

KONINKLYK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

De Bilt

Verslagen

V - 254

P. Zeldenrust

Beschrijving van de verwerking van
de meetgegevens van het lichteiland
Goeree met behulp van een PDP -8/E

De Bilt, 1974

Publikationsnummer: K.N.M.I. V-254 (M.B.W.)

U.D.C.: 551.507.1

Inleiding.

Op het lichteiland Goeree is een automatisch weerstation gevestigd. De metingen hiervan komen per mobilfoon naar de kust en vandaar via een vaste telefoonlijn naar het K.N.M.I. te De Bilt.

Binnenkomende informatie wordt

- a. zichtbaar gemaakt als analoge registratie en
- b. ingevoerd in een minicomputer.

De communicatie tussen het lichteiland, het K.N.M.I. en de computer wordt verzorgd door het AEG-'geatrans-1100' transmissie systeem.

De minicomputer is een PDP-8/E met een geheugenomvang van 8192 woorden, elk ter lengte van 12 bits.

Als besturingsorgaan is een lijnfrequentie klok ingebouwd die elke 10 m/sec een puls afgeeft.

De klok stelt het programma in staat op de juiste tijd uitvoer te geven van verwerkte informatie.

De geatrans-1100 wordt door de minicomputer als randapparaat gezien.

Andere randapparaten zijn:

- a. een ASR-33 teletype en
- b. een 50-baud telex, opgesteld op de Centrale Weerdienst.

Voorts is de computer voorzien van powerfail/restart-option, hetgeen wil zeggen dat de besturing er na een onderbreking van de stroomvoorziening voor zorgt dat het programma wordt voortgezet in een van tevoren bepaald gedeelte. Hiermee worden catastrofale gevolgen van een kortdurende stroomonderbreking voorkomen.

Door het PDP-programma wordt uurlijks uit de ontvangen informatie van het lichteiland een SYNOP-bericht samengesteld en een lijstje met windsnelheidsgemiddelden bijgehouden.

Voorts wordt elke drie uur gedurende twintig minuten een aaneengesloten serie golfhoogte-metingen gepost en geprint op de teletype.

1. Te verwerken informatie.

Alle informatie wordt door de computer 'real-time', d.w.z. direct na aanbieding, verwerkt. Het programma is in feite passief tot een der randapparaten aandacht vraagt, de klok een puls afgeeft of er power-fail optreedt.

In het geval er meerdere apparaten tegelijkertijd aandacht vragen wordt er door het programma een prioriteit vastgesteld.

De gegevens van het lichteland worden de computer aangeboden in berichten. Elk bericht bestaat uit 33 bits, n.l. 8 bits voor een identificatienummer (het adres), 8 bits voor elk van drie bij het betreffende adres behorende meetwaarden en 1 errorflag-bit.

Het adres en de informatiewoorden worden in de bits 4 t/m 11 van de accumulator (=reken-register PDP, bits 0 t/m 11) ingelezen, terwijl bij het adres in bit 0 van de accumulator bovendien het errorflag-bit verschijnt, welk bit door de geatrans-1100 is toegevoegd. Is dit bit een 1 dan is de groep van drie bijbehorende meetwaarden van het bericht niet voor verdere verwerking geschikt.

Elk heel uur wordt, modulo 4096, op de teletype afgedrukt hoe vaak dat geval zich in het afgelopen uur heeft voorgedaan.

De volgende opdrachten zijn voor het inlezen van het bericht beschikbaar:

```
6301 skip if dataflag=1
6302 clear data-ready flag and clear accumulator
6304 read 8-bit address
6311 read data B
6312 read data C
6314 read data D
```

N.B. Het adres is bepalend of en zo ja welke informatie er in de woorden B, C en D staat.

Het huidige waarnemingsprogramma omvat een cyclus-duur van 1.6 seconden, waarin 10 adressen worden afgetast met bijbehorende meetgegevens, t.w.,

- 1 golven1, golven2, golven3
- 2 windsnelheid1, windrichting1, -
- 3 druk grof, druk fijn, zicht
- 4 lucht temperatuur, dauwpunts temperatuur, zeewater temperatuur
- 5 windsnelheid2, windrichting2, -
- 6 -, ijkwaardel, ijkwaarde2
- 7 (fouten)meldingen, ijkwaarde3, ijkwaarde4
- 8 t/m 10 zijn reserve.

Daar de meetgegevens uit maximaal 8 bits bestaan, ligt hun decimale waarde tussen 0 en 255, i.c. 0 en 2^8-1 .

In het algemeen zijn de 8 bits voldoende voor het verkrijgen van de vereiste nauwkeurigheid voor de verschillende elementen, uitgezonderd voor de druk die derhalve in twee woorden wordt gegeven (druk-grof en druk-fijn).

Er bestaat een lineair verband tussen de ontvangen meetwaarden en het meetbereik van de betreffende sensor, behalve voor het zicht waarvoor een tabel in het geheugen is opgenomen voor omzetting van meetwaarde naar zichtcijfer.

Het meetbereik van de sensoren is van 0-10 mV. Dit bereik wordt gedigitaliseerd naar 0-250. De hiermee overeenkomende waarden zijn als volgt:

element	waarde
windsnelheid	0-100 kts
windrichting	0-540 graden
groffe druk	950-1050 mbs
fijne druk	0.0 - 10.0 mbs
zicht	0 - 15 km
lucht temp.	-15.0 - +35.0 °C.
dauwp. temp.	-11.9 - +35.9 °C.
zeewater temp.	-2.0 - +23.0 °C.

Biedt b.v. het lichteiland in adres 4 het eerste woord als 85 aan, dan blijkt de luchttemperatuur $-15.0 + 85/250 \times 50 = 2.0$ °C. te zijn.

2. Door de computer te leveren uitvoer.

Het hoofddoel van de constellatie automatisch weerstation-transmissiesysteem-computer is het volautomatisch verstrekken van een SYNOP-bericht op elk heel uur aan de Centrale Weerdienst, welke het daarbij geponste telexbandje invoert in de omroep.

De SYNOP dient gecodeerd te zijn als 'synoptisch weerrapport van automatisch waarnemingsstation op zee'. Bovendien wordt om 00.00 GMT, na de synop een klimatologisch bericht door de PDP aangeboden dat de uurgemiddelden van het voorgaande etmaal van de windsnelheid bevat. Deze uurgemiddelden zijn berekend uit (6) tienminuten-gemiddelden van het afgelopen uur.

Elke drie uur wordt gedurende twintig minuten een oceanografische grootheid, n.l. de golfhoogte, op de teletype geprint en geponst, voorafgegaan door datum-tijd van het begin van de aaneengesloten serie en gevolgd door het sluitgetal 9999.

De hierbij geponste 8-gats band wordt als invoer gebruikt voor een programma op een grote(re) computer.

3. De verwerking.

Programma-verwerking bij een real-time proces is essentieel verschillend van die bij een eenmalig rekenprogramma.

Op het K.N.M.I. staat de minicomputer opgesteld met een vastomschreven taak en gaat alleen tot actie over als daar reden toe is.

Deze reden wordt direct of indirect van buitenaf gegeven.

-direct:

er komt informatie binnen via een randapparaat, b.v. een aanslag op het toetsenbord van de teletype.

Afhankelijk van de toestand waarin de computer zich bevindt wordt deze aanslag al dan niet meteen opgemerkt.

In de computer bevindt zich een z.g. interrupt-faciliteit die aan (ION) dan wel af (IOF) staat. Ze kan door een programma-opdracht in een van beide toestanden gebracht worden.

Staat de interrupt-faciliteit af, dan wordt de aanslag niet opgemerkt aler er expliciet door het programma naar gevraagd wordt (of als de toestand gewijzigd wordt, n.l. ION gegeven wordt). Staat ze aan, dan voert de computer automatisch de volgende handelingen uit.

- 1 Het interrupt-systeem wordt afgezet (IOF).
- 2 De opdracht waarmee de computer bezig is wordt geheel afgewerkt.
- 3 Het adres waar de volgende uit te voeren opdracht in staat wordt in adres 0 van het geheugen geplaatst.
- 4 De opdracht die in adres 1 van het geheugen staat wordt uitgevoerd. Dit adres is de eigenlijke ingang van de interrupt-service-routine, het programma-deel dat de interrupts afhandelt.

De interrupt veroorzaakt in feite niets anders dan een hard-ware uitgevoerde subroutine sprong, de interrupt service routine. De naam voorgrondprogramma wordt ook gebruikt, dit in tegenstelling met het onderbroken programma, het achtergrondprogramma.

Elke interrupt wordt als volgt afgewerkt.

- 1 De actuele registers van het achtergrondprogramma worden veiliggesteld.
- 2 Onderzoek vindt plaats welk apparaat de interrupt heeft gevraagd.
- 3 Een specifiek voor het apparaat geschreven programmadeel wordt doorlopen. In dit deel wordt de vlag die de interrupt heeft veroorzaakt, neergelegd.
- 4 Bij het verlaten van de interrupt service routine worden de geredde waarden van de registers hersteld, de interrupt-faciliteit wordt aangezet (ION) en een sprong wordt uitgevoerd naar het adres dat (nog) in geheugenplaats 0 staat, het adres namelijk waar het achtergrondprogramma onderbroken werd.

Het is mogelijk dat tijdens verwerking van een interrupt een ander randapparaat een interrupt vraagt of dat twee apparaten tegelijkertijd hun vlag zetten.

In het eerste geval blijft de vlag beschikbaar (of wordt door een volgende vlag van hetzelfde apparaat overschreven) en veroorzaakt een interrupt zodra de machine weer in de ION-toestand is gebracht. In het tweede geval wordt achtereenvolgens voorrang verleend aan

- 1 De powerfail/restart option.
- 2 De klok.
- 3 De AEG apparatuur.
- 4 Teletype (invoer).
- 5 Teletype (uitvoer).
- 6 De telex (alleen uitvoer).

Uit een en ander volgt dat powerfail de hoogste prioriteit krijgt, gevolgd door de snelste randapparaten en ook dat interruptverwerking niet te lang kan, of zelfs mag, duren.

- indirect:

Voor het overgrote deel van de tijd "werkt" de computer de wachtcyclus af. Aan de (visueel afleesbare) program-counter te zien doet de machine buiten SYNOP tijd zelfs niet anders, omdat de real-time verwerking van het lichteland relatief erg weinig tijd kost en de klok praktisch niets.

Er wordt in de wachtcyclus continue naar de label 'DOEL' gekeken of deze gevuld is. Voor het vullen van DOEL zijn er twee mogelijkheden, n.l.

- 1 De klok-administratie zet er een label van het achtergrondprogramma in. Voor het uitvoeren van verschillende hem gestelde taken is het nodig dat de PDP de juiste datum/tijd weet. Bij initialisering wordt hierom gevraagd via de teletype en vervolgens wordt elke klok-puls geteld. Bij het tellen van de pulsen worden opdrachten gemodificeerd, waarbij na het passeren van een grens, de oorspronkelijke opdracht weer wordt geactiveerd. Elke grens duidt op een te nemen actie.

Bij het bijhouden van datum/tijd wordt er nu voor gezorgd dat op de juiste tijdstippen deze actie wordt ondernomen c.q. een actie wordt gestaakt, door een label in 'DOEL' te plaatsen die verwijst naar een achtergrond-programmadeel. Genoemde acties kunnen zijn het berekenen van 10 minuten gemiddelden, ponsen van golven, uitvoer SYNOP enz. De klok krijgt voorrang boven de AEG apparatuur omdat de meeste klokinterrupts uit slechts enkele opdrachten bestaan, n.l. teller:= teller +1. Immers elke 6000 pulsen levert 1 minuut op.

De afhandeling van AEG interrupts duurt relatief veel langer en de computer krijgt na verwerking hiervan ruimschoots de tijd om een gezette klok vlag te verwerken.

2. Een teletype interrupt geeft aanleiding aan het voorgrond-programma 'DOEL' te vullen. Zonder het proces van verwerking te onderbreken kan het nodig, nuttig of wenselijk zijn dat de operator iets uit het geheugen wil lezen of een modificatie in het programma wil doorvoeren. Ook hadden de technici behoefte aan een mogelijkheid om een serie aktuele meetwaarden ter beschikking te krijgen. Voor dit soort zaken is er een regeling getroffen in dier voege, dat er bepaalde, via de teletype ontvangen, symbolen als opdrachten door het programma worden aangemerkt. In het huidige programma zijn er vier van zulke symbolen ofwel letters, welk aantal uiteraard naar behoefte kan worden uitgebreid. Wil men (voor test doeleinden) een bepaald programmadeel uitgevoerd zien, dan kan men de label hiervan ook eenvoudig in 'DOEL' zetten door middel van een van de vier mogelijkheden (n.l. de V).

De vier beschermde symbolen zijn:

- 1 De letter A. Het intikken hiervan noopt de keyboard service routine de label voor het uitvoeren van een serie AEG informaties, in DOEL te plaatsen.

Achtereenvolgens verschijnt nu op de teletype jaar maand dag uur minuut en de zeven operationele adressen met hun respectieve inhoud.

- 2 De letter V(vullen). Hiermee wordt een VUL-routine aangeroepen. Beginadres en aantal te vullen adressen wordt via de teletype gevraagd, waarna dat aantal ingetikte informatiewoorden (opdrachten of variabelen), sequentieel vanaf het opgegeven beginadres in het geheugen worden ingevuld.
- 3 De letter T. Ongeveer hetzelfde als onder 2 genoemd, alleen worden nu de adressen uitgevoerd met de waarde van het adres oktaal en decimaal, ook weer ter lengte van het gevraagde en ingetikte aantal.
- 4 De letter Q. Bij de verwerking en de uitvoer vooral, moet er rekening mee gehouden worden of er eventueel elementen door storing of uitvallen van de sensor niet aanwezig zijn. Hiertoe dient er een mogelijkheid te zijn om tussentijds of bij initialisering alreeds, de computer op de hoogte te stellen van het aanwezig dan wel ontbrekend zijn van de elementen. Hiertoe wordt in een bepaald geheugenwoord per element een bit gereserveerd. Heeft het bit van het betreffende element de waarde 1, dan is dit element aanwezig. De waarde 0 duidt op ontbreken ervan.

Dit woord kan door het intikken van de letter O veranderd worden. Valt een element uit of kan een gerepareerd element weer in de verwerking worden opgenomen, dan tikt de operator een Q in. De computer vraagt dan het hele woord en vult het weer in op zijn plaats.

Het woord is in bits als volgt opgebouwd,

d1 d2 f1 f2 pp tt td tz g vis res res, waarin

d1 en d2 windrichtingen

f1 en f2 windsnelheden

pp de druk, tt de temperatuur, td het dauwpunt en tz de zeewatertemperatuur

g de golven, vis het zicht en

res niet gebruikte bitjes zijn.

Een mogelijke combinatie is 101011101100, in oktale codering gelijk aan het woord '5354'

4. Een beknopt overzicht van de verwerkingswijze.

Zoals reeds is gezegd, wordt elk bericht van het lichteiland real-time op de computer verwerkt. Het identificatienummer van het bericht bepaalt het adres van een subroutine waarin de informatie verwerkt wordt. De adressen van deze subroutines zijn opgenomen in een tabel in het geheugen.

De bewerking en uitvoer van de verkregen informatie vindt plaats in het achtergrondprogramma, waarbij plaats en tijd door de klok worden aangegeven.

Per element ziet de bewerking er als volgt uit:

De DRUK.

De grove druk wordt als $\text{schaalwaarde} \times 1000 / 250 + \text{hoogtecorrectie}$ weggezet (A).

Bovendien wordt de schaalwaarde geheeld door 100, als echte grove druk bewaard (B).

Voor een luchtdruk tussen 1020 en 1030 mbs levert dit b.v. het getal 7 op, n.l. $1020,0 - 950,0$ gedeeld door 100.

De fijne druk wordt als $\text{schaalwaarde} \times 100 / 250$ berekend (C) en weggezet.

De aktuele druk wordt nu $\text{grove druk} \times 100 + \text{fijne druk}$ (D).

Is nu het absolute verschil van A-D groter dan 70, dan wordt de druk met 100 verhoogd of verlaagd, de grove druk en de fijne druk lopen niet synchroom.

Van elke 64 aldus eventueel bijgestuurde drukken wordt er één verder verwerkt. Hierbij wordt gekeken of het verschil van de laatst-behandelde druk met de huidige, absoluut groter is dan 10. Is dit het geval dan wordt de huidige druk alsnog verworpen, wat in het verleden nogal eens leidde tot het blijven 'hangen' van de druk, maar wat nu technisch beter is opgelost.

Blijkt de laatste test gunstig uitgevallen te zijn dan wordt er in een tabel van 4 drukken de vorige elk een plaats verschoven en de laatste toegevoegd. In de SYNOP wordt uiteindelijk het gemiddelde van de 4 in de tabel staande drukken berekend

volgens $0.25 * \{-(p1 + p2) + 3 * (p3 + p4)\}$ en uitgevoerd, na het bepalen van de tendens van de luchtdrukverandering.

De WINDRICHTING.

Omdat het moeilijk, zo niet onmogelijk, is om op de PDP met negatieve getallen te rekenen, wordt bij elke aangeboden waarde 167 opgeteld. Blijkt nu bij vergelijking met de voorgaande waarde dat het absolute verschil groter is dan 162, dan wordt er van de actuele (aangepaste) waarde 167 afgetrokken of er wordt 167 bij opgeteld. Ter verduidelijking, het meetbereik van 0 tot 250 komt overeen met 0 tot 540 graden, dus een windrichting van 180 graden kan gegeven worden als (250/3) maar ook als 250. Schaalwaarde 167 is 360 graden enz. De aldus aangepaste en gecorrigeerde waarde wordt ingeteld en een teller met één verhoogd. Elke 10 minuten wordt hiervan een gemiddelde berekend en van dat gemiddelde wordt zo vaak als nodig is 360 afgetrokken, tot de werkelijke richting resteert die in de SYNOP wordt gebruikt.

De WINDSNELHEID.

Tijdens de verwerking van de windsnelheid kan uit het onder punt 1 genoemde meldingenwoord blijken dat de elektronika geijkt wordt. In dat geval wordt verwerking nagelaten. Voor het overige wordt elke binnenkomende waarde ingeteld en gekeken of het een maximale waarde is voor het verkrijgen van de uurlijkse maximale windstoot. Ook bij dit element wordt elke 10 minuten het gemiddelde berekend uit de ingetelde waarden (gemiddelde > 0). Bovendien wordt het maximale 10 minuten gemiddelde voor de SYNOP bijgehouden en wordt het gemiddelde ingeteld voor het uurgemiddelde van de windsnelheid. Op het hele uur wordt het laatstgenoemde gemiddelde in een tabel geplaatst, die om middernacht wordt uitgevoerd.

De TEMPERATUREN.

De ontvangen schaalwaarden van lucht-, dauwpunts- en zeewatertemperatuur worden rechtover in het geheugen geplaatst.

Voor de SYNOP worden deze waarden omgerekend naar temperatuur en wordt voor elk van hen een correctie toegepast, waarna ze met het teken apart als 0 of 1 in absolute grootte worden gebufferd. Steeds wordt getest of voldaan is aan dauwpuntstemperatuur \leq luchttemperatuur, zoniet dan wordt dauwpuntstemperatuur gelijk aan luchttemperatuur genomen.

Het ZICHT.

Elke meetwaarde van het zicht wordt bewaard en door de volgende overschreven. Op het hele uur wordt de laatstontvangen meetwaarde via een tabel omgezet naar een zichtcijfer ≤ 7 en wordt dit cijfer in de SYNOP gezet. De omzetting geschiedt als volgt:

<72→1, 72-108→2, 109-136→3, 137-164→4, 165-201→5, 202-231→6 en >231→7.

De GOLVEN.

Zoals gezegd wordt om de drie uur gedurende twintig minuten elke ontvangen golfhoogtemeting op de teletype gepost. Tussen h+50 en het hele uur wordt elke aangeboden informatie (x_i) tot een maximum van 1100 stuks, in een geheugentraject opgeslagen, waaruit de golfhoogte en de golfdeining voor de SYNOP worden berekend.

Eerst:

$$\bar{x} = \sum x_i / 1024; h = \sqrt{\{\sum (x_i - \bar{x})^2 / 1024\}}$$

De effectieve golfhoogte in 0,5 m wordt dan gegeven door $8 \times h / 17$.

De factor 8/17 komt uit de tijd van 0-255, dit is niet veranderd toen het maximale gedigitaliseerde meetbereik van 255 tot 250 teruggebracht werd, omdat de nauwkeurigheid voldoende groot is.

Voor het berekenen van de periode wordt de rij x_i vervangen door t_i , waarbij $t_i = 1$ als $x_i - \bar{x} \geq 0$ en $t_i = -1$ als $x_i - \bar{x} < 0$, $i = 1(1) 1024$.

Nu wordt berekend:

$$S_k = \frac{1}{2} \sum |t_i + t_{i+k}|, \quad i = 1(1)999, \quad k = 1(1)25$$

S_k is maximaal voor $k=1$; voor stijgende k daalt de waarde van S_k aanvankelijk, om daarna een secundair maximum te bereiken. De k behorende bij dit secundair maximum wordt vermenigvuldigd met $5/16$. Deze uitkomst wordt als PwPw in de SYNOP gegeven.

SLOTOPMERKING.

Sinds 18 februari 1974 worden de door de PDP geleverde SYNOPS op routinebasis in de weerdienst gebruikt.