switzerland). – *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 22: 353-361.
- Campbell, C.E., Knoechel, R. & Copeman, D. 1997. Evaluation of factors related to increased zooplankton biomass and altered species composition following impoundment of a Newfoundland reservoir. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 230-238.
- Chippis, S.R. & Bennett, D.H. 2000. Zooplanktivory and nutrient regeneration by invertebrate (*Mysis relicta*), and vertebrate (*Oncorhynchus nerka*) planktivores: Implications for trophic interactions in oligotrophic lakes. – *Trans. Am. Fish. Soc.* 129: 569-583.
- Colby, P.J., Spangler, G.R., Hurley, D.A. & McCombie A.M. 1972. Effects of eutrophication on salmonid communications in oligotrophic lakes. – *J. Fish Res. Bd Can.* 29: 975-983.
- Conover, M. C. 1986. Stocking cool-water species to meet management needs. In: R.H. Stroud (ed.) *Fish culture in fisheries management*. American Fisheries Society, Fish Culture Section and Fisheries Management Section. Bethesda, Maryland. pp. 31-39.
- Cooper, G. 1966. Fish production in impoundments. – *Res. Dev. Rep. Mich. Dep. Conserv.* 104. 21 p.

- DesLandes, J.-C., Guenette, S., Prairie, Y., Roy, D., Verdon, R. & Fortin, R. 1995a. Changes in fish populations affected by the construction of the La Grande complex (Phase I), James Bay region, Quebec. – *Can. J. Zool.* 73: 1860-1877.
- DesLandes, J.-C., Verdon, R., Roy, D. & Fortin, R. 1995b. Changes in the whitefish (*Coregonus clupeaformis*) population affected by the construction of the La Grande hydroelectric complex, Phase I (James Bay, Quebec). – *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 46: 473-482.
- Dulmaa, A. & Penaz, M. 1986. Observations on *Coregonus peled* (Pisces: Coregonidae) introduced in Mongolian waterbodies. – *Folia Zoologica* 35: 269-277.
- Dulmaa, A. & Tuvshintogs, B. 1993. Age composition and growth of peled, *Coregonus peled*, of the Naimin Nuur Lakes, Mongolia. – *J. Ichthyol.* 33: 128-151.
- Duncan, A. & Kubecka, J. 1995. Land/water ecotone effects in reservoirs on the fish fauna. – *Hydrobiologia* 303: 11-30.
- Fernando, C.H. & Holcik, J. 1991. Fish in reservoirs. - *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 76: 149-167.
- Freeberg, M.H., Taylor, W.W., Brown, R.W. 1990. Effect of egg and larval survival on year-class strength of Lake Whitefish in Grand Traverse Bay, Lake Michigan. – *Trans. Am. Fish. Soc.* 119:92-100.
- Frisk, T., Salojärvi, K. & Virtanen, M. 1988. Modeling the impacts of lake regulation on whitefish stocks. – *Finnish Fish. Res.* 9: 467-475.
- Fudge, R.J.P. & Bodaly, R.A. 1984. Postimpoundment winter sedimentation and survival of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) eggs in Southern Indian Lake, Manitoba. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 701-705.
- Fürst, M. 1970. Försök med överföring av nya fisknäringdjur till reglerade sjöar. – *Flora Fauna* 65: 94-105.
- Fürst, M., Hammar, J. & Hill, C. 1986. The introduction of *Mysis relicta* in Sweden: effects on fish species in impounded lakes. - EIFAC Symposium on Habitat Modification and Freshwater Fisheries, Århus, Denmark.
- Gaboury, M.N. & Patalas, J.W. 1984. Influence of water level drawdown on the fish populations of Cross Lake, Manitoba. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 118-125.
- Gerdeaux, D., Gerald, P., Grollinger, B. & Nameche, Th. 1998. Survey of coregonid stocking in two reservoirs in Belgium. – *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 50: 487-495.
- Gorbunova, A.Z. 1963. Acclimatization of *C. peled* in Karelian small reservoirs. – *AN USSR*: 181-185.
- Gordeyev, N.A., Poddubnyy, A.G. & Il'ina, L.K. 1974. Estimation of the potential fish productivity of a reservoir. – *J. Ichthyol.* 14: 15-20.
- Grimås, U. 1962. The effect of increased water level fluctuation upon the fauna in Lake Blosjön, northern Sweden. – *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm* 44: 14-42.
- Grimås, U. 1967. Reglerade sjöar och kraftverksmagasin: två nya ekosystem i svenskt nature. – *Svensk naturvetenskap* 12 1967: 168-177.
- Hakkari, L., Selin, P., Westman, K. & Mielonen, M. 1998. Planktonsiian ja peledsiian ravinnosta ja ravintokilpailusta Evon Majajärvessä ja Valkea-Mustajärvessä. – *RKTL, Kalatutkimuksia* 145. 26 s.
- Heinimaa, S., Mutenia, A., Salonen, E. & Kotajärvi M. 2000. Taimenistutusten kehittäminen Lokan ja Porttipahdan tekojärvissä. *RKTL, Kala- ja riistaraportteja* nro 174. 30 s.

- Hellsten, S. 1983. Järvisäännöstelyn vesistövaikutukset. – Vesihallituksen monistesarja 1983: 188. 72 s.
- Hellsten, S. 1995. Vuotoksen suunnitellun tekoaltaan rantavyöhykkeen ekologiset olosuhteet ja tulevan vesi- ja rantakasvillisuuden koostumuksen arvioiminen. – VTT Yhdyskuntatekniikka. Tutkimusraportti 269.
- Hellsten, S. & Väisänen, T. 1998. Studies of the physico-chemical conditions of the sediment-water interface in Lokka and Porttipahta reservoirs. – *Internat. Rev. Hydrobiol.* (Special Issue) 83: 215-218.
- Hellsten, S., Marttunen, M., Palomäki, R., Riihimäki, J. & Alasaarela, E. 1996. Towards an ecologically based regulation practice in Finnish hydroelectric lakes. – *Regulated Rivers: Research & Management*, Vol. 12, 535-545.
- Hellsten, S.K., Virtanen, M.O., Nenonen, O.S., Kinnunen, K.A. & Riihimäki, J.M. 1993. Relative importance of internal sources of phosphorus and organic matter in northern Finnish Reservoirs. – *Wat. Sci. Tech.* Vol. 28, No. 6, pp. 85-94, 1993.
- Huhmarniemi, A., Niemi, A. & Palomäki, R. 1985. Whitefish and vendace stocks in the regulated Lake Pyhäjärvi, central Finland. – In : Alabaster, J.S. (ed.) *Habitat modification and freshwater fisheries. Proceedings of a symposium of the European Inland Fisheries Advisory Commission.* Butterworths. London. pp. 165-172.
- Huusko, A., Sutela, T., Karjalainen, J., Hellsten, S. & Hirvonen, A. (1989) Ekologiset näkökohdat joidenkin Pohjois-Suomen järvien säännöstelyssä. Osa 4. Kalojen mädin ja poikasten selviytyminen. - Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 988. 95 s.
- Il'ina, L.K. & Gordeyev, N.A. 1970. Dynamics of the reproductive conditions of phytophilous fishes at different stages in reservoir formation. – *J. Ichthyol.* 10: 282-285.
- Il'ina, L.K. & Gordeyev, N.A. 1972a. Water-level regime and the spawning of fish stocks in reservoirs. – *J. Ichthyol.* 12: 373-381.
- Il'ina, L.K. & Gordeyev, N.A. 1972b. Prospects for the use of Rybinsk Reservoir for fishery purposes. - *J. Ichthyol.* 12: 767-773.
- Il'ina, L.K. & Poddubnyi, A. 1963. Rexhim urovnel verkhnevolzhskikh vodokhranilishchi ego regularovanie v interesakh rybnogo khosiaistva. – *Rynoe khoziaistvo vnutrennykh vodoemov SSR.* Moskova, Akademia Nauk SSSR, pp. 47-56.
- Itkonen, J. 1996. Lausunto Vuotoksen altaan veden laadun kehittymisestä sekä altaan vaikutuksesta Kemijoen, Kemijärven ja Perämeren tilaan. Vuotoksen tekoaltaan vesioikeudellisen katselmustoimituksen katselmuskirjan Liite 12.
- Jenkins, R. 1965. Bibliography on reservoir fishery biology in North America. – *Res. Rep. Bur., Sport Fish Wildl.* 68. 57 p.
- Jensen, K. & Aass, P. 1958. Bunnforholdene i regulerte sjoer. - *Jeger Fisker* (2): 44-45.
- Kallemeyn, L.W. 1987. Correlation of regulated water levels and climatic factors with abundance of young-of-the-year walleye and yellow perch in four lakes in Voyagers National Park. – *North American Journal of Fisheries Management* 7: 513-521.
- Karasev, G.L., Chodzer, L.C., Mednaja, L.I. 1979: Akklimatizajica pal'adi v Zabajal'je (Acclimation of *Coregonus peled* in Transbaikalia). – *Ryb. choz'ajstvo*, 1979(12): 16-17.
- Kenttämies, K. 1980. Characteristics of the water of Finnish man-made lakes. – *Publications of the Water Research Institute, National Board of Waters*, No. 39: 13-25.

- Kimmel, B.L. & Groeger, A.W. 1986. Limnological and ecological changes associated with reservoir ageing. Teoksessa: Hall, G.E. & Van Den Avyle (toim.) Reservoir Fisheries Management. Strategies for the 80's. American Fisheries Society. s. 103-113.
- Kinnunen, K. 1989. Water quality development of artificial lakes Lokka and Porttipahat in Finnish Lapland. *Aqua Fennica* 19: 11-17.
- Kinsten, B. & Olsen, P. 1981. Impact of *Mysis relicta* introduction on the plankton of two mountain lakes, Sweden. – *Inst. Freshwater Res. Drottningholm* 59: 64-74.
- Kirilov, A.F. 1978. Burbot *Lota lota* from the Vilyuj reservoir. – *J. Ichthyol.* 28(1): 22-28.
- Kokko, H. 1981. Eräiden kevätkutuisten kalalajien ja mateen lisääntymisbiologiasta luonnontilaisissa ja säännöstellyissä järvissä. – *Vesihallituksen monistesarja* 1981:59. 56 s.
- Korhonen, P. & Mutenia, A. 1999. Vastakuoriutuneiden hauen poikasten istutustutkimus Lokan tekojärvellä vuonna 1998. – *Kala- ja riistaraportteja* nro 148. 12 s.
- Kortelainen, P., Mannio, J. & Pennanen, V. 1986. Characteristics of the allochthonous organic matter in Finnish forest lakes and reservoirs. – *Publications of the Water Research Institute, National Board of Waters* No. 65: 88-97.
- Koskenniemi, E. 1994. Colonization, succession and environmental conditions of the macrozoobenthos in a regulated, polyhumic reservoir, western Finland. – *Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol.* 79(4): 521-555.
- Koskenniemi, E. 1987. Development of floating peat and macrophyte vegetation in a newly created, polyhumic reservoir, Western Finland. – *Aqua Fennica* 17,2: 165-173.
- Koskenniemi, E., Ranta, E.K., Palomäki, R., Sevola, P. 1990. On the natural and introduced fish fauna in Finnish reservoirs. – In: W.L.T. van Densen, B. Steinmetz & R.H. Hughes (Eds.) 1990. Management of freshwater fisheries. Proceedings of a symposium organized by the European Inland Fisheries Advisory Commission, Göteborg, Sweden, 31 May-3 June 1988. Pudoc. Wageningen. pp. 74-81.
- Kozova, O.M. 1985. Biologija peljadi (The biology of *C. peled*). In: *Eutrofirovanie malyh vodohranilisc. Akademija Nauk, Cistinskij institut.* p. 1-158.
- Lahti, E. 1992. Movement of vendace (*Coregonus albula*) onto spawning grounds in Lake Lentua, Finland. – *Pol. Arch. Hydrobiol.* 39: 335-340.
- Lasenby, D.C., Northcote, T.G. & Fürst, M. 1986. Theory, practice and effects of *Mysis relicta* introductions to North American and Scandinavian lakes. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 1277-1284.
- Lindqvist, O.V. & Jolkkonen, E. 1993. Kalatuotanto ja kalastus Vuotoksen tekojärvessä. – *Soveltavan eläintieteen laitos, Kuopion yliopisto. Moniste.*
- Lindström, T. 1962. Life history of whitefish young (*Coregonus*) in two lake reservoirs. – *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm* 44: 113-144.
- Lindström, T. 1965. Char and whitefish recruitment in North Swedish lake reservoirs. – *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm* 46: 124-140.
- Linløkken, A. 1994. Monitoring pelagic whitefish (*Coregonus lavaretus*) and vendace (*Coregonus albula*) in a hydroelectric reservoir using hydroacoustics. – *Regulated rivers: Research & Management* vol. 10, no. 3-4: 315-328.
- Lötmarker, T. 1964. Studies on planktonic crustacea in thirteen lakes in northern Sweden. – *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 45: 113-145.

- Matena, J. 1995. The role of ecotones as feeding grounds for fish fry in a Bohemian water supply reservoir. – *Hydrobiologia* 303: 31-38.
- Miranda, L.E. 1996. Development of Reservoir Fisheries Management Paradigms in the Twentieth Century. In: L. E. Miranda and D. R. DeVries, editors. Multidimensional approaches to reservoir fisheries management. American Fisheries Society Symposium 16. p. 3-11.
- Mutenia, A. 1982a. Peledsiika Lokan ja Porttipahdan tekoaltaiden kalakantojen hoidossa. – *Suomen kalastuslehti* 5: 140-143.
- Mutenia, A. 1982b. Tekoaltaiden kalataloudellinen hyödyntäminen. Teoksessa: Jutila, E. & Hilden, M. (toim.) *Vesistöjen rakentaminen ja kalatalous*. VKA RY, Helsinki. s. 157-167.
- Mutenia, A. 1985. Fish stocks and fishing in the Lokka and Porttipahta reservoirs, northern Finland. In: (Ed. John S. Alabaster) *Habitat modification and freshwater fisheries*. Food and agriculture organization of the United Nations. p. 195-201.
- Mutenia, A. 1986. Lokan tekojärven säyne ja sen siirtoistutukset. – *Suomen kalastuslehti* 3: 111-114.
- Mutenia, A. 1995. Lokka ja Porttipahta. Kala ja riista kartalla. Alueellista tietoa suomalaisesta kalataloudesta ja metsästyksestä. *STV Ympäristö* 12:50-53.
- Mutenia, A. & Salonen, E. 1991. Lokan ja Porttipahdan peled- ja vaellussiikakantojen tila vuosina 1982-1989. – *Kalaturkimuksia-Fiskundersökningar* 37, 68 s.
- Mutenia, A., Jantunen, P. & Salminen, A. 1995. Avoperäryksän soveltuvuus siian kalastukseen Lokan ja Porttipahdan tekojärvilla. – *Kalaturkimuksia* 99: 1-12.
- Mutenia, A. & Korhonen, P. 1998. Lokan ja Porttipahdan haukikantojen hoito. – *Kalaturkimuksia* 149. 32 s.
- Mutenia, A., Salonen, E. & Kotajärvi, M. 2000. Peledsiikakantojen romahdus Lokan ja Porttipahdan tekojärvissä. – *Kala- ja riistaraportteja* 187. 26 s.
- Nelichik, V. A. 1973. The Burbot (*Lota lota* L.) of upper Tuloma Reservoir. – *J. Ichthyol.* 13: 834-838.
- Niemitalo, V. 1987. Peledsiian (*Coregonus peled* (Gmelin)) ja vaellussiian (*Coregonus lavaretus* L.) ravinnosta Lokan tekojärvessä vuosina 1983, 1984, 1986 ja 1987. – *RKTL / Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos*. Moniste.
- Niemitalo, V. & Mutenia, A. 1988. Lokan tekojärven peledsiian ja vaellussiian ravinnosta. – *Suomen kalastuslehti* 6: 292-296.
- Nilsson, N.A. 1961. The effect of water-level fluctuations on the feeding habits of trout and char in the Lakes Blåsjön and Jormsjön, North Sweden. – *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm* 42: 238-261.
- Novoselov, A.P. 1987. Food relationship of the introduced peled, *Coregonus peled*, with the indigenous ichthyofauna under lake and riverine conditions in Arkhangel Province. – *J. Ichthyol.* 27: 161-169.
- Palomäki, R. 1988. Selvitys kalojen ravintoeläinten siirtoistutuksista Inarijärveen. *RKTL, kalaturkimusosasto, monistettuja julkaisuja* 80:31-79.
- Palomäki, R. 1994. Response by macrozoobenthos biomass to water level regulation in some Finnish lake littoral zones. – *Hydrobiologia* 286(1): 17-26.
- Palomäki, R. & Koskeniemi, E. 1993. Effects of bottom freezing on macrozoobenthos in the regulated Lake Pyhäjärvi. – *Arch. Hydrobiol.* 128(1): 73-90.

- Persson, L., Diehl, S., Johansson, L., Anderson, G. & Hamrin, S.F. 1991. Shifts in fish communities along the productivity gradient of temperate lakes – patterns and the importance of size-structured interactions. – *J. Fish Biol.* 38: 281-293.
- Pinel-Alloul, B., Methot, G. & Florescu, M. 1989. Zooplankton species dynamics during impoundment and stabilization in a subarctic reservoir. – *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 33: 521-537.
- Poddubnyi, A.G. 1987. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy rybokhozyaistvennogo ispol'zovaniya vodokhranilishch. – *Voprosy ikhtiologii* 27: 729-734 (Contemporary state and perspectives of fishery explorations reservoirs).
- Prus, T., Prus, M. & Bijok, P. 1999. Diversity of invertebrate fauna in littoral of shallow Myczkowce Dam reservoir in comparison with a deep Solina Dam reservoir. – *Hydrobiologia* 408/409: 203-210.
- Puro, A. 1989. Äyriäisplanktonin koostumuksesta ja tuotannosta Lokan tekojärnessä vuonna 1988. – *Pro gradu –tutkielma.* Jyväskylän yliopisto. Biologian laitos.
- Ranta, E. & Lindström, K. 1993. Theory on fish yield versus water quality in lakes. – *Ann. Zool. Fennici* 30: 71-75.
- Roche, W., O'Grady, M. & Bracken, J.J. 1999. Some characteristics of a pike *Esox lucius* L. population in an Irish reservoir. – *Hydrobiologia* 392: 217-223.
- Rodhe, W. 1964. Effects of impoundment on water chemistry and plankton in Lake Ransaren (Swedish Lapland). – *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 15: 437-443.
- Runnström, S. 1955. Changes in fish production in impounded lakes. – *Verh. Int. Verein. Limnol.* 12: 176-184.
- Ruuhijärvi, R., Alapassi, M., Heikkinen, P. 1976. Lokan tekoaltaan turvelauttatutkimus. – *Moniste.* 49 s. Helsinki.
- Salojärvi, K., Auvinen, H. & Ikonen, E. 1981. Oulujoen vesistön kalatalouden hoitosuunnitelma. - Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalantutkimusosasto. Monistetuja julkaisuja 1/1981. 277 s.
- Salojärvi, K. & Ekholm, P. 1990. Predicting the efficiency of whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) stocking from pre-stocking catch statistics. – In: W.L.T. van Densen, B. Steinmetz & R.H. Hughes (Eds.) 1990. Management of freshwater fisheries. Proceedings of a symposium organized by the European Inland Fisheries Advisory Commission, Göteborg, Sweden, 31 May-3 June 1988. Pudoc. Wageningen. pp. 112-126.
- Salonen, E. 1998. The vendace stock and fisheries in Lake Inari. – *Boreal Env. Res.* 3: 307-319.
- Salonen, E. & Mutenia, A. 1992. Stockings and changes in peled [*Coregonus peled* (Gmelin)] stocks and fishery management in the Lokka and Porttipahta reservoirs, northern Finland. - *Pol. Arch. Hydrobiol.* 39 (3-4): 837-846.
- Sammons, S.M. & Bettoli, P.W. 2000. Population dynamics of a reservoir sport fish community in response to hydrology. – *North American Journal of Fisheries Management* 20: 791-800.
- Seda, J., Hejzlar, J. & Kubeca, J. 2000. Trophic structure of nine Czech reservoirs regularly stocked with piscivorous fish. – *Hydrobiologia* 429:142-149.
- Shimanoskaya, L.N., Sorokon, S.M., Kovaleva, M.P. & Bykova 1977. Rybokhozyaistvennoe osvoenie vnutrennikh vodoemov SSSR v 1971-1975 gg.. – *Izvestiya GosNIORKH* 126: 3-62 (Fishery exploitation of freshwater-bodies in USSR in 1971-1975).

- Spencer, C.N., McClelland, B.R. & Stanford, J.A. 1991. Shrimp stocking, salmon collapse and eagle displacement. – *BioScience* 41: 14-21.
- Sugunan, V.V. 2000. Ecology and fishery management of reservoirs in India. – *Hydrobiologia* 430: 121-147.
- Sundbäck, K. 1977a. Lokan tekojärven kalataloustutkimuksen tulokset sekä kalastusta ja kalakantojen hoitoa koskeva suunnitelma. RKTL kalantutkimusosasto Tiedonantoja 9:68-89.
- Sundbäck, K. 1977b. Porttipahdan tekojärven kalataloustutkimuksen tulokset kalastusta ja kalakantojen hoitoa koskeva suunnitelma. RKTL kalantutkimusosasto Tiedonantoja 9:90-105.
- Sutela, T. & Huusko, A. 1995. Impacts of water level regulation on the early life of vendace (*Coregonus albula* L.). - *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues. Advanc. Limnol.* 46: 465-472.
- Sutela, T., Mutenia, A. & Salonen, E. 2000. Relationship between annual variation in reservoir conditions and year-class strength of peled (*Coregonus peled*) and whitefish (*C. lavaretus*). Käsikirjoitus.
- Svärdson G. 1976. Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes. – *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 55: 144-171.
- Tammi, J., Lappalainen, A., Mannio, J., Rask, M. & Vuorenmaa, J. 1999. Effects of eutrophication on fish and fisheries in Finnish lakes: a survey based on random sampling. – *Fisheries Management and Ecology* 1999, 6: 173-186.
- Tereshchenko, V.G. & Strel'nikov, A.S. 1997. Analysis of long-term changes in the fish community in Rybinsk Reservoir. – *J. Ichthyol.* 37: 590-598.
- Tiitinen, J. 1982. Muikkukantojen runsauden vaihtelut Lappajärvessä mätitutkimusten ja saalistietojen perusteella. Vesihallitus. Tiedotus 220. 78 s.
- Tikkanen, P. & Hellsten, S. 1987. Muikun kutualueista ja mädin selviytymisestä Kemijärvessä vuosina 1982-1985. - Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Monistettuja julkaisuja 68. s. 152-166.
- Tikkanen, P., Kantola, L., Niva, T., Hellsten, S., & Alasaarela, E. 1989. Ekologiset näkökohdat joidenkin Pohjois-Suomen järvien säännöstelyssä. Osa 3. Järven pohja-eläimistö ja aikuisten kalojen ravinto. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tiedotteita 987. 105 s.
- Toivonen, J. 1972. Vedensäännöstelyn vaikutus Inarinjärven kalakantoihin ja kalastukseen. – *Moniste*. 73 s.
- Tyurin, P.V. 1961. The effect of water-level regime in reservoirs on the formation of fish stocks. – *Izv. Gos. n. -i. ozern. I rechn. rybn. khoz.* 50.
- Verta, M., Rekolainen, S. & Kinnunen, K. 1986. Causes of increased fish mercury levels in Finnish reservoirs. – *Publications of the Water Research Institute, National Board of Waters* No. 65: 44-58.
- Vogt, H. 1978. An ecological and environmental survey of the humic man-made lakes in Finland. – *Aqua Fennica* 8: 12-24.
- Vostradovsky, J. 1986. The future of coregonids in man-made lakes in Czechoslovakia. – *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 22: 141-149.
- Vostradovsky, J. 1988. Fish production and fisheries management in Eastern European reservoirs. In: W.L.T. van Densen, B. Steinmetz & R.H. Hughes (Eds.) 1990. *Management of freshwater fisheries. Proceedings of a symposium organized by the*

- European Inland Fisheries Advisory Commission, Göteborg, Sweden, 31 May-3 June 1988. Pudoc. Wageningen. pp. 25-37.
- Vostradovsky, J., Krizek, J., Ruziska, L. & Vostradovska, M. 1988. The biology of the whitefish hybrid between *Coregonus lavaretus mareana* Bloch and *Coregonus peled* Gmelin in man-made lakes in Czechoslovakia. – Finnish Fish. Res. 9: 183-189.
- Wood, R. 1951. The significance of managed water levels in developing the fisheries of large impoundments. – J. Tenn. Acad. Sci. 26(3): 214-235.
- Woynarovich, E. 1991. The hydroelectric power plants and the fish fauna. – Verh. Internat. Verein. Limnol. 2531-2536.
- Zhadin, V.I. & Gerd, S.V. 1963. Fauna and flora of the rivers, lakes and reservoirs of the U.S.S.R. pp. 453-537. Jerusalem.
- Zhukinsky, V.N. 1986. The influence of abiotic factors on variability and viability of fish in early ontogenesis. Moscow, Agroprom Press. 254 p. (Venäjänkielinen).
- Zuromska, H. 1982. Egg mortality and its causes in *Coregonus albula* (L.) and *Coregonus lavaretus* (L.), in two Masurian lakes. – Pol. Arch. Hydrobiol. 29 (1): 29-69.