

NILU  
Teknisk notat nr 1 / 75  
Referanse: *oecd*  
Dato: August 1974

BEHANDLINGEN AV DE  
METEOROLOGISKE DATA  
FOR OECD-PROSJEKTET

av

Oddvar Jensen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 115, 2007 KJELLER  
NORGE

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 <u>OVERSIKT</u> .....	1
2 <u>NUMERIKS BEHANDLING AV DATA</u> .....	3
3 <u>HISTORISKE OG PROGNOSTISKE VINDBEREGNINGER</u> .....	4
4 <u>NEDBØR OG TEMP-DATA</u> .....	7
5 <u>LAGREDE DATA PÅ MAGNETTAPE</u> .....	9

BEHANDLINGEN AV DE METEOROLOGISKE DATA  
FOR OECD-PROSJEKTET

1 OVERSIKT

Behandlingen av de meteorologiske data blir utført i tilknytning til den døgnlige rutinen ved Meteorologisk institutt (MI). Det nye regneanlegget på MI kom i rutinemessig drift høsten 1972, og i månedsskiftet oktober-november kom våre program med i rutinen. I den første innkjøringstiden var såvel MI's rutine som våre program ikke feilfrie, slik at det tok litt tid før det kunne kjøres med den sikkerhet en nå har. Da OECD-prosjektet ble planlagt, var det forutsatt at regneanlegget på MI skulle være driftsklart 1/1 1972. De 10 første måneder av 1972 ble meteorologiske data innsamlet og bearbeidet ikke-rutinemessig mens det nye regneanlegget var under installering og testing.

Data en benytter kommer kontinuerlig inn til sambandet på MI over telex-linjer. Det tas ut observasjoner for 850 og 700 mb-flatene. Fra 12/5 1974 har en skiftet ut 700 mb-observasjonene med bakkeobservasjoner. Meteorologiske målinger utføres flere ganger i døgnet fra et verdensomspennende nett av landstasjoner og værskip. En skiller mellom bakkeobservasjoner (SYNOPS) og målinger utført fra oppsendte radiosonder eller ballonger (Upper-air data). Radiosonden måler trykk, temperatur og fuktighet. I gitte tidsintervall under oppstigningen oversendes disse måleverdier til bakken. Under oppstigningen blir ballongens bane registrert på stasjonen og vinden beregnet. Dette tallmaterialet blir raskt behandlet og sendt ut over telex-nettet. Dette resulterer

i en såkalt TEMP. Radiosondene sendes opp til tidene 00 og 12Z, i noen land også 06 og 18Z. Dessuten sendes det opp ballonger uten instrumenter (PILOTER) 06 og 18Z. Av disse beregnes da kun vinden. Observasjonstidspunktet i noen land kan avvike med  $\pm 1$  time fra de gitte Z-tider.

En TEMP fra bakken og opp til 100 mb meldes i to parter (A og B). A inneholder de faste flatene 1000, 850, 700, opp til 100 mb. Det angis for hver fast flate geopotensiell høyde, temperatur, depresjon, vindretning og vindstyrke. Part B angir trykk, temperatur og depresjon etter visse kriterier der temperatur eller fuktighet avviker fra lagene over eller under. Det samme gis for avvik i vindstyrke og vindretning. Holdbarheten av de innkomne TEMP-data blir rutinemessig kontrollert i MI's rutiner. En PILOT-melding inndeles på en tilsvarende måte i part A og B.

Radiosondeoppstigninger foretas på 400-500 steder på den nordlige halvkule. Vedlagte kart (figur 1) viser oppstigningsstedene innenfor vårt geografiske område den 9/6 1974 00Z. Stedene er markert med • . Det er ca 110 i tallet. Det området en tar ut data for, ligger innenfor det ytre avgrensede området. Som en ser er det litt dårlig dekning i Atlanterhavet, Norskehavet og Afrika. Datadekningen 06 og 18Z for 850 og 700 mb-flatene er dårligere enn 00 og 12Z. Antall PILOTER varierer mellom 50 og 100.

Etter 12/5 1974 har en byttet ut vindobservasjonene i 700 mb-flaten med vindobservasjoner ved bakken. Datadekningen for bakken 06 og 18Z blir da langt bedre. Selv om en kun tar ut data fra radiosondestasjoner og skip (SHIPS), er antallet normalt 200-250. Antall SHIPS kan gå opp i 60 innenfor vårt område.

## 2 NUMERISK BEHANDLING AV DATA

Det geografiske området vi tar ut data for, er gitt i figur 1. Det området en analyserer data for, inneholder 37 x 32 punkter med gridlengde 127 km ved 60°N og dekker det indre området. MI benytter et gridnett med 37 x 39 punkter. Gridlengden er 300 km ved 60°N. Det dekker store deler av den vestlige/nordlige halvkule. Aksekorsene i de to gridnett har samme orientering. MI analyserer de innkomne data, dvs. interpolerer observasjonsdata fra vilkårlige punkter til det regulære gridnett. Analysemetoden som brukes er en modifisert utgave av O. Haug's metode "A Metode for Numerical Weather Map Analysis" (Scientific Report No. 5, MI). Den modifiserte utgave er utarbeidet av K. Bjørheim ved MI.

Dersom en betrakter et gridpunkt og dets nærmeste observasjon, blir i første tilnærming gridpunktverdien satt lik den observerte verdien på observasjonsstedet. Betegner en det skalare felt med  $V$ , har en

$$V_{\text{gridp}}^{(1)} = V_{\text{obs}} .$$

Etter at en har funnet verdien i gridpunktene, beregnes de deriverte i hvert av punktene. Ved hjelp av en 3. ordens interpolasjon beregnes deretter de deriverte i observasjonspunktene. En ny gridpunktverdi er nå gitt ved

$$V_{\text{gridp}}^{(2)} = V_{\text{obs}} + \left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_{\text{obs}}^{(1)} + \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)_{\text{obs}}^{(1)} ,$$

der  $x$  og  $y$  er de to akseretningene. Den samme syklus gjennomløpes på ny. Dette gjøres inntil en er innen den feilgrense  $\epsilon$  som er satt. Den  $(n+1)$ 'te beregningen av  $V$  i et gridpunkt er gitt ved

$$V_{\text{gridp}}^{(n+1)} = V_{\text{obs}} + \left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_{\text{obs}}^{(n)} + \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)_{\text{obs}}^{(n)} .$$

Feilgrensen er da gitt ved

$$\left[ v_{\text{gridp}}^{(n+1)} - v_{\text{gridp}}^{(n)} \right] < \varepsilon.$$

Nå er det satt en grense hvortil en med rimelighet kan ekstrapolere data. Denne er avhengig av gridavstanden. Dette medfører at en ikke får observasjonsdata for hele gridområdet til hvert tidspunkt. En har derfor innført et bakgrunnsfelt som i dette tilfelle er et balansert ( $\approx$  geostrofisk) prognostisk beregnet vindfelt for PILOTENE og et aktuelt beregnet vindfelt for TEMPENE. I selve interpolasjonen vil dette komme inn med det resultat at for gridpunkter nær observasjonspunktene vil det analyserte felt kun bestå av nye observasjoner, men jo lengre bort fra observasjonspunktene en kommer jo mer veier bakgrunnsfeltet. Etter at interpolasjonen er ferdig, filtrerer en bort støy som dels er observasjonsstøy, dels numerisk støy.

### 3 HISTORISKE OG PROGNOTISKE VINDBEREGNINGER

En starter først med det historiske materialet, dvs. de rutinemessige vindberegninger.

MI benytter 00 og 12Z data og kjører rutinemessig 2 ganger i døgnet med disse data. Beregningene starter 5-6 timer etter observasjonstid. Vedlagte diagram 1 viser i hovedtrekkene gangen i beregningen, og de data fra deres beregninger som benyttes. Da som nevnt analysemetoden krever et bakgrunnsfelt for å fylle ut dårlig observasjonsdekning, tar en ut aktuelle og prognostiske (6 og 18 timer) strømfunksjonsfelt for 850 og 700 mb-flatene fra MI's gridnett innenfor vårt område. De prognostiske data lagres til neste kjøring. Disse data som gir fullstendig dekning, betraktes som observasjonsdata i vårt gridnett. De prognostiske data fra

foregående kjøring og det aktuelle felt analyseres inn i vårt gridnett, og vinden beregnes ( $\vec{v} = \vec{k} \times \nabla\psi$ , der  $\vec{v}$  er vinden,  $\vec{k}$  vertikal enhetsvektor,  $\nabla$  deloperator og  $\psi$  strømfunksjonen). Bakgrunnsfeltene er dermed beregnet, og analysen på observerte vinddata starter.

Vinddata for 00 og 12Z (TEMPER) ligger ferdig dekodet og hentes fra MI's filer. Vinddata for 06 og 18Z blir dekodet og lagret ca 5 timer etter observasjonstidspunkt. Vinddata for f.eks. 18Z fra dagen før ligger således klar når rutinen for 00Z data starter. Ved hver hovedtermin (00 og 12Z) får en først analysert vinden for PILOTENE 6 timer tidligere og deretter det aktuelle vindfelt (TEMPENE). Konsistensen av PILOT-vindene sjekkes ved at en sammenlikner dem med det prognostiske bakgrunnsfeltet. Opp til 10% av disse observasjoner kan bli forkastet.

Det utføres analyse av hver hastighetskomponent. Det utgjør tilsammen 16 skalare felt i døgnet. I tillegg kommer analyse av 8 strømfunksjonsfelt (etter 12/5 1974 er det 4). Observasjonsdata og de analyserte vindfelt lagres fortløpende på magnettape. De analyserte vindfelt lagres dessuten på en disk-enhet opp til 4 døgn. En kan derved raskt rette opp eventuelle feil og supplere manglende data.

Da MI ennå ikke utfører analyse og prognoseberegninger for 1000 mb-flaten (bakken), har en etter at bakkevindene ble tatt i bruk, benyttet det analyserte feltet for 850 mb-flaten som bakgrunnsfelt for bakkevindene. Kontrollen av bakkeobservasjonene er svært enkel. Alle observasjoner med vindstyrke under 25 m/s blir godtatt.

En skal nå se på de prognostiske beregninger. Som nevnt utarbeider MI prognostiske strømfunksjonsfelt for 36 timer med et tidsskritt på 36 minutter. En benytter disse felt for å beregne prognostiske vindfelt

36 timer fram i MI's gridnett. I nært samarbeid med MI beregnes to ganger i døgnet forward og/eller backward trajektorier for 21 utvalgte stasjoner, dvs. at luftpartiklenes posisjon til, henholdsvis fra, et bestemt sted gis hver 3. time og plottes dessuten ut på linjeskriver for 850, 700, 500 og 300 mb-flatene.

Disse beregninger gir løpende informasjon om luftstrømmene det kommende døgnet, slik at eventuelle interessante episoder, det være seg flyoppsendelser eller andre tiltak, kan varsles med noenlunde pålitelighet. Beregningene for 850 mb-flaten sendes via MI's samband over telex-linjer til de andre skandinaviske land.

I det samme programmet er det innebygd en rutine som for maksimalt 14 vilkårlige utvalgte steder, kan beregne såvel forward som backward trajektorier med historiske data for 850 mb-flaten. Disse beregninger utføres i vårt gridnett. Dette kan da eventuelt kobles sammen med de prognostiske feltene, slik at trajektorier fra  $\frac{1}{2}$  døgnet opp til  $3\frac{1}{2}$  døgnet kan beregnes. De prognostiske trajektorier, eventuelt koblet sammen med historiske, forutsetter at start-/ankomst-tidspunktet er 12Z. Disse beregninger kan også sendes ut over telex-nettet fra MI's samband.

Den totale regnetid for de hittil nevnte rutineprogram er ca 30 minutter pr døgnet.

Kontinuerlige beregninger av estimerte  $SO_2$  og  $SO_4$  konsentrasjonsfelt startet opp i desember 1973. Disse ajourholdes ca hver uke, og resultatene lagres på magnettape. Ved en eventuell episode vil disse først bli kjørt med historiske vinder til det aktuelle tidspunkt. Deretter kjøres et program som analyserer de prognostiske vindfelt hver 6. time 36 timer fram i vårt gridnett. Deretter beregnes  $SO_2$  og  $SO_4$  feltene prognostisk 36 timer fram, og beregningene skrives ut på linjeskriver.



Fra 8/11 1972 er det beregnet 48 timers bakward trajektorier for 850 mb-flaten for 30 utvalgte steder i Europa. Beregningene utføres for hver 6. time, dvs. 4 ankomster i døgnet. Også disse beregninger ajourholdes ca hver uke og lagres på magnettape.

#### 4 NEDBØR OG TEMP-DATA

Fra oktober 1974 er det i rutinen om formiddagen og kvelden lagt inn et program som for det første tar ut markante TEMP-data (part A og B) for 00 og 12Z, og for det andre analyserer målt nedbør fra et tett irregulært observasjonsnett inn i det regulære gridnett gitt i figur 1 for 00, 06, 12 og 18Z. Analysen av nedbørmengden (enhet  $10^{-2}$  mm) blir utført for et litt mindre område enn det som er gitt i figur 1. Området dekker de 32 x 32 øverste gridrutene på figuren med den samme gridavstand 127 km.

De utplukkede TEMP-data fra radiosondeoppstigninger er begrenset til det geografiske området 17W - 38Ø og 43N - 68N. Det blir maksimalt tatt ut data for 68 stasjoner. De utplukkede data er stasjonsnummer, bredde, lengde, stasjons-høyde, trykk, temperatur, depresjon, vindstyrke og vindretning ved bakken; de tilsvarende data for 850 mb-flaten med geopotensiell høyde i stedet for trykket. Temperatur og depresjon for 700 mb-flaten. Maksimalt fire markante nivåer for temperatur/fuktighet mellom bakken og 850 mb-flaten. Til slutt maksimalt to markante vindnivåer opp til 850 mb-flaten.

Nedbørmålinger utføres ved et meget tett nett av bakkestasjoner 06 og 18Z. De observerte nedbørmengder er akkumulert de siste 12 timer før observasjonstid. Innenfor vårt gridområde varierer antallet fra 500 - 1000. 1000 er satt som øvre skranke. Observasjonene 00 og 12Z er målt nedbørmengde de

siste 6 timer. Det er færre stasjoner som foretar slike målinger, men antallet ligger vanligvis over 500. Ved å utføre analyse på disse data blir hver gridrute tildelt en midlet beregnet nedbørmengde fire ganger i døgnet; to av disse er 12 timers intervall og de to andre 6 timers intervall. Ved subtraksjon skulle den midlere nedbørmengde hver 6. time kunne angis. Havområder og eventuelt landområder der data mangler blir merket.

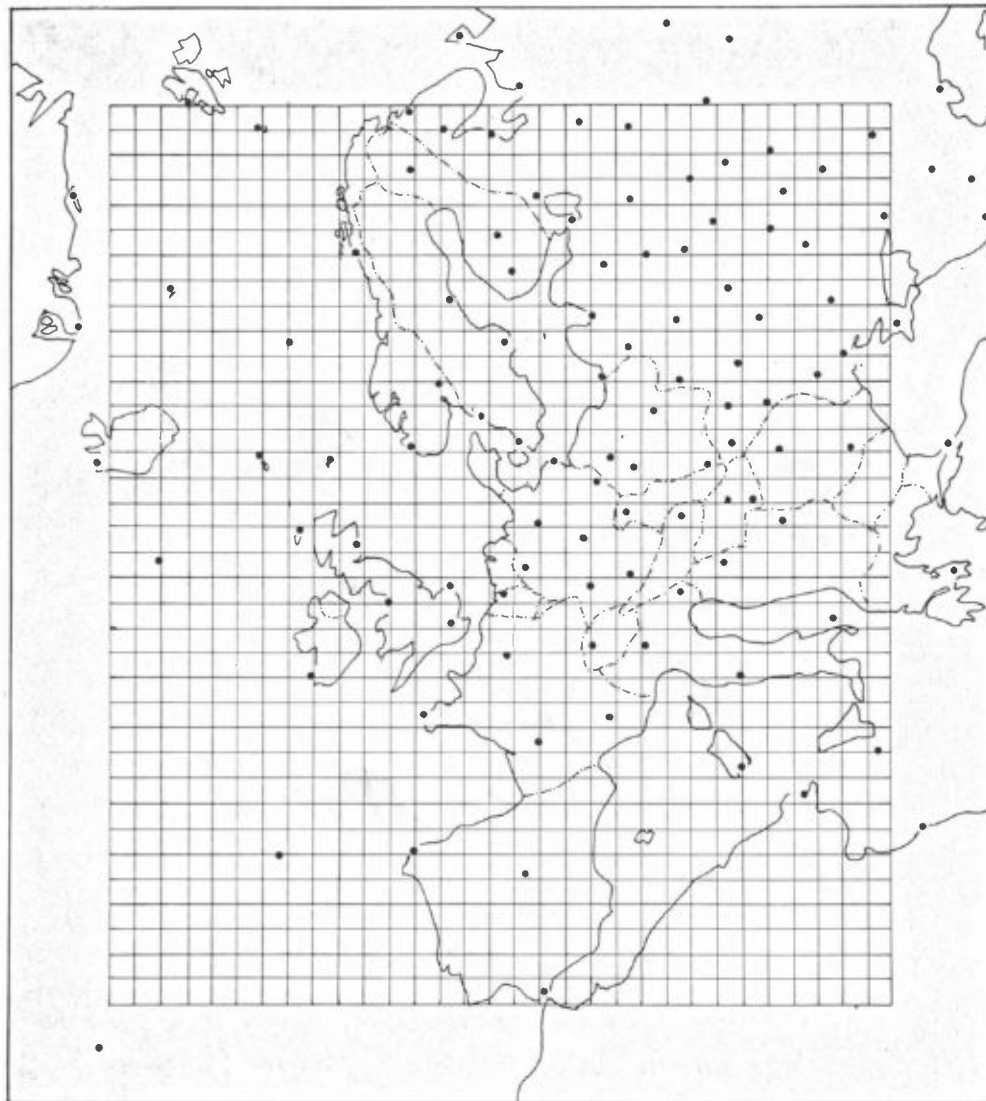
Analyseprogrammet for disse beregninger er skrevet av K. Bjørheim ved Meteorologisk institutt (MI), og det bygger på en metode gitt av G.P. Cressman: "An Operational Objective Analysis System" (Monthly Weather Review, V. 87, No. 10, side 367-374).

De markante TEMP-data og de analyserte nedbørdata lagres på en magnettape. Regnetiden er ca 3 minutter pr kjøring.

5 LAGREDE DATA PÅ MAGNETTAPE

- (1) Analyserte 850 og 700 mb vindfelt fra 11/1 1972 til 3/11 1972 hver 6. time i et 22 x 22 gridnett.
- (2) Analyserte 850 og 700 mb vindfelt fra 6/11 1972 til 11/5 1974 hver 6. time i et 37 x 32 gridnett.
- (3) Analyserte 850 mb og bakkevinder fra 12/5 1974 til dags dato i et 37 x 32 gridnett.
- (4) Observasjonsdata av vinder for 850 og 700 mb fra 15/10 1972 til 11/5 1974 hver 6. time. Noen tidspunkt mangler.
- (5) Observasjonsdata av vinder for 850 mb og bakken fra 12/5 1974 til dags dato hver 6. time. Noen tidspunkt mangler.
- (6) Beregnede feltkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> og SO<sub>4</sub> fra 15/12 1973 til dags dato.
- (7) Trajektorieberegninger for 30 stasjoner basert på 850 mb vindfelt hver 6. time fra 8/11 1972 til dags dato.
- (8) Beregnede bidrag til konsentrasjonen av SO<sub>2</sub> og SO<sub>4</sub> fra nære, midlere og fjerne områder fra 30 stasjoner for 3 forskjellige decay-konstanter. Beregningen utført for fint og grovt gridnett. Fint: 63.5 km. Grovt: 127 km. Tidsperiode: 9/11 1972 - 15/4 1974.
- (9) Data for den nordlige halvkule av part A og part B av TEMPEN. Tidsperiode 1/1 1973 - 10/6 1974. (SMHI-data).
- (10) TEMP-data (part A og B) for maksimalt 68 europeiske stasjoner 00 og 12Z. Analyserte nedbørmengder hver 6. og 12. time i et 32 x 32 gridnett. Tidsperiode for disse data: Fra oktober 1974 til dags dato.

Figur 1: Punkter markert med • angir steder med vind-observasjoner for 850 mb-flaten den 9/6 1974 00Z. Det indre rutenett (37 x 32) dekker området vindanalyser utføres for.



MI'S RUTINEPROGRAM OG DATA VI BENYTTET:

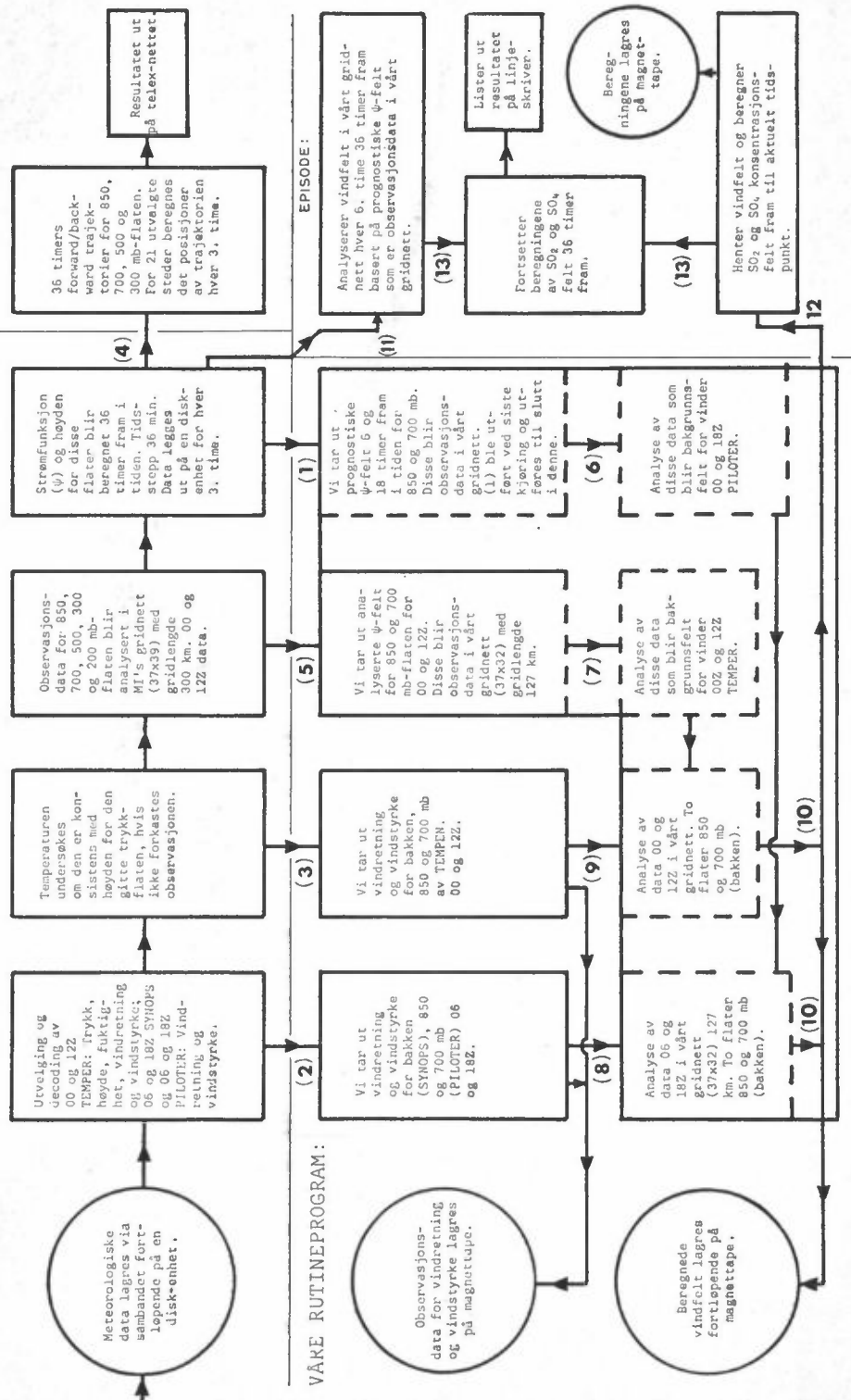


Diagram 1: Flow-chart som angir vår tilknytning til Meteorologisk institutt's rutinekjøringer. ( ) angir rekkefølgen programdelene utføres i.