

7 MAART 1966

Verslagen V-178

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Projectgroep Numerieke Weersverwachting

Zesde Interimrapport

De Bilt, januari 1966

Kon. Ned. Meteor. Inst.
De Bilt

Projectgroep Numerieke Weersverwachting

Zesde Interimrapport

Inleiding

Dit Zesde Interimrapport van de Projectgroep Numerieke Weersverwachting behandelt een periode die werd afgesloten op 31 december 1965.

Drie onderwerpen komen hierin aan de orde. Onder het hoofd "De Balansvergelijking" wordt beschreven een door drs. Van Galen nieuw geconstrueerd programma voor de oplossing van de balansvergelijking, dat van het vorige programma verschilt door een andere behandeling van de randvoorwaarden. De tweede paragraaf is gewijd aan een door drs. Kuipers ontworpen methode voor automatic data processing. Dit is overigens niet het enige programma dat voor automatic data processing is ontworpen. Door de hr. De Hart is een ander programma geconstrueerd dat verder strekkende ambities heeft en waarin de auteur zich tot doel gesteld heeft alle informatie die in de berichtgeving aanwezig is in de behandeling te betrekken. In dit verband is door de hr. De Hart een studiereis naar het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België te Ukkel ondernomen, waarover een afzonderlijk verslag is verschenen. Het in dit verslag besproken programma is meer bedoeld om snel de belangrijkste informatie uit de berichtgeving te extraheren.

De laatste paragraaf bevat een voorlopige analyse (Dr. Bouman) van de inefficiëntie van de huidige telexcode.

1. De balansvergelijking

1.1 Notaties:

$$\begin{aligned} \psi &= \text{stroomfunctie} & , & & \phi &= \text{geopotentiala}, \\ f &= \text{Coriolisparameter}, & & & f_0 &= \text{waarde van } f \text{ op } 45^\circ \text{NB}, \\ s &= \text{randcoördinaat} & , & & J(\alpha, \beta) &= \frac{\partial \alpha}{\partial x} \frac{\partial \beta}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial x} \frac{\partial \alpha}{\partial y} \end{aligned}$$

In het Vijfde Interimrapport is beschreven dat de balansvergelijking

$$f \nabla^2 \psi + 2J\left(\frac{\partial \psi}{\partial x}, \frac{\partial \psi}{\partial y}\right) + \nabla f \cdot \nabla \psi = \nabla^2 \phi \quad (1)$$

werd opgelost met als randvoorwaarde de geostrofische benadering

$$\frac{\partial \psi}{\partial s} = \frac{1}{f} \frac{\partial \phi}{\partial s} \quad (2)$$

Eigenlijk werd bedoeld

$$\frac{\partial \psi}{\partial s} = \frac{1}{f_0} \frac{\partial \phi}{\partial s} \quad (2^A)$$

waarbij dus is afgezien van de afhankelijkheid van de Coriolisparameter van de geografische breedte. Waarom deze kwasi-geostrofische benadering?

In elk geval moet voldaan zijn aan een van Neumann-conditie, die eist dat op de rand

$$\oint \frac{\partial \psi}{\partial s} ds = 0 \quad (3)$$

hetgeen bereikt wordt met (2^A) en niet met (2).

Toch is (2^A) nauwelijks geschikt anders dan voor middelbare breedten.

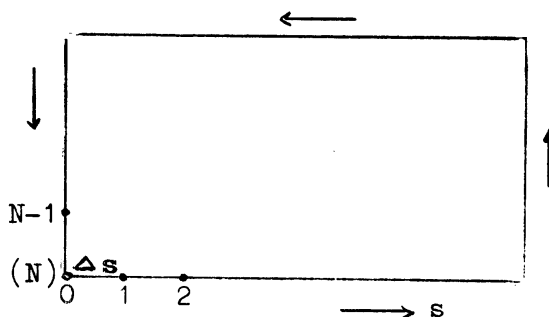
De op hoge en lage breedten optredende fout in de wind is met inachtna-me van (3) niet geheel en al te elimineren. Het beste schijnt het om in na-volging van Bolin te nemen

$$\frac{\partial \psi}{\partial s} = \frac{1}{f} \frac{\partial \phi}{\partial s} - \gamma \quad (2^B)$$

waarin $\gamma = \oint \frac{1}{f} \frac{\partial \phi}{\partial s} ds / \oint ds$.

Dit betekent dat genoemde fout wordt uitgesmeerd over de gehele rand. Daar in het algemeen $\gamma \ll 1$ knoop, impliceert (2^B) dat de stroming op de rand nagenoeg gelijk is aan de geostrofische wind voor zover het de normale component betreft. Voor de tangentiële component is dit niet het geval.

Zijn de roosterpunten op de rand genummerd volgens nevenstaande figuur, dan wordt, uitgaande van het eindige differentie-analoon van (2^B)



$$\Delta \psi = \frac{\Delta \phi}{f} - \gamma \Delta s \quad (2^C)$$

te werk gegaan als volgt:

$$\begin{aligned}
 1e \quad D_i &= 2 \frac{\phi_{i+1} - \phi_i}{f_{i+1} + f_i} & i = 0, 1, \dots, N-1 \\
 2e \quad E &= \frac{\sum_0^{N-1} D_i}{N} \\
 3e \quad \psi_0 &= \frac{\phi_0}{f_0} \\
 \psi_{i+1} &= \psi_i + D_i - E & i = 0, 1, \dots, N-1 \\
 \text{Check: type } \psi_0 \text{ en } \psi_N & \text{ (i.v.m. (3) moet } \psi_N = \psi_0 \text{)}
 \end{aligned}
 \tag{2^D}$$

Het oplossen van (1) met gebruikmaking van (2^B) - in de vorm (2^C) en dus volgens (2^D) - werd getest aan de hand van zes situaties. Vergelijking met de resultaten die voor dezelfde gevallen verkregen waren met (2^A), toonde aan dat duidelijke doch kleine verschillen optraden in het gehele ψ -veld. γ was hooguit $\frac{1}{40}$ ° knoop. Voortaan zal steeds (1) worden opgelost met de randvoorwaarde (2^B).

1.2 Barotrope voorspelling

De programma's die tot nu toe afzonderlijk óf een forecast verzorgden óf de balansvergelijking oplosten, zijn nu gecompileerd tot één groot programma, dat de volgende bewerkingen uitvoert:

- a) inlezen geanalyseerde ϕ -veld;
- b) oplossen van (1) voor de omzetting $\phi \rightarrow \psi$;
- c) plotten ψ -veld;
- d) forecast ψ -veld (24 of meer uren);
- e) plotten verwachte ψ -veld;
- f) in omgekeerde richting oplossen van (1), dus $\psi \rightarrow \phi$;
- g) plotten verwachte ϕ -veld.

Dit programma is nog niet getest. Wanneer het goed werkt, is het de bedoeling de nauwkeurigheid van de differentie-schema's onder de loupe te nemen en te vergroten. Daarna moeten nog een term voor de orografie en een wrijvingsterm in het model worden opgenomen. Tenslotte zal het programma geschikt gemaakt moeten worden voor het werken op een achthoekig rooster. In welke fase het gebruikt gaat worden op (pseudo-)routinebasis, zal afhangen van de ontwikkelingen in het veld van

- a) de automatic data processing,
 - b) de objectieve analyse,
- en - last but not least - van
- c) de komst van de computer.

2. Automatic Data Processing

Aangezien gebleken is dat identificatie van berichten aan de hand van codenaam en/of de M_iM_1 -code veel moeilijkheden oplevert, daar men zich bij het opstellen van het codebericht niet houdt aan de voorschriften en mede als gevolg van verminkingen die optreden tijdens overbrenging, is een andere methode ontwikkeld, die in dit verslag wordt beschreven. Er zij op gewezen dat de doelstelling minder ambitieus was, in die zin dat alleen gepoogd werd TEMP-berichten te onderkennen. De methode is dus allerminst universeel en berust op de speciale opbouw van de TEMP-code. Voor de identificatie van andere berichten, bijv. de SYNOP, is hij dus niet geschikt.

De methode heeft geleid tot een programma X U-23, waarmee drie series van ongeveer 90 berichten elk, zijn behandeld. De rekentijd (inclusief uitvoer) bedroeg per bericht 15 seconden bij gebruik van X-1 en 2,5 seconde bij gebruik van X-8.

De resultaten zijn in zoverre bevredigend, dat slechts 3% van de TEMP-berichten als zodanig niet werd herkend. Bij de decodering ging van 10% van de herkende berichten de informatie geheel of gedeeltelijk verloren als gevolg van verminkingen of onjuist gebruik van de code.

Met behulp van de gedecodeerde berichten van één serie is gepoogd een analyse te maken. Deze bleek evenwel waardeloos als gevolg van slechts twee foutieve getalwaarden, waarvan de ene 360 dam te hoog was. Deze fout werd veroorzaakt door verwisseling van 2 cijfers, vermoedelijk bij het typen van het bericht: 950 i.p.v. 590.

Dit bijzonder storende feit was aanleiding tot het schrijven van een fouten-ontdekkend programma: X U-30. Hiermee is nog geen proef uitgevoerd.

2.1 Definitie

2.1.1 Valentie telexband symbool

Een telexbandsymbool wordt vereenzelvigd met een binair getal, waarvan het decimale equivalent door de procedure REHEP wordt ingelezen. De waarde hiervan wordt toegekend aan de integer a. Deze getalwaarde a noemen we de (decimale) valentie van het telexbandsymbool.

2.1.2 Telexschrift-symbool

In het algemeen zijn aan ieder telexbandsymbool, in afhankelijkheid van de wagenstand, 2 telexschriftsymbolen toegekend. De wagenstand wordt daarbij aangegeven hetzij als "upper case" (u.c.), hetzij als "lower case" (l.c.).

2.1.3 Case-onafhankelijke symbolen

Er komen enkele telexbandsymbolen voor, die niet een leesbare afdruk veroorzaken, doch een (soms niet waarneembare) typografische manipulatie bewerkstelligen, nl.

1) definitie van de wagenstand	a = 27, 31
2) spatiëring	a = 4
3) TW = wagenterugloop	a = 2
4) NR = nieuwe regel	a = 8
5) blanke band	a = 0.

2.1.4 Bandschriftsymbool

Wanneer de telex daartoe is uitgerust, kunnen de telexschriftsymbolen, zij het met een kleine verschuiving t.o.v. het corresponderend bandsymbool, eveneens op de band worden getypt. In dit geval wordt het aantal schriftsymbolen uitgebreid met een 5-tal, corresponderend met de bovengenoemde case-onafhankelijke symbolen.

In de tabel op blz. 7 zijn de telexschriftsymbolen aangegeven alsmede, tussen haken, de aanvullende bandschriftsymbolen.

2.1.5 Codenummers

Aan elk ingelezen symbool, met valentie a , wordt een codenummer $b = \pm f[a]$ toegekend t.b.v. het ADP-programma. Het + teken wordt gebruikt wanneer het laatstingelezen case-definitie symbool "cijfers" is en het - teken als dit "letters" is. De functie $f[a]$ is vastgelegd in de tabel. De redenen om $f[a]$ aldus te definiëren zijn de volgende:

2.1.5.1 Om de case-onafhankelijke symbolen d.m.v. één test als zodanig van de andere symbolen te kunnen onderscheiden, wordt hieraan het codenummer $b = 11$ toegekend. Om een later te noemen reden wordt $b = 11$ eveneens toegekend aan de telexschriftsymbolen + en = .

2.1.5.2 Door de cijfers 0 t/m 9 geldt $b =$ decimale valentie van a .

2.1.5.3 Voor alle overige symbolen geldt $b = 25$.

2.1.6 Significante symbolen

Hieronder verstaan we die gevallen waarvoor $b \neq 11$.

2.1.7 Scheidingssymbolen

Met uitzondering van de case-definities $a = 27$ en 31 en blank, $a = 0$, worden de overige symbolen scheidingssymbolen genoemd. Deze zijn:

TW	$a = 2$
spatie	$a = 4$
NR	$a = 8$
=	$a = 15$
+	$a = 17$

2.1.8 Groep

Een of meer opeenvolgende significante symbolen, eventueel gescheiden door case-definities, voorafgegaan en gevolgd door een scheidingssymbool, wordt een groep genoemd.

2.2 Identificatie van TEMP-bericht — Deel A, Sectie 1

Een dergelijk bericht wordt hieraan herkend, dat er 2 groepen in voorkomen, die resp. beginnen met 85... en 70... gescheiden door 1 à 2 groepen. In het algemeen zijn dit de groepen $85h_2h_2h_2$ en $70h_2h_2h_2$. Theoretisch zijn er twee uitzonderingen mogelijk:

- 1e $T_{850} = -35$. In dit geval zou de temperatuurgroep worden aangezien voor de druk-hoogte-groep, wat overigens geen ongewenste gevolgen zal blijken te hebben.
- 2e $T_{850} = -20$ en $T_{1000} = -35$. Ook dit heeft geen ongewenste gevolgen.

2.2.1 Opzet van het programma

Van significante symbolen wordt het codenummer b opgeborgen in het array $c[i]$, waarbij i het rangnummer van het ingelezen symbool is. Zodra de lezer een scheidingssymbool ontmoet, wordt een greepnummer I met 1 opgehoogd, terwijl het rangnummer van het eerste symbool van de volgende groep wordt opgeborgen in het array $d[I] := i$. Vervolgens wordt onderzocht of de zojuist ingelezen groep (met rangnummer $I-1$) begint met 70. Daarna wordt onderzocht of één van de groepen $I-3$ of $I-4$ begint met 85. Mislukt één van deze tests (of beide), dan wordt verder gezocht naar een groep beginnend met 70 etc. Gelukken beide

tests, dan wordt gezocht in de voorafgaande groepen naar één waarin minstens één van de eerste twee symbolen een T b =-5 of een w (b =-2) is. Wanneer zo'n groep voorkomt, wordt begonnen met de decodering en uitvoer van relevante gegevens.

valentie	u.c.	l.c.	f[a]
0			11
1	5	T	5
2	[<]	[<]	11
3	9	O	9
4	[→]	[→]	11
5	$\frac{3}{4}$	H	25
6	,	N	25
7	.	M	25
8	[≡]	[≡]	11
9)	L	25
10	4	R	4
11	$\frac{1}{4}$	G	25
12	8	I	8
13	0	P	0
14	:	C	25
15	=	V	11
16	3	E	3
17	+	Z	11
18	"met wie"	D	25
19	?	B	25
20	'	S	25
21	6	Y	6
22		F	25
23	1	X	25
24	-	A	25
25	2	W	2
26	"be1"	J	25
27	[↑	↑]	11
28	7	u	7
29	1	Q	1
30	(K	25
31	[↓	↓]	11

2.3 Decodering van het bericht

De 5 cijfers van een groep \overline{pqrst} uit het codebericht worden afzonderlijk ingelezen. Assemblage van een deel van de groep, bijv. de eerste 3 cijfers, tot een decimaal getal z vindt plaats volgens het recept:

$$z = ((p \times 10) + q) \times 10 + r$$

Wanneer het gegeven ontbreekt, dan luidt het voorschrift dat in de code het symbool / ($a = 23$) wordt gegeven. Volgens de tabel correspondeert hiermee $b = 25$. Assemblage van 2 resp. 3 cijfers geeft dus als resultaat $z = 275$ resp. $z = 2775$. Een test op deze waarden geeft uitsluitend omtrent het al of niet ontbreken van bepaalde elementen in het codebericht.

Verminkingen in het bericht geven in het algemeen aanleiding tot telex-schriftsymbolen die verschillen van de cijfers 0 t/m 9. Aangezien ook hieraan de waarde $b = 25$ wordt toegekend, wordt een verminking geïnterpreteerd als: geen waarneming.

Het sluitsymbool van een bericht = en het teken + spelen bij de decodering geen rol en kunnen daarom worden behandeld als een spatie. Om deze reden is aan deze symbolen het getal $b = 11$ toegekend.

Tijdens het decoderen wordt getest op de kencijfers $P_i P_i$. Zijn deze niet in overeenstemming met de voorgeschreven waarden, dan wordt de decodering beëindigd.

Het einde van de telexband wordt gedefinieerd door de uit de hand bij te plaatsen ponsingen $a = 27$ en $a = 18$, "cijfers" en "met wie".

2.4 Uitvoer-code

Ten behoeve van de verdere bewerking is het nodig dat enkele gegevens die op het waarnemingsstation betrekking hebben, in de uitvoer worden opgenomen. Deze gegevens staan op een getalband, die vervaardigd is door een hulpprogramma X U - 25.

- 2.4.1 De plaats van het station wordt bepaald door Cartesiaanse coördinaten bij stereografische projectie uit de Zuidpool. De oorsprong van het assenstelsel is de Noordpool, de negatieve Y-as valt samen met de O-meridiaan en de positieve X-as met de meridiaan van 90° O.L. De lengte-eenheid is 0.1 mm bij een schaal van 1:25.000.000 op 60° N.B., d.w.z. 1 eenheid correspondeert met 2.5 km ware afstand.

2.4.2 Om de windcomponenten te kunnen berekenen, wordt de geografische (Wester-)Lengte opgegeven en wel in de eenheid van 0.01 radiaal. Bovendien wordt opgegeven een herleidingsfactor S voor de omzetting van windcomponenten in gradiëntcomponenten:

$$S = \frac{f \cdot E_x \cdot E_w}{g \cdot E_z} = \frac{\sin^2 \varphi (1 + \sin \varphi)}{C}$$

Hierin is
$$C = \frac{g \cdot E_z}{\Omega \cdot E_x \cdot E_w}$$

E_z = eenheid van geopotentialaal

E_w = eenheid van windsnelheid

E_x = lengte-eenheid van coördinaten x en y

g = versnelling zwaartekracht = 9.81 m sec^{-2}

Ω = hoeksnelheid aarde = $0.727 \times 10^{-4} \text{ rad. sec}^{-1}$

Bij de keuze: $E_z = 10 \text{ m}$

$E_w = \frac{1}{2} \text{ m sec}^{-1}$

$E_x = 1400 \text{ km}$

vinden we $C = 1.928$

In het geval dat het station behoort tot het "oostelijk blok", wordt S verdubbeld wegens het gebruik van m sec^{-1} als eenheid van windsnelheid.

2.4.3 Meer in het bijzonder terwille van de objectieve analyse methode door middel van polynoomreeksen wordt nog een codecijfer i opgenomen. Het uitgangspunt is hierbij een vaste selectie van stations, waarvan als regel waarnemingen worden verkregen.

i = 0 station komt voor op selectielijst en rapporteert H+W

i = 1 station komt voor op selectielijst en rapporteert H

i = 2 station komt voor op selectielijst en rapporteert W

i = 3 station komt niet voor op selectielijst.

2.4.4 Uitvoercode

Teneinde het aantal uitgevoerde symbolen tot een minimum te beperken, worden de bovengenoemde gegevens "verpakt" tot 2 getallen van maximaal 8 cijfers, voorafgegaan door een teken.

De symbolische vorm van de uitvoercode is:

11111 IIiii -XXXXYYYY - iLLLSSSS 22222 -HHHTT -T_dT_dddfff etc.

11111 kengroep

IIiii blok- en indexnummer. In geval van TEMP SHIP is iii = Marsden-
getal, berekend uit de positiegroep

XXXX x-coördinaat, te voorzien van teken van de groep

YYYY y-coördinaat, te voorzien van teken van de groep als dit - is,
y-coördinaat + 10000 als teken van de groep + is

22222 kengroep

HHH hoogte standaardniveau in dam (+50 voor 1000 mb-vlak,
-200 voor 700 mb-vlak)

TT temperatuur standaardniveau, te voorzien met teken van de groep

T_dT_d dauwpunt standaardniveau, te voorzien met teken van de groep

dd windrichting in 10-tallen graden

fff windsnelheid in kts c.q. m sec⁻¹

2.4.5 Ontbrekende stations

Nadat het bericht van een station is gedecodeerd, wordt het hiermee
corresponderende codecijfer i gelijk aan 3 gesteld. Na codering van het
laatste bericht worden tenslotte uitgevoerd de stationsgegevens van de
stations van de selectielijst waarvan geen bericht is ontvangen. Dit zijn
blijkens het bovenstaande die stations, waarvoor i = 3. De uitvoer wordt
afgesloten met de groepen 11111 99999 11111.

2.5 Beschrijving hulp-programma X U - 25

Invoer. 1e getallenband. Deze bestaat uit:

1. aantal stations voorkomende op de selectielijst;
2. codecijfers i van deze stations in de volgorde waarin
deze op de 2e band voorkomen.

2e getallenband. Per station de volgende gegevens:

IIiii - blok- en indexnummer;

BBBB - noorderbreedte in graden en minuten;

LLLLL - westerlengte in graden en minuten, bij oosterlengte
te voorzien van - teken.

Voor elk station worden uitgerekend de coördinaten x en y, de lengte in
radialen en de herleidingsfactor, welke gegevens - verpakt in 2 getallen -
worden uitgevoerd.

3. Frekwentie analyse symbolen telexband

Mede in verband met discussies rondom de op de a.s. CSM meeting in behandeling komende codewijzigingen werd een analyse gemaakt van de frekventie van de symbolen voorkomende op operationele telexbanden, zoals die door de weerdienst worden ontvangen. De analyse betrof een band van 7000 symbolen, hetgeen te weinig is voor definitieve conclusies. Enkele voorlopige resultaten kunnen echter wel worden medegedeeld. Het meest voorkomende symbool is het symbool spatie, dat voorkomt met een frekventie van 13.92%. Telt men hierbij op de frekquenties van Carriage Return (5.52%) en Line Feed (3.96%), dan levert dit een totaal van 23.4%. Dat betekent dus dat bijna $\frac{1}{4}$ van de zendtijd verbruikt wordt aan meteorologisch irrelevante zaken en dat het symbool met de hoogste frekventie uitgerekend een niet-informatiedragend symbool is. Verder zijn er 15 ponsingen - bijna de helft dus - (30 symbolen als men de case-definitie in rekening brengt), die elk met een frekventie van minder dan 1% voorkomen en die tezamen een frekventie hebben van 4.54%. Er zijn zelfs 2 ponsingen (4 symbolen) die tezamen de frekventie van 0.1% nog niet halen. (Bij een homogene verdeling - de ideale dus - zou elke ponsing met een frekventie van 3.175% voorkomen).

Het is zonder meer duidelijk dat hier sprake is van een extreem inefficiënte codering. Er zijn verschillende mogelijkheden tot verbetering denkbaar. Wil men het principe van een 5 bits-BAUDOT-code met 2 "cases" (letters/cijfers) handhaven, dan kan de efficiëntie met weinig moeilijkheden worden verhoogd door ook aan de thans niet gebruikte symbolen betekenis toe te kennen. Dit zou betekenen dat men over de ponsingen die nu gebruikt worden voor de letters en voor symbolen als

+ - , = ;) (x ' . []

zou moeten kunnen beschikken.

Nog beter is natuurlijk het overgaan op een of andere compacte code (een FANO-code bijv.). De gang van zaken zou dan zo moeten zijn:

- 1e Met een telex of een andere apparatuur wordt een normale band geponst.
- 2e Deze band wordt aan een computer gegeven, die er de lay-out symbolen spatie, carriage return en line feed uit verwijdert en de rest hercodeert in een compacte code.
- 3e De aldus gecodeerde informatie wordt via een high-speed kanaal verzonden.
- 4e Aan de ontvangstzijde wordt desgewenst door een computer t.b.v. het uitprinten de informatie weer teruggecodeerd in telexcode

onder inlassing van de bedienings- en lay-out symbolen. Voor machinale bewerking van de informatie is de laatste stap niet nodig, terwijl het uitprinten ook wel op andere wijze zou kunnen worden verzorgd, bijv. met een snelle regeldrukker, een flexo-writer of een ponskaartenponser.

Ideaal zou zijn indien de ruimte die in de communicatiekanalen vrijkomt, door een compactere codering gebruikt zou kunnen worden om de code error-correcting te maken.

De uitgevoerde analyse van de inhoud van telexbanden heeft voorlopig alreeds bewezen dat de veelgehoorde klacht, dat de communicatiekanalen overvol zitten, niet betekent dat er werkelijk teveel reële informatie wordt verzonden, maar dat de beschikbare capaciteit inefficiënt wordt gebruikt. Ook zonder diepgaande statistische analyse is dit wel in te zien. Het meteorologisch bericht dat in beginsel slechts 10 symbolen (10 cijfers) nodig heeft, wordt gedistribueerd door middel van een code die 62 symbolen toelaat ($2 \times 30 + 2$ case-definities). Een groot deel van de beschikbare symbolen wordt dus bijna niet gebruikt en die welke wel worden gebruikt, komen zo vaak voor dat hun informatie-inhoud (entropie $\sum - p^2 \log p$ met $p =$ frekwentie) door overbelasting zeer laag wordt. De oorzaak van al deze narigheid is dat de bedieningscode van de in- en uitvoerapparatuur (telex) tevens de code is waarin de informatie wordt verzonden. Logisch is dat in het geheel niet nodig en grote voordelen zouden kunnen worden bereikt als zender en ontvanger vrij waren in de keuze van de perifere apparatuur en alleen een code voor de transmissie van de essentiële informatie was vastgesteld. De hierbij optredende decodering (aan de ontvangstzijde) en codering (aan de zenzijde) uit (in) de transmissiecode naar (van) de bedieningscode van de perifere apparatuur is iets wat zelfs aan de gebrekkigste computer kan worden overgelaten.