



**DNMI**

Det norske meteorologiske institutt

**RAPPORT Nr. 25/02**

**KLIMA**

Bruk av GIS til å generere historiske  
tidsserier av temperatur og nedbør for  
vilkårlige punkt og avrenning for  
utvalgte nedbørfelt

Torill Engen Skaugen



|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| <b>met.no - RAPPORT</b><br><b>METEOROLOGISK INSTITUTT</b><br>P.B. 43 BLINDERN , N - 0313 OSLO, NORGE<br><br>TELEFON +47 22 96 30 00   | ISSN 0805-9918                    |
|   | RAPPORT NR.<br><b>25/02 KLIMA</b> |
|   | DATO<br><b>06.12.2002</b>         |
| TITTEL:<br><b>Bruk av GIS til å generere historiske tidsserier av temperatur og nedbør for vilkårlige punkt og avrenning for utvalgte nedbørfelt</b>  |                                   |
| FORFATTER:<br><p style="text-align: center;">Torill Engen Skaugen</p>   |                                   |
| OPPDRAGSGIVER:<br>Energibedriftenes Landsforening, EBL Kompetanse AS (Kontraksnummer H1.00.5.0) og Meteorologisk Institutt (met.no)   |                                   |
| <u>SAMMENDRAG:</u><br><p>Kraftprodusentene ønsker et bedre grunnlag for detaljert vurdering av historiske langtidsvariasjoner i temperatur, nedbør og tilsig i ulike deler av Norge. Derfor er et analyseverktøy utviklet for å generere års- og sesong serier for vilkårlige lokaliteter 100-150 år tilbake i tid. For temperatur og nedbør beregnes seriene for gitte punkt, for tilsig beregnes seriene for gitte nedbørfelt. Analyseverktøyet er utviklet i ArcGIS ved hjelp av Visual Basic Applikasjon.</p> <p>Analyseverktøy for nedbør er ferdigstilt. Analyseverktøy for temperatur og tilsig ventes å ferdigstilles i løpet av januar 2003.</p> |                                   |
| NØKKEWORD:<br><p>Geographical information systems (GIS), temperatur, nedbør, avrenning.</p>   |                                   |
| SIGNATUR:<br><br><p style="text-align: center;">.....</p> <p style="text-align: center;">Torill Engen Skaugen<br/>Saksbehandler</p> <p style="text-align: center;">.....</p> <p style="text-align: center;">Eirik J. Førland<br/>Avdelingsleder, Klimaavdelingen</p>  |                                   |



|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| <b>INNHOLDSFORTEGNELSE.....</b> | <b>Side</b> |
| <b>1. Bakgrunn.....</b>         | <b>4</b>    |
| <b>2. Datagrunnlag .....</b>    | <b>5</b>    |
| <b>3. GIS-applikasjon.....</b>  | <b>9</b>    |
| <b>Referanser.....</b>          | <b>12</b>   |

## 1. Bakgrunn

Arbeidet som presenteres i denne rapporten er en del av prosjektet "Klimautvikling og kraftproduksjonspotensiale" som met.no gjennomfører i samarbeid med NVE. Prosjektet er finansiert av EBL Kompetanse AS og Norges Forskningsråd (prosjektnummer H1.00.5.0). I prosjektet er historiske variasjoner i klima og avrenning studert regionalt i Norge. I studiet er det funnet forholdsvis homogene temperatur-, nedbør- og avrenningsregioner i Norge med hensyn på variabilitet. Dette ble gjort ved hjelp av statistiske metoder som klusteranalyse og prinsipalkomponentanalyse. Arbeidet er grundig beskrevet i Førland et al. (2000) og i annekssrapporten (Roald et al., 2000). Disse rapportene er tilgjengelig på internett i pdf format: [www.nve.no](http://www.nve.no) under vann/hydrologiske fagområder/hydrologiskedata/klimarapportene.

For å kunne gi kraftprodusentene et bedre grunnlag for detaljert vurdering av historiske langtidsvariasjoner i klima (temperatur og nedbør) i ulike deler av Norge, er det utviklet et analyseverktøy for å generere års- og sesongserier for vilkårlige punkter i Norge. Tilsvarende kan års- og sesongverdier genereres for avrenning, men da innenfor et nedbørfelt. Datagrunnlaget og formelverket som benyttes er presentert i kapittel 2, men er nærmere beskrevet i Førland et al. (2000). Analyseverktøyet er etablert ved hjelp av Visual Basic Applikasjon i et Geografisk Informasjonssystem (ArcGIS). Applikasjonen (analyseverktøyet) og dens brukergrensesnitt er beskrevet i kapittel tre.

Analyseverktøy for nedbør er ferdigstilt. Analyseverktøy for temperatur og tilsig ventes å ferdigstilles i løpet av januar 2003.

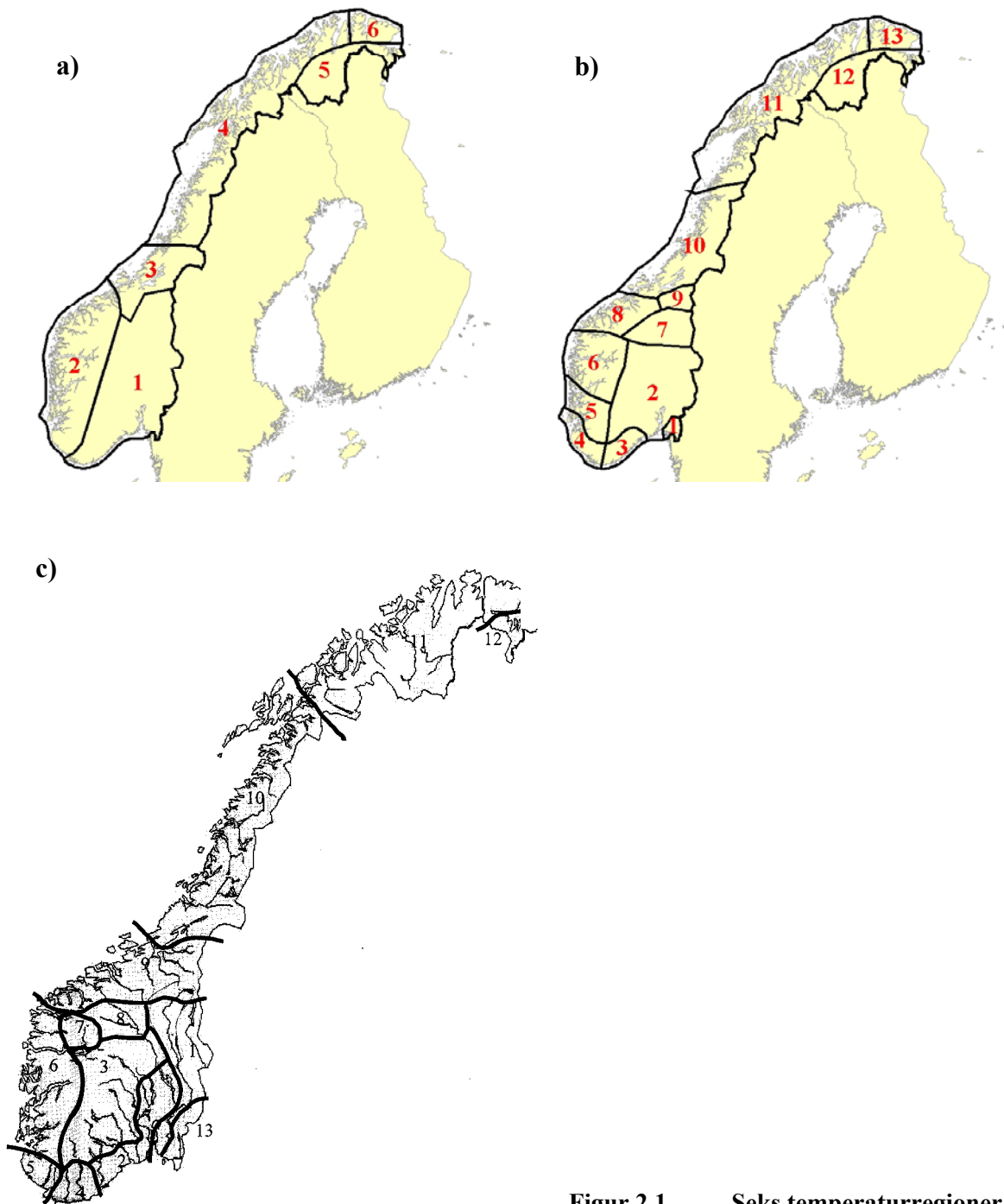
## 2. Datagrunnlag

Forholdsvis homogene regioner er funnet med hensyn på variabilitet temperatur, nedbør og avrenning (Førland et al., 2000), figur 2.1. Statistiske analyser som prinsipal komponent analyse og klusteranalyse er benyttet. Norge er delt inn i 6 temperaturregioner basert på temperaturserier fra 46 stasjoner (figur 2.1 a) (Hanssen-Bauer og Nordli, 1998). Videre er Norge delt inn i 13 nedbør regioner basert på nedbørserier fra 78 stasjoner (figur 2.1 b) (Hanssen-Bauer og Førland, 1998). Antall temperaturregioner er færre enn nedbørregioner fordi det er større regionale forskjeller i langtidsvariasjoner for nedbør enn for temperatur. Antall avrenningsregioner stemmer overens med antall nedbørregioner. Inndelingen er imidlertid ikke helt sammenfallende (figur 2.1 c). Dette skyldes at avrenning representerer et areal som ikke bare avhenger av nedbør, men også av fordamping og markvannsførhold. Regioninndelingen for avrenning er basert på 84 avrenningsstasjoner. Indeksserier for hver region er etablert, ligningene 1 – 3.

Års- og sesong serier kan etableres på vilkårlige steder ca 100 – 150 år tilbake fra og med år 2001 avhengig av hvor langt tilbake de ulike indeksseriene for hver region er tilbakeført. En oversikt over hvor langt tilbake i tid de ulike indeksseriene er tilbakeført for temperatur og nedbør finnes i tabellene 2.1 – 2.2.

Ut fra ligningene 1 til 3 er det behov for indeksserier for henholdsvis temperatur-, nedbør- og avrenningsregioner i Norge. Videre er det behov for normalkart for perioden 1961-1990 for nedbør, temperatur og avrenning. Kartene er utarbeidet digitalt i et rutenett med en oppløsning på 1 km<sup>2</sup>. Temperaturnormalkartet er utarbeidet av Tveito et al. (2000), nedbørnormalkartet er utarbeidet av Tveito et al. (1997) og avrenningsnormalkartet er utarbeidet av Beldring et al. (2002).

For å beregne års- og sesongverdier må middelveidier være tilgjengelig for normalperioden. Sesonginndelingen som er benyttet er vinter (desember, januar og februar), vår (mars, april og mai), sommer (juni, juli og august) og høst (september, oktober og november). For å beregne temperaturserier er det i tillegg behov for et landsdekkende digitalt kart over standardavvik av års og sesongverdier med en oppløsning på 1 km<sup>2</sup> (ligning 1).



**Figur 2.1** Seks temperaturregioner a), tretten nedbørregioner b) og tretten avrenningsregioner c) i Norge.

**Temperatur (lign. 1)**

$$ST_{m,i} = (T_{m,i} - PT_{m,i}) / \sigma_{m,i}$$

$$ST_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ST_{m,i}$$

$$T_x = ST_m * \sigma_{m,x} + PT_{m,x}$$

**Nedbør (lign. 2)**

$$SP_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n SP_{m,i}$$

$$SP_{m,i} = (P_{m,i}) / PN_{m,i}$$

$$P_x = SP_m * PN_{m,x}$$

**Avrenning (lign. 3)**

$$SQ_{m,i} = (Q_{m,i}) / QN_{m,i}$$

$$SQ_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n SQ_{m,i}$$

$$Q_x = SQ_m * QN_{m,x}$$

*ST* = Regional temperaturserie

*T* = Temperaturserie

*PT* = 1961-1990 temperaturnormal

$\sigma$  = Standardavvik

*m* = Region

*i* = Stasjon

*n* = antall stasjoner

*x* = vilkårlig punkt i region *m*

*SP* = Regional nedbørserie

*P* = Nedbørserie

*PN* = 1961-1990 nedbørnormal

*m* = Region

*i* = Stasjon

*n* = antall stasjoner

*x* = vilkårlig punkt i region *m*

*SQ* = Regional avrenningsserie

*Q* = Avrenningsserie

*QN* = 1961-1990 avrenningsnormal

*m* = Region

*i* = Stasjon

*n* = antall stasjoner

*x* = vilkårlig punkt i region *m*

**Tabell 2.1** Tabellen viser til hvilket årstall de ulike temperaturindeksseriene er tilbakeført for de seks temperaturregionene.

| Region | År   | Vinter | Vår  | Sommer | Høst |
|--------|------|--------|------|--------|------|
| 1      | 1865 | 1865   | 1865 | 1865   | 1864 |
| 2      | 1860 | 1861   | 1860 | 1860   | 1860 |
| 3      | 1870 | 1871   | 1870 | 1870   | 1870 |
| 4      | 1868 | 1868   | 1868 | 1868   | 1867 |
| 5      | 1876 | 1877   | 1876 | 1876   | 1876 |
| 6      | 1860 | 1861   | 1860 | 1860   | 1860 |



**Tabell 2.2 Tabellen viser til hvilket årstall de ulike nedbørindeksseriene er tilbakeført for de tretten nedbørregionene.**

| <b>Region</b> | <b>År</b> | <b>Vinter</b> | <b>Vår</b> | <b>Sommer</b> | <b>Høst</b> |
|---------------|-----------|---------------|------------|---------------|-------------|
| <b>1</b>      | 1895      | 1896          | 1895       | 1895          | 1895        |
| <b>2</b>      | 1895      | 1896          | 1895       | 1895          | 1895        |
| <b>3</b>      | 1896      | 1896          | 1896       | 1896          | 1895        |
| <b>4</b>      | 1896      | 1896          | 1896       | 1896          | 1895        |
| <b>5</b>      | 1895      | 1896          | 1895       | 1895          | 1895        |
| <b>6</b>      | 1896      | 1896          | 1896       | 1896          | 1895        |
| <b>7</b>      | 1896      | 1896          | 1896       | 1896          | 1896        |
| <b>8</b>      | 1896      | 1896          | 1896       | 1896          | 1895        |
| <b>9</b>      | 1896      | 1896          | 1896       | 1896          | 1895        |
| <b>10</b>     | 1896      | 1896          | 1896       | 1896          | 1895        |
| <b>11</b>     | 1896      | 1896          | 1896       | 1896          | 1895        |
| <b>12</b>     | 1895      | 1896          | 1895       | 1895          | 1895        |
| <b>13</b>     | 1896      | 1897          | 1896       | 1896          | 1896        |

### 3. GIS-applikasjon

De ulike kartene er lagret digitalt med en oppløsning på 1 km<sup>2</sup>. Historiske temperatur- og nedbørserier kan etableres for vilkårlige punkt i landet. Historiske tilsigsserier kan etableres for gitte nedbørfelt (shape format).

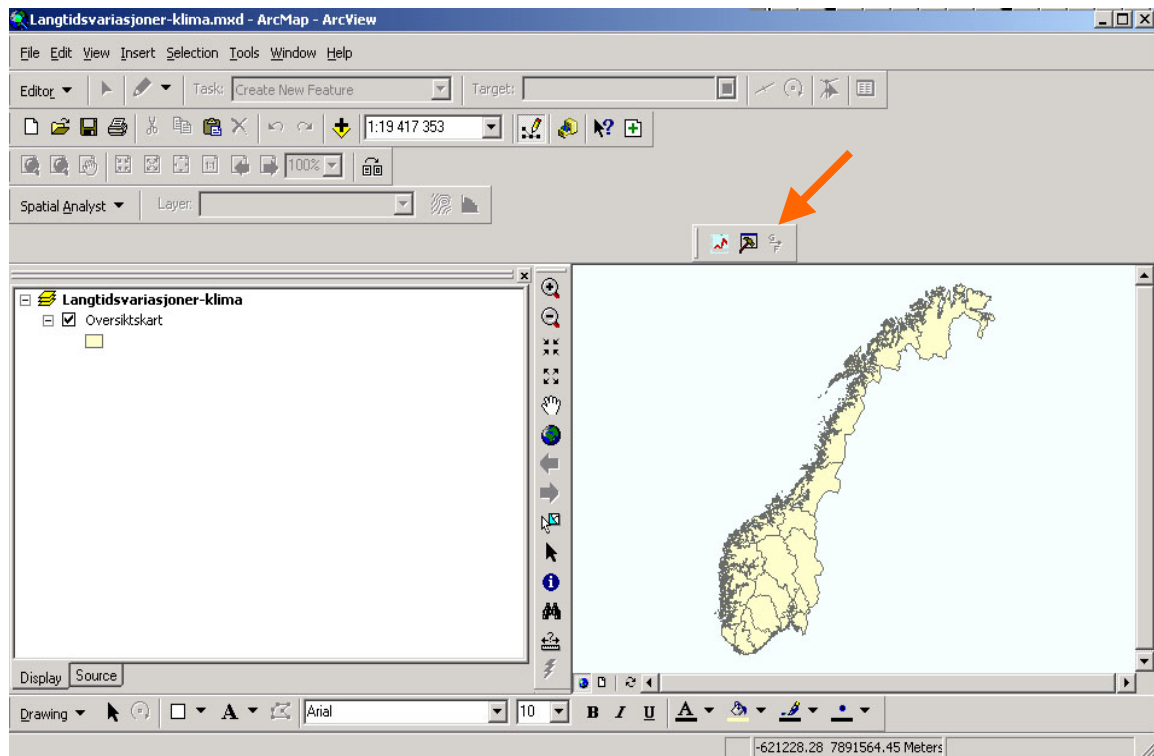
Ved hjelp av Visual Basic Applikasjonen i ArcView (Zeiler, 2001 a, 2001 b) er analyseverktøyet etablert slik at bruker får følgende valg:

- Hvilke parameter skal beregnes (Temperatur, Nedbør eller Avrenning)?
- Hvilken periode ønskes serien beregnet for?
- Skal serien beregnes for årsverdier eller sesongverdier, hvis sesong hvilken sesong?
- Koordinatene for punktene som skal beregnes kan lastes inn på tre like måter:
  1. Ved å skrive inn koordinatene (gjelder ikke tilsig)
  2. Ved å lese fra shapefil
  3. Ved å klikke på kartet (gjelder ikke tilsig)
  4. Hvor ønsker du å lagre resultatfilene?

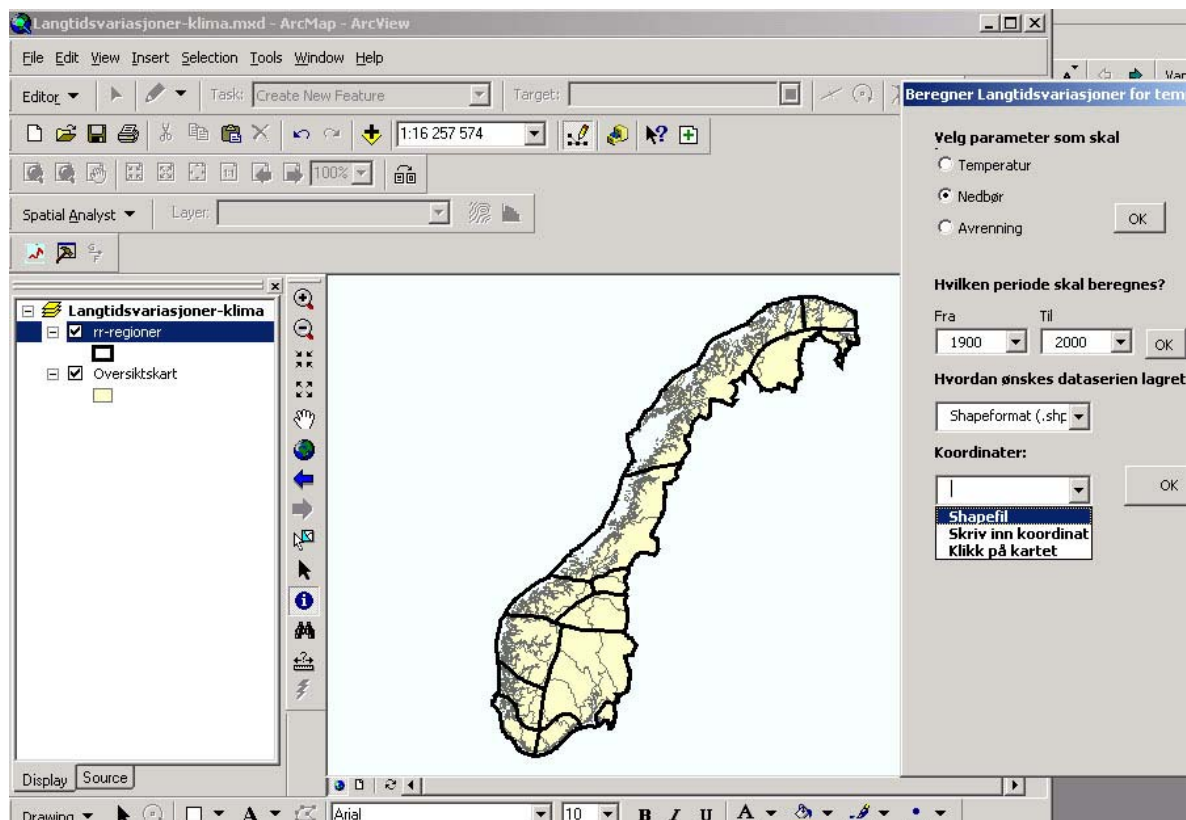
Resultatet skrives til en excel regneark-fil. Dersom bruker skriver inn koordinater eller klikker på kartet, etableres en shapefil med de beregnede punktene. Seriene vil bli gitt som (figur 3.3):

- Absolutt verdier (nedbør og tilsig i mm, temperatur i grader Celcius)
- Filtrede kurver som viser dekadefluktasjoner
- Glidende 30 års midler (30 år)

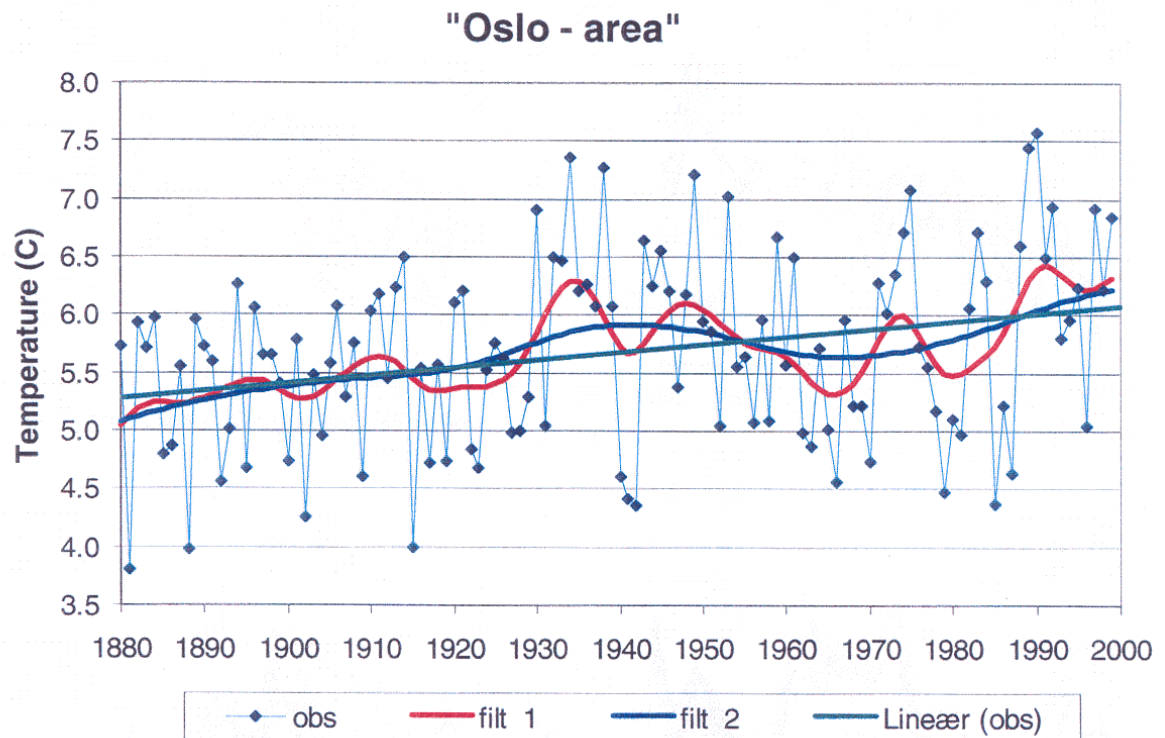
Analyseverktøyet er programmert slik at bruker kan klikke på verktøyknapper i ArcGIS 8, ArcView (figur 3.1). Brukergrensesnittet popper opp (figur 3.2), de ulike valgene kan foretas og nye serier kan genereres.



Figur 3.1 Programmet starter ved at ferdig programmerte verktøyknapper aktiviseres i ArcGIS (rød pil).



Figur 3.2 Meny popper opp og guider bruker gjennom programmet.



**Figur 3.3** Eksempel på hvordan resultatene vil foreligge. Filt 1 er filtrerte dekadere variasjoner, filt 2 er glidende 30 års midler.

## Referanser

- Beldring, S., L.A. Roald and A. Voksø, 2002, *Avrenningskart for Norge. Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990*, NVE Dokument Nr. 2
- Førland, E.J., L.A. Roald, O.E. Tveito, & I. Bauer-Hanssen, 2000, *Past and future variations in climate and runoff in Norway*. DNMI Report no. 19/00 KLIMA
- Hanssen-Bauer, I. and P.Ø. Nordli, 1998, Annual and seasonal temperature variations in Norway 1876-1997, DNMI Report No. 25/98 KLIMA
- Hanssen-Bauer, I. and E.J. Førland, 1998, Annual and seasonal precipitation variations in Norway 1896-1997, DNMI Report No. 27/98 KLIMA
- Roald, L. A., E.J.Førland, I.Hanssen-Bauer and O.E.Tveito, 2001, *ANNEXES Past and future variations in climate and runoff in Norway*. DNMI Report no. 20/00 KLIMA
- Tveito, O. E., E. J. Førland, R. Heino, I. Hanssen-Bauer, H. Alexandersson, B. Dahlstrøm, A. Drebs, C. Kern-Hansen, T. Jönsson, E. Vaarby Laursen, & Y. Westman, Nordic, 2000, *Temperature maps*, DNMI report no 09/00 KLIMA
- Tveito, O.E., E. J. Førland, B. Dahlstrøm, E. Elomaa, P. Frich, I. Hanssen-Bauer, T. Jönsson, H. Madsen, J. Perälä, P. Rissanen and H. Vedin, 1997, Nordic precipitation maps, DNMI Report No 22/97 KLIMA
- Zeiler, M. (editor), 2001 a, Exploring ArcObjects TM Vol. 1-Applications and Cartography, ISBN: 1-58948-001-5, ESRI, California
- Zeiler, M. (editor), 2001 b, Exploring ArcObjects TM Vol. 2-Geographic data management, ISBN: 1-58948-002-3, ESRI, California