



Enaresjøens vannkvalitet og økologiske status 1960–2009

Sammendrag rapport

**ANNUKKA PURO-TAHVANAINEN | JUKKA AROVIITA | ERKKI A. JÄRVINEN | MINNA KUOPPALA
MIKA MARTTUNEN | TEEMU NURMI | JUHA RIIHIMÄKI | ERNO SALONEN**



Enaresjøens vannkvalitet og økologiske status 1960–2009

Sammendrag rapport

ANNUKKA PURO-TAHVANAINEN

JUKKA AROVIITA

ERKKI A. JÄRVINEN

MINNA KUOPPALA

MIKA MARTTUNEN

TEEMU NURMI

JUHA RIIHIMÄKI

ERNO SALONEN

REPORTS 109 | 2013

ENARESJØENS VANNKVALITET OG ØKOLOGISKE STATUS 1960–2009
SAMMENDRAG RAPPORT

Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland

Layout: Ritva-Liisa Hakala

Omslagsbilde: Enaresjøen, Moossinaselkä; Annukka Puro-Tahvanainen

Bilder: Hannu Lehtomaa, Riku Elo

Oversettelse: Käännös-Aazet Oy

Trykksted: Kopijyvä Oy, Kuopio

ISBN 978-952-257-899-0 (trykk)

ISBN 978-952-257-900-3 (PDF)

ISSN-L 2242-2846

ISSN 2242-2846 (trykk)

ISSN 2242-2854 (nettpublikasjon)

URN:ISBN:978-952-257-900-3

www.ely-keskus.fi/julkaisut | www.doria.fi/ely-keskus

Innhold

1. Innledning	5
2. Regulering og utviklingen i denne	6
Perioden med naturlig tilstand 1921–1940	6
Reguleringsperioden 1941–1944	6
Den "uregulerte" perioden 1945–1947	6
Reguleringsperioden 1948–1955	6
Reguleringsperioden 1956–1999	7
Reguleringsperioden 2000–2009.....	7
3. Hydrologiske forhold	8
Materiale og metoder.....	8
Resultater	8
Sammendrag	12
4. Indikatorer som beskriver reguleringen	13
Indikatorer basert på vannstand.....	13
Sammendrag	18
Andre indikatorer knyttet til reguleringen.....	19
5. Utslipp og vannkvalitet	20
Materiale og metoder.....	20
Resultater	21
Sammendrag	24
6. Vannvegetasjon	26
Materiale og metoder.....	26
Resultater	27
Analyse av resultatene	28
7. Bunnfauna	29
Innledning	29
Materiale og metoder.....	29
Resultater	30
Analyse av resultatene og konklusjoner	32
8. Fiskebestander og fiske	34
Materiale og metoder.....	34
Resultater	34
Sammendrag	39
9. Sammendrag og vurdering av den totale tilstanden	41
Endringer i tilstanden og bruken i årene 2000–2009 sammenlignet med referanseperioden	41
Den økologiske tilstanden på 2000-tallet	42
Kilder	44

1. Innledning

Denne rapporten inneholder et sammendrag av Enaresjøens tilstand og utviklingen de siste tiårene. Det er en forkortet utgave av publikasjonen: Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2009 (Utviklingen i Enaresjøens tilstand i årene 1960–2009) (Puro-Tahvanainen m.fl. 2011). I rapporten søkes det etter svar på følgende spørsmål:

- Hvilke endringer har skjedd når det gjelder utslipp, reguleringspraksis, rehabiliteringstiltak, utsetting av fisk og fisket i Enaresjøen
- Hvor godt er anbefalingene fra reguleringspraksisen som ble tatt i bruk i 2000 blitt gjennomført?
- Hva er tilstanden når det gjelder vannkvalitet, organismer i strandsonen og fiskebestander og hvordan har dette endret seg i løpet av de siste tiårene?
- Finnes det synlige tegn på klimaendringer i Enaresjøen?

Svarene gis med utgangspunkt i en indikatoranalyse. Med indikatorer menes her parametre, som brukes til å beskrive tilstanden til innsjøen og utviklingen i bruken. I rapporten presenteres over 60 indikato-

rer, som beskriver generelle hydrologiske og meteorologiske forhold, utslipp, vannkvalitet, rekreasjonsbruk og gjennomføring av reguleringen samt tilstanden til fiskebestandene og strandsonen.

Materialet baserer seg på langvarig oppfølging samt forsknings- og utviklingsarbeid i SYKE (Finlands miljøcentral), RKTL (Vilt- og fiskeriforskningsinstituttet) og Närings-, trafik og miljøcentralen i Lappland (tidligere Miljøcentralen i Lappland).

Analyseperioden for indikatoranalysen er i hovedsak 1960–2009. Resultatene er presentert i form av gjennomsnittsverdier for tiårsperioder. For hver indikator er gjennomsnittsverdien på 2000-tallet sammenlignet med fordelingen i perioden 1960–1999 og med bakgrunn i denne er størrelsen på og trenden i endringen bestemt. I tillegg er gjennomsnittsverdien for perioden 2005–2009 analysert separat for å anskueliggjøre at det for enkelte indikatorer sin del har skjedd endringer spesielt i slutten av analyseperioden. Når det gjelder plantelivet og bunndyrfaunaen, er Enaresjøens verdier sammenlignet med andre regulerte og naturlige innsjøer i Finland.



Foto 1. Typisk strandlandskap ved Enaresjøen (foto Annukka Puro-Tahvanainen).

2. Regulering og utviklingen i denne

Erkki A. Järvinen

Variasjonen i vannstanden i Enaresjøen analyseres i årlige perioder på følgende vis:

- Perioden med naturlig tilstand 1921–1940 (20 år)
- Byggingen av demning for regulering og reguleringen under krigstiden 1941–1944 (4 år)
- Den ”uregulerte” perioden 1945–1947 (3 år)
- Reguleringsperioden 1948–1955 (8 år) i samsvar med anvisningene for årene 1947 og 1954
- Reguleringsperioden 1956–1999 (44 år) i samsvar med anvisningene for årene 1956 og 1959
- Reguleringen i perioden 2000–2009 (10 år) i samsvar med anbefalingene i Enaresjøstudien

Perioden med naturlig tilstand 1921–1940

Regelmessige observasjoner av vannstanden i Enaresjøen startet i 1921. Vannstanden sank i naturlig tilstand fra begynnelsen av juli til slutten av april året etter. Den årlige variasjonen var cirka 1,25 m. Gjennomsnittlig vannstand i naturlig tilstand (1921–1940) var $N_{\text{prosjekt}} + 118,07$ m, dvs. ca. 70 cm lavere enn gjennomsnittlig vannstand i henhold til nåværende regulering (2000–2009).

Reguleringsperioden 1941–1944

Det første vannkraftverket i Pasvikelva ble bygget i årene 1938–1942 i Jäniskoski og den første reguleringsdammen i 1942 i Niskakoski. I følge de første anvisningene for reguleringen så var øvre grense $N_{\text{prosjekt}} + 119,50$ m og nedre grense $N_{\text{prosjekt}} + 117,30$ m. Målet var som en hovedregel å tappe 152 m³/s vann. Tappingen av vann kunne maksimalt være 500 m³/s. De viktigste effektene av denne reguleringsperioden på vannstanden var: gjennomsnittlig vannstand steg med cirka én meter og variasjonen i vannstanden ble redusert med cirka 30 cm sammenlignet med perioden med naturlig tilstand. Fra demningen ble ferdig og til den ble ødelagt var gjennomsnittlig vannstand $N_{\text{prosjekt}} + 119,15$ m, dvs. over én meter høyere enn gjennomsnittlig vannstand for perioden 1921–1940.

Den ”uregulerte” perioden 1945–1947

Jäniskoski kraftverk og Niskakoski demning ble ødelagt i oktober 1944 under Lapplandskrigen. Som følge av dette sank vannstanden høsten 1945 ganske raskt med nesten 1,50 m, fordi utløpet fra Enaresjøen i forbindelse med demnings- og kraftverksarbeidene var blitt rensket. Vannstanden sank dermed merkbart under nivået for naturlig vannstand og den var lavere enn den nedre grensen som reguleringstillatelsen fastsetter i tilsammen 202 døgn under analyseperioden. Variasjonen i vannstanden fulgte likevel den naturlige årsrytmen – men dog på cirka 50 cm lavere nivå og med 30 cm mindre variasjon. Vannstanden holdt seg nesten tre år på et nivå, som den i naturlig tilstand bare hadde vært på i de tørreste årene.

Reguleringsperioden 1948–1955

Reguleringen startet på nytt etter at Niskakoski demning ble reparert i 1948. Den var basert på regulerings-tillatelsen gitt av vassdragskomiteen i 1946, hvor øvre grense fortsatt var $N_{\text{prosjekt}} + 119,50$ m, mens nedre grense var redusert til $N_{\text{prosjekt}} + 117,14$ m. Målet var at tappingen av vann skulle ligge jevnt på 152 m³/s og vannstanden skulle reduseres innen begynnelsen av mai til nivået $N_{\text{prosjekt}} + 118,30$ m. Vilkårene i tillatelsen ble endret når det gjelder tapping av vann i 1953 slik at tappingen skulle være kontinuerlig 120–180 m³/s, hvis dette er mulig uten å bryte øvre og nedre grense.

I årene 1948–1955 var vannstanden i gjennomsnitt 70–75 cm høyere enn den ville vært uten regulering. De høyeste vannstandsverdiene steg i forhold til den naturlige tilstanden med 55–60 cm og de laveste vannstandsverdiene med ca. 40–50 cm. Den årlige variasjonen i vannstanden økte på grunn av reguleringen med ca. 20 cm. Vannstanden om høsten og i slutten av året steg derimot med 80–90 cm. På grunn av den ”lave” målsettingen for redusert vannstand om våren ($N_{\text{prosjekt}} + 118,30$ m), steg vannstanden nesten hvert år til øvre grense eller nesten til øvre grense etter vårfloppen.

Reguleringsperioden 1956–1999

I 1956 ble Norge med i reguleringsavtalen, og i de nye anvisningene ble målsettingen for redusert vannstand om våren senket med 30 cm til nivået $N_{\text{prosjekt}} + 118,00$ m og tappingen av vann skulle under normale forhold være 120–240 m³/s. Før vårfloppen kunne tappingen av vann være maksimalt 280 m³/s. Senere ble vilkårene i tillatelsen endret i samsvar med anvisningene.

Enaresjøens vannstand var under analyseperioden i gjennomsnitt cirka 50 cm over naturlig vannstand. De høyeste vannstandsverdiene steg også i forhold til den naturlige med i gjennomsnitt 50 cm, men de laveste vannstandsverdiene steg med bare cirka 20 cm. Den årlige variasjonen i vannstanden var i gjennomsnitt ca. 1,45 m, dvs. ca. 30 cm større enn for innsjøen i naturlig tilstand. Reduksjonen i målsettingen for redusert vannstand om våren minsket tilfellene av skadelig høy vannstand.

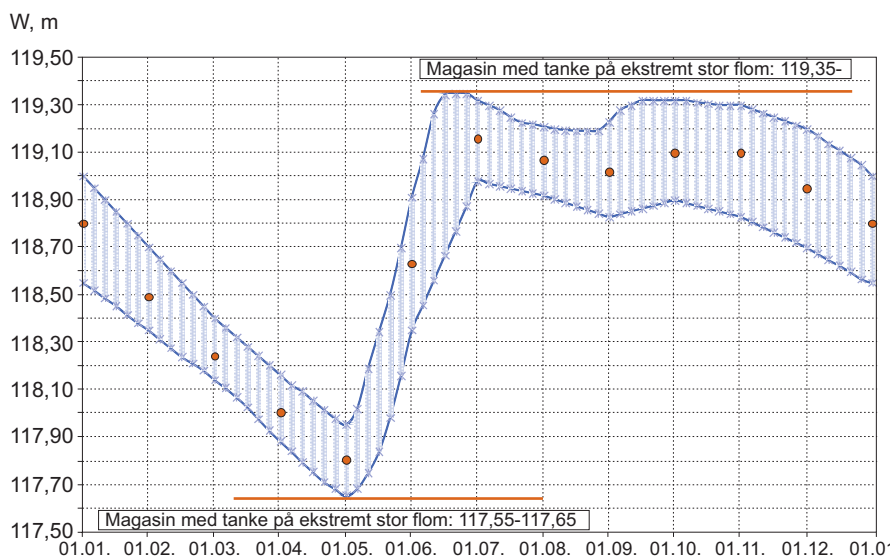
Reguleringsperioden 2000–2009

Nye, utfyllende reguleringsanvisninger for Enaresjøen ble godkjent i 1999. Disse inkluderte bl.a. en målsone for vannstanden i Enaresjøen (figur 2). Målsone er ikke bundet til kalenderen, men må tolkes som flytende spesielt for våren sin del bl.a. avhengig av startidspunktet for snøsmeltingsperioden.

De viktigste punktene i de utfyllende anvisningene er:

- Målsetting om å unngå høyere vannstand enn $N_{\text{prosjekt}} + 119,35$ m.
- Målsetting om å unngå for lav vannstand ($N_{\text{prosjekt}} + 118,90$ m) om sommeren.
- Etter flomtoppen i juni-juli strebes det etter en synkende vannstand, hvis det ikke fører til forbitapping ved kraftverkene i Pasvikelva eller at vannstanden synker under nivået $N_{\text{prosjekt}} + 119,05$ m.
- Det strebes etter å holde vannstanden innenfor sone som målsettingen for vannstanden former uten at det åpnes opp for unødvendig forbitapping ved vannkraftverkene i Pasvikelva.
- Hvis det er fare for en svært stor vårflopp, strebes det etter å redusere vannstanden før snøsmeltingsperioden starter til nivået $N_{\text{prosjekt}} + 117,55$ – $117,65$ m.
- Hvis vannstanden har steget til nivået $N_{\text{prosjekt}} + 119,35$ m eller høyere, strebes det etter å redusere vannstanden i løpet av så kort tid som mulig til nivået $N_{\text{prosjekt}} + 119,20$ m, dog ved å unngå forbitapping.

Under analyseperioden har Enaresjøens vannstand vært i gjennomsnitt cirka 60 cm over naturlig vannstand. De høyeste vannstandsverdiene har sammenlignet med naturlig vannstand steget i gjennomsnitt 60 cm og de laveste vannstandsverdiene cirka 30 cm. Den årlige variasjonen i vannstanden har i gjennomsnitt vært cirka 1,40 meter, eller 30 cm større enn for innsjøen i naturlig tilstand. I praksis har reguleringen av Enaresjøen dermed foregått på en cirka 10 cm høyere vannstandssone enn tidligere. Derimot har varigheten av periodene med skadelig høy vannstand blitt redusert til det halve.



Figur 2. Den "økologiske" målsone for Enaresjøen godkjent den 25.3.1999 av reguleringsutsendingene.

3. Hydrologiske forhold

Annukka Puro-Tahvanainen

Materiale og metoder

Dataene som berører de hydrologiske variablene i Enaresjøen og dens nedslagsfelt er samlet inn fra det hydrologiske datasystemet til miljøforvaltningen. Av variablene er det beregnet 13 indikatorer (tabell 1), hvor analyseperioden har vært årene 1960–2009. En del av utviklingstrendene observert ut fra indikatorene er testet med den ikke-parametriske Mann-Kendall -testen, og med denne kan en eventuell lineær endring testes.

Tabell 1. Variabler og indikatorer benyttet i analysen.

Variabel	Nr.	Indikator	Tidsseriens lengde
Snøens vanninnhold	1	Snøens maksimale vanninnhold (mm)	1960–2009
Snøens vanninnhold og nedbør	2	Snøens vanninnhold 1.4. + nedbørssummen for april-juni (mm)	1960–2009
Nedbør	3	Nedbør i juli-oktober (mm)	1960–2009
Vann-temperatur	4	Gjennomsnittstemperaturen i vannsøylen for de ulike månedene i Paksuvuono i Nellim (°C)	1961–2009
	5	Varmesummen (°C) for perioden med isfritt vann	1960–2009 (1951–2009)
	6	Antall dager når overflatevannet i Nellim har vært minst 18 °C (døgn)	1960–2009
Isen legger seg / Isen forsvinner	7	Datoen for når isen legger seg på åpent vann (nummerering av dagene 1–365)	1960–2009 (1925–2009)
	8	Datoen for når isen forsvinner på åpent vann (nummerering av dagene 1–365)	1960–2009 (1925–2009)
Istykkelse	9	Lengden på perioden med isfritt vann (døgn)	1960–2009
	10	Istykkelsen i Nellim 30.3. (cm)	1961–2009
Vanntilsig	11	Istykkelsen i Nellim 30.12. (cm)	1961–2009
	12	Vanntilsig til Enaresjøen i mai-oktober (106 m ³)	1960–2009
	13	Vanntilsig til Enaresjøen i november-april (106 m ³)	1960–2009

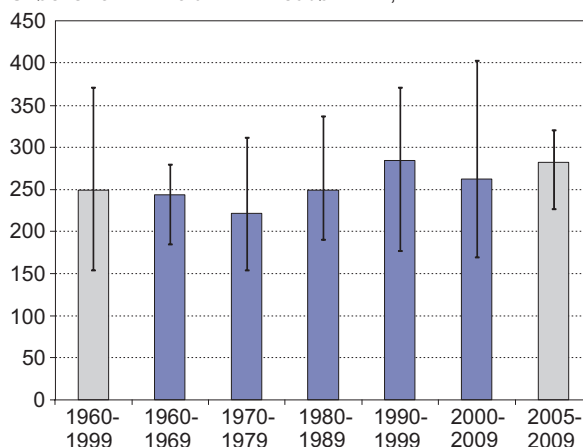
Resultater

Vanninnholdet i snøen og nedbør

Gjennomsnittlig maksimalt vanninnhold i snøen i Enaresjøens nedslagsfelt i referanseperioden 1960–1999 var 158 mm. 1990-tallet har i gjennomsnitt vært mer snørikt enn andre tiårsperioder. På 2000-tallet har det maksimale vanninnholdet vært nær verdiene for referanseperioden.

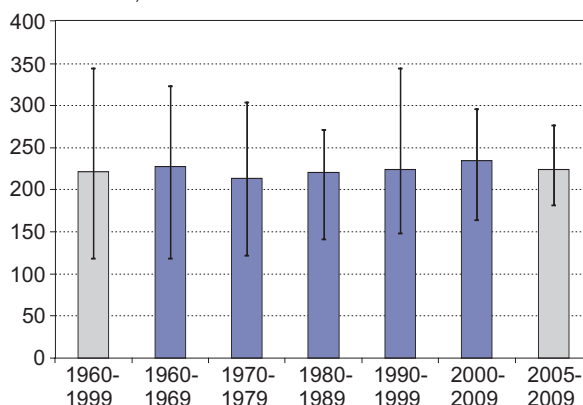
Vannsituasjonen om våren beskrives bedre av en sumvariabel, hvor vanninnholdet i snøen i begynnelsen av april og nedbøren i april-juni er summert. I verdiene for denne indikatoren synes en svak syklisk trend ved at vannmassen om våren har vært størst på 1990-tallet og minst på 1970-tallet (figur 3). Nedbøren i perioden med isfritt vann etter flomtiden beskrives av nedbøren i juli-oktober, hvor det kan observeres en svak økning siden 1970-tallet (figur 4), men for nedbøren i hele analyseperioden (1960–2009) finnes det ingen statistisk signifikant endring.

Snøens vanninnhold 1.4. + nedbør IV-VI, mm



Figur 3. Snøens vanninnhold 1.4. + nedbøren i april-juni i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.

Nedbør VII-X, mm



Figur 4. Nedbør i juli-oktober i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.

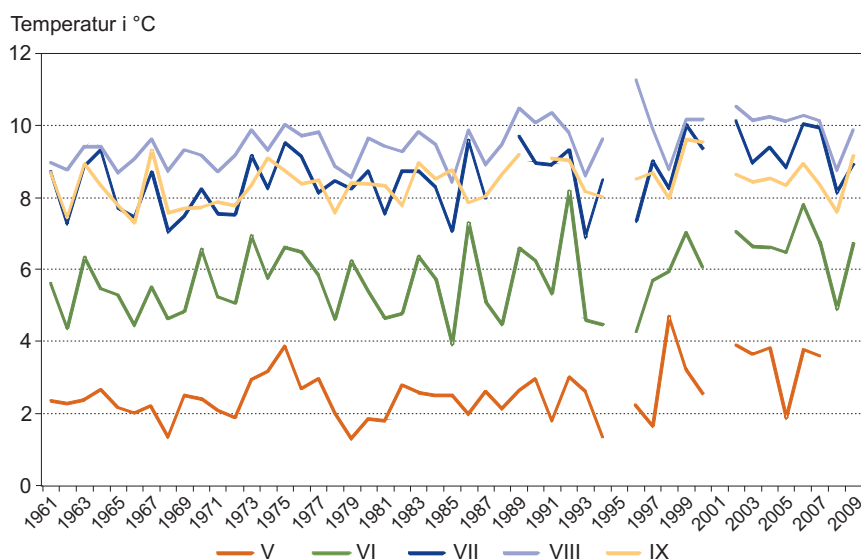
Vanntemperaturen

Som beskrivende indikatorer på vanntemperaturen ble månedlige gjennomsnittstemperaturer i hele vannsøylen i årene 1961–2009 beregnet med bakgrunn i temperaturdataene (lodding benyttet) fra Paksuvuono i Nellim samt en indikator beregnet med bakgrunn i to daglige overflatetemperaturverdier fra Nellim observasjonsstasjon. varmesummen (°C) i perioden med isfritt vann og antall dager med en overflatetemperatur på minst 18 °C.

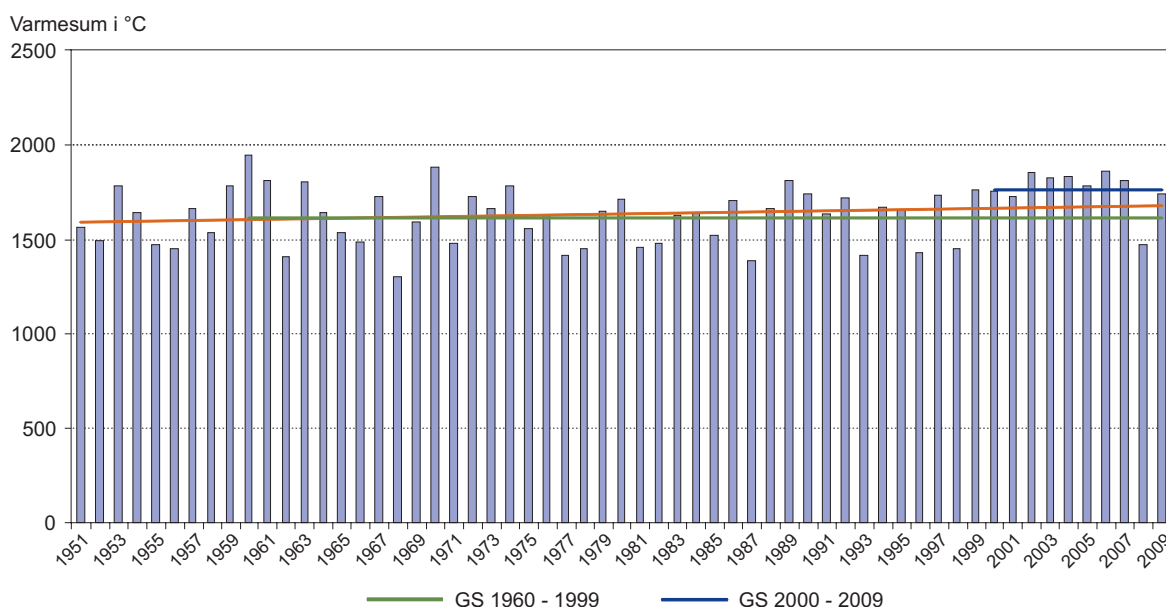
I gjennomsnittstemperaturene for mai-september i hele vannsøylen synes det å være en stigende utviklingstrend (figur 5), og de observerte end ringene er statistisk signifikante (Mann-Kendall -test, $p < 0,05$). I den endelige analysen ble gjennomsnittstemperaturen

for juni-september på 2000-tallet sammenlignet med referanseperioden. Med bakgrunn i sammenligningen har gjennomsnittstemperaturen i juni-september på 2000-tallet i Paksuvuono vært noe høyere enn i referanseperioden.

Overflatetemperaturen i perioden med isfritt vann i Nellim er målt siden 1951, og under hele måleperioden kan det i varmesummen observeres en statistisk nesten signifikant ($p = 0,05$), svak økning (figur 6). På 2000-tallet har gjennomsnittsverdien for varmesummen i perioden med isfritt vann vært noe høyere enn gjennomsnittsverdien for referanseperioden. I de andre tiårsperiodene har varmesummen vært på samme nivå som i referanseperioden.

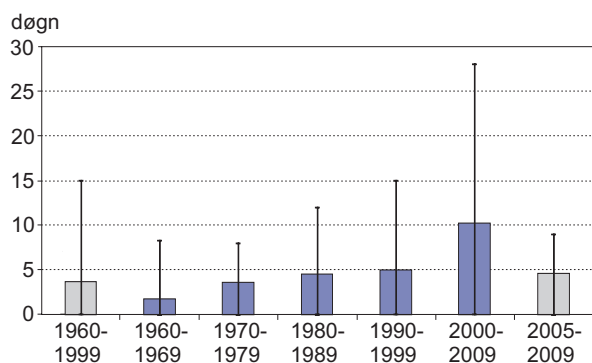


Figur 5. Månedlige gjennomsnittstemperaturer i vannsøylen i Paksuvuono i Nellim i årene 1961–2009.



Figur 6. Varmesummen for perioden med isfritt vann beregnet på grunnlag av temperaturdata for overflatevannet i Nellim i årene 1951–2009 samt gjennomsnittsverdiene i referanseperioden 1960–1999 og på 2000-tallet. Den røde linjen er en lineær trendlinje.

Når overflatetemperaturen er minst 18 °C kan man tenke seg at vannet for eksempel er egnet for bading. Antall dager med en overflatetemperatur på minst 18 °C varierer betydelig for de enkelte årene. Analysert i tiårsperioder synes antall varme dager å ha økt siden 1960-tallet, og antall dager egnet for bading har vært størst på 2000-tallet (figur 7).

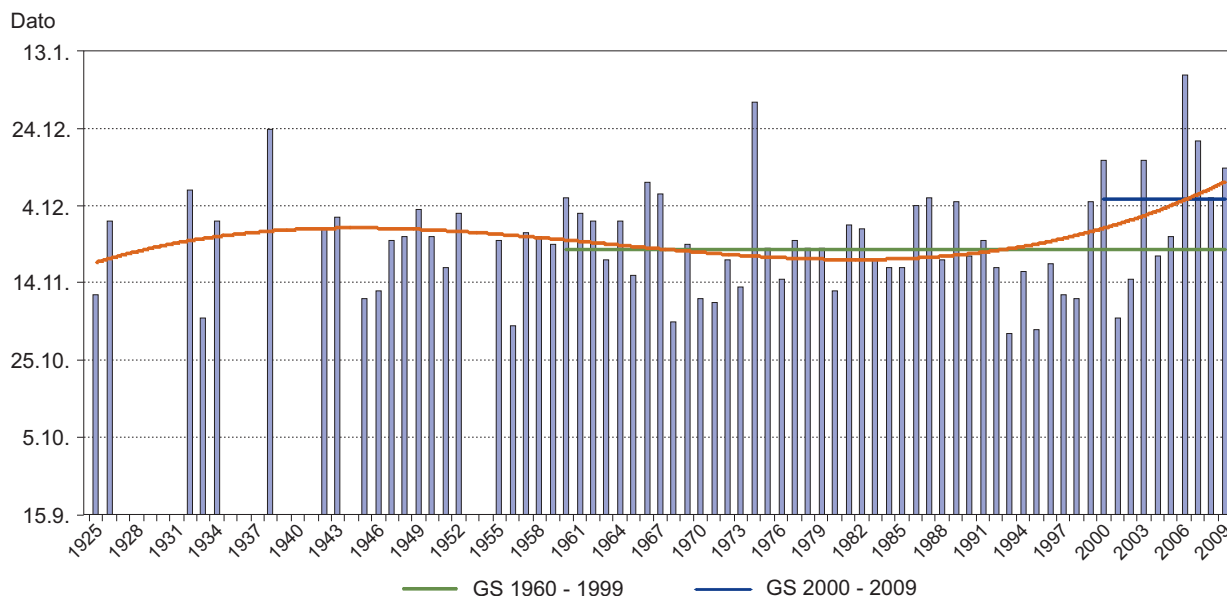


Figur 7. Antall dager (døgn) når temperaturen i overflatevannet har vært minst 18 °C. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.

Isforhold og lengden på perioden med isfritt vann

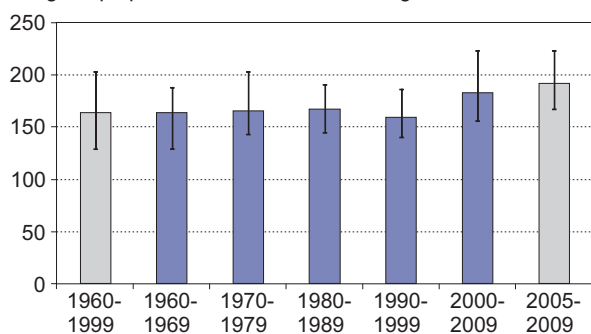
Tidspunktet for når isen legger seg og når den forsvinner på åpent vann i Enaresjøen er blitt observert siden 1925, dog uregelmessig i begynnelsen (figur 8). Det kan observeres en svak periodisk variasjon i tidspunktet for når isen legger seg på åpent vann i Enaresjøen. Isen har lagt seg stadig senere og spesielt siden midten av 1990-tallet. På tilsvarende vis har isen forsvunnet stadig tidligere. Lengden på perioden med isfritt vann har på 2000-tallet vært i gjennomsnitt 19 dager lengre enn i referanseperioden (figur 9).

I istykkelsen kan det observeres en svak minskende trend både på forvinteren og tidlig på våren (figur 10), men endringen er ikke statistisk signifikant.



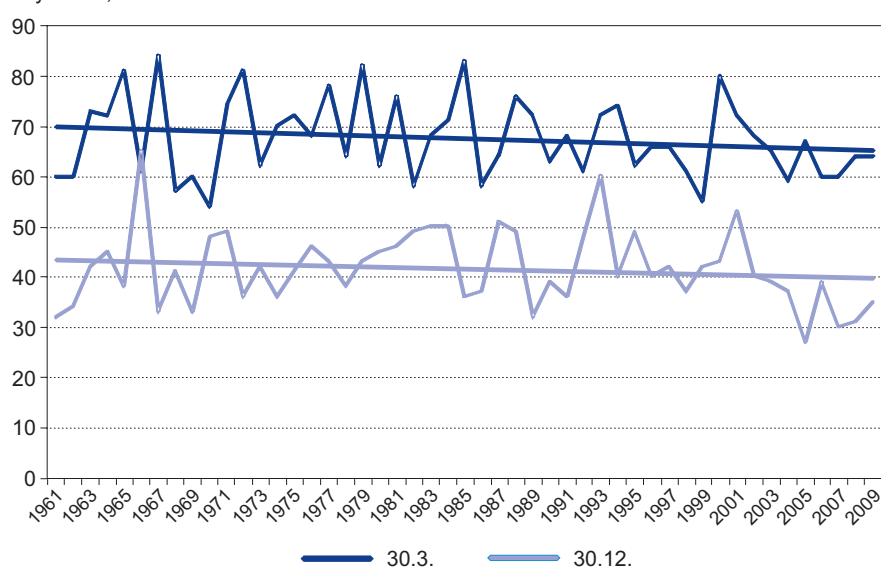
Figur 8. Tidspunktet for når isen legger seg på åpent vann i Enaresjøen i perioden 1925–2009 samt gjennomsnittsverdiene i referanseperioden 1960–1999 og på 2000-tallet. Den røde linjen er en polynomisk trendlinje.

Lengden på perioden med isfritt vann, døgn



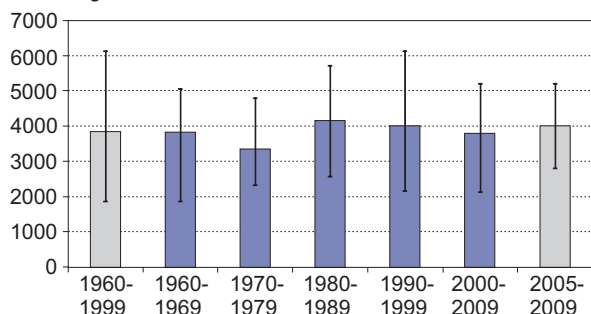
Figur 9. Lengden på perioden med isfritt vann i Enaresjøen i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.

Istykkelse, cm



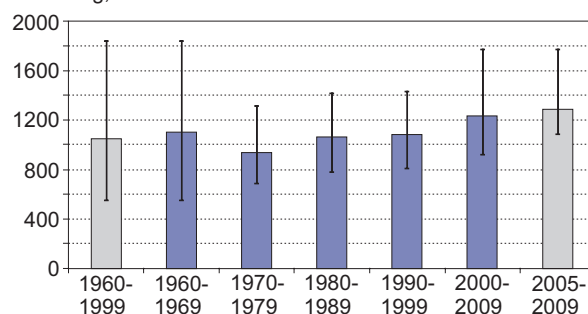
Figur 10. Istykkelsen på Nellim observasjonssted 30.3. og 30.12. i årene 1961–2009.

Vanntilsig, mill. m³



Figur 11. Vanntilsiget til Enaresjøen i mai-oktober (mill. m³) i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.

Vanntilsig, mill. m³



Figur 12. Vanntilsiget (mill. m³) til Enaresjøen i november-april i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.

Vanntilsiget til Enaresjøen

Vanntilsiget til Enaresjøen i ulike perioder er beregnet på grunnlag av endringen i vannstand (volum) og tappingen av vann. De analyserte periodene er mai-oktober og november-april. I vanntilsiget i perioden mai-oktober er det ikke observert endringer på 2000-tallet og variasjonen følger samme trend som sumvariabelen av vanninnholdet i snøen og nedbøren (figur 11). I vanntilsiget om vinteren kan det observeres en økende trend siden 1970-tallet (figur 12), og på 2000-tallet har vanntilsiget om vinteren vært noe større enn for referanseperioden.

Sammendrag

I indikatorene som beskriver de hydrologiske forholdene i Enaresjøen kan det observeres endringer som er knyttet til den globale oppvarmingen. Gjennomsnittstemperaturene om sommeren i overflatevannet og hele vannsøylen har steget i hele analyseperioden 1960–2009 og i første tiår på 2000-tallet. Stigningen i temperatur kan øke grunnproduksjonen, men i en næringsfattig innsjø som Enaresjøen vil knappheten på næring sannsynligvis begrense endringen.

Isen har lagt seg stadig senere på åpent vann og den har forsvunnet stadig tidligere, og følgen av det er at lengden på den isfrie perioden har økt. I tillegg har isen blitt tynnere på forvinteren. Disse endringene har bl.a. ført til at starten på vinterfisket skjer stadig senere. I tabell 2 finnes et sammendrag av endringene i de hydrologiske indikatorene.

Tabell 2. Sammendrag av hydrologiske indikatorer. Endringen beskriver situasjonen på 2000-tallet sammenlignet med referanseperioden 1960–1999.

Variabel	Nr.	Indikator	Endring i forhold til referanseperioden	Vurdering av eventuelle effekter på vassdragets tilstand og bruk
Snøens vanninnhold	1	Snøens maksimale vanninnhold (mm)	Ingen endring	Ingen effekt
Vanninnholdet i snøen og nedbør	2	Snøens vanninnhold 1.4. + nedbørssummen for april-juni (mm)	Ingen endring	Ingen effekt
Nedbør	3	Nedbør i juli-oktober (mm)	Ingen endring	Ingen effekt
Vann-temperatur	4	Gjennomsnittstemperaturen i vannsøylen i juni-september i Paksuono i Nellim (°C)	Økt moderat	Økt produksjon (synes ikke i klorofyllet)
	5	Varmesummen (°C) for perioden med isfritt vann	Økt moderat	Økt produksjon (bl.a. fiskeyngel)
	6	Antall dager når overflatevannet i Nellim har vært minst 18 °C (døgn)	Økt mye	Behageligere forhold for bading
Isen legger seg/ Isen forsvinner	7	Datoen for når isen legger seg på åpent vann (nummerering av dagene 1–365)	Skjer mye senere	Senere start på vinterfisket, økt erosjon langs strendene
	8	Datoen for når isen forsvinner på åpent vann (nummerering av dagene 1–365)	Skjer noe tidligere	En tidlig vår kan øke risikoen for kalde perioder på et kritisk tidspunkt for fiskeyngelen
	9	Lengden på perioden med isfritt vann (døgn)	Økt moderat	
Istykkelse	10	Istykkelsen i Nellim 30.3. (cm)	Ingen endring	Ingen effekt
	11	Istykkelsen i Nellim 30.12. (cm)	Blitt noe tynnere	Senere start på vinterfisket
Vanntilsig	12	Vanntilsig til Enaresjøen i mai-oktober (106 m ³)	Ingen endring	Ingen effekt
	13	Vanntilsig til Enaresjøen i november-april (106 m ³)	Økt moderat	Vanskelig å vurdere

4. Indikatorer som beskriver reguleringen

Teemu Nurmi og Mika Marttunen

Indikatorer basert på vannstand

Utgangspunkt

I Enaresjøstudien (Marttunen m.fl, 1997) presenteres anbefalte tiltak knyttet til gjennomføringen av reguleringen, hvorav tre berører direkte vannstanden:

- Det må forhindres at vannet stiger høyere enn til nivået $N_{\text{prosjekt}} + 119,35$ m.
- Målsetting om å unngå for lav vannstand, dvs. lavere enn nivået $N_{\text{prosjekt}} + 118,90$ m, om sommeren.
- Målsetting om redusert vannstand etter flomtoppen om sommeren.

I denne analysen festes det, i tillegg til effektene av reguleringen, oppmerksomhet ved gjennomføringen av anbefalingene med hjelp av 11 vannstandsmålere (tabell 3).

Tre indikatorer var universalindikatorer som påvirket flere ulike faktorer: reduksjonen i vannstanden under perioden med islagt sjø eller vinterreduksjon, samt høyeste vannstand i perioden 1.6.–15.7. og laveste vannstand i perioden 1.8.–31.8., som sammen beskriver endringsrytmen i vannstanden.

Fem indikatorer beskriver effekten vannstanden har direkte på vassdragsnaturen. I soner tynget av isen og i problemsonen som ligger mellom høyeste og laveste vannstand svekkes livsmulighetene for bunnplanter- og dyr som er følsomme for isdannelse og uttørking. Starrvegetasjonen trives i strandsonen, som til tider er dekket av vann når vannstanden er på sitt høyeste.

Høy vannstand forårsaker utrasning av strendene og erosjon. En erosjonsindikator oppgir antall døgn hvor vannstanden $N_{\text{prosjekt}} + 119,35$ m er overskredet i løpet av året.

Med tanke på direkte rekreasjonsbruk av Enaresjøen er den mest optimale vannstanden $N_{\text{prosjekt}} + 119,0$ – $119,30$ m. Indikatoren oppgir det prosentvise antallet dager under rekreasjonsbruksperioden 21.6.–31.10., hvor vannstanden har vært på foran nevnte nivå. Vannstanden $N_{\text{prosjekt}} + 118,90$ m på sin side er en viktig nedre grense for tilgjengeligheten av strendene og med tanke på det estetiske. Med en annen rekreasjonsbruksindikator beskrives det hvor ofte vannstanden har vært under det nevnte nivå i rekreasjonsbruksperioden.

Tabell 3. Indikatorer benyttet i analysen.

Variabel	Nr.	Navn på indikator
Generelle indikatorer	1	Størrelsen på vinterreduksjonen (periode JP–JLP) (m)
	2	Høyeste vannstand (m) i perioden 1.6.–15.7. og Laveste vannstand (m) i perioden 1.8.–31.8.
Vassdragsnatur	3	Andelen strandsonen tynget av isen utgjør av den produktive sonen (%)
	4	Nedre grense (m) for sonen som fryser til
	5	Problemsonens (Wmax–Wmin) andel av den produktive sonen (%)
	6	Nivået som 10 % av vannstandsverdiene overstiger i vekstperioden 1.6.–30.9.
	7	Nivået som 75 % av vannstandsverdiene overstiger i vekstperioden 1.6.–30.9.
Erosjon	8	Antall dager i løpet av året da vannstanden er over 119,35 m (døgn)
Rekreasjonsbruk	9	Andel dager da vannstanden er på et bra nivå (119,00–119,30 m) i perioden 21.6.–31.10. (%)
	10	Antall dager i løpet av året da vannstanden er under 118,90 m i perioden 21.6.–31.10. (døgn)

JP = Datoen for når isen legger seg
JLP = Datoen for når isen forsvinner
W = Vannstand

Resultater

Størrelsen på vinterreduksjonen fra den dato isen legger seg til den dato isen forsvinner (m)

Den gjennomsnittlige størrelsen på vinterreduksjonen har ikke endret seg i betydelig grad på 2000-tallet sammenlignet med referanseperioden (1960–1999) (figur 13). Selv om vinterreduksjonen i gjennomsnitt ikke har endret seg, har variasjonen i denne blitt noe mindre (figur 13).

Høyeste vannstand i perioden 1.6.–15.7. og laveste vannstand i perioden 1.8.–31.8. (m)

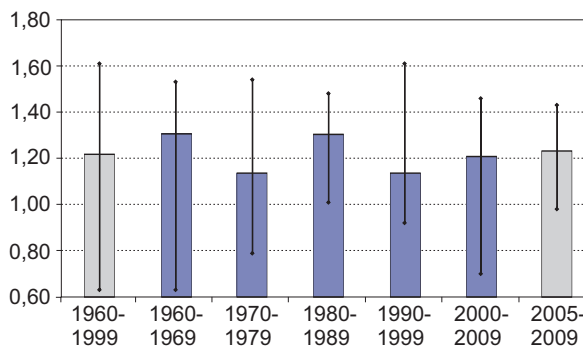
Gjennomsnittlig høyeste vannstand i perioden 1.6.–15.7. har på 2000-tallet ikke i nevneverdig grad avveket fra gjennomsnittsverdien i referanseperioden 1960–1999. Heller ikke gjennomsnittlig laveste vannstand i perioden 1.8.–31.8. har på 2000-tallet avveket fra gjennomsnittsverdien i perioden 1960–1999. Laveste vannstand i august har på 2000-tallet vært i gjennomsnitt 10 cm lavere enn periodens høyeste vannstand om sommeren.

I figur 14 vises høyeste vannstand på årsbasis i perioden 1.6.–15.7 og laveste vannstand i perioden 1.8.–31.8. i den analyserte tiårsperioden. For referanseperioden vises gjennomsnittlig verdi samt laveste og høyeste verdi. I 2001 og 2002 var vannet i august høyere enn ved flomtoppen om våren. I de andre årene på 2000-tallet har laveste vannstand i august vært lavere enn sommerens høyeste (figur 15).

Andelen (%) sonen tynget av isen utgjør av den produktive sonen

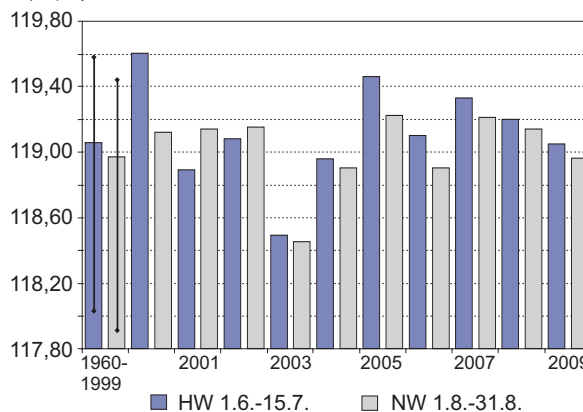
Andelen sonen tynget av isen utgjør av den produktive sonen har minsket noe sammenlignet med perioden 1960–1999 (figur 16). Den gjennomsnittlige andelen har minsket tre prosentenheter (fra 52 % til 49 %). På 2000-tallet har den største andelen sonen tynget av isen utgjør vært 55 %, mens den i andre tiårsperioder har vært minst 60 %. I forhold til dybden av Enaresjøens produktive sone, svarer den gjennomsnittlige endringen (tre prosentenheter) til 11 cm og fem prosentenheter på sin side svarer til 18 cm endring i sonens vertikale omfang.

Størrelsen på vinterreduksjonen, m



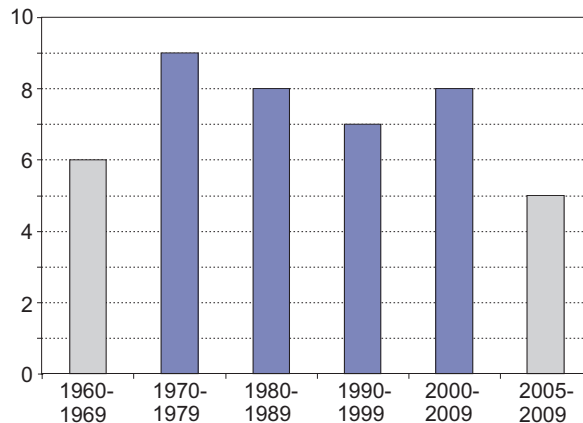
Figur 13. Verdien av vinterreduksjonen i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.

W, N_{prosjekt}+m

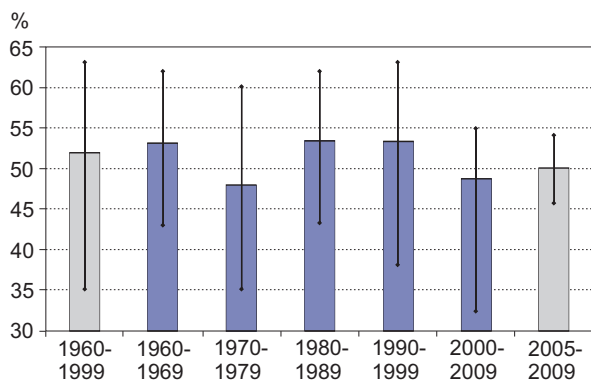


Figur 14. Høyeste vannstand i perioden 1.6.–15.7. og laveste vannstand i perioden 1.8.–31.8. i referanseperioden og årlige verdier i perioden 2000–2009. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. (HW = Øverste vannstand og NW = Laveste vannstand)

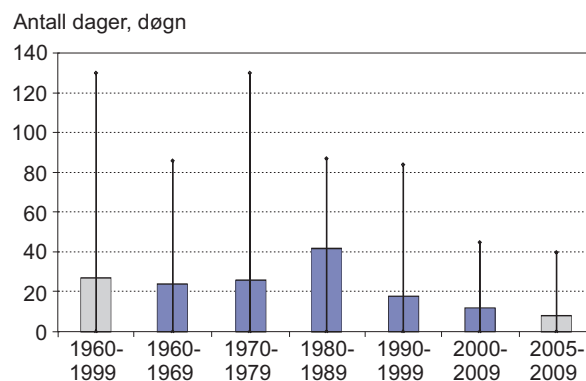
Antall år



Figur 15. Antall år hvor HW i perioden 1.6.–30.6. har vært større enn NW i perioden 1.8.–31.8. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.

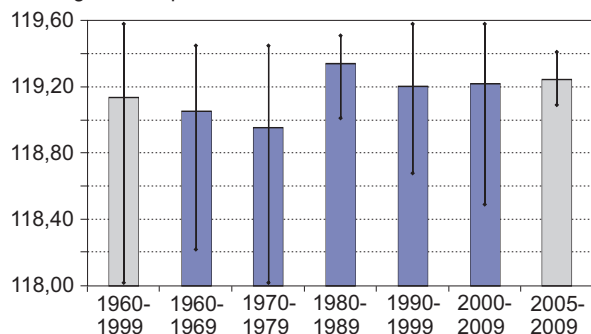


Figur 16. Andelen sonen tynget av isen utgjør av den produktive sonen i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.



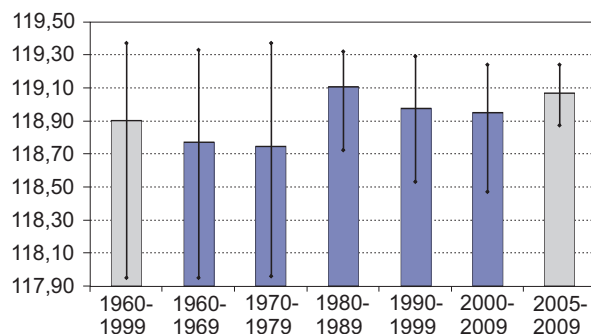
Figur 19. Antall dager i løpet av året da vannstanden har vært over høyden $N_{\text{prosjekt}} + 119,35$ m. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.

Nivået som 10 % av vannstandsverdiene overstiger i vekstperioden 1.6.-30.9. m



Figur 17. Nivået som 10 % av vannstandsverdiene overstiger. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.

Nivået som 75 % av vannstandsverdiene overstiger i vekstperioden 1.6.-30.9. m



Figur 18. Nivået som 75 % av vannstandsverdiene overstiger. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.

Starrsonen i vekstperioden (1.6.–30.9.) (m)

Den beregnede øvre grense for starrsonen er på et nivå som de høyeste 10 % av vannstandsverdiene overstiger. Med bakgrunn i analyser har dette nivået siden 1980-tallet i gjennomsnitt vært 6 cm høyere enn gjennomsnittlig nivå i perioden 1960–1999 (figur 17). På 2000-tallet har nivået vært i gjennomsnitt 8 cm høyere enn i perioden 1960–1999.

Den beregnede øvre grense for starrsonen er på et nivå som 75 % av vannstandsverdiene overstiger. Med bakgrunn i analyser har også dette nivået siden 1980-tallet i gjennomsnitt vært 4 cm høyere enn gjennomsnittlig nivå i referanseperioden 1960–1999 (figur 18). Variasjonen fra år til år på dette nivået har blitt mindre sammenlignet med referanseperioden og i årene 2005–2009 har variasjonen vært 36 cm.

Antall dager i løpet av året da vannstanden er over $N_{\text{prosjekt}} + 119,35$ m (døgn)

Vannstanden har på 2000-tallet overskredet nivået $N_{\text{prosjekt}} + 119,35$ m betydelig sjeldnere enn i de tidligere tiårsperiodene i analyseperioden 1960–2009 (figur 19).

Andel (%) dager da vannstanden med tanke på rekreasjonsbruk er på et bra nivå $N_{\text{prosjekt}} + 119,0 - 119,3$ m i perioden 21.6.–31.10.

Tiden vannstanden har holdt seg på et bra nivå med tanke på rekreasjonsbruk i perioden 21.6.–31.10. har bedret seg betydelig på 2000-tallet (figur 20). Avviket på 2000-tallet er år 2003, da det var en svært tørr sommer. På tross av det er gjennomsnittet i årene 2000–2009 56 % større enn for de andre tiårsperiodene.

Antall dager da vannstanden er under nivået $N_{\text{prosjekt}} + 118,9$ m i perioden 21.6.–31.10. (døgn)

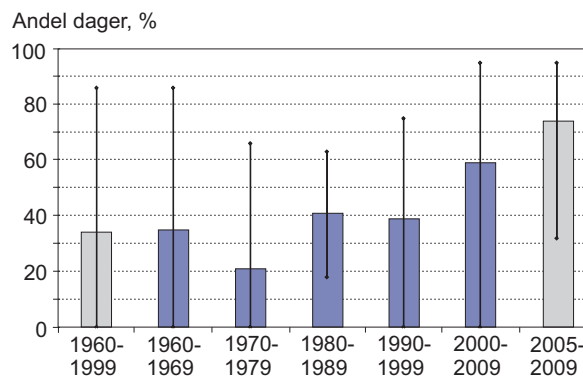
I antallet dager da vannstanden har vært under nivået $N_{\text{prosjekt}} + 118,90$ m, kan det ikke observeres noen tydelig trend, da dette antallet har variert mye i alle delperiodene (figur 21). På 2000-tallet har det forekommet seks år da vannstanden har underskredet det omtalte nivået og antallet underskridelser per år har vært 40. År 2003 bidrar til en økning i antall dager med underskridelse, og i det året var vannstanden i rekreasjonsperioden hver eneste dag under nivået $N_{\text{prosjekt}} + 118,90$ m.

De hydrologiske forholdenes effekt på vannstanden om sommeren

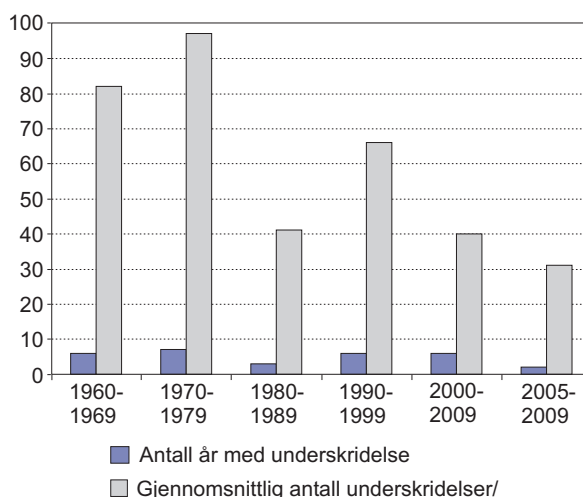
Foruten reguleringen påvirker også de hydrologiske forholdene vannstanden i nedslagsområdet. Økningen i vannstand etter vinterreduksjonen påvirkes i hovedsak av vanninnholdet i snøen som har kommet om vinteren og nedbørmengden i snøsmeltingsperioden. Om sommeren er nedbør og fordampning faktorer som virker inn.

Høyeste vannstand på forsommeren på 2000-tallet har variert mye fra år til år og er tydelig avhengig av summen av snøens vanninnhold og totalnedbøren på forsommeren. Sammenlignet med tidligere år har høyeste vannstand på 2000-tallet sunket noe og endt opp på et lavere nivå enn år med lignende vannforhold. Det kan antas at dette i hovedsak skyldes reguleringspraksisen. Når det gjelder forsommeren har man altså lyktes godt med målsettingen om å unngå overdrevent høy vannstand.

I samsvar med anbefalingene for reguleringen har det vært strebet etter å holde vannstanden i perioden 1.8.–31.8. på 2000-tallet på et høyere nivå enn



Figur 20. Antall dager i perioden 21.6.–31.10. da vannstanden med tanke på rekreasjonsbruk er på et bra nivå. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.



Figur 21. Antall år hvor vannstanden har underskredet nivået $N_{\text{prosjekt}} + 118,90$ m og hvor mange underskridelser i gjennomsnitt som har forekommet i de omtalte årene.

$N_{\text{prosjekt}} + 118,90$ m. Vannstanden i den omtalte perioden har vært under grensenivået bare i 2003. For denne del har man lyktes med målsettingen. Nedbørmengden i perioden mai-august har under somrene på 2000-tallet i seks av ti år vært større enn normal, som også forklarer delvis den positive endringen.

Når det gjelder målet om reduksjon i vannstanden om sommeren på 2000-tallet har man ikke lyktes i alle år: i to år har vannstanden vært stigende hele sommeren. På 2000-tallet har det vært flere somre som har vært våtere enn gjennomsnittet og som har påvirket muligheten for å nå målet om reduksjon i vannstanden.

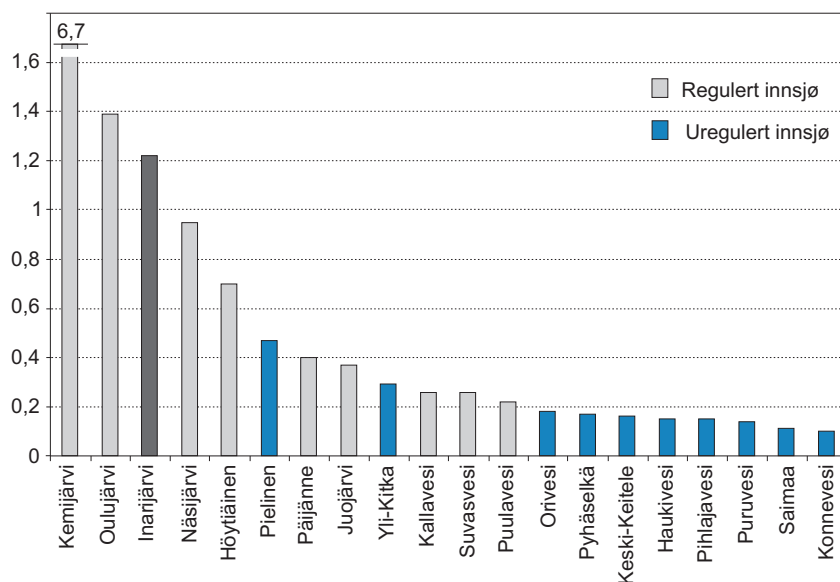
Sammenligning av variasjonen i vannstanden i Enaresjøen med andre finske innsjøer

Enaresjøen er arealmessig den neste største regulerede innsjøen i Finland. Enaresjøens verdier for to indikatorer del ble sammenlignet med ni andre innsjøer, som alle arealmessig er blant de ti største regulerede innsjøene i Finland, og med de ti største uregulerede innsjøene. Gjennomsnittsverdiene for de andre innsjøene er beregnet på grunnlag av vannstandsverdiene i perioden 1980–2008. Indikatorene som var gjenstand for analyse var størrelsen (m) på vinterreduksjonen fra den dato isen legger seg og til den dato isen forsvinner samt størrelsen (m) på vårflommen sammenlignet med gjennomsnittlig vannstand i perioden med isfritt vann.

Den gjennomsnittlige størrelsen på vinterreduksjonen er i Enaresjøen den tredje største blant de store innsjøene (figur 22). Klart størst vinterreduksjon har Kemi trask og nest størst har Ule trask. Av de naturlige innsjøene har Pielinen størst vinterreduksjon.

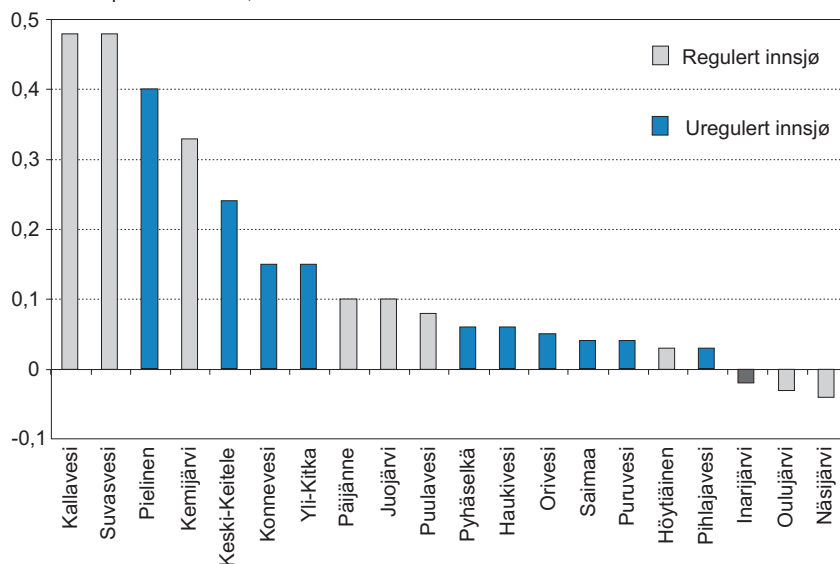
Størrelsen på vårflommen er vurdert sammenlignet med medianen for perioden med isfritt vann (figur 23). Vannstanden i Enaresjøen har ikke hvert eneste år hatt en vårtopp som skiller seg klart ut, men vannstanden har derimot holdt seg jevn eller steget i løpet av sommeren (se figur 14). Vannstanden under vårflommen i innsjøen har sammenlignet med medianen i lengre perioder vært negativ, dvs. at vannstanden i perioden med isfritt vann har vært høyere enn flomtoppen om våren. Det samme gjelder Ule trask og Näsijärvi.

Størrelsen på vinterreduksjonen fra den dato isen legger seg til den dato isen forsvinner, m



Figur 22. Gjennomsnittlig størrelse (m) på vinterreduksjonen i Finlands 10 arealmessig største regulerede og uregulerede innsjøer. Enaresjøen er merket med svart.

Størrelsen på vårflommen, m



Figur 23. Gjennomsnittlig størrelse (m) på vårflommen sammenlignet med medianen for perioden med isfritt vann i Finlands 10 arealmessig største regulerede og uregulerede innsjøer. Enaresjøen er merket med svart.

Reguleringen av Enaresjøen er dermed temmelig kraftig sammenlignet med andre store innsjøer i Finland. Effekten av den synkende vannflaten om vinteren på strandsonen er likevel avhengig av omfanget av den produktive sonen, som i størstedelen av Enaresjøen er større enn i andre referansesjøer. På den annen side kan effekten av reguleringen, som stadig utarmer strandsonen på grunn av den nordlige beliggenheten og det næringsfattige vannet i Enaresjøen, være mer skadelig for det akvatiske økosystemet enn i de større innsjøene i sør med større grunnproduksjon.

Sammendrag

Med bakgrunn i analysene har det skjedd bare små endringer i Enaresjøens vannstandsverdier på 2000-tallet sammenlignet med årene 1960–1999. Endringene har vært positive med tanke på vassdragsnaturen og rekreasjonsbruken. Et sammendrag av de kvalitative endringene til indikatorene er vist i tabell 4.

Den mest betydelige positive effekten er at vannstanden om sommeren har holdt seg oftere på et bra nivå med tanke på rekreasjonsbruken enn tidligere. På den annen side har reduksjonen i variasjonen i vannstanden på lengre sikt en reduserende effekt på helofyttvegetasjonen. På dette punkt står tilstandsmålene til rekreasjonsbruken og vassdragsnaturen i konflikt med hverandre.

Anbefalingene knyttet til vannstandsverdiene i Enaresjøprosjektet har ikke helt blitt oppfylt. Antall vannstandsverdier over nivået $N_{\text{prosjekt}} + 119,35$ m og under nivået $N_{\text{prosjekt}} + 118,90$ m har blitt noe færre, men vannstandens rytme etter sommerens flomtopp har ikke på 2000-tallet vært tydelig synkende, men derimot har økningen i vannnivået i flere år fortsatt fram til august-september. Det kan likevel ikke tolkes dit hen at variasjonene i indikatorverdiene skyldes bare reguleringspraksisen, men at hydrologien i analyseperiodene også har hatt betydning. De mange overgjennomsnittlig våte somrene på 2000-tallet har gjort det vanskelig å nå målsettingen om synkende vannstand.

Tabell 4. Sammendrag av resultatene av indikatoranalysen. Endringen beskriver endringen i indikatorens verdi i perioden 2000–2009 sammenlignet med referanseperioden 1960–1999.

Variabel	Nr.	Navn på indikator	Endring i forhold til referanseperioden	Vurdering av eventuelle effekter på vassdragets tilstand og bruk
Generelle indikatorer	1	Størrelsen på vinterreduksjonen (periode JP–JLP) (m)	Ingen endring	Ingen effekt
	2	Høyeste vannstand (m) i perioden 1.6.–15.7. og Laveste vannstand (m) i perioden 1.8.–31.8.	Ingen endring	Ingen effekt
Vassdragsnatur	3	Andelen sonen tynget av isen utgjør av den produktive sonen (%)	Redusert noe	En viss positiv effekt
	4	Nedre grense (m) for sonen som fryser til	Redusert noe	En viss positiv effekt
	5	Problemsonens ($W_{\text{max}}-W_{\text{min}}$) andel av den produktive sonen (%)	Redusert noe	En viss positiv effekt
	6	Nivået som 10 % av vannstandsverdiene overskrider i vekstperioden 1.6.–30.9.	Ingen endring	Ingen effekt
	7	Nivået som 75 % av vannstandsverdiene overskrider i vekstperioden 1.6.–30.9.	Ingen endring	Ingen effekt
Erosjon	8	Antall dager i løpet av året da vannstanden er over 119,35 m (døgn)	Redusert noe	En viss positiv effekt
Rekreasjonsbruk	9	Andel dager da vannstanden er på et bra nivå (119,00–119,30 m) i perioden 21.6.–31.10. (%)	Økt noe	En viss positiv effekt
	10	Antall dager i løpet av året da vannstanden er under 118,90 m i perioden 21.6.–31.10. (døgn)	Redusert noe	En viss positiv effekt

Andre indikatorer knyttet til reguleringen

Annukka Puro-Tahvanainen, Juha-Petri Kämäräinen, Risto Lampela

Utrasning av strender og rosjonssikring

I forbindelse med forpliktelsene knyttet til reguleringen av Enaresjøen er det for Enaresjøen og Ivalojoiki ført statistikk over den erosjonssikring som er foretatt siden 1966. Fram til år 2009 er tilsammen 41 809 m strand erosjonssikret. Dette dekker 1,25 % av Enaresjøens strandlinje (3 310 km) og 38 % av strandlinjen (78 km) som påvirkes av reguleringen av Ivalojoiki.

I perioden 1966–1999 er i gjennomsnitt 870 m strandlinje årlig erosjonssikret og på 2000-tallet 1 520 m, unntatt årene 2007 og 2009 (figur 24). Spesielt har finansieringsmidlene som har stått til rådighet påvirket hvor mye strandlinje som er erosjonssikret, og beliggenheten av strandlinjen som skal sikres påvirker i betydelig grad kostnadene. I henhold til planene vil all den strandlinje som er planlagt erosjonssikret med dagens finansiering i hovedsak være gjennomført innen 2015.

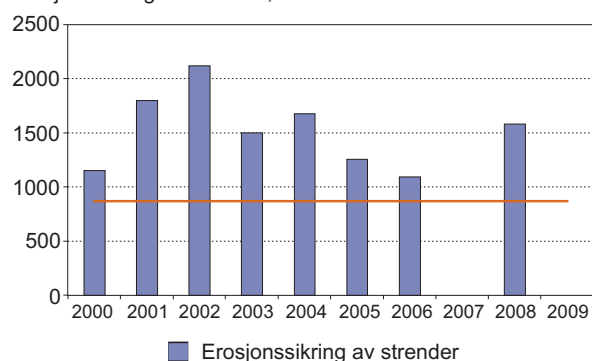
I figur 25 vises de målte utrasningene av strender og de erstatninger som er utbetalt med bakgrunn i disse i årene 1990–2005. Det ser ut til at antall strender som har rast ut og erstatningsbeløpene har blitt redusert på 2000-tallet, som i hovedsak

nok skyldes sikringen av erosjonsutsatte strender. Det at man på 2000-tallet har strebet etter å unngå vannstandsverdier som forårsaker erosjon, dvs. som overstiger nivået $N_{\text{prosjekt}} + 119,35$ m, har også delvis kunnet påvirke utviklingen.

Det finnes ikke sammenhengende data fra referanseperioden og derfor har det ikke vært mulig å gjennomføres en analyse basert på spredningen i resultatene for de indikatorer som berører det pålagte arbeidet. Endringen i indikatorene på 2000-tallet er analysert som en prosentvis endring i forhold til referanseperioden (tabell 5).

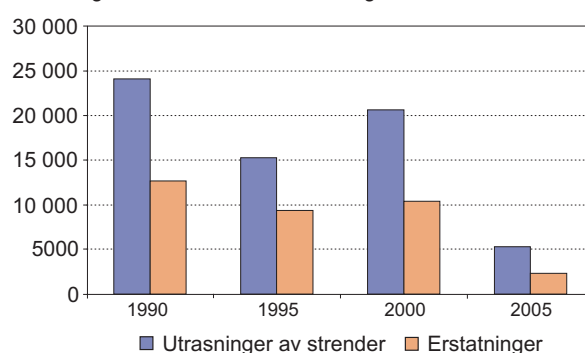
Med bakgrunn i resultatene har erosjonssikringen av strender målt i meter strandlinje økt betydelig på 2000-tallet, mens derimot antall utrasninger og utbetalte erstatninger har sunket. Reduksjonen i antall utrasninger kan anses for positivt med hensyn til innsjøens tilstand og bruken av denne: redusert erosjon stabiliserer strandsonen og forbedrer mulighetene til rekreasjonsbruk av innsjøen. På den annen side kan omfattende erosjonssikring av strender oppfattes som forstyrrende i landskapet for en innsjø i villmarken.

Erosjonssikring av strender, m



Figur 24. Gjennomsnittlig utført erosjonssikring av strender langs Enaresjøen og Ivalojoiki i perioden 1966–1999 og på 2000-tallet.

Utrasninger av strender, m², erstatninger, €



Figur 25. Omfanget av utrasningene av strender (m²) i henhold til målinger utført i perioden 1990–2005 og erstatninger (€) utbetalt med bakgrunn i disse.

Tabell 5. Sammendrag av indikatorer for utrasninger av strender og erosjonssikring. Endringen beskriver endringen i indikatorens verdi på 2000-tallet sammenlignet med referanseperioden 1960–1999.

Nr.	Indikator	Endring i forhold til referanseperioden	Vurdering av eventuelle effekter på vassdragets tilstand og bruk
1	Erosjonssikring av strender (m)	Økt svært mye	Antall utrasninger: Relativt positivt Landskap: Noe negativt
2	Utrasninger av strender (m ²)	Redusert betraktelig	Relativt positivt
3	Erstatninger (€)	Redusert betraktelig	Ingen effekt

5. Utslipp og vannkvalitet

Annukka Puro-Tahvanainen

Materiale og metoder

Dataene knyttet til utslipp fra punktkilder er hentet fra overvåkings- og belastningsdatasystemet (VAH-TI) tilhørende Finlands miljøcentral. Utviklingen i utslippet fra punktkilder analyseres fra 1991 og nåværende utslipp fra punktkilder er beregnet som gjennomsnittsverdi i årene 2000–2009.

Dataene knyttet til spredte utslipp er beregnet med VEPS-systemet utviklet av Finlands miljøcentral. Systemet vurderer separat utslippene som jordbruket, skogbruket, den naturlige avrenningen, nedfallet og den spredte bebyggelsen forårsaker bl.a. basert på arealer med forskjellige former for arealbruk i studieområdet. Vurderingen av hele Pasvik vassdragsområdes nåværende spredte utslipp er beregnet som et gjennomsnitt av resultatene i perioden 2000–2007. Det gjennomsnittlige utslippet av næringsstoffer i Enaresjøen på 2000-tallet er beregnet på grunnlag av det foran presenterte utslippet fra punktkilder, det spredte utslippet fra næringsområdes nedslagsfelt og massestrømmen fra elvene som renner ut i Enaresjøen i perioden 2000–2008.

Vannkvaliteten i Enaresjøen er analysert med bakgrunn i resultatene fra observasjonsstedene i Juutanvuono, Nuoraselkä og Vasikkaselkä som har vært under langvarig oppfølging. Vannkvalitetsdataene er hentet fra datasystemet over overflatevannets tilstand (Pivet) tilhørende miljøforvaltningen. Til analysen ble det valgt til sammen seks vannkvalitetsvariabler og for observasjonsstedet Vasikkaselkä sin del også oksygenmetningen (%) og temperaturen nær bunnen (tabell 6). Analyseperioden er 1980–2009.

Med tanke på statistisk testing ble det ut fra materialet beregnet månedlige gjennomsnittsverdier for hver enkelt variabel for hvert år. Utviklingstrenden i tidsseriene ble analysert for hvert observasjonssted og hver variabel med Seasonal Kendall -testen, som tar hensyn til årstidsvariasjonen i vannkvaliteten som vanligvis forekommer. I den endelige indikatoranalysen ble materialet forenklet til å omfatte gjennomsnittsverdier per år og tiårsperioder for observasjonsstedene og variablene.

Tabell 6. Observasjonssteder og variabler for vannkvalitet som er med i analysen.

Observasjonssted	Observasjonene påbegynt	Dybde (m)	Manglende overvåkingsresultater
Enaresjøen Juutanvuono 3	1974	22	2006, 2007, 2009 (Fargetall, Alkalinitet)
Enaresjøen Nuoraselkä P14D	1979	30	2000–2003 (alle), 2004, 2005 (Klorofyll -a)
Enaresjøen Vasikkaselkä 151	1965	95	
Variabel	Enhet	Dybdesone	Merk
Siktedyp	m		
Fargetall	mg Pt/l	1–5 m	
Total fosfor	µg/l	1–5 m	
Total nitrogen	µg/l	1–5 m	
Klorofyll a	µg/l	0–5 m	
Alkalinitet	mmol/l	1–5 m	
Oksygenmetning	%	1 m fra bunnen	Vasikkaselkä
Temperatur	°C	1 m fra bunnen	Vasikkaselkä

Resultater

Utslipp

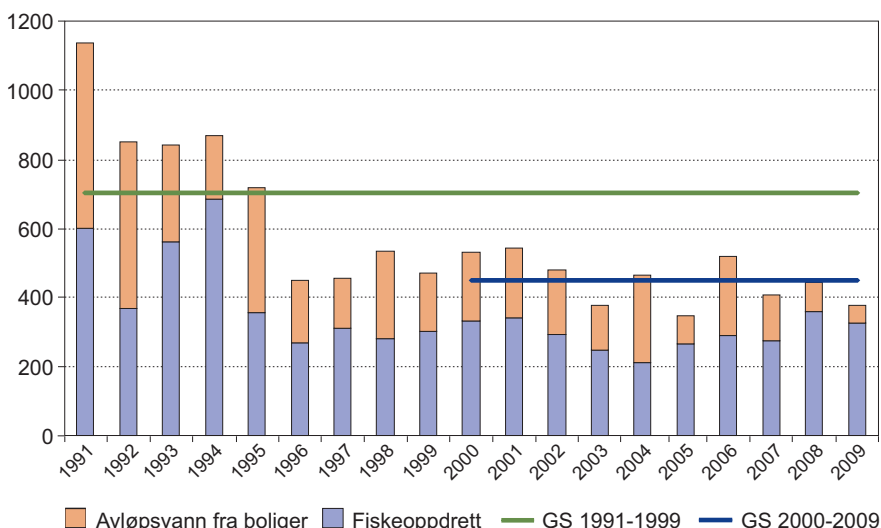
Av den beregnede mengden fosfor og nitrogen som renner ut i vassdragene i Pasvik vassdragsområde, stammer en betydelig del fra naturlig avrenning og nedfall som går rett ut i vassdragene. Bare 8,5 % av det totale utslippet av fosfor og 4,5 % av det totale utslippet av nitrogen skyldes direkte menneskelig aktivitet. Størstedelen av utslippene som forårsakes av menneskelig aktivitet kommer i form av spredte utslipp fra jord- og skogbruk samt fra spredt bebyggelse.

Utslippet fra punktkilder består av utslipp forårsaket av kloakkrensaneanlegg og fiskeoppdrettsanlegg. Fosforutslippet fra punktkilder har minsket betydelig siden midten av 1990-tallet på grunn av redusert fiskeoppdrett og mer effektiv bruk av fôr samt på grunn av fornying

av kloakkrensaneanlegg og mer effektive rensemetoder (figur 26). Derimot har nitrogenutslippet økt hovedsakelig med økningen i antall innbyggere som er koblet til sentrale kloakkrensaneanlegg og med økningen i antall turister ved turistcenteret i Saariselkä (figur 27). Nitrogen fjernes ikke aktivt ved de omtalte kloakkrensaneanleggene.

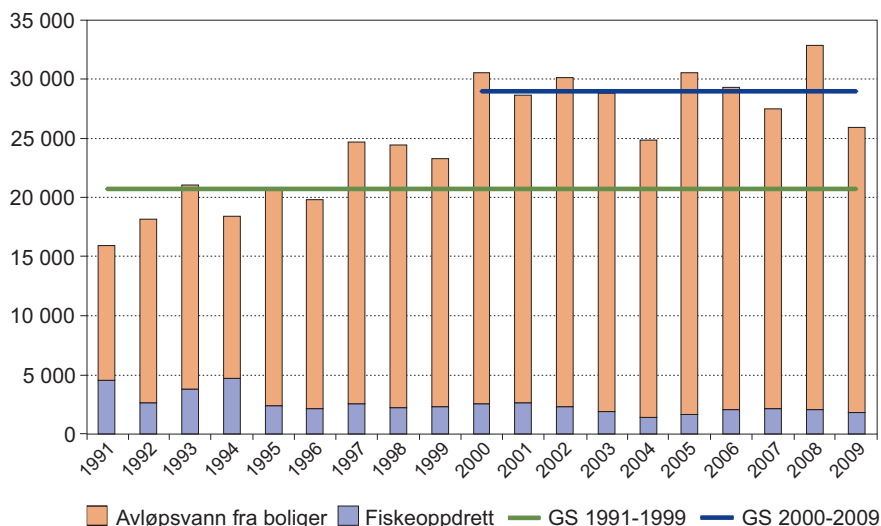
En betydelig del av den totale mengden næringsstoffer som renner ut i Enaresjøen kommer med de massene som Ivalojoiki og Juutanjoiki fører med seg, som naturlig avrenning fra nærområdets nedslagsfelt og direkte som nedfall rettet mot innsjøen. Utslipp fra punktkilder og spredte utslipp fra nærområdets nedslagsfelt utgjør til sammen 5,1 % av det totale utslippet av fosfor og 3,8 % av det totale utslippet av nitrogen.

Fosforutslipp, kg/år



Figur 26. Utviklingen i totalt utslipp av fosfor fra punktkilder i perioden 1991–2009.

Nitrogenutslipp, kg/år



Figur 27. Utviklingen i totalt utslipp av nitrogen fra punktkilder i perioden 1991–2009.

Vannkvalitet

Det gjennomsnittlige siktedypet i perioden med isfritt vann har i Juutuanvuono vært 4,5 m, i Nuoraselkä 3,9 m og i Vasikkaselkä 7,2 m i perioden 1980–1999 (figur 28). I siktedypet i perioden med isfritt vann kan det ikke observeres noen statistisk signifikant utviklingstrend på noen av observasjonsstedene i hele analyseperioden (1980–2009).

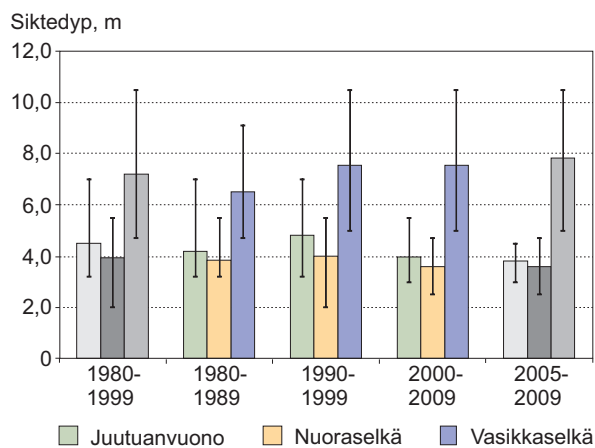
Fargetallet har i Nuoraselkä på 2000-tallet vært noe større enn i referanseperioden 1980–1999 (figur 29), men ikke på noe observasjonssted kan det i fargetallet observeres en statistisk signifikant utviklingstrend for hele analyseperioden.

Innholdet av totalt fosfor (figur 30), totalt nitrogen og klorofyll a har på Vasikkaselkä observasjonssted vist en fallende utviklingstrend (Seasonal Kendal -test, $p \leq 0,05$), men på de andre observasjonsstedene finnes ingen klare trender i utviklingen under hele analyseperioden. På 2000-tallet har gjennomsnittsverdiene for totalt fosfor i Juutuanvuono og Nuoraselkä vært en aning høyere enn gjennomsnittsverdiene i referanseperioden (figur 31). For det totale nitrogenet sin del er gjennomsnittsverdien for Nuoraselkä en aning høyere på 2000-tallet, men for Vasikkaselkä betydelig mindre enn i referanseperioden

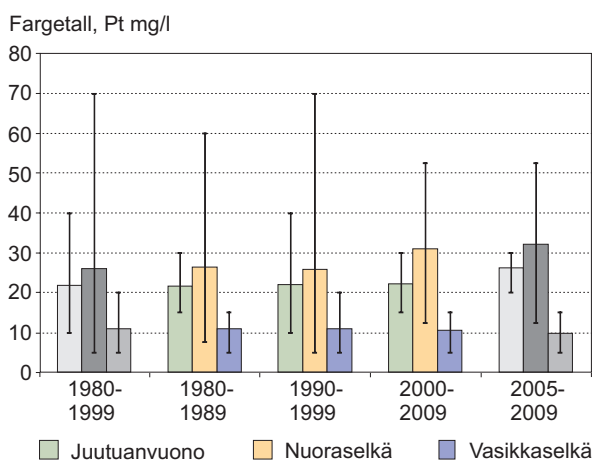
(figur 32). Gjennomsnittsverdien for innholdet av klorofyll a har vært mindre enn i referanseperioden både i Nuoraselkä og Vasikkaselkä (figur 33).

I alkalinitetsverdiene som beskriver vannets buffer-evne er det en stigende utviklingstrend på alle tre observasjonssteder, og den samme endringen synes også i tiårsperiodene (figur 34). Reduksjonen i alkalinitet som kan observeres de siste fem årene på Juutuanvuono observasjonssted skyldes sannsynligvis færre observasjoner. Siden våren 2005 er alle prøver tatt om sommeren, og da er alkalinitetsverdiene på sitt laveste.

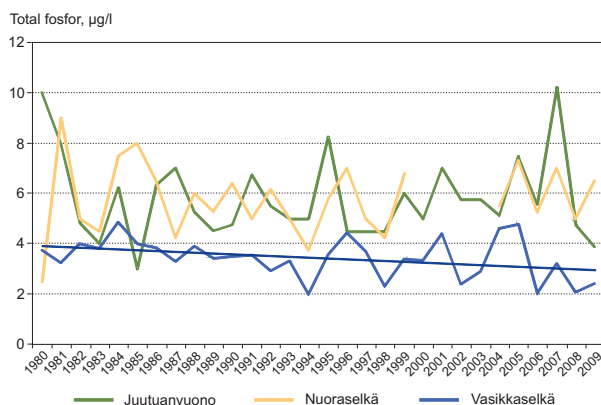
Oksygenforholdene og temperaturen i vannet nær bunnen (cirka 1 m fra bunnen) er analysert med bakgrunn i resultatene på dypt vann på Vasikkaselkä observasjonssted siden 1975. Dataene fra de andre observasjonsstedene egnet seg ikke til analysen. Oksygenforholdene i vannet nær bunnen på dypt vann i Vasikkaselkä har blitt dårligere på senvinteren (figur 35). Oksygenmetningen har gått ned med i gjennomsnitt 1,11 % i året (Seasonal Kendal -test, $p = 0,0004$). Samtidig har temperaturen i vannet nær bunnen steget med 0,04 °C i året (Seasonal Kendal -test, $p = 0,0003$).



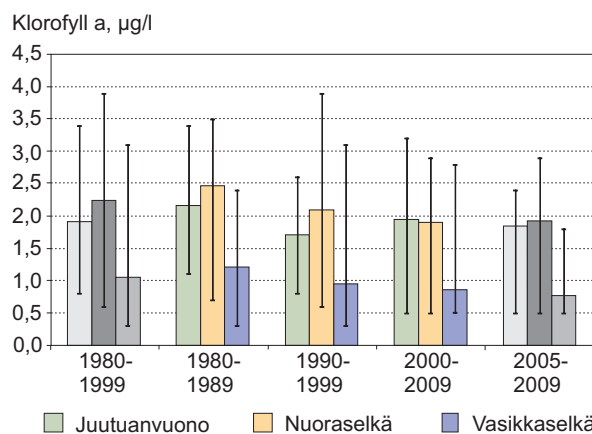
Figur 28. Siktedyp (m) i perioden med isfritt vann på observasjonsstedene Juutuanvuono, Nuoraselkä og Vasikkaselkä i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.



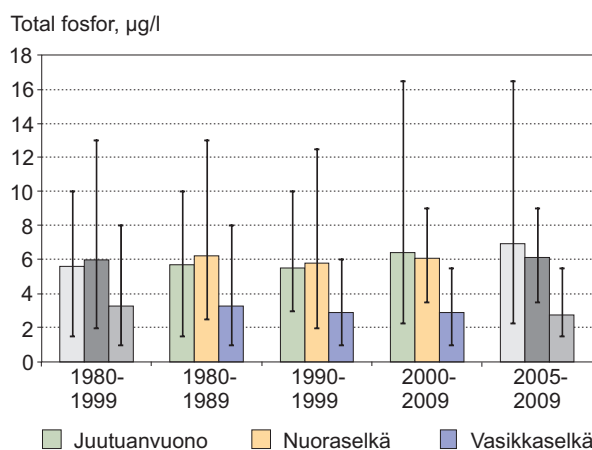
Figur 29. Vannets gjennomsnittlige fargetall på observasjonsstedene Juutuanvuono, Nuoraselkä og Vasikkaselkä i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.



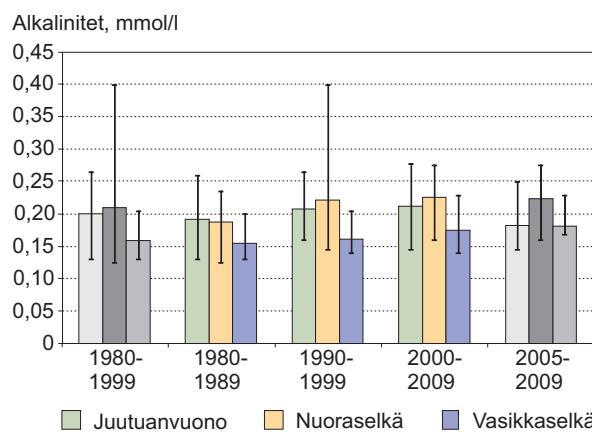
Figur 30. Totalt fosforinnhold i overflatevannet på observasjonsstedene Juutuanvuono, Nuoraselkä og Vasikkaselkä i perioden 1980–2009. På observasjonsstedet Vasikkaselkä har innholdet gått ned med gjennomsnittlig 0,04 µg/l i året (Seasonal Kendall-test, $p=0,05$).



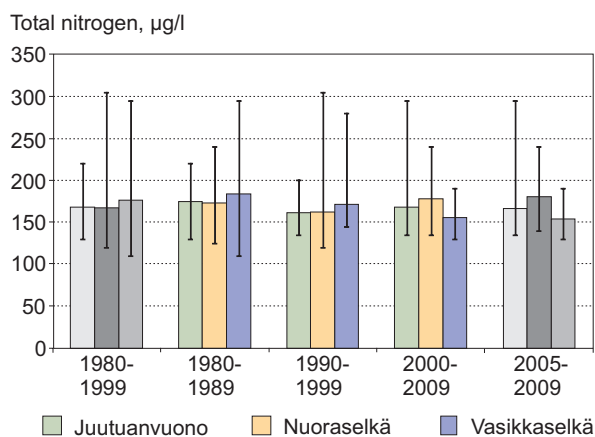
Figur 33. Gjennomsnittlig innhold av klorofyll a på observasjonsstedene Juutuanvuono, Nuoraselkä og Vasikkaselkä i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.



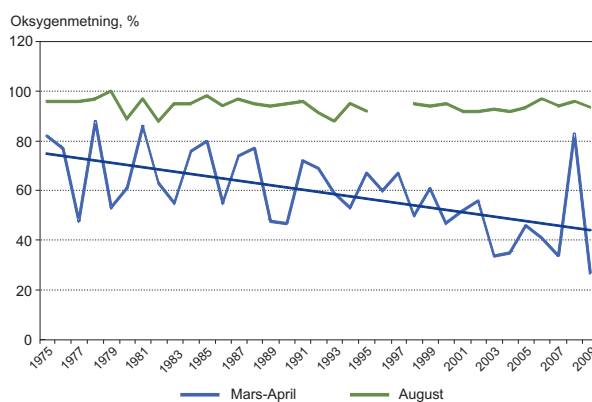
Figur 31. Gjennomsnittlig totalinnhold av fosfor på observasjonsstedene Juutuanvuono, Nuoraselkä og Vasikkaselkä i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.



Figur 34. Vannets gjennomsnittlige alkalinitet på observasjonsstedene Juutuanvuono, Nuoraselkä og Vasikkaselkä i ulike analyseperioder.



Figur 32. Gjennomsnittlig totalinnhold av nitrogen på observasjonsstedene Juutuanvuono, Nuoraselkä og Vasikkaselkä i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden. Referanseperioden og analyseperioden som omfatter de fem siste årene er merket med grått.



Figur 35. Oksygenmetning på dypt vann i Vasikkaselkä (cirka 1 m fra bunnen) i mars-april og i august i perioden 1975–2009.

Sammendrag

Av det totale årlige utslippet av næringsstoffer i Enare-sjøen stammer størstedelen fra naturlig avrenning som elvene fører med seg og det direkte nedfallet i innsjøen. Bare ca. 5 % av det totale fosforet og 3,8 % av det totale nitrogenet stammer fra spredte utslipp i nærområdets nedslagsfelt og utslipp fra punktkilder. Fosforutslippet fra punktkilder har minsket klart på 2000-tallet, mens derimot nitrogenutslippet har økt. Økningen i nitrogenutslippet skyldes i hovedsak økningen i antall innbyggere som er koblet til sentrale kloakkrenseanlegg og økningen i antall turister ved turistcenteret i Saariselkä. De store endringene i utslippet fra punktkilder på 2000-tallet har ikke i nevneverdig grad påvirket innsjøens tilstand, da utslippet fra punktkilder utgjør en svært liten del av det totale utslippet.

De tydeligste endringene som er observert i vannkvaliteten i Enaresjøen de siste 30 årene er den observerte økende trenden i alkalinitetsverdiene og den svake reduksjonen i innholdet av klorofyll a. I tillegg utgjør de dårligere oksygenforholdene på senvinteren på dypt vann i Vasikkaselkä en betydelig endring, og den skyldes sannsynligvis at bunnvannet har blitt varmere om vinteren. Dypvannsområdet utenfor Vasikkaselkä er svært lite, og den observerte svekkelsen i oksygenforholdene på senvinteren der har ikke stor effekt på hele innsjøens tilstand. I Vasikkaselkä har også det totale innholdet av næringsstoffer gått ned, hvilket gir seg uttrykk noe utarming.

I tabell 7 vises et sammendrag av de observerte utviklingstrendene i utslipps- og vannkvalitetsindikatorene og endringene som har skjedd på 2000-tallet.

Tabell 7. Sammendrag av utslipps- og vannkvalitetsindikatorene. Utviklingstrenden observert i hele analyseperioden (1980–2009) er testet med Seasonal Kendall -testen. Endringen på 2000-tallet beskriver situasjonen på 2000-tallet sammenlignet med fordelingen i referanseperioden (1980–1999). I tabellen vises også den totale endringen som har skjedd i innsjøen og effekten av denne på vassdragets tilstand og bruk med bakgrunn i trenden i endringene på tre observasjonssteder.

Nr.	Indikator	Observasjonssted	Observert utviklingstrend i hele analyseperioden	Endring på 2000-tallet	Endring på 2000-tallet i hele Enaresjøen i gjennomsnitt	Vurdering av eventuelle effekter på vassdragets tilstand og bruk
1	Totalt fosforutslipp fra punktkilder (kg/år)		Synkende utviklingstrend	Redusert svært mye	Redusert svært mye	En viss positiv effekt
2	Totalt nitrogenutslipp fra punktkilder (kg/år)		Økende utviklingstrend	Økt svært mye	Økt svært mye	En viss negativ effekt
3	Siktedyp (m)	Juutuanvuono	Ingen endring	Redusert noe	Ingen endring	Ingen effekt
		Nuoraselkä	Ingen endring	Ingen endring		
		Vasikkaselkä	Ingen endring	Økt noe		
4	Fargetall (Pt mg/l)	Juutuanvuono	Ingen endring	Ingen endring	Ingen endring	Ingen effekt
		Nuoraselkä	Ingen endring	Økt moderat		
		Vasikkaselkä	Ingen endring	Ingen endring		
5	Total fosfor (µg/l)	Juutuanvuono	Ingen endring	Økt noe	Ingen endring	Ingen effekt
		Nuoraselkä	Ingen endring	Økt noe		
		Vasikkaselkä	Synkende utviklingstrend	Noe redusert		
6	Total nitrogen (µg/l)	Juutuanvuono	Ingen endring	Ingen endring	Ingen endring	Ingen effekt
		Nuoraselkä	Ingen endring	Økt noe		
		Vasikkaselkä	Synkende utviklingstrend	Redusert mye		
7	Klorofyll a (µg/l)	Juutuanvuono	Ingen endring	Ingen endring	Redusert noe	Vannkvalitet: en viss positiv effekt; Fiskeoppdrett: en viss negativ effekt
		Nuoraselkä	Ingen endring	Noe redusert		
		Vasikkaselkä	Synkende utviklingstrend	Redusert noe		
8	Alkalinitet (mmol/l)	Juutuanvuono	Økende utviklingstrend	Økt moderat	Økt moderat	Moderat positiv effekt
		Nuoraselkä	Økende utviklingstrend	Økt moderat		
		Vasikkaselkä	Økende utviklingstrend	Økt svært mye		
9	Oksygenmetning (%)	Vasikkaselkä			Redusert svært mye	En viss negativ effekt
		mars-april	Synkende utviklingstrend	Redusert svært mye		
		august	Ingen endring	Redusert noe		
10	Temperatur (°C)	Vasikkaselkä			Økt moderat	En viss negativ effekt
		mars-april	Økende utviklingstrend	Økt moderat		
		august	Ingen endring	Ingen endring		

6. Vannvegetasjon

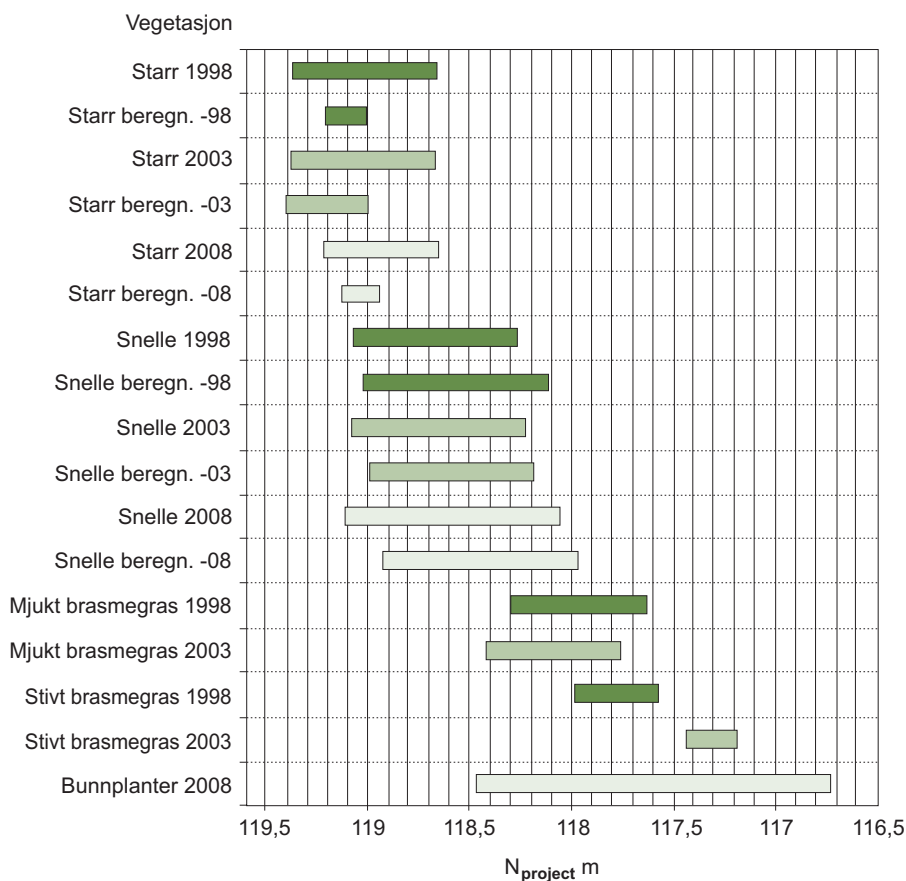
Juha Riihimäki og Minna Kuoppala

Materiale og metoder

Vegetasjonen er undersøkt i 1998 og 2003 i fem observasjonsområder og åtte linjer og i 2008 i 25 hovedsonelinjer (Kuoppala m.fl. 2008). Nærmere beskrivelser av metodene og stedene som var gjenstand for studien finnes i tidligere rapporter: Puro m.fl. 1999, Ahola m.fl. 2004, Riihimäki og Kuoppala 2009.

I tillegg er sammenligningen av Enaresjøen med andre innsjøer utført ved å utnytte materialet fra CENOREG-prosjektet (Keto m.fl. 2008). Som observasjonsdata ble kun dataene samlet fra de opprinnelige åtte observasjonsstedene tatt med (figur 36). De seks valgte vegetasjonsindikatorene er vist i tabell 8.

Figur 36. Gjennomsnittlige grenser for forekomsten av vegetasjonssoner ved studiene i 1998, 2003 og 2008.



Tabell 8. Vegetasjonsindikatorer og observasjonsårene for indikatorene.

Nr.	Navn på indikator	Observasjonsår
1	Dybden for forekomst av starrvegetasjonssone (m)	1998, 2003, 2008
2	Dybden for forekomst av snellesone (m)	1998, 2003, 2008
3	Dybden for forekomst av bunnplantessone (m)	1998, 2003, 2008
4	Arter følsomme for endringer	1998, 2008
5	Store bunnplanter	1998, 2008
6	Strategianalyse	1998, 2008

Starrvegetasjon, dybden hvor snelle- og bunnplantesoner forekommer

Dybden hvor de benyttede planteartene og -gruppene forekommer og som ble brukt som indikator ble bestemt med bakgrunn i linjedata som ble samlet inn på observasjonsstedene ved å samle øvre og nedre grense for den enkelte art og artsgruppe i det enkelte observasjonsår og beregne gjennomsnittsverdien av disse grensene. Det ble også beregnet øvre og nedre grense for vegetasjonssonene i forhold til vannoverflatens nivå.

Med tanke på oppfølgingen av gjengroingsgraden i livsmiljøene ble i tillegg starrsonens bredde målt med fem meters mellomrom på hvert observasjonssted fra øvre grense for sonen til nedre grense for starrsonen i en lengde på 50 meter samt den endelige dybden til starrsonen.

Arter følsomme for endringer og store bunnplanter

I følge Hellsten (2002) er følgende arter følsomme for regulering: sumpsivaks (*Eleocharis palustris*), elvesnelle (*Equisetum fluviatile*), stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*), botnegras (*Lobelia dortmanna*), gul nøkkelrose (*Nuphar lutea*) og takrør (*Phragmites australis*). Arter følsomme for isdannelse er spesielt store bunnplanter: stivt brasmegras, mjukt brasmegras (*Isoetes echinospora*) og botnegras.

Artsrikdommen av de foran nevnte gruppene i Enaresjøen i 1998 og 2008 i linjedataene ble sammenlignet med dataene fra CENOREG-prosjektet for andre regulerte innsjøer og innsjøer i naturlig tilstand.

For sammenligningens skyld ble utbredelsen av artene og artsrikdommen som tilhører de omtalte gruppene i innsjøen endret til vegetasjonsindekse V (Ilmarvirta og Toivonen 1986).

Strategianalyse

Strategianalyse er en metode, hvor det dannes strategiindekser som beskriver primærstrategier (S for stress, R for ruderal- og C for konkurransestrategi) for vegetasjonen på stedet med bakgrunn i planteartene og artsrikdommen på stedet (se Murphy m.fl. 1990, Alasaarela m.fl. 1993, Hellsten m.fl. 1997).

Strategianalysen av observasjonsdataene over Enaresjøens vegetasjon ble foretatt med bakgrunn i strategitrekkene for plantearter presentert av Alasaarela m.fl. (1993). Ved beregningen av strategiindekser for observasjonsstedene ble rutelinjedataene fra 1998 sammenlignet med hovedsonedataene fra 2008. Disse dataene var det på tross av metodeforskjellene mulig å endre til sammenlignbare data med hjelp av vegetasjonsindeksen.

Resultater

Grenser for forekomst av vegetasjonssoner

Dybden hvor vegetasjonssonene forekommer i 2008 ble sammenlignet med tidligere observerte dybder for forekomst. I dataene for 2008 ble bunnplantene (med bladrosett på bunnen) behandlet som én sone og de forskjellige brasmegrasartene ble ikke skilt ut. Nedre grense for starrvegetasjonen synes i linjeobservasjonene å ha holdt seg ganske stabilt nær nivået $N_{\text{prosjekt}} + 118,66$ m (figur 36) i de årene studien pågikk og i observasjonene for 2008 synes starrsonen å ha blitt noe smalere ved at sonens øvre grense har flyttet seg dypere.

I alle år studien har pågått har den beregnede utbredelsen av starrsonen vært betydelig smalere enn den observerte utbredelsen. Elvesnellens nedre grense synes i observasjonene for 2008 å ha flyttet seg til et betydelig dypere nivå enn tidligere og den samme forflytningen kan observeres også i den beregnede nedre grensen for snellesonen. Bunnplantesonen fortsetter i observasjonene for 2008 dypere enn brasmegrassonene fra tidligere år.

Observasjonssoner for gjengroingsgrad

Gjennomsnittlig nedre grense for starrsonen i de sonene som er under observasjon virker å ha flyttet seg noe nedover i perioden mellom 1998 og 2008. Forskjellen ble testet statistisk med dybdemålinger av starrvekstenes nedre grense med fem meters mellomrom. Beregnet ut i fra alle målingene har gjennomsnittlig nedre grense for starrplanter flyttet seg noe nedover, fra nivået $N_{\text{prosjekt}} + 118,65$ m til nivået $N_{\text{prosjekt}} + 118,61$ m (enveis parvis t-test, $p = 0,012$, $df = 135$). Det var variasjon i endringen mellom observasjonsområdene.

Arter følsomme for endringer og store bunnplanter

Vegetasjonsindeksen basert på rikdommen av arter følsomme for endringer klassifiseres som god for Enaresjøen med dataene fra 2008. Sammenlignet med andre forholdsvis lite regulerte innsjøer er indeksverdiene for Enaresjøen ganske lave.

Indeksverdien beregnet med bakgrunn i rikdommen av store bunnplanter er høy sammenlignet med andre regulerte innsjøer. Med bakgrunn i rikdommen av store bunnplanter klassifiseres tilstanden til Enaresjøen som utmerket.

Strategiindekser

I de relative andelene av de forskjellige strategielementene kan det ikke observeres klare endringer mellom observasjonsstedene. Variasjonen i strategielementene mellom studielinjene er større enn mellom de enkelte år.

Analyse av resultatene

Nedre grense for starrsonen har med bakgrunn i materialet bare variert lite og øvre grense har i siste studieperioden flyttet seg nedover og gjort sonen smalere. Med reguleringen er det strebet etter å redusere vannstanden om sommeren, og det skulle gjøre det mulig for starrvegetasjonssonen å bli bredere. Målet om en jevnt synkende vannstand om sommeren er ikke alltid blitt oppnådd. En nøyaktigere måling av starrplantenes nedre grense med hjelp av observasjonssonene avslører likevel at nedre grense i observasjonene for 2008 har flyttet seg fire centimeter dypere sammenlig-

net med 1998. Bestemmelsen av det beregnede omfanget av starrsonen synes å beskrive dårlig Enaresjøens tilstand.

Den klare utvidelsen av snellesonen nedover som er observert i linjedataene kan ha forbindelse med endringene som har skjedd i vannstandvariasjonen. Den beregnede snellesonen synes å beskrive ganske bra også situasjonen observert for Enaresjøen.

Endringene i bunnplantesonen virker å være store. Spesielt finnes det ingen klar årsak til at stivt brasme-gras har flyttet seg dypere. Forskjellene i feltarbeidet kan forklare forskjellen mellom årene: i 2008 var et undervanns videokamera i bruk, og med hjelp av dette ble undersøkelsen av den dype enden på linjene enklere og nøyaktigere.

Forskjellene i de relative rikdommene av arter følsomme for endringer under studien i 1998 og 2008 er ganske små. Med bakgrunn i de relative rikdommene av store bunnplanter er Enaresjøens tilstand utmerket.

Med bakgrunn i strategianalysen av linjedataene virker det som om reguleringspraksisen gjennomført de siste ti årene ikke har endret forholdene ved studielinjene så mye at det skulle kunne observeres klare endringer i strategielementenes relative andeler.

Utgangspunktet for indikatoranalysen er at endringene som har skjedd i indikatorene (tabell 9) skyldes endringene som har skjedd i variasjonen i vannstand og dermed i reguleringspraksisen. Det har under de ti årene studien har pågått vært ganske vanlig med redusert vannstand, som er gunstig for vegetasjonen i strandsonen under vekstperioden. Reguleringspraksisen har utviklet seg i en bedre retning for strandsonen sin del og muliggjort utvidelse av vegetasjonssonene dypere. Fenomenet kan observeres både i vegetasjonen i observasjonssonene og i sonene hvor de forskjellige planteartene forekommer.

Tabell 9. Sammendrag av resultatene av indikatoranalysen. Endringen beskriver endringen i indikatorens verdi i observasjonene for 2008 sammenlignet med for 1998.

Nr.	Navn på indikator	Endring i forhold til referanseperioden	Vurdering av eventuell effekt på vassdragets tilstand og bruk
1	Dybden for forekomst av starrvegetasjonssone (m)	Blitt litt smalere	En viss negativ effekt på organismene i strandsonen
2	Dybden for forekomst av snellesone (m)	Utvidet seg litt	En viss positiv effekt på organismene i strandsonen
3	Dybden for forekomst av bunnplantesone (m)	Utvidet seg litt	En viss positiv effekt på organismene i strandsonen
4	Rikdommen av arter følsomme for endringer	Økt noe	En viss positiv effekt på organismene i strandsonen
5	Rikdommen av store bunnplanter	Økt noe	En viss positiv effekt på organismene i strandsonen
6	Beregnet forholdstall ut i fra strategianalysen	Ingen endring	Ingen effekt

7. Bunnfauna

Jukka Aroviita

Innledning

Tilfrysning av bunnen som følge av at vannivået synker på senvinteren gjør levetilstandene for dyre- og plantelivet vanskeligere. Det er observert at bunnfaunaens sammensetning avviker fra uregulerte innsjøer også i bare svakt regulerte innsjøer i Kajana-land (Aroviita & Härmäläinen 2008a). Det er spesielt insekter som gjennomgår en toårs larvefase som ser ut til å lide av reguleringen, og dette dreier seg bl.a. om mange døgnfluer, biller og mudderfluer (Aroviita & Härmäläinen 2008b). Utarming av bunnfaunaen har funksjonell effekt på innsjøens næringsnettverk, og i den retning peker observasjonene av den vesle mengden fisk som spiser virveldyr i strandsonen i de regulerte innsjøene i Kajana-land (Sutela & Vehanen 2008).

Bunnfaunaen i Enaresjøen er undersøkt siden 1960-tallet. Toivonen (1966) observerte klart mindre bunndyr langs strendene i Enaresjøen enn i de nære uregulerte innsjøene Muddus- og Nitsijärvi.

Man har strebet etter å endre reguleringen av Enaresjøen slik at de høyeste vannstandsverdiene reduseres

og etter sommerens flomtopp bør vannstanden synke. Med denne framgangsmåten strebes det etter å redusere utrasningen av strender og øke vekstområdet for helofytter. Disse strukturelle endringene av strandsonen håper man vil forbedre levetilstandene for dyreplankton langs strendene og for bunndyr, som på sin side vil muliggjøre større fiskeproduksjonspotensiale.

I denne delen av rapporten analyseres tilstanden til bunnfaunaen i strandsonen i Enaresjøen. Målet med arbeidet er å vurdere mulige effekter av reguleringen av vannstanden i Enaresjøen og endringen av denne.

Materiale og metoder

Materiale

Denne utredningen baserer seg på eksisterende og publiserte data om bunnfaunaen i strandsonen i Enaresjøen (tabell 10). Hoveddelen av dataene er samlet inn under oppfølgingsprosjektet for utvikling av

Tabell 10. Informasjon om de metoder som er brukt i studien av bunnfaunaen langs strendene i Enaresjøen. I 1998, 2003 og 2008 har prøvetakingsområdene vært de samme, men i tidligere studier varierer de.

Mnd og år	Ki ^a	2m ^b	Siling(mm)	Definisjon av nivå	Individtetthet	Biomasse ^g	Litteraturreferanse
VI–IX 1965, 1966	-	X	?	Gruppe	X	-	Toivonen (1966)
VI–IX 1972	-	X	0,6	Gruppe	X	VV	Toivonen (1972)
VII–VIII 1976	-	X ^c	0,4/0,6	Art ^{e, f}	X	VV	Honkasalo & Hiisivuori (1977)
VI og VIII 1977	-	X	0,4	Art	X	VV	Palomäki (1981)
VIII 1993	-	X ^d	0,5	Gruppe	-	VV	Palomäki & Hellsten (1996)
VIII 1998	-	X	1,0	Gruppe	-	OTV	Puro m.fl. (1999)
IX 2003	X	X	0,5	Arte	X	OTV	Aroviita & Härmäläinen (2003)
IX 2008	X	X	0,5	Arte	X	OTV	Aroviita (2010)

a) Håv med skaft øvre del av stranden 0,4 m dybde (steinet bunn).

b) Ekman-samler dypere strand 2 m dybde (myk strand). I dataene som er eldre enn fra 1998 finnes ofte også andre prøvetakingsdybder.

c) Vanligvis rørhenter.

d) Også pumpe.

e) I hovedsak artsnivå unntatt fåbørstemark, snegler og sviknott.

f) Vårfluer (*Limnephilus luridus*) ikke bestemt.

g) BM = Biomasseverdi; VV = Veid våtvekt, OTV = Organisk tørrvektverdi.

reguleringen, hvor ti faunaer i strandområdet er fulgt på høsten i 1998, 2003 og 2008 i to dybder. Mer detaljerte metodebeskrivelser finnes i årsrapportene for oppfølgingsprosjektet (Lapplands miljöcentral 1999, Puro m.fl. 1999, Aroviita & Hämäläinen 2004, Aroviita 2010). Observasjonene fra oppfølgingsprosjektet ble sammenlignet med observasjonene fra eldre bunndyrstudier i Enaresjøen og i de nærmeste uregulerte innsjøene (tabell 10), samt i de tilfeller dataene var sammenlignbare også med uregulerte innsjøer lenger sør.

Variabler

Bunnfaunaen langs strendene ble analysert med sju indikatorer, som baserte seg på antall, rikdom av og rikdomsforhold mellom arter eller artsgrupper (tabell 11). Rikdommen ble målt som antall individer eller som biomasseestimer.

Spesielt ble de variabler som beskriver bunnfaunaens "tilstand" i strandsonen analysert i samsvar med det som lovverket i EUs rammedirektiv for vann forutsetter. I denne hensikt ble i hovedsak data fra referansesjøer samlet inn fra uregulerte innsjøer i Kajanaland benyttet i vurderingen og de metoder som tidligere er utviklet med disse (Aroviita & Hämäläinen 2008a). For å opprettholde sammenlignbare data ble det benyttet resultater fra tre tilfeldig utvalgte strandområder i Enaresjøen. (P1, K4 og L4). Bunnfaunaens tilstand ble målt med bakgrunn i fem variabler (variablene 3–7; tabell 11), hvorav det ble antatt at hver enkelt beskriver den enkelte klassifiseringsfaktor beskrevet i vedlegg 8.5 i rammedirektivet for vann, nemlig *taksonomisk sammensetning, rikdomsforhold, viktige taksonomiske grupper, forholdet mellom taxa som er følsomme for endringer og taxa som ikke er følsomme for endringer og mangfold*; i denne rekkeføl-

gen (Aroviita & Hämäläinen 2008a). Det økologiske kvalitetsforholdet (ØKF) for hver enkelt variabel som rammedirektivet for vann forutsetter ble beregnet som kvotienten av den observerte verdien og referanseverdien (se Aroviita & Hämäläinen 2008a). Størrelsen på det målte avviket fra referanseverdien tilsvarer graden av svekking av den biologiske tilstanden forårsaket av menneskelig aktivitet, som på ØKF-skalaen varierer mellom 1–0. ØKF-verdiene ble gjort sammenlignbare med kontinuerlig reskalering (se Aroviita ja Hämäläinen 2008a) og av disse ble det beregnet et totalestimat (ØKFgjsn) for bunnfaunaens tilstand som en gjennomsnittsverdi for begge dybdesoner.

Resultater

Dyrelivet langs steinete strender

I 2003 støtte man på totalt 37 taxa og i 2008 totalt 40 taxa langs de steinete strendene i Enaresjøen. Dyrelivet langs de steinete strendene bestod i stor grad av larver av fåbørstemark og fjærmygg (figur 37).

Antall individer langs de steinete strendene i Enaresjøen, spesielt antall larver av døgnfluer og vårfluer (*Limnephilus luridus*), er lavere enn i de uregulerte innsjøene i Kajanaland.

Bunnfaunaens tilstand langs de steinete strendene ble i 2008 klassifisert som "god" og i 2003 som "tilfredsstillende". I 2008 var tilstanden på det laveste (dvs. den avvek mest fra referansesjøene) med bakgrunn i indeksene (TT og PMA) som måler sammensetning og rikdomsforhold, og som plasserer seg i en tilfredsstillende tilstandsklasse. Med bakgrunn i andre variabler ble bunnfaunaen i 2008 klassifisert som god.

Tabell 11. Variabler benyttet for å vurdere bunnfaunaens tilstand i Enaresjøen og de observasjonsår da variabelen kunne analyseres ved tilnærmet å bevare sammenlignbarheten.

Nr.	Variabel	År
1	Antall individer (stk/m ²) ^b	1966, 1971, 1976, 1977, 2003, 2008
2	Organisk tørrvekt (mg/m ²) ^b	1998, 2003, 2008
3	Forekomst av taxa typiske for referansesjøene (TT _{0,4}) ^d	2003 ^a , 2008 ^a
4	Relativ modellikhet (PMA) ^e	2003 ^a , 2008 ^a
5	Forekomst av taksonomiske grupper typiske for referansesjøene (TTR _{0,4}) ^f	1966, 1971, 1976, 1977, 1998, 2003 ^a , 2008 ^a
6	Forholdet mellom taxa følsomme for endringer og ikke følsomme taxa (EPTM) ^f	2003 ^a , 2008 ^a
7	Antall taxa (TaxA)	2003 ^a , 2008 ^a
8	Gjennomsnittsverdi for variablene 3.–7. (ØKFgjsn) ^c	2003 ^a , 2008 ^a

a) Steinete 0,4 m og myk bunn 2 m.

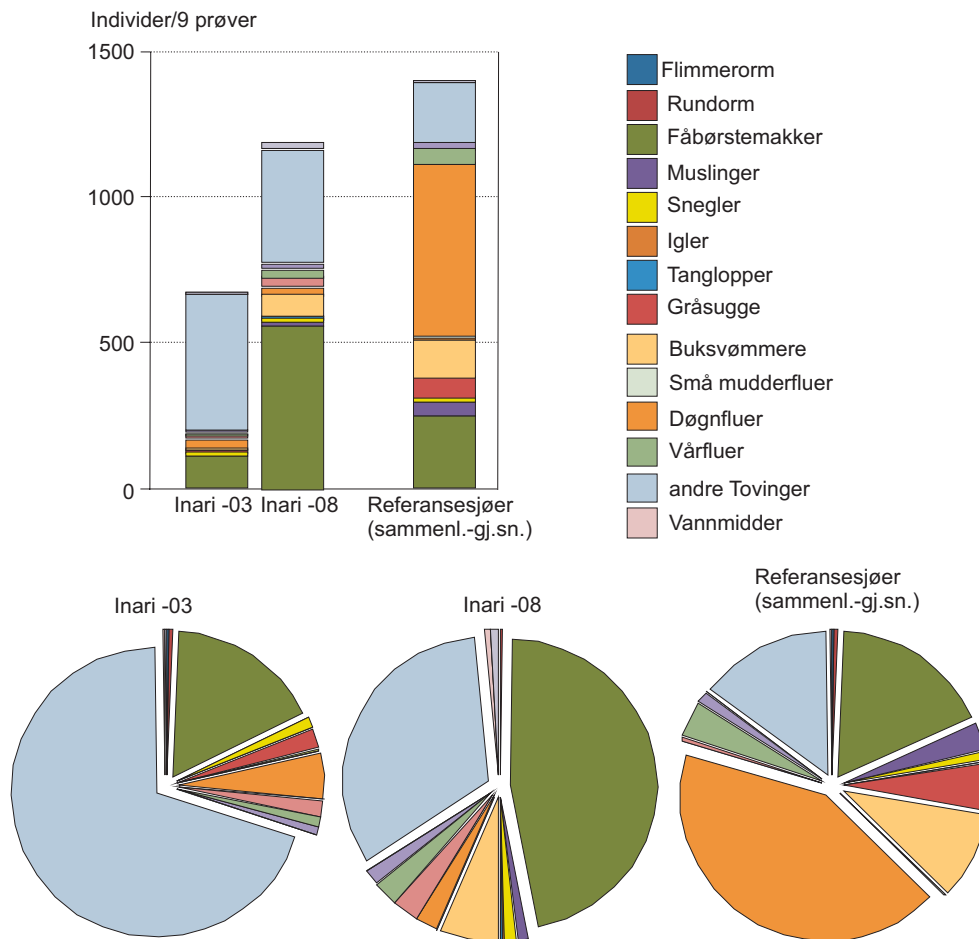
b) Kun myk bunn 2 m.

c) Gjennomsnittsverdien av de sammenlignbare Økologiske KvalitetsForholdene for variablene 3.–7. (Aroviita & Hämäläinen 2008a).

d) Aroviita & Hämäläinen (2008c).

e) Novak & Bode (1992).

f) (Hämäläinen m.fl. 2007), EPTM = forholdet mellom antall døgnfluer, steinfluer og vårfluer (*Limnephilus luridus*) og antall EPT-taxa forskjellige fra disse.



Figur 37. Sammensetningen av dyrelivet langs de steinete strendene i Enaresjøen (2 observasjonsår) og gjennomsnittlig sammenstilling i fem uregulerte referansesjøer i Kajanaland.

Dyrelivet på myk bunn

Tetthetsestimatene for dyrelivet på myk bunn langs Enaresjøens strender har variert mangedobbelte i forskjellige studier (figur 38). Variasjonene i tettheten mellom år har nok i virkeligheten ikke vært så store, da forskjellene også skyldes varierende undersøkelsesmetoder. Heller ikke prøvetakingsstedene har vært de samme, hvilket svekker sammenlignbarheten til resultatene. Totalt sett ser det likevel ut til at det i de totale tetthetene på myk bunn ikke synes noen konsekvent endring. Heller ikke i sammensetningen av dyrelivet synes det som en hovedregel noen konsekvente endringer. Sammenlignet med de uregulerte innsjøene i Kajanaland så er antall døgnfluelarver på dyp strand i Enaresjøen betydelig lavere (figur 38). Døgnfluelarver hadde heller nesten aldri forekommet i Muddusjärvi, og i Nitsijärvi bare i 1976. Tilsammen støtte man på 23 taxa i 2008 og 28 taxa i 2003 på myk bunn på dyp strand. Det totale biomasseestimatet for myk bunn var i 2008 lavere (169 mg AFDW/m²,

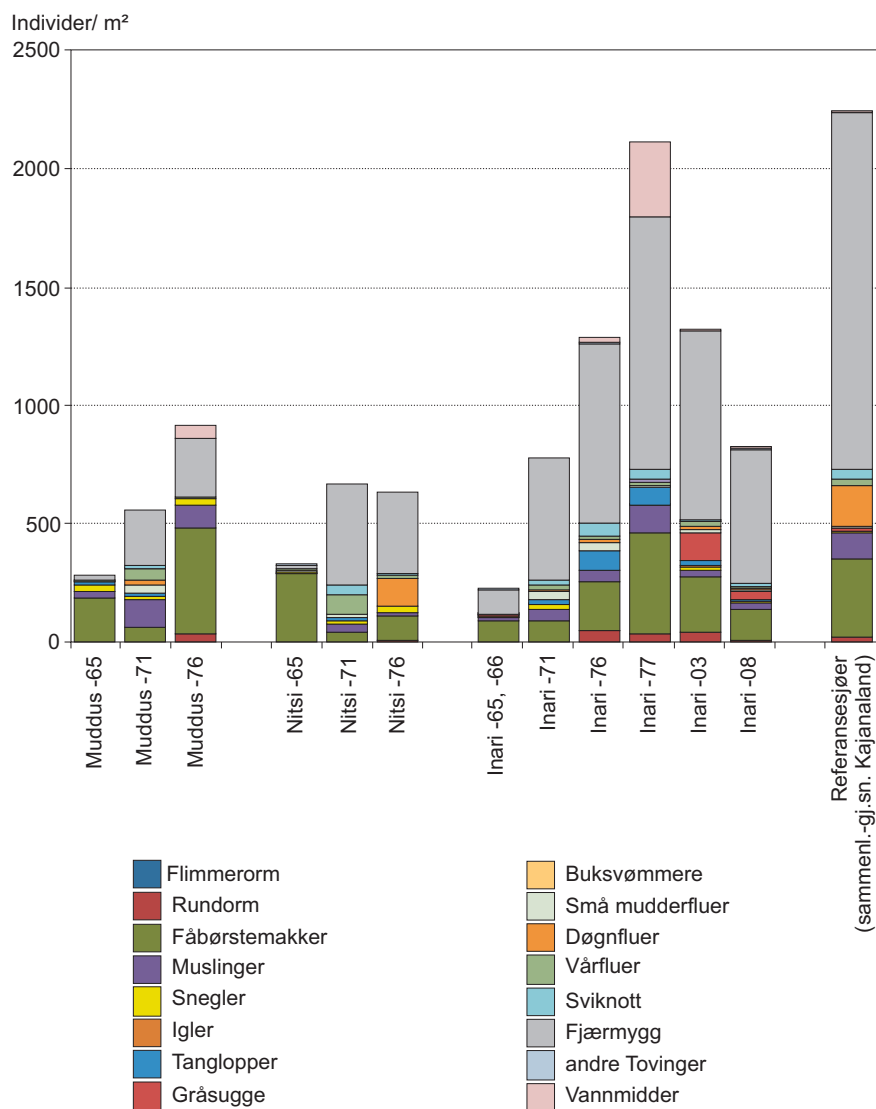
variasjon 20–473) enn i 1998 (498 mg/m², variasjon 88–1 575) og i 2003 (448 mg AFDW/m², 33–872), da biomassen til fåbørstemark (2003) eller fjærmygglarver (2008) var spesielt store.

I gjennomsnitt ble tilstanden til dyrelivet på myk bunn i 2008 klassifisert som tilfredsstillende (ØKF = 0,59). Tilstanden til dyrelivet på myk bunn i Enaresjøen ser altså ut til å være litt bedre enn i 1977 (ØKF = 0,56), men litt dårligere enn i 2003 (ØKF = 0,68).

Også med bakgrunn i TT, PMA og EPTM var tilstanden til dyrelivet på myk bunn tilfredsstillende. Av de typiske gruppene for referansesjøene (TTR) manglet døgnfluer og bløtdyr, men variabelen indikerer likevel utmerket tilstandsklasse. På bakgrunn av antall taxa var tilstandsklassen god.

Den gjennomsnittlige tilstanden til bunnfaunaen i hele strandsonen, dvs. en kombinert tilstand for dybdesonene til steinete strender og myk bunn, ble klassifisert som god både i 2003 og 2008.

Figur 38. Estimat for individtettheten for hver taxongruppe i ulike studieår for dyrelivet på myk bunn på 2 meters dyp i Enaresjøen, Muddusjärvi, Nitsijärvi og i fem uregulerte innsjøer i Kajanaland. Metodene og prøvetakingsstedene varierer i de forskjellige år og tetthetene er ikke sammenlignbare.



Analyse av resultatene og konklusjoner

Bunndyr som næring for fisk

Bunndyrgrupper som har betydning for næringen til fiskene er særlig muslinger, snegler, krepsdyr, skalldyr, døgnfluer og vårfluer (*Limnephilus luridus*) (Tikkanen m.fl. 1989). Estimaten for individtettheten til disse gruppene har i Enaresjøen på 2 meters dyp variert med 78–280 individer m^{-2} , som er litt lavere enn gjennomsnittet (340 individer m^{-2}) i referansesjøene i Kajanaland, men på samme nivå som på 1970-tallet i Nitsi- og Muddusjärvi. Av alle observasjonsår i Enare var tettheten av disse gruppene lavest i 2008.

Med bakgrunn i analysen av de nåværende observasjonsdataene og de gamle dataene lider bunnfaunaen i strandsonen i Enaresjøen i det minste noe av reguleringen.

Det økologiske kvalitetsforholdet til nesten hver eneste analyserte variabel i begge dybdesonene skilte seg i det minste noe fra variasjonen i referansesjøene. I gjennomsnitt lå tilstanden til bunnvegetasjonen i strandsonen på nedre grense av klassen god, eller noe dårligere enn i antatt naturlig tilstand. Den svake reduksjonen i den økologiske tilstanden syntes som en reduksjon i mengden individer og antall taxa og spesielt i sammensetningen av dyrelivet. De observerte avvikene i dyreartene langs strendene i Enaresjøen ligner de observerte reguleringseffektene i andre regulerte innsjøer.

Individtettheten av bunndyrgruppene som har betydning for fiskeføden var i Enaresjøen på samme nivå som en del av referansesjøene i Kajanaland, men i nedre del av tetthetsvariasjonen. Gjennomsnittlig mengde fiskeføde synes likevel å være på samme nivå i Enaresjøen som i uregulerte Muddus- og Nitsijärvi i dataene fra 1970-tallet Unntaket er 2008, hvor næringmengden syntes å være spesielt lav. Resultatene tyder på at reguleringen av vannstanden fortsatt reduserer i det minste noe mengden av bunndyrnæring som fiskene har til rådighet.

De benyttede referansedataene representerer ikke nødvendigvis dyrelivet i en svært stor innsjø i nord som Enaresjøen. Av biogeografiske årsaker kan antall arter i Enaresjøen fra naturens side være mindre enn i innsjøene lenger sør og derfor er det spesielt viktig at observasjonene i fortsettelsen utføres med helt sammenlignbare metoder også i innsjøene i nord.

Med bakgrunn i de nåværende observasjonsresultatene synes ingen konforme endringer i tilstanden til bunnfaunaen i bedre eller dårligere retning (tabell 12). "Tilstanden" til dyrelivet langs strendene i Enaresjøen synes likevel å ha bedret seg i det minste noe fra situasjonen på 1960- og 1970-tallet. Den større mengden tovinger i 2003 kan være en følge av "stabiliseringen" av stranden etter endringen i reuleringspraksisen og økningen i sedimenteringen av organisk materiale. Observasjonsdataene som er samlet inn i tre år er fortsatt for lite til å konstatere pålitelig effektene av endringene i reguleringspraksisen, da en del av endringene sannsynligvis skjer med en forsinkelse og i bunnfaunaen i innsjøene forekommer naturlig årlig variasjon. I fortsettelsen vil det være spesielt viktig å sikre at observasjonene fortsetter for å kunne observere mulige endringer i den økologiske tilstanden i Enaresjøen og spesielt observasjoner av referanseforhold i nord.

Tabell 12. Sammendrag av indikatorer for bunnfaunaen. Den estimerte endringen beskriver tilstanden på 2000-tallet i forhold til observasjonene i referanseperioden (1965–1998).

Nr.	Navn på indikator	Endring i forhold til referanseperioden	Vurdering av eventuell effekt på vassdragets tilstand og bruk
1	Antall individer på 2 m dyp (stk/m ²)	Minsket noe	En viss negativ effekt på fiskenes næringsressurser
2	Organisk tørrvekt på 2 m dyp (mg/m ²)	Minsket noe	En viss negativ effekt på fiskenes næringsressurser
3	Forekomst av taxa typiske for referansesjøene (TT40)	Ingen sammenlignbare data	Ingen sammenlignbare data
4	Relativ modellighet (PMA)	Ingen sammenlignbare data	Ingen sammenlignbare data
5	Forekomst av taksonomiske grupper typiske for referansesjøene (TTR0,4)	Ingen endring	Ingen effekt
6	Forholdet mellom taxa følsomme for endringer og ikke følsomme taxa (EPTM)	Ingen sammenlignbare data	Ingen sammenlignbare data
7	Antall taxa (TaxA)	Ingen sammenlignbare data	Ingen sammenlignbare data

8. Fiskebestander og fiske

Erno Salonen

Materiale og metoder

Det er samlet inn data om fiskefangstene i Enaresjøen siden 1965 (Toivonen 1966). De sammenlignbare analyseperiodene over antall fiskere, utsetting av fisk, fangst per enhet og variable basert på fangstprøver starter på 1970–1980-tallet (tabell 13). Etter det forpliktende vedtaket om Enaresjøen (27.11.1975) er de årlige grunndataene samlet og rapportert på initiativ fra Vilt- og fiskeriforskningsinstituttet (RKTL). Ut i fra intervjuer gjort av fiskere på sekstitallet og utfyllende statistikker fra fiskehandelen er situasjonen når det gjelder fiskefangster vurdert retrospektivt allerede før regulering av innsjøen, fra perioden 1935–1940. Som referanseperiode er det brukt i hovedsak en tidsserie som strekker seg til 1999, og i tillegg er gjennomsnittsverdiene på 2000-tallet og i de siste fem årene analysert separat.

Resultater

Fiskefangster og antall fiskere

Enaresjøens historiske totalfangst som var vanlig før reguleringen var på anslagsvis 250 tonn i perioden 1935–1940 (Toivonen 1966). Som følge av reguleringen sank totalfangsten på slutten av 1960-tallet til 80 tonn på det laveste. Med Högsta Förvaltningsdomstolens forpliktende vedtak (1975) ble fiskeoppdretts- og utsettingsvirksomheten i Enaresjøen, som tidligere ble drevet i liten skala, utvidet kraftig og fangstene begynte også etterhvert å vokse.

Nykommeren lagesild begynte å påvirke fangststatistikken fra midten av 1980-tallet. På det meste i 1989 bidro fangsten av lagesild på over 300 tonn også til å øke den totale fangsten i innsjøen til rekordhøye 560 tonn. Samme år bidro også det effektive fisket av sik med store ruser og de gode fangstene av rovfisk med rødt kjøtt til å øke totalfangsten (figur 39).

Tabell 13. Variabler og indikatorer benyttet i analysen og tidsserien til disposisjon.

Variabel	Indikator	Tidsseriens lengde
Fiskefangst	Samlet fiskefangst (kg)	1935–2009
	Fangst av rovfisk med rødt kjøtt (kg)	1935–2009
Antall fiskere	Antall yrkesfiskere	1987–2009
	Antall fiskere som fisker til eget bruk	1987–2009
	Antall sportsfiskere (tilreisende)	1987–2009
Utsetting av fisk	Utsetting av sik (sommergml., stk)	1975–2009
	Utsetting av ørret (2–4 år, stk)	1976–2009
	Utsetting av røye (2–3 år, stk)	1978–2009
	Utsetting av røye (1 år, stk)	1996–2009
Fangst per enhet	Sikfangst per garn (g/garndøgn)	1977–2009
	Ørretfangst per garn (g/garndøgn)	1977–2009
	Røyefangst per garn (g/garndøgn)	1977–2009
	Lagesildfangst per garn (g/ garndøgn)	1985–2009
Gjennomsnittsvekt på fanget fisk	Gjennomsnittsvekt for sik (prøver fra storruser, g)	1986–2008
	Gjennomsnittsvekt for ørret (alle prøver, g)	1984–2008
	Gjennomsnittsvekt for røye (alle prøver, g)	1995–2008

Selv om lagesildfangsten falt drastisk på begynnelsen av 1990-tallet, så sank ikke gjennomsnittsfangsten i ti-året mye fra gjennomsnittet på 1980-tallet.

Den samlede fangsten av ørret og røye, som er opprinnelige, naturlige rovfiskarter med rødt kjøtt i Enaresjøen, ble anslått til 47,5 tonn før reguleringen (Toivonen 1966). Også fangstene av rovfisk falt drastisk da reguleringen startet til 7–8 tonn på 1960-tallet.

Innsjølaks er satt ut siden 1971 og canadarøye siden 1972 (Salonen & Mutenia 2007), og etter perioden 1977–1979 omfatter den samlede fangsten av rovfisk med rødt kjøtt fire fiskearter (figur 40).

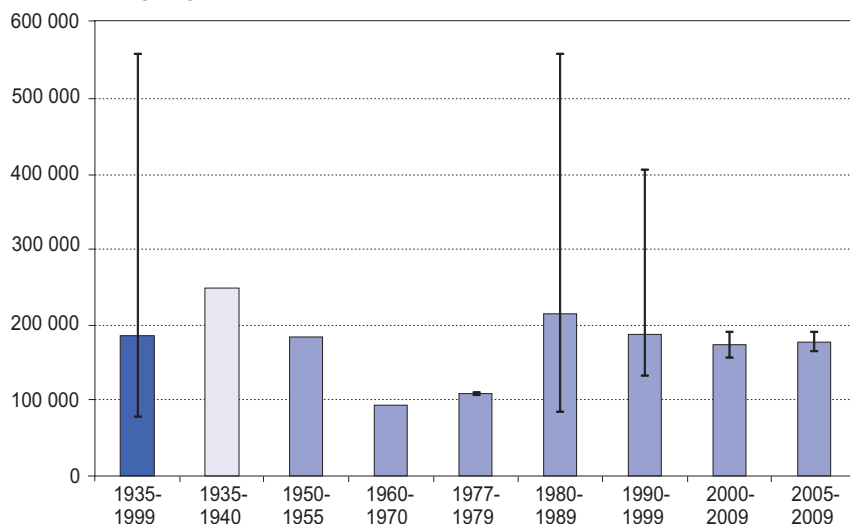
Effekten av utsettingen begynte å synes allerede i statistikken på slutten av 1970-tallet, men spesielt på 1980-tallet økte fangstene av rovfisk kraftig, delvis takket være gode næringsforhold og en større lagesildbestand. Da bestanden av lagesild falt drastisk på begynnelsen av 1990-tallet, falt også fangstene av rovfisk til et lavmål på begynnelsen av 1990-tallet.

Situasjonen endret seg på 2000-tallet da bestanden av dvergsik og lagesild tok seg kraftig opp. På 2000-tallet ble det oppnådd gode resultater med vellykkede utsettingstiltak, som med den gode lagesildbestanden gjenspeilet seg i store fangster av rovfisk med rødt kjøtt (figur 40).

Den samlede fiskefangsten i Enaresjøen på 2000-tallet har stabilisert seg på et nivå på 170–180 tonn. Variasjonen fra år til år på 2000-tallet har vært svært liten sammenlignet med tidligere (figur 39).

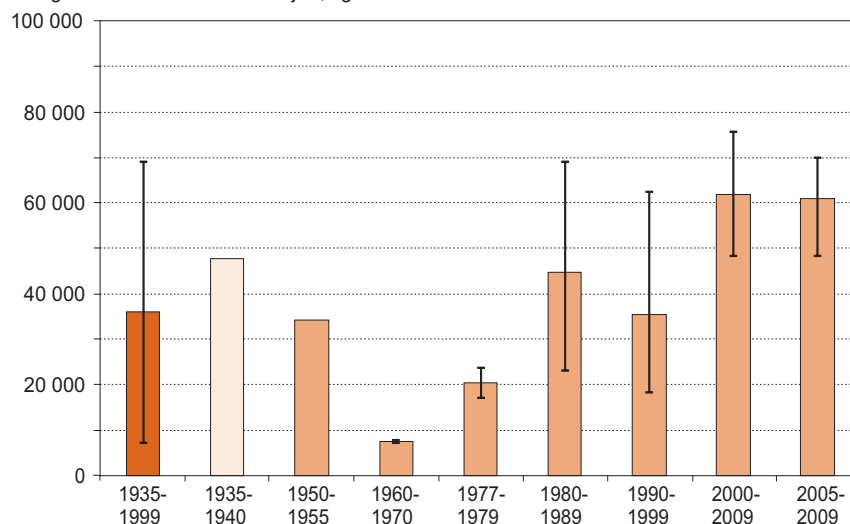
I denne rapporten kunne fiskemengdene bare analyseres for en ganske kort, sammenlignbar periode. På slutten av 1980-tallet under "rovfiskeboomen" var antallet yrkesfiskere svært høyt. Etter den drastiske nedgangen i lagesildbestanden og etter at den store entusiasmen for fiske av sik med storruser hadde lagt seg, sank antall yrkesfiskere på 1990-tallet. På 2000-tallet har antall fiskere som kan klassifiseres som yrkesfiskere i fangststatistikken stabilisert seg på 15.

Samlet fiskefangst, kg



Figur 39. De samlede fiskefangstene i Enaresjøen i ulike analyseperioder. Som referanseperioder er benyttet både perioden fram til 1999 og perioden 1935–1940 som rårde før innsjøen ble regulert. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyse-perioden.

Fangsten av rovfisk med rødt kjøtt, kg



Figur 40. Fangstene av rovfisk med rødt kjøtt (ørret, røye, innsjølaks, canadarøye) i ulike analyseperioder. Som referanseperioder er benyttet både perioden fram til 1999 og perioden 1935–1940 som rårde før innsjøen ble regulert. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden.

Det er ført statistikk over lokale fiskere, som fisker kun til eget bruk, siden 1987, da Forststyrelsen begynte å innvilge gratis fisketillatelse til lokale husstander (Salonen 1992). Antall husholdninger som fisker i Enaresjøen har holdt seg ganske stabilt under hele analyseperioden. På 2000-tallet har ca. 900 husholdninger deltatt i fisket.

Antall tilreisende sportsfiskere var på sitt høyeste på slutten av 1980-tallet da rovfiskbestanden var god og lagesildfisket var på sitt mest populære. Reduksjonen i fangstene av disse fiskeartene på begynnelsen av 1990-tallet reduserte også antall sportsfiskere. Forbedringen i rovfiskbestanden på 2000-tallet har igjen ført til økning i besøkstallet.

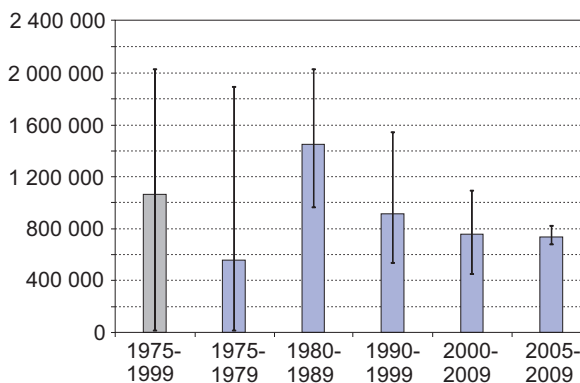
Utsetting av fisk

Med det forpliktende vedtaket til Högsta förvaltningsdomstolen i 1975 var man pålagt å sette ut én million sommergammel sik. Til å begynne var mengdene større og på hele 1980-tallet 1–2 millioner småsik (figur 41). Med bakgrunn i anbefalinger fra studien sluttet man først å sette ut den for området fremmede sikarten planktonsik og senere ble også utsettingen av bunnisk redusert (Salojärvi & Mutenia 1989, 1994). Utsettingen av sik i Enaresjøen har på 2000-tallet stabilisert seg på et nivå på 750 000 sommergammel fisk. Dette utsettningsnivået er også preliminært med i planene for pålagt utsetting i Enaresjøen for årene 2011–2015.

Pålegget når det gjelder ørret i Enaresjøen er 100 000 stk vandringsklar ørret eller innsjølaks. I praksis er utsettingen gjort med 2–4 år gammel fisk. Utsettingen av ørret nådde nivået pålegget setter på 1980-tallet. Med bakgrunn i anbefalinger fra studien utført av Marttunen m.fl. (1997) ble grensen for overdrevent store mengder utsatt fisk i forhold til innsjøens næringsressurser fra og med 1997 fastsatt til et nivå på 60 000–80 000 fisk, og utsettingen av ørret har også på 2000-tallet vært på samme nivå (figur 42). Samme utsettningsnivå finnes fortsatt i planene for pålagt utsetting for årene 2011–2015.

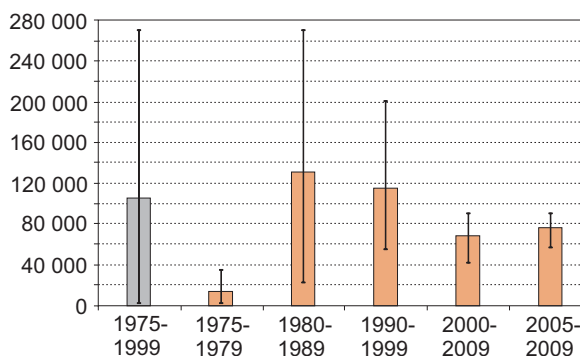
Ifølge det forpliktende vedtaket må det settes ut 250 000 sommergammel røye eller nordamerikansk canadarøye (Salonen & Mutenia 2007) årlig i Enaresjøen. I praksis er utsettingen av røye gjort med 2–3 år gammel fisk, hvilket betyr at det utsatte antallet av større fisk bare er en brøkdel av antallet sommergamle. På 2000-tallet er da også størstedelen av de røyer som er satt ut 1 år gamle (figur 43) og i følge planen om pålagt utsetting for 2011–2015 skal alle røyer som settes ut være 1 år gamle.

Utsettingen av sik, stk sommergammel



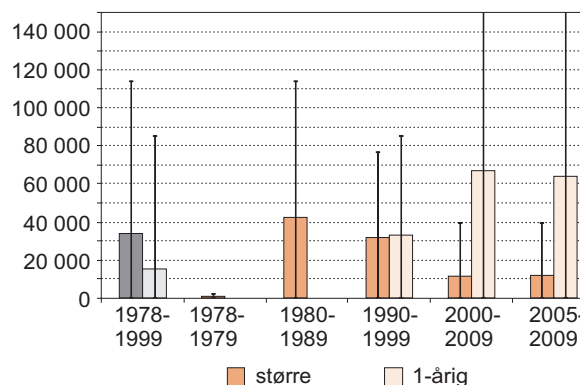
Figur 41. Antall sommergamle sik utsatt i Enaresjøen i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden.

Utsettingen av ørret, stk 2-4-årige



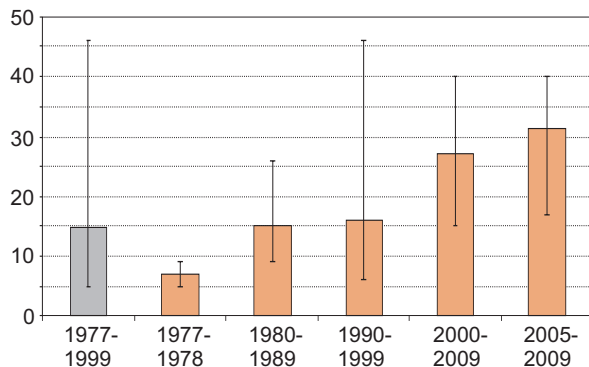
Figur 42. Antall ørreter (2–4-årige) utsatt i Enaresjøen i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden.

Utsettingen av røye, stk



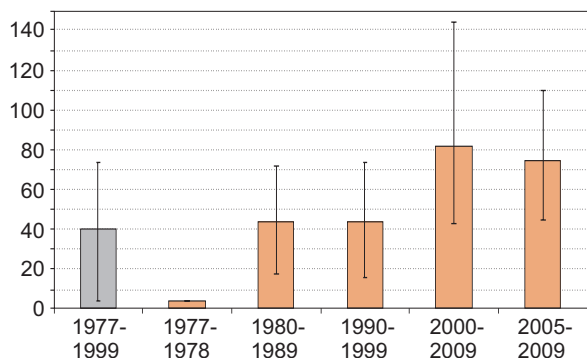
Figur 43. Antall røyer utsatt i Enaresjøen fordelt på større (2–3-årige) og 1-årig settefisk i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden.

Røyefangsten per garn, g/døgn



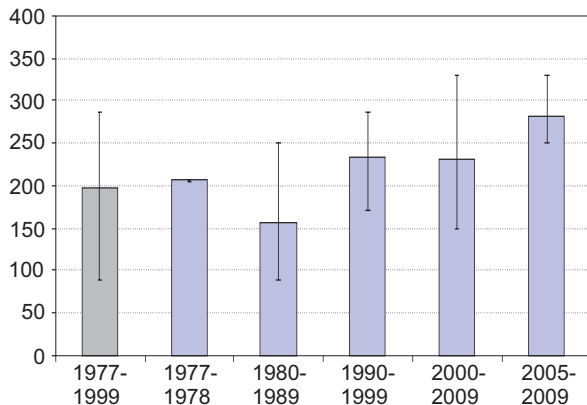
Figur 44. Røyefangsten per enhet (gram/garndøgn) ved bunn-garnfiske med bakgrunn i bokføringen av fisket i Enaresjøen i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden.

Ørretfangsten per garn, g/døgn



Figur 45. Ørretfangsten per enhet (gram/ garndøgn) ved bunn-garnfiske med bakgrunn i bokføringen av fisket i Enaresjøen i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden.

Sikfangsten per garn, g/døgn



Figur 46. Sikfangsten per enhet (gram/ garndøgn) ved bunn-garnfiske med bakgrunn i bokføringen av fisket i Enaresjøen i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden.

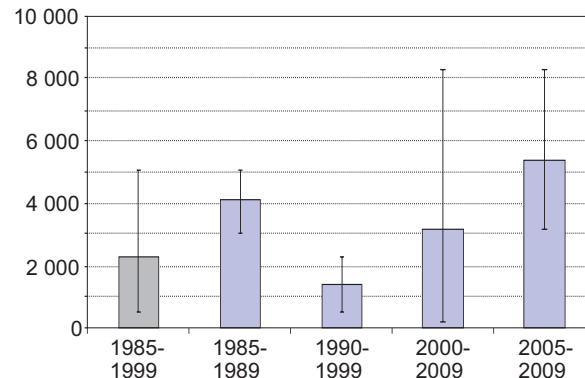
Fangst per garn

Røyefangsten per garn ved bunn-garnfiske var på slutten av 1970-tallet svært liten, mindre enn 10 gram per døgn (figur 44). Etter at utsettingen kom i gang på 1980-tallet økte fangsten per garn til omtrent det dobbelte, men falt drastisk igjen på 1990-tallet. På hele 2000-tallet har røyefangsten per enhet vært temmelig god, og den steg til det dobbelte i sluttårene av perioden sammenlignet med gjennomsnittsverdiene på 1980- og 1990-tallet (figur 44). Overgangen til å sette ut 1 års settefisk ser ut til å ha vært vellykket, idet minste når tilgangen til næring er god (sammenlign figur 43 og 44).

Ørretfangsten per enhet ved bunn-garnfiske var de siste årene på 1970-tallet svært liten, under 5 gram (figur 45). Ankomsten av lagesilden som en ny næringsressurs i innsjøen og økningen i mengden utsatt fisk på 1980-tallet førte raskt til økte ørretfangster. Også ørretfangsten per enhet sank på 1990-tallet med den dårligere nærings-situasjonen, men begynte sakte å øke igjen på slutten av tiåret. Dermed holdt gjennomsnittsverdien for fangst per enhet på 1990-tallet seg på nesten samme nivå som gjennomsnittsverdien på 1980-tallet. På hele 2000-tallet har ørretfangsten per garn vært temmelig god, i gjennomsnitt det dobbelte sammenlignet med 1980- og 1990-tallet (figur 45).

Sikfangsten per garn er preget av å være jevn i hele analyseperioden (figur 46). Gjennomsnittlig fangst per enhet i alle periodene har holdt seg på 150–300 gram. Fangsten av sik av såkalt normal størrelse i Enaresjøen består av ulike sikarter ("riika" og bunnsik). Av disse ble "riikasik" vurdert til å lide mest av reguleringsulempene og sikfangsten har da også de siste årtier bestått i hovedsak av bunnsik (Toivonen

Lagesildfangsten per garn, g/ døgn



Figur 47. Lagesildfangsten per enhet (gram/ garndøgn) ved bunn-garnfiske under høstens gytefiske med bakgrunn i bokføringen av fisket i Enaresjøen i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden.

1966, Salonen m.fl.1996). Sikfangsten per garn kan ikke benyttes til å beskrive hele størrelsen på sikbestanden, men bare størrelsen på delbestanden som går i garn av en viss størrelse.

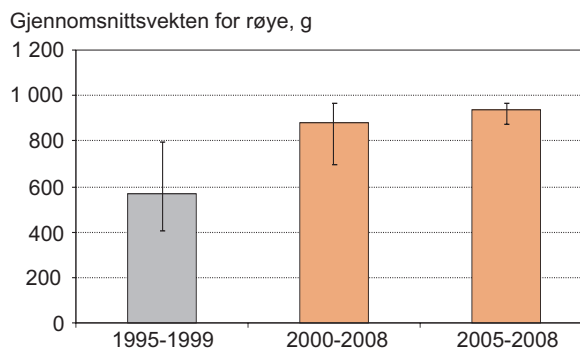
Lagesildbestanden var spesielt stor på slutten av 1980-tallet (figur 47). Fangsten per garn var da ca. 4 kilo, men med kollapsen i bestanden falt fangsten per enhet og var på sitt laveste på begynnelsen av 2000-tallet. Fram til midten av 2000-tallet hadde lagesildbestanden begynt å vokse på nytt og gjennomsnittlig fangst per enhet i perioden 2005–2009 steg til over 5 kilo. Dette overskrider til og med nivået i den forrige rekordperioden. Lagesildfangsten per garn avspeiler størrelsen på gytebestanden som fanges med grovmaskede lagesildgarn sent på høsten under gytefisket. Fisket etter lagesild har likevel minsket. Lagesildens betydning som förfisk for rovfisk med rødt kjøtt på 2000-tallet er fortsatt stor.

Gjennomsnittsvekt

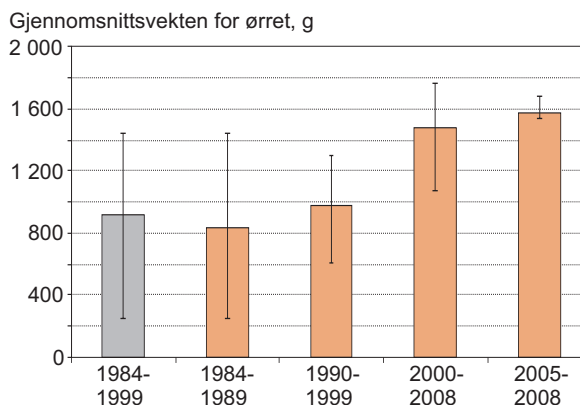
Data over gjennomsnittsvekt på røye finnes bare for en kort analyseperiode. Den dårlige næringsssituasjonen ble reflektert i størrelsen på fisken som ble fisket i perioden 1995–1999, da gjennomsnittsvekten på den røye som ble tatt som prøvafisk var bare så vidt over 0,5 kilo. Med bedringen i næringsssituasjonen nærmet gjennomsnittsvekten seg én kilo på slutten av 2000-tallet (figur 48).

Også for ørreten sin del har veksten og størrelsen på den fisk som ble fisket på 2000-tallet vært på et bra nivå: gjennomsnittsstørrelsen på fangsten har økt fra cirka én kilo til 1,5 kilo med bakgrunn i prøvematerialet som omfatter all fangst (figur 49). Den gode lagesildbestanden, vellykket utsettingsvirksomhet og bruk av garn med tilstrekkelig stor maskevidde har sikret at utviklingen i størrelsen på ørreten har vært gunstig.

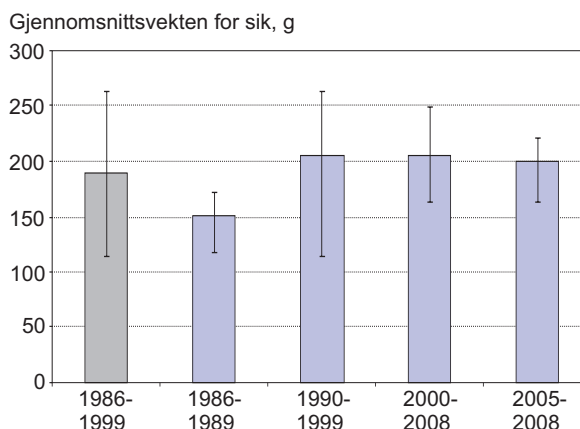
Gjennomsnittsvekten på sik ble analysert ut i fra fangstprøvedata med storruse siden 1986. Siken var liten, i gjennomsnitt 150 g, på slutten av 1980-tallet (figur 50) på grunn av bestanden som hadde vokst seg stor. Med det omfattende fisket med storruse og med reduksjonen i utsettingen av sik, minsket sikbestanden slik at gjennomsnittsstørrelsen på fiskene økte på 1990-tallet (Salonen m.fl. 1996). Tilstanden til sikbestanden har senere holdt seg temmelig stabil etter at utsettingen av bunnsik og fisket etter sik flatet ut. Gjennomsnittsvekten på siken ser ut til å ha stabilisert seg på 200 gram på 2000-tallet.



Figur 48. Gjennomsnittsvekten for røye med bakgrunn i fangstprøver (alle fangster) i Enaresjøen i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden.



Figur 49. Gjennomsnittsvekten for ørret med bakgrunn i fangstprøver (alle fangster) i Enaresjøen i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden.



Figur 50. Gjennomsnittsvekten for sik med bakgrunn i fangstprøver tatt med storruser i Enaresjøen i ulike analyseperioder. Høyden på søylen viser indikatorens gjennomsnittlige verdi og linjen viser variasjonen i analyseperioden.

Sammendrag

Regulering, utsetting av lagesild, omfattende pålegg om utsetting av fisk og et fiske i endring har påvirket det akvatiske økosystemet i Enaresjøen i stor grad og spesielt fiskene. De samtidige effektene av flere ulike faktorer har forsterket trenden i endringene ytterligere. For eksempel økte ørretfangstene kraftig på 1980-tallet. Med den tidligere ankomne nye før-fiskressursen, økte lagesildbestanden og utsettingen av fisk bidro til å produsere betydelig mer ørret å fiske i innsjøen. I tillegg til lagesild skjedde utsettingen av to nye fiskearter, innsjølaksen og canadarøyen, på et tidspunkt da det også for nye rovfiskarter var tilstrekkelig med før-fisk i innsjøen. Samtidig ble fisket styrket betraktelig.

I følge de fleste analyserte fiskeindikatorer, flatet den økende utviklingstrenden ut på begynnelsen av 1990-tallet med det drastiske fallet i lagesildbestanden. Spesielt når det gjelder antall fiskere og fangstene av rovfisk med rødt kjøtt samt lagesild var den synkende trenden dramatisk fra slutten av 1980-tallet. Når det gjelder fangstene per enhet og gjennomsnitts-

vektene, flatet gjennomsnittsverdiene seg ut på 1980- og 1990-tallet og endringene synes derfor ikke så tydelig i disse.

Utviklingen i fiskebestandene og fiskefangstene begynte å stige på begynnelsen av 2000-tallet for flere indikatorer sin del. Fangstene av fisk med rødt kjøtt og fangstene per enhet samt gjennomsnittsvekten på den fisk som ble fanget og lagesildfangstene per enhet er på 2000-tallet større enn noen gang tidligere under analyseperioden.

Antallet sik og ørret som er satt ut er redusert. I utsettingen av røye har man gått over fra større (2–3 år) settefisk og helt over på 1 år gamle (tabell 14). Stabiliseringen i utsettingen av sik og i fisket har også holdt sikfangstene per enhet og gjennomsnittsvekten stabil på 2000-tallet. Det er inntil videre ikke større endringer i vente på 2010-tallet når det gjelder pålagte utsetningsmengder og pålagt overvåking.

Den gunstige utviklingen i fangstene av rovfisk med rødt kjøtt som er konstatert her ser ikke ut til å fortsette lenger, da fangstene av alle disse ble mindre allerede i 2009.

Tabell 14. Endringer i fiskeindikatorene og effektene av endringene på 2000-tallet i forhold til referanseperioden som slutter i 1999.

Nr.	Variabel	Indikator	Endring i forhold til referanseperioden	Vurdering av eventuell effekt på vassdragets tilstand og bruk
1	Fiskefangst	Samlet fiskefangst (kg)	Ingen endring	Ingen effekt
2		Fangst av rovfisk med rødt kjøtt (kg)	Økt svært mye	Stor positiv effekt
3	Fangsten per enhet	Røyefangst per enhet (g/garndøgn)	Økt svært mye	Stor positiv effekt
4		Ørretfangst per enhet (g/garndøgn)	Økt svært mye	Stor positiv effekt
5		Sikfangst per enhet (g/garndøgn)	Økt moderat	Moderat positiv effekt
6		Lagesildfangst per enhet (g/garndøgn)	Økt svært mye	Stor positiv effekt
7	Gjennomsnittsvekten på fanget fisk	Gjennomsnittsvekten for røye (g)	Økt svært mye	Stor positiv effekt
8		Gjennomsnittsvekten for ørret, (g)	Økt svært mye	Stor positiv effekt
9		Gjennomsnittsvekten for sik (storruse, g)	Ingen endring	Ingen effekt
10	Antall fiskere	Antall yrkesfiskere (personer)	Sunket svært mye	Stor negativ effekt (antall og sammensetningen av fiskebestanden (sik))
11		Antall fiskere som fisker til eget bruk (husholdninger)	Økt noe	En viss positiv effekt (antall)
12		Antall sportsfiskere (personer)	Sunket noe	En viss negativ effekt (antall)
13	Utsetting av fisk	Utsetting av sik (sommerglass, stk)	Minsket noe	Effektene synes i indikatorene 5, 9, 10 og 11
14		Utsetting av ørret (2–4 år, stk)	Minsket noe	Effektene synes i indikatorene 4, 8, 11 og 12
15		Utsetting av røye (1 år, stk)	Økt svært mye	Effektene synes i indikatorene 3 og 7
16		Utsetting av røye (2–3 år, stk)	Minsket svært mye	



Figur 51. Enaresjøens mest ettertraktede fangstfisk er ørret (foto Erno Salonen).

9. Sammendrag og vurdering av den totale tilstanden

Endringer i tilstanden og bruken i årene 2000–2009 sammenlignet med referanseperioden

Det totale bildet av situasjonen i det første tiåret på 2000-tallet i forhold til referanseperioden 1960–1999 er temmelig positiv. Endringen som er observert i totalt 22 indikatorer har vært positiv. Negativ endring er observert i 9 indikatorer, hvorav størstedelen har dreid seg om små endringer. Når det gjelder vassdragets tilstand og bruken har de fleste positive endringene skjedd i fiskebestandene, hvor det i sju indikatorer av ni har skjedd en positiv endring. Også indikatorene som beskriver reguleringen viser forbedring: i seks av ti indikatorer har utviklingen vært positiv. Flest negative endringer har skjedd i vannkvaliteten og i bunnfaunaen.

Endringene i indikatorene som beskriver de hydrologiske forholdene er knyttet til den globale oppvarmingen. Gjennomsnittstemperaturen om sommeren både i overflatevannet og i hele vannsøylen har steget betydelig i hele analyseperioden 1960–2009 og i første tiår på 2000-tallet. Også lengden på den isfrie perioden har økt, istykkelsen på forvinteren har blitt tynnere og vanntilsiget i november-april har økt.

Nedenfor gås indikatorene igjennom enkeltvis når det gjelder de ulike faktorens mulige effekter på variabelens tilstand og på mulige utviklingstrender observert i denne eller på enkeltstående avvikende observasjoner.

- **Regulering:** I løpet av de siste ti årene har man i reguleringen strebet etter på den ene siden å øke de laveste vannstandsverdiene om sommeren og på den annen side redusere de høyeste vannstandsverdiene. De klareste positive effektene av dette synes i form av en reduksjon i de høyeste vannstandsverdiene samt ved at vannstanden stadig oftere har vært på et bra nivå med tanke på rekreasjonsbruken. Målsettingen om redusert vannstand etter sommerens flomtopp har blitt realisert ganske bra.
- **Utslipp:** Fosforutslippet fra punktkilder som renner ut i innsjøen har minsket klart på 2000-tallet, men nitrogenutslippet har økt. Andelen utslippet fra punktkilder utgjør av det totale utslippet av næringsstoffer i innsjøen er likevel svært liten.
- **Vannkvalitet:** Oppvarmingen av bunnvannet om vinteren har svekket oksygenforholdene i bunnvannet i de mindre dypvannsområdene i Vasikkaselkä.

For hele innsjøens del har dette likevel svært liten betydning. Reduksjonen i innholdet av klorofyll a, som beskriver algemengden, kan anses for å være positiv med tanke på vannkvaliteten, men på den annen side kan reduksjonen i grunnproduksjonen i den næringsfattige innsjøen være negativ med tanke på fiskeproduksjonen.

- **Vegetasjon:** Små positive endringer, i dybdene hvor snellesonen og bunnplantene (med bladrosett på bunnen) forekommer samt de økte forekomstene av arter følsomme for endringer og av store bunnplanter, kan reflektere at reguleringspraksisen er utviklet i mer økologisk retning.
- **Bunnfauna i strandsonen:** Ingen utvikling som kan kobles til endringen i reguleringspraksis kan observeres. Dyrelivet langs strendene i Enaresjøen synes fortsatt å lide i det minste noe av reguleringen av vannstanden og det kan ha negativ effekt på næringsressursene til fiskene. På den annen side er Enaresjøen fra naturens side næringsfattig, og dermed er tettheten av bunndyr naturlig nok lav.
- **Fiskebestander:** I det første tiåret på 2000-tallet har fangstene av rovfisk med rødt kjøtt, fangstene per enhet og gjennomsnittsvekten av de fangede fiskene vært store. Spesielt gode næringsforhold (lagesild) og vellykket fiskeutsetting har påvirket situasjonen for fiskebestandene. I situasjonen til fiskebestandene er det likevel tegn på en dårligere utviklingstrend ved inngangen til 2010-tallet spesielt når det gjelder rovfisk med rødt kjøtt.
- **Fiske:** Den klare nedgangen i antall yrkesfiskere kan anses for å være en negativ endring. Med reduksjonen i fiskepresset kan spesielt sikbestandene bli tettere og veksten forsinkes. Også lagesildbestanden kan lide av for lite fiske.
- **Utrasinger av strender og erosjonssikring:** Den klare reduksjonen i strender som raser ut kan anses som en positiv endring for organismene i strandsonen og rekreasjonsbruken, men på den annen side kan økningen i antall erosjonssikrede strender stedvis ha negativ effekt på villmarksjøens landskapsbilde.

Den økologiske tilstanden på 2000-tallet

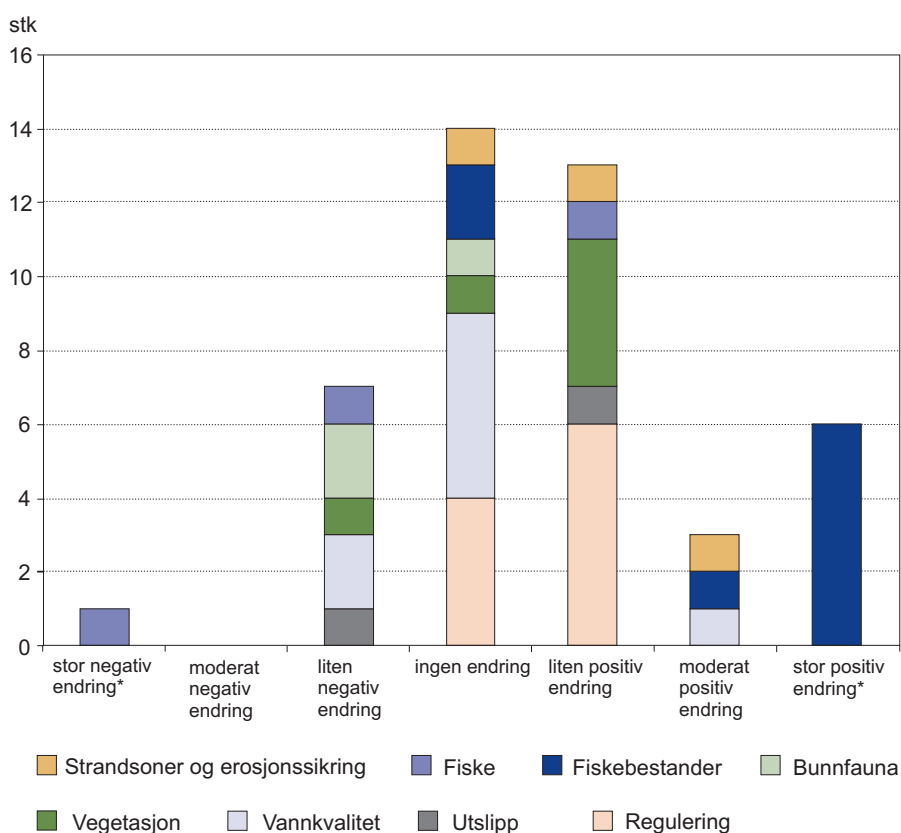
Den økologiske tilstanden til Enaresjøen er vurdert i forbindelse med utarbeidelsen av vannforvaltningsplanen for vannforvaltningsområdet Tana–Näätämöjoki–Pasvikelva i årene 2008–2009 (Lapplands miljöcentral 2009). I den første planperioden ble klassifiseringen av innsjøens økologiske tilstand gjort i hovedsak med generelle indikatorer som beskriver forholdene på åpent vann. Med bakgrunn i disse generelle indikatorene som benyttes i vannforvaltningen er Enaresjøens tilstand utmerket for alle indikatorers del unntatt for indikatoren som beskriver den hydrologisk-morfologiske tilstanden (figur 52).

I prosjektet for vurdering av den økologiske tilstanden til regulerte innsjøer (Keto m.fl. 2008) ble det utviklet indikatorer for vannvegetasjonen og for bunnfaunaen og fiskebestanden i strandsonen. Observasjonsdataene som er samlet fra Enaresjøen muliggjør en vurdering av innsjøens økologiske tilstand med bakgrunn i disse indikatorene når det gjel-

der bunnfaunaen og vannvegetasjonen i strandsonen (tabell 15). Den gjennomsnittlige tilstanden til vannvegetasjonen ble klassifisert som utmerket. Den gjennomsnittlige tilstanden til bunnfaunaen i strandsonen ble på 2000-tallet klassifisert som god, selv om verdiene for de økologiske kvalitetsforholdene var på nedre grense for tilstandsklasse god og nær tilfredsstillende.

Hydrologisk sett avvikende år og forskjellene i benyttede metoder gjør det vanskelig å gjøre konklusjoner for vannplantenes og bunndyrenes del. Av vesentlig betydning for å kunne observere biologiske endringer er å sikre at observasjonene fortsetter. For å kunne observere effektene av klimaendringene må også ressursene for å overvåke den hydrologiske kvaliteten og vannkvaliteten sikres. En analyse basert på indikatorer for utviklingen av Enaresjøens tilstand må også i fortsettelsen utføres regelmessig f.eks. med fem års mellomrom.

Figur 52. Sammendrag av endringene i indikatorene for Enaresjøens tilstand og bruk i perioden 2000–2009 sammenlignet med referanseperioden 1960–1999.



Tabell 15. Sammendrag av Enaresjøens økologiske tilstand på 2000-tallet.

Faktor	Indikatorer brukt i 1. runde av vannforvaltningen	Indikatorer for strandsonens tilstand (Keto m.fl.)
Hydrologisk-morfologisk tilstand	God	-
Vannkvalitet	Utmerket	-
Grønnalger	Utmerket	-
Vannvegetasjon	Utmerket	Utmerket
Bunnfauna	Utmerket (dypt vann)	God
Fiskebestand	Utmerket	Ikke tilstrekkelig med data
Totaltilstand	God	God

Kilder

- Ahola, M., Kerätär, K., Riihimäki, J. & Hellsten, S. (2004): Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen – koealojen seuranta tutkimus vuonna 2003 (Effektene av Enaresjøens regulering og endringen av denne på strandsonens mangfold - oppfølgingsstudie av prøvearealer 2003). Finlands miljöcentral, Integrert forskningsprogram for vannområder, Vann- og økoteknisk gruppe. Opptrykk 30 s.
- Alasaarela, E. Hellsten, S. Keränen, R., Kurttila, T. & Riihimäki, J. 1993. Säännöstelyjen järvien rantojen kunnostuksen ja hoidon periaatteet – esimerkkinä Oulujoen vesistö (Prinsipper for istandsetting og forvaltning av strender langs regulerte innsjøer – Oulujoki-vassdraget som eksempel). Vatten - och miljöförvaltningens publikasjoner A 145. 91 s.
- Aroviita, J. 2010. Säännöstelyn kehittämisen vaikutukset Inarijärven rantavyöhykkeen pohjaeläimistöön: vuoden 2008 seurannan tulokset (Effekten av utviklingen av reguleringen på bunnfaunaen i Enaresjøens strandson: resultater fra observasjonene i 2008). Rapport, Finlands miljöcentral. 27 s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=121518&lan=fi>
- Aroviita, J., Hämäläinen, H. 2004. Inarijärven säännöstelyn kehittämisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen ja tuottokykyyn – vuosien 1998 ja 2003 pohjaeläinseurannan tulokset (Effekten av utviklingen av reguleringen av Enaresjøen på mangfoldet og produksjonsevnen i strandsonen – resultatene fra observasjonene av bunnfaunaen i 1998 og 2003). Rapport, Jyväskylä universitet. 23 s.
- Aroviita, J. & Hämäläinen, H. 2008a. Pohjaeläimet (Bunndyr). I publikasjonen: Keto, A., Sutela, T., Aroviita, J., Tarvainen, A., Hämäläinen, H., Hellsten, S., Vehanen T. & Marttunen, M. 2008. Säännöstelyjen järvien ekologisen tilan arviointi (Vurdering av den økologiske tilstanden til regulerte innsjøer). Suomen ympäristö 41/2008: 29–61 (Publikasjon i serien Miljön i Finland).
- Aroviita, J. & Hämäläinen, H. 2008b. The impact of water level regulation on littoral macroinvertebrate assemblages in boreal lakes. *Hydrobiologia* 613: 45–56.
- Hellsten, S., Palomäki, R., Järvinen, E. 1997: Inarijärven vedenkorkeuden säännöstelystä ja sen vaikutuksista rantavyöhykkeellä (Om reguleringen av vannstanden i Enaresjøen og effekten av denne på strandsonen). Lapplands miljöcentralens optrykk nr. 2. 77s.
- Hellsten, S. 2002: Aquatic macrophytes as indicators of water level regulation in northern Finland. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28: 601–606.
- Honkasalo, L. & Hiisivuori, 1977. Inarijärven pohjaeläintutkimus 1976 (Undersøkelse av Enaresjøens bunnfauna 1976). Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet, fiskeriforskningsenheten. Opptrykk. 20 s.
- Ilmavirta, V. ja Toivonen, H. 1986: Comparative studies on macrophytes and phytoplankton in ten small, brown-water lakes of different trophic status. *Aqua Fennica* 16: 125–142.
- Keto, A., Sutela, T., Aroviita, J., Tarvainen, A., Hämäläinen, H., Hellsten, S., Vehanen, T. og Marttunen, M. 2008: Säännöstelyjen järvien ekologisen tilan arviointi (Vurdering av den økologiske tilstanden til regulerte innsjøer). Suomen ympäristö 41: 105 s. (Publikasjon i serien Miljön i Finland).
- Kuoppala, M., Hellsten, S. & Kanninen, A. 2008: Sisävesien vesikasviseurantojen laadunvarmennus (Kvalitetssikring av observasjonene av vannplanter i innsjøer og elver). Suomen ympäristö 36: 93 s. (Publikasjon i serien Miljön i Finland).
- Lapplands miljöcentral 1999. Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen ja tuottokykyyn (Effekten av reguleringen av Enaresjøen og endringen av denne på mangfoldet og produksjonsevnen i strandsonen. Observasjonsmetoder, målbeskrivelser av områder og feltarbeidsinstruksjoner). Rapport.
- Lapplands miljöcentral 2009. Tenon–Näätämojoen–Paatsjoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuoteen 2015 (Vannforvaltningsplan for vannforvaltningsområdet Tana–Näätämojoki–Pasvikelva fram til 2015). 144 s.
- Marttunen, M., Hellsten, S., Puro, A., Huttula, E., Nenonen, M.-L., Järvinen, E., Salonen, E., Palomäki, R., Huru, H. og Bergman, T. 1997. Inarijärven tila, käyttö ja niihin vaikuttavat tekijät (Enaresjøens tilstand, bruk og faktorer som påvirker disse). Suomen ympäristö 58: 197 s. (Publikasjon i serien Miljön i Finland).
- Murphy, K. J., Rørslett, B. & Springuel, I. 1990. Strategy analysis of submerged lake macrophyte communities: an International example. *Aquatic botany* 36: 303–323.
- Palomäki, R. & Hellsten, S. 1996. Littoral macrozoobenthos biomass in a continuous habitat series. *Hydrobiologia* 339: 85–92.
- Puro, A., Kerätär, K., Palomäki, R., Visuri, M. og Hellsten, S. 1999: Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen ja tuottokykyyn – koealojen perustaminen ja perushavainnot 1998 (Effekten av reguleringen av Enaresjøen og endringen av denne på mangfoldet og produksjonsevnen i strandsonen – opprettelse av prøvearealer og grunnleggende observasjoner i 1998). Opptrykk 33 s.
- Puro-Tahvanainen, A, Aroviita, J., Järvinen, E.A., Kuoppala, M., Marttunen, M., Nurmi, T., Riihimäki, J., Salonen, E. 2011. Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2009 (Utviklingen i Enaresjøens tilstand i årene 1960–2009). Suomen ympäristö 19/2011, 89s. (Publikasjon i serien Miljön i Finland)
- Riihimäki, J. og Kuoppala, M. 2009: Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen – koealojen seuranta tutkimus vuonna 2008 (Effekten av reguleringen av Enaresjøen og endringen av denne på mangfoldet i strandsonen – oppfølgingsstudie av prøvearealer i 2008). Finlands miljöcentral. Opptrykk 37 s.
- Salojärvi, K. & Mutenia, A. 1989. Inarijärven planktonsiikaistutusten tuloksista (Resultater av utsettingen av planktonsik i Enaresjøen). *Fiskeritidskrift för Finland* 96 (4), s.184–187.

- Salojärvi, K. & Mutenia, A. 1994. Effects of fingerling stocking on recruitment in the Lake Inari (*Coregonus lavaretus* L.s.l) white-fish fishery. In: I. Cowx (Ed.). Rehabilitation of freshwater fisheries. Fishing News Books. Blackwell Scientific Publications Ltd. p. 302–313.
- Salminen, A. & Mutenia, A. 1991. Inarijärven ammattikalastuksen kannattavuus (Lønnsomheten av yrkesfisket i Enaresjøen). Redaktør Salonen, E. Inarijärvi-Symposium i Ivalo 27.–28.11.1990. Helsingfors. Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet, fiskeriforskningsenheten. Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 24. s. 137–148.
- Salonen, E. 1992. Inarijärven kalataloudellinen käyttö- ja hoitosuunnitelma (Fiskeriøkonomisk drifts- og forvaltningsplan for Enaresjøen). Nykytila (Nåværende status). Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 50. 157 s. + 7 vedlegg.
- Salonen, E. & Mutenia, A. 2007. Alien fish species in northernmost Finland. Vilt- och fiskeri. Studier 2. 16 s.
- Salonen, E., Mutenia, A. & Salojärvi, K. 1996. Siian kalastus, istutukset ja pohjasiikakannan kehitys Inarijärvellä vuosina 1980–1994 (Fiske av sik, utsetting og utviklingen i bestanden av bunnsik i Enaresjøen i årene 1980–1994). I publikasjonen: Salonen, E. (redaktør): Inarijärven pohjasiika – istutusten merkitys (Bunnsik i Enaresjøen – betydningen av utsetting). Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 113: 3–44.
- Suoraniemi, M., Hellsten, S., Huovinen, J., Palomäki, R., Keto, A., Aronen, J., Saarnio, R. og Keto, S. 2000. Rantavyöhykkeen tila (Strandsonens tilstand). I publikasjonen: Hellsten, S. (redaktør) – Päijänteen säännöstelyn kehittäminen – rantavyöhykkeen tila ja siihen vaikuttavat tekijät (Utviklingen i reguleringen av Päijänne – strandsonens tilstand og faktorer som påvirker denne). Miljön i Finland 394.
- Sutela, T. & Vehanen, T. 2008. Effects of water-level regulation on the nearshore fish community in boreal lakes. Hydrobiologia 613: 13–20.
- Tikkanen, P., Kantola, L., Niva, T., Hellsten, S. & Alasaarela, E. 1989. Ekologiset näkökohdat joidenkin Pohjois-Suomen järvien säännöstelyssä (Økologiske aspekter i reguleringen av noen av innsjøene i Nord-Finland). Del 3. Järvien pohjaeläimistö ja aikuisten kalojen ravinto (Bunnfaunaen i innsjøene og næring for voksen fisk). Statens tekniska forskningscentral, Meldinger 987: 1–105.
- Toivonen, J. 1966. Lausunto vedensäännöstelyn vaikutuksesta Inarijärven kalakantoihin ja kalastukseen (Uttalelse om effekten av reguleringen av vannstanden på fiskebestanden og fisket i Enaresjøen). Optrykk. 72 s.
- Toivonen, J. 1972. Vedensäännöstelyn vaikutus Inarijärven kalakantoihin ja kalastukseen (Effekten av reguleringen av vannstanden på fiskebestanden og fisket i Enaresjøen). Utfyllende uttalelse. Optrykk. 28 s.
- Vuori, K.-M., Mitikka, S. og Vuoristo, H. (redaktør) 2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu (Klassifisering av overflatevannets økologiske tilstand). Occae quis venienti cusdamusa viderer ibusapit erioesti rendia eliatu re velit re lande ssequamet volo omnim doluptatis sa atur? It eati dolest, odit hitat.

REPORTS 109 | 2013

ENARESJØENS VANNKVALITET OG ØKOLOGISKE STATUS 1960–2009

SAMMENDRAG RAPPORT

Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland

ISBN 978-952-257-899-0 (trykt)

ISBN 978-952-257-900-3 (PDF)

ISSN-L 2242-2846

ISSN 2242-2846 (trykk)

ISSN 2242-2854 (nettpublikasjon)

URN:ISBN:978-952-257-900-3

www.ely-keskus.fi/julkaisut | www.doria.fi/ely-keskus