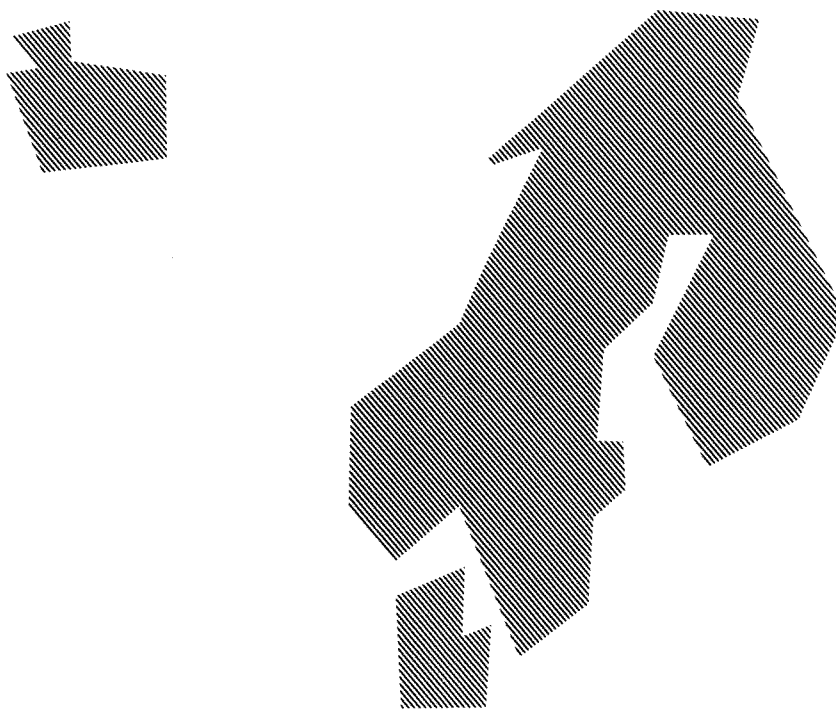


O-93006

Kartlegging av metoder for måling og beregning av tilførsler i vassdrag i Norden



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

| | |
|-------------------------|-----------------|
| Prosjektnr.: O-93006 | Undernr.: |
| Løpenr.: 2896 | Begr. distrib.: |

| | | | | |
|--|---|--|---|--|
| Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00 | Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513 | Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653 | Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33 | Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509 |
|--|---|--|---|--|

| | | |
|---|------------------------------|--------------------|
| Rapportens tittel: Kartlegging av metoder for måling og beregning av tilførsler i vassdrag i Norden | Dato: 28.5.1993 | Trykket: NIVA 1993 |
| | Faggruppe: VRF | |
| Forfatter(e): Hans Holtan Gjertrud Holtan | Geografisk område: Norden | |
| | Antall sider: 26 | Opplag: 35 |

| | |
|---|----------------------------------|
| Oppdragsgiver: Nordisk Ministerråd v/prosjektgruppen: Målemetoder for beregning av belastning på vannmiljøet. | Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): |
|---|----------------------------------|

| |
|---|
| Ekstrakt: Rapporten omhandler analyseparametre, metoder og bearbeidingspraksis som anvendes ved overvåking av vassdrag i de nordiske land. Det blir også gitt en kort beskrivelse av naturforhold, klima og variasjoner i avrenning. |
|---|

4 emneord, norske

1. Klima og vannføring
2. Måleprogrammer
3. Analysemetoder
4. Databearbeiding og datalagring

4 emneord, engelske

1. Climate and discharge
2. Monitoring programmes
3. Analytical methods
4. Data treatment and storage

Prosjektleder

Hans Holtan

For administrasjonen

Dag Berge

ISBN82-577-2315-0

Norsk institutt for vannforskning

O-93006
Kartlegging av metoder for måling og beregning
av tilførsler i vassdrag i Norden

Oslo, mai 1993

Prosjektleder: Hans Holtan

Medarbeider: Gjertrud Holtan

Forord

Statens forurensningstilsyn i Norge (SFT) har gitt Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i oppdrag å innhente/samordne informasjon om felt-, laboratorie- og bearbeidingsmetodikk som anvendes i de nordiske land i forbindelse med overvåking av vassdrag.

Følgende personer fra de nordiske land har deltatt med bidrag:

*Heikki Pitkänen, Vatten- och miljöstyrelsen, Helsingfors
Thorsten Ahl, Statens naturvårdsverk, Miljøkontrollaboratoriet, Sverige
Brian Kronvang, Danmarks miljøundersøgelser, Danmark
Gunnar Steinn Jónsson, Hollustuvernd ríkisins, Island
Gjertrud Holtan, Norsk institutt for vannforskning, Norge*

Seniorforsker Hans Holtan har vært prosjektleder.

INNHOOLD

| | |
|-------------------------------------|----|
| Forord..... | 2 |
| 1. Innledning | 4 |
| 2. Mål | 4 |
| 3. Generell beskrivelse | 4 |
| 3.1 Geologi og geomorfologi | 4 |
| 3.2 Topografi..... | 5 |
| 3.3 Klima..... | 7 |
| 3.4 Hydrologi..... | 8 |
| 4. Almenn informasjon..... | 12 |
| 5. Måleprogram..... | 13 |
| 5.1 Finland..... | 13 |
| 5.2 Sverige..... | 14 |
| 5.3 Danmark..... | 15 |
| 5.4 Island..... | 16 |
| 5.5 Norge..... | 17 |
| 6. Metodebeskrivelse | 18 |
| 6.1 Finland..... | 18 |
| 6.2 Sverige..... | 18 |
| 6.3 Danmark..... | 19 |
| 6.4 Island..... | 19 |
| 6.5 Norge..... | 20 |
| 7. Laborerietjenester | 20 |
| 7.1 Finland..... | 20 |
| 7.2 Sverige..... | 21 |
| 7.3 Danmark..... | 21 |
| 7.4 Island..... | 21 |
| 7.5 Norge..... | 21 |
| 8. Beregning av tilførsler | 22 |
| 8.1 Finland..... | 22 |
| 8.2 Sverige..... | 22 |
| 8.3 Danmark..... | 22 |
| 8.4 Island..... | 24 |
| 8.5 Norge..... | 25 |
| 9. Rapportering og datalagring..... | 26 |
| 9.1 Finland..... | 26 |
| 9.2 Sverige..... | 26 |
| 9.3 Danmark..... | 26 |
| 9.4 Island..... | 26 |
| 9.5 Norge..... | 26 |

1. Innledning

Denne rapport omhandler metoder som anvendes i de Nordiske land ved overvåking av vassdrag og hvordan forurensningstransporten til havområder beregnes ved rapportering til Pariskommisjonen (PARCOM) og Helsingforskommisjonen (HELKOM).

Rapporten omhandler følgende temaer:

- Generelt om naturlandskap, geologi, vegetasjon, klima og hydrologi i de nordiske land.
- Allmenn informasjon: utførende institusjoner og kontaktpersoner
- Måleprogram
- Metodebeskrivelse
- Laboratorietjenester
- Beregning av tilførsler
- Rapportering og datalagring

Beskrivelsen bygger på opplysninger og informasjon som er innhentet fra institusjoner og personell i de nordiske land som er ansvarlig for rapportering til PARCOM/HELCOM.

2. Mål

Målet med prosjektet er :

- På en overordnet måte beskrive hvordan de nordiske land, **Island, Danmark, Sverige, Finland og Norge** driver vassdragsovervåking med tanke på rapportering av tilførsler til konvensjonsområdene (PARCOM og HELCOM).
- Klargjøre hvilke særtrekk/faktorer, bl. a. klimatiske, hydrologiske, geologiske og topografiske, som har betydning for hvordan de enkelte nordiske land løser oppgaven.

3. Generell beskrivelse

3.1 Geologi og geomorfologi

Generelt

De fysiografiske forhold i de nordiske land, varierer sterkt:

Danmark og de sydlige områder av Sverige er lavland. Geologisk består området for det meste av sedimentære bergarter fra Paleozoisk til Tertiær tid. Fjellgrunnen er dekket med et mektig lag av morenemasse.

Finland har et skogkledd åslandskap som hovedsakelig består av gneiss- og granittiske bergarter overdekket med glacifluviale avsetninger. I dette landskapet finnes mange innsjøer, elver og myrer.

Island er en del av den Midatlantiske ryggen hvor berggrunnen i det vesentligste består av basalt-eruptiver (dypbergarter). Ca. 11 % av landet er dekket av snøbreer.

Norge er et utpreget fjellland. Ca. 3000 km² (1 %) er dekket av isbreer.
Sverige har mer variert fysiografi og omfatter både lav- og høyland.

Landhevingen siden siste istid har medført at de laverliggende områder i det sydlige Skandinavia er dekket med marine avsetninger.

Det "Fennoskandinaviske skjold" i Finland og Sverige består hovedsakelig av grunnfjell, gneiss og granitt. I enkelte områder av dette skjoldet forekommer konsoliderte sedimentære formasjoner. Over tregrensa i Norge og Sverige og langs kysten er fjellgrunnen i liten grad dekket av vegetasjon. De harde og blankskurte fjellmassivene er i liten grad utsatt for kjemisk forvitring og avrenningsvannet er saltfattig og inneholder små mengder organisk materiale. Ca 60% av islandsk overflate har liten eller ingen vegetasjon. På Island er bergarten ung basalt og i de vulkanske aktive områder er forvittringshastigheten en av de høyeste i verden. Til tross for den høye forvittringshastigheten er konsentrasjonene av kjemiske stoffer lave pga. mye nedbør.

3.2 Topografi

Landskapstopografien og de overordna dreneringssystemer er primært et resultat av tektoniske prosesser i fjellgrunnen, forskyvninger og foldninger av sedimentære bergarter. I kvartærtiden har is og vann utformet landskapet ytterligere. De topografiske forhold i Norden er vist i fig 1.

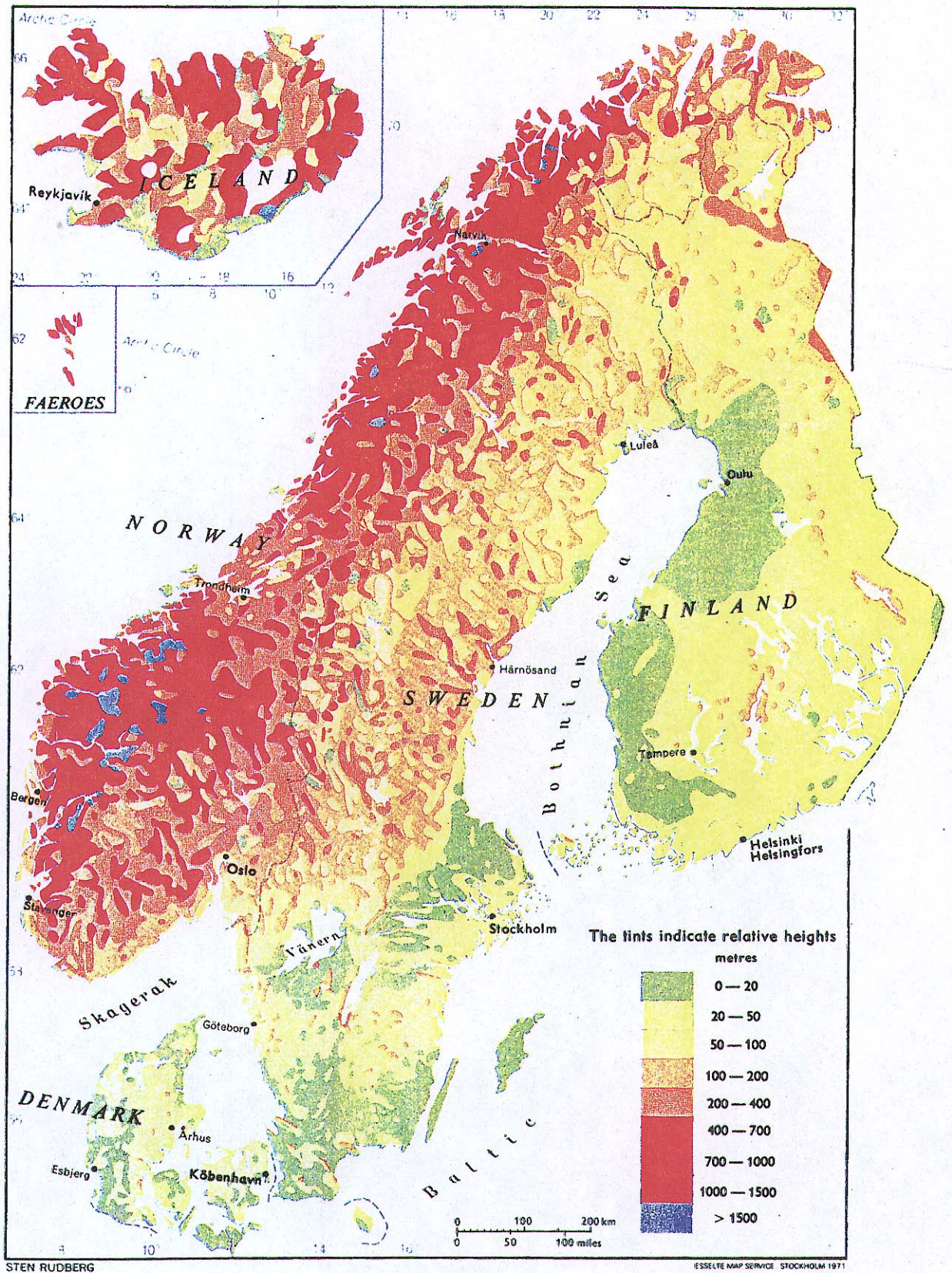


Fig. 1 Topografiske forhold i Norden

Det storskala dreneringsmønsteret på den Skandinaviske halvøya er bestemt av de høye fjellmassivene som strekker seg fra Syd-Vest-Norge opp til Nord-Finland og som utgjør mesteparten av Norge og den Nord-Vestlige delen av Sverige. Elver som renner vestover fra disse fjellmassiver er korte og bratte. Elvene i Nord-Sverige som renner i motsatt retning dvs. mot den Botniske bukt og Østersjøen, er slakere og lengre. De to største elvene i Norden, Glomma og Göta elv renner sydover og munner ut i Skagerrak og Kattegat. I resten av området er dreneringen radial.

Danmark, Syd- og Midt-Sverige og deler av Finland har store lavlandsområder (høyden mindre enn 100 m o.h.). I Island er det et smalt belte med lavland langs sydkysten. Avrenningsvannet i disse områder samler seg gjerne i mindre, sakteflytende elver/bekker. Det sydlige Sentral- og Nordlige Sverige samt nordlige Finland domineres av soner med et intermediært relieff (100 - 400 m o.h.). Områdene utenom de høye fjellmassivene i Norge og i de sentrale deler av Island hører også med til denne kategori. Dette medfører bl. a. større og mer hurtigflytende avrenningssystemer. I de høye fjellområder med brattlendt landskap beveger vannet seg i fosser og stryk ned gjennom dype daler.

3.3 Klima

Norden er lokalisert i den tempererte sone. De vestlige deler har hovedsakelig et maritimt og de østlige områder et mer kontinentalt klima. Værforholdene er i vesentlig grad påvirket av vandrende sykkloner som oppstår mellom varme luftmasser fra syd og kalde fra nord. Havlufta fra vest og syd er gjerne fuktig og medfører betydelig nedbør i de vestlige områder.

TEMPERATUR

Den midlere årstemperaturen i Norden varierer fra + 8°C i Danmark til under 0°C i de nordlige deler av Norge, Sverige og Finland. Den regionale variasjon av midlere månedstemperaturer er vist i tab. 1:

Tabell 1. Regionale variasjoner av midlere månedstemperatur i °C.

| Land | Luft temperatur | |
|---------|-----------------|----------------|
| | Kaldeste måned | Varmeste måned |
| Danmark | -1 til 0 | +15 til +17 |
| Finland | -15 til -3 | + 12 til +18 |
| Island | -7 til +1 | + 6 til +12 |
| Norge | - 15 til +3 | + 3 til +18 |
| Sverige | - 15 til 0 | + 10 til +17 |

De regionale temperaturforskjeller er større om vinteren enn om sommeren. Dette skyldes at både den maritime innflytelse i de vestlige områder og den kontinentale i de østre områder er mer utpreget under denne årstiden. Den midlere januarstemperatur varierer fra 0°C i Jylland til - 15°C eller mindre i Nord-Sverige og Finland.

Lengden av vintersesongen varierer betydelig, fra knapt en måned i Danmark til over 8 måneder i nordre Lappland. Vekstsesongen om sommeren varierer fra syv måneder i syd til tre måneder i nord.

NEDBØR

Regional variasjon i årlig nedbør er vist i fig 2.

Fremherskende vestlige og sydvestlige vinder bringer fuktig havluft inn over landområdene. Nedbøren er hovedsakelig av en frontal type (orografisk nedbør) som medfører mest nedbør i de vestlige landområder. I de mer kontinentale deler av regionen, kommer den vesentligste årlige nedbørmengde som sommernedbør (konvektiv nedbør). Dette gjelder spesielt de indre deler av Norge, Nord-Sverige og de nordlige deler av Finland.

I fjellområdene i Norge og Sverige er det en midlere nedbørhøyde på fra 1000 til 1600 mm/år - flere steder på Norges vestkyst er den årlige nedbørhøyden på over 5000 mm/år. I de vestlige områder av Jylland og det sydlige Sverige er det årlige nedbørhøyder på fra 800 til 1100 mm/år. De laveste nedbørmengder (<500 mm) er målt på østsiden av fjellområdene i Nord-Sverige og i Norge. De mest nedbørfattige områder ligger i le for høye fjell, og her kan nedbørhøyden være mindre enn 300 mm/år.

I de sydlige områder av Island er den midlere årlige nedbørhøyden 3000 - 4000 mm. Lokalt måles det nedbørhøyder på over 6000 mm/år. I de indre områder av Island er normal årlig nedbørhøyde 600 - 1000 mm.

3.4 Hydrologi

Avrenningen er primært influert av:

- lagring av vinternedbør som snø, fulgt av flomsituasjoner når snøen smelter
- magasinering i innsjøer, spesielt i Norge, Sverige og Finland.
- magasinering som grunnvann, spesielt i Danmark og på Island

Som følge av de store nedbørvariasjonene, er det regionalt store variasjoner i årlig avrenning. Den regionale variasjon i Norden, kan karakteriseres ved årlig middelavrenning som vist i tab. 2:

Tabell 2. Variasjon i årlig nedbør, evapotranspirasjon og sp. avrenning i de nordiske land.

| Land | Nedbør i mm/år | Evapotranspirasjon i mm/år | Avrenning i mm/år | Sp. avrenning l/s.km ² |
|---------|----------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Danmark | 450 - 800 | 350 - 400 | 100 - 450 | 3 - 15 |
| Finland | 450 - 750 | 150 - 450 | 220 - 380 | 7 - 12 |
| Island | 800 - 6000 | 200 - 400 | 600 - 5700 | 15 - 180 |
| Norge | 300 - 5000 | 150 - 400 | 150 - 4800 | 5 - 150 |
| Sverige | 400 - 1750 | 150 - 400 | 125 - 1600 | 4 - 50 |

Den potensielle evapotranspirasjon varierer fra 550 mm/år i Danmark og sydlige Sverige til 250 - 300 mm/år i de nordlige områder av Skandinavia og Nord-Island.

De vestlige områder av Skandinavia har høyest sp. avrenning (mks. 150 l/s . km²). Områder som ligger i regnskyggen har sp. avrenning på fra 10 til 40 l/s.km².

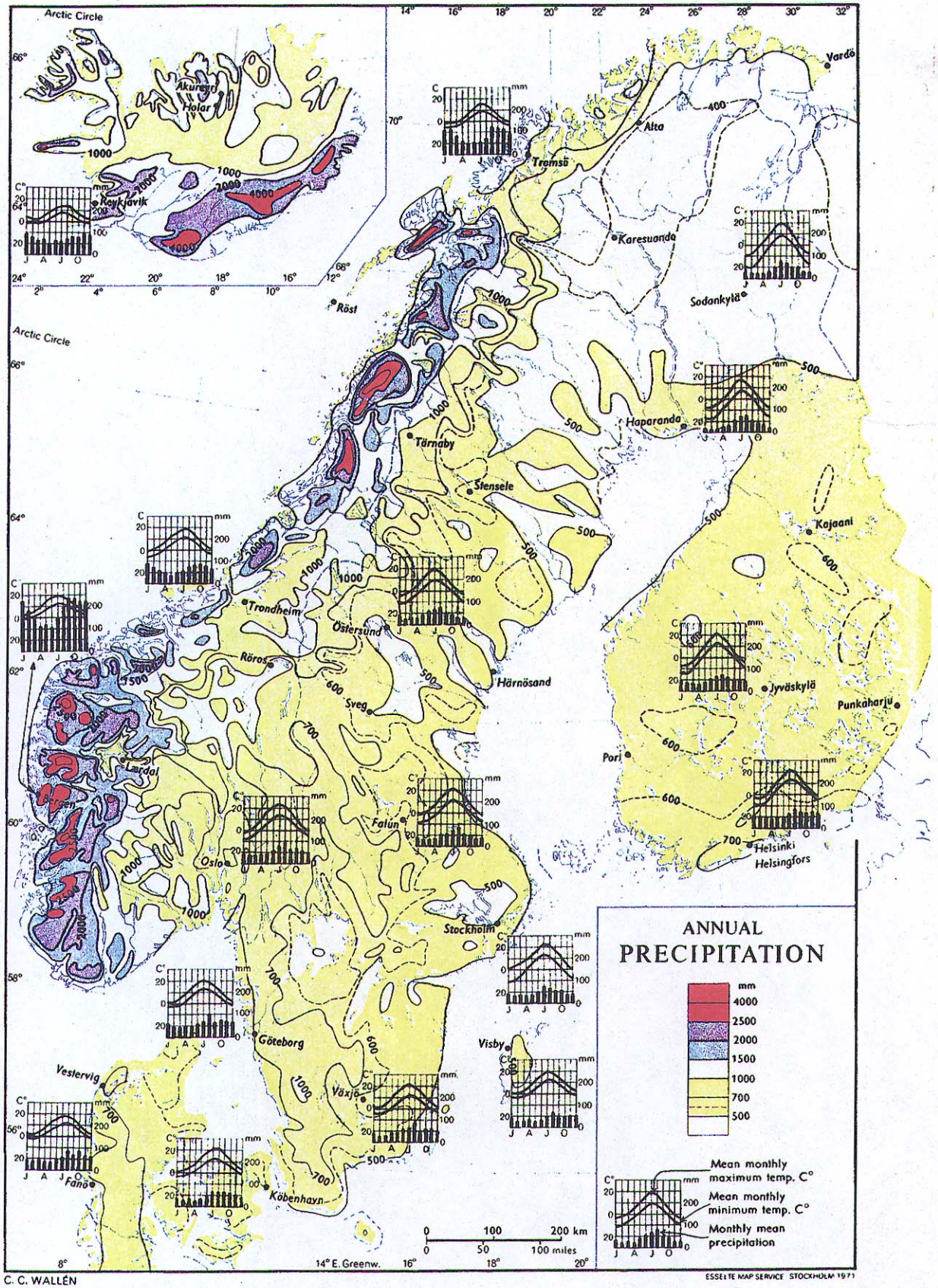


Fig. 2 Årlig nedbør og nedbørvariasjoner i Norden.

Hydrologiske regimer:

De fleste elver i Finland, Norge og Nord-Sverige er karakterisert ved store flomvannføringer p. g. a. snøsmelting om våren og som følge av kraftig regnvær om sommeren og høsten. Om vinteren når nedbøren faller som snø er vannføringen liten - minstevannføringen inntreffer like før snøsmeltingen.

Elvene i Danmark, Syd-Sverige og de mindre elver på sydkysten av Norge og Finland er karakterisert ved store vannføringsvariasjoner gjennom hele vinterhalvåret. Dette skyldes vekslning mellom frost og regnfulle mildværsperioder ofte kombinert med snøsmelting. Den laveste vannføring inntreffer om sommeren p. g. a. liten nedbør og stor fordunstning. I mange av disse elver er det 2 vannføringsmaksima - en om våren under snøsmelting og en om høsten ved kraftig regnvær. Store elver som drenerer både høyfjellsområder og lavland har ofte to flomtopper om våren - først en lavlandsflom (april/mai) og en høyfjellsflom (mai/juni). Vannføringsmønsteret i noen elver i de nordiske land er vist i fig 3.

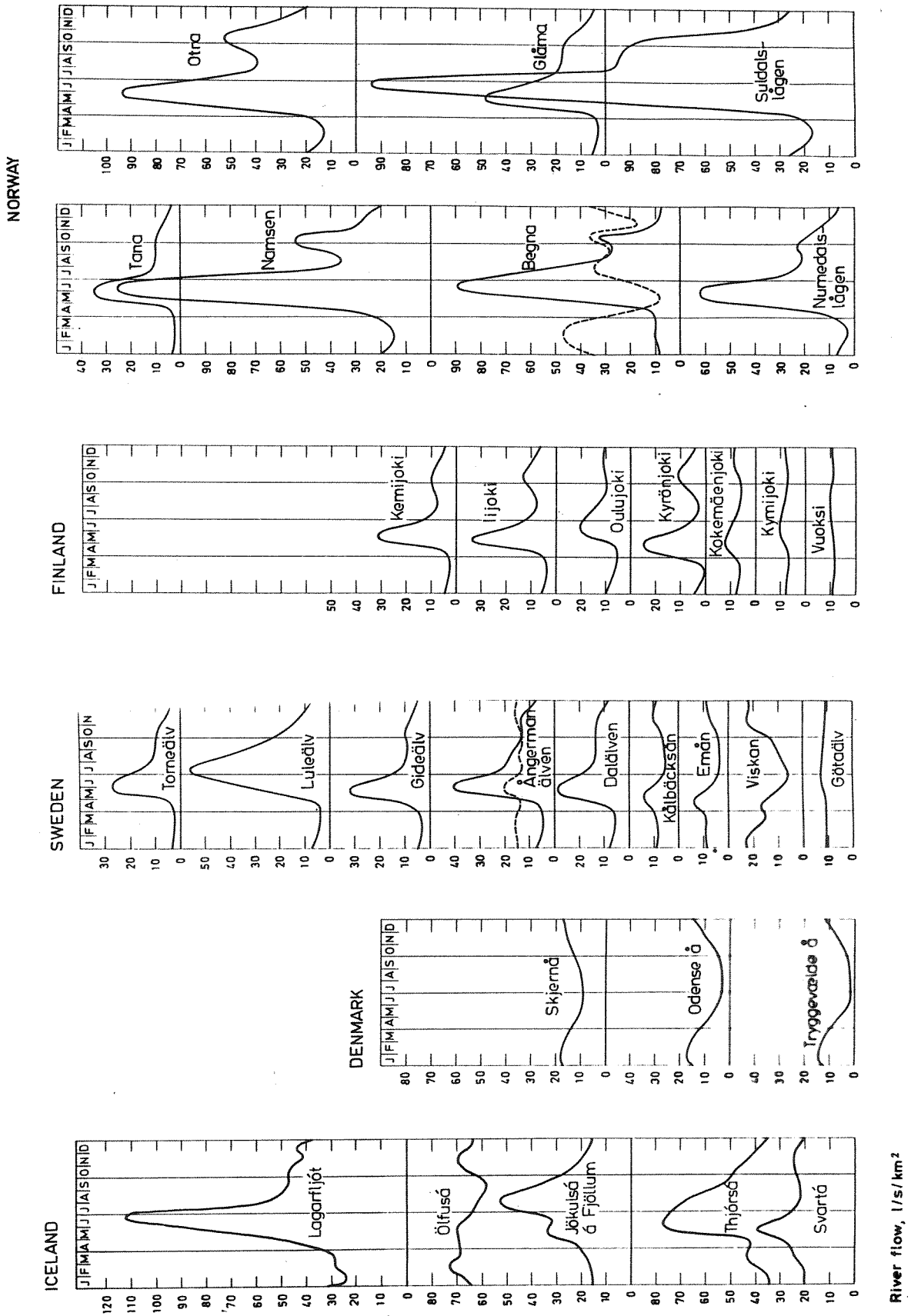


Fig. 3 Eksempler på vannføringsvariasjoner i Norden.

4. Almenn informasjon

I de nordiske land er følgende institusjoner involvert når det gjelder overvåking og rapportering av elvetilførsler til kystområdene i henhold til Pariskommisjonens (PARCOM) og Helsingforskommisjonens (HELCOM) avtaleverk :

| Land | Institusjon | Kontaktperson | Adresse | Telefon/Telefax |
|----------------|---|----------------------------------|--|--|
| Finland | Vatten- och mil-jø-styrelsen | Heikki Pitkänen/ Petri Ekholm | Box: 250, FI-00101, Helsingfors | Tel.: +358-0-40281 Fax.: +358-0-4028345 |
| Sverige | Statens Naturvårdsverk. Miljøkontrollaboratoriet | Bert Karlsson/ Thorsten Ahl | Box: 8005 SE-75008 Uppsala | Tel.: +46-18-673100 Fax.: +46-18-673156 |
| Danmark | Danmarks miljøundersøgelser (DMU) | Brian Kronvang | Vejlsøvej 25, Postbox: 314 8600 Silkeborg | Tel.: +45-89-201400 Fax.: +45-89-201414 |
| Island | Siglingamálastofnun ríkisins | Dr. Helgi Jensson | P.O. Box 7200 Is-127 Reykjavik | Tel.: +354-1-25844 Fax.: +354-1-29835 |
| Norge | Norsk institutt for vann-forskning (NIVA) | Gjertrud Holtan | Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo | Tel.: +47-22-185100 Fax.: +47-22-185200 |

5. Måleprogram

Måleprogrammene gjelder elver med tilhørende målesteder (stasjoner) som anvendes i forbindelse med måling av stofftransport til havområdene.

5.1 Finland

- **Stofftransporten** måles i **21 elver**.
- **Nedbørfeltene** til disse representer **86 %** av det totale finske areal som drenerer til Bottenviken/Bottenhavet/Finskeviken/Östersjön.

- **Måleparametre:**

Alle 21 elver:

- temperatur
- oksygen
- konduktivitet (ved 25 °C)
- alkalitet
- pH
- totalt suspendert materiale (Whatman GF/C)
- farge (comperativ metode)
- COD
- total nitrogen
- nitrat-N
- ammonium-N
- total fosfor
- fosfat-P
- silisium (SiO₂)

I 13 elver måles i tillegg:

- totalt suspendert materiale (Nuclepore 0.4 µm)
- totalt oppløst fosfor (Nuclepore 0.4 µm)
- Cl, SO₄, Fe, K, Ca, Mg, Na, TOC, As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn, Ni.

I 4 elver måles også:

- AOX, Hg

5.2 Sverige

Målestasjoner og dreneringsarealer:

| Til | Län | Antall elver | Areal, km ² | Målt, km ² | Prosent målt |
|------------------------|--------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|--------------|
| Bottenviken | Norrbotn | 7 | 105,734 *) | 99,234 | 93.9 |
| *)Del av Finl | Västerbotten | 2 | 24,730 | 13,311 | 53.8 |
| | Totalt | 9 | 130,464 | 112,545 | 86.3 |
| Bottenhavet | Västerbotten | 3 | 32,889 | 31,365 | 95.4 |
| | Västernorr. | 4 | 82,998 | 74,851 | 90.2 |
| | Gävleborgs | 3 | 30,130 | 24,281 | 80.6 |
| | Uppsala | 2 | 32,900 | 29,429 | 89.5 |
| | Stockholms | 0 | 1,133 | 0 | 0.0 |
| | Totalt | 12 | 180,050 | 159,926 | 88.6 |
| Bottniska viken | Totalt | 21 | 310,514 | 272,471 | 87.8 |
| Östersjön | Stockholms | 1 | 27,114 | 22,603 | 83.4 |
| | Södermanl. | 1 | 5,388 | 3,623 | 67.2 |
| | Östergötl. | 1 | 18,508 | 15,466 | 83.6 |
| | Kalmar | 4 | 14,387 | 7,750 | 53.9 |
| | Gotlands | 2 | 3,216 | 442 | 13.7 |
| | Blekinge | 2 | 8,413 | 4,229 | 50.3 |
| | Kristiandst | 1 | 6,694 | 4,775 | 71.3 |
| | Malmöhus | 1 | 1,204 | 93 | 7.7 |
| | Totalt | 13 | 86,924 | 58,981 | 69.5 |
| Öresund | Malmöhus | 1 | 2,605 | 202 | 7.8 |
| Kattegat | Malmöhus | 1 | 207 | 0 | 0.0 |
| *)Del av Norge | Kristianstads | 1 | 2,560 | 1,690 | 66.1 |
| | Hallands | 3 | 18,303 | 14,670 | 80.2 |
| | Göteborgs o Bohus | 1 | 50,181 *) | 50,181 | 100.0 |
| | Totalt | 6 | 71,551 | 66,741 | 93.3 |
| Skagerrak | Göteborgs o Bohus | 3 | 5,337 *) | 2,586 | 48.5 |
| Havet totalt | | 44 | 474,931 *) | 400,981 | 84.4 |

Måleparametre:

| Makroelementer | Næringsstoffer | Metaller | Annet |
|----------------|----------------|----------|---------------------|
| Konduktivitet | Ammonium-N | Jern | Absorbans ufiltrert |
| Kalsium | Nitritt-N | Mangan | Absorbans filtrert |
| Magnesium | Nitrat-N | Kobber | Absorbans diff. |
| Natrium | Organisk-N | Sink | COD _{Mn} |
| Kalium | Fosfat-P | Bly | TOC |
| Alkalitet | Annet-P | Kadmium | Silisium (Si) |
| Sulfat | Totalt-P | | pH |
| Klorid | | | |

5.3 Danmark

Tilførselen av fosfor og nitrogen til havområder, beregnes på bakgrunn av overvåkingsresultater som rapporteres til DMU fra de ulike amtene. Antall vannløpstasjoner (vannløp og punktutslipp) og dreneringsarealer er følgende:

| Til | Antall vannløp | Tot. areal, km ² | Målt areal, km ² | Prosent målt |
|-------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|
| Nordsjøen | 25 | 10,809 | 8,540 | 78 |
| Skagerrak | 3 | 1,098 | 644 | 59 |
| Kattegat | 64 | 15,828 | 9,452 | 60 |
| Nordlige beltehav | 19 | 3,130 | 1,776 | 57 |
| Lillebelt | 21 | 3,385 | 1,381 | 41 |
| Storebelt | 28 | 5,425 | 2,824 | 52 |
| Øresund | 15 | 1,717 | 1,019 | 64 |
| Sydlig beltehav | 1 | 418 | 205 | 49 |
| Østersjøen | 13 | 1,207 | 336 | 28 |
| Totalt | 189 | 43,019 | 26,177 | 61 |

Måleparametre:

Følgende parametre inngår i det rutinemessige overvåkingsprogram:

- temperatur
- vannføring (måles når prøvene samles inn)
- ammonium-N
- nitrat-N (evt. innkl. nitrit-N)
- totalt nitrogen
- oppløst fosfat-P
- totalt fosfor
- organisk stoff (COD eller evt. TOC)
- pH
- alkalitet (kan utelates)
- konduktivitet (kan utelates)

5.4 Island

I Island blir det ikke utført kontinuerlig overvåking som har som formål å registrere elvetilførsler til kystområdene. Island er ikke tilsluttet "Joint monitoring programmme" når det gjelder elver

Vassdrag og arealer

I 1992 var 112 vannføringsstasjoner i drift, hvorav 48 ikke hadde noen stasjon nedstrøms. Arealet som dekkes er 46,712 km², eller 45 % av det totale landareal.

Måleparametre:

Under bestemte forhold måles temperatur og konduktivitet og det taes vannprøver til kjemisk analyse, f. eks. ved monitoring av jøkulhlaup (breflom). Statusoversikt over vannets kjemiske sammensetning bygger hovedsakelig på resultater fra tidsperioden 1971 - 1974 da det ble foretatt undersøkelser i 20 elver i Syd- og Vest-Island.

Følgende parametre ble målt:

| Makroelementer | Næringsstoffer | Annet |
|--|----------------|----------------------------------|
| Konduktivitet | Nitritt-N | Temperatur |
| Kalsium | Nitrat-N | Vannstand/vannføring |
| Magnesium | Ammonium-N | Org. stoff som COD _{Mn} |
| Natrium | Fosfat-P | Silisium (SiO ₂) |
| Kalium | | Klorid |
| Alkalitet (HCO ₃ og CO ₃) | | Totalt oppløste salter |
| Sulfat | | Partikulær transport |
| Klorid | | |

5.5 Norge

Målestasjoner og dreneringsarealer:

| Til havområde/fylke | Hovedelv | Andre elver | Målt, km ² | | Nedstrøms og mellomliggende areal | Totalt km ² | % målt |
|--------------------------------------|---------------|-------------|-----------------------|---------------|-----------------------------------|------------------------|-------------|
| | | | Hovedelv | Andre elver | | | |
| Skagerrak/Nordsjøen | | | | | | | |
| Østfold | Glomma | 2 | 41218 | 2389 | 2416 | 46023 | 94.8 |
| Oslo-Akershus | | 10 | | 959 | 342 | 1301 | 73.7 |
| Buskerud | Drammenselva | 1 | 17028 | 226 | 320 | 17614 | 98.2 |
| Vestfold | Numedalslågen | 3 | 5513 | 1043 | 631 | 7187 | 91.2 |
| Telemark | Skienselva | 1 | 10348 | 1200 | 1283 | 12831 | 90.0 |
| Aust-/Vest-Agder | Otra | 7 | 3730 | 9109 | 904 | 13743 | 93.4 |
| Totalt Skagerrak | 5 | 24 | 77837 | 14966 | 5896 | 98699 | 94.0 |
| Resterende del av Nordsjøen | | | | | | | |
| Vest-Agder-Rogaland | Orreelva | 17 | 105 | 7233 | 2513 | 9851 | 74.5 |
| Rogaland-Hordaland, Sogn og Fjordane | Suldalslågen | 40 | 1466 | 16205 | 12681 | 30352 | 58.2 |
| Totalt rest. del av Nordsjøen | 2 | 57 | 1571 | 23438 | 15194 | 40203 | 62.2 |
| Norskehavet | | | | | | | |
| Møre og Romsdal Sør-/Nord-Trøndelag | Orkla | 24 | 2680 | 28118 | 17036 | 47834 | 64.4 |
| Nordland - Troms | Vefsna | 24 | 4113 | 23907 | 18850 | 46870 | 59.8 |
| Totalt Norskehavet | 2 | 48 | 6793 | 52025 | 35886 | 94704 | 62.1 |
| Barentshavet | | | | | | | |
| Finnmark | Alta | 16 | 7367 | 45155 | 20619 | 73141 | 71.8 |
| Totalt Barentshavet | 1 | 16 | 7367 | 45155 | 20619 | 73141 | 72.8 |
| TOTALT | 10 | 145 | 93568 | 135584 | 77595 | 306747 | 74.7 |

Måleparametre:

| Makroelementer | Næringsstoffer | Metaller | Annet |
|----------------|----------------|----------------|-------------|
| Konduktivitet | Ammonium-N | Kobber | PCB* |
| | Nitrat-N | Sink | lindan* |
| | Totalt-N | Kadmium | |
| | Fosfat-P | Bly | |
| | Totalt-P | | Susp. stoff |
| | | Kvikksølv** | AOX*** |
| | | Arsen*** | |
| | | Nikkel*** | |
| | | Totalt krom*** | |

* 4 ganger/år - utgår i 1993

** Utgår i 1993

*** Ved enkelte anledninger i prøver fra utvalgte elver. 1990-1992, utgår i 1993.

6. Metodebeskrivelse

6.1 Finland

Prøvetakingsstrategi:

- Prøveinnsamling minst 12 - 13 ganger pr. år etter følgende mønster
 - 6 - 7 ganger under vårfloppen
 - en gang i mars og en gang i august
 - 3 - 4 ganger i november-desember

Prøvene med unntak av prøver for tungmetallanalyser, blir samlet inn med vannhenter av Ruttner-typen. Prøvene tas midt i elva fra 1 meters dyp. Vannprøver for tungmetallanalyser fylles direkte på Nalgene flasker fra omkring 20 cm vanddyb. I tillegg til overvåkningsprogrammet for de 21 elver, eksisterer det også et overvåkingsprogram for mindre elver, hvorfra det mer sjelden samles inn prøver (f. eks. 4 ganger pr år). Fra elver som er av spesiell interesse kan det samles inn prøver opptil 50 ganger pr. år.

Vannføringsmålinger:

- Vannføringen måles daglig på alle hovedstasjoner.

Analysemetoder:

- De fysiske og kjemiske analyser utføres i henhold til Finsk Standard som ofte er i overensstemmelse med Nordisk Standard. (Innenfor Nordforsk-samarbeidet ble det gjennomført nordiske interkalibreringsstudier).

6.2 Sverige

Prøvetakingsstrategi:

- Prøvene samles inn den 15. i hver måned med prøvetaker i plastmateriale.

Vannføringsmålinger:

- Vannføringen måles av Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska institut (SMHI) og leveres vanligvis som daglige verdier.

Analysemetoder:

- Analysene utføres med standardiserte metoder (Svensk Standard)

6.3 Danmark

Prøvetakingsstrategi:

Prøvetakingsfrekvensen fastlegges på følgende måte:

- hvis mindre enn 30 % av årets vannmengder renner av i 4. kvartal, taes 12 prøver pr. år fordelt med en månedlig prøvetaking.
- hvis mellom 30 og 40 % av årets vannmengder renner av i 4. kvartal, taes 18 prøver pr. år, fordelt med en månedlig prøvetaking i perioden mai-oktober og 2 prøvetakinger pr. måned i perioden november-april.
- hvis mellom 40 og 60 % av årets vannmengde renner av i 4. kvartal, taes 28 prøver pr. år, fordelt med en månedlig prøvetaking i perioden juni-september og 3 prøvetakinger pr. måned i perioden oktober-mai.
- hvis mer enn 60 % av årets vannmengde renner av i 4. kvartal, taes 32 prøver pr. år, fordelt med månedlig prøvetaking i perioden juni-september, 3 prøvetakinger pr. måned i perioden oktober-november og april-mai, og 4 prøvetakinger pr. måned i perioden desember-mars.

Prøvetakingen foregår ved at polyetylenflasker skylles i vannløpsvannet og derpå fylles helt opp. Prøveflasken fylles i en dybde på 10-20 cm og godt ut fra vannløpsbredden.

Vannføringsmålinger:

- Prøvetakingsstedene er utstyrt med kontinuerlig registrerende vannstandsmålere. Det anbefales at vannføringen måles med et vingeinstrument hver gang det taes ut prøver.

Analysemetoder:

- Generelt anbefales det å anvende Dansk Standard (DS). For nitrat anbefales å anvende automatiserte modifikasjoner av den manuelle standardmetode.

6.4 Island

Prøvetakingsstrategi:

- I Island foregår ingen overvåking av forurensningsparametre i elver. I en elv som drenerer vulkanske utbrudd i Hekla samles det i dag inn prøver 3 ganger pr. år.
- På 112 målestasjoner registreres vannføring, temperatur og konduktivitet regelmessig og i vassdrag fra isbreer måles den partikulære materialtransport regelmessig.
- Antropogen forurensningstransport i elver beregnes på bakgrunn av koeffisienter for forurensningsproduksjon. Disse koeffisienter er i samsvar med de som brukes i de andre nordiske land.

Vannføringsmålinger:

- Vannføringen måles kontinuerlig i alle større vassdrag i Island - i dag måles vannføringen på 112 målestasjoner med standardisert utstyr.

Analysemetoder:

- Kjemiske analyser utføres i henhold til standardiserte metoder.

6.5 Norge

Prøvetakingsstrategi:

- I 5 av de 10 hovedelvene har det i perioden 1990-1992 vært samlet inn prøver 1 gang i måneden (ca. 10.-15.). I 3 av elvene har det i tillegg vært samlet inn prøver 1 gang i uken (ved vår- og høstflom), tilsammen ca 20 ganger i året. I samme periode har det i 2 av elvene vært samlet inn prøver 4-5 ganger i året (2 ganger ved lav og 2 ganger ved høy vannføring). I 1993 er programmet redusert til 12 ganger i 8 av de 10 elvene og 4 ganger i 2 elver. Prøvene samles inn med prøvetaker i plastmateriale. Prøver for analyse av kvikksølv og PCB/lindan har vært tatt direkte på spesielle glassflasker. Kvikksølv- og PCB/lindananalyser inngår ikke i programmet for 1993. Videre har det i perioden 1990-1992 vært samlet inn stikkprøver (ca 2 ganger/år) i et utvalg av de 145 "andre elver" som inngår i programmet. Forøvrig er innsamling og analyser av prøver (hovedsakelig næringssalter) herfra organisert i de enkelte fylker. Innsamling av stikkprøver inngår ikke i 1993-programmet.

Vannføringsmålinger:

- Vannføringen måles av Norges vassdrags- og energiverk (NVE) og leveres som daglige verdier.

Analysemetoder:

- Analysene utføres med standardiserte metoder (Norsk standard). Metallanalysene i prøver fra hovedelvene og i stikkprøver fra "andre elver" utføres ved Norsk institutt for luftforskning (NILU), øvrige analyser i prøver fra hovedelver og i stikkprøver fra "andre elver" ved NIVA. Øvrige analyser (hovedsakelig næringssalter) foretas ved de enkelte fylkes-/distriktslaboratorier.

7. Laboratorietjenester

7.1 Finland

Vannprøvene fra de 21 elver som overvåkes analyseres ved 7 kyst- og distriktslaboratorier. Resten analyseres ved 2 spesiallaboratorier i Helsinki og Oulo og ved WERI's forskningslaboratorium.

Akkreditering/sertifisering:

- WERI's forskningslaboratorium er akkreditert. De 2 spesiallaboratorier vil bli akkreditert før 1995. Vannlaboratoriene i distriktene har utviklet kvalitetssystemer som skal være tatt i bruk før 1995. Feltpersonalet vil bli sertifisert, men intet sertifiseringssystem er gjennomført på laboratoriene.

Internkontrollrutiner:

- Alle laboratorier gjennomfører daglig intern laboratoriekontroll for å etterspore systematiske og tilfeldige feil.

Ringtestordninger:

- Hvert år gjennomføres 1 - 2 interkalibreringer mellom laboratoriene.

7.2 Sverige

Akkreditering/sertifisering:

- Laboratoriet er akkreditert.

Internkontrollrutiner:

- Internkontrollen utføres i samsvar med akkrediteringen.

Ringtestordninger:

- Laboratoriet deltar regelmessig i nasjonale og internasjonale interkalibreringer.

7.3 Danmark

Akkreditering/sertifisering:

- Miljøstyrelsens referanselaboratorium (Vannkvalitetsinstituttet) er akkreditert - ingen distriktslaboratorier er akkreditert.

Internkontrollrutiner:

- Det forutsettes at det gjennomføres internkontroll i henhold til referanselaboratoriets retningslinjer.

Ringtestordninger:

- Ut fra interkalibreringsrutiner som er gjennomført siden 1980, vurderes analysesikkerheten ved de ulike laboratorier å være rimelig god.

7.4 Island

- De kjemiske analyser blir utført ved laboratoriene til Universitetets geologiske institutt, Havforskningsinstituttet og laboratoriene til Orkustofnun og lóntæknistofnun. Disse laboratorier er ikke akkreditert, men det foretas en kontinuerlig vurdering av analysemetoder og resultater.

7.5 Norge

Akkreditering/sertifisering:

- NIVAs og NILUs laboratorier akkrediteres våren 1993. De fleste fylkes-/distriktslaboratorier arbeider for å bli akkreditert.

Internkontrollrutiner:

- Internkontroll utføres i samsvar med den internasjonale standard for akkreditering.

Ringtestordninger:

- Laboratoriene deltar regelmessig i nasjonale og internasjonale interkalibreringer.

8. Beregning av tilførsler

8.1 Finland

Beregningsmetoder:

- Den årlige materialtransporten i elvene er beregnet ved å summere de månedlige transport-verdiene som fremkommer ved å multiplisere midlere månedskonsentrasjoner med midlere månedsvannføring. Verdiene hentes frem fra WERI's oppdaterte register.

Arealspesifikke avrenningskoeffisienter:

- De spesifikke avrenningskoeffisienter som brukes i Finland er følgende (Rekolainen 1989):

| | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| *tilførsler fra naturlige arealer: | 4 - 9 kg P/km ² /år | 150 - 200 kg N/km ² /år |
| *tilførsler fra skogsarealer: | 11 - 16 kg P/km ² /år | 200 - 270 kg N/km ² /år |
| *tilførsler fra kultiverte arealer: | 90 - 180 kg P/km ² /år | 800 - 2000 kg N/km ² /år |
- det er nylig også utarbeidet spesifikke avrenningskoeffisienter for oppløst reaktivt fosfor.

8.2 Sverige

Beregningsmetoder:

- De årlige transportverdiene beregnes på bakgrunn av daglige vannføringsverdier og lineær interpolering av konsentrasjonene av de månedlige analyseresultater.
- Tilførslene fra områdene mellom de store vassdragene beregnes på bakgrunn av vektete arealkoeffisienter for de representative måleområdene. F. eks. blir umålte elver til Bottenviken representert ved en sammenveining av resultatene fra Råne elv, Öre elv, Lögde elv og Gide elv
- Det anvendes statistiske metoder (under internasjonal publisering) for beregning av den antropogene andelen av nitrogen og fosfor ved målestasjonene. Kildefordeling gjøres ikke rutinemessig.

8.3 Danmark

Beregningsmetoder:

- Den lineære interpolasjonsmetoden anvendes ved beregning av stofftransporten i de vannløp som inngår i overvåkingsprogrammet. Stofftransporten beregnes som års-integralet av den interpolerte stoffkonsentrasjon (ut fra måleresultatene) ganger den til et hvert tidspunkt aktuelle vannføring.

Arealspesifikke avrenningskoeffisienter:

- Det benyttes tre forskjellige parametre for å beskrive konsentrasjon og transport av fosfor og nitrogen i vannløpene:
 - årsmiddelkonsentrasjon benyttes for vurdering av vannkvaliteten
 - arealkoeffisienter benyttes for å beskrive belastningsforholdene
 - vannføringsvektet konsentrasjon ved belysning av variasjonstendenser.
- I overvåkingsprogrammet er vannløpene delt i to nett:
 - 1: for beregning av transport til havet
 - 2: for å overvåke de ulike samfunnssektorens betydning for vannkvaliteten

Det regionale nettet er oppdelt i tre typer etter arealanvendelse og dominerende forurensningskilde på følgende måte:

- udyrket område som i liten grad er antropogent påvirket
- områder uten N- eller P- punktkilder
- områder som er belastet med punktkilder

Med bakgrunn i måleresultatene i vannløp fra de ulike områdekategorier, bestemmes kildenes betydning for vannets kvalitet og stofftransport.

Retensjonskoeffisienter:

- I perioden 1989 til 1991 viste måleresultatene at ca. 15 % av den tilførte nitrogenmengde ble holdt tilbake i vannløpene, tilsvarende ble fra 5 til 15 % av fosforet holdt tilbake. Fosfortilbakeholdelsen kan i sommerperioden utgjøre opp til 50 % av de tilførte mengder.

8.4 Island

Beregningsmetoder:

- Med bakgrunn i målt vannføring og midlere stoffkonsentrasjon er elvetilførselen for noen elver estimert. Antropogen tilførsel av fosfor og nitrogen via elver er estimert på bakgrunn av koeffisienter for forurensningsproduksjon.

Arealspesifikke avrenningskoeffisienter:

- Det finnes intet spesielt estimat for arealavrenning.

Koeffisienter for forurensningsproduksjon:

- Følgende koeffisienter brukes:

Sanitært avløpsvann:

1 p.e. P : 2.5 ell 4.1 g P/dag

1 p. e. N : 12.0 g N/dag

1 p. e. BOD: 60 eller 70 g BOD/dag

Slakteriavløp:

P : 0.12 til 0.28 kg P/tonn slakt

N : 0.72 til 1.68 kg N/tonn slakt

BOD: 6 til 14 kg BOD/tonn slakt

Meieriavløp:

P : 0.008 til 0.0016 kg P/m³ melk produsert

N : 0.042 til 0.084 kg N/m³ melk produsert

BOD: 1 til 2 kg BOD/m³ melk produsert

- Koeffisienter for handelsgjødsel:

Forbruk av kunstgjødsel er på Island estimert fra 100 til 110 kg N/ha, 30 kg P/ha og 40 til 45 kg K/ha. Utvaskingen er vurdert til 2 % P og ca. 12 % N

- Koeffisienter for husdyrgjødsel:

*Storfe:

P : 10.3 eller 12 kg P/dyr/år

N : 65 eller 85 kg N/dyr/år

*Hest:

P : 7.5 eller 7.6 kg P/dyr/år

N : 45 eller 47 kg N/dyr/år

*Får

P : 1.2 eller 2 kg P/dyr/år

N : 7.1 eller 9 kg N/dyr/år

*Svin:

P : 3 eller 3.2 kg P/dyr/år

N : 10 eller 14 kg N/dyr/år

*Høns:

P : 0.2 eller 0.4 kg P/dyr/år

N : 0.5 eller 1.7 kg N/dyr/år

8.5 Norge

Beregningsmetoder

- Ved beregning av årstilførselen (L) benyttes formelen angitt nedenfor, hvis tilstrekkelig informasjon om vannføring er tilstede:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot Q_i)}{\sum_{i=1}^n (Q_i)} \cdot Q_a$$

L : annual load
 Q_a : annual flow
 C_i : the concentration measured in sample i
 Q_i : the corresponding flow for sample i
 n : the number of samples taken in the sampling period

- De 10 undersøkte vassdrag danner basis for et stofftransportestimat for andre elver i landet. Vannføringsdata er også for disse nødvendig for beregning av transporten. Hvis slik informasjon ikke finnes beregnes vannføringen vha. opplysninger om temperatur og nedbør i det enkelte område samt nedbørfeltets størrelse, eller NVEs avrenningskart (1987) benyttes. Videre benyttes konsentrasjonsnivåer for næringssalter fra nyere undersøkelser (helst 1990-1993). Det har her vist seg nødvendig å samle inn stikkprøver fra flere elver, for å få en oversikt over om konsentrasjonsnivået nå er det samme som ved tidligere undersøkelser. Slike befaringer er utelatt i 1993.

- Videre er det nødvendig å måle/beregne utslipp fra boligområder (kloakk), industri nedstrøms og mellom prøvetakingsstedene i vassdragene samt diffuse tilførsler fra landbruk og arealer direkte til fjord eller kyst.

- Industriutslipp beregnes på bakgrunn av utslippstall fra konsesjonsbehandlet industri. Forurensningstilførsler fra kommunal kloakk og jordbruk beregnes vha. data fra SSB/Vassdragsregisteret og egnet program (Tjomsland, 1992).

- Ved beregning av tilførsler av ubehandlet avløpsvann (kloakk) som ikke er koblet til rensenanlegg benyttes følgende koeffisienter (Holtan og Åstebøl, 1991):

| | |
|-------|-----------------------|
| BOD | 0.046 kg O/person/dag |
| SPM | 0.042 kg /person/dag |
| Tot-N | 0.012 kg N/person/dag |
| Tot-P | 0.002 kg P/person/dag |
| KOF | 0.094 kg O/person/dag |

- Der det ikke finnes pålitelige målinger av tungmetaller fra kloakk og industri, brukes middelkonsentrasjonen i kloakkvann og antatt konsentrasjon i industrielt avløpsvann.

- Tilførsler fra områdene mellom og nedstrøms overnevnte vassdrag beregnes på bakgrunn av vektete arealkoeffisienter for de representative måleområder (Holtan og Åstebøl, 1991).

9. Rapportering og datalagring

9.1 Finland

- Alle vannkvalitets- og vannførings-data lagres i register som oppdateres av WERI.
- Elvetransportdata rapporteres i ulike nasjonale og internasjonale rapportserier.

9.2 Sverige

- Alle vannkvalitets- og vannførings-data lagres ved Uppsala Datacentral.
- Ved Uppsala Datacentral blir også dataene i vesentlig grad bearbeidet for den årlige rapporteringen til Naturvårdsverket, länsstyrelsene og internasjonale organ.

9.3 Danmark

- Data lagres og oppdateres ved DMU - og rapporteres årlig nasjonalt og internasjonalt i faglige rapporter fra DMU.

9.4 Island

- Rapportering til nasjonale og internasjonale organ foregår på bakgrunn av de til enhver tid tilgjengelige data fra forskning, statistiske data om den menneskelige aktivitet og koeffisienter om forurensningsproduksjon.

9.5 Norge

- Vannkvalitets- og vannføringsdata lagres, bearbeides og oppdateres ved NIVA. Elvetransportdata rapporteres i ulike nasjonale og internasjonale rapportserier.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2315-0