

# **Vurdering av dagens og fremtidig nitrogenlekkasje i Norge**



## Forord

Som en del av ferdigstillingen av arbeidet med LEVE-prosjektet (Luftforurensninger – effekter og verdier) ba SFT NIVA om å utarbeide et kart som viser nitrogenlekkasje i forsuringsbelastede områder i Norge. NIVA har utarbeidet kart basert på eksisterende data i den norske tålegrensedatabasen og benyttet FAB modellen til å beregne potensiell nitrogenlekkasje i 2010 forutsatt at Gøteborgprotokollens plan om reduksjon av nitrogenutslipp oppfylles.

Saksbehandler i SFT har vært Elise Nordahl.

Oslo, 16. november 2001

*Thorjørn Larssen*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>4</b>
<b>Summary</b>	<b>5</b>
<b>1. Bakgrunn</b>	<b>6</b>
<b>2. Datagrunnlag og beregninger</b>	<b>6</b>
<b>3. Resultater</b>	<b>7</b>
3.1 Dagens nitrogenlekkasje	7
3.2 Nitrogenlekkasje i 2010	7
<b>Referanser</b>	<b>12</b>
<b>Vedlegg A. Inndeling av landet i regioner</b>	<b>13</b>

---

## Sammendrag

Rapporten inneholder kart over nitrogenlekkasjen i Sør-Norge i dag, og beregninger av potensiell N lekkasje ved forventet deposisjonsnivå i 2010. Kartet for dagens verdier er basert på målte nitrogen-deposisjonsverdier fra NILU og nitrogenavrenning i overflatevann fra den norske tålegrensedatabasen. Beregningene for 2010 er gjort ved hjelp av FAB-modellen og må betraktes som et "worst case" scenario, i og med at modellen kun tar hensyn til den nitrogen-akkumuleringen (retensjonen) som kan opprettholdes over et lengre tidsrom (over hundre år), mens den nåværende nitrogenretensjonen er vesentlig høyere.

Dagens nitrogenlekkasje avtar fra rundt 30% lengst sør og vest i landet til under 5% på nordre deler av østlandet. For 2010 er det beregnet en potensiell nitrogenlekkasje på 50-70% for store deler av Sør- og Vestlandet, dersom en legger "worst case" nitrogenretensjon og forventet nitrogen-deposisjon (jfr. Gøteborgprotokollen) til grunn.

## Summary

Title: An evaluation of present and future nitrogen leaching in Norway

Year: 2001

Authors: Larssen, Thorjörn  
Høgåsen, Tore  
Kaste, Øyvind

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4095-0

This report contains maps showing nitrogen leaching in Southern Norway at present and a calculation of potential N leaching level in 2010. The map of the present nitrogen leaching is based on measured nitrogen deposition values from NILU and nitrogen concentrations in surface water from the Norwegian critical loads database. The calculations for 2010 are conducted using the FAB model and must be regarded as a "worst case" scenario since the model only considers long-term sustainable N retention rates, which are much lower than the present.

The present nitrogen leaching decreases from a maximum of about 30% in the south-west to less than 5% in the north-west. For 2010, the calculated potential nitrogen leaching is 50-70% for large parts of the south and western parts of the country, assuming "worst case" nitrogen retention and deposition values according to the Gothenburg protocol.

## 1. Bakgrunn

Nitrogen- og svovelforbindelser i luft og nedbør bidrar til forsurening av jord og vann i Norge. Forholdet mellom nitrogen og svovel i nedbøren har økt siden 1980. Dette skyldes i hovedsak at nedbørens innhold av nitrat har vært stabilt samtidig med at innholdet av svovel i nedbøren har gått ned (SFT 2001).

Nitrogenforbindelser er gjødsel for vegetasjonen. I ukultivert jord, f.eks. skogsjord, er nitrogen et vekstbegrensende stoff og atmosfærisk tilført nitrogen kan derfor gi en øket vekst. Men kommer det mer nitrogen gjennom nedbøren enn vegetasjonen kan bruke, vil "overskuddet" renne gjennom jordsmonn og løsmasser og ende i vassdragene som nitrat. Nitrationet vil da virke forsurende på samme måte som sulfat.

I Norge er det en klar positiv sammenheng mellom N-deposisjon og N-konsentrasjon i overflatevann. De høyeste N-konsentrasjonene finnes derfor i områder av landet med den høyeste N-deposisjonen (SFT 2001).

## 2. Datagrunnlag og beregninger

Datagrunnlaget benyttet i utarbeidelsen av kartene er den samme som brukes i utarbeidelsen av nasjonale og internasjonale tålegrensekart (Henriksen and Buan 2000; Posch et al. 2001). Vannkjemiske data i basen er basert på landsdekkende vannkjemiundersøkelser. Den norske databasen for naturens tålegrenser er nærmere beskrevet i Henriksen and Buan 2000. For nitrogendeposisjon ble benyttet data fra NILU. Det nyeste nitrogendeposisjonskartet er basert på måledata er fra 1992-1996 (Tørseth and Semb 1998). For 2010 er det benyttet modellerte verdier fra EMEP, der det er antatt at utslippsreduksjonene avtalt i Gøteborgprotokollen følges UN/ECE 1999. Dette tilsier ca. 50% reduksjon i N-deposisjon i 2010 i forhold til 1995. Deposisjonsdata for Norge i 2010, som resultat av implementering av protokollen, er beregnet av Coordinating Center for Effects, RIVM, Nederland. Data for årlig avrenning er basert på kart over normalavrenning fra NVE.

Databasen er basert på et geografisk rutesystem for Norge der hver  $1^{\circ} \times 0,5^{\circ}$  rute er delt inn i 16 underruter. Kartene i denne rapporten er gitt i EMEP  $50 \times 50$  km rutenett. Konvertering fra tålegrenserutenettet til EMEP-rutenettet ble gjort ved å tilegne ruteverdier til midten av hver tålegrenserute og deretter tilegne hver EMEP-rute gjennomsnittet av de tålegrenserutene som falt innenfor hver EMEP-rute.

Utrekning av nitrogenlekkasje er gjort ved å ta forholdet mellom årlig nitrogenfluks i avrenningen og årlig nitrogenfluks i deposisjonen, omregnet til prosent.

Det er ikke observert betydelige endringer hverken i nitrogendeposisjon eller nitrogenkonsentrasjoner i avrenningen siden de benyttede regionale data er samlet inn (SFT 2001). Datagrunnlaget i tålegrensedatabasen anses derfor egnet til å lage kart over "dagens situasjon" vedrørende nitrogenlekkasje.

For å beregne mulig nitrogenlekkasje i 2010 er "First order acidity balance"-modellen (FAB) benyttet. FAB-modellen er en steady-state modell som tar hensyn til opptak av nitrogen i vegetasjon og i jordsmonnet. Modellen er beskrevet i Posch et al. 1997 og Henriksen and Posch 2001.

FAB-modellen er benyttet i utarbeidelsen av kart av tålegrenser og overskridelser i Norge (Henriksen and Buan 2000).

## 3. Resultater

Resultatene er fremstilt på kart. Vi har valgt å bare presentere kart for den sørlige delen av Norge, siden kun denne delen er interessant i forsuringssammenheng (med unntak av Øst-Finnmark, hvor forsuring skyldes hovedsaklig svoveltilførsel).

### 3.1 Dagens nitrogenlekkasje

Kartene viser at både nitrogendeposisjonen (Figur 1a) og nitrogenavrenningen (Figur 2a) er størst i den sør-vestligste delen av Norge. Nitrogenlekkasjen er også størst i denne delen av landet (Figur 3a). Kartet over nitrogenlekkasje gir et dekkende bilde av nitrogenlekkasjen i Sør-Norge i forhold til den skala og oppløsning som er benyttet.

Prosent N-lekkasje er generelt lavere fra skogsområder enn fra fjell og hei områder. Således er N-lekkasjen høyest i de vestlige deler av Sørlandet, og lavere på Østlandet.

I SFTs overvåkningsprogram for effekter av forsuring er Norge delt inn i regioner basert på forureningsbelastning (S- og N-deposisjon), meteorologi, og biogeografi (SFT 2001) (se Vedlegg A for beskrivelse av regionene). Høyest nitrogenlekkasje finner vi i Region V (Sørlandet – Vest), hvor lekkasjen typisk er 20-30 %. Nitrogenlekkasjen er også høy i Region VI (Vestlandet - Sør). I Region IV (Sørlandet – Øst), som også ligger i det sterkest forsurede området i Norge, er lekkasjen noe mindre, typisk 10-20%. Videre østover og nordover avtar nitrogenlekkasjen ytterligere, til under 10%, i overenstemmelse med avtagende nitrogendeposisjon.

### 3.2 Nitrogenlekkasje i 2010

Kartene for 2010 viser betydelig redusert nitrogendeposisjon over Sør-Norge i forhold til dagens situasjon som følge av utslippsreduksjoner (Figur 1b). Nitrogenfluksen i avrenningen er imidlertid høyere enn dagens avrenning. Siden nitrogendeposisjonen har gått ned og nitrogenavrenningen opp, blir dermed nitrogenlekkasjen for 2010 betydelig høyere enn i dag (Figur 3b).

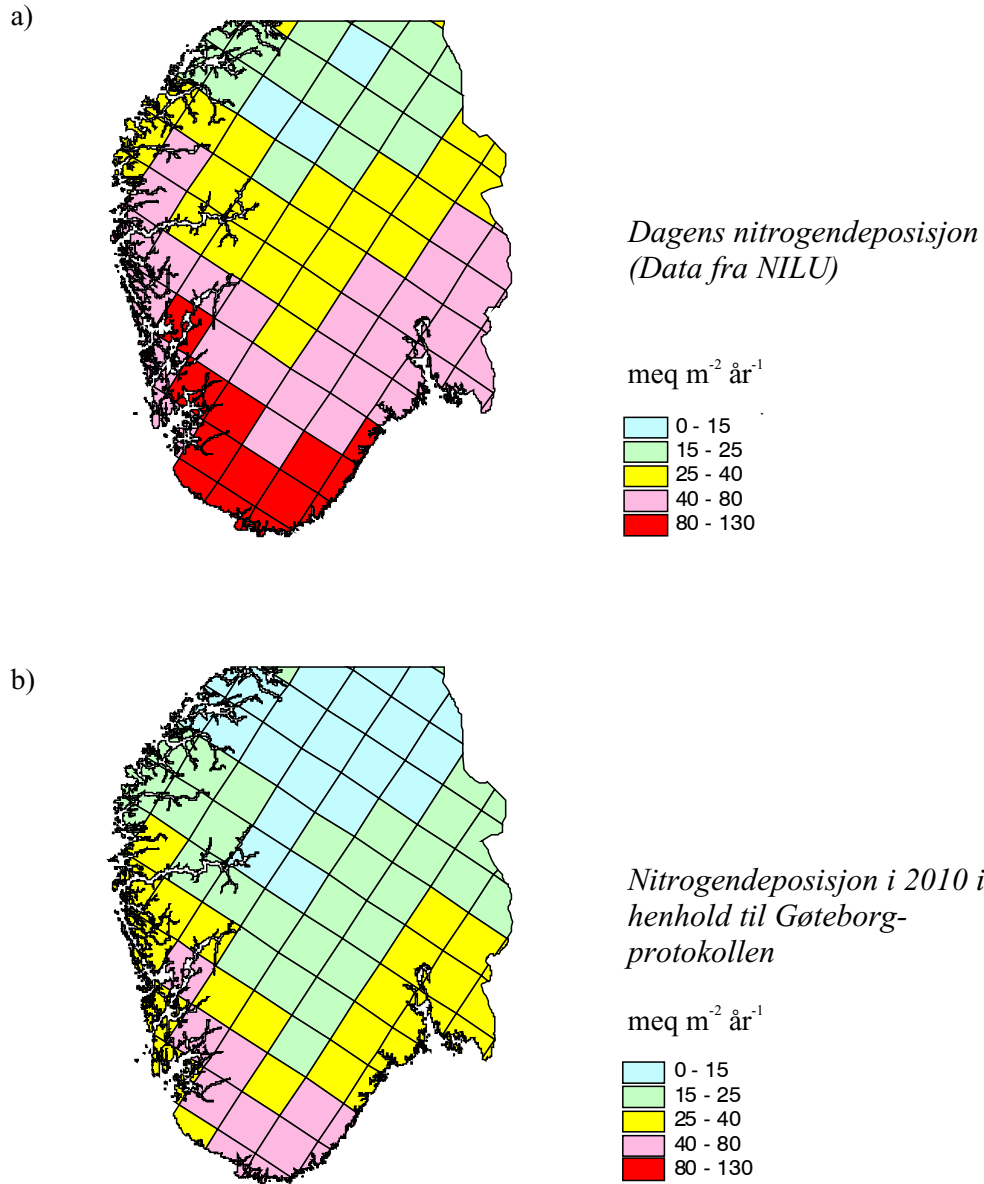
Kartene for 2010 viser resultater fra en beregning med FAB-modellen, forutsatt at nitrogenutslippene reduseres fram til 2010 som beskrevet i Göteborgprotokollen. Beregningen bygger på flere antakelser og tilnærminger, som er viktig å ta med i betraktning ved tolking av resultatene. FAB-modellen krever informasjon om arealet av innsjøer, skog og myr i hver rute. Disse data finnes ikke i tålegrensedatabasen og middelverdier for landet er derfor benyttet (23% skog, 5% vann, 7% myr). Parameterverdiene for de ulike N-prosessene er gitt i Kaste et al., 2001.

Den potensielle  $\text{NO}_3$ -lekkasjen som FAB modellen predikerer antas å være et "worst case" tilfelle, i og med at modellen tar utgangspunkt i historisk N-retensjon som har vist seg å være bærekraftig over et langt tidsperspektiv (føre-var prinsipp). Dette fører til at N-retensjonen i FAB-modellen er mye lavere enn dagens. Det må videre presiseres at siden FAB-modellen er en likevekts- (steady-state) modell, er det forutsatt likevekt med N-deposisjonen i 2010 (noe som det i praksis kan ta lang tid å oppnå).

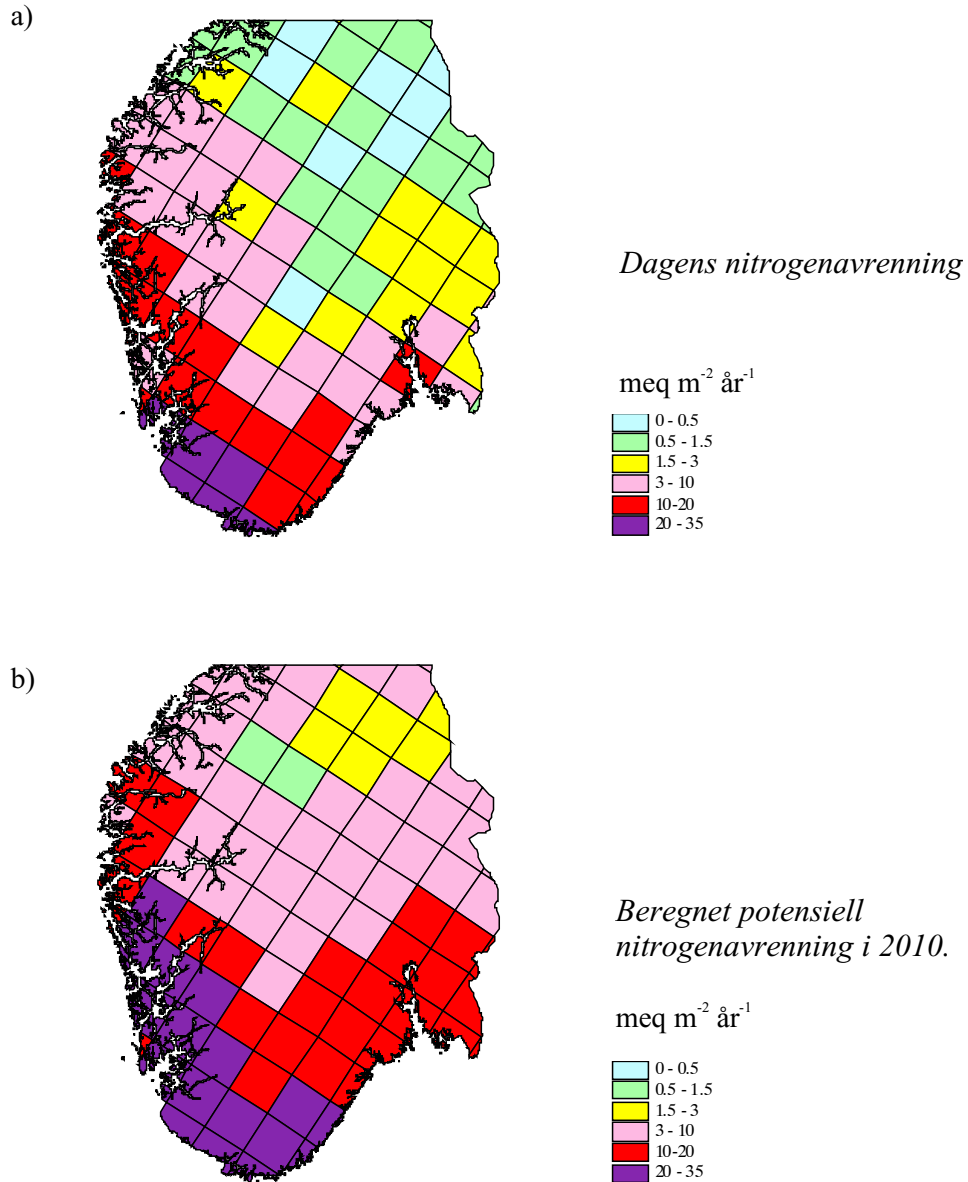
Som det fremgår over, er det betydelig usikkerhet knyttet til fremtidige endringer i nitrogenretensjon og nitrogenlekkasje, og det finnes i dag ikke faglig grunnlag for å beregne en nitrogenlekkasje som



kan anses som mest sannsynlig for 2010. Et annet mulig scenario for 2010 enn det som er presentert over, kan derfor like godt være en nitrogenavrenning som tilsvarer dagens ("best case").

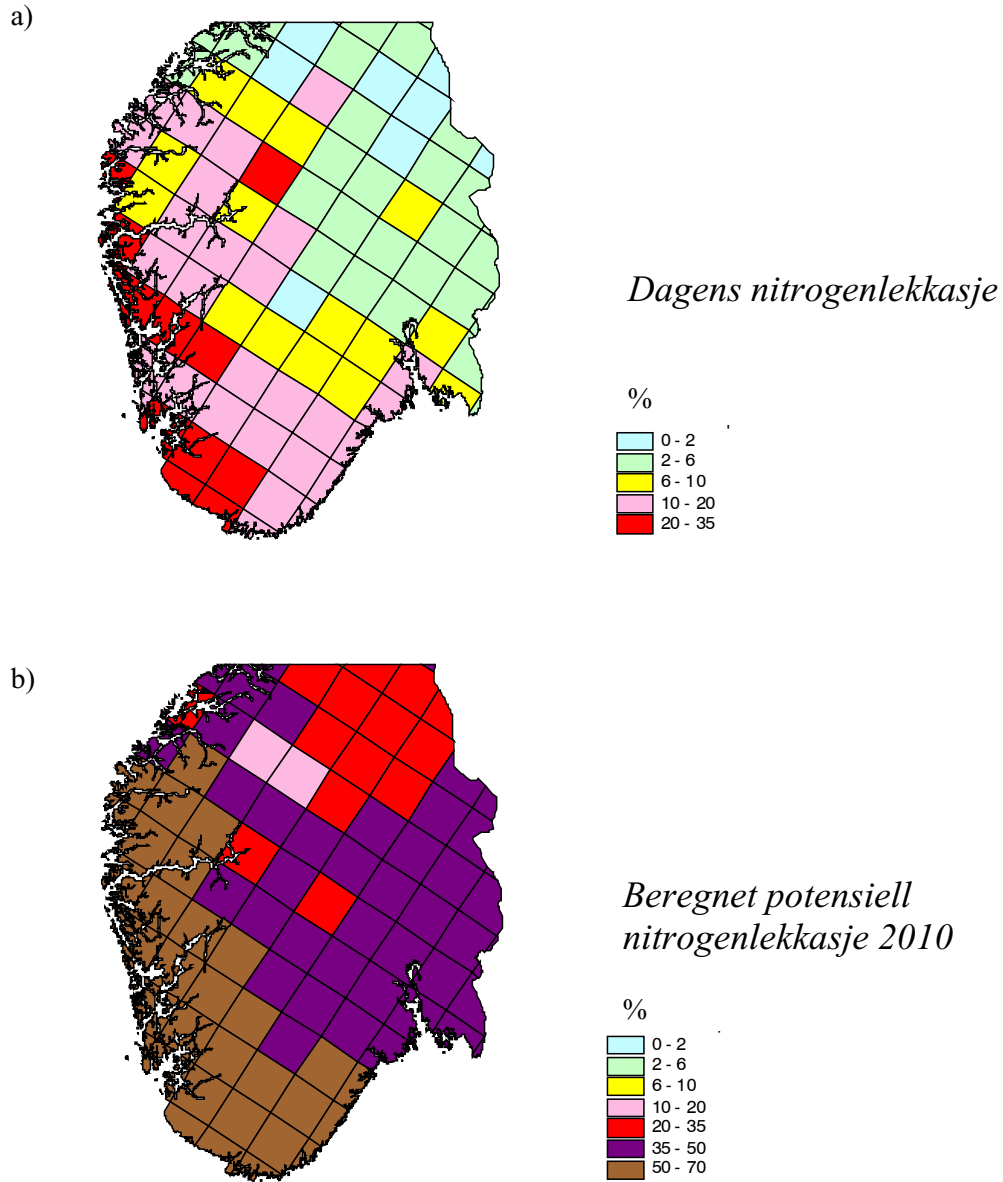


Figur 1 a) Dagens nitrogendeposisjon (1992-96). Data fra Tørseth and Semb 1998.  
b) Nitrogendeposisjon i 2010 hvis Göteborgprotokollen oppfylles. Etter data fra  
Coordinating Center for Effects, RIVM, Nederland



Figur 2 a) Dagens nitrogenavrenning. Beregnet etter data fra den norske tålegrensedatabasen (Henriksen and Buan 2000).

b) "Worst case" scenario for nitrogenavrenning i 2010. Beregninger gjort med FAB-modellen med samme datagrunnlag som i figur a).



Figur 3 a) Dagens nitrogelekkasje. Beregnet etter data fra (Henriksen and Buan 2000).  
 b) "Worst case" scenario for nitrogenlekkasje i 2010. Beregninger gjort med FAB-modellen med samme datagrunnlag som i figur a).

## Referanser

Henriksen, A. and Buan, A. K. 2000. Tålegrenser og overskridelse av tålegrenser for overflatevann, skogsjord og vegetasjon i Norge. *Naturens Tålegrenser 4179-2000*, NIVA, Oslo.

Henriksen, A. and Posch, M. 2001. Steady-state models for calculating critical loads of acidity for surface waters. *Water Air and Soil Pollution: Focus* **1**: 375-398.

Posch, M., de Smet, P. A. M., Hettelingh, J. P., and Downing, R. J. 2001. Modelling and mapping of critical thresholds in Europe: Status report 2001. RIVM, Bilthoven, The Netherlands.

Posch, M., Kämäri, J., Forsius, M., Henriksen, A., and Wilander, A. 1997. Exceedance of critical loads for lakes in Finland, Norway and Sweden: Reduction requirements for acidifying nitrogen and sulfur deposition. *Environmental Management* **21**: 291-304.

SFT. 2001. Overvåking av langtransportert forurensninger 2000. Sammendragsrapport. Statlig program for forurensningsovervåking Rapport Statens forurensningstilsyn, Oslo, Norway.

Tørseth, K. and Semb, A. 1998. Deposition of nitrogen and other major inorganic compounds in Norway, 1992-1996. *Environ.Pollut.* **102**: 299-304.

UN/ECE. 1999. The 1999 Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone. Document ECE/EB.AIR, United nations Economic Commission for Europe, New York and Geneva.

## Vedlegg A. Inndeling av landet i regioner

I overvåkingsprogrammet for effekter i vann er Norge delt inn i 10 regioner (SFT 2001). Inndelingen er basert på en relativt lik forsøringsbelastning innen hver region, samt biogeografiske og meteorologiske forhold. Hovedhensikten med inndelingen er å kunne vise utviklingen av forsørings situasjonen i ulike deler av Norge. De 10 regionene er vist i figuren, og er som følger:

- I. Østlandet - Nord.
- II. Østlandet - Sør.
- III. Fjellregion - Sør-Norge.
- IV. Sørlandet - Øst.
- V. Sørlandet - Vest.
- VI. Vestlandet - Sør.
- VII. Vestlandet - Nord.
- VIII. Midt-Norge
- IX. Nord-Norge.
- X. Øst-Finmark.

