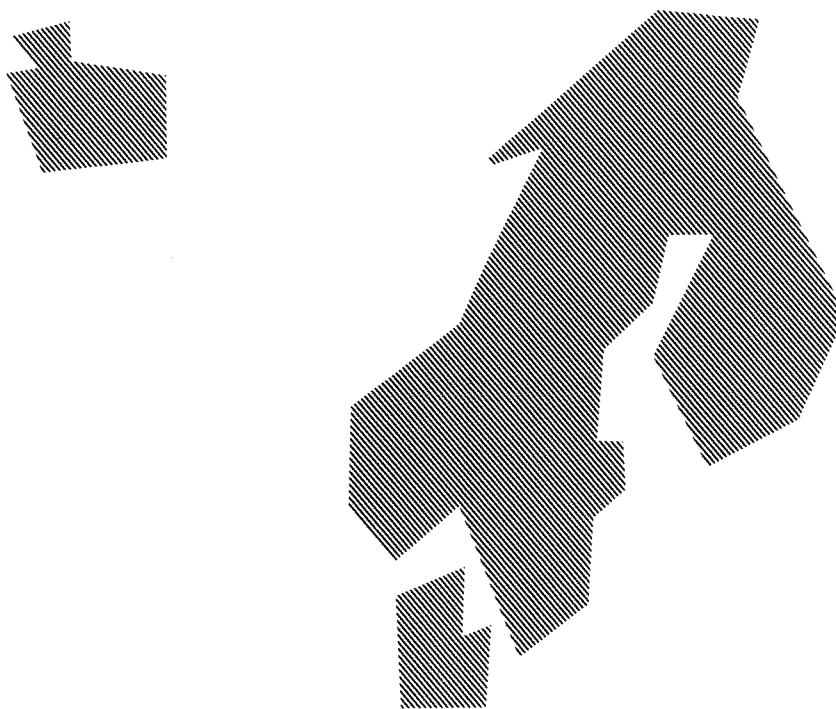


O-93006

# 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.:

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653	<b>Vestlandsavdelingen</b> Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> 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.

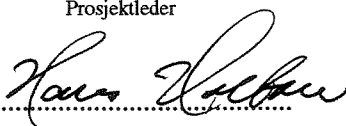
4 emneord, norske

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

4 emneord, engelske

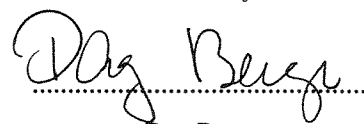
1. Climate and discharge
2. Monitoring programmes
3. Analytical methods
4. Data treatment and storage

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 Midtatlantiske 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 km<sup>2</sup> (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.



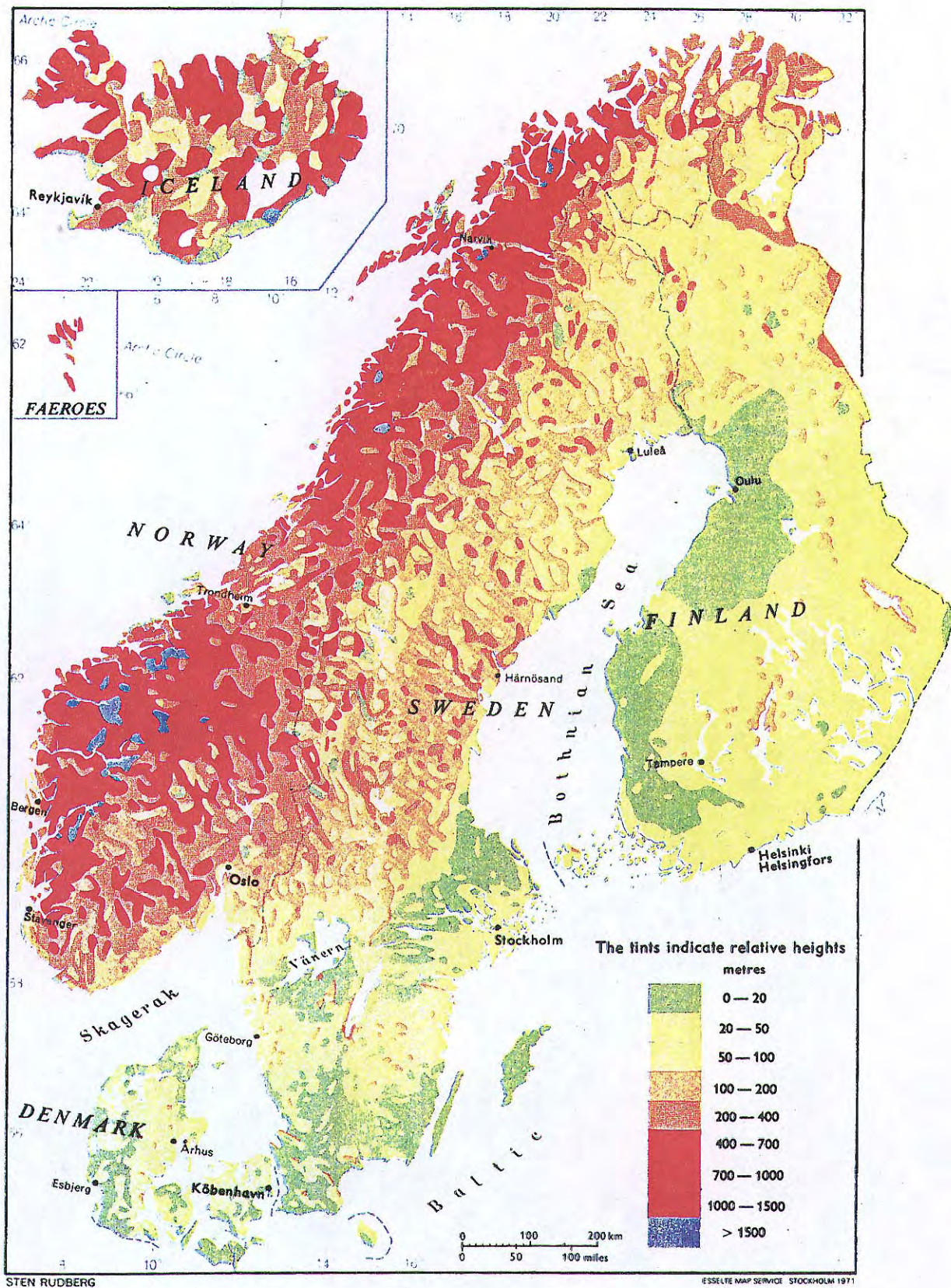


Fig. 1 Topografiske forhold i Norden



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 <sup>2</sup>
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 . km<sup>2</sup>). Områder som ligger i regnskyggen har sp. avrenning på fra 10 til 40 l/s.km<sup>2</sup>.



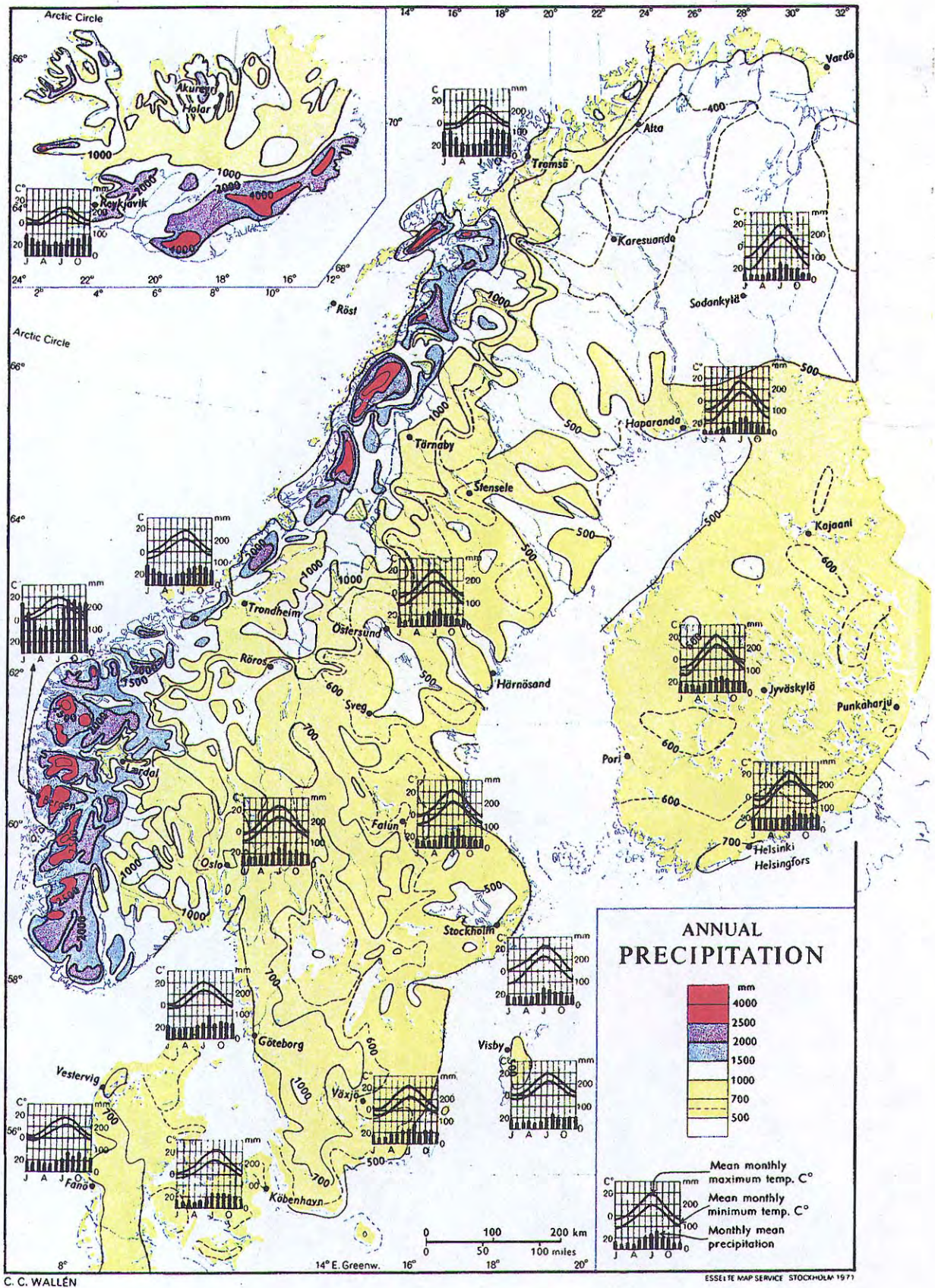


Fig. 2 Årlig nedbør og nedbørvariasjoner i Norden.

*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 veksling 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.



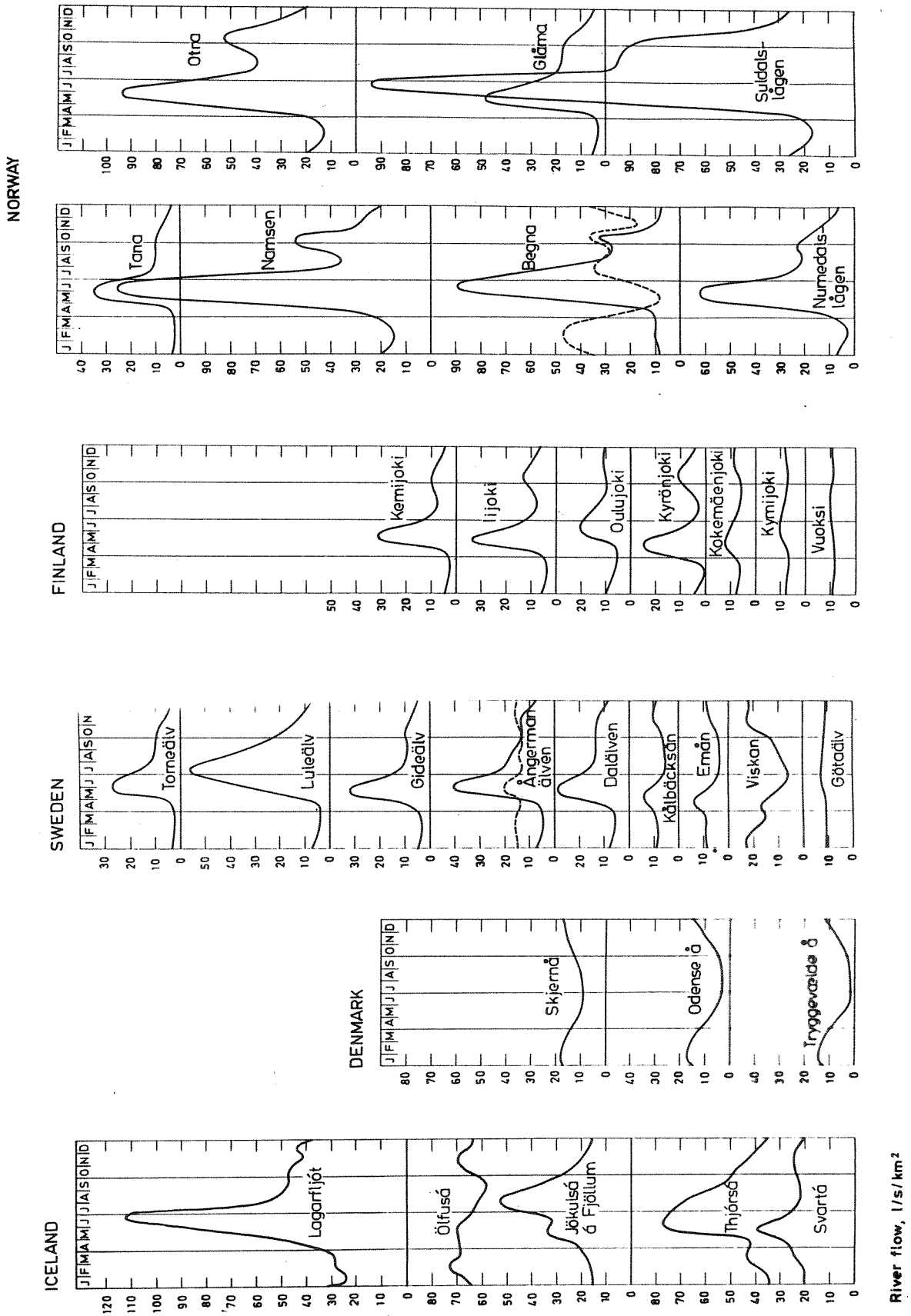


Fig. 3 Eksempler på vannføringsvariasjoner i Norden.

## 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
<b>Finland</b>	Vatten- och mil-jø-styrelsen	Heikki Pitkänen/ Petri Ekholm	Box: 250, FI-00101, <b>Helsingfors</b>	Tel.: +358-0-40281 Fax.: +358-0-4028345
<b>Sverige</b>	Statens Naturvårdsverk. Miljøkontrollaboratoriet	Bert Karlsson/ Thorsten Ahl	Box: 8005 SE-75008 <b>Uppsala</b>	Tel.: +46-18-673100 Fax.: +46-18-673156
<b>Danmark</b>	Danmarks miljøundersøgelser (DMU)	Brian Kronvang	Vejlsøvej 25, Postbox: 314 8600 <b>Silkeborg</b>	Tel.: +45-89-201400 Fax.: +45-89-201414
<b>Island</b>	Siglingamálastofnun ríkisins	Dr. Helgi Jensson	P.O. Box 7200 Is-127 <b>Reykjavik</b>	Tel.: +354-1-25844 Fax.: +354-1-29835
<b>Norge</b>	Norsk institutt for vann-forskning (NIVA)	Gjertrud Holtan	Postboks 69 Korsvoll, 0808 <b>Oslo</b>	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 (SiO<sub>2</sub>)

I 13 elver måles i tillegg:

- totalt suspendert materiale (Nuclepore 0.4 µm)
- totalt oppløst fosfor (Nuclepore 0.4 µm)
- Cl, SO<sub>4</sub>, 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 <sup>2</sup>	Målt, km <sup>2</sup>	Prosent målt
<b>Bottenviken</b>	Norrbotn	7	105,734 *)	99,234	93.9
*)Del av Finl	Västerbotten	2	24,730	13,311	53.8
	<b>Totalt</b>	<b>9</b>	<b>130,464</b>	<b>112,545</b>	<b>86.3</b>
<b>Bottenhavet</b>	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
	<b>Totalt</b>	<b>12</b>	<b>180,050</b>	<b>159,926</b>	<b>88.6</b>
<b>Bottniska viken</b>	<b>Totalt</b>	<b>21</b>	<b>310,514</b>	<b>272,471</b>	<b>87.8</b>
<b>Östersjön</b>	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
	<b>Totalt</b>	<b>13</b>	<b>86,924</b>	<b>58,981</b>	<b>69.5</b>
<b>Öresund</b>	<b>Malmöhus</b>	<b>1</b>	<b>2,605</b>	<b>202</b>	<b>7.8</b>
<b>Kattegat</b>	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
	<b>Totalt</b>	<b>6</b>	<b>71,551</b>	<b>66,741</b>	<b>93.3</b>
<b>Skagerrak</b>	<b>Göteborgs o Bohus</b>	<b>3</b>	<b>5,337 *)</b>	<b>2,586</b>	<b>48.5</b>
<b>Havet totalt</b>		<b>44</b>	<b>474,931 *)</b>	<b>400,981</b>	<b>84.4</b>

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 <sub>Mn</sub>
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 <sup>2</sup>	Målt areal, km <sup>2</sup>	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
<b>Totalt</b>	<b>189</b>	<b>43,019</b>	<b>26,177</b>	<b>61</b>

#### 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 km<sup>2</sup>, 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 <sub>Mn</sub>
Natrium	Fosfat-P	Silisium (SiO <sub>2</sub> )
Kalium		Klorid
Alkalitet (HCO <sub>3</sub> og CO <sub>3</sub> )		Totalt oppløste salter
Sulfat		Partikulær transport
Klorid		

## 5.5 Norge

## Målestasjoner og dreneringsarealer:

Til havområde/fylke	Hovedelv	Andre elver	Målt, km <sup>2</sup>		Nedstrøms og mellom-liggende areal	Totalt km <sup>2</sup>	% målt
			Hovedelv	Andre elver			
<b>Skagerrak/Nordsjøen</b>							
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
<b>Totalt Skagerrak</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	<b>77837</b>	<b>14966</b>	<b>5896</b>	<b>98699</b>	<b>94.0</b>
<b>Resterende del av Nordsjøen</b>							
Vest-Agder-Rogaland	Orreelva	17	105	7233	2513	9851	74.5
Rogaland-Hordaland, Sogn og Fjordane	Suldalslågen	40	1466	16205	12681	30352	58.2
<b>Totalt rest. del av Nordsjøen</b>	<b>2</b>	<b>57</b>	<b>1571</b>	<b>23438</b>	<b>15194</b>	<b>40203</b>	<b>62.2</b>
<b>Norskehavet</b>							
Møre og Romsdal Sør-/Nord-Trøndelag	Orkla	24	2680	28118	17036	47834	64.4
Nordland - Troms	Vefsna	24	4113	23907	18850	46870	59.8
<b>Totalt Norskehavet</b>	<b>2</b>	<b>48</b>	<b>6793</b>	<b>52025</b>	<b>35886</b>	<b>94704</b>	<b>62.1</b>
<b>Barentshavet</b>							
Finnmark	Alta	16	7367	45155	20619	73141	71.8
<b>Totalt Barentshavet</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>7367</b>	<b>45155</b>	<b>20619</b>	<b>73141</b>	<b>72.8</b>
<b>TOTALT</b>	<b>10</b>	<b>145</b>	<b>93568</b>	<b>135584</b>	<b>77595</b>	<b>306747</b>	<b>74.7</b>

## 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<sup>2</sup>/år                      150 - 200 kg N/km<sup>2</sup>/år
- \*tilførsler fra skogsarealer: 11 - 16 kg P/km<sup>2</sup>/år                      200 - 270 kg N/km<sup>2</sup>/år
- \*tilførsler fra kultiverte arealer: 90 - 180 kg P/km<sup>2</sup>/år                      800 - 2000 kg N/km<sup>2</sup>/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/m<sup>3</sup> melk produsert

N : 0.042 til 0.084 kg N/m<sup>3</sup> melk produsert

BOD: 1 til 2 kg BOD/m<sup>3</sup> 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<sub>a</sub> : annual flow  
 C<sub>i</sub> : the concentration measured in sample i  
 Q<sub>i</sub> : 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 renselanlegg 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