



DNMI

Det norske meteorologiske institutt

Nasjonalt stasjonsnett for klimatologiske formål

Lars Andresen, Gustav Bjørbæk,
Eirik Førland og Per Øyvind Nordli

RAPPORT NR. 21/98

KLIMA



DNMI-RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3
TELEFON: 22 96 30 00

ISBN 0805-9918

RAPPORT NR.

21/98 KLIMA

DATO

27.05.98

TITTEL

NASJONALT STASJONSNETT FOR KLIMATOLOGISKE FORMÅL

UTARBEIDET AV

**Lars Andresen, Gustav Bjørnbæk,
Eirik Førland og Per Øyvind Nordli**

OPPDRAKSGIVER

DNMI - Klimaavdelingen


OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

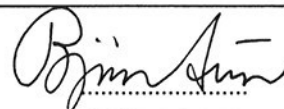
Klimaavdelingen lager klimatologiske utredninger for nasjonale, regionale og lokale forhold basert på observasjonsnettet, og anvender klimadata i forskjellige klimarelaterte forskningsprosjekter. Avdelingen besvarer over 3000 forespørsler per år og har i tillegg ca 800 dataforsendelser per måned. Mange oppdrag har stor samfunnsøkonomisk betydning, fordi utredninger basert på klimadata gjør det mulig å planlegge bedre.

Det er gjort en vurdering av observasjonsbehovet for klimatologiske formål, med utgangspunkt i DNMI's nett av observasjonsstasjoner. Vurderingene er så sammenholdt med anbefalinger fra WMO og praksis i andre land. Rapporten konkluderer med et observasjonsbehov for temperatur, nedbør og en del andre viktige værelementer, som viser at det per i dag er et underskudd av observasjonsstasjoner. Det anbefales at DNMI definerer 7 værstasjoner og 12-15 nedbørstasjoner som RCS i hovedlandet, i tillegg til værskipet og 3-4 arktiske stasjoner, og at ca 50 stasjoner for observasjon av hhv. temperatur (m.m.) og nedbør får status som nasjonale referansestasjoner.

UNDERSKRIFT



Lars Andresen
SAKSBEHANDLER



Bjørn Aune
FAGSJEF

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	1
1.1. Definisjoner	1
2. KLIMAAVDELINGENS BRUK AV METEOROLOGISKE DATA	2
3. INTERNASJONALE RETNINGSLINJER FOR STASJONSDEKNING	3
3.1. Anbefalinger fra WMO	3
3.2. Praksis i andre land	5
4. OBSERVASJONSBEHOV FOR KLIMATOLOGISKE FORMÅL	8
4.1. Hovedlandet	8
4.1.1. Temperatur	13
4.1.2. Nedbør	16
4.1.3. Andre værparametre	20
4.2. Nærliggende havområder	20
4.3. Arktis	21
4.4. Radiosondeobservasjoner	22
4.5. Oppsummering	22
5. ULIKE KATEGORIER STASJONER	24
5.1 Referansestasjoner	24
5.2 Øvrige regionale stasjoner	28
5.3 Lokale stasjoner	28
6. KONKLUSJON	29
7. REFERANSER	31

APPENDIKS	33
A. KLIMATJENESTER OG OBSERVASJONSBEHOV	35
B. OBSERVASJONSBEHOVET I HENHOLD TIL CLUSTERANALYSE	39
B1. Temperatur	39
B1.1. Sør-Norge (rutene A1-H5)	39
B1.2. Nord-Norge (rutene I4-O12-P11)	45
B2. Nedbør	51
B2.1. Sør-Norge (rutene A1-H5)	51
B2.2. Nord-Norge (rutene I4-O12-P11)	52
C. RCS	53
D. SMHI'S METEOROLOGISKE STASJONER PER 01.09.1997	55

1. Innledning

I forbindelse med prosjekt for vurdering og videreutvikling av stasjonsnettet ble det behov for å komme med en vurdering av stasjonsnettet ut fra en klimatologisk synsvinkel. Vi har forsøkt å gi en faglig begrunnet vurdering for et fremtidig observasjonsbehov, uten å se på de økonomiske konsekvensene av dette.

Vi har heller ikke i detalj gått inn på hva slags typer værstasjoner som skal benyttes for å løse observasjonsbehovet, men konsentrert oss mest om hva vi trenger av observasjoner for å kunne løse de klimaoppgavene som det forventes at Det norske meteorologiske institutt (DNMI) påtar seg. Derfor er heller ikke fjernmålinger med radar og satellitt, eller andre målemetoder, omtalt i denne rapporten.

I et land med variert topografi vil fjellmassiver være årsak til større regionale og lokale klimaforskjeller, og i enkelte områder større «klimagrader», enn man har innenfor et flatt og homogent landareal. Norges observasjonsbehov kan derfor skille seg ut fra de generelle anbefalinger som er gitt for stasjonsnett.

Hovedvekten i rapporten er for det første lagt på å vise det store observasjonsbehovet Klimavdivisjonen har, for å kunne løse samfunnets oppgaver. For det andre har vi forsøkt å gi et objektivt grunnlag for en beskrivelse av observasjonsbehovet i alle deler av landet for de viktige klimaparametrene temperatur og nedbør.

Vi har ønsket å se på hvordan vårt observasjonsbehov er, sammenliknet med våre nabolands, men har bare rukket å innhente sikre opplysninger om stasjoner for klimatologiske formål fra Sverige, Finland og Danmark. Fra andre europeiske land er informasjonen mer sporadisk og indirekte.

1.1. Definisjoner

De forskjellige stasjonstypene er definert som i (Stasjonsprosjektets første rapport):

Sanntids rapporterende stasjoner:

- VS: Bemannet værstasjon for værvarslings- og klimatologiske formål.
- HS: Bemannet værstasjon, som er delvis automatisert (hybrid).
- AS: Automatisk værstasjon for værvarslings- og klimatologiske formål.
- AERO: Aeronautisk stasjon eller meteorologisk bakkestasjon for luftfartsformål.
- RS: Radiosonde-stasjon.

Ettertids rapporterende stasjoner:

- VK: Bemannet værstasjon for klimatologiske formål.
- AL: Automatisk landbruksstasjon.
- N: Bemannet nedbørstasjon.
- AO: Automatisk værstasjon, som benyttes for oppdrag av forskjellig slag.

Stasjoner som sender data i ettetid eller har et annet observasjonsprogram enn synopstasjoner, betegnes ofte som klimastasjoner. Men alle stasjoner, både sanntids- og ettertids-rapporterende stasjoner, benyttes for klimatologiske formål, og blir slik sett betegnet som klimatologiske stasjoner.

2. Klimaavdelingens bruk av meteorologiske data

Klimaavdelingen (KA) bygger opp en database, KLIBAS, som vil inneholde meteorologiske observasjonsdata fra alle typer værstasjoner (fra manuelle værstasjoner til automatiske landbruksstasjoner og spesielle stasjoner for observasjon av enkelte vørelementer), ideelt sett for den tidsperiode stasjonene har vært i drift (klimatedata). Daglige verdier går, med noen få unntak, ikke lenger tilbake enn til 1957 (1951). For et begrenset antall stasjoner finnes det daglige verdier for hele observasjonsperioden, i noen tilfelle går dataene da tilbake til 1800-tallet. I databasen ligger også statistikkdata (f.eks. gjennomsnittsverdier, summer, ekstremverdier, forekomster av forskjellige vær fenomener) på månedsbasis. Full dataserie for månedsmiddeltemperatur og månedsnedbør finnes for de fleste værstasjoner. Noen dataserier er også homogenisert. I tillegg disponerer KA meteorologiske oppteignelser i månedsskjemaer (frem til 1956), dagbøker, månedsbøker (frem til 1956), stasjonsbøker (Blåbøker frem til 1960) og årbøker (frem til 1979). For en rekke stasjoner finnes det også diverse analoge registreringer, som termogram, hygrogram, barogram, anemogram og registreringer av nedbør og solskinnstid. Det finnes også historiske kilder (publikasjoner), som inneholder klimadata fra tiden før DNMI ble opprettet.

KA mottar en rekke henvendelser fra statlige og kommunale institusjoner, bedrifter og privatpersoner om å skaffe til veie data i form av tidsserier fra værstasjoner, bearbejdede data i form av forskjellige typer statistikk eller data for en gitt vær situasjon. KA lager klimatologiske utredninger for nasjonale, regionale og lokale forhold basert på observasjonsnett, og anvender klimadata i forskjellige klimarelaterte forskningsprosjekter.

Dataleveranser og generell statistikk for samtlige meteorologiske parametre leveres på oppdrag fra følgende samfunnssektorer, spesifisert på segment:

- Media (TV, radio, avis, internett, nyhetsbyrå)
- Energi (ingeniørfirma, megler, distributør, produsent, informasjonsleverandør, forbruker)
- Vei / Transport (vedlikehold kommuner/stat/privat, kollektivtransport, godstransport)
- Offshore / Maritimt (ingeniørfirma, forskning, sjøtransport, skipsruting, olje og gass, fergeselskap, verft, miljøvern)
- Fiske og polar virksomhet (forskning, fiskeoppdrett, fiskere, miljøvern)
- Landbruk (forskning, kommune, skogbruk, gartneri / planteskole, bonde, miljøvern)
- Forsikring (advokat, takst, privatperson, forsikringsselskap)
- Turisme / Fritid (skianlegg, reisearrangør, fergeselskap, hotell og restaurant, idrett og kultur, sjøliv, privatpersoner, flyklubber)
- Offentlig virksomhet (utenlandske meteorologiske institutter, departement, storting, fylke/fylkesmenn, forskning, skoler, universitet, forsvar, brannvesen, kommune, miljøvern, politi, redningstjeneste, diverse)
- Helse (forskning, kommune, miljø, sykehus, privatpersoner)
- Industri (ingeniørfirma, forskning, filmprodusenter, tele og kommunikasjon, nærings- og nytelsesmidler, forlag, kjemisk)
- Bygg og anlegg (ingeniørfirma, kommune, entreprenør)
- Handel (Butikk, innkjøp)
- Luftfart (LV, flyselskap)

Klimaavdelingen besvarer skriftlig over 3000 forespørsler per år og har i tillegg ca 800 dataforsendelser per måned. Det er anslått at KA har ca 4000 telefonbesvarelser per år, der klimadata ofte blir benyttet. En del konkrete eksempler på oppdrag som Klimaavdelingen har hatt, er gitt i Appendiks A.

Det er ikke gjort undersøkelser om den økonomiske betydningen av å kunne levere detaljert klimatologisk informasjon til de forskjellige oppdragsgivere. Da måtte vi i hvert enkelt tilfelle be om å få spesifisert dette. Det er imidlertid klart at mange av de oppdrag vi har, kan spare samfunn og næringsliv for store beløp, fordi det blir mulig å planlegge bedre. Stor nøyaktighet i estimering av f.eks. ekstreme vindforhold kan spare operatørselskaper for millionbeløp, både i innspart forsikringspremie og i innsparte kostnader ved riktigere dimensjonering av konstruksjoner og forankringsutstyr. Konkret eksempel fra Nordsjøen: Dimensjonering av kommunikasjonsutstyr for oljeplattformene basert på DNMI's klimadata ga en innsparing på 10 millioner kroner i forhold til bruk av internasjonale standardverdier.

3. Internasjonale retningslinjer for stasjonsdekning

3.1. Anbefalinger fra WMO

Fra «Guide to Climatological Practices» (1):

Det refereres til stasjonsnett av temperaturstasjoner, nedbørstasjoner, vindstasjoner, osv. Det er obligatorisk at hvert medlemsland i WMO etablerer et nettverk av stasjoner for klimatologiske formål. Et slikt stasjonsnett bør (should) gi en tilfredsstillende representasjon av klimaforholdene (climatic characteristics) i alle typer terreng for hele landet. Alle medlemsland skal (shall) etablere og vedlikeholde minst én RCS (Reference Climatological Station).

Tetthet og fordeling av stasjoner i et gitt område avhenger av meteorologisk værelement, topografi og landskapsutnyttelse (land use) i området og kravet til informasjon om det aktuelle klimatelement. Stasjonene bør plasseres slik at de gir en representativ beskrivelse av klimaforholdene i alle typer terreng (slette, fjord, fjell, kyst, øy, etc.) og for alle typer terrengdekke (surface cover) (skog, bybebyggelse, jordbruksområde, etc.).

Når man planlegger et stasjonsnett må man ofte inngå kompromisser mellom stasjonstetthet og tilgjengelige ressurser. I tillegg vil graden av variasjon for et klimatelement innen et gitt område variere fra element til element, og dette må man også ta hensyn til.

Ved en betydelig flytting eller ved nedleggelse/nyoppsettelse er det ønskelig å foreta parallellmålinger i minst ett år for å finne ut hvilken effekt flyttingen har hatt på observasjonsdataene.

For nedbørobservasjoner er det anbefalt en minste stasjonstetthet på 1 per 100 km² (10x10km) (NB! Se også nyere anbefalinger nedenfor). For temperaturobservasjoner er en stasjonstetthet på 1 per 2500 km² (50x50 km) vanligvis tilfredsstillende, bortsett fra i fjellterreng.

I tillegg til å samle data fra standard stasjonsnett av klimatologiske stasjoner bør enhver klimaavdeling forsøke å samle data fra et stasjonsnett av midlertidige stasjoner, som er opprettet i forbindelse med forskning på makro-, meso- og mikro-skalafenomener. «Mobile» observasjoner kan benyttes i forbindelse med kartlegging av horisontale og vertikale variasjoner av et vørelement.

Fra «Guide to Hydrological Practices» (2):

Anbefalt minimumstetthet for nedbørstasjoner er 1 stasjon per 900 km² (30x30 km) i kystområder, 1 per 250 km² (16x16 km) i fjellområder, 1 per 575 km² (24x24 km) i indre lavlandsområder (slette, åser, bølget landskap), 1 per 25 km² (5x5 km) på små øyer og 1 per 10000 km² (100x100 km) i polare/aride områder.

«Guide on the Global Observing System» (3) inneholder en del retningslinjer for design av stasjonsnett.

For enkelte parametre som f.eks. nedbør, kan det for visse områder og for spesielle formål være nødvendig med en avstand mellom stasjonene helt ned til 10 km, mens det for andre parametre som f.eks. lufttrykk, kan være tilstrekkelig med en avstand på 100 km. Hovedpoenget er at tettheten av stasjoner må gjenspeile den nøyaktighet man ønsker å kunne oppgi for de forskjellige parametre i områder uten stasjoner (guiden henviser til (4); se mer nedenfor). Vanligvis er en homogen fordeling av stasjoner mest passende for numeriske analyser og generell værvarsling, mens det for visse regioner kan være nødvendig med et tettere nett av hensyn til lokal- eller områdevarsling. En lavere tetthet kan være tilstrekkelig i områder med liten befolkning eller med liten topografisk variasjon ((3), kap. 3.1.1).

Avstanden mellom klimatologiske stasjoner må, hvis mulig, ikke være større enn 100 km. Dette er å oppfatte som en maksimumsgrense for følgende meteorologiske elementer: «Vær», vind, skymengde, skytype, skyhøyde, sikt, temperatur (inkludert ekstremtemperatur), fuktighet, lufttrykk, nedbør, snødekke, solskinn og jordtemperatur ((3), kap. 3.7.2).

Inntil man kan enes om hvorvidt interpolasjonsnøyaktighet oppfyller ønsket nøyaktighet, er man henvist til de anbefalinger som er gitt i (4): Vurdering av stasjonstetthet, dvs. avstand mellom stasjoner innen flate områder:

150-200 km: Observasjon av lufttrykk ved et bestemt tidspunkt, månedsverdi av jordtemperatur, månedlig solskinnstid.

50- 60 km: Døgnmiddelverdier/verdi ved et bestemt tidspunkt av lufttemperatur, fuktighet, vindhastighet og skymengde.

< 30 km: Månedsnedbør, snødekkekarakteristika, meteorologiske fenomener (tordenvær, tåke, snøstorm, etc.).

I fjellområder eller i områder med store variasjoner i topografi kan det være nødvendig med strengere krav til stasjonstetthet.

Oppsummering

Retningslinjene for stasjonstetthet avhenger av meteorologisk parameter og terreng. I et land som Norge, med bare ytterst små områder som kan karakteriseres som sletteland eller flate områder og der det meste av landet er kupert terreng - fjord, dal og fjell, synes det rimelig å anbefale en større observasjonstetthet enn det som er angitt ovenfor. Men observasjonsbehovet kan variere fra region til region, avhengig av representativitet, som igjen er avhengig av klimaregion, topografi, landskapsform, vegetasjon, høydefordeling, osv. I neste kapittel redegjøres det for en metodikk, som nettopp tar i bruk samvariasjon og korrelasjon mellom observasjonsstasjoner.

3.2. Praksis i andre land

Det er innhentet opplysninger om observasjonstetthet for forskjellige meteorologiske parametre, enten direkte fra forbindelser som DNMI har med andre meteorologiske institusjoner, eller indirekte gjennom vitenskapelige artikler, der observasjonstettheten i analyseperioden er oppgitt. I sistnevnte tilfelle er tettheten vanligvis større enn det som går frem av artiklene, siden det i slike analyser kreves homogene tidsserier av tilstrekkelig lengde, med den følge at en del eksisterende stasjoner er holdt utenom. WMOs oversikt over rapporterende observasjonsstasjoner (6) inneholder både SYNOP og METAR-stasjoner, men ikke rene klimastasjoner. Vi har også benyttet denne referansen når vi ikke har hatt andre kilder.

Sverige:

SMHIs stasjonsnett ((5), Appendiks D) består av forskjellige stasjonstyper (antall per 01.09.1997 i parentes): Manuelle værstasjoner (53), automatiske værstasjoner (105), enkle automatiske stasjoner (48), sanntidsrapporterende klimastasjoner (43), temperatur- og nedbørstasjoner (78), nedbørstasjoner (ca 500) (6). To stasjonstyper på samme lokalitet er bare telt opp én gang, og da med prioritet som rangert ovenfor. Av disse er de manuelle værstasjonene, alle automatstasjonene og klimastasjonene sanntids rapporterende (dvs. 249 stasjoner, tetthet 1 per 43x43 km). Visuelle parametre gis for 158 observasjonspunkter (tetthet 1 per 53x53 km), 201 punkter hvis klimastasjonene regnes med (tetthet 1 per 47x47 km). I alt 327 stasjoner observerer temperatur, dvs. tettheten er 1 per 1376 km² (37x37 km), og ca 780 stasjoner observerer nedbør, dvs. tettheten er 1 per 577 km² (24x24 km). Av (6) ser det ut til å være ca 100 stasjoner med lufttrykkobservasjoner, som tilsvarer en tetthet på ca 1 per 65x65 km².

Finland:

Det er 44 manuelle synopstasjoner, 79 automatiske stasjoner uten nedbør og 10 med nedbør, 79 manuelle klimastasjoner (36 sanntidsrapporterende 3 ganger per dag) og 352 manuelle nedbørstasjoner (112 rapporterer 1 gang per dag fra og med 1997). Det er ventet at antall manuelle nedbørstasjoner vil gå ned (Pauli Rissanen, 1997). Dette betyr for de forskjellige parametre følgende observasjonstetthet: Temperatur: 1 per 40x40 km. Nedbør: 1 per 26x26 km. Sikt og skydekke: 1 per 50x50 km (?). Lufttrykk (6): ca 1 per 80x80 km.

I en romlig analyse av globalstrålingen i Finland ble det benyttet strålingsmålinger fra 5 stasjoner, målinger av solskinnstid fra 17 stasjoner (7). Sistnevnte stasjonstype hadde også observasjon av skydekket. I tillegg ble det benyttet skydekkeobservasjoner fra 15 stasjoner

uten andre strålingsmålinger, slik at observasjonspunktene var jevnt fordelt over landet. 37 observasjonspunkter tilsvarer en tetthet på 1 per 9135 km² (96x96 km).

Danmark:

Ved utgangen av 1996 var det 17 manuelle, 25 delautomatiserte og 6 automatiske synopstasjoner (synoptetthet: 1 per 30x30 km). I tillegg har Danmark 20 manuelle og 31 automatiske klimastasjoner, 483 manuelle og 75 automatiske nedbørstasjoner. 34 stasjoner er utstyrt med solskinnsautograf (Henning Madsen, 14.03.1997). Dette betyr for de forskjellige parametre følgende observasjonstetthet: Temperatur: 1 per 21x21 km. Nedbør: 1 per 8x8 km. Sikt og skydekke: 1 per 26x26 km. Solskinnsstid: 1 per 36x36 km. Lufttrykk (6): ca 1 per 32x32 km. Det er gjennomført en omfattende regulering av det manuelle nedbørstasjonsnettet.

NB! Tallene som følger er ikke nødvendigvis representative, og er absolutt ikke sammenlignbare med tallene for de nordiske landene nevnt ovenfor. Beregnet observasjonstetthet blir å regne som en øvre grense.

Island:

I Island er det 46 stasjoner som observerer lufttrykk (6), dvs. ca 1 per 50x50 km.

Storbritannia:

I en analyse av sammenhengen mellom værtype og nedbørfordeling i Wales (8) for perioden 1982-91, ble det benyttet 146 målestasjoner, dvs. i gjennomsnitt 1 nedbørmåler per 142 km² (12x12 km). For Storbritannia totalt er det en observasjonstetthet for lufttrykk på ca 1 per 37x37 km (6).

Tyskland:

Det synoptisk-klimatologiske måle- og observasjonsnett i Tyskland består av 209 stasjoner (9). Dette tilsvarer en tetthet på 1 per 1708 km² (41x41 km). I følge (6) ser alle ut til å observere lufttrykk. I tillegg kommer metarstasjoner med lufttrykk.

Sveits:

I en analyse av temperaturfordelingen i Sveits over en 15-års periode (1979-93), med særlig fokus på minimumstemperatur, ble det benyttet 88 klimastasjoner (10). Dette tilsvarer en tetthet på 1 per 466 km² (22x22 km). Foranledningen til undersøkelsen var de milde vintrene i perioden 1988-92, da snømangel fikk alvorlige konsekvenser for den turist-baserte økonomien i fjellbygdene.

I en analyse av nedbørutviklingen (11) ble det benyttet 304 nedbørstasjoner for normalperioden 1961-90. Dette tilsvarer en tetthet på 1 per 135 km² (12x12 km).

Sveits har 72 automatstasjoner (12). Dette er en dekningsgrad på 1 stasjon per 569 km² (24x24 km). Det er i alt 35 stasjoner som observerer lufttrykk (5), dvs. ca 1 per 35x35 km.

Tsjekkia:

I en undersøkelse av trender i maksimums- og minimumstemperaturen i Mellom-Europa, ble det bl.a. benyttet homogene temperaturserier for tidsrommet 1951-90 fra Tsjekkia (13). I denne undersøkelsen ble det benyttet 32 stasjoner, som tilsvarer en stasjonstetthet på 1 per

2469 km² (50x50 km). Den lange analyseperioden gir grunn til å anta at antall temperaturstasjoner i drift ligger vesentlig høyere. Observasjonstettheten for lufttrykk er på ca 1 per 50x50 km (5).

Spania:

I en analyse av nedbørfordelingen i de spanske middelhavsregioner var utgangspunktet 2842 stasjoner med opp til 3 års dataserier (14). Gjennomsnittlig avstand mellom stasjonene var da 7 km. Deretter ble valgt stasjoner med 30 års dataserier. Da ble antallet redusert til 410 stasjoner, med en gjennomsnittlig avstand på 15 km.

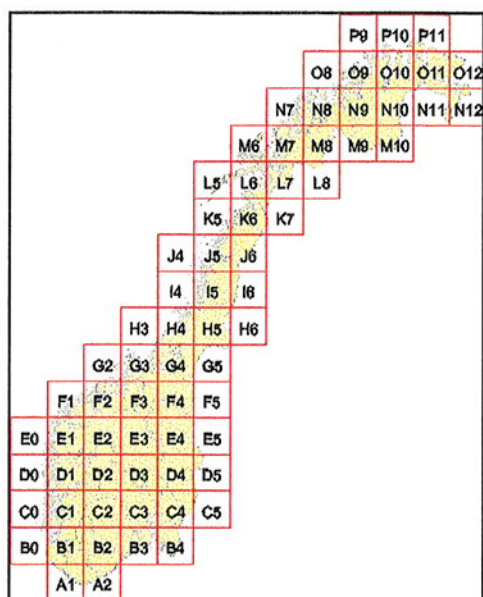
Oppsummering

Observasjonstettheten av meteorologiske parametre varierer betydelig fra land til land. For klimatologiske formål ligger tettheten på temperatur på omkring 1 per 40x40 km for de fleste land som er nevnt. Men det er interessant å legge merke til at både «flatlandet» Danmark og fjellandet Sveits begge har en tetthet på ca 1 per 20x20 km. For nedbør har vi færre eksempler: Sverige og Finland ligger på ca 1 per 25x25 km, mens Danmark og Sveits ligger på omtrent 1 per 10x10 km, og de sørlige deler av Spania har enda kortere avstand mellom stasjonene. For visuelle observasjoner ser det ut til at tettheten er høyere enn 1 per 50x50 km, igjen ligger Danmark høyest med mer enn 1 observasjon per 30x30 km. Når det gjelder lufttrykk skiller Danmark og Finland seg ut, de andre har mellom 1 per 35x35 km og 1 per 65x65 km. Et gjennomsnitt for 20 land i Europa (Vest-Europa pluss Polen, Tsjekkia, Ungarn og Hellas) ga en observasjonstetthet på 1 per 50x50 km (6).

4. Observasjonsbehov for klimatologiske formål

4.1. Hovedlandet

I vurderingen av stasjonsbehovet har vi tatt utgangspunkt i (15), heretter kort omtalt som «Analysen», som tallfester behovet for stasjoner, basert på stasjonsdekningen i perioden 1970-74 for temperatur og perioden 1991-95 for nedbør. Periodene ble valgt med tanke på best mulig stasjonsdekning. Analysen er likevel ikke fullt ut tilfredsstillende for klimatologiske formål for alle deler av landet, fordi ulike geografiske/topografiske forhold ikke er dekket, og fordi spesielle forhold må tas i betraktning (f.eks. nærhet til by eller større tettsted). Vi har forsøkt å ta hensyn til dette i vurderingene. Områder som mangler stasjoner er geografisk skissert.



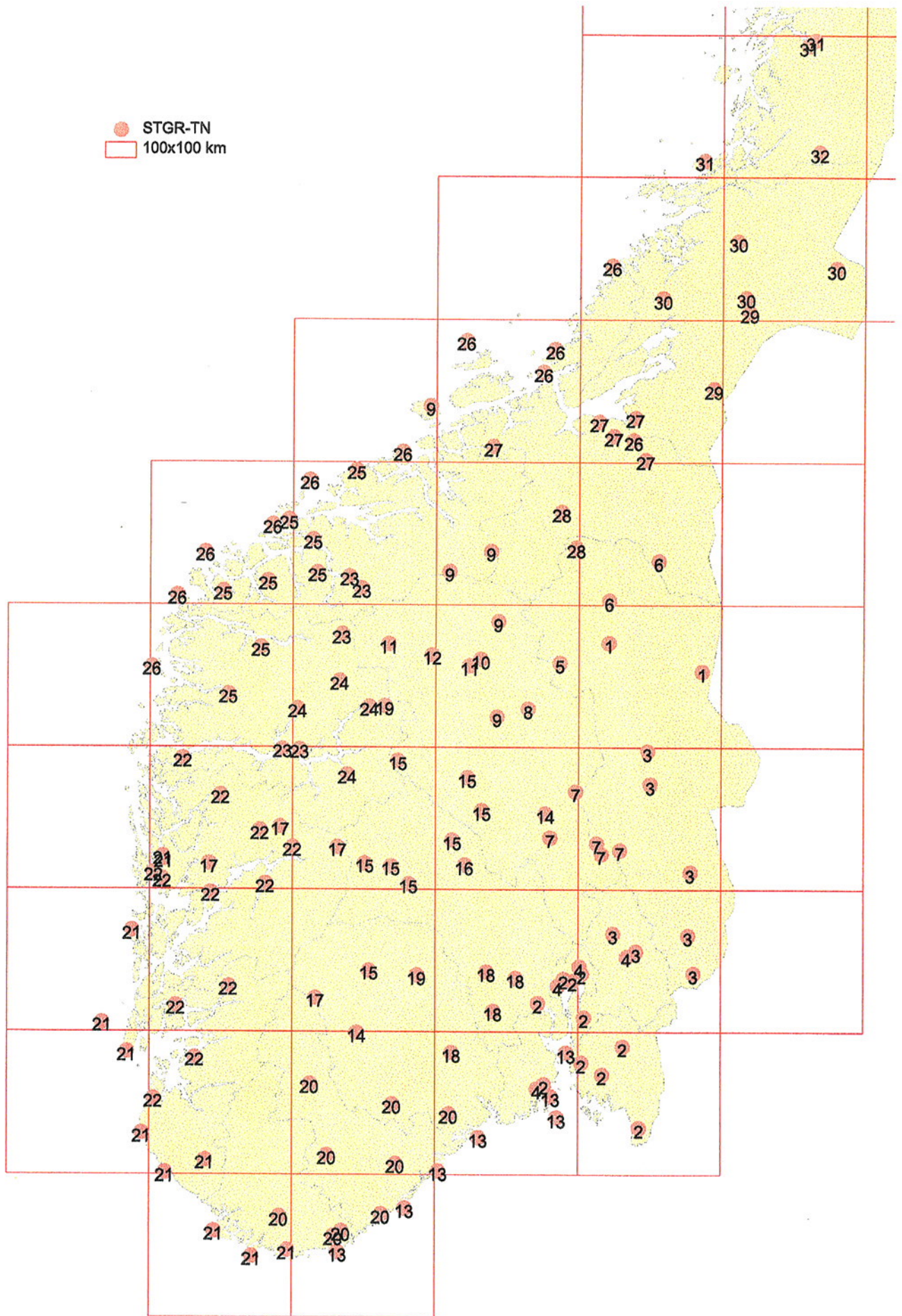
Analysen inndeler landet i ruter á 100x100 km, nummerert A1-O12-P11, der vertikallinje for rutene 4/5 faller sammen med lengdesirkel 12°Ø og horisontallinje H/I krysser vertikallinje 4/5 i 65°N. I figur 4.1.1 er imidlertid rutenettet noe forskjøvet, i det vertikallinjen fortsatt går gjennom 65°N, 12°Ø, men nå parallelt med lengdesirkel 15°Ø (det var «tekniske» problemer med å få det identisk med rutenettet i Analysen). Presentasjonen av stasjonsbehovet følger det nye rutenettet og gir tilnærmet samme resultat som i Analysen, men kan avvike litt for enkelte ruter, spesielt ved stor avstand til rutene H4-H5-I4-I5. Analysen deler observasjonsstasjonene inn i grupper («clusters» eller stasjonsgrupper), som er slik at stasjonene i samme gruppe (dvs har samme nummer) har noenlunde de samme karakteristika og

Figur 4.1.1.

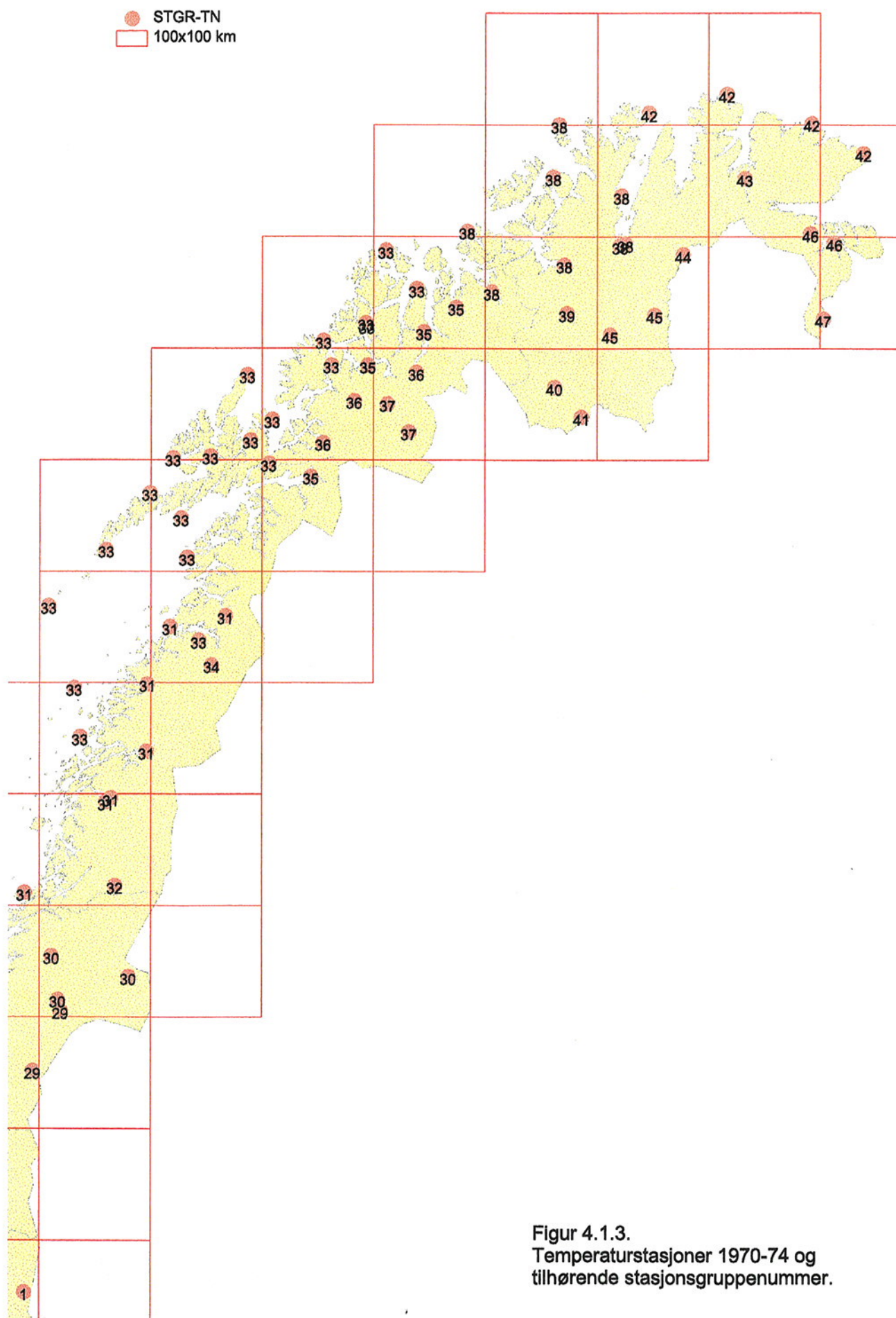
Rutenettet, som er benyttet i denne rapporten.

har større samvariasjon og korrelasjon innbyrdes enn i forhold til stasjoner i nabogruppene. Stasjonenes gruppetilhørighet er vist i figurene 4.1.2-5. Grenselinjene mellom hver stasjonsgruppe er trukket i ((15), side 9 og 14). Det er imidlertid i enkelte områder stor usikkerhet med hensyn til hvor grenselinjen mellom de forskjellige gruppene skal trekkes, slik at stasjonsbehovet basert på Analysen i utgangspunktet kun kan anses som veiledende. Vi vil kalle dette «statistisk behov». Det «totale behov», som fremkommer i vurderingene, er å betrakte som det faktiske eller virkelige behov, og kan som nevnt ovenfor, avvike fra det statistiske behovet. Det ligger i vurderingene ingen fasit på hvordan det totale behov for stasjoner tenkes løst. Noen antydninger er med for noen ruters vedkommende og vi har forsøkt å trekke inn de flyplasser (utenom VS-stasjonene) som minst har observasjoner ved hovedobservasjonstidene kl. 06, 12 og 18 UTC.

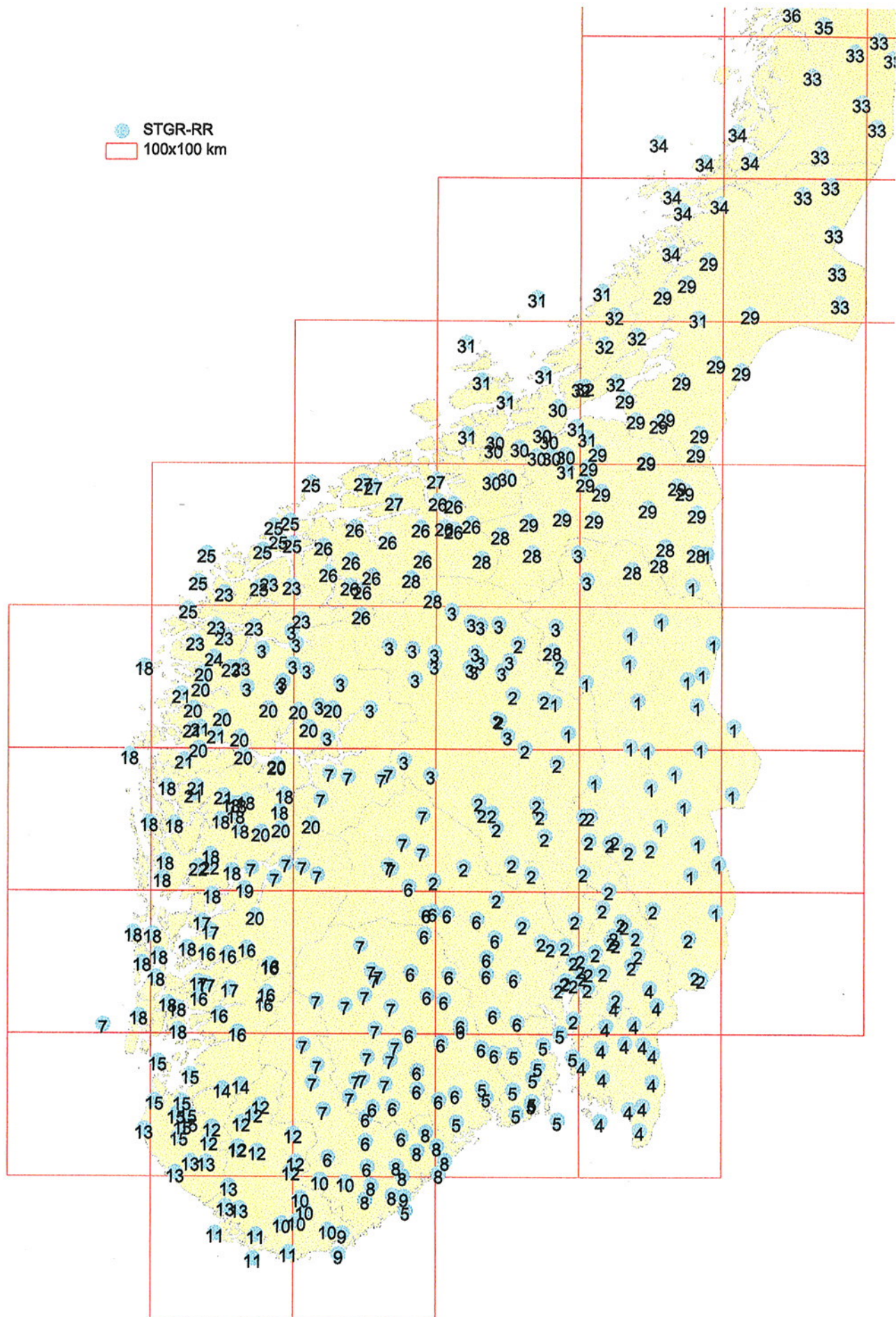
En smal stripe av Vestlandet ligger til venstre for rutene B1-E1. Disse er nummerert B0-E0, men regnes sammen med B1-E1 for at det skal være mulig å sammenlikne med Analysen.



Figur 4.1.2.
 Temperaturstasjoner 1970-74 og
 tilhørende stasjonsgruppernummer.

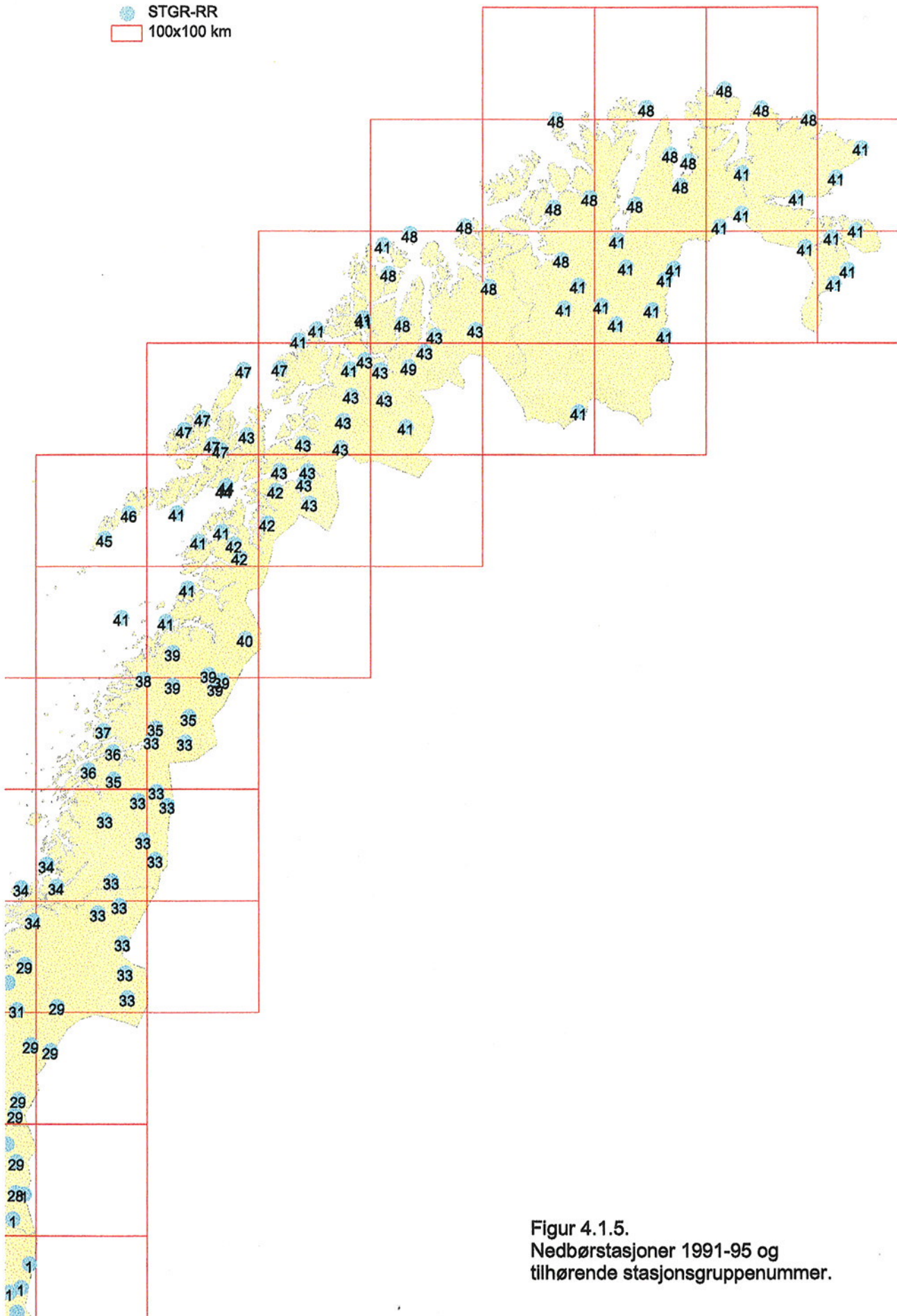


Figur 4.1.3.
 Temperaturstasjoner 1970-74 og
 tilhørende stasjonsgruppernummer.



Figur 4.1.4.
 Nedbørstasjoner 1991-95 og
 tilhørende stasjonsgruppenummer.

● STGR-RR
□ 100x100 km



Figur 4.1.5.
Nedbørstasjoner 1991-95 og
tilhørende stasjonsgruppernummer.

Stasjonstypene følger definisjonene i kap.1.1. Når stasjonstype ikke er markert, er stasjonen VS-stasjon.

4.1.1. Temperatur

I vurderingen av behovet for temperaturstasjoner har vi benyttet stasjonsgruppe-kartet i Analysens figur 3.2 (15) og lagt dette inn i det nye rutenettet. I Analysen er det benyttet den anbefalte tetthet på 1 stasjon per 2500 km² for uniformt terreng (se kap. 3). Med den topografi vi har i Norge må dette anses som en minimumsløsning. Behovet for stasjoner som fremkommer i vår analyse, blir så vurdert opp mot de stasjoner som er i drift per i dag. I noen tilfelle inngår behovet for andre parametre enn temperatur i vurderingen av antall stasjoner.

Av Appendiks B1 fremgår det at det reelle behovet for temperaturstasjoner er ca 235, dvs. at underskuddet er 65 for hovedlandet, hhv. 43 og 22 for Sør-Norge og Nord-Norge. Underskuddet vil imidlertid kunne reduseres til 45-50 med fullgode temperaturobservasjoner fra allerede eksisterende målestasjoner på flyplasser og kanskje reduseres ytterligere ved bruk av flere landbruksstasjoner. Det er særlig stor underdekning i rutene B2-4, E2-4 og F4 i Sør-Norge, O10-11 og P10-11, se figur 4.1.6 og 4.1.7 og Appendiks B. Noen av disse rutene inneholder 4 stasjoner eller mer og kan tilsynelatende være godt dekket, men behovet for stasjoner er altså vesentlig større i disse områdene og derfor er det en underdekning i forhold til dagens situasjon.

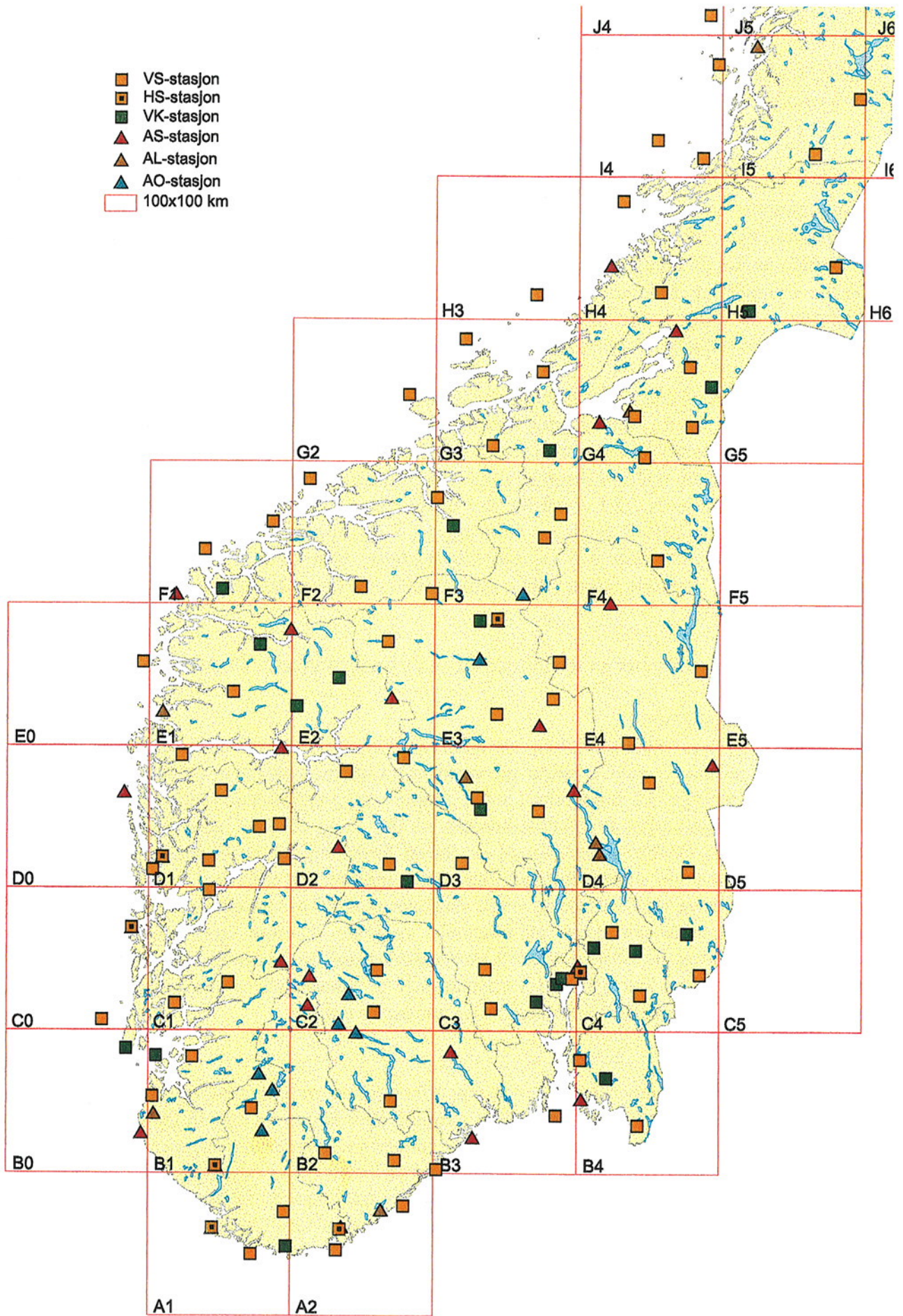
235 målestasjoner indikerer en stasjonstetthet på ca 1 per 1400 km² (37x37 km).

Observasjonshyppighet

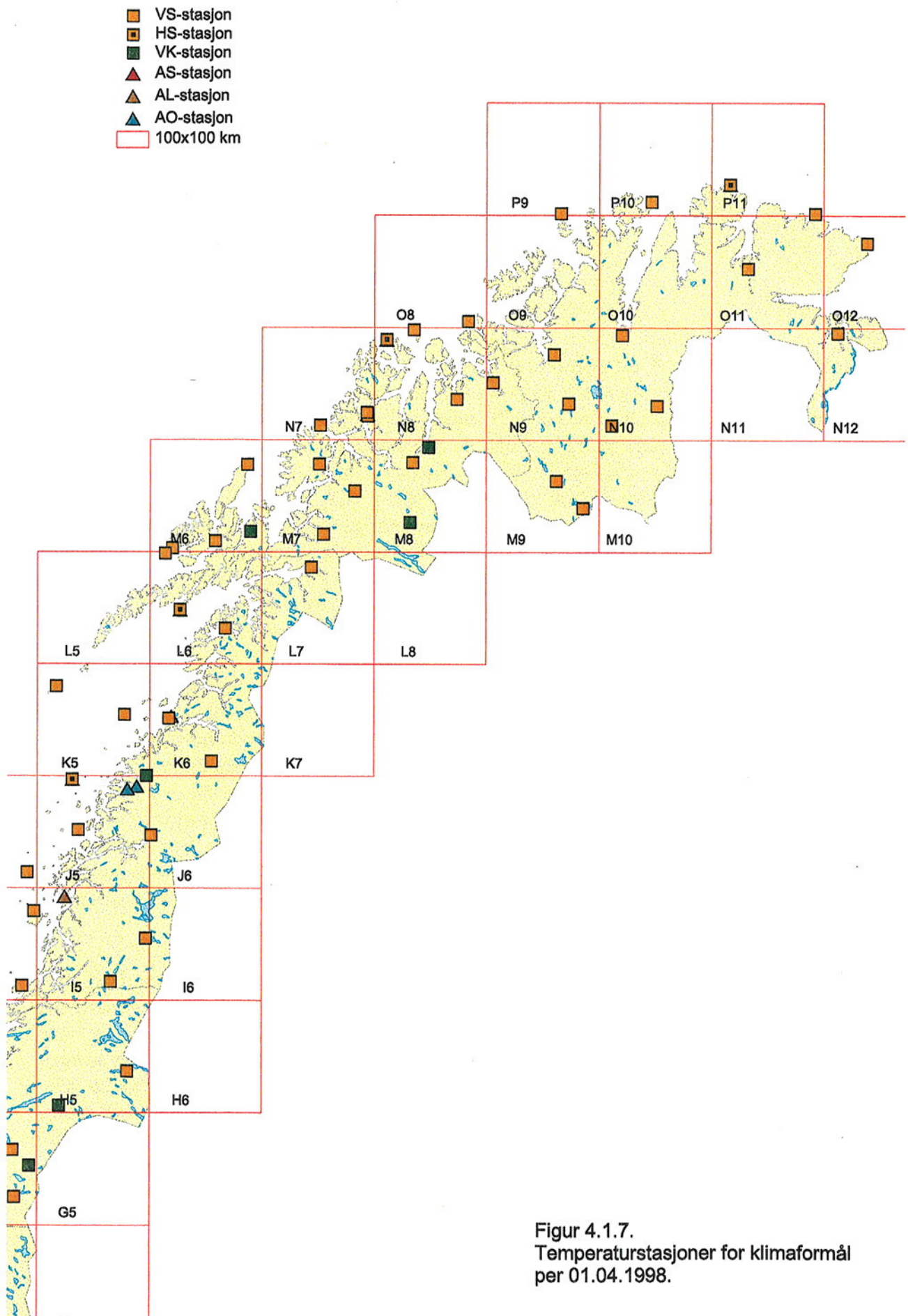
Ideelt sett er det en fordel med timevise observasjoner. Da kan man beregne døgnmidler og månedsmidler direkte, uten å måtte gå veien om tilnæringsformler (Køppen) basert på termogramavlesninger fra et begrenset antall stasjoner og geografisk interpolasjon. I Køppens formel brukes observasjon av hovedtemperatur kl. 06, 12 og 18 UTC og døgnets minimumstemperatur kl. 18-18. For andre formål er det en fordel også å ha midnattsobservasjonen. Timevise observasjoner oppnås kun ved automatisk registrering, men med et godt utbygd nett av slike stasjoner og med et rimelig antall stasjoner med 00-observasjon, er det tilstrekkelig med 3 observasjoner per døgn på manuelle stasjoner, kanskje også tilstrekkelig med observasjon kl.06 og 18, dersom man får med maksimums- og minimumstemperatur. Kun én observasjon per døgn kan i en del vær-situasjoner gi mangelfull informasjon og for visse terrengtyper lite representativ informasjon, og bør derfor unngås.

Høydefordeling

Dersom vi regner samtlige eksterne AL- og AO-stasjoner med til temperaturstasjonene (til tross for at de i noen områder klumper seg sammen eller ligger tett opp til DNMI-stasjoner), får vi den høydefordeling og gjennomsnittlig tetthet på temperaturstasjoner i hovedlandet, som er vist i tabell 4.1. Tabellen viser at lavlandet under 300 m er relativt godt dekket. Det er særlig høydenivået 300-600 m og fjellet (over 900 m o.h.) som er direkte dårlig dekket, men alle høydenivåer har som vi har vist i Appendiks B behov for flere stasjoner.



Figur 4.1.6.
 Temperaturstasjoner for klimaformål
 per 01.04.1998.



Figur 4.1.7.
 Temperaturstasjoner for klimaformål
 per 01.04.1998.

Tabell 4.1.

Antall temperaturstasjoner i hovedlandet, i forskjellige høydeintervall, per 01.04.1998 og tilhørende gjennomsnittlig observasjonstetthet (areal [km x km] per stasjon).

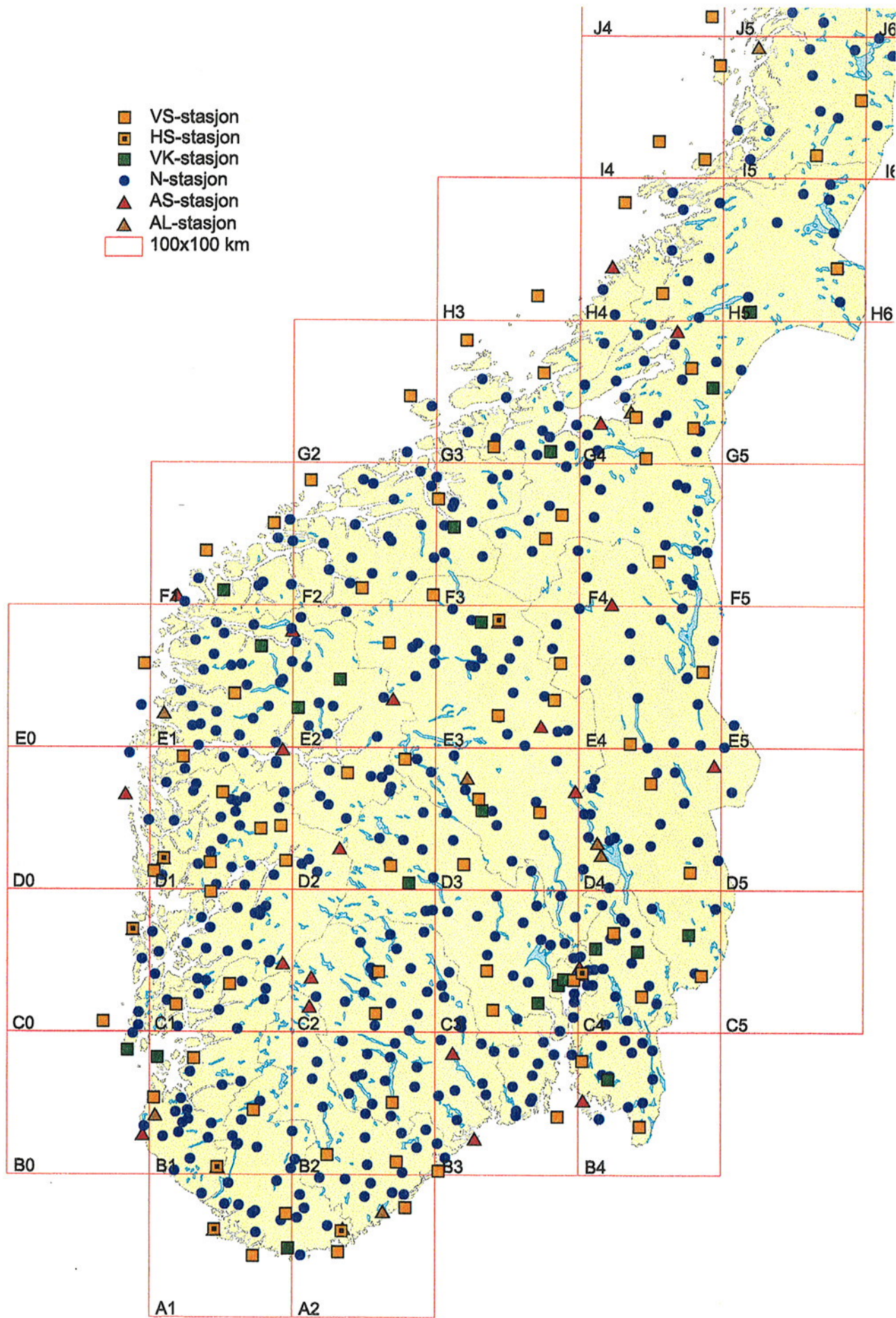
Stasjonstype	0-299 m	300-599 m	600-899 m	> 900 m	Sum
VS/HS	99	11	9	4	123
AS	12	3	2	4	21
VK	21	1	3	0	25
AL	9	1	0	0	10
AO	3	1	5	1	10
Alle	144	17	19	9	189
Gj.sn. obs.tetthet	27x27	74x74	58x58	85x85	41x41

4.1.2. Nedbør

I vurderingen av behovet for nedbørstasjoner kunne vi ha gått frem på tilsvarende måte som for temperatur. Pga. tidsnød har vi valgt å forenkle arbeidet. Vår analyse viser et behov for 1138 nedbørstasjoner, basert på en anbefalt tetthet på 1 stasjon per 575 km². I Analysen er det forutsatt at det ikke vil være mulig, innenfor de økonomiske rammer som DNMI må forholde seg til, å øke antall nedbørstasjoner fra dagens nivå på ca 735 til et estimert behov på ca 1140. Det ideelle krav ble derfor justert til en tetthet på 1 stasjon per 900 km² (anbefalt for homogene kystområder) i det videre arbeidet, noe som ga et behov på 783 nedbørmålende stasjoner. Dette er helt opplagt en undervurdering av det virkelige behovet. Vi vil derfor anta at totalt behov ligger nærmere 1100 enn 800. 1100 stasjoner gir en gjennomsnittlig tetthet på ca 1 per 300 km² (17x17 km), men dette anses å være urealistisk, i hvert fall med hensyn til manuelle målestasjoner. 800 stasjoner gir en tetthet på ca 1 per 400 km² (20x20 km).

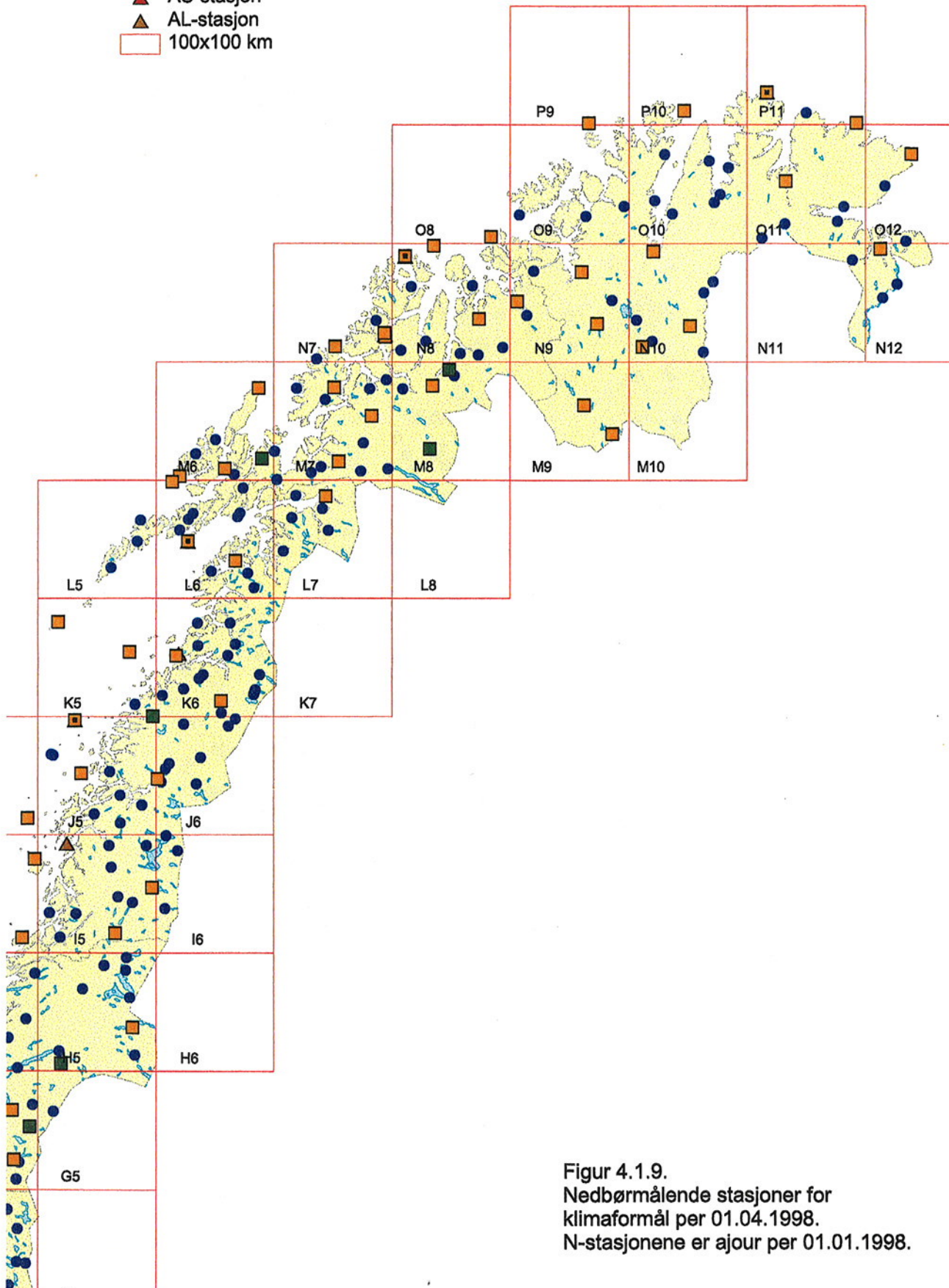
For å få en oversikt over hvilke ruter som trenger flere stasjoner, kan man benytte Analysens figur 4.4 (15). Denne angir underskudd/overskudd i forhold til perioden 1991-95 og gir realistiske sammenlikninger i forhold til dagens nivå. For alle ruter med underskudd kan man trygt regne med at det er behov for flere stasjoner. Det samme må vi anta når overskuddet er lite. Det betyr at det kun er rutene B3-C3-C4-D4, som antagelig har et reelt overskudd, men da noe mindre enn det Analysen angir. Med en slik fremgangsmåte trenger vi ikke ta hensyn til det nevnte avviket mellom de to rutenettene som er omtalt ovenfor. For ytterligere å forenkle kartleggingen av behovet, slås mange ruter sammen når områdene beskrives. NB! Selv om store deler av landet har behov for flere stasjoner, kan det likevel være områder, der stasjoner ligger så tett at enkelte er overflødige. Dette må man også ha for øye.

Resultatene fra Analysen er et meget nyttig hjelpemiddel til å vurdere stasjonsbehov, men spesielt for målestasjoner for nedbør må resultatene brukes med forsiktighet. For områder der det er store lokale nedbørgradienter, er Analysen avhengig av at det finnes stasjoner som representerer de ulike nedbørregioner. Dette er ikke tilfelle i alle deler av Norge, og spesielt ikke i høyereliggende områder. Mens 50% av Norges areal ligger høyere enn 500 m o.h., ligger bare 20% av nedbørstasjonene i Sør-Norge over dette høydenivået (17). For Nord-Norge er tilsvarende andel 5%. Bare 2% av stasjonene i Sør-Norge ligger høyere enn 1000 m o.h. Det er således en så betydelig underdekning av stasjoner i høyfjellet, at det får konsekvenser for resultatene i Analysen. Se for øvrig «Høydefordeling» nedenfor.



Figur 4.1.8.
 Nedbørmålende stasjoner for
 klimaformål per 01.04.1998.
 N-stasjonene er ajour per 01.01.1998.

- VS-stasjon
- HS-stasjon
- VK-stasjon
- N-stasjon
- ▲ AS-stasjon
- ▲ AL-stasjon
- 100x100 km



Figur 4.1.9.
Nedbørmålende stasjoner for
klimaformål per 01.04.1998.
N-stasjonene er ajour per 01.01.1998.

Analysen gir heller ikke et helt balansert bilde av stasjonsbehov i områder der nedbøren er orografisk influert i forhold til behov i områder der en stor del av nedbøren faller i byggesituasjoner sommerstid.

I tillegg må nettet av nedbørstasjoner ta spesielle hensyn til dekning av urbane områder.

Av Appendiks B2 fremgår det at Sør-Norge har en underdekning av nedbørobservasjoner først og fremst i fjellområdene, mens Nord-Norge også har dårlig stasjonsdekning i enkelte kyst- og innlandsområder, se figur 4.1.8 og 4.1.9. I mange av disse områdene er det liten befolkningstetthet og det kan være praktiske problemer med å finne villige observatører. I noen områder burde det imidlertid være mulig å opprette manuelle stasjoner. For andre områder vil det ganske sikkert være mulig å finne interesserte samarbeidspartnere for automatiske nedbørmålinger.

Observasjonshyppighet

Tradisjonelt har nedbørobservasjoner vært foretatt 1 gang per døgn på nedbørstasjoner og 2 ganger per døgn på værstasjoner. Denne praksis bør videreføres. I tillegg bør man ha et nett av timevise observasjoner fra automatiske stasjoner.

Høydefordeling

Tabell 4.2 viser høydefordelingen av nedbørmålende stasjoner i hovedlandet. Under 300 m er observasjonsdekningen meget god og her har vi faktisk en overdekning i enkelte områder i forhold til estimatet på 1140 for hovedlandet. Vi må imidlertid være klar over at det finnes et stort antall eksterne N-stasjoner (ca 200) i tallene i tabellen. Ekstern stasjon betyr at en ekstern institusjon driver stasjonen, se for øvrig ((16), kap.2.1). Over 300 m derimot er det en mangel på stasjoner, og som det tidligere er påpekt, er det et særlig behov for nedbørobservasjoner i fjellet.

Tabell 4.2.

Antall nedbørmålende stasjoner i hovedlandet, i forskjellige høydeintervall, per 01.04.1998 og tilhørende gjennomsnittlig observasjonstetthet (areal [km x km] per stasjon).

Stasjonstype	0-299 m	300-599 m	600-899 m	> 900 m	Sum
N	374	123	51	14	562
VS/HS	98	11	9	4	122
AS	10	3	2	0	15
VK	21	1	3	0	25
AL	9	1	0	0	10
Alle	512	139	65	18	734
Gj.sn. obs.tetthet	14x14	26x26	31x31	60x60	21x21

Nedbørintensitet

For dimensjoneringsformål er det viktig å ha kunnskap om ekstreme nedbørmengder over kort tid. Spesielt er det viktig med målestasjoner i og omkring de større byene i landet. Klimaavdelingen har Plumatic-dataserier av vekslende lengde; de lengste er på 30 år, noen bare på 10 år eller mindre. Med de fluktuasjoner vi nå ser i klimaet og med en global positiv trend i temperaturforholdene, er det viktig å ha et finere nett av Plumatic-stasjoner i mellom automatstasjonene, i områder med stor befolkningstetthet. Det er naturlig å videreutvikle nedbørintensitetsmålingene i samarbeid med eksterne interessenter.

4.1.3. Andre værparametre

Det er ikke foretatt noen analyse for de øvrige værparametrene. Behovet for observasjoner av relativ fuktighet, vind og visuelle observasjoner vil være godt dekket med samme observasjonstetthet som for temperatur. Antagelig vil en tetthet på 1 per 1600 km² (40x40 km) være tilstrekkelig. Dette gir 200 observasjonspunkter for hovedlandet.

For parametrene solstråling/solskinnstid trenger man ikke like stor observasjonstetthet som for parametrene nevnt ovenfor, dersom observasjonene av skydekket er godt dekket. En tetthet på 1 stasjon per 6400 km² (80x80 km) gir 50 stasjoner for hovedlandet. Dette synes realistisk å få til ved et samarbeid med landbruksstasjoner og ved tilkobling av strålingssensorer på noen av våre egne automatstasjoner, men antallet må sies å være et absolutt minimum.

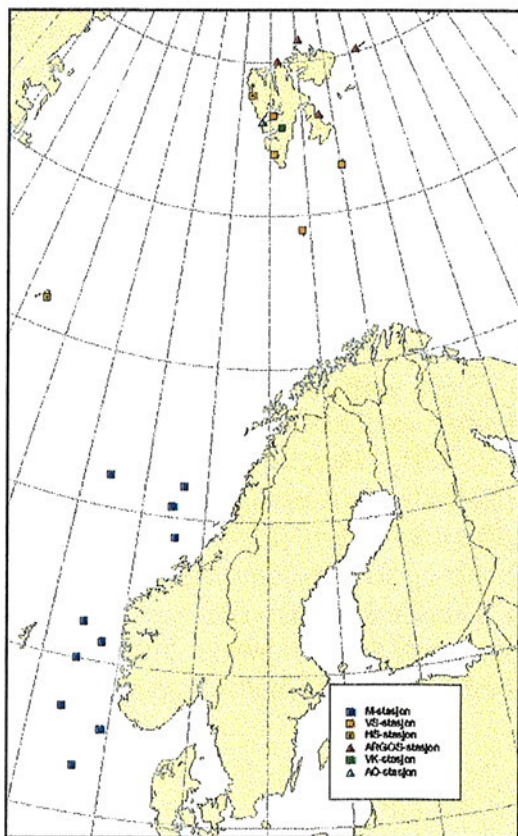
Behovet for lufttrykksobservasjoner er heller ikke like stort som for temperatur. For de fleste klimatologiske formål er det trolig tilstrekkelig med samme tetthet som for stråling. Men her er antagelig behovet for synoptisk bruk (værvarsling) større, slik at det klimatologiske behov vil være dekket. I f.eks. synoptisk klimatologi, der det er viktig å beskrive årsakssammenhenger, er det behov for en større observasjonstetthet. Gjennomsnittet for Vest-Europa pluss noen østeuropeiske stater (Polen, Tsjekia, Ungarn, Hellas) ligger på 1 stasjon per 50x50 km. Dette vil for oss tilsvare ca 130 observasjonsstasjoner.

Det er også en del andre parametre som det er viktig å få målt: Jordtemperatur for bl.a. å kunne beskrive teledybde, sjøtemperatur som klimaparameter for forståelse av hele klimasystemet, snøtyngde for å beskrive tettheten i snøen for forskjellige regioner av landet, m.m. Det ville være naturlig å tilstrebe en tilsvarende stasjonstetthet som for stråling.

4.2. Nærliggende havområder

Klimainformasjon fra Norsk kontinentalsokkel er i stor grad frembrakt som et «biprodukt» av petroleumsaktiviteten. Som en følge av regelverket i forbindelse med slik aktivitet kan Oljedirektoratet (OD) pålegge en operatør å foreta naturdatainnsamling. I praksis betyr dette innsamling av meteorologiske og oseanografiske data. Politikk til nå har vært at den første permanente plattformen på et oljefelt er instrumentert mht. naturdatainnsamling. Naturdatainnsamlingen innebærer også at data rapporteres i sanntid til DNMI.

Før petroleumsaktiviteten kom i gang hadde en data fra bare to maritime målestasjoner med fast posisjon, Famita og Mike. Nå er førstnevnte fartøy nedlagt, men en rekke målestasjoner på plattformer og flyttbare rigger er kommet til. I tillegg har vi punktmålinger rapportert fra kystvaktfartøyer og en del forskningsfartøyer. Systematisert utgjør disse data viktig klimainformasjon. Utformingen av stasjonsnettet på sokkelen vil realistisk vurdert være knyttet opp mot petroleumsaktiviteten. Gjennom naturdataforskriften er operatøren pålagt å dekke kostnadene ved datainnsamlingen. Formålet med datainnsamlingen er å skaffe til veie: a) Bakgrunnsdata om naturforholdene til bruk ved planleggingen av virksomheten og prosjekteringen av innretningene, b) naturdata i sann tid til bruk ved gjennomføringen av virksomheten og c) data til bruk ved varsling av naturforholdene.



I forbindelse med a) samles det inn data i prospektive områder. Slike data er tilgjengelige for klimaformål. Når en utbygging er bestemt, vil et pålegg om naturdatainnsamling vurderes ut fra reelle varslingsbehov. Per dato rapporteres det fra Ekofisk, Yme, Sleipner, Frigg, Troll A, Gullfaks C, Draugen, Heidrun og Norne, i rekkefølge fra sør til nord (se figur 4.2.1). Alle er viktige i klimasammenheng. Naturdataforskriften vil være basis for etablering av ytterligere målepunkter etter hvert som petroleumsaktiviteten flyttes nordover. Hva som er optimal avstand mellom stasjonene mht. klimaformål vites ikke. Det som imidlertid vil være bestemmende for nye stasjoner, er om en utbygging finner sted og varslingsbehovet.

Figur 4.2.1.
Maritime stasjoner i faste posisjoner per 01.04.1998.

WMOs guide «to the Applications of Marine Climatology» peker på informasjon syntetisert fra analyser og hindcast og nevner at hindcast for vind og bølger nå nesten utelukkende er i bruk ved design av offshorestrukturer. Ved hindcast er en ikke avhengig av å ha målinger overalt, men kvaliteten på hindcast-feltene er avhengig av kvaliteten på kartanalysen som igjen er avhengig av observasjonsnettet.

Vi har i dag ingen maritime stasjoner i faste posisjoner nord for Mike. For å ha et godt maritimt observasjonsnett for klimatologiske formål i nord, har en behov for 4-5 stasjoner fra Lofoten/Vesterålen til Øst-Finnmark. Det er også behov for tilsvarende observasjoner i Skagerrak og nordvest for Stad.

4.3. Arktis

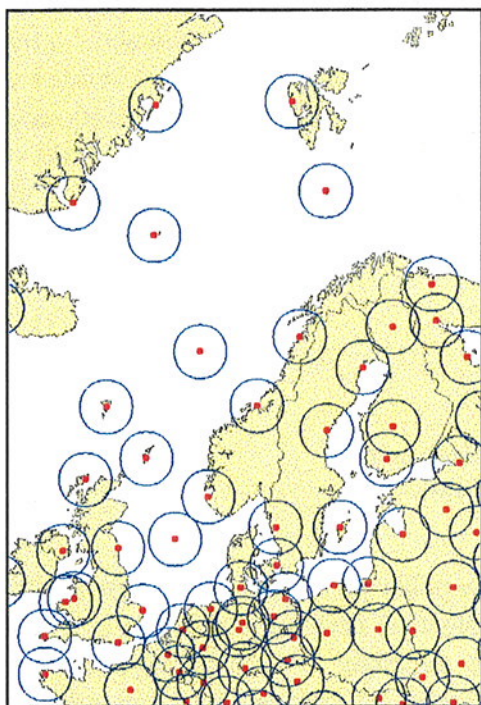
I Arktis er det viktig å opprettholde de målestasjonene vi har. Men med en stadig økende aktivitet, er det innenfor Svalbard-regionen faktisk behov for flere målestasjoner enn de vi har i dag (se figur 4.2.1). Et rutenett med ruter på 100x100 km, som må anses som en minimumsløsning, indikerer et observasjonsbehov for de fleste parametre på ca 15 totalt for området. I tillegg kommer Jan Mayen. Av befolkningsmessige grunner er det nødvendig med en stor prosent automatstasjoner for å kunne dekke behovet på Svalbard.

Antarktis

Alle meteorologiske målinger i Antarktis må foregå i nært samarbeid med Norsk Polarinstitutt. Målinger og regularitet i målingene vil være helt avhengig av ekspedisjonsfrekvensen til disse strøk.

4.4. Radiosondeobservasjoner

I figur 4.4.1 er vist fordelingen av radiosondestasjoner. Mellom Bodø og Bjørnøya er det ca 800 km, omtrent samme avstand som Bodø-Sodankylä (Finland). Avstandene Sola-Ørland og Ørland-Bodø er hhv. 570 og 450 km. En radiosondestasjon i området Nordreisa-Alta-Hammerfest ville tette et hull i stasjonsnettet. Avstandene Bodø-Alta og Alta-Bjørnøya er hhv. 470 og 520 km.



Av RS-stasjonene er det kun værskipet Polarfront, Mike (66°N, 2°Ø), som har 4 observasjoner per døgn, på de øvrige, unntatt Gardermoen, observeres det kl.11 og 23 UTC. Flere av de britiske og alle svenske RS-stasjoner har 4 observasjoner per døgn. Behovet for slike data hver 6. time er antagelig størst innen værvarsling og for værdokumentasjon. For en mer detaljert klimabeskrivelse, der man ønsker å koble bakke data med data fra høyere luftlag, er det ønskelig med en dobling av antall observasjoner per døgn.

Figur 4.4.1.
Fordelingen av norske og utenlandske radiosondestasjoner i Nord-Europa kl.00/12 UTC, per november 1996. Diameter i sirkene er 300 km.

4.5. Oppsummering

For klimatologiske formål er det behov for et tettere observasjonsnett enn det vi har i dag for de fleste vørelementer. Ut fra de behov som er kartlagt i kap.4, kan vi sette opp tabell 4.3 (neste side).

Observasjonsunderskuddet kan reduseres noe dersom man kan få til en «utvidet» observasjonstjeneste på noen av «våre» metarstasjoner. På rene metarstasjoner observeres ikke minimums- og maksimumstemperatur gjennom døgnet, visuelle observasjoner blir notert på en annen form enn på tradisjonelle stasjoner og kan ikke direkte sammenliknes, lufttrykket i stasjonens nivå er ikke tilgjengelig. Maksimal middelvind og vindkast blir etter hvert registrert elektronisk, men fortsatt er man henvist til papirregistreringer for en del flyplasser for å finne maksimalvinden. Det er 37 flyplasser utenom tradisjonelle værstasjoner i hovedlandet. Alle disse benyttes i klimatologisk arbeid. Kun 13 av flyplassene ligger imidlertid mer enn 30 km fra nærmeste VS/HS-, AS- eller VK-stasjon. Disse er dermed spesielt viktige fordi de fyller huller i et klimatologisk observasjonsnett.

Tabell 4.3.

Observasjonsbehov for ulike klimatologiske parametre. I øvre del av tabellen omfatter «Stasjoner i dag» VS-, HS-, AS-, VK-, AL-, N- og AO-stasjoner (avrundede tall). AERO-stasjoner er ikke medregnet.

Vær- elementer	Observasjons- behov	Stasjoner i dag	Overskudd/ underskudd
Temperatur	235	170*	-65
Nedbør/snødybde /snødekke	900-1000	735	-165/-265
Nedb.intensitet	50	30	-20
Vind	200	175	-25
Vær/sikt/skyer	200	150	-50
Lufttrykk	90	100	+10
Sol/stråling	50	20/15	-30/-35
Jordtemp.	50	10	-40
Sjøtemperatur	35	35	0
Snøtyngde	50	0	-50
Maritime obs. i faste posisjoner	15-20	10	-5/-10
Arktis	16	11	-5
Radiosonde	10	9	-1

* Det er forutsatt observasjon av maks.- og min.-temperatur. AL- og AS-stasjoner i nærheten av andre stasjoner er ikke medregnet.

Store deler av landet er godt dekket med observasjoner. Men det er fortsatt områder med store befolkningskonsentrasjoner som mangler observasjon av ekstremtemperatur, f.eks. Hamar, Skien/Porsgrunn, Haugesund, Kristiansund, Molde, Harstad og Hammerfest. Viktige dalstrøk er helt uten representative temperaturobservasjoner for dalbunn og dalsider. DNMI har f.eks. ingen temperaturmålinger nede i selve Gudbrandsdalen mellom Lillehammer og Dombås, en strekning på 160 km. Større fjellområder med mye tur- og turisttrafikk, er helt uten meteorologiske observasjoner.

Det er god dekning av værstasjoner langs kysten, men enkelte områder mangler observasjon av værelementer, sikt og skyer. Det er viktig med en godt planlagt utskifting av gammelt vindmålerutstyr på fyrstasjonene. Det trengs flere stasjoner med instrumentmålt vind i innlandet.

Det er behov for maritime observasjoner i Skagerrak, nordvest for Stad og i nordområdene fra Lofoten/Vesterålen til Øst-Finnmark.

Det er behov for flere stasjoner på Svalbard, først og fremst på kysten av Spitsbergen, både på vest- og østsiden (mellom Spitsbergen og Nordaustlandet/Edgeøya). Fjordområdene er noe bedre dekket.

Det er behov for en radiosondestasjon i området Nordreisa/Alta/Hammerfest.

5. Ulike kategorier stasjoner

Vi kan tenke oss tre kategorier stasjoner: 1) referansestasjoner, 2) øvrige regionale stasjoner og 3) lokale stasjoner. De to førstnevnte er å sammenlikne med «Principal climatological stations», den tredje med «Ordinary climatological stations». De tre kategoriene blir omtalt nedenfor. Innenfor kategori 1 diskuterer vi også stasjoner for «internasjonal bruk», de såkalte RC-stasjonene (Reference Climatological Station). Disse er særlig egnet for å beskrive endringer eller langtidsvariasjoner i klimaet.

5.1 Referansestasjoner

Av Analysen fremgår det at landet kan inndeles i ca 50 områder eller grupper, der stasjonene som tilhører samme gruppe går bra «i takt». Det kan tenkes at det finnes grupper som ikke er definert i Analysen, fordi datagrunnlaget som Analysen ble basert på ikke var godt nok. Innenfor hver gruppe velges en referansestasjon, som det er spesielt viktig å vedlikeholde pga. lang tidsserie av god kvalitet (homogene data). Blant disse er de såkalte RC-stasjonene (Reference Climatic Station), som det må stilles spesielle krav til:

RCS

Det stilles en rekke ideelle krav til RC-stasjoner vedrørende instrumentering og oppfølging, for å sikre god datakvalitet og høy datadekning (se (18) eller Appendiks C).

1. Valg av RCS for temperatur.

Det er naturlig å ta utgangspunkt i en regioninndeling for Norge og først se på NACD-stasjonene (se nedenfor) i hver region, dernest på andre aktuelle stasjoner med mer enn 80 (70)-års dataserier i de samme regionene. NACD står for et nordatlantisk klimadatasett, der dataene er nøyte gjennomgått og homogenitetstestet. Etter en slik fremgangsmåte er følgende temperaturstasjoner aktuelle som RCS for Norge (opprettelse i parentes):

16740 Kjøremsgrendi (Dombås (1864))
 27500 Færder fyr (1885)
 24880 Nesbyen-Skoglund (Nesbyen (1897))
 47300 Utsira fyr (1867)
 80700 Glomfjord (1916)
 97250 Karasjok (1877)
 98550 Vardø (1867)

I tillegg kommer værskipet Polarfront (Mike) og de arktiske stasjonene:

76900 Mike (1948)
 99710 Bjørnøya (1920)
 99950 Jan Mayen (1921)
 99840 Svalbard lufthavn (Longyearbyen, Green Harbour (1911)) og eventuelt
 99720 Hopen (1944)

Dette blir i alt 11-12 stasjoner. Statkraft har allerede automatisert Glomfjord for nedbør, temperatur, fuktighet og vind, mens det manuelle observasjonsprogrammet fortsetter inntil videre. Visuelle observasjoner som ikke er automatisert, kan opprettholdes ved at stasjonen

blir omgjort til hybridstasjon. Området benyttes i museumssammenheng og ser ut til å kunne tilfredsstille kravene til RCS.

2. Valg av RCS for nedbør.

Klimaavdelingen har ved tidligere analyser kommet frem til at det trengs 12 «regioner» for å kunne beskrive langtidsvariasjoner av årsnedbør (19). Disse analysene er basert på et utvalg av 142 nedbørstasjoner, hvorav 113 var i drift i 1994. Av disse foreslås nedestående stasjoner for hver av de 12 regionene. Stasjonene er valgt slik at de skal ha homogen serie, og slik at spennet i årnormalen mellom regionene (nummerert) er representert (opprettelse i parentes):

- 1) 01230 Halden (1896)
- 2) 05350 Nord-Odal (1896)
- 3) 38600 Mykland (1896)/38800 Tovdal (1895)
- 4) 44800 Sviland (1895)
- 5) 50450 Fana-Stend (1896)
- 6) 55550 Hafslø (1895)
- 7) 00600 Gløtvola (1895)
- 8) 60400 Norddal (1895)
- 9) 69550 Østås i Hegra (1895)
- 10) 80700 Glomfjord (1916)
- 11) 86850 Barkestad (1896)
- 12) 97250 Karasjok (1877)

Det kan være behov for ytterligere 2-3 stasjoner, f.eks. en stasjon i stasjonsgruppe 7 (se figur 4.1.4) i Buskerud/Telemark, 81900 Sulitjelma (1905) og kanskje en kyststasjon i Troms/Finnmark (stasjonsgruppe 38) - i alt ca 15 stasjoner for hovedlandet. I tillegg kommer de arktiske stasjonene under punkt 1.

3. Valg av RCS for vind.

Det er vanskelig å finne værstasjoner med lange og homogene tidsserier for vind. Dette kan skyldes observatørskifte på stasjoner med skjønnsmessige observasjoner, overgang fra skjønnsmessige observasjoner til instrumentelle, skifte av instrumenttype, endring av anemometerhøyde, flytting av stasjonen, endringer i omgivelsene omkring stasjonen, m.m. Det er hittil ikke gjort forsøk på korreksjoner eller justeringer av vindserier før 1961 og det er således få eller ingen stasjoner som oppfyller kravet til RCS. Det er gjort homogenitetsanalyser av vinddataserier for alle værstasjoner i hovedlandet for perioden 1961-96 eller kun en del av denne (20). Så langt det er mulig bør man benytte allerede utvalgte RC-stasjoner. For de foreslåtte RC-stasjonene i punkt 1 er startår for skjønnsmessige observasjoner (E) eller instrumentelle observasjoner (I) angitt, sammen med tidsrom for analysert tidsserie (A) og homogen tidsserie (H, h=tilnærmet homogen):

16740 Kjøremsgrendi (1978 (E), 1978-96 (A, H)), 27500 Færder fyr (1930 (I), 1961-90 (A, H)), 24880 Nesbyen-Skoglund (1977 (E), ikke analysert), 47300 Utsira fyr (1924, 1957-96 (A), 1981-96 (H)), 80700 Glomfjord (1916 (E), ikke analysert) og 97250 Karasjok (1877 (E), ikke analysert) og 98550 Vardø (1924 (I), 1961-90 (A, h)). Værskipet og de arktiske stasjonene er ikke analysert: 99710 Bjørnøya (1945 (I)), Hopen 99720 (1987 (I)), Svalbard lufthavn (1975 (I)), 99950 Jan Mayen (1921 (I)) og 76900 Mike (1948 (I)).

Man bør ta sikte på å bygge opp RC-stasjoner på eksisterende fyr- eller kyststasjoner med god representativitet og på gode flyplasser, som allerede har «lange» og mest mulig

homogene tidsserier. Følgende kyststrekninger bør være representert: Hvaler-Tjøme, Tjøme-Lindesnes, Lindesnes-Stad, Stad-Vikna, Vikna-Lofoten, Lofoten-Nordkapp, Nordkapp-Grense Jakobselv. Følgende stasjoner er foreslått:

- 04780 Gardermoen (1941 (I), 1961-90 (A, h))
- 27500 Færder fyr (se ovenfor)
- 39100 Oksøy fyr (1970 (I), 1961-90 (A, h))
- 47300 Utsira fyr (se ovenfor)
- 52530 Hellisøy fyr (1931 (I), 1957-91 (A), 1977-91 (H))
- 59800 Svinøy fyr (1962 (I), 1962-96 (A), 1975-96 (H))
- 75410 Nordøyen fyr (1934 (I), 1957-96 (A), 1957-64 (H), homogen 1957-96, men mangler mai, juni og juli etter 1964)
- 85891 Røst (AS, 1998 (I), kan skjøtes sammen med 85890 Røst lufthavn (1986 (I))
- 87110 Andøya (1962 (I), 1963-90 (A, h?), voksende vegetasjon rundt stasjonen, flyttet flere ganger)
- 90800 Torsvåg fyr (1933 (I), 1961-90 (A, h), stasjonen er ikke representativ for vind i østlig sektor)
- 94500 Fruholmen fyr (1954 (I), 1961-96 (A), 1966-87 (H))
- 98550 Vardø (se ovenfor)

Dette blir i alt 11-12 stasjoner. I tillegg bør man finne frem til noen eksponerte innlandsstasjoner, f.eks. på flyplasser eller andre steder med god og representativ vindeksponering.

4. Valg av RCS for andre parametre.

På de stasjonene som er nevnt under punkt 1, er det også lange tidsserier av en rekke andre parametre. Bortsett fra lufttrykk er disse ikke homogenitetstestet, men det er likevel naturlig å benytte RC-stasjonene også for disse parametrene og om mulig forsøke å homogenisere disse, før man begynner å lete opp andre serier som kan tenkes å være bedre.

Lufttrykk i havets nivå er testet for samtlige foreslåtte stasjoner, med unntak av Kjøremsgrendi og Glomfjord, som ikke har denne parameteren. Seriene er lange og stort sett homogene. For Glomfjord vil det være mulig å forlenge rekken bakover ved sammen-skjøting med Bodø, som har en god serie. Det kan eventuelt være fornuftig også å inkludere WASA-stasjonene (se nedenfor) 39100 Oksøy, 50540 Bergen-Florida og 82290 Bodø, som alle har gode serier av enkeltobservasjoner. WASA står for «Waves and Storms in the North Atlantic» og er et EU-prosjekt. Parameteren lufttrykk er uavhengig av endringer i omgivelsene og en trenger ikke ta hensyn til RCS-krav, slik som for parametrene temperatur, nedbør og vind.

For å få gjennomført intensjonene med RCS for hver enkelt av de valgte værstasjonene må det gjennomføres visse tiltak. I noen tilfelle (fyrstasjonene) kan man forsøke å båndlegge et område rundt eksisterende stasjon, i andre tilfelle (private stasjoner) kan det bli aktuelt å opprette en «parallellstasjon», enten betjent eller automatisk. Kanskje bør man forsøke å gjøre driften av en RCS til en heldøgnsjobb? Kanskje ligger noen stasjoner slik til at det allerede eksisterer nærliggende stasjoner som kan oppfylle rollen som reservestasjon? For nedbørparameterens del er det så mange stasjoner som kan «overta» RCS-funksjonen, at det kun er nødvendig å foreta parallellmålinger en tid før og etter flytting. Dersom det må opprettes en erstatningsstasjon, må det i tillegg til parallellmålinger også stilles krav om at andre stasjoner i regionen går uforandret før og etter flyttingen.

For å sikre kontinuitet i observasjonene i tilfelle sykdom/ferie/nedleggelse ser vi for oss flere alternativer:

- a. Finne frem til stasjoner like ved, for interpolasjon av manglende verdier, ev. for overtagelse ved nedleggelse av primærstasjon. Det finnes imidlertid ingen slike stasjoner.
- b. Ved store uregelmessigheter eller nedleggelse, hoppe over til nye stasjoner med lange dataserier i samme «klimaregion». Oksøy og Torungen kan begge erstatte Færder.
- c. Opprette nye stasjoner like ved, som skal gå parallelt. Dette blir kostbart når det er snakk om mange stasjoner.
- d. Sikre spesielt viktige data ved å sette inn en Aanderaa-logger (eller annen type) i instrumenthytta. Denne kan logge temperatur og fuktighet hvert 10. minutt i inntil 4 måneder før batteriskift er nødvendig. Dataene skal ikke bearbeides, kun benyttes ved bortfall av data fra stasjonen.
- e. Omgjøre de valgte RCS til hybridstasjoner ved varslet nedleggelse eller permanente uregelmessigheter i observasjonsarbeidet.
- f. Arbeide for å få til en snarlig avtale med private grunneiere om leie av grunn for en årrekke fremover. Dette gjelder Nesbyen, Kjøremsgrendi, Glomfjord og Karasjok.

Andre referansestasjoner

RC-stasjonene vil gjøre det mulig å beskrive endringer og langtidsvariasjoner i klimaet. For annet klimatologisk arbeid er det viktig å ha også andre referansestasjoner, som representerer et distrikt eller en region. En stasjon med kort dataserie kan da kobles sammen med en referansestasjon, slik at dataserien blir lang nok til å kunne foreta en klimatologisk analyse. Nedenfor er vist et forslag til referansestasjoner (inklusive RCS) innen hver stasjonsgruppe, definert i (15), se ev. også fig.4.1.2-5:

Temperatur:

- | | | |
|-------------------------------------|---|---|
| 1. Drevsjø | 2. Oslo-Blindern | 3. Flisa/ Rena |
| 4. Gardermoen | 5. Sørneset/ (Venabu?) | 6. Røros/ Tynset |
| 7. Lillehammer | 8. <u>Ingen</u> (tidl. Vinstra) | 9. Fokstua |
| 10. Kjøremsgrendi (RCS) | 11. Bråtå | 12. <u>Ingen</u> (tidl. Gjeilo i Skjåk) |
| 13. Færder (RCS)/Torungen/Oksøy | 14. <u>Ingen</u> (tidl. Dalen i Telemark) | 15. Geilo |
| 16. Nesbyen (RCS) | 17. Finse | 18. Lyngdal i Numedal |
| 19. Sognefjell (tidl. Gaustatoppen) | 20. Byglandsfjord | 21. Utsira (RCS) |
| 22. Sauda | 23. Vangsnæs | 24. Lærdal/ Fjærland |
| 25. Ørstavik | 26. Ona | 27. Trondheim/Værnes/Vinjeøra |
| 28. Berkåk | 29. Verdal (Sul) | 30. Namdalseid |
| 31. Glomfjord (RCS) | 32. Majavatn | 33. Myken/ Røst/ Tromsø |
| 34. Saltdal-Nordnes | 35. Narvik | 36. Bardufoss |
| 37. Dividalen | 38. Torsvåg | 39. Suolovuopmi |
| 40. Kautokeino | 41. Sihcjavri | 42. Vardø (RCS)/ Slettnes |
| 43. Rustefjellbma | 44. <u>Ingen</u> (tidl. Levajok-Evjen) | 45. Karasjok (RCS) |
| 46. Kirkenes | 47. <u>Ingen</u> (tidl. Pasvik) | |

Som man ser av tabellen ovenfor er det 5 områder, som ikke lenger har noen referansestasjon. Det er viktig å få i gang stasjoner i disse områdene.

Nedbør:

1. Gløtvola (RCS)	2. Nord-Odal (RCS)	3. Hafslo (RCS)
4. Strømsfoss sluse (RCS)	5. Hedrum	6. Tovdal (RCS)
7. Fyresdal	8. Gjerstad i Aust-Agder	9. Oksøy fyr
10. Mestad i Oddernes	11. Lista fyr	12. Skreådalen
13. Bakke	14. Lysebotn	15. Sviland (RCS)
16. Suldalsvatn	17. Etne	18. Fana-Stend (RCS)
19. Kvåle #	20. Haukedal	21. Osland ved Stongfjorden
22. Tysse	23. Hornindal	24. Grøndalen #
25. Vigra	26. Norddal (RCS)	27. Hustadvatn
28. Mjøen	29. Østås i Hegra (RCS)	30. Hemne
31. Hitra	32. Selavatn	33. Sørli
34. Liafoss	35. Dunderlandsdalen (RCS)	36. Leirfjord
37. Lurøy #	38. Glomfjord #	39. Leiråmo
40. Sulitjelma (RCS)	41. Karasjok (RCS)	42. Kråkmo
43. Ankenes	44. Ytterstad	45. Reine #
46. Leknes i Lofoten #	47. Barkestad (RCS)	48. Ullsfjord II
49. Oteren #		

Stasjoner merket med en # etter navnet er den eneste innenfor stasjonsgruppen. I oversikten ovenfor dreier det seg om sju stasjoner. Dette er kanskje områder man bevisst burde forsøke å bygge opp fremover med nye stasjoner siden disse områdene tydeligvis er noe spesielle.

5.2 Øvrige regionale stasjoner

Selv om vi har definert spesielle referansestasjoner ovenfor innen områder der stasjonene «går i takt», så betyr ikke det at ingen andre stasjoner kan benyttes som referansestasjoner. De øvrige regionale stasjonene beskriver klimaet innenfor hvert sitt område eller hver sin «rute» om man vil, der rutens størrelse angir representativt område, som vil være avhengig av parametertype. Disse stasjonene er like nødvendige for et helhetlig klimatologisk arbeid som stasjonene ovenfor, men skal lettere kunne erstattes eller flyttes, enn hva tilfellet er med referansestasjonene definert kap.5.1.

5.3 Lokale stasjoner

For kartlegging av lokalklimaet kan man ha større fleksibilitet i stasjonsnettene enn vi har hatt til nå. Lokale klimaforskjeller bør kartlegges ved hjelp av flyttbare stasjoner. Målingene bør relateres til referansestasjonene, ev. også til øvrige regionale stasjoner. Trolig vil 10 år med data være tilstrekkelig for kartlegging av lokalklima, kanskje halvparten av tiden, dersom man er heldig med vær-situasjonene i perioden. Det finnes trolig noen slike stasjoner i eksisterende nett, men det vil kreves en del arbeid å avdekke dette på landsbasis.

6. Konklusjon

Observasjonsbehovet for klimatologiske formål er vurdert mht. temperatur, nedbør, snø, relativ fuktighet, vind, visuelle observasjoner, lufttrykk, solstråling/solskinnstid, jordtemperatur, sjøtemperatur og radiosondeobservasjoner. Hovedlandet, de nære havområder og Arktis er vurdert separat.

Temperatur og relativ fuktighet

Det anbefales minst 235 målestasjoner for temperatur i hovedlandet, fordelt etter de retningslinjer som er skissert i Appendiks B1. Dette tilsvarer en observasjonstetthet på 1 per 37x37 km, dvs. omtrent samme tetthet som Sverige og Finland har, men betydelig lavere tetthet enn hva man har i Danmark og Sveits (ca 20x20 km). Vår topografi skulle for øvrig også betinge en større tetthet av stasjoner enn det Sverige og Finland har. *Med 235 målestasjoner har vi et underskudd på 65 stasjoner, hhv. 43 for Sør-Norge og 22 for Nord-Norge.* Underskuddet vil imidlertid kunne reduseres til 45-50 med fullgode temperaturobservasjoner fra allerede eksisterende målestasjoner på flyplasser, og kanskje reduseres ytterligere ved bruk av flere landbruksstasjoner. Det vil være naturlig å observere relativ fuktighet parallelt med lufttemperatur.

Nedbør og snø

Det anbefales minst 900 målestasjoner for nedbør i hovedlandet, fordelt etter de retningslinjer som er skissert i (15) og Appendiks B2. Dette tilsvarer en observasjonstetthet på ca 1 per 20x20 km, dvs. et noe tettere nett enn hva Sverige og Finland har (ca 25x25 km), men betydelig lavere tetthet enn hva man har i Danmark og Sveits (ca 10x10 km). *Med 900 helårs målestasjoner har vi et underskudd på ca 165.*

Vind og visuelle observasjoner

Det anbefales ca 200 værstasjoner med slike observasjoner i hovedlandet. Dette tilsvarer en observasjonstetthet på 1 per 40x40 km. For vind tilsvarer dette omtrent samme tetthet som i Sverige og Finland. Når det gjelder observasjon av visuelle værelementer har Sverige og Finland hhv. 100 og 120 manuelle værstasjoner med slike observasjoner. På de øvrige automatiske værstasjonene observeres «visuelle parametre» instrumentelt. I forhold til anbefalingene for Norge er observasjonstettheten i Sverige og Finland noe mindre (ca 50x50 km), i Danmark noe større (26x26 km). *For Norge innebærer dette at vi har et relativt lite underskudd av vindobservasjoner. Det er imidlertid behov for flere instrumentelle observasjoner i innlandet. Vi har et underskudd av visuelle observasjoner på ca 50.*

Lufttrykk

For lufttrykk anbefales ca 90 målestasjoner i hovedlandet, dvs. en observasjonstetthet på 1 per 60x60 km. For de fleste klimatologiske formål burde dette være tilstrekkelig. I så fall har vi per i dag en overdekning på ca 10, men denne er kanskje ikke reell, da lufttrykksmålinger nesten uten unntak er knyttet til synopstasjoner, pga. den unike betydning lufttrykket har i værvarslingssammenheng. Behovet kan således være større for slike formål. *Dersom behovet vårt viser seg å være likt med gjennomsnittet for Vest-Europa, tilsvarer dette 130 trykkstasjoner i hovedlandet, dvs. et underskudd på ca 30.* Dersom vi kan utnytte de ca 15 rene metarstasjonene som er omtalt tidligere, blir underskuddet betydelig redusert.

Solstråling/solskinnstid, jordtemperatur, sjøtemperatur, snøtetthet

For sjøtemperatur anbefales en jevn fordeling langs kysten, f.eks. på alle fyrværstasjoner. Det skulle tilsi et antall på 35, omtrent slik som i dag. *For de øvrige parametrene anbefales 50 målestasjoner i hovedlandet, dvs. en observasjonstetthet på 1 per 80x80 km, og dermed et underskudd på 30/40/50 stasjoner for hhv. solstråling/jordtemperatur/snøtetthet.*

Meteorologiske data fra høyere luftlag

Det anbefales å opprette en ny radiosondestasjon i området Nord-Troms/Vest-Finnmark, i tillegg de eksisterende stasjoner. Det er ønskelig med 4 observasjoner per døgn for samtlige RS-stasjoner, men først og fremst ønskes en landsdekning med 2 observasjoner per døgn. *Det siste vil øke antall oppstigninger med 3 per døgn. Observasjoner hver 6. time vil øke antall oppstigninger med 21 per døgn, dvs. en dobling i forhold til dagens praksis.*

De nære havområder

Store deler av Nordsjøen er tilstrekkelig dekket, men datatilfanget nord for 65°N bør økes. *For å ha et godt maritimt observasjonsnett for klimatologiske formål i nord, har en behov for 4-5 stasjoner fra Lofoten/Vesterålen til Øst-Finnmark. Det er også behov for maritime observasjoner i Skagerrak og nordvest for Stad.*

Arktis

For Svalbard anbefales ca 15 værstasjoner (eksklusive Jan Mayen). De fleste av disse må av naturlige grunner være automatstasjoner og bør ha et så omfattende måleprogram som det er praktisk mulig å gjennomføre. Per i dag er det 6 manuelt betjente værstasjoner og 4 automatstasjoner. *Vi har altså et underskudd på 5 stasjoner.*

Referansestasjoner

Det anbefales at DNMI definerer 7 VS/HS/VK-stasjoner med lange tidsserier, som klimatologiske referansestasjoner (RCS) for temperatur, og tilsvarende 12 N-stasjoner for nedbør, i tillegg til værskipet og de arktiske stasjonene. Disse stasjonene vil inngå i et globalt/regionalt nett av klimatologiske stasjoner. Dette innebærer at det må iverksettes en del restriksjoner mht. forhold som kan ha en uheldig klimatologisk påvirkning på målingene. I tillegg anbefales det at ca 50 værstasjoner og 50 nedbørstasjoner blir nasjonale referansestasjoner. Referansestasjoner for vind bør først og fremst bygges opp av utvalgte fyrstasjoner og egnede flyplasser. For de øvrige værelementene anbefales det å bygge opp referansestasjoner av de 50 som er nevnt ovenfor.

Lokale stasjoner

Det anbefales et håndterlig antall enklere automatstasjoner, lett flyttbare, for lokalklimastudier. En tenker seg at målestasjonene kan flyttes etter 5-10 år, når det er bygget opp signifikante relasjoner mellom lokalstasjonene og tilhørende referansestasjoner.

Alternative observasjoner

En tenker seg at radar- og kanskje særlig satellittinformasjon kan benyttes for en mer detaljert klimabeskrivelse enn hva data fra tradisjonelle værstasjoner er i stand til. Det er nærliggende å tenke på en skydekke-klimatologi, der bilder gir kontinuerlig informasjon og mulighet for å fylle ut informasjon der det er huller i observasjonsnettet. Når slik bildeinformasjon kan tilpasses punktinformasjon, åpner det seg interessante perspektiver for fremtidige klimaanalyser.

7. Referanser

1. Guide to Climatological Practices.
WMO-No.100 (Second edition)
1983
2. Guide to Hydrological Practices
WMO-No.168
1994
3. Guide on the Global Observing System
WMO-No.488
1989
4. The Planning of Meteorological Station Networks» (WMO-No.265.TP.149-1970)
5. SMHIs stasjonskart per 01.09.1997.
6. Observing stations. Volume A.
WMO-No.9
November 1996
7. A. Venäläinen and M. Heikinheimo:
The spatial variation of long-term mean global radiation in Finland.
International Journal of Climatology, Vol.17, 415-426 (1997)
8. P. Beaumont and K. Hawksworth:
A calibration of the Lamb airflow classification model to predict past precipitation in
Wales.
International Journal of Climatology, Vol.17, 1397-1420 (1997)
9. Det tyske meteorologiske institutt. Årsrapport 1995:
Geschäftsbereich Technische Infrastruktur (GB TI)
Messnetze/Daten (TI 2)
10. M.Beniston and M.Rebetez:
Regional Behavior of Minimum Temperatures in Switzerland for the Period 1979-1993.
Theor. Appl. Climatol., 53, 231-243 (1996)
11. M. Widmann and C. Schär:
A principal component and long-term trend analysis of daily precipitation in
Switzerland.
International Journal of Climatology, Vol.17, 1333-1356 (1997)

12. Det sveitsiske meteorologiske institutt. Årsrapport 1995:
Forschung und Entwicklung.
Das Projekt KLIMA90.
13. R. Romero et al.
A 30-year (1964-93) daily rainfall data base for the Spanish mediterranean regions:
First exploratory story.
International Journal of Climatology, Vol.18, 541-560 (1998)
14. R. Brázdil et al.
Trends of maximum and minimum daily temperatures in central and southeastern Europe.
International Journal of Climatology, Vol.16, 765-782 (1996)
15. Inger Hanssen-Bauer and Lars Andresen:
An evaluation of the Norwegian network of weather stations.
DNMI-report 7/97 KLIMA
20.02.1997
16. L. Andresen, V. Eng, H.H. Fremming, H. Hagelund,
T.I. Mathiesen, K.H. Midtbø, B. Nyrud:
Prosjekt for vurdering og videreutvikling av observasjonsnettet
Del I: DNMI's observasjonsnett ved årsskiftet 1995/96
Det norske meteorologiske institutt, 02.09.1997
17. Førland, E.J. & O.E.Tveito, 1997:
Temperatur og snødata for flomberegninger.
DNMI-Rapport 28/97 KLIMA, 50 pp.
08.12.1997
18. Report of the Experts Meeting on
Reference Climatological Stations (RCS) and National Climate Data Catalogues (NCC)
(Offenbach am Main, 25-27 August 1992)
WMO-TD No.535
January 1993
19. Inger Hanssen-Bauer, Eirik J. Førland and Ole Einar Tveito:
Trends and variability in annual precipitation in Norway.
DNMI-report 27/95 KLIMA
25.10.1995
20. Knut Harstveit:
Information concerning the exposure, position, anemometer height, and homogeneity of
the wind stations in Norway (mainland).
The Norwegian Meteorological Institute - Climatology Division
October 1997 (unpublished)

Appendiks

A. Klimatjenester og observasjonsbehov

Klimaavdelingen besvarer skriftlig over 3000 forespørsler per år og har i tillegg ca 800 dataforsendelser per måned. Det er anslått at KA har ca 4000 telefonbesvarelser per år, der klimadata ofte blir benyttet. Her følger noen eksempler på bruk av klimadata:

Forskjellige data:

Bidrag til Nasjonalatlas for Norge, temahefte «Klima», med kart over årsnedbør, månedsnedbør, nedbørhyppighet, snø, årstemperatur, månedstemperatur, årstider og vekstsesong, vind, langtidsvariasjoner av nedbør og temperatur. Stasjonsbehov: Maksimal utnyttelse av observasjonsnett. Oppdragsgiver: Statens kartverk.

Dokumentasjon av uvanlige værforhold i forbindelse med behandling av skadesaker, med beregning av returperioder. Stasjonsbehov: Lokale stasjoner nær skadested, med observasjon av maksimal middelvind, vindkast, maksimums- og minimumstemperatur, døgnnedbør, etc. Representative referansestasjoner for ekstremvindberegninger.

Oppdragsgiver: Forsikringsselskap, entreprenørfirma (taksering), advokatfirma, politi, Statens Naturskadefond, privatpersoner.

Gi datagrunnlag for prosjekt om trafikkulykker i byer og tettsteder. Stasjonsbehov: Referansestasjoner som dekker byer og tettsteder i hele landet. Observasjon av antall dager med snø, sludd, regn og frost. Oppdragsgiver: Norsk institutt for by- og regionforskning (NIBR).

Gi datagrunnlag for trafikksikkerhetsanalyser. Stasjonsbehov: Referansestasjoner som dekker fylker. Observasjon av antall dager med snø og sludd, og antall dager med temperatur og snødybde i visse intervall.

Oppdragsgiver: Transportøkonomisk institutt.

Dokumentasjon av vær-situasjon i forbindelse med uhell på jernbanen. Stasjonsbehov: Lokal stasjon med observasjon av temperatur, vind og nedbør.

Oppdragsgiver: NSB-uhellskommisjonen.

Utredning av inneklime i kulturhistoriske bygninger. Stasjonsbehov: Stedsspesifikke stasjoner, samt spesialmålinger innomhus av temperatur og fuktighet.

Oppdragsgiver: Riksantikvaren, NIKU (Norsk Institutt for Kulturforvaltning).

Analyse av solskinnstid, temperatur- og strålingsforhold med hensyn på landbruksproduksjon. Stasjonsbehov: Stasjoner med observasjon av temperatur, globalstråling og solskinnstid.

Oppdragsgiver: EU-prosjekt MARS (jordbruksrelaterte prosjekter).

Utvikling av produksjonsmodeller i landbrukssammenheng (inkl. vannbalanse, CO₂, etc). Stasjonsbehov: Regionale stasjoner med høy observasjonsfrekvens (timebasis), såvel som stasjoner med 3-4 observasjoner per døgn, med observasjon av energirelaterte parametre (globalstråling, solskinnstid) og hydrologiske parametre (nedbør, markvann, fordampning, etc) som de mest interessante parametrene.

Oppdragsgiver: Ulike landbruksinteresser.

Utredning (i samarbeid med andre forskningsinstitusjoner) av endring av lokalklima (spesielt frostrøyk), i forbindelse med regulering av utslipp (effektregulering). Stasjonsbehov: Regionale og lokale stasjoner, med observasjon av vind, temperatur og fuktighet.

Oppdragsgiver: Norges Forskningsråd.

Utredning (i samarbeid med Veritas) av endring av luftforurensing, ved å legge E6 gjennom Steinkjer sentrum. Stasjonsbehov: Regionale og lokale stasjoner, med observasjon av vind og temperatur.

Oppdragsgiver: Statens Vegvesen.

Sensitivitetsstudier av klimaendringer. Stasjonsbehov: Referansestasjoner, regionale og lokale stasjoner, med observasjon av temperaturparametre, fuktighet, vind og nedbør.
Oppdragsgiver: EU-prosjekt Roots.

Analyse av spesielle perioder av lange klimaserier. Stasjonsbehov: Referansestasjoner, med observasjon av temperatur og nedbør.
Oppdragsgiver: EU-prosjekt Roots.

Vurdering av ising på utsatte konstruksjoner, for planlegging av trasé og dimensjonering av master og ledninger, ved hjelp av kombinasjons- og ekstremanalyser. Dataleveranser for samme formål. Stasjonsbehov: Referansestasjoner og tett nett av lokale stasjoner, med observasjon av vindparametre, nedbørparametre, temperatur, fuktighet, skybasis, skymengde, sikt.
Oppdragsgiver: Kraftselskaper, Telenor, Statnett og andre byggere av master, linjer og liknende.

Tilgjengelighetsanalyser i forbindelse med planlegging av nye - eller ombygging av eksisterende flyplasser. Stasjonsbehov: Referansestasjoner og lokale stasjoner, med observasjon av vindparametre, sikt, skyhøyde, skytype, skymengde, nedbørparametre, temperatur og fuktighet.
Oppdragsgiver: Luftfartsverket.

Kombinasjonsanalyser i forbindelse med planlegging og drift av skianlegg. Stasjonsbehov: Referansestasjon og lokal stasjon, med observasjon av middelvind, temperatur og nedbørparametre.
Oppdragsgiver: Kommuner og driftsselskaper.

Radioklimatisk kartlegging for telekommunikasjon via link-samband, mobil- og satellittsamband i Mhz- og Ghz-området. Stasjonsbehov: Bakke- og radiosonde-stasjoner over hele landet, inkludert Svalbard.
Oppdragsgiver: Telenor R&D, COST 235, konsulentfirma.

Analyser av høyoppløselige radiosondata (10-50 m i høyde) for telekommunikasjonsformål (landbasert og via satellitt). Stasjonsbehov: Radiosonde-stasjoner.
Oppdragsgiver: Telenor R&D (forskning og utvikling), COST 235, COST 254 (kommunikasjonsrelaterte EU-prosjekter).

Nedbør:

Lokal og regional utredning av ekstrem nedbør (returperiode 5, 100, 1000 år, pluss PMP-beregninger). Stasjonsbehov: Stasjoner i og like ved aktuelt nedbørfelt, med observasjon av døggnedbør.
Oppdragsgiver: Energiverk, konsulentfirma.

Regional utredning av maksimal snødybde i smeltesesongen vår og høst (potensiell snøsmelting). Stasjonsbehov: Stasjoner i og like ved aktuelt nedbørfelt, med observasjon av snødybde og snødekke. Det er viktig å få med høytliggende stasjoner.
Oppdragsgiver: Energiverk, konsulentfirma.

Regional utredning av maksimal døgnmiddeltemperatur i kombinasjon med snøsmelting og kraftig nedbør. Stasjonsbehov: Stasjoner i og like ved aktuelt nedbørfelt, med observasjon av temperatur, snødybde og snødekke. Det er viktig å få med høytliggende stasjoner.
Oppdragsgiver: Energiverk, konsulentfirma.

Lokal utredning av vind og bølger mot damkroner i flomepisoder. Stasjonsbehov: Representative stasjoner nær dam, med observasjon av nedbør, vindretning og vindhastighet.
Oppdragsgiver: Energiverk, konsulentfirma.

Vurdering om flomskader skyldes ekstraordinære værforhold. Stasjonsbehov: Lokale stasjoner nær skadested, med observasjon av døggnedbør, nedbørslag (snø, regn, tordenbyger), snødybde og temperatur.
Oppdragsgiver: Kommunale institusjoner, forsikringsselskap.

Dataleveranser for lokal utredning av dimensjonering av avløp i byer og tettsteder. Stasjonsbehov: Representativ pluviografstasjon, med nedbørintensitetsdata (forskjellig varighet). Oppdragsgiver: Konsulentfirma (f.eks. Østlandskonsult A/S).

Vurdering av nedbørintensitet med hensyn til telekommunikasjon i Ghz-området, mobilsystemer. Stasjonsbehov: Plumatic-stasjoner og vanlige nedbørobserverende stasjoner. Oppdragsgiver: Telenor.

Snø:

Klimabeskrivelse av snødybde- og snødekkeforhold for Norge i form av artikkel/kart. Stasjonsbehov: Maksimal utnyttelse av observasjonsnett. Oppdragsgiver: Tidsskriftet Villmarksliv (Teknologisk Forlag).

Snøsmeltstudier og modellering av snøakkumulering, i form av rapporter, rutiner, kart, i forbindelse med kraftprognoser og flomprognoser. Stasjonsbehov: Referansestasjoner, regionale stasjoner og lokale stasjoner over hele landet, med observasjon av middelvind, temperatur, fuktighet, nedbørparametre, sky-mengde, strålingsparametre (netto stråling, ev. globalstråling og langbølget stråling). Oppdragsgiver: DNMI, kraftbransjen.

Temperatur:

Tidsserieanalyser av maksimums- og minimumstemperatur. Stasjonsbehov: Referansestasjoner. Oppdragsgiver: Nordisk ministerråd.

Tidsserieanalyse og homogenisering av månedsmiddeltemperatur for Lillehammer i forbindelse med DNMI's forberedelser til Lillehammer-OL. Stasjonsbehov: 4 Lillehammer-stasjoner pluss nærliggende referansestasjoner. Oppdragsgiver: DNMI.

Utredning av lokale temperaturforhold langs E18 i Bærum, i forbindelse med utarbeidelsen av en kommunal soneplan. Stasjonsbehov: Automatisk værstasjon lokalt i området og en referansestasjon (Fornebu), pluss temperaturmålinger fra bil. Oppdragsgiver: Bærum kommune og Vegdirektoratet.

Utredning av ekstreme temperaturforhold på Dokka og Åmot i Nord-Torpa i forbindelse med bygging av koplingsanlegg. Stasjonsbehov: Lokale stasjoner og referansestasjoner for området, med observasjon av minimumstemperatur. Oppdragsgiver: Oppland Energiverk.

Dimensjoneringanalyser for frostsikring av banelegemer. Stasjonsbehov: Lokale stasjoner med observasjon av luft- og jordtemperatur. DNMI har tidligere hatt et samarbeid med NSB (1860-80). Da ble temperatur og andre parametre ble observert ved ulike jernbanestasjoner. Oppdragsgiver: NSB-bane, Gardermobanen.

Gi datagrunnlag for spesifikasjon av nytt togmateriell (ICE-type). Stasjonsbehov: Lokale stasjoner med observasjon av lufttemperatur. DNMI har tidligere hatt et samarbeid med NSB (1860-80). Da ble temperatur og andre parametre ble observert ved ulike jernbanestasjoner. Oppdragsgiver: NSB-bane, teknisk seksjon.

Vind:

Dokumentasjon av uvanlig sterk vind i forbindelse med behandling av skadesaker (stormskade), gjerne med beregning av returperioder. Stasjonsbehov: Lokale stasjoner nær skadested, med observasjon av maksimal middelvind og vindkast. Representative referansestasjoner for ekstremvindberegninger. Oppdragsgiver: Forsikringsselskap, Statens Naturskadefond.

Lokal utredning av midlere vindforhold for planlegging av oppdrettsanlegg, forbrenningsanlegg, andre former for røykutslipp, søppelfyllinger, i form av frekvensstatistikk. Stasjonsbehov: Lokale stasjoner, referansestasjoner, med observasjon av middelvindhastighet og vindretning.

Oppdragsgiver: Kommunale instanser, bedrifter, privatpersoner.

Lokal utredning av ekstreme vindforhold som beregningsgrunnlag for dimensjonering av bruer og master. Stasjonsbehov: Lokal stasjon og referansestasjon, med observasjon av maksimal middelvind og vindkast.

Oppdragsgiver: Statens Vegvesen, Teledirektoratet.

Lokal utredning av varighet av vindhastighet under/over visse grenser i forbindelse med planlegging av aktivitet. Stasjonsbehov: Lokal stasjon og referansestasjon, med observasjon av maksimal middelvind.

Oppdragsgiver: Firmaer og selskaper med tilknytning til oljevirkosomhet, kraftleverandører.

Vurdering av episoder med sterk vind over fjell, i fagrapporter, artikler og i forbindelse med skadebesvarelser. Stasjonsbehov: Referansestasjoner og tettest mulig nett av lokale stasjoner, med observasjon av middelvind og vindkast, temperatur og fuktighet.

Oppdragsgiver: DNMI, ev. i samarbeid med andre institutter, forsikringsselskap, utbyggere.

Miljødatasenteret:

Lokal beskrivelse av sannsynlighet for forskjellige værparametre for planlegging av aktivitet. Stasjonsbehov: Maritim stasjon, med observasjon av vindhastighet, vindretning, bølgehøyde, bølgeperiode, sjøtemperatur, etc, etc, i kombinasjon med Hindcast-arkivet (grid 75 km).

Oppdragsgiver: Oljeselskap, konsulentfirma, entreprenørselskap.

Lokal beskrivelse av ekstreme vind- og bølgeforhold for dimensjonering av maritime konstruksjoner. Stasjonsbehov: Maritim stasjon, med tidsserie av maksimal middelvind og maksimal signifikant bølgehøyde.

Oppdragsgiver: Oljeselskap, konsulentfirma.

Oljedriftberegninger for de nære havområder i forbindelse med konsekvensutredninger ved søknad om utbygging. Informasjonsbehov: Vinddata fra Hindcast-arkivet.

Oppdragsgiver: Oljeselskap.

Værrapport for antatt rute, som dokumentasjon ved forlis, skade på last, etc. Stasjonsbehov: Maritime stasjoner i kombinasjon med værkart.

Oppdragsgiver: Advokatfirma, forsikringsselskap.

Lokal beskrivelse av varighet av værparametre for planlegging av aktivitet og vurdering av økonomisk risiko. Stasjonsbehov: Maritim stasjon med tidsserier fra Hindcast-arkivet.

Oppdragsgiver: Oljeselskap, konsulentfirma.

Forskjellige typer dataleveranser i form av tidsserier av værparametre. Stasjonsbehov: Lokal maritim stasjon i kombinasjon med Hindcast-arkivet.

Oppdragsgiver: Oljeselskap, konsulentfirma.

B. Observasjonsbehovet i henhold til clusteranalyse

B1. Temperatur

For rutene i rutenettet (100x100 km) er det angitt antall stasjoner i tidsrommet 1970-74 (basis for Analysen, se figur 4.1.2-3). Videre er det angitt antall stasjoner våren 1998 (med stasjonsnummer, navn og stasjonstype (for andre enn VS-stasjoner), se også figur 4.1.6-7) og «det statistiske behovet», som fremkommer som et resultat av clusteranalysen. Når spesielle forhold tas i betraktning fremkommer «det totale stasjonsbehovet». Resultatet er veiledende, ikke absolutte anslag.

B1.1. Sør-Norge (rutene A1-H5)

A1-A2

Antall stasjoner: 1970-74: 9, 1998: 7 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 6

(1998: 42160 Lista fyr (HS), 41770 Lindesnes fyr, 41110 Mandal II (VK), 39100 Oksøy fyr, 39040 Kjevik (HS), 41670 Konsmo-Høyland, 38150 Landvik (AL), 36900 Torungen fyr)

Vurdering: 2 stasjoner mer enn statistisk behov, men alle nåværende stasjoner bør beholdes. Stasjonene Kjevik/Oksøy ligger tettest, men er i ulike stasjonsgrupper (clustere). Begge disse må beholdes (flyplass respektive fyrstasjon med meget lang serie). Mandal, Lindesnes og Lista er i samme gruppe. Alle bør beholdes: Lista og Lindesnes pga. vind og synsvidde (viktig for skipstrafikken), Mandal pga. byområde. Landvik er en ekstern stasjon nær Torungen, men disse ligger i ulike grupper.

Totalt behov: 8 stasjoner.

B0-B1

Antall stasjoner: 1970-74: 6, 1998: 6 (+5 automatstasjoner). Statistisk behov: 6

(1998: 43010 Eik-Hove (HS), 44560 Sola, 42920 Sirdal-Tjørhom, 44600 Rennesøy-Galta (VK), 45880 Fister-Tønnevik, 47200 Skudenes II (VK), 44081 Obrestad fyr (AS), 42550 Solhom i Kvinesdal (AO), 42600 Sirdal-Roskrepp (AO), 43000 Sirdal-Duge (AO), 44300 Særheim (AL)) I tillegg: 44641 Stavanger-Våland, og trolig også stasjon i Lysebotn.

Vurdering: Automatstasjonen Obrestad fyller et observasjonshull på kysten. Vi får da 1 stasjon mer enn statistisk behov tilsier. Den stasjonen som ligger tynnest an er Skudenes, se vurdering under C0-C1. De fire andre automatstasjonene tilhører Sira-Kvina (3 stk), som i tillegg også driver en automatstasjon like ved vår stasjon på Tjørhom, og Planteforsk (1 stk). Dersom DNMI kan få sanntidsobservasjoner fra automatstasjonen ved Sirdal-Tjørhom, kan denne på sikt erstatte vår manuelle værstasjon der (NB. Visuelle observasjoner må vurderes. Det kan kanskje være like naturlig å hybridisere Sirdal-Tjørhom). DNMI bør prøve å få samarbeid med Sira-Kvina/Lyse Kraft med sanntidsobservasjoner fra deres automatstasjon i Sirdals- og Lyseheiene. Vi har dårlig dekning i Høgsfjord-Lysefjord området. Dette kan løses ved samarbeid med Lyse-Kraft om data fra automatstasjonen i Lysebotn. Stavanger kommune har sommeren 1997 satt i drift en automatstasjon, som fortsettelse av DNMI's gamle (til 1988) stasjon 44640 Stavanger. Benytter gammel DNMI-hytte og DNMI-nedbørskjerm. Denne stasjon må DNMI innlede samarbeid om!

Totalt behov: 8 stasjoner.

B2

Antall stasjoner: 1970-74: 5, 1998: 3 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 6-8
(1998: 39690 Byglandsfjord-Solbakken, 36560 Nelaug, 37230 Tveitsund, 33040 Dalen-Tippen (AO))

Vurdering: Det er ingen stasjon over 250 m o.h. i dette området. Statistisk sett er det en underdekning på minst 2 stasjoner. Det bør opprettes en stasjon til i Setesdalen, mellom Byglandsfjord og Hovden (eks. Valle/Bykle-området). Vi har fått en oppdragsstasjon i Dalen-området, men det bør også være en høyfjellsstasjon, eksempelvis langs RV45 (Rotemo-Dalen, samarbeid med Statens Vegvesen?) og/eller i et høytliggende nedbørfelt (samarbeid med energiverk?).

Totalt behov: 7 stasjoner.

B3-B4

Antall stasjoner: 1970-74: 13, 1998: 5 (+3 automatstasjoner). Statistisk behov: 8
(1998: 35860 Lyngør fyr, 27500 Færder fyr, 01130 Prestebakke, 17150 Rygge, 03190 Sarpsborg (VK), 17000 Strømtangen fyr (AS), 34130 Jomfruland (AS), 32060 Gvarv (AS).

Vurdering: Det er statistisk balanse i stasjonsdekningen. Kysten er relativt godt dekket av de tre fyrstasjonene, mens det er meget dårlig dekning av Vestfold/Grenland-området. Fyrstasjonene bør beholdes, da de er meget viktige for skipstrafikken (ikke minst småbåter). Dette er også et tett befolket område, der det må settes tilleggskrav til stasjonsdekning. En værstasjon i Grenland-området må prioriteres meget høyt (samarbeid med Skien kommune, eller i kombinasjon med Geiteryggen flyplass?). Det bør også være en stasjon i Sandefjord/Tønsberg-området. Her planlegges en automatstasjon, 27450 Melsom, med omtrent samme lokalitet som den tidligere klimastasjonen (sommeren 1998). Indre- og ytre Oslofjord er et meget trafikkert område og det må vurderes om våre vindstasjoner på Jeløya og Svenner fyr skal utbygges for dataregistrering, om vi skal opprette en tilsvarende vindstasjon i nærheten av Slagentangen (i samarbeid med oljeraffineriet?) og om vi bør lagre den svenske stasjonen Nord-Koster.

Totalt behov: 12 stasjoner.

C0-C1

Antall stasjoner: 1970-74: 5, 1998: 5 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 5
(1998: 47300 Utsira fyr, 46910 Nedre Vats, 46610 Sauda, 46510 Midtlæger (AS), 48330 Slåtterøy fyr (HS), 50130 Omastrand)

Vurdering: Det er statistisk sett en overdekning på 1 stasjon. Dette er et område med store klimakontraster (kyst/fjordstrøk, høyfjell/breer). Det er god dekning i kystsonen: Utsira og Slåtterøy (og Skudenes i rute B1), og i fjordstrøkene: Nedre Vats, Sauda og Omastrand. Høytliggende områder dekkes kun av Midtlæger. Det burde vært en værstasjon i Haugesund-området (samarbeid med kommune, ev. i kombinasjon med Haugesund lufthavn?). Denne kunne erstatte stasjonene i Skudenes og Nedre Vats. (NB! Det har vært målinger i Skudenes siden 1861, vi må sjekke om vi kan beskrive denne serien ved hjelp av Utsira, Rennesøy og Haugesund). Et samarbeid med Stord lufthavn kunne også komme på tale. Fyrstasjonene Utsira og Slåtterøy må beholdes pga. kysttrafikken. Er det behov for en stasjon i området Odda-Tyssedal?

Totalt behov: 7 stasjoner.

C2

Antall stasjoner: 1970-74: 3, 1998: 2 (+4 automatstasjoner). Statistisk behov: 6-8

(1998: 31620 Møsstrand (977 m o.h.), 32920 Øyffjell-Trovatn (715 m o.h.), 33890 Vågsli (AS, 822 m o.h.), 40880 Hovden-Lundane (AS, 836 m o.h.), 33150 Tokke-Botnedalen (AO, 744 m o.h.), 33420 Våmarvatnet (AO, 690 m o.h.))

Vurdering: Alle stasjoner ligger i høydeintervallet 690-977 m o.h. Ingen stasjoner i nordre del av området. Men tatt i betraktning bosettingsmønster og stasjoner i naboruter får stasjonsplasseringen passere. Men en automatstasjon på Gaustatoppen (i samarbeid med Statnett v/Svein Fikke) ville være meget nyttig. (Det er nærmest en skandale at fjellandet Norge ikke har flere høyfjellsstasjoner i drift! Internasjonalt er høyfjellsstasjoner meget viktige i studier av klimaendringer, og fra Gaustatoppen har vi målinger fra 1935-74). Hydro skal visstnok ha en automatstasjon i den sørøstre del av Hardangervidda (spør ev. vår observatør på Mogen). Her bør vi vurdere muligheten av å få til et samarbeid.

Totalt behov: 6 stasjoner.

C3

Antall stasjoner: 1970-74: 6, 1998: 7. Statistisk behov: 6-8

(1998: 28370 Kongsberg, 28800 Lyngdal i Numedal, 26890 Drammen-Marienlyst (VK), 19710 Asker (VK), 19480 Dønski (VK), 19400 Fornebu)

C4

Antall stasjoner: 1970-74: 8, 1998: 7 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 5-6

(1998: 04440 Hakadal-Bliksrudhagan (VK), 18700 Oslo-Blindern (HS), 18950 Tryvasshøgda (AS), 04780 Gardermoen, 02540 Høland-Kollerud, 02950 Magnor, 04940 Hvam-Tolvhus (VK), 05650 Vinger (VK))

Vurdering (C3-C4): Dette er et tett befolket område som krever tett stasjonsnett. Men stasjonsplasseringen i Oslo/Bærum/Asker er ikke optimal: Blindern, Fornebu, Dønski og Asker ligger meget tett og i høydeintervallet 10-163 m o.h. Stasjonsantallet her bør reduseres. Drammen-stasjonen har mye datamangler. Med tanke på underdekningen i rute B3 ville det vært en fordel med en stasjon lenger sør i Vestfold enn Galleberg, som ble nedlagt 01.03.98. Den nordlige del av rute C3 er dårlig dekket, en stasjon i Hønefoss-området bør vurderes, kanskje i samarbeid med Planteforsk. Bortsett fra Tryvasshøgda er det ingen stasjoner over 300 m o.h. i rutene C3-C4. Hva med et samarbeid om en automatstasjon i Norefjell-området i forbindelse med skianleggene?

Totalt behov: 14 (8+6) stasjoner.

D0-D1

Antall stasjoner: 1970-74: 11, 1998: 8 (+2 automatstasjoner). Statistisk behov: 6

(1998: 52530 Hellisøy fyr (AS), 50500 Flestrand, 50540 Bergen-Florida (HS), 50300 Kvamskogen, 49580 Eidfjord-Bu, 51590 Voss-Bø, 51670 Reimegrend, 52290 Modalen, 52860 Takle, 53110 Vangsnes (AS))

Vurdering: Dette er et område med overdekning, men dette skyldes Bergen/Flestrand (begge nødvendige, også forskjellig gruppe), Voss/Reimegrend (begge nødvendige, hhv. 125 og 590 m o.h., også forskjellig gruppe) og Kvamskogen/Omastrand (forskjellig gruppe). Eidfjord-Bu fyller også et behov. Det anbefales at samtlige stasjoner beholdes.

Totalt behov: 10 stasjoner.

D2

Antall stasjoner: 1970-74: 7, 1998: 4 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 8

(1998: 25830 Finsevatn (AS), 25590 Geilo-Geilostølen, 29790 Dagali 2 (VK), 54120 Lærdal-Moldo, 23870 Filefjell-Grovstølen (fra og med november 1997, erstatning for 23850 Tyinkrysset)

Vurdering: Området dekker fjellheimen fra den nordlige delen av Hardangervidda til Lærdal og øvre del av Numedal og Hallingdal, Hemsedal og Valdres. Dette er et område med underdekning, men samtidig et vanskelig område for drift av værstasjoner. Det er generelt behov for flere manuelle værstasjoner i den norske fjellheimen. Det anbefales at det opprettes en stasjon i nærheten av Hemsedal sentrum. Mulige stasjonsområder er også Aurland/Aurlandsdalen (f.eks. Østerbø) og Iungsdalshytta. Det er mulig at man må opprette forenklede manuelle stasjoner for å få til et samarbeid med Den norske turistforening. Et samarbeid med Sogndal lufthavn (497 m o.h.) vil gi et godt supplement til stasjonene Vangnes (51 m o.h.) og Lærdal (36 m o.h.).

Totalt behov: 7 stasjoner.

D3

Antall stasjoner: 1970-74: 7, 1998: 4 (+2 automatstasjoner). Statistisk behov: 6-8

(1998: 24880 Nesbyen-Skoglund, 21680 Vest-Torpa 2, 12680 Lillehammer-Sætherengen (AS), 23160 Åbjørsbråten (VK), 23420 Fagernes, 23510 Løken i Volbu (AL))

Vurdering: Valdres er godt dekket med temperaturstasjoner (Løken, Åbjørsbråten og Fagernes). Men den første er ekstern landbruksstasjon, den andre dekker åssiden opp mot fjellet, (600-700 m-nivået) og den tredje dalbunnen (350 m-nivået). Den sørøstre del av området har imidlertid dårlig dekning. Hedalen ligger langt fra nabostasjoner og bør ha første prioritet. Men også området Brandbu-Hov på østsiden av Randsfjorden er dårlig dekket. Det bør også vurderes om vestre del av Gausdal (f.eks. ved Ormtjernkampen nasjonalpark) trenger en stasjon.

Totalt behov: 8 stasjoner.

D4

Antall stasjoner: 1970-74: 6, 1998: 2 (+3 automatstasjoner). Statistisk behov: 3-5

(1998: 06040 Flisa, 11510 Apelsvoll (AL), 12560 Kise på Hedmark (AL), 07010 Hagedalshøgda, 00180 Trysil vegstasjon (AS))

Vurdering: Det viser seg at stasjonstettheten har gått ned i dette området siden 1974, slik at overskuddet i dag er mindre. Det er bare igjen 2 manuelle stasjoner. Disse har relativt lange dataserier, få flyttinger og er således verdifulle. Det er i tillegg behov for en manuell værstasjon i eller ved Hamar. De 2 automatiske landbruksstasjonene er eksterne og sammen dekker de Gjøvik-området.

Totalt behov: 5 stasjoner.

E0-E1

Antall stasjoner: 1970-74: 3, 1998: 3 (+2 automatstasjoner). Statistisk behov: 6-9

(1998: 57770 Ytterøyane fyr, 56430 Fureneset (AL), 57420 Førde-Tefre, 58070 Sandane (VK), 58900 Stryn-Kroken (AS))

Vurdering: Dette er et område med noe usikkert stasjonsbehov pga. dårlig stasjonsdekning for analysen, spesielt av høyereliggende stasjoner. Derfor er det sannsynlig at det finnes grupper som ikke er representert på kartet av noen stasjon. De 3 manuelle værstasjonene dekker samme området som i 1974 og bør beholdes. Automatstasjonene har god spredning og fyller et behov. Oppdragsstasjonen 58020 Gjengedal-Dalheim, med høyeste beliggenhet av samtlige

stasjoner i området, 355 m o.h., ble nedlagt 1.1.1997. Denne bør erstattes av en automatstasjon. Et samarbeid med Førde lufthavn (324 m o.h.) ville gi et godt supplement til Førde-Tefre (64 m o.h.). Det bør vurderes om det er behov for flere manuelle værstasjoner, ev. om de automatiske værstasjonene Kråkenes fyr (rute F2) og Vangsnes (rute D1) kan hybridiseres.
Totalt behov: 6 stasjoner.

E2

Antall stasjoner: 1970-74: 7, 1998: 3 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 8-9
 (1998: 55840 Fjærland-Skarestad (VK), 55290 Sognefjell (AS), 55430 Bjørkehaug i Jostedal (VK), 15720 Bråtå)

E3

Antall stasjoner: 1970-74: 7, 1998: 5 (+2 automatstasjoner). Statistisk behov: 9-11
 (1998: 13670 Skåbu-Storslåen, 13160 Kvitfjell (AS), 13420 Venabu, 08710 Sørnesset, 14600 Vågå-Klones (AO), 16740 Kjøremsgrendi (VK), 16610 Fokstua II (HS))

Vurdering (E2-E3): Dette er et område med stor underdekning. Området har store temperaturgradienter, og det er derfor behov for relativt mange stasjoner. Det bør innledes et samarbeid om NGIs automatstasjon på Strynefjell. Ottadalen er generelt dårlig dekket. Det er behov for stasjoner i området Lom-Gjendebu/Gjendesheim. Værstasjonen 14600 Vågå-Klones gikk over til automatstasjon(AO) i 1976/77, men går nå med et meget redusert observasjonsprogram. Stasjonen bør rustes opp igjen. Det er videre behov for stasjoner i området Otta-vestre del av Rondane og i Follidal. Det er ingen stasjoner i dalbunnen av Gudbrandsdalen mellom Lillehammer og Dombås. Her vil det være behov for minst 1 stasjon i tillegg til Otta, f.eks. i området Ringeby/Fåvang. Det var også i drift en klimastasjon på Øvre Tessa i en del år fra 1970 (746 m o.h.)

Totalt behov: 18 (8+10) stasjoner.

E4

Antall stasjoner: 1970-74: 2, 1998: 2. Statistisk behov: 5-6
 (1998: 08130 Evenstad-Øverenget, 00700 Drevsjø)

Vurdering: Dette er et område med underdekning. Det er således et behov for stasjoner i områdene: Øvre Rendal, Engeren/Sensjøen mellom Trysil og Drevsjø og vestsiden av Femunden (f.eks. Sømådal). I Rendalen var det periodevis flere klimastasjoner i drift, bl.a. en på Hornset (278 m o.h.) som gikk i perioden 1965-73 og Ottåsen (459 m o.h.) i perioden 1966-72.

Totalt behov: 5 stasjoner.

F1-F2

Antall stasjoner: 1970-74: 12, 1998: 6 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 6-8
 (1998: 59110 Kråkenes (AS), 59610 Fiskåbygd (VK), 59800 Svinøy fyr, 60990 Vigra, 62480 Ona II, 60500 Tafjord, 61770 Lesjaskog)

Vurdering: Kyststrekningen er godt dekket (4 stasjoner), med unntak av strekningen Kvitholmen fyr-Kristiansund. Klimastasjonen Ørstavik-Velle ble nedlagt i 1996, men det er neppe aktuelt med en stasjon i Ørstavik så lenge man har Fiskåbygd. Det er behov for to stasjoner i området Vestnes-Molde-Eide-Åndalsnes. En mulig løsning kunne være et samarbeid med Molde lufthavn. Det forutsettes da at Kristiansund dekkes (rute G2). Fjordstasjonen Tafjord og innlandsstasjonen Lesjaskog må beholdes.

Totalt behov: 9 stasjoner.

F3

Antall stasjoner: 1970-74: 4, 1998: 4 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 5-6

(1998: 63420 Sunndalsøra III (VK), 64550 Tingvoll-Hanem, 66770 Oppdal-Maurhaugen, 66730 Berkåk-Lyngholt, 63910 Kongsvoll fjellstue (AO))

Vurdering: Fjordstasjonene Tingvoll og Sunndalsøra må beholdes. Innlandsstasjonene Oppdal og Berkåk ligger noe nær hverandre. Oppdal-stasjonen burde ha ligget nær Oppdal sentrum, der det fra tid til annen blåser kraftig og hvor det er mulig å få målt vinden. Kongsvoll fjellstue er et nyttig supplement til Fokstua. Det er behov for ytterligere to innlandsstasjoner i områdene Aursjøen-Sunndal og Rindal-Skei. Vi hadde en stasjon på dammen på Aursjøen (869 m o.h.) i mange år (1950-76). Denne stasjonen var meget verdifull da den dekket overgangen mellom Vestlandet/Østlandet og Trøndelag.

Totalt behov: 7 stasjoner.

F4

Antall stasjoner: 1970-74: 2, 1998: 1 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 5

(1998: 10000 Tynset II (AS), 10400 Røros)

Vurdering: Området har en underdekning på tre stasjoner. Det er behov for minst 1 fjellstasjon. Interessante områder er: Kvikne, midtre Gauldal - øvre Tydal, Femundsmarka nasjonalpark. Vår stasjon på Røros jernbanestasjon hanger og går og er ingen høykvalitetsstasjon. Før den nedlegges bør den gå parallelt med en automatstasjon på flyplassen som ligger i praktisk talt samme høyde og fritt og bra eksponert. Det ble foretatt en befarings- og vurdering av området i august 1996.

Totalt behov: 5 stasjoner.

G2-G3

Antall stasjoner: 1970-74: 6, 1998: 5. Statistisk behov: 5-6

(1998: 65300 Skalmen fyr, 65940 Sula, 66180 Orkdal-Øyum (VK), 65110 Vinjeøra II, 71550 Ørland III)

Vurdering: Det er behov for 1 stasjon i Kristiansund-området. En mulig løsning kunne være et samarbeid med Kristiansund lufthavn eller ev. med Elverket i Kristiansund som vi har et bra samarbeidsforhold til fra tidligere.

Totalt behov: 6 stasjoner.

G4-G5

Antall stasjoner: 1970-74: 6, 1998: 5 (+3 automatstasjoner). Statistisk behov: 6

(1998: 68340 Selbu-Stubbe, 69370 Meråker-Utsyn, 68860 Trondheim-Voll (AS), 69100 Værnes, 69150 Kvithamar (AL), 70340 Verdal-Sul (VK), 70150 Verdal-Reppe, 71000 Steinkjer-Egge (AS))

Vurdering: Kvithamar er en landbruksstasjon like ved Værnes og gir lite værinformasjon i tillegg til Værnes. For øvrig er området godt dekket, med unntak av Fosen-halvøya. Det burde kanskje vært en stasjon i Åfjord kommune (så langt sørøst som mulig).

Totalt behov: 7 stasjoner.

H3-H4-H5

Antall stasjoner: 1970-74: 6, 1998: 5 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 9

(1998: 71850 Halten fyr, 71990 Buholmråsa fyr (AS), 75410 Nordøyen fyr, 72100 Namdalseid, 70850 Kjøbli i Snåsa (VK), 73500 Nordli-Holand)

Vurdering: Kysten er godt dekket med 3 fyrstasjoner. Midtre og indre strøk er godt dekket i sør, men dårlig i nord. Det burde vært 2-3 stasjoner innenfor området: Namsos-Grong-Røyrvik-Foldereid-Namsos, f.eks. Namsos, Høylandet (stasjon nedlagt i 1980)/Grong, Skorovatn/Røyrvik. Det ville være naturlig med et samarbeid med Namsos lufthavn. Her vil antagelig Harran komme opp som stasjon igjen i løpet av 1998.

Totalt behov: 9 stasjoner.

Oppsummering for Sør-Norge (rutenett: A1-H5):

Det totale stasjonsbehovet for temperaturstasjoner er 164, antall stasjoner i drift våren 1998 er 120 (inkludert 20 AS-stasjoner), noe som gir et underskudd på 44 stasjoner. Vi har riktignok også i drift 12 AL- og AO-stasjoner, men med den beliggenhet disse har, er de delvis å regne som supplerende stasjoner.

Konklusjon

Det reelle behov er altså ca 165, dvs. at underskuddet er ca 45 temperaturstasjoner for Sør-Norge.

B1.2. Nord-Norge (rutene I4-O12-P11)**I4-I5-I6**

Antall stasjoner: 1970-74: 4, 1998: 5 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 5

(1998: 75600 Leka, 75550 Sklinna fyr, 76450 Vega-Vallsjø, 76540 Tjøtta (AL), 77420 Majavatn III, 77750 Susendal-Bjormo)

Vurdering: Vi har i dag 4 kyststasjoner, hvorav 1 fyrstasjon. Det bør vurderes om det er behov for både Leka og Vega, som begge tilhører samme gruppe. Vi har 2 innlandsstasjoner, men ingen stasjoner i nærheten av by eller tettbygd strøk. Det bør vurderes å få en værstasjon i Mosjøen-området, kanskje i samarbeid med Mosjøen lufthavn. Vi har tidligere hatt værstasjonene Mosjøen-Åsbyen (1957-64), Mosjøen-Mosal (1964-85) og Vardefjell (1958-88). Et samarbeid med Brønnøysund lufthavn kunne være aktuelt pga. nærhet til større tettsted.

Totalt behov: 5 stasjoner.

J4-J5-J6

Antall stasjoner: 1970-74: 4, 1998: 5 (+2 automatstasjoner). Statistisk behov: 5-6

(1998: 76850 Ytterholmen fyr, 80610 Myken (HS), 80100 Nord-Solvær, 80700 Glomfjord (VK), 79530 Rana-Båsmoen, 80620 Holandsfjord-Halvkanneneset (AO), 80630 Holandsfjord-Sommarset (AO))

Vurdering: Vi har i dag 3 kyststasjoner, hvorav 1 fyrstasjon. Spredningen på stasjonene er god, og både Ytterholmen og Myken er gode vindstasjoner. Alle tre bør beholdes. Vi har 1 fjordstasjon og 1 innlandsstasjon. Glomfjord er referanseklimastasjon, Rana-Båsmoen representerer et større tettbygd område innerst i Ranafjorden. Begge bør beholdes. Det er behov for en stasjon på Saltfjellet, ev. øvre del av Dunderlandsdalen.

Totalt behov: 6 stasjoner.

K5-K6-K7

Antall stasjoner: 1970-74: 5, 1998: 4 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 5

(1998: 85910 Røst II, 80950 Tennholmen fyr, 82290 Bodø, 82230 Bodø-Vågønes (AL), 81650 Saltdal-Nordnes)

Vurdering: Vi har i dag 3 kyststasjoner, hvorav 1 fyrstasjon. Siden Bodø er spesielt eksponert for utfallsvind, fyller Tennholmen fyr et behov som vindstasjon. Vi har 1 innlandsstasjon i Saltdal, men det er behov for 1 fjordstasjon i området Fauske-Leirfjorden (Sørfold). En fjellstasjon i nærheten av Sulitjelma kunne også være interessant. Et samarbeid mellom Røst lufthavn og værstasjonen Røst II vil kunne gi en hybridstasjon for området. Våren 1998 vil det bli opprettet en automatstasjon ved Røst lufthavn.

Totalt behov: 6 stasjoner.

L5-L6-L7

Antall stasjoner: 1970-74: 6, 1998: 4. Statistisk behov: 4-7.

(Etter Analysen er stasjonsbehovet litt vanskelig å definere, fordi området utgjør et litt større areal enn $100 \times 100 \text{ km}^2$. Det er i området stasjoner som tilhører 2 forskjellige grupper, men analysert er det blitt 5 grupper, der 2 har liten arealmessig betydning. Dette tilsier et observasjonsbehov på 4-7 stasjoner.)

(1998: 85380 Skrova fyr (HS), 83550 Finnøy i Hamarøy, 84800 Narvik III, 86780 Litløy fyr)

Vurdering: Vi har i dag 2 fyrstasjoner (Skrova og Litløy) og 2 fjordstasjoner (en på Finnøya i Hamarøy og en helt innerst i Ofotfjorden ved Narvik). Indre strøk og fjellet er ikke dekket (Tysfjord/Narvik). De beste alternativene er antagelig innerst i Skjomdalen og Bjørnfjell, der vi tidligere har hatt stasjoner. Leknes lufthavn, med sin noe skjermede beliggenhet, kunne være et godt supplement for de ytre deler av Lofoten. Tilsvarende kunne Evenes lufthavn være et godt supplement til Narvik.

Totalt behov: 6 stasjoner.

M6-M7

Antall stasjoner: 1970-74: 9, 1998: 7. Statistisk behov: 6

(1998: 86760 Bø i Vesterålen, 86500 Sortland, 87350 Borkenes (VK), 87110 Andøya, 88000 Tennevoll, 89350 Bardufoss, 88920 Senja-Grasmyrskogen (fra august 1997: 88200 Senja-Laukhella))

Vurdering: Vi har i dag 2 kyststasjoner (Andøya flyplass og Bø i Vesterålen), 4 fjordstasjoner (Sortland, Borkenes, Senja-Laukhella, Tennevoll (fjordbunn) og 1 innlandsstasjon (Bardufoss flyplass)). Bø i Vesterålen ligger 10 km fra Litløy fyr og vil etter en parallellkjøring med fyrstasjonen, antagelig ikke gi noe vesentlig i forhold til denne. Det er behov for en representativ stasjon for Harstad, men vi har foreløpig ingen holdepunkter for å si at Borkenes ikke fyller en slik oppgave (avstand 14 km). Klimastasjon Dividalen (rute M8) dekker opp indre og høyereliggende strøk. Dersom man får en fjellstasjon på Bjørnfjell, vil det ikke være behov for flere stasjoner i indre strøk. Men høyereliggende stasjoner i ytre strøk mangler. Torsken kommune kan her være et alternativ.

Totalt behov: 7 stasjoner.

L8-M8

Antall stasjoner: 1970-74: 3, 1998: 3. Statistisk behov: 5-6

(1998: 89950 Dividalen (VK), 91300 Oteren, 91370 Skibotn-Fossbakk (VK))

Vurdering: Vi har i dag 2 fjordstasjoner (Oteren og Skibotn) og 1 innlandsstasjon (Dividalen). Oteren er en erstatningsstasjon for Kvesmenes-Ryeng. Øverbygd er nylig nedlagt. Det bør

vurderes om Øverbygd gir noe vesentlig i forhold til Bardufoss (avstand 30 km) og Dividalen (avstand 33 km). Et annet område som kan være aktuelt for stasjonsplassering er Innset i Bardu (avstand fra Bjørnfjell, 40 km). Rent geografisk gir Nordkjosbotn en bedre dekning enn Oteren.

Totalt behov: 4 stasjoner.

N7-N8-O8

Antall stasjoner: 1970-74: 8, 1998: 7 (+1 automatstasjon). Statistisk behov: 6

(1998: 88690 Hekkingen fyr, 90450 Tromsø, 90490 Tromsø-Langnes, 90400 Tromsø-Holt (AL), 90800 Torsvåg fyr (HS), 90900 Fugløykalven fyr, 91760 Nordreisa-Øyeng, 92700 Loppa)

Vurdering: Vi har i dag 3 fyrstasjoner og 1 kyststasjon (Hekkingen, Torsvåg, Fugløykalven og Loppa), 3 fjordstasjoner (Tromsø-Langnes, VNN og Nordreisa). Det bør vurderes om Fugløykalven fyr gir noe vesentlig i forhold til Torsvåg fyr (avstand 26 km). Både flyplassen og Vervarslinga er nødvendige stasjoner, men dekker i grunnen samme geografiske lokalitet, Planteforsk-stasjonen Holt likeså. For øvrig mangler innlandsstasjoner og stasjoner i Lyngen. Områder som kan være aktuelle for stasjonsplassering er Lyngseidet (f.eks. Skinnelv-Elvejord (også av hensyn til vindforhold)) - Nord-Lenangen (Lyngen) og øvre del av Kåfjorddalen (Kåfjord), kanskje også Skjervøy (Skjervøy) og indre områder av Ringvassøy (Karlsøy).

Totalt behov: 8 stasjoner (7 lokaliteter).

M9-N9

Antall stasjoner: 1970-74: 5, 1998: 5. Statistisk behov: 9

(1998: 92350 Nordstraum i Kvænangen, 93140 Alta lufthavn, 93300 Soulovuopmi, 93700 Kautokeino, 93900 Sihcjavri)

Vurdering: Det statistiske stasjonsbehovet kan synes noe høyt. Vi har i dag 2 fjordstasjoner (Nordstraum og Alta flyplass) og 3 innlandsstasjoner (Soulovuopmi, Kautokeino og Sihcjavri). Det mangler stasjoner i området omkring Bidjovagge gruver og fjordene Øksfjorden-Stjernesund. Det kunne også være interessant å ha en stasjon på kanskje det mest kuldeutsatte bebodde stedet i Finnmark - nemlig Galanito som ligger ca. 15 km sørvest for Kautokeino.

Totalt behov: 7 stasjoner.

M10-N10

Antall stasjoner: 1970-74: 5, 1998: 3. Statistisk behov: 5-8

(1998: 95350 Banak, 97350 Cuovddatmohkki, 97250 Karasjok)

Vurdering: Vi har i dag 1 fjordstasjon (Banak flyplass) og 2 innlandsstasjoner (Cuovddatmohkki og Karasjok). Det mangler stasjoner omkring Angeli i Øvre Anarjokka nasjonalpark (Karasjok) og ved Tana omkring den tidligere stasjonen Levajok, kanskje også fjellområdet nordøst for Storstvatnet (Karasjok/Porsanger).

Totalt behov: 5 stasjoner.

O9-P9

Antall stasjoner: 1970-74: 2, 1998: 1. Statistisk behov: 2

(1998: 94500 Fruholmen fyr)

Vurdering: Det mangler stasjoner i området Sørvær-Hasvik-Hammerfest-Revsbotn (Hasvik/Hammerfest/Kvalsund). Et samarbeid med Hasvik lufthavn (mangler 06-observasjon) og Hammerfest lufthavn kunne løse problemet.

Totalt behov: 3 stasjoner.

O10-P10

Antall stasjoner: 1970-74: 2, 1998: 1. Statistisk behov: 6

(1998: 94700 Helnes fyr)

Vurdering: Det mangler stasjoner omkring midtre Porsangen (Porsanger), Laksefjord og Laksefjord-Tanaelva (Lebesby/Tana). På Kistrand på vestsiden av Porsangerfjorden har vi hatt flere stasjoner helt fra 1876 og frem til 1986. Sommeren 1997 fikk vi i drift en nedbørstasjon på ett av de gamle stedene. Det ville være fornuftig å satse videre på i det minste å få til en automatstasjon på Kistrand.

Totalt behov: 5 stasjoner.

O11-P11:

Antall stasjoner: 1970-74: 4, 1998: 3. Statistisk behov: 6

(1998: 96400 Slettnes fyr (HS), 98400 Makkaur fyr, 96800 Rustefjelbma)

Vurdering: Vi har i dag 2 fyrstasjoner (Slettnes og Makkaur) og 1 fjordstasjon (Rustefjelbma ved Tana). Det mangler stasjoner som kan representere Tanafjorden (Tana) og indre Varangerfjord (Nesseby) og indre strøk (f.eks. Tana omkring Utsjoki).

Totalt behov: 6 stasjoner.

N11-N12-O12:

Antall stasjoner: 1970-74: 3, 1998: 2. Statistisk behov: 5-6

(1998: 98550 Vardø, 99370 Kirkenes lufthavn)

Vurdering: Vi har i dag 1 kyststasjon (Vardø) og 1 fjordstasjon (Kirkenes flyplass). Tidligere hadde vi også en fjordstasjon i Bugøyfjord fra 1964-82. Det mangler 1 stasjon i indre strøk. Der har vi tidligere hatt Pasvik (Sør-Varanger). Dersom vi også fikk en representativ stasjon for Vadsø (rute O11), ville behovet være dekket. Et samarbeid med Vadsø lufthavn kunne løse problemet. Vi har tidligere hatt en stasjon på store Ekkerøya (avstand fra Vadsø, 13 km).

Totalt behov: 4 stasjoner.

Oppsummering for Nord-Norge (rutenett: I4-P11-O12):

Det totale stasjonsbehovet for temperaturstasjoner er 72, antall stasjoner i drift våren 1998 er 50 (ingen AS-stasjoner), noe som gir et underskudd på 22 stasjoner. Vi har riktignok også i drift 4 AL- og AO-stasjoner, men med den beliggenhet disse har, er de delvis å regne som supplerende stasjoner.

Konklusjon

Det reelle behov er altså ca 70, dvs. at underskuddet er ca 20 temperaturstasjoner for Nord-Norge.

Oppsummering for hovedlandet (rutenett: A1-P11-O12):

Det totale stasjonsbehovet for temperaturstasjoner er 235, antall stasjoner i drift våren 1998 er 170, noe som gir et underskudd på 65 stasjoner.

Denne analysen kommer ut med et statistisk behov på 204-234, eller 219 ± 15 . Dette resultat er av samme størrelsesorden som Analysen gir (212). Når andre vurderinger (spesielle geografiske, topografiske og befolkningsmessige forhold, m.m.) kommer i tillegg, blir det totale behovet på ca 235 stasjoner. Dette er ikke noe urimelig resultat sett i forhold til det statistiske behov, usikkerheten tatt i betraktning.

Vi mener at temperaturobservasjoner fra ca 15 lufthavner (i tillegg til VS-stasjonene), som alle er bemannet i tiden 06-18 UTC, vil gi et verdifullt tilskudd til det eksisterende stasjonsnett. Andre lufthavner med kortere åpningstid, vil kunne fylle huller i stasjonsnettet, dersom målingene automatiseres. Slike er: Geiteryggen, Notodden, Fagernes (pga. sin store høyde, 822 m o.h.) og kanskje Båtsfjord (supplement til Makkaur fyr).

For øvrig kan et samarbeid med andre institusjoner gjøre det mulig å tette en del av de hullene som er avdekket gjennom denne analysen.

Konklusjon

Det reelle behov er altså ca 235, dvs. at underskuddet er ca 65 temperaturstasjoner for hovedlandet. Underskuddet vil imidlertid kunne reduseres til 45-50 med fullgode temperaturobservasjoner fra allerede eksisterende målestasjoner på flyplasser.

B2. Nedbør

For nedbør gir vi en forenklet, dvs. en mer kvalitativ beskrivelse av observasjonsbehovet, der vi peker på områder, der det er et særlig stort behov for observasjoner i forhold til dagens situasjon. Områdene fremkommer som et resultat av Analysen. Se også figur 4.1.4-5 og figur 4.1.8-9.

B2.1. Sør-Norge (rutene A1-H5)

Sør-Norge har et relativt tett stasjonsnett for nedbørmålinger, men i noen områder er det større avstand mellom stasjonene enn det som er anbefalt. Det er mulig, men neppe hensiktsmessig nå, å liste opp alle slike lokaliteter. De kommer godt frem på stasjonskart og kan analyseres nærmere med et slikt hjelpemiddel. Vi nevner her kun større sammenhengende områder med tydelig underdekning av nedbørstasjoner.

1. B1-C1:
Boknafjorden-Ryfylkeheiene-Setesdalsheiene.
Dette er for en stor del høytliggende områder med tynt befolkningsgrunnlag. Nedbørdata fra dette området er meget viktig for vannkraftproduksjon (og for at DNMI skal kunne utarbeide gode kvantitative prognoser for arealnedbør). Det burde være mulig å samarbeide med energiverk om automatiske nedbørstasjoner/værstasjoner.
2. C1-C2-D2:
Hardangervidda.
Samme kommentar som for punkt 1.
3. E2-E3:
Jotunheimen, Valdresflya.
Samme kommentar som for punkt 1.
4. E2-F2:
Breheimen-Reinheimen.
Samme kommentar som for punkt 1.
5. E3-F3:
Aursjøområdet (Skrymtheimen)-Dovrefjell.
Samme kommentar som for punkt 1.
6. F4-G4:
Fjelltraktene vest og nord for Røros og mellom Gauldalen og Selbusjøen/Neadalen/Tydalen.
For de høyereliggende områder gjelder samme kommentar som for punkt 1.
7. H5:
Fjelltraktene i Nord-Trøndelag, nordøst og øst for Snåsavatnet.
For de høyereliggende områder gjelder samme kommentar som for punkt 1.

B2.2. Nord-Norge (rutene I4-O12-P11)

Nordland og Troms har et relativt tett stasjonsnett for nedbørmålinger, men noen områder skiller seg ut med dårlig stasjonsdekning. Finnmark har flere store områder med dårlig stasjonsdekning. I oversikten nedenfor nevnes kun større sammenhengende områder med tydelig underdekning av nedbørstasjoner.

8. I5-J5:
Kyst og ytre strøk av Helgeland.
Det er relativt mange små tettsteder i kystområdene, men liten befolkningstetthet. For de høyereliggende områder gjelder samme kommentar som for punkt 1.
9. L5-L6:
Området omkring indre Vestfjorden og yttersida av Lofoten.
Det er relativt mange små tettsteder i kystområdene, men liten befolkningstetthet.
10. M6-M7:
Området Andøya-Gratangen/Lavangen/Salangen.
Det er relativt mange små tettsteder i kystområdene.
11. L8-M8-M9-N9:
Indre Troms mot Sverige og den sørvestlige delen av Finnmarksvidda.
For de høyereliggende områder gjelder samme kommentar som for punkt 1. Meget liten befolkningstetthet.
12. N7-N8:
Ytre strøk av Nord-Troms.
Det er relativt mange små tettsteder i området, men liten befolkningstetthet.

Bortsett fra rutene B3-C3-C4-D4, som har god stasjonsdekning, vil det være de praktiske problemene med å finne villige observatører, som setter begrensningene i stasjonsnettet, og som ganske sikkert vil holde omfanget av stasjoner med nedbørmålinger godt under 1000. Det burde således ikke være nødvendig med sterkere føringer enn de som er gitt ovenfor, mht. opprettelser av nye nedbørstasjoner, dersom man innen DNMI blir enige om en øvre grense basert på økonomiske rammer. For opprettelse av nedbørstasjoner utenom de områdene som er nevnt spesielt, bør det gis gode begrunnelser. For en rekke områder burde det være mulig å finne interesserte samarbeidspartnere for automatiske nedbørmålinger.

C. RCS

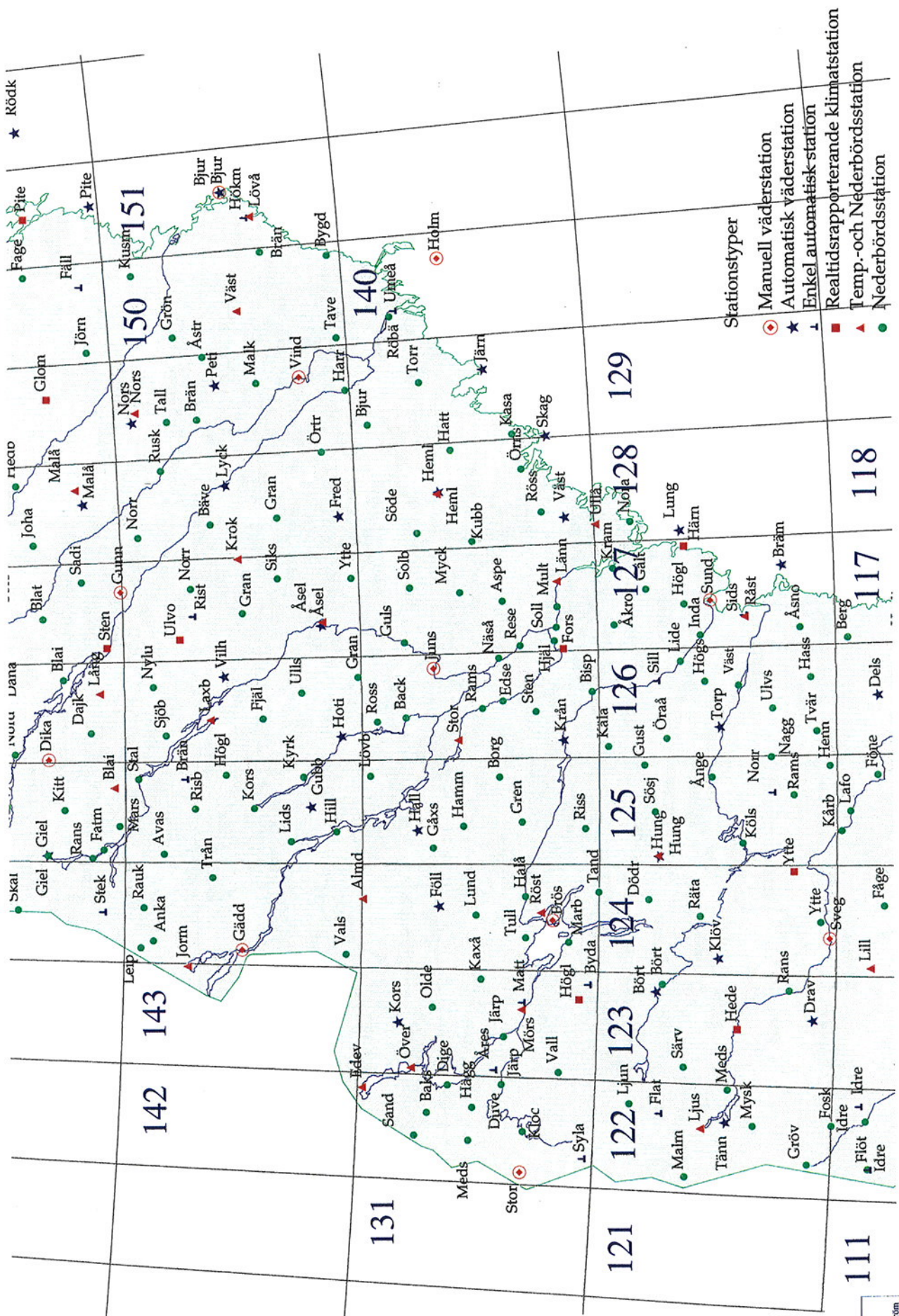
Det stilles en rekke ideelle krav til RC-stasjoner vedrørende instrumentering og oppfølging, for å sikre god datakvalitet og høy datadekning (18):

- a) Er representativ for sitt område.
- b) Ligger i landlige omgivelser (tilstrekkelig avstand til tett befolkede områder og industriområder).
- c) Har gode, trenete observatører, pålitelige instrumenter, inspeksjoner og teknisk vedlikehold for å opprettholde en høy standard.
- d) Har stor bredde i observasjonsprogrammet. Observasjonene skal gjennomgå en omhyggelig kvalitetskontroll.
- e) Har lange sammenhengende dataserier av høy kvalitet.
- f) Har ikke vært utsatt for signifikante flyttinger, endringer av instrumenter eller deres eksponering, observasjonsmetodikk, observasjonstidspunkt.
- g) Er permanent.
- h) Er helst en SYNOP-stasjon eller en CLIMAT-stasjon.

Antallet referanse-klimatologistasjoner bør være stort nok til å kunne benyttes for studier og anvendelser regionalt og globalt, og som et basisnettverk for nasjonale formål.

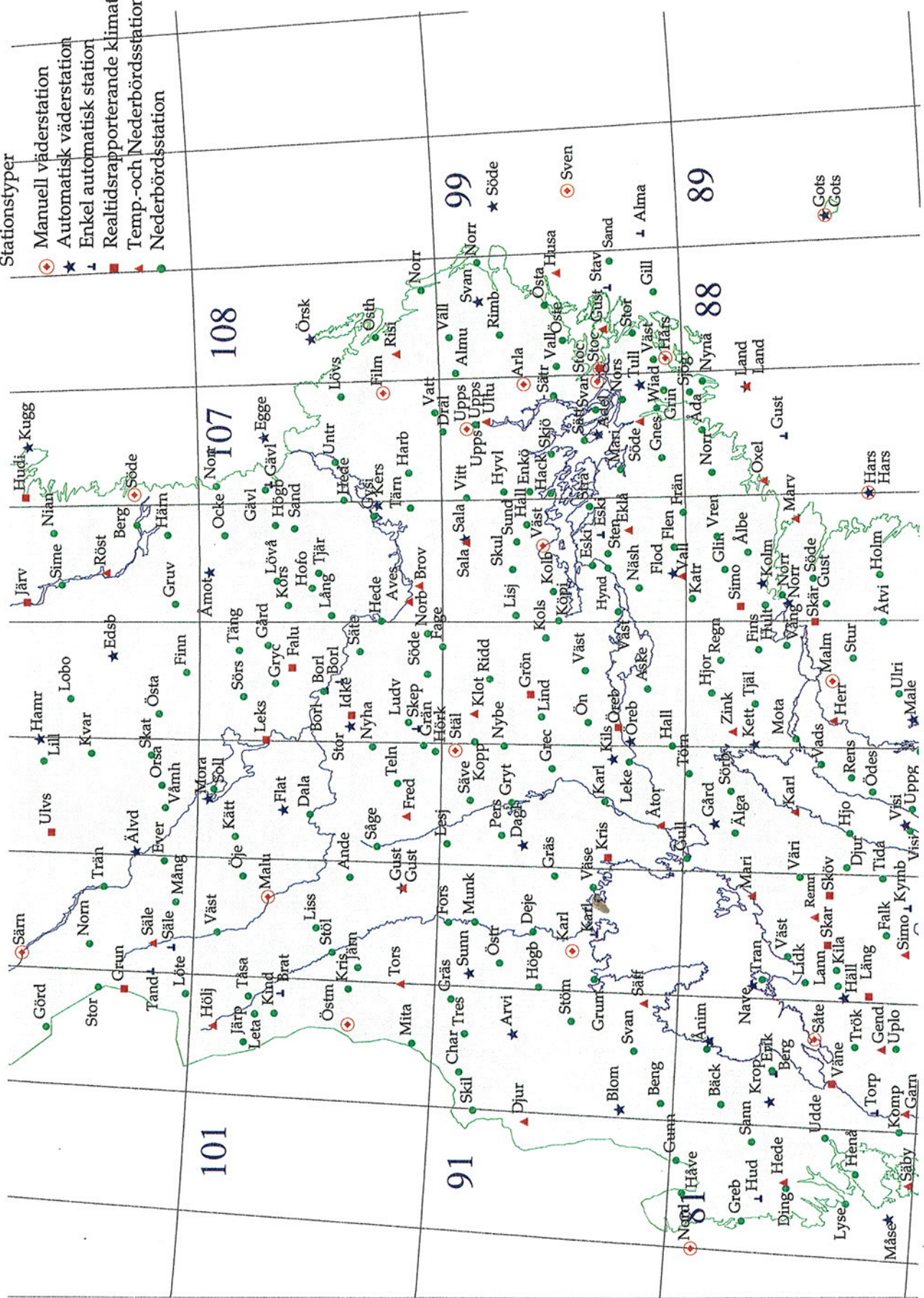
Raino Heino, rapportør for WMO, anbefaler en tetthet på 10 RC-stasjoner per 250,000 km² (enhetsareal) (18). For Norge (hovedlandet) betyr dette 13 stasjoner. For Norge foreslås en tetthet på 5 temperatur-RCS og 12 nedbør-RCS per enhetsareal. I tillegg kommer værskipet og 3-4 stasjoner i Arktis. Her er det fristende å nevne at det ville vært interessant å ha en automatstasjon på Misery-fjellene på den sørlige delen av Bjørnøya, i ca. 560 meters høyde.

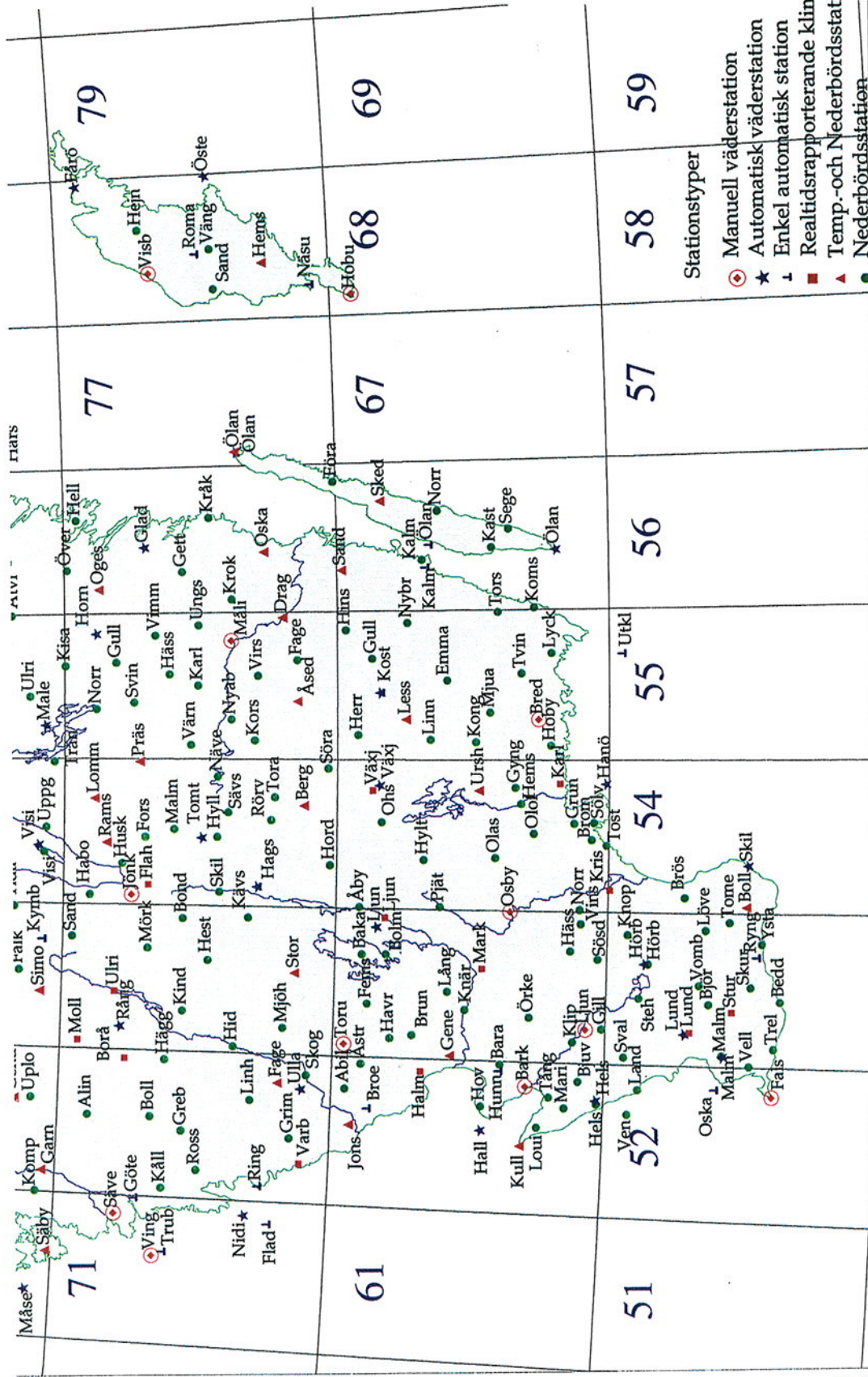
D. SMHIs meteorologiske stasjoner per 01.09.1997



- Stationstyper
- Manuell väderstation
 - ★ Automatisk väderstation
 - ▲ Enkel automatisk-station
 - Realtidrapporterande klimatstation
 - ▼ Temp.-och Nederbördsstation
 - Nederbördsstation

- Stationstyper
- Manuell väderstation
 - ★ Automatisk väderstation
 - ↓ Enkel automatisk station
 - Realtidsrapporterande klimatstation
 - ▲ Temp.-och Nederbördsstation
 - Nederbördsstation





Stationstyper

- Manuell väderstation
- ★ Automatisk väderstation
- ▲ Enkel automatisk station
- Realtidsrapporterande klimatstation
- ▲ Temp.- och Nederbördsstation
- Nederbördsstation