

Radioaktivitet i ferskvann bestemmes av nedfallets størrelse

RADIOAKTIVITETEN i ferskvann er primært bestemt av nedfallets størrelse, som vil variere med nedbørmengden og konsentrasjonen av radiocesium i nedbøren.

Vannets oppholdstid vil også være viktig for radioaktiviteten; etter hvert vil også tilførsler fra nedslagsfeltet ha betydning. Innsjøens produktivitet er avgjørende for nivået i den levende

delen av økosystemet. Særlig viktig er kaliuminnholdet i vannet. Nærings- og ionefattige innsjøer er mye mer utsatt for radioaktivt nedfall enn næringsrike innsjøer.

Da nedfallet kom:

Radioaktiviteten steg raskt i ørret og røye

EFTER AT det radioaktive nedfallet nådde Midt-Norge 28. april 1986, steg verdiene for radioaktivt cesium i fisk som f.eks. ørret og røye i Høysjøen i Verdal raskt. Radioaktiviteten økte raskest i ørret som nådde en topp ca. 80 dager etter nedfallet. Maksimumsverdiene hos røye var lavere og kom senere, ca. 150 dager etter nedfallet. Etter 1986 og fram til 1989 var utviklingen for de to artene tilnærmet parallell, med en tendens til at de nærmet seg hverandre. Den individuelle variasjonen i radioaktiviteten til de to fiskeartene var stor på alle innsamlingsstidspunktene.

Det er godt kjent at radioaktiviteten varierer mye mellom innsjøer. I tillegg til forskjeller i nedfallet, kan denne variasjonen ha sin årsak i fysiske og biologiske forhold som er spesifikke for hver enkelt innsjø. Det er derfor naturlig å sammenligne fordeling og utvikling i radioaktivitet i de to mest sentrale innsjøene innen norsk forskning på akvatisk radioøkologi, Øvre Heimdalsvatn i Jotunheimen og Høysjøen i Verdal.

Stoffet er hentet fra

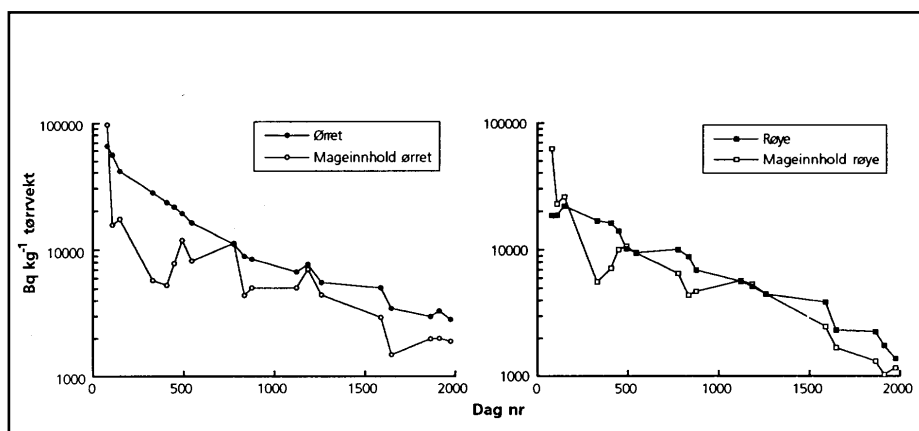
NINA Oppdragsmelding 242

Torbjørn Forseth, Ola Ugedal, John E. Brittain, Bror Jonsson, Oddvar Njåstad, Roger Næumann:

«Radioaktiv forurensning i ferskvann».

RADIOAKTIVITET HOS FISK I TO INNSJØER

Stor individuell variasjon



Radioaktivt cesium hos ørret og røye og deres mageinnhold, fra Høysjøen, 1986-1991.

Den individuelle variasjonen i radioaktivitet hos fisk var stor både i Høysjøen i Verdal og i Øvre Heimdalsvatn i Jotunheimen.

NOE AV DENNE variasjonen skyldes sammenhengen mellom radioaktivitet og fiskestørrelse. Det er sterkere sammenheng mellom radioaktivitet og fiskestørrelse hos røye enn hos ørret. Dette kan ha sammenheng med at røye, og i mindre grad ørret, endrer næringsvalg og oppholdssted med alder og størrelse. Det meste av variasjonen i radioaktivitet hos fisk må imidlertid forklares med variasjoner i valg av bytte og habitat, uavhengig av fiskestørrelse.

Akkumulasjonsforløpet

Akkumulasjonsforløpet for radiocesium var forskjellig for ørret og røye fra Høy-

sjøen. Disse forskjellene skyldes antagelig forskjeller i valg av oppholdssted, diett, radioaktivitet hos byttedyra og størrelsen på næringsinntaket. Disse faktorene bestemte inntaket og ekskresjonen av radiocesium i fisk.

Høyeste radioaktivitet var lavere i ørret fra Øvre Heimdalsvatn enn fra Høysjøen, til tross for større nedfall ved Heimdalsvatn. Dette skyldes at vannets oppholdstid i Øvre Heimdalsvatn er kortere under vårfloppen, og at næringsinntaket var forskjellig hos ørret fra de to innsjøene.

Temperaturavhengig

Laboratoriestudier med ørret viste at ekskresjonen av radiocesium er sterkt temperaturavhengig og svakt størrelsesavhengig. Absorpsjonen av radiocesium hos ørret var forskjellig fra forskjellige typer byttedyr.

Radioaktiviteten i framtiden

DEN FRAMTIDIGE utvikling av radioaktivitet i fisk i Høysjøen og Øvre Heimdalsvatn er usikker. Økologiske halveringstider ble estimert til 600-1000 dager. Dette indikerer at vi vil være tilbake til nivået før nedfallet i løpet av de første fem årene etter tusenårskiftet. Disse anslagene er imidlertid usikre, og den siste tids utvikling for radiocesium i bunnsedimenter og hos bunndyrspisende fisk indikerer en lengre oppholdstid for radioaktiviteten. Bare videre undersøkelser i de to innsjøene kan avklare dette.

Radioaktiviteten i ørret var i 1992 redusert til ca. 1000 Bq kg⁻¹ våtvekt i begge innsjøene. I begge innsjøene øker radioaktiviteten med fiskestørrelsen.

Biologiske faktorer viktige

BIOLOGISKE faktorer har stor betydning for fiskens radioaktivitet. Valg av diett, oppholdssted og størrelsen på næringsinntaket er viktig. Disse faktorene bestemmer inntaket og ekskresjonen av radiocesium.

Ekskresjonen er sterkt temperaturavhengig og svakt størrelsesavhengig. Temperaturforhold i innsjøene og fiskens valg av oppholdssted vil således påvirke ekskresjonen. Inntaket varierer mellom fiskearter, med størrelsen på fisken og med valg av bytte. Valg av bytte var viktig i startfasen like etter nedfallet, og ser ut til å bli av betydning igjen i årene som kommer, fordi bunndyr ser ut til å opprettholde en høy radioaktivitet, mens dyreplankton er på vei ned-over. Arter, eller grupper innen en art, som foretrekker bunndyr framfor dyreplankton, vil da få høyere radioaktivitet.

De to innsjøene

Invertebratene tar opp radioaktivt cesium fra vann

Alle invertebratene tok opp radioaktivt cesium fra vann, men variasjonen i akkumulasjonshastighet og metningsnivå var stor.

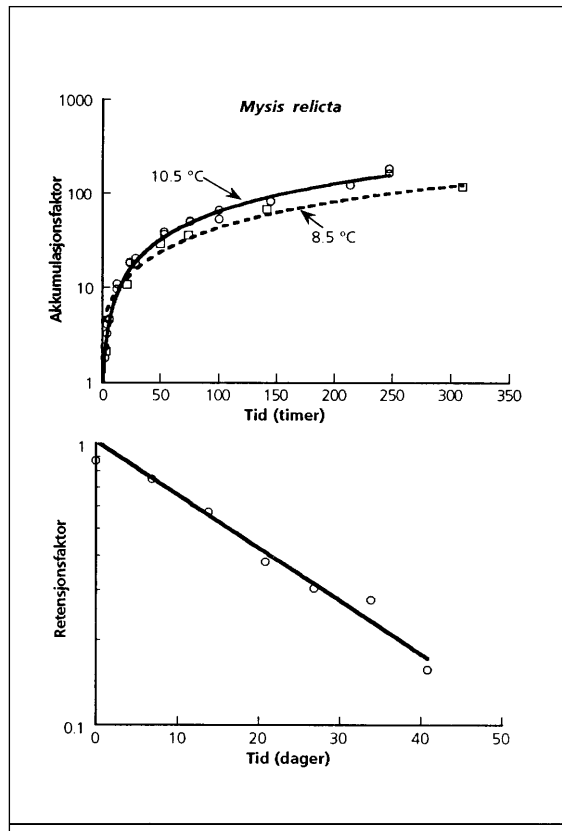
RASKEST OPPTAK ble observert hos *Mysis relicta*, hvor dyrene var 100 ganger mer radioaktive enn vannet i løpet av ca. 150 timer. Akkumulasjonsforløpet hos *Mysis relicta* kan best beskrives ved en lineær kurvetilpasning, og vi fant derfor ingen tendens til metning i løpet av forsøksperioden, som varte i 300 timer.

Damsnegle og larver

Lignende akkumulasjonsforløp ble observert hos stor damsnegle og døgnfluelarver. Fjærmygglarver tok opp radiocesium sakte og hadde et lavt metningsnivå. Akkumulasjonsforsøk med *Mysis relicta* ved to vanntemperaturer indikerer at opptaket er temperaturavhengig, med raskest opptak ved høye temperaturer.

Viktig for radiocesium-nivå i fisk

Undersøkelsen av akkumulasjon av radiocesium fra vann viste at mange av invertebratene tar opp radioaktiviteten svært raskt og effektivt, og at variasjonen både i opptakshastighet og metningsnivå er stor. Disse forskjellene er trolig viktige for nivået av radiocesium i fisk i den første perioden etter et nedfall, fordi diettforskjeller mellom ulike



Akkumulasjon fra vann (øverst) og ekskresjon av radioaktivt cesium for *Mysis relicta*.

fiskearter, som hos ørret og røye fra Høysjøen, kan gi store forskjeller i inntak av radioaktivitet. Ekskresjonen av radiocesium hos invertebrater er betydelig raskere enn hos fisk.

Konsentrasjonen av radiocesium i fisk og invertebrater har vært lik siden 1988. Dette viser at invertebratene har en raskere omsetning av isotopene (høy inntakshastighet og rask ekskresjon), og at fisk og invertebrater opprettholder samme konsentrasjon på forskjellige omsetningshastigheter.

HØYSJØEN: Areal: 1 km², maksimum dyp: 26,5 m. 220 m o.h. i Verdal.

Sjøens lave kaliumkonsentrasjon har stor betydning, fordi opptaket av cesium i levende organismer er mye større hos de som lever i kaliumfattig enn i kaliumrikt vann. Innsjøen og nedslagsområdet var dekket med is og snø da nedfallet kom. Vannets oppholdstid er ca. 90 dager. I innsjøen finnes ørret og røye.

ØVRE HEIMDALSVATN: Areal: 0,8 km², maksimum dyp: 13 m. 1090 m o.h. i Jotunheimen.

Innsjøen er ionefattig. Nedfallet av radiocesium i nedslagsområdet var større enn i Høysjøen. Vannets oppholdstid varierer mye, fra 2 til 400 dager, med et gjennomsnitt på 63 dager. Oppholdstiden er kortest om våren. I innsjøen finnes ørret og ørekyt.