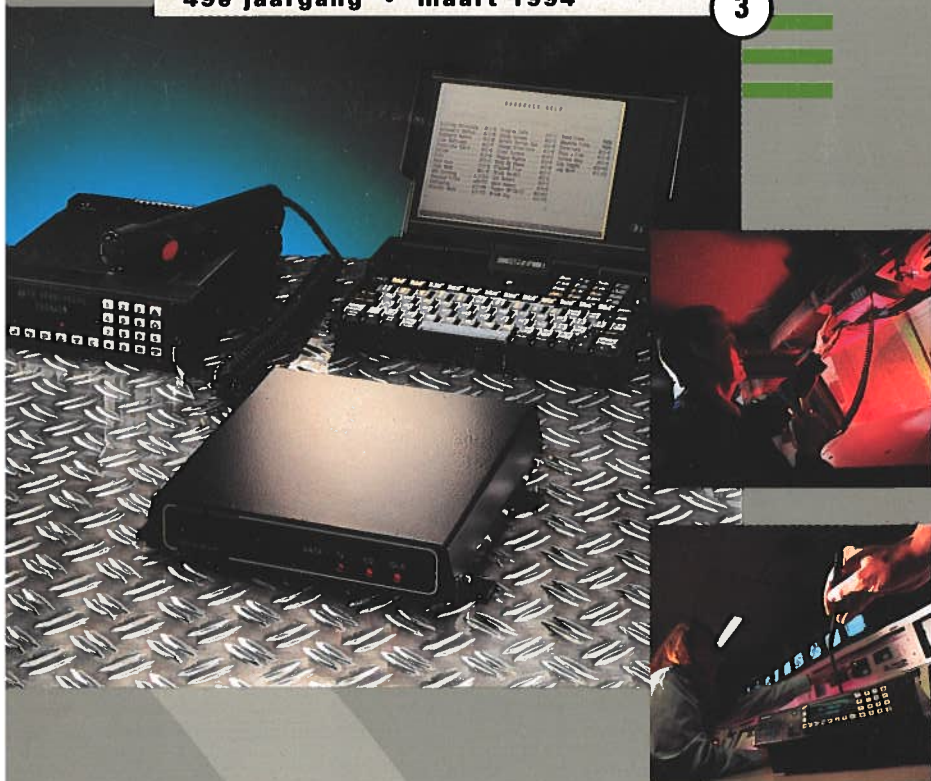


Studieblad

49e jaargang • maart 1994

3



ptt telecom

PTT Telecom Studieblad is een uitgave van PTT Telecom Opleidingen (OT)

Hoofdredacteur

drs Y.M. van der Veen

Redactie

E.J. Boessenkool,

ing N. Herwig,

A. Welling

Tekstredactie

drs A. Kok

Secretariaat

mw F. Stulp-Huttema

tel. 050-853732

Correspondentie-adres

PTT Telecom Opleidings-

centrum, Postbus 13000,

9700 EA Groningen

Telefax 050-266355

Abonnement

f 18,- per jaar. Voor niet-

PTT-ers f 90,- per jaar.

Verschijnt 11 x per jaar (dubbelnummers voorbehouden)

Vormgeving

Studio Dorèl, Groningen

Druk

Ten Brink, Meppel

Fotografie

PTT Research: Fred de Jager,

Thom Segers

PTT Telecom

Perry Hokke Visuals bv

© PTT Telecom

Overname van (gedeelten van)

artikelen alleen na vooraf

verkregen toestemming van de

redactie en met uitdrukkelijke

bronvermelding: auteur, titel,

Studieblad PTT Telecom en

aflevering

ISSN 0165 8913

Inhoud

Pagina 156 **Traxys: mobiele bedrijfscommunicatie**
dr ir J. van Rees, drs Y.M. van der Veen

Pagina 196 **Software maintenance: een vak apart**
ing. E. Doorn, drs R.A. Jimmink, drs A. Kok

Pagina 223 **Studieblad kort**



Basiskennis



Projecten



Onderzoek & Ontwikkeling



Achtergronden

Bij de omslagfoto

Traxys, het netwerk voor bedrijfsgerichte, mobiele communicatie van PTT Telecom, realiseert voor haar gebruikers virtuele privé-netten met een groot aantal faciliteiten op spraak- en datagebied. Op basis van de eigen bedrijfsprocessen zal elke onderneming in Traxys een maatwerkpakket kunnen samenstellen dat exact overeenkomt met waar het bedrijf op dat moment behoefte aan heeft. Bij wijziging van de behoeften door o.a. nieuwe ontwikkelingen, reorganisaties e.d. kan het dienstenpakket snel en eenvoudig worden aangepast.

Traditioneel schaffen bedrijven zelf alles aan wat met hun mobiele bedrijfsnetwerk of mobilfoonnet te maken heeft. Behalve een verlies aan flexibiliteit zijn aan deze formule ook andere bezwaren verbonden. Bijvoorbeeld de omvangrijke investeringen die er in apparatuur (basisstations, zendmasten etc.) moeten worden gedaan. Of het feit dat bedrijven zelf verantwoording dragen voor het onderhoud en beheer van hun zenderpark. Bij uitbreiding of vernieuwing zal men bovendien vaak geconfronteerd worden met allerlei procedures en regels op het gebied van de ruimtelijke ordening en het afgeven van zendmachtigingen. Een landelijke bedekking of zelfs de bedekking van een wat grotere regio door het eigen netwerk zal mede gezien de schaars beschikbare frequenties vrijwel uitgesloten zijn.

Voor al deze knelpunten biedt Traxys, het openbare mobilfoon/portofoonnetwerk van PTT Telecom, een oplossing. PTT Telecom zorgt er daarbij voor dat binnen haar grote netwerk voor elk bedrijf een op maat gesneden privé-netwerk (virtueel privé-net) wordt gerealiseerd. Een bedrijf is daarmee niet alleen verlost van de bovengenoemde problemen, maar ook biedt Traxys de keuze uit een groot aantal faciliteiten voor spraak en data, en koppelingsmogelijkheden naar de bedrijfstelecommunicatiecentrale en het openbare telefoonnet. Volledige integratie van de gegevensverwerking onderweg en op de thuisbasis wordt hierdoor mogelijk. Zo kan vanaf de thuisbasis de temperatuur in de koelruimte van een vrachtauto worden geregeld terwijl de chauffeur aan het eten is. Of kan de servicemonteur onderweg een centrale database in het magazijn raadplegen om te zien of een bepaald wasmachine-onderdeel direct uit voorraad leverbaar is. Ongeacht de grootte van het bedrijf en zijn mobiele vloot zullen deze en andere geavanceerde telematica-oplossingen via Traxys op een bedrijfseconomisch verantwoorde manier gerealiseerd kunnen worden. Dat het virtuele privé-netwerk daarbij veel meer biedt dan alleen de efficiënte vervanging van een eigen gesloten net heeft inmiddels vele bedrijven overtuigd. Traditionele gebruikers van gesloten mobiele communicatie én totaal nieuwe gebruikersgroepen werken momenteel dan ook met Traxys. Een netwerk waarin het directe rendement van vandaag en het flexibel in kunnen spelen op de uitdagingen van morgen hand-in-hand gaan.

N.B. Het volgende nummer van PTT Telecom Studieblad is een *dubbelnummer* waarin aandacht wordt besteed aan belangrijke nieuwe ontwikkelingen in de netwerktechnologie (SDH, IN, ATM etc.). Dit gecombineerde april/meinummer verschijnt eind mei, in april ontvangt u dus geen Studieblad.



Traxys: mobiele bedrijfscommunicatie

Met Traxys biedt PTT Telecom een modern en technisch hoogwaardig alternatief voor conventionele 'gesloten netten' of mobilfoonnetten. Voor de gebruikers biedt overschakeling op Traxys een groot aantal voordelen. Spraak- en data-faciliteiten zijn in Traxys overvloedig voorhanden. Basisstations en zendmasten hoeven niet zelf aangeschaft, beheerd en onderhouden te worden. Van moeizame procedures voor het aanvragen van bouwvergunningen en zendmachtigingen is men verlost. Communicatietechnische problemen die bekend zijn van conventionele gesloten netten, zoals congestie en medegebruik, doen zich in Traxys niet voor. De investeringen en afschrijvingskosten zijn bijzonder laag, uitbreidingen snel en eenvoudig te realiseren etc. Uit technisch, bedrijfsmatig én gebruikersoogpunt is Traxys dan ook in veel gevallen te verkiezen boven conventionele gesloten netten. Traxys is een trunking-netwerk van PTT Telecom, bestaande uit centrales, basisstations en zendmasten, dat voor mobilfoongebruikers een landelijk dekkend werkingsgebied realiseert.

Jan van Rees
Ysbrand van der Veen*

* Met dank aan Norbert Elferink, Netwerkmanger Traxys, en Kees Taal, produktmanager Mobile Communicatie van PTT Telecom Zakelijke Markt.

¹ Een geavanceerde oplossing voor de communicatiebehoeften van alle drie deze hulpdiensten is aan de orde gesteld in het themanummer 'Meldkamer Drenthe' van PTT Telecom Studieblad, februari 1992, pp. 71-112. Naast de behandeling van de meldkamer en de afwikkeling aldaar van het inkomende en uitgaande verkeer (mobilofonie en telefonie), wordt in hetzelfde nummer o.a. ook ingegaan op de co-channel en diversity technieken die in het netwerk van de Drentse brandweer worden toegepast.

Al vele tientallen jaren wikkelen bedrijven, instellingen en overheidsdiensten de communicatie náár en tussen hun mensen in het veld via zogenaamde 'gesloten netten' af. Zo'n gesloten net of Private Mobile Radio (PMR)-netwerk bestaat in de regel uit een als *vaste* post ingerichte zend-ontvanger, in combinatie met een aantal *mobiele* zend-ontvangers. De communicatie vindt meestal op één kanaal plaats en het bereik van het mobiele netwerk is beperkt.

Omdat er maar één kanaal beschikbaar is, wordt in een gesloten net van een spreek sleutel of 'push-to-talk'-toets gebruik gemaakt. Hierdoor kan alleen om beurten worden gesproken en ontvangen. Op de vaste post of meldkamer beluisteren één of meer centralisten de gesprekken die de mobiele gebruikers over de radioweg voeren. Zij hebben daarbij een coördinerende taak en voeren het 'fleetmanagement' uit.

Richten we de blik op de traditionele gebruikers van gesloten netten dan zullen de meeste mensen in eerste instantie vooral aan hulpverleners als politie, brandweer en ambulancediensten denken¹. Vanuit de traditie zijn er echter veel meer gebruikers van gesloten mobiele bedrijfscommunicatie. Onder andere de volgende bedrijfstakken behoren hiertoe: weg-

sociale 'driver' ontwikkeld

ACM kiest voor Traxys-net: mobilifoons voor spraak en data

Van het een komt het ander. Eerst een nieuwe bedrijfscommunicatiecentrale plus netwerk, nu een Traxys-mobilfoonnetwerk. Als dat Traxysnet dit najaar klaar is heeft ACM, totaalleverancier op veevoedergebied voor Noord-Oost Nederland, communicatiefaciliteiten die perfect aansluiten op de geautomatiseerde administratie.



Verhooper Klaas
Schepse: mijlpaal
Foto: Remé van der
Werd

op- en verkoop-
heeft vestigin-
Zwolle,
Emmen.
allerde
bedrijfs-

proef is geslaagd. „ACM wil communi-
cieren vanaf het hoofdkantoor naar de
vrachtwagens voor het aansturen en
begeleiden van transporten. De klant wil
meer dan alleen maar bereikbaarheid.
We hebben nu voor een mobilfoon
gekozen waarmee je via codes voorge-
programmeerde boodschappen kunt
zenden. De bestellingen in de ver-

voerd aan
gegevens
te

geweest. „Het is de grootste order uit
mijn carrière, en de ontwikkeling gaat
door, het kan verder uitgroeien. ACM is
de eerste Traxysklant in het district. Als
we perfect leveren en zorgen dat de klant
tevreden is, kunnen we dit gebruiken als
referentie. ACM heeft zelf al gezegd dat
het de telecomregio als aanspreekpunt
wil voor alle vestigingen.”



transport, havens en luchthavens, openbaar vervoer, taxi, be-
wakingdiensten, nutsbedrijven (elektriciteit, gas en water),
service-organisaties, hulpdiensten (politie, brandweer, ambu-
lance, wegenwacht), overheid (gemeentelijke, provinciale en
rijksdiensten) en industrie (chemie, olie-raffinaderijen etc.)².

Het gaat met andere woorden om een niet gering aantal men-
sen dat van mobiele communicatie via gesloten netten ge-
bruik maakt. Door deze omvang – in totaal ruim 200.000 mo-
bilifoons en portofoons – en vanwege gewijzigde behoeften
en verscherping van wetgeving is men de afgelopen jaren in
de gesloten nettenmarkt tegen een viertal begrenzingen aan-
gelopen.

- Een beperkt aantal frequenties waardoor storing (onderbre-
kingen, slechte verstaanbaarheid), congestie (wachttijden)
en medegebruik optreden.

◀ Afb. 1

Behalve traditionele gebruikers-
groepen van gesloten netten zoals
hulpdiensten, openbaar vervoer,
taxi, luchthaven Schiphol, havens
en wegtransport, spreken de
talrijke mogelijkheden van Traxys
ook nieuwe gebruikersgroepen aan.
Bijvoorbeeld ACM – Aankoop- en
verkoop Combinatie Meppel – een
belangrijke veevoederleverancier in
Noord-Oost Nederland met vesti-
gingen in Groningen, Drachten,
Zwolle, Meppel en Emmen. (Bron:
Signaal, jrg. 23, nr.9).

² In het decembernummer 1990
van het Studieblad is in een
tweetal artikelen aandacht
besteed aan het gebruik van de
mobilfoon/portofoon in *Nieuw
radiocommunicatie-systeem voor
ECT* (pp. 608-620) en *Nieuw
mobilfoonnet voor ANWB*
(pp. 634-648).

³ Naast de keuze in werkingsgebieden en aanvullende faciliteiten kan in Traxys ook nog worden gekozen voor het al dan niet in het abonnement opnemen van een bepaalde hoeveelheid spreektijd (een zgn. 'flat rate'-tarief d.w.z. maandelijks worden de voor elk mobiel beschikbare 90 minuten gesprekstijd gemiddeld over de vloot). Eveneens zijn er mogelijkheden voor bedrijven om op basis van een eenmalig entreebedrag te kiezen voor een bepaalde vlootomvang, die in principe onbegrensd is en uit bijvoorbeeld 15, 50 of 2×700 mobieleën kan bestaan. Tevens is nog de keuze mogelijk uit een gecombineerd voice/data-abonnement of een apart data-abonnement (waarbij voice tegen een verhoogd verkeerstarief overigens wel beschikbaar is). Op basis van de bedrijfsprocessen zal de gebruiker in Traxys dus altijd zijn eigen maatwerk-pakket kunnen samenstellen.

- Het uitbreiden van bestaande en de bouw van nieuwe netten gaat met tijdrovende procedures gepaard. Flexibel inspelen op nieuwe ontwikkelingen in de informatietechnologie en op fusies, overnames, reorganisaties e.d. wordt hierdoor ernstig bemoeilijkt.
- Weinig faciliteiten die alleen moeizaam en tegen hoge kosten te realiseren zijn.
- De reikwijdte (het werkingsgebied) van conventionele gesloten netten is beperkt.

Zoals in dit artikel wordt toegelicht, kan Traxys voor al deze knelpunten maatwerkoplossingen bieden via een landelijke infrastructuur waarin virtuele privé-netten gerealiseerd worden met een groot aantal faciliteiten. Omdat de infrastructuur er al ligt, zijn aansluitingen op Traxys snel te realiseren; vaak al binnen één dag. De reikwijdte van het virtuele privé-netwerk kan zich afhankelijk van de behoefte van de gebruiker tot het eigen bedrijfsterrein beperken, maar ook is het mogelijk om als werkingsgebied te kiezen voor een bepaalde stad, één of twee regio's (zgn. duo-regionaal), tot en met een landelijke bedekking. Internationaal gebruik van Traxys-apparaatuur is eveneens mogelijk. Overeenstemming hierover heeft PTT Telecom inmiddels bereikt met de operators van Chekker (Duitsland), Speedcom (Zwitserland) en Commobiell (Luxemburg). De keuze in abonnementsvormen is binnen Traxys dus bijzonder groot, zeker wanneer ook nog de mogelijkheden van extra-faciliteiten voor zowel spraak als data in ogenschouw worden genomen³.

Belangrijke standaardfaciliteiten van Traxys zijn onder meer: individuele oproep, wachtrij tijdens in-gesprek (oproepen hoeven niet meer verloren te gaan), call back en nummerindicatie (op het display van de mobilfoon is het nummer van de oproeper zichtbaar, zie foto 1). Spraak- en data-faciliteiten die standaard in het voice-abonnement zijn opgenomen en waarvoor alleen verkeerskosten of een klein bedrag per activering worden berekend zijn: toestel doorschakelen, conferentie-oproep, noodoproep, statusberichten (tweecijferige codeberichten) en korte databerichten (184 of 704 bits). Belangrijke optionele faciliteiten zijn: groepsoproep, prioriteitsoproep, modemoproep (datacommunicatie via 9600 baud



◀ Foto 1

Efcyvox M3000. High-end trunking mobilfoon voor alle Traxys-faciliteiten.

modem), mailbox (voor uitlezen van status- en korte data-berichten), PBX-koppeling, koppeling-lijnbediening (voor meldkamers) en PSTN-doorverbinding⁴.

Dankzij al deze mogelijkheden spreekt Traxys naast de traditionele gebruikers van gesloten netten ook nieuwe gebruikersgroepen aan. Voorbeelden uit de bonte staalkaart van huidige Traxys-gebruikers zijn onder andere veevoederbedrijf ACM, Emons Transport (reststoffen land- en tuinbouw), Brinks Nedlloyd geldtransporten, afvalverwerkingsbedrijf Van Vliet Containers, regionale taxibedrijven en Maks Dinner, een mobiele cuisinier. Ook in eigen huis maakt PTT van Traxys gebruik, bijvoorbeeld voor de koerierdienst EMS van PTT Post (spraaktoepassing) en ten behoeve van servicemonteurs van PTT Telecom (datatoepassing)⁵.

In dit artikel zal uitgebreid ingegaan worden op de talloze mogelijkheden die Traxys op spraak- en datagebied heeft. Aan de hand van een praktijkvoorbeeld uit de transportsector wordt vervolgens een beeld geschetst van de geavanceerde telematica-toepassingen die met Traxys te realiseren zijn. Allereerst zullen we echter de algemene kenmerken van Traxys en de

⁴ PSTN, Public Switched Telephone Network, is de Engelse term voor het telefoonnet. Op de verschillende faciliteiten wordt verderop in dit artikel uitvoerig teruggekomen in afzonderlijke paragrafen over spraak- en datafaciliteiten.

⁵ In de paragraaf 'Datadiensten en -faciliteiten' wordt op het gebruik van Traxys voor de ondersteuning van service-monteurs van PTT Telecom nader ingegaan. Op de omslag van dit nummer van PTT Telecom Studieblad ziet u Traxys in gebruik bij Brinks Nedlloyd geldtransport. Op welke manier Brinks Nedlloyd, Maks Dinner en Van Vliet Containers met Traxys werken is behandeld in *Telescope*, het informatie-magazine van PTT Telecom voor het bedrijfsleven: 1991/4 (pp. 23-25) en 1993/4 (pp. 6-8; 26-27).

netwerkopbouw behandelen. In de verdiepingstof komt ten slotte de werking van het radio-systeem aan de orde en wordt de gespreksopbouw toegelicht.

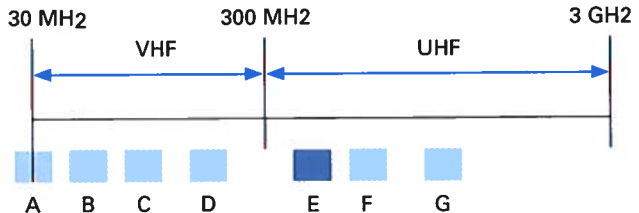
Waarom Traxys

De explosieve toename van mobiele communicatie (autotelefonie, semafoon, mobilofonie, Greenpoint, marifonie, paging, in-house-paging, draadloze telefonie, radio-LANs etc.) en het nog altijd groeiende gebruik van radiospectrum voor satellietcommunicatie, omroepdoeleinden, de besturing van modelboten etc. maken het noodzakelijk om steeds kritischer met de beschikbare frequenties om te gaan. Anders dan in het telefoonnet is het in de ether nu eenmaal niet mogelijk om er gewoon wat nieuwe kabels bij te leggen. Alles moet via dat ene, eindige medium gerealiseerd worden, waarbij voor elke toepassing/dienst wettelijk een bepaald gedeelte gereserveerd is. Voor de mobiele bedrijfscommunicatie waarover we het hier hebben gaat het dan om banden in de VHF en UHF, het gebied tussen 30 MHz en 3 GHz, zoals afbeelding 2 laat zien⁶.

⁶ Voor een meer uitgebreide behandeling van deze problematiek, zie: J. Blik, *Radio en internationale regelgeving*, PTT Telecom Studieblad, maart 1991, pp. 162-178. VHF = Very High Frequencies; UHF = Ultra High Frequencies.

► Afb. 2

Enkele belangrijke diensten in HF, VHF en UHF. A = 27 MHz band (HF) voor o.a. afstandsbesturingen van modellen, personenoproepsystemen; B = 40 MHz band (VHF) in gebruik voor draadloze telefonie (CT0) en o.a. elektriciteitsbedrijven; C = 80 MHz band (VHF) o.a. politie, PTT; D = 160 MHz band (VHF) t.b.v. brandweer, ambulance, openbaar vervoer, particuliere mobilfoongebruikers, marifoon, semafoon en auto-telefoon; E = 410-430 MHz band voor Traxys; F = 460 MHz band (UHF) voor dezelfde diensten als bij D; G = 900 MHz band (UHF) o.a. voor draadloze telefonie (CT1, CT2 en binnenkort voor GSM/ATF-4).



Om een efficiënter gebruik van de voor gesloten netten beschikbare frequenties mogelijk te maken, is eind jaren tachtig de trunking-techniek ontwikkeld. Het trunking-principe is gebaseerd op een gemeenschappelijk gebruik van radiokanalen. Dit in tegenstelling tot conventionele gesloten netten waarbij een radiokanaal in een bepaald gebied exclusief aan één gebruikersgroep wordt toegewezen. Het trunking-principe wordt dan ook wel het bundelprincipe genoemd: meerdere gebruikers op gezamenlijke kanalen, waarbij alle gebruikers steeds op elk van deze kanalen een beroep kunnen doen. Tot tien keer zoveel gesprekken zijn met deze techniek over hetzelfde aantal frequenties te voeren.

Rekenvoorbeeld

Aan de hand van een rekenvoorbeeld is de winst in efficiency duidelijk te maken. Zo kunnen twaalf kanalen in een trunkingsysteem circa 6 Erlang verkeer verwerken waarbij 95% direct een kanaal krijgt toegewezen en ongeveer 5% via de wachtrij afgehandeld wordt. Twaalf één-kanaals conventionele systemen kunnen slechts $12 \times 0,05 \text{ Erlang} = 0,6 \text{ Erlang}$ verwerken bij dezelfde kans op stagnatie, terwijl de gemiddelde wachttijd groter is dan bij een trunkingsysteem.

Maar niet alleen de spectrum-efficiëntie is belangrijk. Ook voor de individuele eindgebruiker biedt een trunkingnetwerk zoals Traxys belangrijke voordelen. Zo zijn de problemen van het medegebruik opgelost, is een groot aantal oproeptypen en faciliteiten beschikbaar en biedt het netwerk een hoge geluidskwaliteit.

Bedrijven kunnen in Traxys altijd een optimaal op hun bedrijfsprocessen afgestemd, scherp geprijsd totaalpakket samenstellen. Via één en hetzelfde netwerk kan namelijk op zeer flexibele wijze op de meest uiteenlopende gebruikersbehoeften ingespeeld worden. Veel beter dan via een eigen gesloten net is het in Traxys ook mogelijk de toepassingen mee te laten groeien met de ontwikkelingen in de branche waarbinnen men actief is. Nieuwe ontwikkelingen zoals geavanceerde telematicatoepassingen, maar ook groei, fusies en overnames zijn gemakkelijk op te vangen. Een hoge toegevoegde waarde en een hoog rendement gaan binnen Traxys hand-in-hand⁷.

Omdat gebruikers niet steeds over één, exclusief kanaal spreken (zoals in conventionele gesloten netten), wordt meeluisteren bemoeilijkt wat de privacy ten goede komt. Door te kiezen voor 'data-encryptie' kan zelfs een totale privacy worden bereikt.

Hoe werkt trunking

Zoals hiervoor al is aangegeven, is trunking gebaseerd op het bundelprincipe. Dit om meer verkeer over de beschikbare fre-

⁷ Traxys realiseert daarmee op mobiel gebied nu reeds wat de IN-technologie straks ook binnen het vaste telecommunicatienetwerk mogelijk moet maken, namelijk Virtual Private Networks (VPN). Zie hiervoor: A.M.M. Hoornweg van Rij, *IN: een toverformule?*, PTT Telecom Studieblad, april/mei 1992, pp. 202-207.

⁸ Je zou dat kunnen vergelijken met het D-kanaal in ISDN of met de gemenewegsinalering C7 die op de intercentrale-verbindingen van het telefoonnet wordt toegepast. In conventionele gesloten netten verloopt deze signalering nog gewoon over het verkeerskanaal in de vorm van 'toonriedels' (toonvolgorde-signalering, TVO), zoals iedereen wel eens in een taxi of bus gehoord zal hebben.

quenties te kunnen afhandelen. De radiokanalen, die in het trunkingnetwerk tot één bundel zijn samengevoegd, worden door een area controller (d.w.z. een speciaal soort computer) bestuurd. Eén radiokanaal uit de bundel fungeert hierbij als organisatiekanaal waarover de verbindingen worden aangevraagd⁸.

Alle mobilofoons en portofoons in het trunkingnet staan doorlopend op dit organisatie- of controlekanaal afgestemd (roaming). Het systeem weet zodoende bij een binnenkomende oproep altijd waar de mobiele gebruiker zich bevindt. Wil de mobiele gebruiker zelf een gesprek aangaan, dan wordt via het organisatiekanaal het nummer doorgegeven van degene die hij wil spreken. Het systeem zal vervolgens aan zijn gesprek automatisch één vrij communicatiekanaal uit de totale bundel toewijzen (zie ook de verdiepingstof).

Opbouwen van een verbinding

Op het moment dat een gebruiker (de oproeper) een verbinding wenst, wordt deze door de automatische uitwisseling van enkele datapakketjes over het organisatiekanaal bij de controller aangevraagd. Door de controller wordt voor de duur van het gesprek een vrij radiokanaal uit de bundel gehaald. Via het organisatiekanaal laat de controller aan de oproeper en opgeroepene weten dat zij over dit vrije radiokanaal kunnen communiceren. Gelijktijdig kunnen andere gebruikers vanzelfsprekend de overige vrije verkeerskanalen toegewezen krijgen. Aan het eind van een gesprek wordt het radiokanaal ten slotte weer aan de bundel toegevoegd.

Deze methode heeft tot gevolg dat steeds maar één verbinding via het radiokanaal afgehandeld kan worden, waardoor medegebruik van het kanaal door anderen niet zal plaatshebben. Bovendien wordt op deze manier een betere verkeersverdeling over de beschikbare radiokanalen bereikt. Er wordt dus zuiniger met de schaarse frequenties omgesprongen.

Om ervoor te zorgen dat steeds voldoende communicatiekanalen beschikbaar zijn, zal een trunkingbasisstation afhanke-

lijk van de gebruikersdichtheid in een bepaald gebied met 3 tot 15 verkeerskanalen worden uitgerust. Daarnaast beschikt het basisstation uiteraard over één controle- of organisatiekanaal. Is er in een bepaald gebied sprake van intensief status- en kort databerichtverkeer, dat eveneens over het organisatiekanaal verloopt, dan kan hiervoor een extra controlekanaal worden gereserveerd.

Van single-site naar multi-site

De ontwikkeling van getrunkte netwerken is gestimuleerd door de totstandkoming van een standaard voor het trunking-protocol. Deze open standaard is opgesteld onder leiding van het Engelse Department of Trade & Industry (DTI) en wordt inmiddels in een groot aantal landen toegepast. Zowel voor privé-netten (single-site trunking) als voor openbare trunkingnetwerken (multi-site) geldt in Europa de zogenaamde MPT1327/1343 nu als een defacto-standaard⁹.

Kijken we wat nader naar de openbare trunkingnetten dan hebben netwerkkoperators in onder andere Australië, Duitsland, Finland, Frankrijk, Groot-Brittannië, Luxemburg, Nederland, Polen, Spanje en Zwitserland voor het hanteren van deze standaard gekozen. Een dergelijke internationale overeenstemming is belangrijk omdat de daaruit voortvloeiende schaalvergroting de kosten van gebruikersapparatuur helpt drukken en de ontwikkeling van nieuwe applicaties stimuleert.

De trunkingtechniek is allereerst toegepast in privé-omgevingen met een grote mobilfoon-/portofoondichtheid, zoals luchthavens en havencomplexen. Daarna volgde al heel snel de toepassing in openbare netwerken.

Single-site trunkingsystemen. Vooral in omgevingen met een grote mobilfoon/portofoondichtheid ontstond in de jaren tachtig een enorme frequentienood. Denk maar eens aan luchthaventerreinen waar het grondpersoneel, de bevrachters, cateraars, luchthavenpolitie etc. allemaal in hun communicatiebehoefte moeten voorzien. Om in dit soort omgevingen snel de frequentienood te kunnen oplossen, is hier de trunkingtechniek allereerst toegepast in zogenaamde single-site trunkingsystemen. Deze vooral particuliere trunkingnetten

⁹ Een defacto-standaard is een standaard die door de markt is bepaald (vergelijk VHS in de videowereld). Dit in tegenstelling tot de officiële standaards die door speciale instanties als CCITT en ETSI zijn vastgelegd. MPT1327 A Signalling Standard for Trunked Private Land Mobile Radio Systems, Department of Trade and Industry, UK, January 1988. MPT1343 System interface specification for radio units to be used with commercial trunked networks operating in Band III sub band 2, Department of Trade and Industry, UK, January 1988.

zijn gebaseerd op 1 basisstation (met meerdere verkeerskanalen) en heffen twee van de eerdergenoemde begrenzings van conventionele 'gesloten netten' op: beperkte verkeerscapaciteit en weinig faciliteiten. In Nederland zijn inmiddels enkele van dergelijke particuliere trunkingnetten in dienst, onder andere op de luchthaven Schiphol, een groot chemiecomplex in Limburg (een private-site gerealiseerd binnen Traxys) en een olieraffinaderij in de Rijnmond.

Multi-site trunkingsysteem. Vervolgens ontstond de mogelijkheid om lokale trunkingnetten te koppelen en daarmee om grotere systemen te gaan bouwen. Openbare trunkingnetten ontstonden, waaronder Traxys van PTT Telecom. Dit multi-site trunkingsysteem is gebaseerd op MPT1327/1343 en realiseert landelijke bedekking voor mobilfoongebruikers. Alle in de inleiding genoemde begrenzings van conventionele 'gesloten netten' zijn hiermee weggenomen.

Eind maart 1991 is Traxys opengesteld in de regio's Amsterdam, Den Haag, Rotterdam, Utrecht en de provincie Limburg. Vanaf dat moment is Traxys eerst in de grote stedelijke gebieden uitgebouwd en sinds eind 1992 is er sprake van een landelijke mobilfoonbedekking.

Ook portofoons kunnen in Traxys gebruikt worden¹⁰. In enkele gebieden (rond Rotterdam en Amsterdam) zijn daarvoor extra basisstations gebouwd om zodoende voor een goede portofoonbedekking te kunnen zorgen. N.B. Portofoons werken met kleinere zendvermogens dan mobilfoons; de gemiddelde portofoon heeft een bereik van ongeveer 4 à 5 km, een mobilfoon van ± 20 km.

De opbouw van het netwerk

Met een abonnement op Traxys beschikt de gebruiker over een mobiel communicatiemiddel dat door het hele land tal van gemakken, faciliteiten en gebruiksmogelijkheden heeft. Het systeem houdt bij waar de gebruikers zich bevinden; zoeken of het gelijktijdig over meerdere basisstations moeten uitzenden van een oproep is er dus niet meer bij (spectrum-efficiëntie!). Het Traxys-netwerk is daarvoor uit vier basiscomponenten opgebouwd.

- Basisstations (BSs). De basisstations verzorgen in Traxys de (hoogfrequent) communicatie tussen de mobiele gebrui-

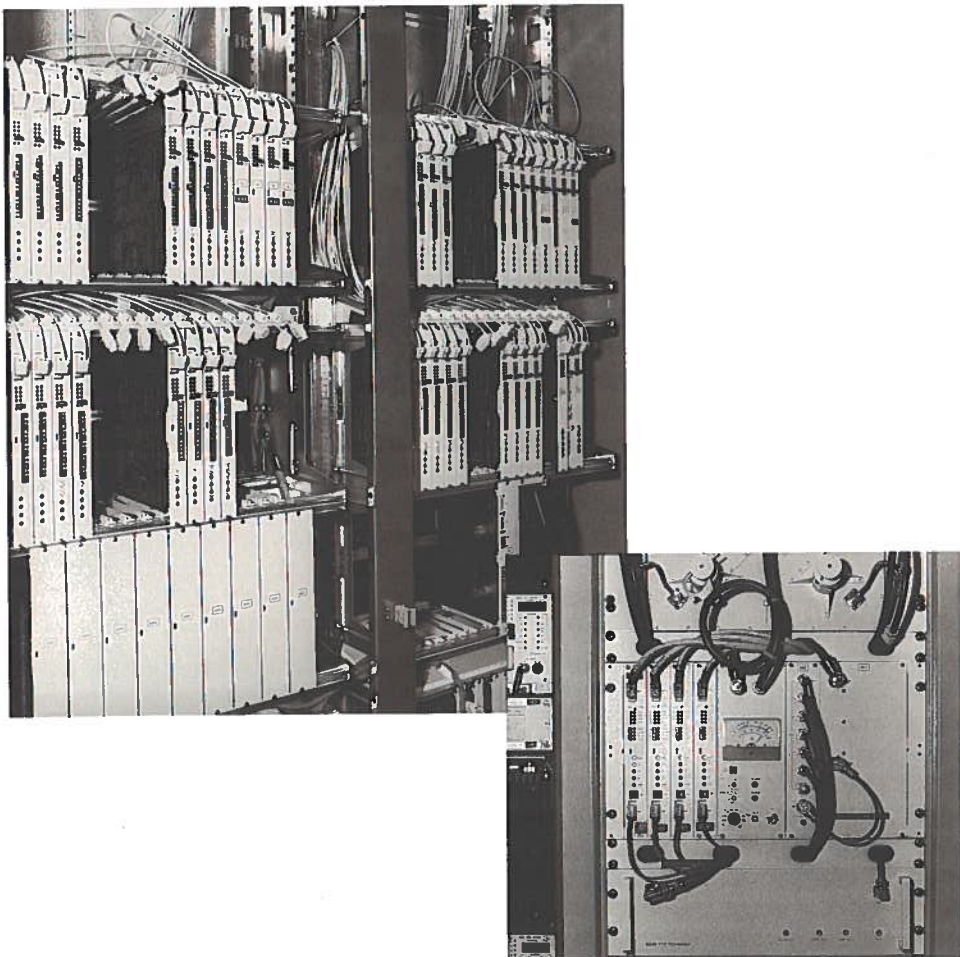
¹⁰ PTT Telecom levert twee typen trunkingportofoons, de P240 en P250. Het verschil tussen beide portofoons is de aanwezigheid van een 'keypad' op de P250 en het ontbreken van deze voorziening op de P240.



▲ Afb. 3

De regio-indeling van Traxys.

ker en het netwerk. Over heel Nederland zijn deze basisstations geplaatst, zodat een landelijke mobilfoonbedekking wordt gerealiseerd. Ten behoeve van portofoongebruik is in enkele regio's de dichtheid van basisstations zodanig dat ook een volledige portofoonbedekking wordt geboden.



▲ Foto 2

Basisstation Traxys (rechtsonder)
en Mobile eXchange (MX).

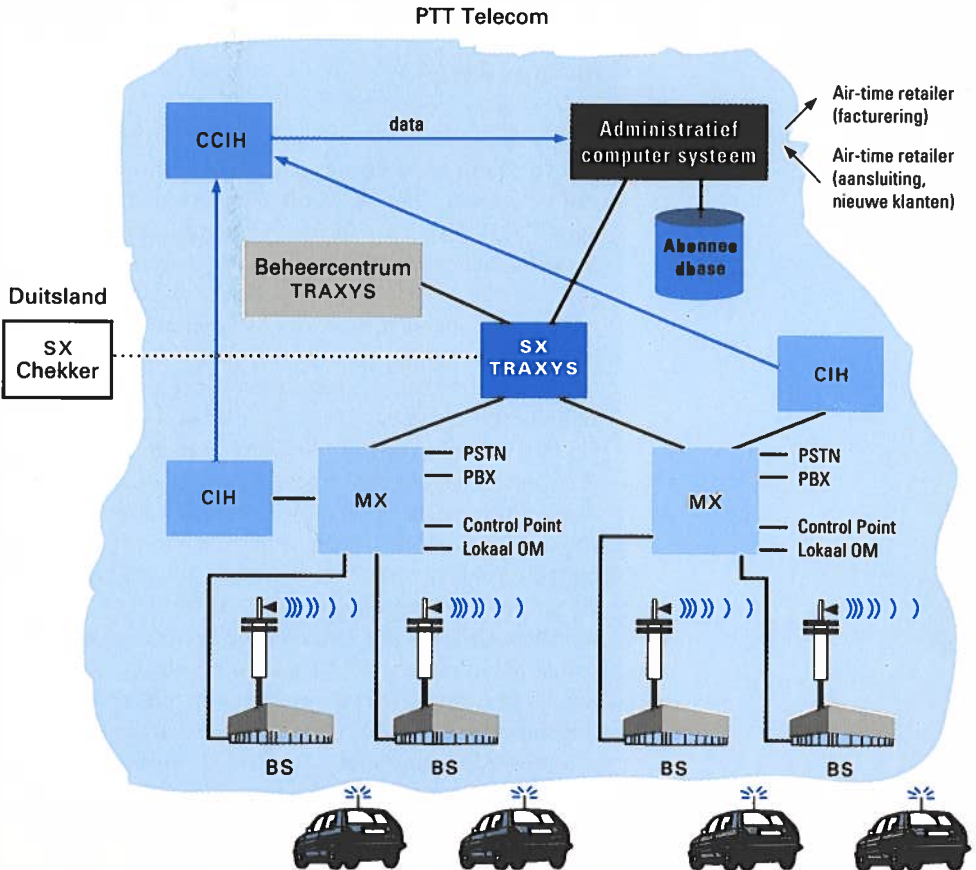
- Mobile exchanges (MXs). De MX is een regionale centrale die de verbindingen náár en tussen de mobiele gebruikers in een bepaald gebied verzorgt. De MX zal hiervoor een aantal basisstations besturen. Ook is in de MX een beheerfunctie voor de betreffende Traxys-regio opgenomen.
- System Exchange (SX). Dit is de systeemcentrale van Traxys. Verbindingen tussen mobiele gebruikers in verschillende MX-gebieden worden door de SX geschakeld. Ook bevat de SX alle gegevens van abonnees (o.a. welke faciliteiten gebruikt mogen worden) en hun locatie. In een

centrale database wordt hiervoor bijgehouden binnen welk MX-/Basisstationgebied een bepaalde abonnee zich bevindt. Ook verzamelt de SX alle apparatuuralarmen. De SX is dus niet alleen het schakelend hart van Traxys, maar bevat ook de administratieve en beheerkern van het systeem.

- Vaste Verbindingen (VV). De basisstations in een regio zijn via vaste verbindingen met hun MX verbonden. Tussen de verschillende MXs en de SX liggen eveneens vaste verbindingen.

Natuurlijk dient in Traxys niet alleen verkeer geschakeld te worden, maar moet er ook voor de netwerkplanning, facturering en het netwerkmanagement worden gezorgd.

▼ Afb. 4
De opbouw van het Traxys-netwerk.



¹¹ Verderop in dit artikel wordt op het beheer van Traxys in een aparte paragraaf dieper ingegaan.

¹² Je zou dat kunnen vergelijken met de callreports in de telefonie, die beschreven zijn in het oktober/novembernummer 1993 van het Studieblad op pp. 711-712).

- Operations and Maintenance (OM). Met behulp van de OM-functionaliteit in de SX en MXs kan de beheerorganisatie van Traxys storingsonderzoek verrichten en op afstand systeemp parameters instellen¹¹.
- Call Information Handler (CIH). De CIH is gekoppeld aan de MX en genereert verkeersstatistische informatie voor onder meer de netwerkplanning, en alle gegevens die nodig zijn voor de tarifiering¹².
- Central Call Information Handler (CCIH). Via een apart netwerk zijn alle CIH's op hun beurt weer met de CCIH verbonden. Deze CCIH verzamelt de gegevens uit de verschillende MXs voor de uiteindelijke productie van de verkeersstatistieken en ten behoeve van de facturering door de verschillende air-time retailers.

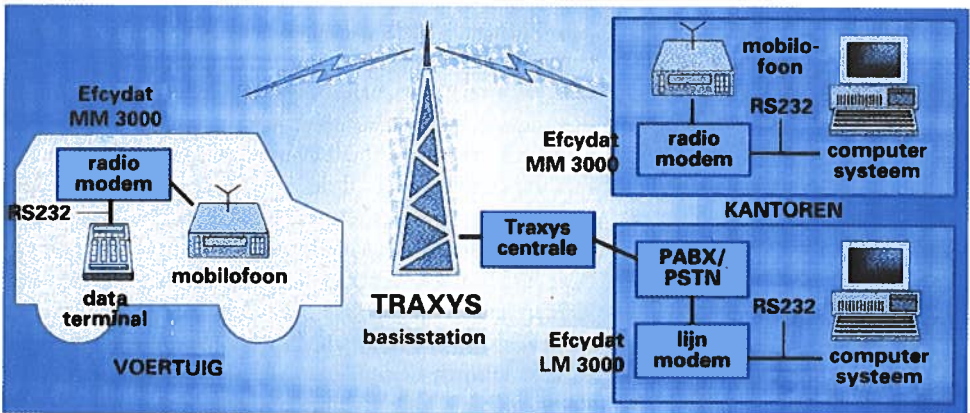
Air-time retailer

In Traxys is sprake van een bijzondere situatie waar het gaat om het in rekening brengen van de abonnements- en gesprekskosten. Traxys wordt namelijk niet exclusief door PTT Telecom aan klanten verkocht, maar door zogenaamde air-time retailers. Deze air-time retailers kopen van PTT Telecom als netwerkoperator in het groot radiotijd en abonnementen in. Zij leveren aan hun gebruikers vervolgens een compleet pakket bestaande uit abonnement, radiotijd, randapparatuur en eventuele bedrijfsspecifieke applicaties.

De tarieven voor de eindgebruikers worden in dit geval dan ook niet door de netwerkoperator bepaald, maar door de air-time retailer. Deze heeft zodoende alle benodigde commerciële vrijheid om voor verschillende doelgroepen optimale pakketten samen te stellen. Er zijn momenteel 7 air-time retailers, waaronder PTT Telecom zelf. Een speciale koppeling aan het Traxys-net (de zogenaamde 'koppeling functionele beheerterminal') stelt de airtimeretailer in staat mutaties te verrichten en nieuwe aansluitingen op te voeren. Ook kan hiermee het klantennota-proces worden uitgevoerd.

De koppeling met de thuisbasis

Waarover we tot dusver nog niet hebben gesproken, is over de koppeling tussen de mobiele gebruiker en zijn/haar thuisbasis. Binnen Traxys verzorgt de regiocentrale of MX deze koppeling, die in principe op twee manieren kan plaatsvinden: over de radioweg of via kabelverbindingen. In afbeelding 5 wordt dit geïllustreerd, waarbij is uitgegaan van een situatie dat over de verkeerskanalen spraak- én datacommunicatie wordt toegepast.



Voor kleinere bedrijven zal de verbinding tussen mobiele gebruiker en thuisbasis vaak volledig over de radioweg verlopen. De MX brengt deze verbinding tot stand. De radio-uitrusting van de thuisbasis verschilt in dit geval (Fleetlink) nauwelijks van die van de mobiele gebruiker (zie afb. 5). Bedrijven met een grotere vloot zullen de communicatie met hun mensen onderweg meestal via een meldkamer of Control Point afhandelen. De MX beschikt hiervoor over rechtstreekse koppelingen met de Control Points, zoals in afbeelding 4 is te zien. Op deze afbeelding is ook de koppeling van de MX met bedrijfstelecommunicatiecentrales (PBX'en) en het openbare telefoonnet zichtbaar gemaakt. Hierdoor kunnen de mobiele Traxys-gebruikers met telefoonaansluitingen in hun bedrijf, Nederland of het buitenland bellen.

▲ Afb. 5
Verschillende mogelijkheden voor koppeling van de thuisbasis aan het Traxys-netwerk.

- Control Points (CP). Bedrijven met grote aantallen mobiele gebruikers zullen voor hun 'fleetmanagement' in de regel van een meldkamer gebruik maken. In de Traxys-terminologie wordt zo'n vaste gebruikerspost of fleetmanagement-terminal een Control Point dispatch terminal genoemd. Anders dan in conventionele gesloten netten zal het meldkamerpersoneel in Traxys zelf geen verbindingen tot stand hoeven te brengen, deze functie wordt verzorgd door de MX. De centralisten kunnen zich hierdoor volledig concentreren op hun hoofdtaak: het fleetmanagement. Allerlei aanvullende voorzieningen zullen daarnaast nog tot een verdere vereenvoudiging van het centralistenwerk kunnen bijdragen, zoals automatisering van de rittenadministratie en de overuren-registratie van chauffeurs.
- Openbare telefoonaansluitingen (PSTN). Via deze koppeling kan de Traxys-gebruiker in principe met iedere telefoonaansluiting of autotelefoonaansluiting bellen.
- PBX-aansluiting. Via deze koppeling kan de mobiele Traxys-gebruiker met elke PBX-aansluiting in zijn bedrijf bellen, zoals er ook vanaf elke PBX-aansluiting naar de mobiele Traxysgebruiker kan worden gebeld. Bedrijven met kleinere aantallen mobiele gebruikers zullen op deze manier eventueel ook de afhandeling van het gewone telefoonverkeer kunnen combineren met de afwikkeling van gesloten mobiele bedrijfscommunicatie. Tevens is op deze manier een rechtstreekse doorverbinding mogelijk tussen de klant die via het gewone telefoonnet belt en de beveiligingsbeambte of servicemonteur die zich op de weg bevindt.

Spraakdiensten en -faciliteiten

De communicatie binnen Traxys is gebaseerd op 'vloten'. Ieder bedrijf heeft de beschikking over een eigen vloot (virtueel privé-netwerk) waardoor een gesloten gebruikersgroep ontstaat. Voor de communicatie met individuele groepsleden en groepen van mobiele gebruikers zijn in Traxys verschillende oproeptypen gedefinieerd.

Individuele oproep. Individuele oproepen vinden plaats tussen twee leden van dezelfde vloot. Zodra het kanaal is toegewezen kan de communicatie met push-to-talk – dat wil zeggen het



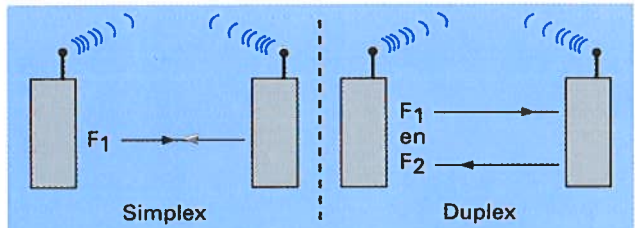
indrukken van de spreek sleutel – plaatsvinden (semi-duplex). Het kanaal is exclusief voor de duur van het gesprek. De verbindingsofbouw vindt zeer snel plaats. Binnen enkele honderden milliseconden wordt een verbinding gerealiseerd.

▲ Foto 3
Fleetmanagement-terminal of Control Point (CP-) dispatch terminal.

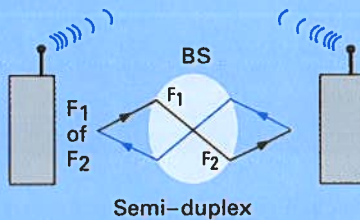
Simplex, duplex en semi-duplex

Een voor de gebruiker kenmerkende eigenschap van Traxys is dat van semi-duplex verbindingen gebruik wordt gemaakt. Daarnaast kennen we in de mobiele telecommunicatiewereld nog simplex en full-duplex verbindingen.

- **Simplex.** Wanneer er voor de communicatie tussen gebruiker A en gebruiker B slechts één frequentie beschikbaar is, dienen beiden om beurten te spreken en telkens om te schakelen van ontvangen naar zenden en weer terug. Onder andere in conventionele gesloten netten en 27MC-apparatuur (de bekende 'bakkies') wordt met dit principe gewerkt. De conversatie gaat dan als 'Ben je morgenmiddag bereikbaar, Over', 'Nee heb morgen vrij, Over'.



- Duplex. Voor een full-duplex verbinding die we onder andere kennen uit de autotelefonie zijn twee frequenties nodig en een zogenaamd duplexfilter in de randapparatuur. Zowel A als B kunnen tegelijkertijd spreken en luisteren, net zoals bij een gewoon telefoongesprek.



- Semi-duplex. In Traxys is sprake van een tussenvorm, namelijk semi-duplex. Ook hierbij wordt gebruik gemaakt van twee frequenties. De eerste frequentie wordt dan gebruikt voor de 'uplink' van gebruiker A naar het basisstation, terwijl de tweede frequentie wordt gebruikt voor de 'downlink' van het basisstation naar gebruiker B. Het basisstation maakt in dit geval dus van beide frequenties (F_1 en F_2) gebruik (duplex), de mobiele gebruikers kunnen gelijktijdig maar één van beide frequenties benutten (semi-duplex) en zullen moeten overschakelen van zenden (F_1) naar ontvangen (F_2) en weer terug. Om een aantal redenen wordt in Traxys van deze semi-duplex techniek gebruik gemaakt. Een van deze redenen is dat in de gebruikersapparatuur een duur duplex-filter kan worden weggelaten. Een andere belangrijke reden is het aanbieden van de faciliteit om verbindingen met PBX'en, het openbare telefoonnet en autotelefoongebruikers (duplex-netten) tot stand te kunnen brengen. Uiteraard een bijzonder handige faciliteit, alleen zal de partij aan de andere kant van de lijn er wel even aan moeten wennen

dat praten en ontvangen voor de Traxys-gebruiker slechts in één richting tegelijk mogelijk is. De duidelijke schakelklik die via de gewone telefoon hoorbaar is wanneer de Traxys-gebruiker zijn spreekleutel loslaat, geeft dit overigens duidelijk aan. In de praktijk blijkt deze vorm van communicatie dan ook aan beide kanten van de verbinding op weinig problemen te stuiten.

De gemiddelde gespreksduur van mobilfoongesprekken blijkt in de praktijk zo'n 35 seconden te bedragen. Om hoge gesprekskosten tegen te gaan en het bedrijfscommunicatieve karakter naar de gebruiker toe te onderstrepen is in Traxys een maximale gesprekstijd van circa 4 minuten ingesteld. Tien seconden voordat deze tijd verstrijkt wordt een waarschuwingssignaal gegeven. De gebruiker weet dan dat het gesprek kort daarna automatisch door het systeem zal worden verbroken.

Groepsoproep. De groepsoproep maakt het mogelijk de hele vloot of een gedeelte ervan met één nummer op te roepen. De oproep vindt plaats via het basisstation waar de oproep bij binnenkomt¹³. Alle deelnemers kunnen luisteren en praten. In de mobilfoons is geprogrammeerd wie deel uitmaakt van welke groepen. Standaard mobilfoons/portofoons kunnen van maximaal 8 groepen deel uitmaken.

Er zijn twee soorten groepsoproepen mogelijk.

- Conversatie mode: alle leden van de groep kunnen spreken en luisteren.
- Omroep mode: alleen de oproeper kan spreken. De andere leden van de groep kunnen uitsluitend luisteren.

Alleen de A-abonnee (oproeper) kan het groeps gesprek beëindigen.

Conferentiegesprek. De gebruiker kan met behulp van de dienst 'Conference Call' maximaal drie gebruikers in een bestaand individueel gesprek bijschakelen. Er zijn hiermee dus 'dynamische' groepen van maximaal vijf personen te vormen. Anders dan bij de groepsoproep is de groepssamenstelling van te voren namelijk niet vastgelegd.

Multi-Site groepsoproep. Dit is een groepsoproep die uitgaat

¹³ In incidentele gevallen, waarbij de noodzaak en het algemeen belang moeten kunnen worden aangetoond, is het mogelijk groepsoproepen over een groter gebied te laten plaatsvinden. Eenzelfde voorwaarde geldt voor het *tijdelijk* ter beschikking krijgen van een zogenaamd calamiteitenkanaal, waarmee de gebruiker het exclusief gebruik krijgt van één radiokanaal binnen Traxys dat vervolgens door een centralist op conventionele wijze wordt bestuurd.

over een aantal, in het netwerk geprogrammeerde, basisstations.

Nummerindicatie. Als een mobilfoongebruiker vanuit het Traxys-netwerk wordt opgeroepen dan verzendt het netwerk via het organisatiekanaal het nummer van degene die de oproep doet (A-abonnee). Dit individuele nummer, of het eventueel gebruikte groepsnummer, zal dan op het display van de opgeroepen mobilfoon (B-abonnee) zichtbaar worden gemaakt¹⁴.

Oproepgeheugen voor ontvangen oproepen. Eigenlijk geen faciliteit van het netwerk, maar van het randapparaat.

Call back. Als een B-abonnee opgeroepen wordt maar hij/zij de oproep vanwege bijvoorbeeld laden of lossen niet kan/wil beantwoorden, zal de Traxofon de oproep bevestigen met het bericht 'I am busy, I will call back'. De A-abonnee ontvangt een codebericht om dit aan te geven. Het is afhankelijk van het type randapparaat hoe het bericht weergegeven wordt en in welke taal. In het geheugen van het toestel van de opgeroepene wordt het terug te bellen nummer opgeslagen. Zodra iemand weer beschikbaar is, kan hij/zij met één druk op de knop degene die gebeld heeft bereiken. Er hoeft dus geen nummer te worden gekozen.

Ook is het mogelijk om in geval van een wachtrij op de basispost of bij een andere mobiele gebruiker, deze wachtrij te verlaten en met *0* (call back request) aan de ander te laten weten dat er contact wordt gezocht¹⁵. Voor een chauffeur die midden in het drukke verkeer zit, kan dit bijvoorbeeld een handig hulpmiddel zijn om de in gesprek zijnde basispost te laten weten dat hij contact zoekt.

Telefoondoorverbinding. De gebruiker kan direct toegang krijgen tot het openbare telefoonnet (PSTN). Er zijn drie keuzemogelijkheden:

- gehele nationale telefoonnet,
- lijst van maximaal 15 telefoonnummers (ook internationaal) die verkort gekozen kunnen worden,
- een combinatie van bovenstaande twee, dus bijvoorbeeld het gehele Nederlandse telefoonnet + 15 internationale telefoonnummers via verkort kiezen.

¹⁴ In ISDN, het Integrated Services Digital Network, bestaat een vergelijkbare dienst die wordt aangeduid met de term Calling Line Identification (CLI). Zie: A. Horn en Y.M. van der Veen, *ISDN: een nieuwe fase in de ontwikkeling van het telecommunicatienet*, PTT Telecom Studieblad, juni/juli 1993, pp. 354-383.

¹⁵ Door het indrukken van de Statusoets (S-knop, zie foto 1) op de mobilfoon, wordt automatisch de *0-code gegeneerd. Het netwerk weet dan dat het om datacommunicatie (statusbericht) over het organisatiekanaal gaat. Door meteen na het indrukken van de S-knop een sterretje in te toetsen weet het systeem dat het om een call back request gaat. Door in plaats van het sterretje te kiezen voor een tweecijferige code weet het netwerk dat het om een door de gebruiker zelf gedefinieerd statusbericht gaat, dat als zodanig moet worden verzonden. De randapparatuur zal het codebericht automatisch kunnen omzetten in tekst (verg. foto 6).

Koppeling-(inkomend)telefoonverkeer. In z'n algemeenheid geldt dat het gebruik van het openbare telefoonnet via Traxys zich beperkt tot uitgaand telefoonverkeer (Traxys → PSTN). Middels de koppeling-inkomend telefoonverkeer is het in speciale gevallen echter mogelijk om door middel van doorkiezen een Traxys-vloot vanuit het PSTN te bellen (PSTN → Traxys). De 'Traxys-airtime' wordt dan verwerkt op de nota van de eigenaar van de koppeling.

Doorschakeldienst. De mobilfoongebruiker kan binnenkomende oproepen naar een ander nummer routeren. De oproeper krijgt dit andere nummer op zijn display te zien en kan kiezen:

- drukt op een toets en de verbinding komt tot stand (dit kan de mobilfoon automatisch doen),
- verbreekt de verbindingsofbouw omdat hij niet met het andere nummer wil communiceren.

Deze faciliteit biedt dus de mogelijkheid om de gebruiker te informeren over het feit dat de opgeroepene tijdelijk staat doorgeschakeld en op welk doorschakelnummer hij/zij precies bereikbaar is. Dit is nadrukkelijk iets anders dan de in het telefoonnet en PBX'ën toegepaste *21-dienst, die automatisch zorgt voor het doorlopen van het telefoongesprek naar een ander toestelnummer.

Ook is het mogelijk de primaire mobilfoonoproep automatisch door te laten lopen naar een secundaire mobiele oproep, bijvoorbeeld een pagingoproep. Via een pager of 'pieper' kan iemand die even bij een klant binnen is dan worden geïnformeerd over het feit dat er een oproep is binnengekomen bij de in de auto vast gemonteerde mobilfoon.

Wachtrij netwerk. Mochten alle communicatiekanalen van een Traxys-basisstation tijdelijk bezet zijn, dan zal een oproep door de wachtrij-mogelijkheid toch niet verloren hoeven te gaan. Om aan te geven dat een gespreksaanvraag even in de wachtrij moet worden geplaatst, krijgt de oproeper van het systeem de melding 'wachtrij'. Meteen wanneer er een verkeerskanaal vrijkomt zal het gesprek vervolgens afgehandeld worden. De capaciteitsplanning in Traxys garandeert dat 90% van de oproepen binnen maximaal 5 seconden wachtrij-tijd afgehandeld wordt. Tevens zal minimaal 80% van alle oproepen direct, dus zonder plaatsing in een wacht-

rij, plaatsvinden. De beschikbaarheid van vrije kanalen is in Traxys dus hoog te noemen.

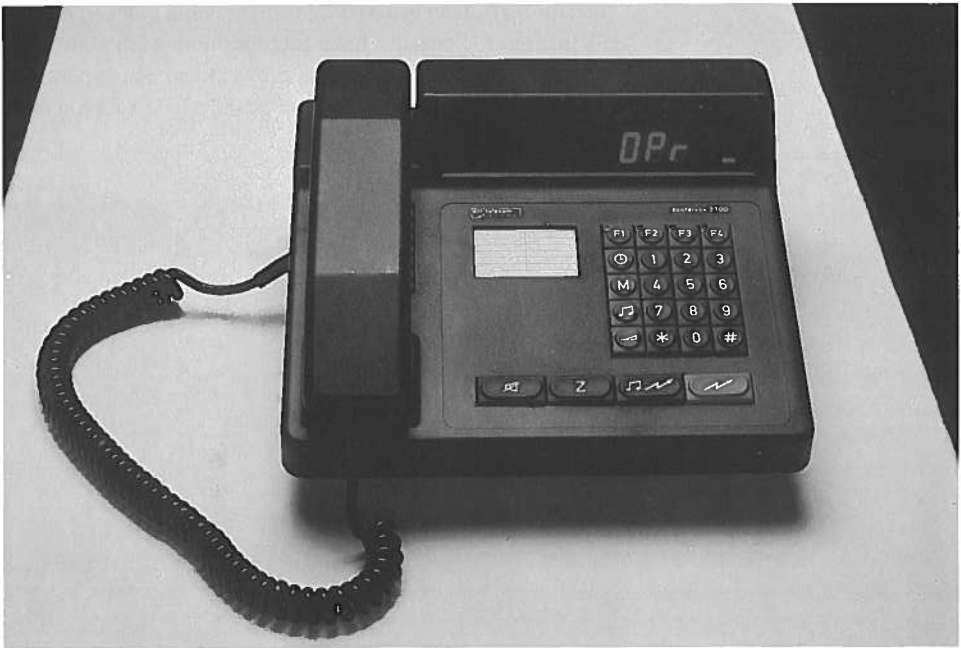
Wachtrij gebruiker. Naast een wachtrij voor vrij beschikbare kanalen in het netwerk, bestaat er ook een wachtrij-mogelijkheid (met één plaats) voor een in gesprek zijnde Traxys-aansluiting. Mocht dus bijvoorbeeld in geval van een Fleetlink-connectie (zie afb. 5) de vaste post in gesprek zijn, dan kan de oproep toch doorkomen zonder dat er een tweede oproep nodig is.

Oproepen van en naar een PBX. We zeiden al eerder dat een rechtstreekse koppeling tussen een bedrijfstelecommunicatie-centrale (PBX) en een area controller of Mobile eXchange (MX) mogelijk is. Deze koppeling is onder meer handig voor mobiele gebruikers die regelmatig met verschillende mensen op de thuisbasis contact moeten onderhouden.

Oproepen van en naar control points. Een control point (fleetmanagement-terminal of basispost) is een meldkamersysteem voor bedrijven met grotere aantallen mobiele gebruikers, bijvoorbeeld een transportonderneming, taxi-centrale of de meldkamer van een beveiligingsbedrijf (verg. afb. 5). Omdat het hier in de regel om intensief verkeer tussen de meldkamer en het Traxys-netwerk gaat, is de fleetmanagement-terminal (een PC-applicatie, zie foto 3) of de basispost (een bedien-toestel, zie foto 4) direct met de MX verbonden.

Prioriteitsoproep. Prioriteitsoproepen worden afgehandeld vóór de normale oproepen. Dit speelt natuurlijk alleen wanneer er onverhoopt een wachtrij aanwezig is. Prioriteitsoproepen worden dan met voorrang behandeld. De volgende oproepen kunnen met prioriteit worden afgewikkeld: individuele oproep, groepsoproep en modemoproep.

Noodoproep. Afhankelijk van het type mobilfoon is in Traxys het uitzenden van een noodoproep mogelijk. Deze melding van een noodsituatie zal direct naar het alarmnummer 06-11 kunnen gaan of naar een ander, nader door de klant te bepalen nummer.



Datadiensten en -faciliteiten

Naast het voeren van gesprekken met de thuisbasis, andere mobiele gebruikers en telefoon- en PBX-aansluitingen, kent Traxys ook een scala aan mogelijkheden voor datacommunicatie. De hoge kwaliteit van Traxys, het feit dat zich geen medegebruik voordoet, de snelle verbindingsofbouw (landelijk vanaf 600 ms) en de goede bedekking, scheppen hiervoor de basis.

Een belangrijk voordeel voor de gebruikers is dat via datacommunicatie aanzienlijke kostenbesparingen gerealiseerd kunnen worden, omdat in luttele seconden veel informatie valt over te zenden. Het versturen van een kort statusbericht '11', kost bijvoorbeeld aanzienlijk minder tijd dan de mondelinge mededeling door een taxi-chauffeur dat hij zijn 'vrachtje' heeft afgeleverd en dat zijn auto vrij is voor een nieuwe rit. Andere belangrijke voordelen van datacommunicatie zijn dat de rust in de taxi bewaard kan blijven en dat passagiers niet kunnen meeluisteren naar mededelingen van de meldkamer. Het feit dat Traxys op een ideale manier spraak en data inte-

▲ Foto 4

De Centervox 2100, een basispost voor Traxys.

greert is voor de gebruikers vanzelfsprekend ook een belangrijk pluspunt. Tenslotte hoeft hierdoor in de auto minder apparatuur te worden ingebouwd, zal van maar één apparaat de bediening geleerd moeten worden en is maar één abonnement nodig.

Geautomatiseerde Ondersteuning Servicemonteur (GOS)

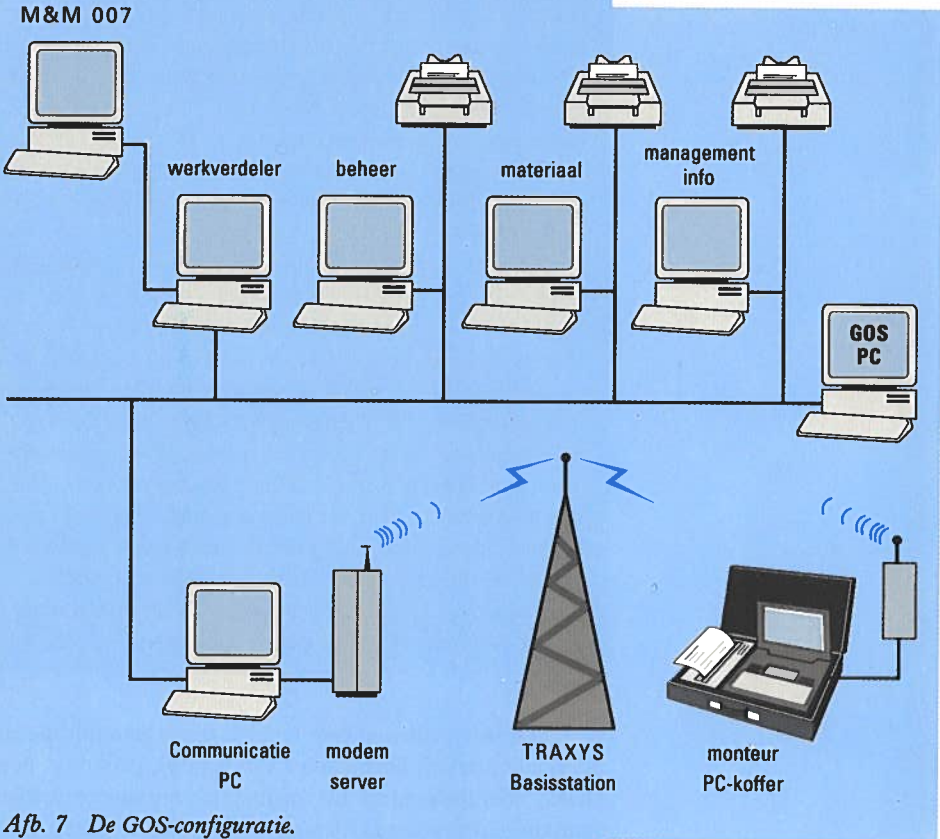
Een interessante toepassing van Traxys is het gebruik dat PTT Telecom hier zelf van maakt voor de ondersteuning van haar servicemonteurs. Het gaat daarbij om een specifieke data-toepassing. Van de spraakmogelijkheden van Traxys wordt dus geen gebruik gemaakt.



Foto 5 Servicemonteur met koffertje.

Kort gezegd komt het erop neer dat via Traxys de monteurs altijd kunnen beschikken over de juiste klantgegevens en andere belangrijke informatie (bijvoorbeeld gegevens over storingsmeldingen en met de klant contractueel overeengekomen responstijden). Daarnaast kan de monteur via Traxys laten weten welke materialen hij tijdens de onderhouds- en reparatiewerkzaamheden heeft gebruikt. Via het bevoorradingsproces Logistiek Service Goederen (LSG) zal het Distributie Centrum Services

(DCS) te Leidschendam er vervolgens voor zorgen dat deze materialen 's nachts weer in de service-auto worden aangevuld.



Afb. 7 De GOS-configuratie.

Om informatie te kunnen opvragen en doorgeven beschikt de monteur over een uiterst modern koffertje waarin een PC, modem en printer zijn opgenomen. Dit gemakkelijk te hanteren koffertje van ongeveer zes kilo moet er samen met Traxys voor zorgen dat tegen lage kosten de kwaliteit van de dienstverlening wordt verhoogd.

Hoe werkt een en ander nu in de praktijk? Stel een klant belt 06-0407 om een storing in z'n installatie te melden. Deze storing wordt opgenomen in het informatiesysteem

M&M007. De werkverdelers haalt deze storing uit het systeem, wijst die aan een bepaalde monteur toe en hevelt deze vervolgens over naar GOS, Geautomatiseerde Ondersteuning Servicemonteur. Monteurs nemen met hun koffertje via Traxys regelmatig contact op met GOS. Ze komen zo aan de weet welke klanten ze moeten bezoeken. Ze krijgen daarbij tevens informatie door over de aard van de storing, de soort apparatuur, het met de klant overeengekomen servicecontract e.d. Bij aankomst laat de monteur via zijn PC-koffer weten dat hij bij de klant is gearriveerd. Eenmaal klaar zal hij met z'n draagbare PC een service-bon opmaken, waarop onder andere de gewerkte tijd, de kosten en het gebruikte materiaal zijn gespecificeerd. Nadat de klant voor akkoord heeft getekend zal de monteur via zijn koffertje en Traxys de storing gereed melden. De facturering kan nu plaatsvinden en na afloop van de werkdag zal het verbruikte materiaal automatisch weer worden aangevuld door chauffeurs van expresdienst PCT (een joint venture van Perscombinatie Transport en PTT Post). Monteurs hoeven zodoende niet steeds bij een centraal magazijn langs te gaan om materialen op te halen, maar kunnen hun aandacht volledig wijden aan het snel en efficiënt helpen van de klant van PTT Telecom. De service-auto is daarbij hun rijdend magazijn, het koffertje hun mobiele kantoor.

De marktvoorspellingen voor mobiele datacommunicatie zijn uitermate positief. De opkomst van laptops, palmtops, notebooks, boordcomputers in vrachtauto's en andere mobiele computer-apparatuur is hieraan niet vreemd, evenmin als de dalende prijzen van dit soort computers. Voor de Verenigde Staten lopen de verwachtingen uiteen van vijf miljoen gebruikers binnen drie jaar, tot zo'n 26 miljoen gebruikers tegen het jaar 2000. Voor Europa is de schatting dat over een jaar of vier zo'n 2,5 miljoen mensen zich met mobiele datacommunicatie zullen bezighouden¹⁶.

Dat de belangstelling voor mobiele datacommunicatie sterk zal groeien, hangt uiteraard ook samen met de voortschrijdende automatisering van vitale bedrijfsprocessen op de thuisbasis. De integratie van geautomatiseerde gegevenswerking

¹⁶ De cijfers zijn ontleend aan het artikel 'Mobiele datacommunicatie: enthousiasme vooral bij de gebruiker', *Verbinding*, (94-2) pp. 4-6.

in de voertuigen en informatiesystemen op de 'wal' ligt dan voor de hand.

Een andere belangrijke reden voor de groeiende populariteit van mobiele datacommunicatie is de ontwikkeling van standaards ervoor. Bijvoorbeeld is ter ondersteuning van het dataverkeer in trunkingnetten een standaard interface ontwikkeld tussen mobil telefoons en dataterminals door een internationale groep leveranciers van randapparatuur, applicatie-ontwikkelaars en netwerkoperators¹⁷. Deze standaard, het Mobile Access Protocol for MPT1327 equipment (MAP 27), wordt door diverse randapparatuur-leveranciers in Europa en het Verre Oosten geïmplementeerd. In augustus 1993 verscheen versie 1.2 van deze data transfer standaard (zie tabel 1), die zich concentreert op de lagen 1, 2 en 3 van het OSI-model voor datacommunicatie.

De verwachting is dat MAP27 het gebruik van datacommunicatie binnen Traxys sterk zal stimuleren. Er is door de totstandkoming van deze standaard immers een brede basis ontstaan voor de ontwikkeling van applicaties. Te denken valt dan onder andere aan toepassingen gebaseerd op het lezen van barcodes (streepjescodes), mobiele betaalautomaten (betalen

¹⁷ De inbreng kwam vooral uit Nederland, Engeland, Duitsland en de Scandinavische landen, waar inmiddels ruime ervaring met trunkingnetten bestaat.

▼ Tabel 1

MAP27, de standaard voor het verbinden van MPT1327-apparatuur en dataterminals, maakt het aansluiten van een computer op het Traxysnetwerk even eenvoudig als het aansluiten van een computer op het telefoonnet. In de tabel zijn de typen databerichten weergegeven die in het MAP27protocol worden gespecificeerd.

Soort databericht	Kanaal	Eigenschappen
Statusbericht	Organisatiekanaal pakketgeschakeld data (1200 bps)	Een getal tussen 0 en 31 (5 bits) met ontvangstbevestiging
Kort databericht	Organisatiekanaal pakketgeschakeld data (1200 bps)	25 ASCII karakters (186 bits, dataformaat vrij) met ontvangstbevestiging
Verlengd kort databericht	Organisatiekanaal pakketgeschakeld data (1200 bps)	100 ASCII karakters (704 bits, dataformaat vrij) met ontvangstbevestiging
Non-prescribed data	Verkeerskanaal circuitgeschakeld data	Modemoproep (snelheid afhankelijk van type modem)

via bank- of giropas bij de chauffeur), het doorgeven van GPS-gegevens en het uitwisselen van informatie tussen vaste wal en mobiel over rittenschema's, overuren van de chauffeur, temperatuur in de koelruimte, benzineverbruik etc. Op de Bedrijfsauto Rai die in februari 1994 in Amsterdam werd gehouden, was een aantal van dit soort toepassingen al te zien. Daarnaast heeft de MAP27-standaard verbeteringen aan apparatuur mogelijk gemaakt, zoals het automatisch uitschakelen van de mobilfoonluidspreker bij het binnenkomen van data.

Afhankelijk van de bedrijfsprocessen/gebruikersbehoefte kan in Traxys uit een viertal vormen van datacommunicatie worden gekozen.

Statusbericht. Met behulp van een statusbericht kunnen 30 vrij te kiezen codeberichten met een van tevoren afgesproken betekenis worden overgezonden. Zo kan bijvoorbeeld het verzenden van cijfercode '16' betekenen: 'Ben met spoedbestelling bij klant gearriveerd'. Codebericht '9' kan betekenen: 'Geef uw positie door'. Met een handige 'bladerfunctie' kunnen alle codeberichten snel worden doorlopen en met een druk op de knop worden verstuurd.

De statusberichten kunnen zowel naar een individu als naar een groep worden verzonden. Bij een individuele oproep volgt altijd de bevestiging dat het bericht is aangekomen. Bij een groepsoproep zal geen bevestiging volgen. De kosten voor het verzenden van een statusbericht zijn laag. Het verzenden van achttien statusberichten kost minder dan het versturen van één brief. Omdat de statusberichten over het organisatie- of controlekanaal worden verstuurd, zullen zij razendsnel, dat wil zeggen binnen een paar honderd milliseconden, bij de ontvanger aankomen.

Korte data-berichten. Berichten met een lengte van maximaal 184 bits (25 ASCII-karakters) en van een zelf te kiezen dataformaat (zgn. transparant datatransport) kunnen tussen mobielen of naar de thuisbasis worden verzonden. De databerichten zijn te gebruiken voor het verzenden van een korte tekst (die de gebruiker kan aflezen op het alfanumerieke display van de traxfoon) of voor het verzenden van data met behulp van speciale applicaties. Bij dit laatste valt bijvoorbeeld te denken



aan het over radioweg doorgeven van artikelcodes voor bestellingen met behulp van een barcode-lezer.

Het databericht kan zowel naar een individu als naar een groep worden verzonden. Bij een individuele oproep volgt altijd een bevestiging dat het bericht is aangekomen. Bij een groepsoproep volgt geen bevestiging.

Verlengd kort data bericht. Met deze berichten kunnen langere databerichten (transparant) verzonden worden tot een lengte van 704 bits. Vertaald naar een alfanumeriek bericht in ASCII komt dit neer op een boodschap van in totaal 100 karakters. Omdat voor het versturen van statusberichten en korte en verlengd korte databerichten geen gebruik hoeft te worden gemaakt van een verkeerskanaal, maar uitsluitend van het organisatiekanaal, zal van het in een wachtrij plaatsen van deze berichten nooit sprake zijn. Zelfs het afhandelen van betalingstransacties via een in de vrachtauto ingebouwde betaalautomaat is zodoende mogelijk. De capaciteit van het Traxysnet voor deze vormen van datacommunicatie kan eenvoudig worden verhoogd door speciaal voor dit datatransport een extra organisatiekanaal aan de kanaalbundel toe te voegen. Op organisatiekanaal 1 vindt dan zowel signalering als data-

▲ Foto 6

Statusbericht 'In dienst' kan bijvoorbeeld worden gebruikt om 's ochtends bij het instappen aan de thuisbasis te laten weten dat men de weg opgaat.

transport plaats, organisatiekanaal 2 wordt alleen voor het verzenden van statusberichten en korte en verlengd korte databerichten gebruikt.

Modem oproep. Een individuele gebruiker kan een modemoproep laten uitgaan naar een andere individuele gebruiker of naar een groep van gebruikers. Met behulp van een modemoproep kunnen dataverbindingen overeenkomstig een door gebruikers zelf vast te stellen formaat/protocol worden opgebouwd. Wel is een speciaal extern radiomodem noodzakelijk voor foutcorrectie (verg. afb. 5).

▼ Foto 7

Efcydat MM3000. High-performance modem (9600 baud) voor mobiele datacommunicatie.



Betrouwbaarheid

Omdat Traxys toegepast wordt binnen de primaire bedrijfsprocessen van haar gebruikers heeft de betrouwbaarheid

van het netwerk bij het ontwerp voorop gestaan. De infrastructuur bestaat zoals we al zagen uit vier schakels: basisstations (BSs), vaste verbindingen (VV), Mobile eXchanges (MXs) en de System eXchange (SX).

De basisstations bestaan uit 4 tot 16 parallel geschakelde kanalen. Een storing van een van deze kanalen wordt automatisch gedetecteerd waarna het systeem dit kanaal buiten dienst neemt en de service-organisatie alarmeert. De andere kanalen ondervinden hiervan geen hinder. Alleen zal de verkeersverwerkende capaciteit van het basisstation tijdelijk iets lager zijn. Doordat de capaciteit voldoende ruim bemeten is, zal de gebruiker hiervan in de regel weinig tot niets merken. Alleen in het drukste uur zou er sprake kunnen zijn van een iets verhoogde kans op een wachtrij en een gemiddeld wat langere wachttijd.

Mocht onverhoopt het controle- of organisatiekanaal uitvallen, dan heeft dit voor de beschikbaarheid van het basisstation geen consequenties. Een van de verkeerskanalen wordt dan namelijk automatisch tot controlekanaal gebombardeerd. Indien het gehele basisstation uitvalt (bijv. wanneer de mast bij een vliegtuigongeluk wordt geraakt) dan is binnen Traxys vaak sprake van een overlap van bedekking door de naastgelegen basisstations. Communicatie blijft ook dan dus mogelijk, alleen zal de geluidskwaliteit tijdelijk wat minder zijn.

De vaste verbindingen bestaan uit een aantal parallel lopende verbindingen. Onderbreking van een verbinding leidt niet direct tot uitval maar wel tot enige vermindering van capaciteit. Mocht als gevolg van graafwerkzaamheden door derden de complete kabel middendoor worden gehakt, dan zullen uiteraard alle verbindingen tussen het getroffen basisstation en de rest van het netwerk komen te vervallen. Op dat moment treedt een voor Traxys unieke noodvoorziening aan het licht, namelijk fall-back. In de fall-back stand zorgt speciale software ervoor dat het basisstation op lokaal niveau gewoon door gaat met het verzorgen van radio-naar-radio verbindingen. Ook groepsoproepen blijven binnen zekere grenzen gewoon mogelijk. Het basisstation zal de fall-back stand automatisch weer verlaten wanneer twee of meer kanalen naar de MX operationeel zijn geworden.

De derde schakel in het communicatiesysteem is de MX. Een



▲ Foto 8

Efcyvox M2100. Traxys-mobilofoon met naar keuze een standaard of multifunctionele handset.

MX functioneert stand-alone en heeft de SX alleen nodig voor verkeer naar andere MX's en voor de invoer van nieuwe abonnees. De centrale delen van de MX-controller zoals de call control computer en de power supplies zijn redundant uitgevoerd. Natuurlijk is de MX op een no-break spanningvoorziening aangesloten. Zonder dat de gebruikers daar iets van merken zal deze bij het wegvallen van de netvoeding de stroomvoorziening van het systeem overnemen. In de MX is per radiokanaal een interfacekaart aanwezig. Evenals de radiokanalen staan ook de interfacekaarten parallel zodat een storing alleen leidt tot een iets lagere capaciteit.

De SX voldoet eveneens aan strenge eisen qua redundantie van power supplies en call control computers. Natuurlijk is ook de SX op een no-break spanningvoorziening aangesloten.

Beheer

Behalve de hierboven genoemde technische voorzieningen is voor een betrouwbaar functioneren van het netwerk natuurlijk ook een effectieve beheerorganisatie nodig, die 24 uur per dag klaarstaat voor preventief en correctief onderhoud. Daarbij wordt, net zoals voor alle andere diensten van PTT Telecom geldt, uitgegaan van een model dat dienstenmanagement, netwerkmanagement en elementmanagement onderscheidt. Zowel het technisch optimaal functioneren van het netwerk en haar afzonderlijke elementen, als een kwalitatief hoogwaardige dienstenlevering aan de klant zijn hiermee gewaarborgd¹⁸.

In concreto betekent dit voor Traxys dat vanuit een landelijk beheercentrum en enkele regionale centra de bewaking van het netwerk en de netwerkelementen plaatsvindt, 24 uur per dag en 7 dagen per week. Daarnaast kent Traxys nog het Servicecentrum Traxys. Dit Servicecentrum Traxys is de klanteningang van de netwerkoperator.

Servicecentrum Traxys. Hier kunnen de eerder genoemde 'airtime retailers' terecht voor indienststellingen, informatie en klachten. Het servicecentrum biedt toegang tot het administratieve computersysteem van de SX.

Beheercentrum Traxys. Het beheercentrum Traxys is het technische zenuwcentrum van het netwerk. In de vorm van foutbeheer, configuratiebeheer en prestatiebeheer wordt hier continu de status van het netwerk bewaakt.

- Foutbeheer; in de vorm van alarmen komen alle storingen automatisch bij het beheercentrum Traxys binnen, van waaruit acties genomen worden (zelf of via de servicemedewerkers in het land) om de storingen zo snel mogelijk te verhelpen.
- Configuratiebeheer; nieuwe netwerkelementen worden vanuit het beheercentrum Traxys softwarematig in dienst gesteld.
- Prestatiebeheer; door voortdurend het verkeer in het netwerk te meten (alle basisstations en centrales rapporteren hierover) wordt de noodzaak van netwerkuitbreidingen tijdig opgespoord, ruim voor de maximale belasting is bereikt. Deze systematische aanpak van het operationele beheer van Traxys zorgt ervoor dat de met de klant overeengekomen servicegraad, bijvoorbeeld 80% van de verbindingen komt direct

¹⁸ Een uitgebreide toelichting op de beheerfilosofie van PTT Telecom is te vinden in het speciaal aan dit thema gewijde dubbelnummer 'Netwerk-operations' van het Studieblad (oktober/november 1993, met name pp. 597-622).

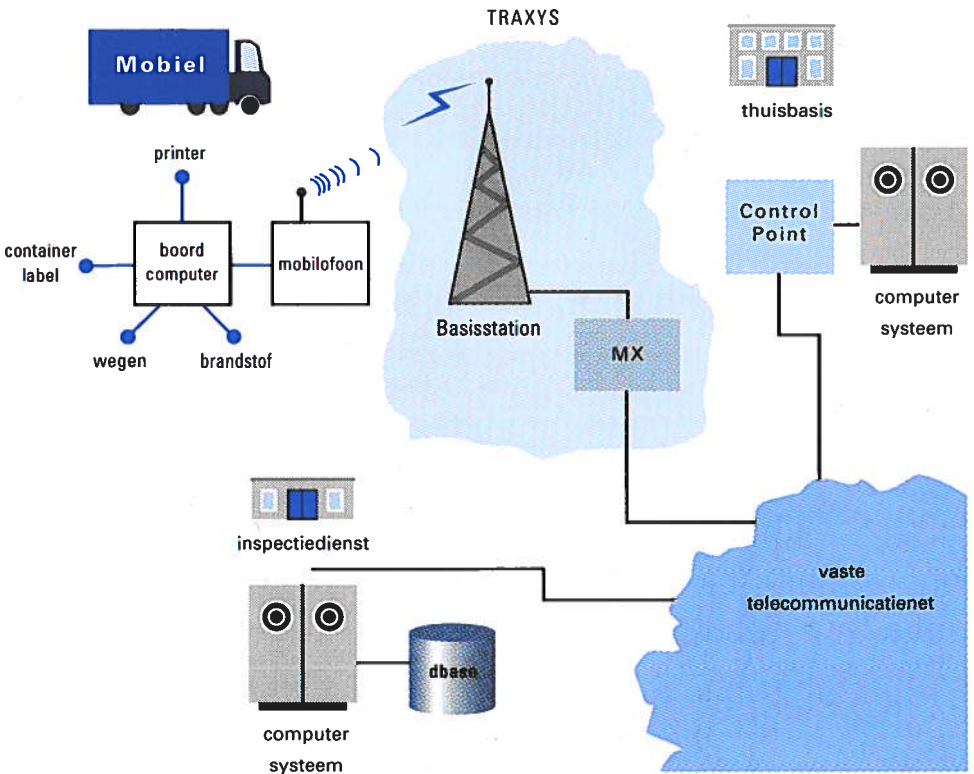
tot stand, in de praktijk ook daadwerkelijk wordt gerealiseerd. Op tactisch niveau speelt daarnaast nog de inbreng van Dienstenmanagement, op strategisch niveau van Marketing een belangrijke rol.

Beveiliging

▼ Afb. 8

Traxys maakt het toepassen van geavanceerde telematica-oplossingen mogelijk. Voor de hand ligt dan de geautomatiseerde gegevensverwerking in de voertuigen te integreren met de informatiesystemen op de 'wal'.

Misbruik van Traxys moet uiteraard worden voorkomen. Ieder Traxys-randapparaat beschikt daarom over een uniek securitynummer. Dit securitynummer is bekend bij het systeem. Als een gebruiker zich aanmeldt in Traxys dan wordt eerst gecontroleerd of het abonneenummer correspondeert met het securitynummer. Alleen wanneer deze controle succesvol verloopt wordt het randapparaat toegelaten. Bij gesprekken naar het telefoonnet wordt nogmaals een controle op



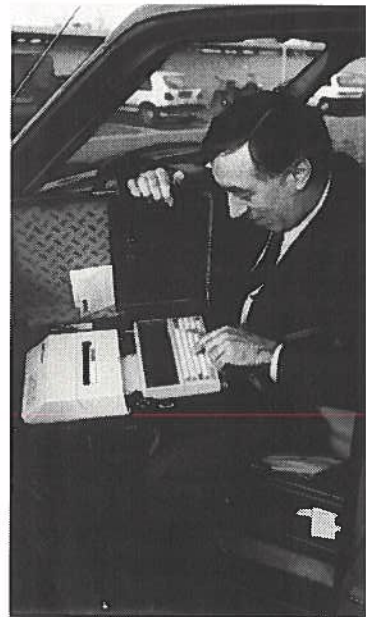
het securitynummer uitgevoerd om na te gaan of de beller hier ook daadwerkelijk gebruik van mag maken.

Een praktijkvoorbeeld: Traxys als communicatiesysteem bij het vervoer van rest- en afvalstoffen

Het transport van rest- en afvalstoffen is aan steeds strengere regels en milieuwetten gebonden. De huidige wetgeving vereist dat afvalstoffentransporteurs de herkomst, het gewicht, de samenstelling en de losplaats van afvalprodukten volledig registreren. De vervoerder krijgt daarmee een rol van 'boekhouder' en 'controleur' opgelegd. Een goede en efficiënte gegevensverwerking is in deze branche dan ook cruciaal. Traxys met z'n vele mogelijkheden voor spraak- en dataverkeer leent zich bij uitstek voor deze vorm van primaire bedrijfscommunicatie.

Mobiel. Om z'n werk gemakkelijk te kunnen doen zal de chauffeur over een Traxys-mobilofoon en een gebruikersvriendelijke boordcomputer beschikken. Verder is op de vrachtwagen een weegstelsel aangebracht waarmee op locatie, dus in het bijzijn van de leverancier of afnemer, het gewicht van het geladen produkt kan worden vastgesteld. Op de container zelf is een elektronisch 'label' aangebracht met informatie over de soort container, het leeggewicht en het containernummer. Via een antenne op de vrachtwagen kan deze informatie bij ieder transport eenvoudig door de boordcomputer worden ingelezen. Een speciale module in deze computer zal er ten slotte voor kunnen zorgen dat informatie valt weg te schrijven náár of is op te halen uit een externe databank. Het aan- en afmelden van het transport naar de controlerende instantie kan zo snel en eenduidig plaatsvinden.

Ook zou de vrachtauto nog met enkele aanvullende voorzieningen uitgerust kunnen worden. Bijvoorbeeld een sensor voor het registreren van het brandstofverbruik, een printer om ontvangst-/afleverbewijzen en (wettelijk verplichte) geleidelijetjes mee af te drukken en systemen voor de ritregistratie en plaatsbepaling (GPS, Global Positioning System). Vooral wanneer gevaarlijke stoffen worden vervoerd is deze laatste voorziening van het grootste belang. Denk bijvoorbeeld maar aan een snelle en adequate hulpverlening door politie, brandweer en ambulance bij calamiteiten.



▲ Foto 9
Mobiele data-terminal voor bijvoorbeeld montage in een vrachtauto.

Thuisbasis. Via Traxys worden alle gegevens uit de boordcomputer doorgegeven aan de thuisbasis voor verdere verwerking. Ter beveiliging van de informatie wordt van data-encryptie gebruik gemaakt.

De thuisbasis kan van twee typen koppeling met het Traxys-netwerk gebruik maken (zie afb. 5): over de radioweg ingeval van een basispost die met een mobilfoon is uitgerust of via een kabelverbinding wanneer sprake is van een Control Point of PBX-koppeling met de dichtstbijzijnde Traxys-centrale (MX). In het eerste geval verloopt het verkeer tussen mobiele en thuisbasis dus volledig over de radioweg, in het tweede geval gedeeltelijk over de radioweg en gedeeltelijk via het vaste telecommunicatienet. De thuisbasis zal op haar beurt weer verbonden zijn met het computersysteem van het bedrijf, waar speciale software zorgt voor de verdere gegevensverwerking. De centrale databank is zowel vanuit de thuisbasis als rechtstreeks vanuit de vrachtwagen te bereiken voor het doorsluizen en opvragen van informatie. Zowel in de richting van controlerende instellingen (AID, Mestbank e.d.) als naar leveranciers en afnemers kan de vervoerder zo op een heldere en bedrijfseconomisch verantwoorde manier aan zijn verplichtingen voldoen. Voor de samenleving is het grote voordeel dat steeds bekend is waar de afval- en reststoffen heen gaan en waar een transport zich op een bepaald moment bevindt.

Traxys of toch kiezen voor een eigen gesloten net?

Voor wie al een eigen gesloten net in bedrijf heeft, is de geleidelijke overgang van dit conventionele net naar Traxys mogelijk. Zo kan, rekening houdend met de afschrijvingstermijn, het conventionele net nog enige tijd gehandhaafd worden, terwijl Traxys wordt ingezet voor eventuele uitbreidingen of toepassingen die om meer faciliteiten en/of een grotere reikwijdte vragen. De knop hoeft dus niet in één keer om.

Daarnaast zal Traxys, een zogenaamd Public Access Mobile Radio (PAMR-)netwerk, niet in alle gevallen aan de eisen van de gebruiker kunnen voldoen. We praten dan over heel speciale eisen zoals extreem korte verbindingsoptouw tijden en/of bijzondere schakelmogelijkheden/koppelingen van de radiokanalen. Alleen via een eigen gesloten mobilfoonnet-

werk of Private Mobile Radio (PMR-)net kan in deze zeer gebruikersspecifieke behoeften worden voorzien. PTT Telecom gaat dan ook gewoon door met het leveren van PMR-netten die, al dan niet gebruikmakend van de trunking-techniek, in hun moderne uitvoeringen ook verschillende faciliteiten toestaan. Indien gewenst kan het beheer van zo'n PMR-netwerk in handen van PTT Telecom worden gelegd (outsourcing van het netwerkmanagement). Bij een keuze voor private-trunking geldt overigens dat het Ministerie van Verkeer en Waterstaat bepaalde eisen stelt aan het afgeven van de zendmachtiging. Zo zal de Hoofddirectie Telecommunicatie en Post van het ministerie (HDTP) onder andere kritisch kijken naar de hoeveelheid radioverkeer op het drukste uur.

Trunking is immers niet zomaar een mooie techniek, maar is speciaal ontwikkeld om te bevorderen dat efficiënter met de schaarse frequenties wordt omgegaan.

Toekomstige ontwikkelingen

In de nabije toekomst zal een aantal nieuwe faciliteiten voor Traxysgebruikers geïntroduceerd worden.

- Vlootspecifieke noodoproep. Dit is een noodoproep naar een in het netwerk geprogrammeerd, vlootspecifiek noodnummer.

- Gebruik in Duitsland, Zwitserland en Luxemburg. Het is mogelijk om voor een 'Traxofoon', mits natuurlijk ook aldaar goedgekeurd, een abonnement te nemen op het Duitse Chekker-, het Zwitserse Speedcom- of het Luxemburgse Commobiel-netwerk. Nu moet bij de grens met de zogenaamde 'zoneschakelaar' op de Traxofoon nog omgeschakeld worden naar bijvoorbeeld een Duits abonnement. Binnenkort zal gebruik van de Traxofoon in deze landen ook zonder speciale handelingen mogelijk worden, waardoor een internationaal virtueel privé-netwerk ontstaat. Deze faciliteit is bijvoorbeeld interessant voor transportbedrijven met klanten/kantoren in het Ruhrgebied.

- Administratieve terminals voor de verkoopkanalen en grote klanten. Deze terminals hebben twee functies.

- a. Service (basis) – bij defecte randapparaten wil men deze graag 24 uur per dag kunnen omwisselen. Via de administratieve terminals is het mogelijk om de abonneegegevens op te vragen en het securitynummer te wijzigen.

b. Administratief vlootbeheer. De terminal kan gebruikt worden om abonnees in dienst te stellen, faciliteiten te wijzigen, programmeergegevens voor het randapparaat te bepalen etc.

Dr ir J. van Rees trad in 1985 in dienst van PTT Research, een dienstverband dat hij in 1987 voor twee jaar onderbrak om namens de ITU in Yemen als adviseur op te treden. Vanaf 1989 is de heer Van Rees werkzaam bij PTT Telecom, BU Mobiel en onder andere verantwoordelijk voor de opzet en exploitatie van Traxys en de verdere uitbouw van de semafoon-diensten. Ook levert hij bijdragen aan verschillende internationale standaardisatiegroepen (MPT1327, MAP27, ETSI RES 6). De heer Van

Rees studeerde Elektrotechniek aan de TU Delft en specialiseerde zich in telecommunicatie met als proefschriftonderwerp *Propagation aspects of landmobile radiosystems in built-up areas*. Hij volgde opleidingen 'Arabisch' en 'Werken binnen andere culturen' aan het Koninklijk Instituut voor de Tropen en zijn belangstelling voor andere culturen wordt onder andere geïllustreerd door het opzetten van het Arubaanse autotelefoonnet en zijn recente uitzending naar Indonesië.

Verdiepingsstof Traxys: radio-systeem en gespreksopbouw

Traxys is een netwerk met zeer vele mogelijkheden. Zo kan een gebruiker zelf het werkingsgebied van zijn virtuele privé-net bepalen, of kiezen voor de mogelijkheid groepsoproepen te laten uitgaan. Hoe een en ander technisch wordt gerealiseerd zal in deze verdiepingsstof over het radiosysteem en de gespreksopbouw aan de orde komen.

Radio-systeem

Een Traxys basisstation zendt op het organisatie- of controlekanaal continu datapakketjes uit die het mobiel aan de hand van een unieke code kan identificeren, de zogenaamde SYS-code. De mobilfoon controleert of de SYS-code is toegestaan wat betreft het netwerk- en abonnementsgebied.

De zendfrequenties van het basisstation liggen in de band 420 - 430 MHz. Er wordt gebruik gemaakt van een duplex afstand van 10 MHz wat betekent dat de ontvangsfrequenties in de band 410-420 MHz liggen.

Zodra een mobilfoon/portofoon is aangezet gaat deze op zoek naar een controlekanaal. Dit zoeken doorloopt verschillende stadia.

- 1 Een mobilfoon gaat als eerste op zoek naar het laatste controlekanaal waarop het apparaat actief is geweest.
- 2 Als dit niet lukt gaat de mobilfoon over op Normal Hunt. Dit is het afspuren van een lijst met de 32 meest waarschijnlijke controlekanalen.
- 3 Mocht ook dit geen resultaat opleveren, dan gaat de mobilfoon naar de Comprehensive Hunt waarbij alle kanalen afgezocht worden.

Om te voorkomen dat een mobilfoon zich aanmeldt (registreert) op een controlekanaal dat te ver weg is, wordt ook naar de signaalsterkte gekeken. Eerst wordt op een zeer hoog niveau gezocht en pas daarna op lagere niveaus.

Een mobilfoon die zich vervolgens door het Traxys netwerk verplaatst heeft nog meer mogelijkheden om steeds het optimale controlekanaal te kiezen. Ieder Traxys ba-

sisstation zendt elke minuut datapakketjes uit waaronder zogenaamde Vote Now-berichten. Een Vote Now-bericht vertelt de mobilfoon wat de controlekanalen zijn van de naastgelegen basisstations. De mobilfoon meet vervolgens de signaalsterkte van de naastgelegen basisstations en bepaalt welke de sterkste is. De mobilfoon heeft dus steeds een lijst voorhanden met daarin de in de omgeving voorkomende controlekanalen en de bijbehorende signaalsterkte.

Zodra een naastgelegen basisstation sterker is dan het huidige basisstation schakelt de mobilfoon om en registreert zich automatisch op het nieuwe basisstation. Helaas schrijft de MPT1327/1343 standaard niet dwingend voor dat een mobilfoon naar de boodschappen van de infrastructuur, met name Vote Now maar ook aankondigingen van nieuwe controlekanalen, moet luisteren. Er zijn dus ook randapparaten op de markt die al deze berichten negeren en dus niet steeds het optimale controlekanaal kiezen. Deze randapparaten blijven hardnekkig luisteren op een ver weg gelegen basisstation totdat de verbinding zo slecht wordt dat op die basis het zoekproces gestart wordt. Voor lokaal gebruik is dit niet zo erg omdat er dan niet geschakeld hoeft te worden tussen basisstations. Maar wanneer het gewenste bedekkingsgebied regionaal of landelijk is ervaart de gebruiker een veel mindere kwaliteit dan een gebruiker met Vote Now.

Gespreksopbouw

Aan de hand van twee vereenvoudigde voorbeelden kan aangegeven worden hoe in Traxys een gesprek opgebouwd wordt. Omdat de groepsoproep (zie ook de paragraaf 'Sprakdiensten en -faciliteiten') eenvoudiger uit te leggen is zal deze eerst behandeld worden, daarna gevolgd door de individuele oproep. MPT1327/1343 werkt met een random access protocol.

Groepsoproep. De lengte van de diverse FFSK data berichten (ALH, RQS, etc.) is iets meer dan 100 ms. In afbeelding 9 wordt in vereenvoudigde vorm de signalering van een groepsoproep weergegeven.

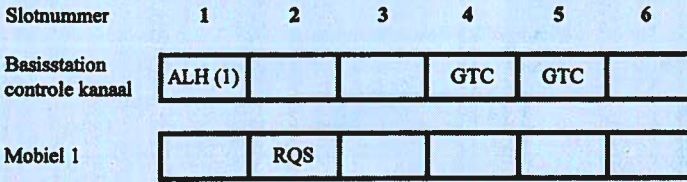
Het controlekanaal van een basisstation zendt Aloha (ALH-)berichten uit (voor het eerste toegepast op Hawaï, vandaar de naam). Een ALH-bericht is een uitnodiging voor alle mobiele om een oproep te plaatsen. Het getal tussen haakjes achter de ALH geeft de lengte van het frame aan zodat de mobiele die een oproep wil plaatsen weet welke volgende tijdsloten benut kunnen worden.

Mobiel 1 geeft in tijdslot 2 dan een ReQuest Simple call bericht (RQS) waarna het netwerk 20 tot 100 ms no-

dig heeft om dit te verwerken. De mobiele van de desbetreffende groep worden vervolgens in tijdslot 4 met een GoToChannel bericht (GTC) naar een verkeerskanaal gedirigeerd. In tijdslot 5 wordt het GTC bericht herhaald voor een maximale oproepzekerheid.

Op het toegewezen verkeerskanaal vindt dan vervolgens het gesprek plaats totdat mobiele 1 de verbinding verbreekt.

Na het verbreken keren de mobiele's terug naar het controlekanaal en het verkeerskanaal is weer beschikbaar voor andere gesprekken.



Afb. 9 Call set-up groepsoproep. ALH AloHa; RQS ReQuest Simple call; GTC Go To Channel; ACKI Intermediate Acknowledge; ACK Acknowledge.

Individuele oproep. In afbeelding 10 wordt in vereenvoudigde vorm de signalering van een individuele oproep weergegeven. Bij een individuele oproep van mobiele 1 naar mobiele 2 volgt er na het RQS bericht direct in tijdslot 3 een Intermediate Acknowledge bericht (ACKI) ter bevestiging van de ontvangst. Vervolgens wordt een AHoY bericht (AHY) verstuurd met de volgende functies:

- vraagt mobiele 2 om de oproep te beantwoorden,
- reserveert het volgende tijdslot voor een antwoord van mobiele 2 en voorkomt dat andere mobiele's gebruik maken van dat tijdslot.

Mobiele 2 zal antwoorden met een ACKI bericht en begint te rinkelen. Mobiele 1 wordt d.m.v. het ACKI

bericht in tijdslot 6 geïnformeerd dat mobiele 2 in radiocontact is en momenteel rinkelt. Zodra mobiele 2 opneemt wordt een Off Hook-bericht (RQQ) verstuurd. Daarna volgt eerst de bevestiging van de ontvangst met een Acknowledge-bericht (ACK) en wijst het netwerk met een GTC-bericht een verkeerskanaal toe. Ook dit GTC-bericht wordt herhaald voor een maximale oproepzekerheid.

Op het toegewezen verkeerskanaal vindt dan het gesprek plaats totdat mobiele 1 of 2 de verbinding verbreekt. Na het verbreken keren de mobiele's terug naar het controlekanaal en het verkeerskanaal is weer beschikbaar voor andere gesprekken.

Slotnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Basisstation controle kanaal	ALH (1)		ACKI	AHY		ACKI	ACK	GTC	GTC
Mobiel 1		RQS							
Mobiel 2					ACKI	RQQ			

Afb. 10 Call set-up individuele oproep.

Samenvallende oproepen. Wanneer nu meerdere mobielen een oproep plegen zullen er een enkele maal botsingen ontstaan. In afbeelding 11 wordt in vereenvoudigde vorm weergegeven wat er dan gebeurt.

Na een ALH-bericht kunnen zowel mobilfoon 1 als mobilfoon 2 op precies hetzelfde tijdstip een oproep willen plegen. Indien alle twee deze signalen even sterk zijn, kan het basisstation deze oproepen over het controlekanaal niet decoderen. Om dit te voorkomen verlengt het

netwerk het ALH-bericht zodat daarna meer tijdsloten beschikbaar zijn voor oproepen. Mobilfoon 1 en 2 zullen weer een RQS-bericht verzenden op een random te bepalen tijdslot (m.b.v. een random-generator in de mobilfoon) binnen het door het ALH-bericht aangegeven aantal tijdsloten. De kans op botsingen is dan sterk verlaagd en de oproepen kunnen nu allebei verwerkt worden.

Slotnummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Basisstation controle kanaal	ALH (1)	ALH (1)	ALH (2)		GTC1	GTC1	GTC2	GTC2
Mobiel 1		RQS1		RQS1				
Mobiel 2		RQS2			RQS2			

Afb. 11 Call Set-up van twee 'botsende' groepsoproepen.



Software maintenance: een vak apart

Wereldwijd zijn miljoenen programmeurs dag in dag uit in de weer met het ontwikkelen van software. De miljarden codes en honderdduizenden programma's die dit oplevert moeten een vlekkeloos verloop van industriële en administratieve processen garanderen. Maar met het ontwikkelen van al die software zijn we er nog niet. Steeds meer aandacht gaat uit naar software maintenance, ofwel het onderhouden van software nadat het in gebruik is genomen. Een activiteit die inmiddels maar liefst bijna driekwart van alle investeringen aan software opslokt. Zowel in tijd als in geld. Daarbij gaat het niet alleen om het herstellen van fouten, maar vooral ook om het aanpassen van software aan nieuwe gebruikerseisen en een veranderde omgeving.

Eric Doorn
Ronald Jimmink
Anneke Kok

Het vakgebied informatica heeft tot nu toe een stormachtig leven gekend. Zowel op het gebied van de hard- als de software zijn de ontwikkelingen sinds de komst van de eerste computers in de jaren '40 razendsnel gegaan. In die beginjaren waren de computers (hardware) vooral groot en de programma's (software) klein en eenvoudig. Vaak was degene die de software ontwikkelde ook de enige gebruiker. Een van de eerste in ons land gebruikte computers, de ENIAC uit 1946, mat bijvoorbeeld een lengte van 30 meter. Het enorme ding bevatte maar liefst 18.000 vacuümbuizen en vele kilometers koperdraad. Maar ondanks hun grote omvang waren de toepassingsmogelijkheden van de ENIAC-computer en zijn tijdgenoten beperkt tot, in onze ogen, relatief simpel rekenwerk. Deze tijden liggen inmiddels ver achter ons. De computers van de jaren '90 zijn klein, supersnel, beschikken over een enorme capaciteit en bieden talloze geavanceerde gebruiksmogelijkheden. Ze zijn zo ingeburgerd geraakt dat vrijwel niemand zich meer een wereld zonder computers voor kan stellen.

Het ontwikkelen en onderhouden van software-programma's is in de loop der jaren dan ook uitgegroeid tot een gigantische industrie. Een industrie die vaak wordt aangeduid met de term software-fabriek. Een groot deel van de inspanningen die er in deze software-fabriek plaatsvindt betreft het onderhouden van programmatuur. Jaarlijks gaan er miljarden dollars om in het onderhouden, wijzigen, verbeteren en up-to-date houden van software en de bijbehorende documentatie.

Reden voor het Studieblad eens wat dieper in te gaan op deze activiteiten, die we onder de noemer software maintenance of software-onderhoud kennen. Zaken die daarbij onder meer aan de orde komen zijn de verschillende vormen van software-onderhoud, het verloop van het onderhoudsproces en de kwaliteitcriteria waaraan software moet voldoen om goed onderhoudbaar te zijn. In de verdiepingsstof zal er vervolgens aandacht zijn voor de rol die zogenaamde metriecken kunnen spelen bij software-onderhoud.

Software en onderhoud

Software is een intellectuele schepping die omvat wordt door programma's, procedures, regels en de daaraan gerelateerde documenten, die betrekking hebben op de werking van een gegevensverwerkend systeem¹.

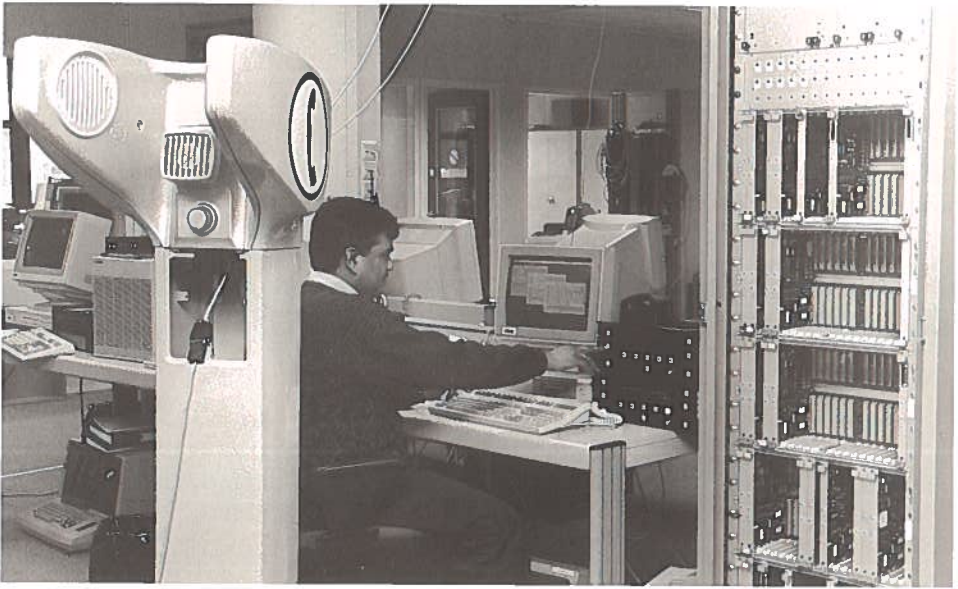
¹ Bron: ISO 2382-1:1984,
01.04.04.

Software is, met andere woorden, te beschouwen als het vastleggen van menselijke logica in een voor een machine herkenbare vorm (programma).

Het grootste verschil tussen hard- en software zit 'm in het feit dat hardware aan fysieke krachten onderhevig is. Denk maar eens aan zwaartekracht, middelpuntvliedende krachten, elektromagnetische krachten enzovoort. Deze fysieke krachten vormen de oorzaak van het slijtageproces aan hardware. Voor software geldt dit allemaal niet. Software is niet aan slijtage onderhevig en kan dus niet kapot gaan zoals hardware kapot kan gaan.

Het feit dat software niet slijt betekent echter niet dat een software-programma geen onderhoud nodig heeft. Het schrijven van een programma is en blijft immers mensenwerk, en waar mensen werken worden fouten gemaakt. Deze fouten zitten dus al bij voorbaat in het programma. Ze kunnen het gevolg zijn van een uiteenlopend scala aan factoren. Zo kan de ontwerper bepaalde aspecten vergeten, tegen beperkingen van het systeem aanlopen of domweg zelf een fout maken. Daarbij geldt natuurlijk dat hoe complexer het systeem is, hoe groter de kans op fouten. Soms zijn die foutjes zo gering dat ze niet storend zijn. Soms ook zijn ze zo ernstig dat het programma drastisch moet worden aangepast.

Gelukkig is software maintenance of onderhoud meer dan het opsporen en herstellen van fouten alleen. Slechts een vijfde



▲ Foto 1

Een medewerker van de afdeling Software Maintenance van KPN bezig met onderhoudswerkzaamheden aan de software van een ANWB-praatpaal.

van alle onderhoudswerkzaamheden aan software bestaat uit het corrigeren van fouten. Het overgrote deel wordt besteed aan het wijzigen en verbeteren van programma's. De omgeving waarin een programma werkzaam is verandert na verloop van tijd. De gebruiker wordt kritischer en stelt strengere eisen aan het systeem. Het moet sneller, gemakkelijker en mooier gaan werken. De programma's moeten meer mogelijkheden kunnen bieden, nieuwe functies moeten worden toegevoegd en de gebruikersvriendelijkheid dient te worden vergroot. Aanpassen van de software wordt dan noodzakelijk. Onder de dan ook wat ongelukkige term software-onderhoud vallen dus alle activiteiten die nodig zijn om een systeem operationeel te houden nadat het in productie is genomen².

² Omdat onderhoud vaak een reactie is op verandering – hetzij in de gebruiksomgeving, hetzij in gebruikers-eisen – wordt er in het vakwereldje ook wel gesproken van *software evolutie* in plaats van software-onderhoud.

Hoe ernstig de gevolgen van fouten in softwareprogramma's kunnen zijn wijzen de volgende voorbeelden uit.

- In de Nieuw-Zeelandse hoofdstad Auckland wist een 16-jarige scholier met een simpele truc 1 miljoen dollar van een automatische bankmachine over te laten schrijven naar zijn eigen bankrekening.

- Tijdens een van de laatste tests met een omvangrijk en zeer kostbaar Amerikaans luchtverdedigingssysteem werd groot alarm geslagen. Het systeem had een onbekend projectiel gedetecteerd. Bij nader onderzoek bleek het om de maan te gaan.
- De mislukte lancering van de Mariner 1, de eerste raket die naar de planeet Venus zou moeten suizen, was het gevolg van een op het oog minimale vergissing. In plaats van de code DO 1001 = 1,3 werd geschreven DO 1001 = 1.3.
- In juni 1980 meldde de Volkskrant dat de Verenigde Staten hun atoombommenwerpers en kernraketten in verhoogde staat van paraatheid hadden gebracht. Een door een computerfout veroorzaakt vals alarm gaf aan dat de Sovjet-Unie een raketaanval was begonnen. De fout bleek een paar dagen later nog niet te zijn hersteld: een tweede onterechte melding zorgde opnieuw voor de nodige paniek.
- Tijdens de Golfoorlog werden 28 Amerikaanse militairen dodelijk gewond nadat een Patriot-afweerraket een Scudraket op 100 meter na miste. Een afrondingsfout bij de omrekening van een decimale breuk naar het binaire systeem was de oorzaak van deze ramp
- Zeer ernstige gevolgen had ook een fout in het computersysteem van een Duitse ziektekostenverzekeringsmaatschappij. Een foutieve uitslag overtuigde een inwonster van Düsseldorf ervan dat zij leed aan een ongeneeslijke infectieziekte, waarmee ze ook haar twee kinderen zou hebben besmet. Na het horen van deze onheilstijding wurgde zij in paniek haar dochtertje en probeerde vervolgens haar zoon en zichzelf van het leven te beroven. Haar zoon ontsnapte evenwel en kon hulp inroepen. De rechter oordeelde dat de schuld bij de ziektekostenverzekering lag en sprak de vrouw vrij van moord op haar dochter.

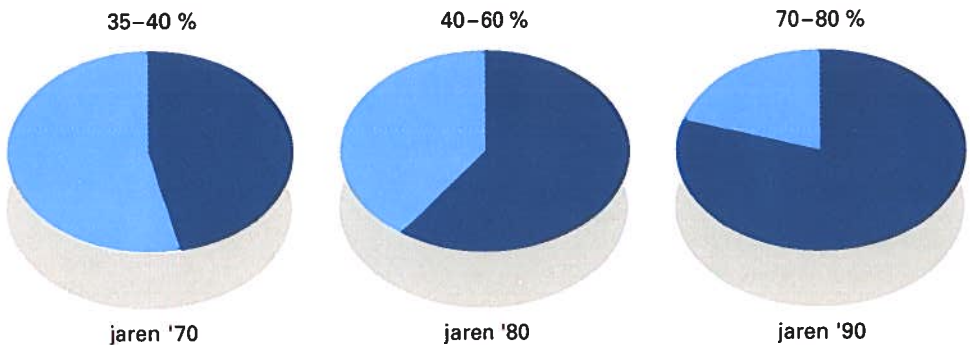
De software-ijsberg

Het onderhouden van software gebeurt al sinds er software ontwikkeld wordt. Toch is software onderhoud lange tijd een ondergeschoven kindje geweest. 'Af is af' dachten opdrachtgevers vaak opgelucht, wanneer een programma eenmaal ontwikkeld en geïnstalleerd was. Met het oog op hun portemonnee geen onbegrijpelijke reactie. Temeer omdat het eerder regel dan uitzondering is dat de geschatte ontwikkelkosten en -tijd ruim overschreden worden.

Aan het feit dat een programma later gewijzigd of verbeterd zou moeten worden werd gemakshalve nogal eens voorbij gegaan. Menigeen schrok dan ook wanneer er enige tijd later nog een gepeperde onderhoudsrekening binnenkwam.

Tegenwoordig zal bijna niemand meer vreemd opkijken van dergelijke uitgaven. Het idee dat systemen foutloos moeten functioneren en in de loop der tijd mee moeten veranderen met de bedrijfsomgeving en de gebruikerseisen, is inmiddels gemeengoed geworden. De noodzaak van structureel software-onderhoud wordt dan ook duidelijk weerspiegeld in de cijfers. Algemeen wordt aangenomen dat van de totale kosten die gemaakt worden gedurende de levensduur van een programma momenteel maar liefst 70 tot 80 procent besteed wordt aan onderhoud. Een percentage dat, zoals uit afbeelding 1 blijkt, een verdubbeling betekent van de 35 à 40 procent die er zo'n twintig jaar geleden aan onderhoud werd uitgegeven. Indirecte kosten, die het gevolg zijn van het feit dat een programma in onderhoud niet, of slechts ten dele, gebruikt kan worden, komen daar nog bij. Dit onderhoudspro-

▼ Afb. 1
Onderhoudskosten als percentage van gehele softwarebudget.



bleem – waarbij de ontwikkelkosten meteen zichtbaar zijn en de onderhoudskosten als het ware onder de waterspiegel liggen – wordt in de automatiseringswereld aangeduid met de term *software-ijsberg*.

Categorieën software-onderhoud

Het onderhoud aan software kunnen we in vier verschillende categorieën opsplitsen:

- correctief onderhoud

Het op zo'n manier aanpassen van de software dat het systeem voldoet aan de oorspronkelijke gebruikerseisen. Ofwel, het opsporen en repareren van fouten (ook in de documentatie).

- adaptief onderhoud

Het aanpassen van de software aan de nieuwe wensen en eisen van de gebruiker. Het gaat hier om uitbreidingen aan het systeem met nieuwe functionaliteiten, bijvoorbeeld het aanpassen van de software aan nieuwe hardware.

- perfectief onderhoud

Het zodanig aanpassen van de software dat het voldoet aan de veranderde wensen en eisen van de gebruiker. Vaak zal het gaan om een uitbreiding of verbetering van het systeem: het verfraaien van functies, het gebruikersvriendelijker maken van het systeem etc.

- preventief onderhoud

Het vooraf aanpassen van de software, zodanig dat de kans op storingen wordt verkleind of de onderhoudbaarheid wordt verbeterd.

In dit rijtje is correctief onderhoud eigenlijk de enige vorm die we met recht onderhoud (in de zin van reparatie) kunnen noemen. Toch bestaat minder dan een kwart van het totaal aan onderhoudskosten uit het herstellen van ontwerpfouten en het opsporen en verbeteren van fouten in gebruikershandleidingen. Net als een auto krijgt ook een programma regelmatig kleine en grote onderhoudsbeurten.

Veel meer tijd en inspanning wordt besteed aan het verbeteren of verfraaien van het programma ($\pm 50\%$). Dit perfectieve

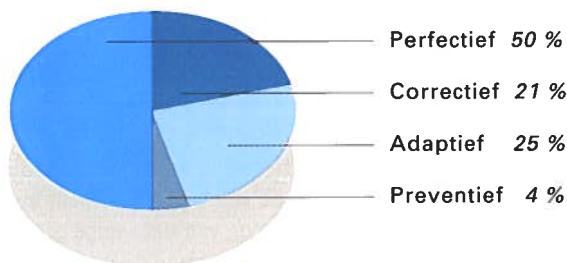
onderhoud wordt sterk bepaald door de wensen en eisen van de gebruiker. We kunnen dit vergelijken met een auto zonder accessoires waaraan de gebruiker bijvoorbeeld een CD-speler, siverelgen of centrale deurvergrendeling toegevoegd wil zien. Met name het gebruikersvriendelijker maken van een systeem valt onder perfectief onderhoud.

Een kwart van de onderhoudsinspanningen betreft adaptief onderhoud, ofwel het toevoegen van nieuwe functionaliteiten, bijvoorbeeld het plaatsen van een trekhaak achter een auto geeft de auto een nieuwe functionaliteit. Hetzelfde geldt wanneer een programma dat op een PC werkt geschikt moet worden gemaakt voor gebruik in een LAN-omgeving.

Preventief onderhoud, ten slotte, wordt maar zelden uitgevoerd. Alleen wanneer de software of delen daarvan slecht ontworpen zijn kan het wenselijk of noodzakelijk zijn de code te herschrijven.

► Afb. 2

Verdeling van de onderhoudsactiviteiten.



Sinds 1990 beschikt KPN over een eigen club voor software onderhoud, de afdeling Software Maintenance. Deze afdeling is verantwoordelijk voor het onderhouden van technische telecommunicatie-software die binnen KPN gebruikt wordt. Oppericht als projectgroep onder de vlag van PTT Contest is Software Maintenance inmiddels uitgegroeid tot een dynamische en flexibel opererende organisatie die een aantal grote en middelgrote applicaties onderhoudt. Zo is de afdeling onder andere verantwoordelijk voor het onderhoud aan de Meldkamer Drenthe, het praatpalennet van de ANWB en het conformiteitstest-systeem FAITH van PTT Telecom³. Sinds het opgaan van PTT Contest in PTT Telecom per 1 januari

³ Zie voor meer informatie over Meldkamer Drenthe en het praatpalennet van de ANWB: PTT Telecom Studieblad, themanummer Meldkamer Drenthe, februari 1992.

1994 is de afdeling Software Maintenance ondergebracht bij de unit Logistiek Management Services van PTT Telecom Logistiek.

Overigens is de afdeling Software Maintenance geen concurrent van I&AT, het KPN-onderdeel dat zich vooral toelegt op administratieve en bedrijfsbestuurlijke processen en systemen. De werkzaamheden die Software Maintenance verricht – tweedelijns onderhoud aan technische systemen – zijn eerder een aanvulling op het dienstenpakket van I&AT dan een concurrent. Software Maintenance werkt nauw samen met PTT Research.

Kwaliteit van software

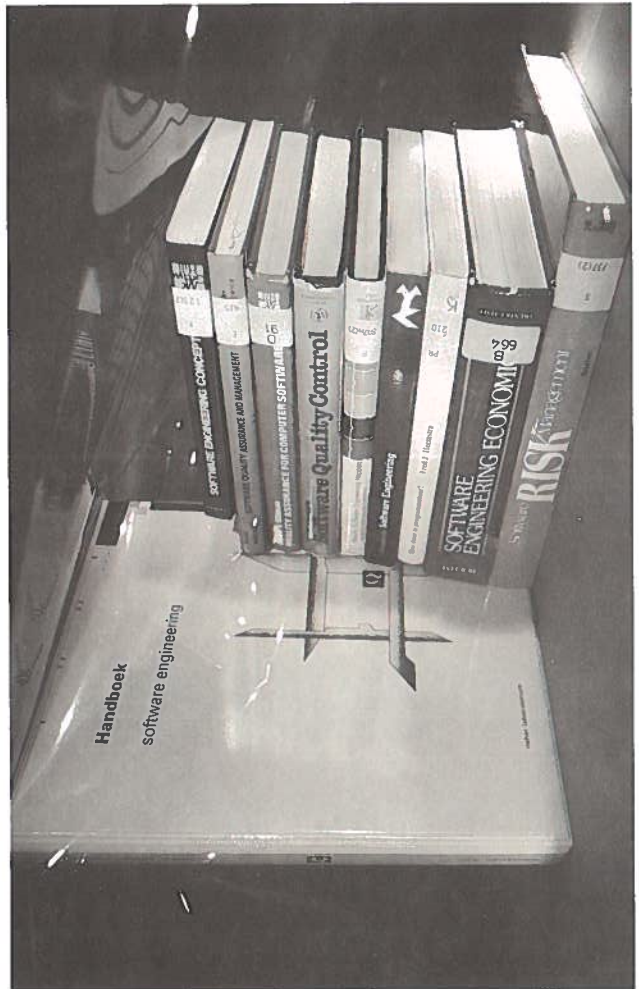
Om de enorme kosten die er met software-onderhoud gemeoid zijn enigszins binnen de perken te houden moeten ontwikkelaars en programmeurs ernaar streven kwalitatief hoogwaardige software te ontwikkelen. De kwaliteit van de software is cruciaal in het onderhoudsproces. Of, nog stelliger geformuleerd, de onderhoudbaarheid van software is een van de belangrijkste, zo niet de belangrijkste kwaliteitsnorm. Hoe beter de software, hoe eenvoudiger, hoe sneller en vooral hoe goedkoper het onderhoud. Ontwikkelaars dienen tijdens de ontwikkeling rekening te houden met de onderhoudbaarheid van hun creatie. Dit wordt vaak gerealiseerd door duidelijke programmeernormen te hanteren, waarin de onderhoudbaarheidscriteria zijn verwerkt⁴.

De kwaliteit (onderhoudbaarheid) kan nog verbeterd worden wanneer de onderhoudsafdeling in een zo vroeg mogelijk stadium bij het ontwerp van het systeem betrokken wordt. Een dergelijke vroege betrokkenheid leidt ertoe dat de kennisoverdracht vlot zal verlopen en dat, wanneer het systeem is opgeleverd, eventueel onderhoud direct plaats kan vinden. Indirect wordt hiermee de kwaliteit van de software gewaarborgd. Voor de opdrachtgever/gebruiker betekent het bovendien dat de totale kosten lager zullen zijn en er van begin tot eind onderhoud geleverd kan worden aan het produkt.

De nadruk op kwaliteit is niet alleen tijdens het ontwikkeltraject van belang. Ook in de onderhoudsfase zelf speelt kwaliteit uiteraard een grote rol. Wanneer er tijdens het onderhoud van software niet gelet wordt op de kwaliteit van de software,

⁴ Een aantal jaren geleden heeft het Studieblad een apart artikel gewijd aan de kwaliteit van software: J.E.P. Fienieg, *Software en kwaliteit*, PTT Telecom Studieblad, thema-nummer Kwaliteit, september 1989, pp. 273-285.

► Foto 2



zal het produkt na verloop van tijd steeds slechter gaan functioneren. De kans op storingen wordt dan navenant groter. Deze kwaliteitseisen gelden uiteraard ook voor systeemdokumentatie en gebruikershandleidingen.

Gestructureerd programmeren

Elke aankomend programmeur of ontwikkelaar krijgt in de school- of collegebanken de stelregel ingeprent dat software

gestructureerd geprogrammeerd moet worden. Gestructureerd programmeren verkleint de kans op fouten en verbetert de onderhoudbaarheid. Belangrijke richtlijnen bij gestructureerd programmeren zijn het gebruik van procedures en functies en het vermijden van sprong-constructies als 'GOTO'.

De belangrijkste kwaliteitscriteria waaraan goed onderhoudbare software moet voldoen zijn *leesbaarheid* en *begrijpelijkheid*.

- De leesbaarheid van een programma kan bevorderd worden door een duidelijke lay-out toe te passen. Een document – of het nu een boek of een softwareprogramma betreft – waarin alle tekst achter elkaar staat zonder gebruik van alinea's, witregels enz. is moeilijk leesbaar. En hoe geringer de leesbaarheid van een programma, hoe langer het zal duren voordat een fout gevonden en opgelost is.
- Hetzelfde geldt voor de begrijpelijkheid van een programma. Sommige programmeertalen laten constructies toe die achteraf vrijwel onmogelijk te snappen zijn. De 'one liner' in de programmeertaal C is een bekend voorbeeld. Er zijn zelfs wedstrijden georganiseerd om de meest ingewikkelde code in één regel te schrijven. Ongetwijfeld een leuke uitdaging voor programmeurs, maar het resultaat zal voor degene die verantwoordelijk is voor het onderhoud een gruwel zijn.

De volgende richtlijnen kunnen de leesbaarheid en de begrijpelijkheid en daarmee de onderhoudbaarheid van software vergroten.

Maak duidelijk onderscheid tussen variabelen van verschillend niveau.

Zoals gezegd adviseren de algemene programmeerregels het gebruik van procedures en functies. Binnen een programma wordt gebruik gemaakt van variabelen. Deze kunnen zowel globaal (geldend voor het gehele programma en/of module) als lokaal zijn (geldend binnen één bepaalde procedure of functie). Om nu snel onderscheid te kunnen maken tussen de verschillende soorten variabelen dienen ze te worden voorzien van een prefix. Zo dient een globale variabele de prefix 'g_' te krijgen, terwijl een lokale variabele de prefix 'l_' krijgt. Parameters krijgen de prefix 'p_'. Bijvoorbeeld:

► Afb. 3

```

bool check_string(char *p_string)
{
    int l_counter;
    bool l_return_value;

    l_counter = 0;
    l_return_value = FALSE;

    while (*p_string != EOL)
    {
        if (*p_string == *g_token)
        {
            printf('token found at %dn', l_counter);
            l_return_value = TRUE;
        }
        l_counter + +;
        p_string + +;
    }
    return(l_return_value);
}

```

Pas zoveel mogelijk een betekenisvolle naamgeving toe.

De naamgeving is belangrijk voor de begrijpelijkheid van de code. Aan de hand van de naamgeving van de procedures, functies en variabelen kan duidelijk worden gemaakt welke functie ze vervullen. Zo zal de betekenis van de functienaam `fnp0001` voor velen niet duidelijk zijn. De functienaam `check_string` zegt veel meer, namelijk dat een reeks karaktertekens gecontroleerd dient te worden. Hetzelfde geldt voor variabelen. Vergelijk bijvoorbeeld:

x versus `l_index_pointer`

Vooral programmeurs met een BASIC-achtergrond hebben nogal eens de neiging om hele korte (niet-redundante) namen te gebruiken. Dit komt doordat veel BASIC-dialecten namen die uit meer dan twee karakters bestaan niet toestaan.

Zorg voor voldoende relevant commentaar

De onderhoudbaarheid van een programma is in grote mate

afhankelijk van het commentaar dat erin is opgenomen. Hoewel het schrijven van commentaar een tijdrovende – en daarom onder software-ontwikkelaars niet erg geliefde – bezigheid is, mag commentaar in geen programma ontbreken. Onderzoek heeft aangetoond dat programmatuur zonder commentaar veel moeilijker te begrijpen is dan programmatuur die wel van commentaar is voorzien. Mits het natuurlijk zinnig commentaar betreft.

In commentaar kan de ontwikkelaar verhelderen welke afwijkingen hij bij het ontwerpen van de programmatuur heeft gemaakt. Ontwerpafwijkingen die vaak niet of nauwelijks aan de coderegels zijn af te lezen, zoals – om maar iets te noemen – waarom op een bepaalde plek een pointer is opgehoogd en op een andere plek niet.

Commentaar kan daarnaast ook duidelijk maken wat er precies gebeurt. De meeste programmeertalen bieden de ontwikkelaar keuze uit talloze mogelijkheden. Zonder verhelderend commentaar zal degene die verantwoordelijk is voor het onderhoud van het programma veel aandacht en tijd nodig hebben om te ontcijferen wat de ontwikkelaar precies bedoeld heeft. Het commentaar dient dan als het ware als een handleiding binnen het programma.

Naast het waarom en wat moet commentaar ook meer duidelijkheid verschaffen over het doel van de codes (het *waarvoor*). Functies en procedures dienen daarom voorzien te zijn van commentaar kopteksten waarin doelstelling, functie en werking staan beschreven. Variabelen dienen bij de declaratie van commentaar te worden voorzien waarin wordt beschreven waarvoor zij gebruikt worden.

```

/*****
Name:      check_string
Author:    E.Doorn
Date:      25-01-94
Purpose:    This function looks for a specific character
            (token) in a string.

Parameters: p_string    (i) : input string

Returns:    TRUE if token is found
            FALSE if token is not found
    
```

◀ Afb. 4

Voorbeeld van commentaar in een programma.

Gobals: g__token (u) : token, defined in parse.h

The function scans each character from a string for a specific token. Each time this token is found, a message will be put on screen indicating the position in the string where there was a match. If a token is found the function will return the value TRUE, otherwise it will return FALSE.

*****/

```
bool check__string(char *p__string)
{
    int l__counter;           /* position in the string */
    bool l__return__value;  /* return value indicating
                             found or not */

    /* set initial values */
    l__counter = 0;
    l__return__value = FALSE;

    /* do for each character in the string */
    while (*p__string != EOL)
    {
        /* check for match between the current character
        of the string and the token.
        */
        if (*p__string == *g__token)
        {
            /* put a message on screen. Give a linefeed
            otherwise the screen layout will be disturbed
            */
            printf("token found at %dn", l__counter);
            /* set return flag */
            l__return__value = TRUE;
        }
        /* increment the position counter and the string
        pointer for the next character.
        */
        l__counter + +;
        p__string + +;
    }
    return(l__return__value);
}
```

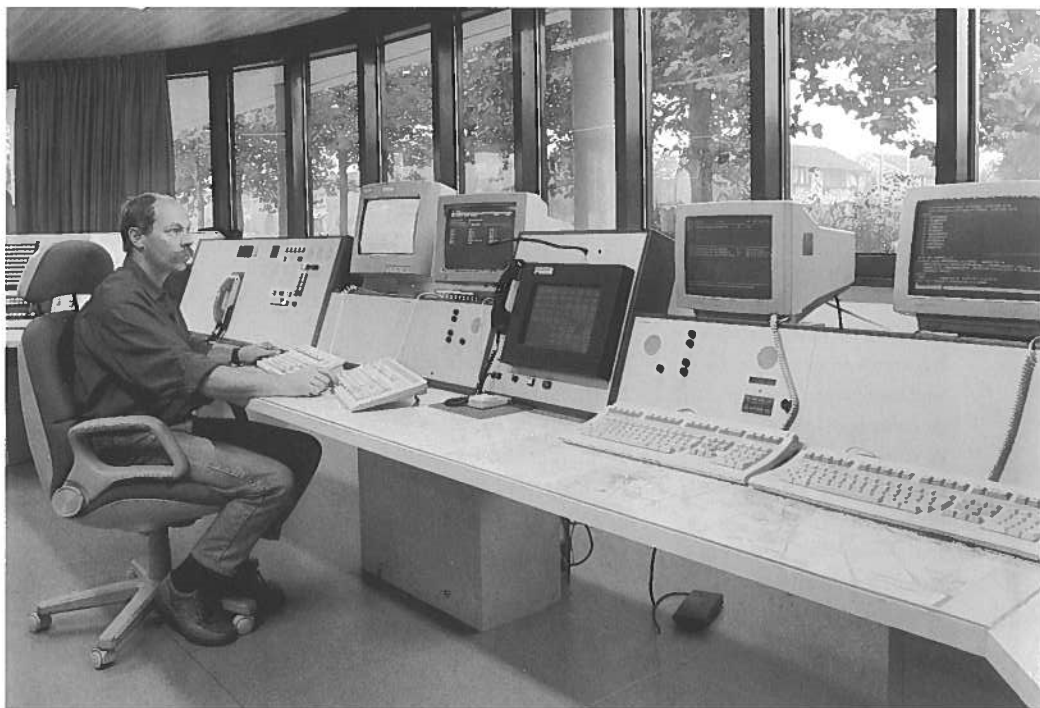

De hoeveelheid commentaar in een programma zal vooral afhangen van de gebruikte programmeertaal. Voor elke taal zijn er gemiddelden in percentages te geven. Zo zullen programma's in de talen 'Pascal' en 'C' voor tenminste een kwart uit commentaar bestaan. Een zogenaamd assembler-programma daarentegen dient minimaal 90% commentaar te bevatten. Degene die verantwoordelijk is voor het onderhoud van een programma zal zich ervan bewust moeten zijn dat bij wijzigingen in het programma ook het commentaar aangepast zal moeten worden. Niet altijd wordt hier voldoende aandacht aan besteed.

Zorg voor consistente documentatie

Bij de ontwikkeling van een software-product is de documentatie – commentaar buiten het programma – vaak een volstrekt ondergeschoven kindje. Om goed onderhoud te kunnen plegen is documentatie echter van groot belang. Dit geldt te meer wanneer degene die verantwoordelijk is voor het onderhoud een ander is dan de ontwikkelaar. In de documentatie moet onder meer beschreven zijn wat de functie van het soft-

▼ Foto 3

De Meldkamer Drenthe, de gezamenlijke meldkamer voor politie, brandweer en ambulance in de provincie Drenthe. KPN's afdeling Software Maintenance is verantwoordelijk voor het onderhoud van de hier gebruikte software.



ware-systeem is, en wat de samenhang tussen de verschillende onderdelen is. Het spreekt voor zich dat de documentatie consistent moet zijn met het programma. Dit geldt zowel voor de structuur als voor de gebruikte codes. Het is immers heel vervelend wanneer de in de handleiding beschreven structuur niet overeenkomt met structuur van het programma, of wanneer in de documentatie verwezen wordt naar een functie of variabele (`lees_tekst`), die in de programmatuur totaal anders heet (`read_file`).

Het gebruik van illustraties – tabellen, schema's, scherm-afbeeldingen – kan de leesbaarheid en begrijpelijkheid van de documentatie en daarmee van het programma een stuk bevorderen. Case tools leveren vaak duidelijke plaatjes ten aanzien van en inzicht in het ontwerp en de samenhang van de programmatuur.

Onderhoud aan de software zal in veel gevallen ook aanpassing van de documentatie met zich meebrengen. Om niet bij elke wijziging een nieuwe handleiding uit te hoeven geven wordt software-documentatie vaak ondergebracht in een losbladig systeem.

Het meten van kwaliteit

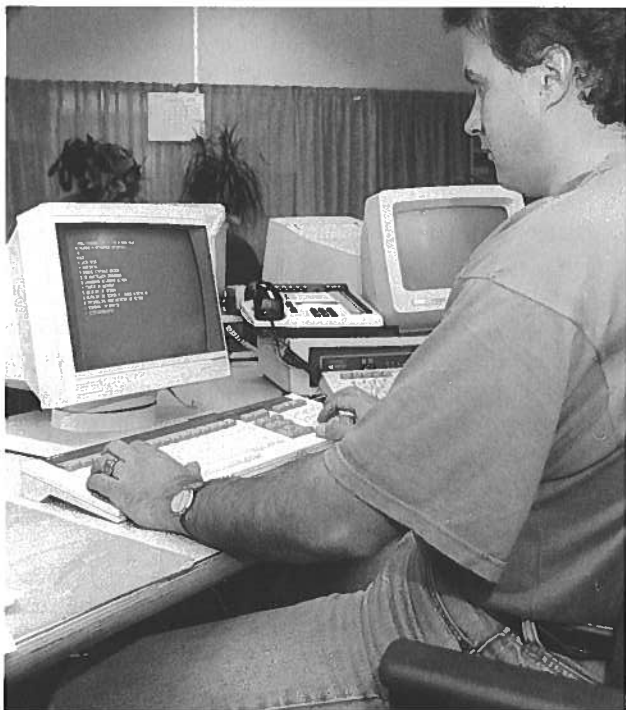
De hierboven beschreven richtlijnen geven aan waar men rekening mee moet houden om kwalitatief goede (onderhoudbare) software te ontwikkelen. De richtlijnen mogen algemeen geldend zijn, hun invulling blijft toch min of meer subjectief. Hetzelfde geldt voor de beoordeling. Een kwalitatief oordeel als 'deze software is *goed* of *slecht* onderhoudbaar', is moeilijk op een objectieve manier te bepalen; er moet immers vertrouwd worden op het oordeel en de ervaring van een (mense-lijke) beoordelaar. Een kwantitatief – en dus objectiever – oordeel over karakteristieken van software (w.o. onderhoudbaarheid) kan verkregen worden door op een systematische wijze aan de software te gaan meten. Meten is namelijk de enige manier om te controleren of een verrichte werkzaamheid voldoet aan vooraf vastgestelde normen. Zodra steekproefsgewijze metingen afwijkingen gaan vertonen ten opzichte van de vastgestelde waarden kan het proces worden bijgestuurd, totdat de geconstateerde afwijking gecorrigeerd is. Logischerwijs geldt hierbij dat hoe meer meetpunten er gebruikt worden, hoe lager de uitval tijdens het proces is⁵.

⁵ Niet alleen de software kan gemeten worden, ook het organisatorische proces eromheen kunnen we meten. Het meten aan het organisatorische proces komt in grote lijnen neer op het registreren en controleren van de werkzaamheden. Zo zullen zowel de afwijkingen, als de controle en bijsturing geregistreerd moeten worden. Op deze manier wordt geverifieerd of de bijsturing goed wordt uitgevoerd. Het meet- en controleproces kan vervolgens door middel van procedures worden vastgelegd.

Hoe meet je aan software?

Het meten aan software kunnen we vergelijken met de metingen die gedaan worden tijdens de fabricage van bijvoorbeeld een bout. Bij een op het oog zo eenvoudig dingetje als een bout zijn een heleboel verschillende metingen denkbaar. Bijvoorbeeld metingen aan de diameter, de spoed, de groefdiepte, de breedte van de kop, de hoogte van de kop, de lengte van de bout, de kleur, de vlakheid van de kop, het volume. Natuurlijk is niet elke meting relevant voor het doel dat men wil bereiken, het voldoen aan de specificaties. Zo zullen in het geval van de bout kleur en volume niet echt relevant zijn, terwijl de spoed en de diameter wel van belang zijn. Voor meten aan software geldt hetzelfde.

Internationaal wordt er al jarenlang onderzoek gedaan naar het meten aan software. Op basis van deze onderzoeken zijn een aantal meetmethodes, zogenaamde metriecken, gedefinieerd. Met deze metriecken kan de waarde van een bepaalde eigenschap van software bepaald worden. De bruikbaarheid



◀ Foto 4

van een metriek hangt af van het doel waarvoor hij gebruikt wordt. Zo zijn er voor het criterium 'onderhoudbaarheid' metriekeken te vinden die voor het criterium 'betrouwbaarheid' minder van belang zijn. In de verdiepingsstof zal uitvoerig worden ingegaan op de verschillende soorten metriekeken en hun toepassing bij software-onderhoud.

Het meten aan software is nog steeds grotendeels mensenwerk. Dit betekent in de praktijk dat het meetproces van persoon tot persoon zal verschillen. Iedere beoordelaar heeft immers zijn eigen niveau aan kennis en vaardigheden. Bepaalde metingen zijn echter zo omvangrijk dat zij nauwelijks meer door mensen zijn uit te voeren. Het bekijken van 20.000 programmaregels is een saaie, tijdrovende en aandachtverslappende bezigheid. Om nu enerzijds een objectiever meetresultaat en anderzijds een minder tijdrovend meetproces te krijgen wordt er gebruik gemaakt van speciale programma's (metric toolboxes). Deze programma's meten op snelle wijze aan de te onderhouden programmatuur. Ook brengen zij het software-systeem in kaart zodat het systeem begrijpelijker wordt. Met behulp van deze metric toolboxes kunnen de moeilijke en storingsgevoelige stukken in de software snel worden belicht.

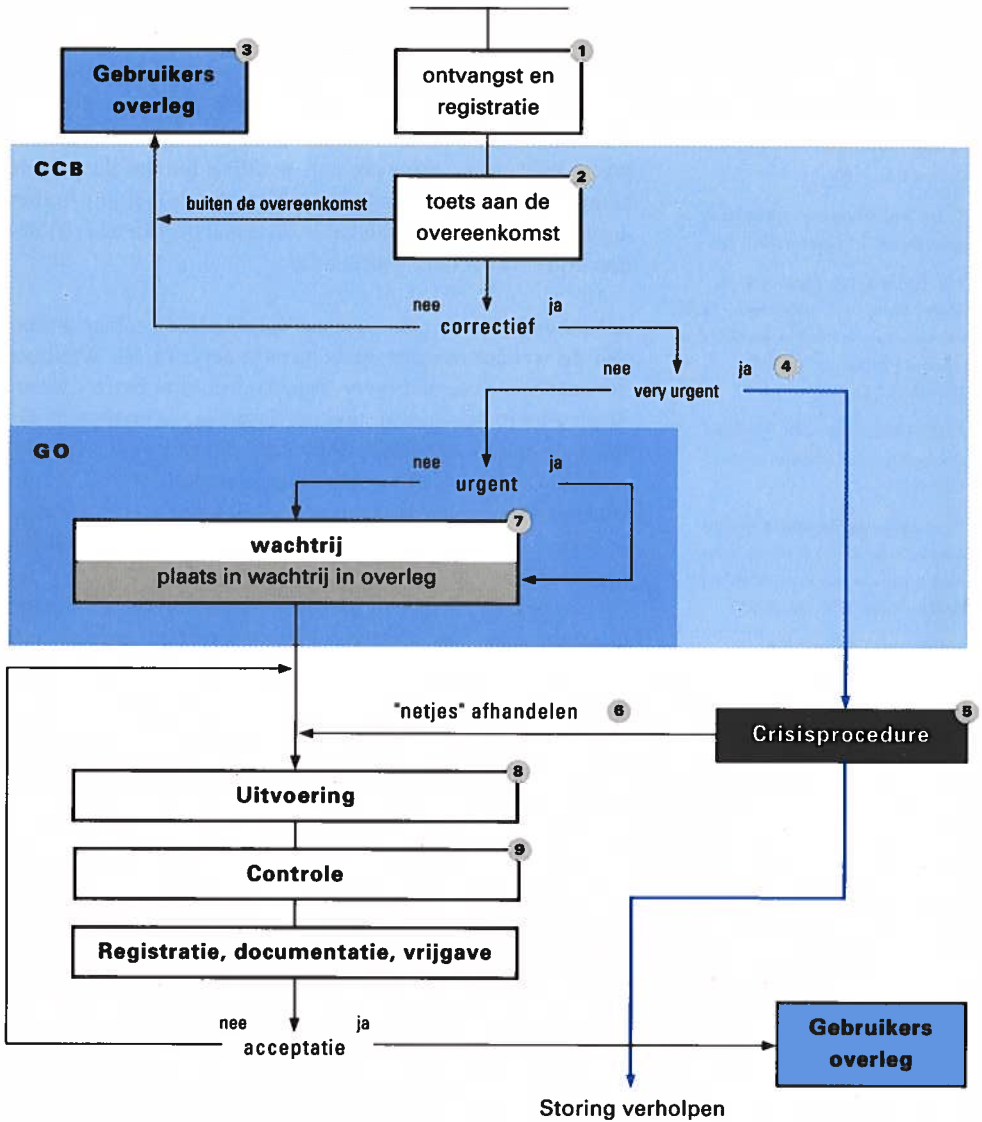
Omdat aan elke functie gemeten wordt zullen de tools voor een gemiddeld programma een enorme hoeveelheid informatie genereren. Over het algemeen zullen daarvan alleen de gemiddelden en afwijkingen van belang zijn. Met behulp van bewerkingsprogramma's kan deze informatie vervolgens snel in een aantal overzichten worden weergegeven. Aan de hand van deze – al dan niet grafische – overzichten kunnen de uitschieters snel en eenvoudig worden bepaald.

Omdat het meten automatisch gebeurt, wordt de subjectiviteit aanzienlijk teruggebracht. De stand van zaken in de techniek is echter nog niet zover dat het gehele meetproces geautomatiseerd kan worden. Evenzo is het nog niet mogelijk om de uiteindelijke beoordeling van de software aan machines over te laten. Menselijke interpretatie van de meetgegevens zal voorlopig dan ook nodig blijven.

Het onderhoudsproces stap voor stap

Hoe het onderhoudsproces er precies uitziet is natuurlijk voor een belangrijk deel afhankelijk van de wensen en eisen van de

Probleemmelding/wijzigingsvoorstel



opdrachtgever(s). Daarbij ligt het voor de hand dat een onderhoudsproces waarin slechts een paar foutjes hersteld moeten worden afwijkt van een onderhoudsproces waarin een programma aanzienlijk uitgebreid moet worden. Toch blijft de grote lijn hetzelfde.

In afbeelding 5 wordt een mogelijk onderhoudsproces globaal weergegeven.

▲ Afb. 5

Mogelijk verloop van het onderhoudsproces.

Geraadpleegde literatuur

- E. Doorn, *Waarderingen met betrekking tot onderhoudbaarheid van software*, PTT Contest B.V, 1990.
- K. Jackson, Management of software maintenance. In: *Computable*, 1990.
- R.A. Jimmink, B.J. Lippolt, M.M. Soppe, *APROPOS II: ondersteuning bij het beoordelen van de onderhoudbaarheid van software*, PTT Research, 1992. TI-RA-92-1110.
- M.H. Halstead, *Elements of Software Science*, Elsevier Computer Science Library, 1977.
- W. Hansen, *Measurement of program complexity by the pair (cyclomatic complexity, operator count)*, ACM SIGPLAN Notices, maart 1978, pp. 29-33.
- S. Henry & D. Kafura, *Software structure metrics based on information flow*, IEEE Transactions on Software Engineering, 7(5), september 1981, pp. 510-518.
- F.P. Hirdes, *Workshop voor PTT Research: software metrics voor onderhoudbaarheid en betrouwbaarheid*, Techforce, 1992.
- Th.J. McCabe, *A complexity measure*, IEEE Transactions on Software Engineering, 2(4), december 1976, pp. 308-320.
- M.A. Mac Nack, *Richtlijnen voor ontwerpers en ontwikkelaars van software systemen om goed onderhoud te kunnen realiseren*, PTT Contest B.V, 1990.
- J. Sietsma, Testen door alle fasen heen. In: *Computable*, 1991.
- W.T. Tsai, M.A. Lopez, V. Rodriguez & D. Volovik, *An approach to measuring data structure complexity*, IEEE, 1976.
- J.C. van Vliet, Over kwaliteit gesproken. In: *Informatie*, 1988 (1), pp. 4-12.

Het proces begint bij de aanmelding en ontvangst van een probleemmelding of wijzigingsvoorstel (1). Zo'n voorstel wordt ook wel 'change request' genoemd. De onderhoudsgroep kijkt of de aanvraag c.q. melding binnen de met de klant gemaakte afspraken valt (2). Wanneer de melding buiten de gemaakte afspraken valt zal er eerst met de gebruiker(s)/opdrachtgevers overleg worden (3).

Afhankelijk van de prioriteit van een bepaald probleem worden de werkzaamheden vervolgens ingepland (4). Wanneer het een heel dringend (very urgent) probleem betreft wordt direct alles in het werk gesteld om de storing te verhelpen. De haast die daarmee gemaakt wordt is afhankelijk van de belangrijkheid (importantie) van het programma (5).

Wanneer bijvoorbeeld de computer van een vluchtleidingsstelsel er de brui aan geeft moet er alles aan gedaan worden om dit zo snel mogelijk op te lossen (bug fixing).

Bij een dermate dringend probleem is de uitvoering in eerste instantie vaak van ondergeschikt belang ten opzichte van de oplossing. Dit houdt in dat nadat het stelsel weer 'in de lucht' is, de gemaakte wijzigingen opnieuw verwerkt worden zodat er weer aan de gestelde kwaliteitsnormen wordt voldaan (6).

Een relatief kleine fout, zoals een onjuistheid in een tekstverwerker (het foutief afhandelen van kolommen) hoeft niet à la minuut hersteld te worden. Dergelijke problemen kunnen in geval van tijdgebrek als het ware even in de wachtrij worden gezet (7).

De daadwerkelijke uitvoering zal in het algemeen het volgende verloop hebben (8). Allereerst wordt het probleem geanalyseerd. Dit zal meestal plaatsvinden in overleg met de aanmelders van het probleem. Het doel van die analyse is het reproduceren c.q. opsporen van de fout. Sommige fouten zijn zo duidelijk dat ze vrij snel gevonden kunnen worden. Andere fouten daarentegen zijn veel moeilijker te traceren.

Bij correctief onderhoud wordt gemiddeld de meeste tijd besteed aan het opsporen van de fout en het testen van de oplossing. Het zal immers in de regel gaan om een vergissing van de programmeur. Deze foutjes leiden er zelden toe dat grote delen van de software herschreven moeten worden. Vaak hoeven er slechts een paar coderegels te worden aangepast.

Bij adaptief onderhoud wordt relatief meer tijd besteed aan het daadwerkelijk aanpassen van coderegels (8). Het toevoegen van nieuwe toeters en bellen kan ertoe leiden dat vele duizenden regels code extra geschreven moeten worden. Wanneer het adaptief onderhoud een te grote omvang krijgt, is het te vergelijken met software-ontwikkeling. Dat houdt in dat de regels en fasen (probleemanalyse, ontwerp, implementatie, testen) voor software-ontwikkeling gaan gelden.

Zoals alle nieuwe programmatuur aan een aantal tests wordt onderworpen zo zal ook software waaraan modificaties zijn aangebracht uitvoerig getest moeten worden (9). We spreken bij onderhoud van regressietesten. Vaak is het onmogelijk om het hele beschikbare scala aan testen los te laten op een programma. Een volledige test zou dan maanden tot enkele jaren kunnen gaan duren. Daarom wordt er in vrijwel alle gevallen een testmethodiek toegepast. Deze methodiek houdt in dat er naar grenswaarden wordt gekeken. De kans is bijvoorbeeld groot dat wanneer het getal 100 geaccepteerd wordt, het getal 101 ook wel wordt geaccepteerd.

Afhankelijk van de wijzigingen worden er testplannen opgesteld die de verschillende delen van de software moeten testen. Hoe complexer de wijziging hoe uitgebreider de test zal zijn. Er zijn verschillende soorten testen te onderscheiden, de unittest, de linktest, de integratietest, de systeemtest en de acceptatietest. Niet alle testen hoeven altijd uitgevoerd te worden. Deze hangen af van de aard van het probleem en worden daarom ook per probleem bepaald.

Ing. E. Doorn trad na zijn HTS-studie Elektrotechniek in 1988 in dienst bij PTT Contest B.V. Hij maakte twee jaar deel uit van een projectgroep die de oprichting van de afdelingen Software Maintenance en Eurolab voorbereidde. Vervolgens was hij een aantal jaren werkzaam bij genoemde afdelingen, vanaf oktober 1992 als groepsmanager van de afdeling Software Maintenance. Sinds 1 januari 1994

is de afdeling Software Maintenance ondergebracht bij PTT Telecom Logistiek.

Drs R.A. Jimmink studeerde Informatica aan de Universiteit van Leiden. Na afronding van zijn studie in 1988 trad hij in dienst bij PTT Research Telematica-laboratorium in Groningen, waar hij als technisch-wetenschappelijk medewerker werkzaam was bij de

hoofdgroep Netwerkprotocollen. Vanaf 1991 is de heer Jimmink werkzaam bij PTT Research in Leidschendam, eerst bij de afdeling Informatica en sinds 1 januari 1994 bij de afdeling Planning, Performance & Reliability.

Verdiepingsstof

Software metrieke en software-onderhoud

Ben software metriek is een meetmethode om op een kwantitatieve manier de waarde van een bepaalde eigenschap van software te bepalen. Deze waarde wordt berekend door aan de source code van een software-systeem te meten. In de regel zal het daarbij gaan om het meten van niet-functionele eigenschappen. Bijvoorbeeld de grootte, complexiteit, gebruikersvriendelijkheid, betrouwbaarheid of onderhoudbaarheid van software.

Sommige eigenschappen van software zijn duidelijk te meten. De grootte van software kan bijvoorbeeld worden bepaald door het aantal regels source code – de door de programmeur in een bepaalde programmeertaal geschreven regel – te tellen. Andere eigenschappen van software zijn moeilijker, of helemaal niet te meten. Het is met de huidige stand der techniek bijvoorbeeld niet mogelijk om een uitspraak te doen over de betrouwbaarheid van software louter en alleen door aan die software te meten. Om tóch een uitspraak te kunnen doen over dergelijke eigenschappen zijn modellen nodig waarmee een schatting voor de waarde van de betreffende eigenschap gemaakt kan worden.

In beide gevallen, meten of schatten, is het nodig de metingen te relateren aan ervaringen die reeds met de gemeent software zijn opgedaan. Voor elke eigenschap van software waar men aan wil meten, moeten meetwaarden vergeleken worden met ervaringscijfers voor die eigenschap. Alleen dan kunnen de metingen op een zinvolle wijze geïnterpreteerd worden.

Hoe gebruik je metrieke?

Bij het omgaan met metrieke zijn twee dingen heel belangrijk:

- weet wat er gemeten wordt, en
 - weet hoe de resultaten geïnterpreteerd moeten worden
- Metrieke worden gebruikt om een kwantitatief oordeel over software te genereren. Maar als je niet precies weet wat er gemeten wordt, weet je zeker niet wat er uit die metingen op te maken valt.

Software complexiteit is op zich al een complexe verzameling eigenschappen. Alle eigenschappen meten is onmogelijk, omdat wetenschappelijk niet vaststaat uit welke factoren die complexiteit is opgebouwd. Er zal dus een tussenweg gekozen moeten worden door die eigenschappen te meten, waarvan sterk vermoed wordt dat zij in grote mate bijdragen aan de complexiteit van software.

Als bepaald is welke metrieke het best geschikt zijn voor het doel van de metingen, dan rest nog het probleem van het interpreteren van de resultaten. Metrieke leveren getallen op en het zou gemakkelijk zijn als aan deze absolute getallen een absoluut oordeel gekoppeld kon worden, maar dat is niet zo eenvoudig. In het algemeen geldt voor complexiteitsmetrieke dat procedures met een hoge meetwaarde een hogere complexiteit hebben dan procedures met een lage meetwaarde. Maar van een procedure met een complexiteit van 10 (voor een bepaalde metriek) valt nog niet te zeggen hoe complex die procedure is. Wel zal in het algemeen die procedure complexer zijn dan een procedure met een metriekwaarde van bijvoorbeeld 7. Het is dan ook aan te bevelen om de meetwaarden van procedures met elkaar te vergelijken en de complexiteit van procedures ten opzichte van andere procedures te bepalen.

Om dergelijke vergelijkingen te kunnen doen en daarna conclusies te kunnen trekken over bijvoorbeeld de onderhoudbaarheid van een procedure, is het nodig om de metrieke af te stemmen op de eigen situatie. Door voor software systemen waarvan de complexiteit (of onderhoudbaarheid) reeds bekend is, de metriekwaarden te berekenen en op te slaan, kan een referentie-kader geschaapen worden waarmee onbekende procedures vergeleken kunnen worden. Heeft een onbekende procedure een hogere metriekwaarde dan een bekende procedure, dan zal deze onbekende procedure waarschijnlijk complexer (en minder goed onderhoudbaar) zijn dan de bekende procedure.

Men moet echter voorzichtig zijn bij het interpreteren van de meetresultaten. Want hoewel metrieken op een objectieve manier meten aan software, kunnen zij in sommige gevallen toch een verkeerd beeld schetsen. Zo is er bij McCabe's Cyclomatic Complexity één uitzondering op de regel dat de complexiteit van een procedure 10 of lager moet zijn om goed onderhoudbaar te zijn: CASE-statements zijn op zich niet zo complex, maar verhogen

de complexiteit met het aantal CASEs-1. Een procedure met een groot CASE-statement lijkt daardoor onterecht erg complex. Een beoordelaar zal dus steekproeven moeten nemen om dit soort gevallen op te vangen. De meetwaarden kunnen daarbij helpen de aandacht te richten op de meest complexe procedures.

Ter illustratie wordt in afbeelding 6 een voorbeeld van een meetrapport getoond.

Complexity Report by Procedure for: TEST.C

Procedure	N	N'	P/R	V	Effort	VG1	VG2	LOC	<;>	SP	VL
main	437	453	1.04	2793	196811	16	16	124	49	16	9
functie__1	370	551	1.49	2447	133612	15	17	121	40	13	11
functie__2	297	333	1.12	1795	94606	9	13	74	25	8	9
functie__3	355	387	1.09	2204	112832	14	21	112	31	14	11
functie__4	104	139	1.34	529	13393	3	8	23	5	2	12

Summary Complexity Report for: TEST.RPT

Unique Operators (n1):	77
Unique Operands (n2):	127
Total Operators (N1):	968
Total Operands (N2):	595
Software Science Length (N):	1563
Estimated Software Science Length (N'):	1370
Software Science Volume (V):	11992
Software Science Effort (E):	2163045
Estimated Errors using Software Science (B')	4
Estimated Time to Develop, in hours (T')	33
Cyclomatic Complexity (VG1):	53
Extended Cyclomatic Complexity (VG2):	71
Average Cyclomatic Complexity:	10
Average Extended Cyclomatic Complexity:	14
Lines of Code (LOC):	579
Number of Comment Lines:	109
Number of Blank Lines:	56
Number of Executable Semi-colons <;>:	150
Number of Procedures/Functions:	5

Afb. 6 Voorbeeld van een meetrapport.

Categorieën software metrieken

Metrieken die aan de source code meten zijn grofweg te verdelen in metrieken die de grootte van de source code bepalen en metrieken die aan (een aspect van) de complexiteit van de source code meten. De complexiteitsmetrieken zijn verder in te delen in de zogenaamde control flow-, data flow- en data-structuur metrieken.

Naast deze groepen metrieken bestaan er nog zogenaamde hybride metrieken die bestaan uit een combinatie van metrieken uit de andere groepen, bijvoorbeeld een control flow-metrik gecombineerd met een data flow-metrik.

Hoewel deze hybride metrik in de literatuur 'metriecken' genoemd worden, zijn het eigenlijk modellen.

Grootte-metriecken Metriecken die meten aan de grootte van de source code bestaan al heel lang. De grootte van software kan op een aantal manieren gemeten worden, maar de bekendste metriecken zijn:

- *Lines of code*. De lengte van het programma wordt gemeten door het aantal regels code te tellen; lege en/of commentaar regels worden niet, of apart geteld. Het is trouwens niet altijd even simpel om te bepalen wat nu precies één regel code is: er kan geteld worden hoeveel fysieke regels tekst de source code bevat, maar er kan ook geteld worden hoeveel regels code er zijn volgens de syntaxis van de betreffende programmeertaal. Beide tellingen kunnen totaal verschillende resultaten opleveren bij het tellen van het aantal regels van hetzelfde stuk source code. Naast het tellen van het aantal regels source code kan ook het aantal blanco regels, of het aantal commentaar-regels geteld worden. Deze tellingen kunnen gebruikt worden om een zogenaamde commentaar/code-ratio te bepalen.

- *Halstead's Software Science Indicators*. Deze metriecken beschouwen een programma als een verzameling tokens die of een operator of een operand zijn. Ter verduidelijking: een operator geeft aan welke operatie op één of meer operanden uitgevoerd moet worden. Er worden vier totalen berekend die gebruikt worden om drie indi-

catoeren uit te rekenen. De totalen zijn:

n_1 = het aantal unieke operatoren,

n_2 = het aantal unieke operanden,

N_1 = het totaal aantal operatoren dat voorkomt in het programma,

N_2 = het totaal aantal operanden dat voorkomt in het programma.

Deze totalen zijn de eigenlijke metriecken die een maat zijn voor de grootte van de source code. Op basis van deze metriecken worden een aantal *indicatoren* afgeleid:

De grootte van een programma, $N = N_1 + N_2$

Het vocabulaire, $n = n_1 + n_2$

Het volume, $V = N * \log_2(n)$

Deze indicatoren worden gebruikt om een schatter op te stellen, de zogenaamde *programming effort* E , die weer geeft hoeveel werk het een programmeur kost om ideeën over de oplossing van een probleem te vertalen naar een implementatie van die oplossing, in een hem bekende programmeertaal. De formule voor deze schatter is:

$$E = \frac{V}{2/n_1 * n_2/N_2}$$

Hiervan kan weer een schatter voor de ontwikkeltijd T afgeleid worden: $T = E/S$, waarbij S staat voor het aantal mentale discriminaties dat een programmeur per seconde maakt; uit psychologische studies is 'gebleken' dat dit aantal bij geconcentreerd werken ongeveer 18 bedraagt. Een schatter voor het aantal fouten in de ontwikkelde code is: $B = V/E_0$, waarbij E_0 staat voor de 'mean time to failure' voor een menselijke programmeur, uitgedrukt in het aantal mentale discriminaties dat gemaakt wordt, voordat een fout gemaakt wordt. Uit onafhankelijk onderzoek uitgevoerd door psychologen bleek dat 3200 een bruikbare waarde voor E_0 is. Over de bruikbaarheid van T en B bestaan twijfels. In de wetenschappelijke wereld zijn de meningen over de modellen van Halstead verdeeld. In afbeelding 7 is een illustratief voorbeeld van de Halstead metrik gegeven. Het betreft hier niet noodzakelijkerwijs een optimaal algoritme.

	regel-nr.	
function max (A, B)	1	Aantal regels = 10 of 1.....
{	2	
if (A <= B)	3	Halstead: n1 = 11
if (A = B)	4	n2 = 2 n = 13
print (A);	5	N1 = 29
else	6	N2 = 9 N = 38
print (B);	7	V = 97
else	8	E = 2450
print (A);	9	T = 136 seconden
}	10	B = 0.03 = 0 fouten

Afb. 7

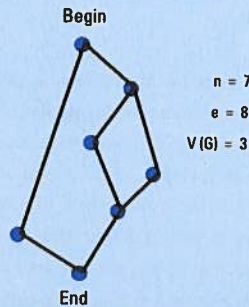
Control flow-metrieken Control flow-metrieken hebben betrekking op de verschillende paden die door de source code gevolgd kunnen worden tijdens het uitvoeren van het programma. Door de evaluaties van condities in de source code wordt als het ware besloten om een bepaald pad door de source code te volgen. Deze beslissingen worden in talen als 'C' en 'Pascal' weergegeven als zogenaamde 'IF'-statements. Het bekendste voorbeeld van een control flow-metrick is de metrick van McCabe:

• *M McCabe's Cyclomatic Complexity.* Deze metrick is een maat voor het aantal beslissingen dat in het programma

genomen wordt. Het programma wordt beschreven als een graaf waarin opdrachten worden weergegeven als knopen, elke beslissing wordt weergegeven als een vertakking. Van de graaf worden dan de aantallen knopen en takken geteld. De cyclomatische complexiteit van een programma *G* met *e* takken en *n* knopen is dan: $V(G) = e - n + 2$. In het voorbeeld in afb. 8 wordt zo berekend dat er 3 paden door het programma mogelijk zijn. Hierbij moet opgemerkt worden, dat de eigenlijke metrieken de aantallen takken en knopen tellen, en het cyclomatische complexiteitsgetal eigenlijk een schatting is van de complexiteit van de control-structuur.

	regel-nr.
function max (A, B)	1
{	2
if (A <= B)	3
if (A = B)	4
print (A);	5
else	6
print (B);	7
else	8
print (A);	9
}	10

MCCabe's Cyclomatic Complexity



Aantal knopen (*n*) = 7
 Aantal takken (*e*) = 8
 $V(G) = e - n + 2 = 8 - 7 + 2 = 3$
 Aantal paden door programma = 3

Afb. 8

Data flow-metrieken Data flow-metrieken verrichten metingen aan de samenhang van het programma, bijvoorbeeld de informatiestromen door het programma, of het overdragen van de besturing tussen procedures. Een bekend voorbeeld is:

- *Henry & Kafura's Information Flow Metric.* De Information Flow metriek van Henry en Kafura poogt de complexiteit van de code te bepalen met betrekking tot de stromen van informatie tussen procedures. Er wordt onderscheid gemaakt tussen informatiestromen die een procedure ingaan (fan-in) en informatiestromen die een procedure uitgaan (fan-out). De fan-in wordt bepaald door het aantal invoer-parameters van een procedure en het aantal globale datastructuren waarvan de procedure de waarden uitleest. De fan-out wordt bepaald door de waarden die de procedure retourneert en het aantal globale data-structuren die door de procedure een nieuwe waarde toegekend worden. Hieruit wordt de complexiteit C_p van de procedure bepaald:

$$C_p = (\text{fan-in} * \text{fan-out})^2.$$

Data-structuur-metrieken In tegenstelling tot de data flow-metrieken, meten de datastructuurmetrieken niet aan het gebruik van data-structuren door modules en het uitwisselen van data tussen modules, maar aan de complexiteit die in de data-structuur zelf opgesloten ligt. Een goed voorbeeld hiervan is:

- *Tsai's Data Structure Complexity Metric.* Tsai e.a. presenteren een algoritme om een maat voor de complexiteit van data-structuren te berekenen. Zij gaan ervan uit dat de data centraal staan in een applicatie; de functionaliteit kan gezien worden als bewerkingen op die data. De complexiteit van de data-structuren is daardoor tevens een maat voor de complexiteit van de uiteindelijke applicatie. Hoe complexer de data-structuren zijn, hoe moeilijker de applicatie te doorgronden is. Doordat het data-model meestal één van de eerste onderdelen van het ontwerp is die beschikbaar komen, kan de metriek al in een vroeg stadium van de software life cycle gebruikt worden om de complexiteit van een software-

produkt te schatten.

De voorgestelde metriek is een polynoom in één variabele, waarin de exponenten de complexiteit aangeven van cyclische definities (bijvoorbeeld een record-definitie met daarin een pointer naar een record van hetzelfde type) en de coëfficiënten de complexiteit aangeven die hoort bij de niet-cyclische definities. Voor een set data-structuur definities wordt dan een set polynomen berekend. Elke polynoom geeft de complexiteit van een data-structuur weer. De complexiteiten van verschillende data-structuren kunnen dan met elkaar vergeleken worden door de polynomen te ordenen.

Hybride metrieken Hybride metrieken zijn modellen die metrieken uit de bovenstaande groepen combineren, vaak control flow-metrieken gecombineerd met data flow-metrieken. Voorbeelden zijn:

- *Woodfield's Syntactic Interconnection Measure.* Deze hybride metriek probeert de programmeer-inspanning te relateren aan de tijd die nodig is om het programma te begrijpen. Woodfield definieert relaties tussen twee modules als een partiële ordening tussen modules A en B zodanig dat men de functie van module B moet begrijpen, voordat men de functie van module A kan begrijpen. Fan-in wordt door Woodfield gedefinieerd als het aantal malen dat een aspect van een module B gereviewd moet worden om module A te kunnen begrijpen. De complexiteit C_b van module B wordt dan door de volgende vergelijking weergegeven:

$$C_b = C_{ib} * \sum_{k=2}^{\text{fan}_{in} - 1} RC^k - 1$$

C_{ib} staat in deze vergelijking voor de interne complexiteit van de code van module B en RC is een reviewconstante. Voor de interne complexiteit kan een willekeurige code-metriek gebruikt worden; Woodfield zelf gebruikt in zijn model Halstead's Program Effort met een reviewconstante van 2/3.

- *Henry & Kafura's Information Flow, gecombineerd met*

een willekeurige grootte- of control flow-metrick. Henry en Kafura's Information Flow metrick kan ook op een hybride manier gebruikt worden, waarbij de complexiteit van een procedure vermenigvuldigd wordt met zijn interne complexiteit C_{ip} , aangegeven door een willekeurige grootte- of control flow-metrick. De complexiteit wordt dan gegeven door de volgende vergelijking:

$$C_p = C_{ip} * (\text{fan-in} * \text{fan-out})^2.$$

- *Hansen's measure of complexity.* Hansen heeft een metrick bedacht die de cyclomatische complexiteit combineert met een telling van operatoren vergelijkbaar met Halstead's n_1 . Hansen's metrick is een verzameling (a, b) waarin a de som is van het aantal keuzeconstructies (b.v. IF en CASE) en het aantal herhalings-constructies (b.v. FOR-DO, DO-WHILE), en b het aantal operatoren in het programma weergeeft. Operatoren zijn: primitieven als +, - en 'AND'; toekenningen; procedure aanroepen; array indiceringen en input- en outputstatements. Het cyclomatische deel van de metrick is een maat voor de control flowcomplexiteit, en de telling van het aantal operatoren is een maat voor de 'hoeveelheid werk die verricht wordt'.

Toepassen van metrieken bij software-onderhoud

In het overzicht van complexiteitsmetrieken worden de genoemde metrieken verdeeld over vier categorieën. Elke metrick meet op zijn eigen manier de complexiteit van software, en meet vaak slechts aan één van de factoren die bijdragen aan de complexiteit. Het zou het efficiëntst zijn als alleen aan die factoren gemeten zou worden die een rol spelen bij het onderhouden van software.

McCabe's Cyclomatic Complexity, Halstead's Volume en Effort en Henry & Kafura's Information Flow (en de hybride combinaties hiervan) vormen een interessante doorsnede van de genoemde metrieken. McCabe's cyclomatic complexity is gebaseerd op het aantal beslismomenten in de software en is een maat voor de complexiteit van de logische structuur van het programma. Halstead's Volume en Effort zijn maten voor respectievelijk de grootte van een programma en de hoeveelheid

inspanning die nodig was om het programma te ontwikkelen. Henry & Kafura's Information Flow is een maat voor de samenhang tussen procedures in een programma. Er is onderzoek gedaan naar de correlatie, de samenhang tussen deze metrieken. Een sterke samenhang wordt aangegeven door een hoge correlatie, een zwakke correlatie geeft aan dat er aan verschillende aspecten gemeten wordt. Het blijkt dat de code-metrieken onderling redelijk sterk gecorreleerd zijn, maar dat de drie groepen metrieken onderling slechts zwak gecorreleerd zijn.

De bovenstaande complexiteitsmetrieken meten factoren die intuïtief de onderhoudbaarheid aardig afdekken; er is echter geen literatuur bekend die aangeeft of deze factoren voldoende zeggen over onderhoudbaarheid, of dat er nog andere belangrijke factoren meespelen.

Het bepalen van de onderhoudbaarheid van onbekende software

Metrieken kunnen ingezet worden bij de beoordeling van software. Zij kunnen niet volautomatisch een kant-en-klare beoordeling van die software opleveren, maar zij kunnen wel de beoordelaar helpen door complexe (en dus interessante) stukken software te identificeren.

Het identificeren van complexe stukken software gebeurt met behulp van *drempelwaarden*. Omdat aan absolute waarden moeilijk een vaste betekenis gekoppeld kan worden, kunnen metrieken beter gebruikt worden wanneer procedures met elkaar vergeleken worden. Indien de procedures van een nog onbekend software-systeem worden vergeleken met de procedures van een systeem waarvan de onderhoudbaarheid wel bekend is, dan kan een uitspraak gedaan worden over de onderhoudbaarheid van dat onbekende systeem ten opzichte van het bekende systeem. De meetwaarde die door een metrick aan het bekende systeem wordt gekoppeld, vormt dan een *drempel*.

Alle meetwaarden die zo'n drempel overschrijden, duiden procedures aan die waarschijnlijk minder goed te onderhouden zijn dan de procedures van het referentiesysteem. Door de procedures met hogere meetwaarden

nog eens nader te beschouwen, kan een indruk verkregen worden van de problemen die het systeem mogelijk zal opleveren tijdens het onderhoud. Complexe code kan op deze manier al in vroeg stadium ontdekt worden en meegenomen worden in de beoordeling van het software-systeem.

Het is dus van belang deze drempelwaarden goed te kiezen. Wordt een te lage drempelwaarde gekozen, dan krijgt de beoordelaar een veel te grote lijst met procedures die 'niet aan de norm voldoen'; de beoordelaar wordt overspoeld met informatie en hij moet zelf nog de probleemgevallen bepalen. Wordt de drempelwaarde daarentegen te hoog gekozen, dan krijgt de beoordelaar te weinig informatie; complexe en dus slecht te onderhouden procedures ontsnappen nu aan zijn aandacht.

Aan een drempelwaarde kan bijvoorbeeld de eis worden gesteld dat deze zo'n 30% van de procedures van een systeem zichtbaar moet maken. Uitgangspunt hiervan is dat de top-30% van de complexe procedures voldoende informatie leveren voor een beoordelaar. De drempelwaarden kunnen bijvoorbeeld berekend worden door de standaarddeviatie (std-dev) op te tellen bij het gemiddelde (avg) van de waarnemingen (obs) (uitgaande van normaal-verdeelde waarnemingen):

de drempel = avg + std-dev =

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n obs_i + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (obs_i - avg)^2}$$

Kwaliteitscontrole tijdens onderhoud

Tijdens het onderhoud kunnen metrieken gebruikt worden om het verloop in de complexiteit van de software in de gaten te houden. Wanneer de software in onderhoud genomen wordt, moet de onderhouder voor alle relevante metrieken de bijbehorende meetwaarden bepalen. Deze metriekwaarden vormen dan een referentie-kader

waartegen de onderhoudsactiviteiten getoetst kunnen worden.

Nadat één of meerdere onderdelen van het systeem zijn gewijzigd, worden voor deze onderdelen de metriekwaarden opnieuw bepaald en vergeleken met de oorspronkelijke waarden. Zijn de nieuwe waarden hoger dan de oude waarden, dan is de complexiteit van de software tijdens het onderhoud toegenomen. Omdat een toename in de complexiteit toekomstig onderhoud moeilijker kan maken, is het raadzaam om te onderzoeken of deze toename onvermijdelijk is, of dat de toename voorkomen kan worden door de wijziging op een andere manier aan te brengen. Is de toename onvermijdelijk, en wordt de complexiteit van de software zodanig dat dit software-onderdeel bij toekomstig onderhoud problemen kan opleveren, dan kan het nuttig zijn om dit software-onderdeel voor preventief onderhoud in aanmerking te laten komen. Bij preventief onderhoud wordt de software zodanig herschreven dat de onderhoudbaarheid ervan verbeterd wordt, dat wil zeggen dat de complexiteit ervan wordt verminderd.

Indien na alle wijzigingen (ook na preventief onderhoud) de metriekwaarden bepaald worden en bewaard worden, wordt de evolutie (qua complexiteit) van de software vastgelegd. Behalve dat deze gegevens gebruikt kunnen worden om de onderhoudsactiviteiten te evalueren en te sturen, kunnen deze gegevens ook gebruikt worden om meer te weten te komen over het onderhouden van systemen in het algemeen. Door bij te houden hoeveel onderhoudsinspanning nodig is voor software met een bepaalde complexiteit, kunnen de drempels voor de beoordeling van software bijgesteld worden en kunnen de schattingen voor de benodigde onderhoudsinspanning verbeterd worden.

Nedlloyd kiest voor wereldwijd elektronisch berichtenverkeer van PTT Telecom

PTT Telecom gaat diensten voor wereldwijd elektronisch berichtenverkeer leveren aan Koninklijke Nedlloyd Groep. De diensten zijn gebaseerd op de internationale X.400 standaard. Dit berichtenverkeer stelt de kantoren van Nedlloyd in staat om wereldwijd elektronisch berichten te versturen en te ontvangen, zowel onderling als naar agenten en toeleveranciers. Het telexverkeer van Nedlloyd, bestaande uit enkele miljoenen berichten per jaar, wordt vervangen door dit elektronische berichtenverkeer, waarbij Nedlloyd goedkoper en sneller bediend wordt.

Onlangs hebben PTT Telecom en Nedlloyd hiertoe een contract ondertekend, waarvoor Unisource de diensten levert.

Nedlloyd is actief op het gehele terrein van wereldwijde logistieke dienstverlening en kan dit automatische berichtenverkeer integreren met de aanwezige logistieke en administratieve geautomatiseerde bedrijfsprocessen.

Unisource verzorgt voor Nedlloyd het berichtenverkeer van deur-tot-deur tegen een eenduidige prijs per bericht en het verzorgt de koppeling naar telex en fax. Het bedrijf krijgt op maandelijkse basis gedetailleerde managementinformatie.

Daarnaast is het voor Nedlloyd aantrekkelijk dat het voor deze nieuwe dienstverlening voortaan te maken heeft met een enkele contractpartner. Het internationale transportbedrijf hoeft hiervoor niet meer afzonderlijk afspraken te maken met honderden lokale telecomorganisaties.

PTT Telecom brengt in Nederland de diensten van Unisource, het samenwerkingsverband van het Zweedse Telia, Swiss Telecom PTT en PTT Telecom op de markt.

Unisource is de eerste pan-europese organisatie die wereldwijd telecommunicatievoorzienin-

gen voor bedrijven levert, waaronder datacommunicatie, berichtendiensten, satellietverbindingen en outsourcing.

Unisource heeft onlangs een exclusieve overeenkomst afgesloten met het Spaanse bedrijf Telefonica voor uitbreiding van de dienstverlening in Zuid-Europa. In Japan wordt samengewerkt met KDD. Unisource werkt sinds kort ook nauw samen met SITA, eigenaar van een wereldwijd netwerk.

(Bron: Persbericht PTT Telecom, T016/1994)

Themadag over workflow en PDM

Een goede doorstroming van actuele informatie in het ontwerp- en productieproces is van cruciaal belang voor industriële ondernemingen. Het gaat daarbij om zowel in- als externe gegevens over engineering, produkt en logistiek. Belangrijke instrumenten om de betrouwbaarheid en actualiteit van die informatie te bewaken en informatie-processen goed op elkaar af te stemmen, vormen de nieuwe technieken voor workflow en produkt data management (PDM). Over dit onderwerp houden FME en de FME-brancherorganisatie Holland Elektronika op 20 april a.s. een themadag. Dat gebeurt in samenwerking met M.I.S. Organisatie-ingenieurs B.V. en CIMdata Inc. De dag vindt plaats in het RAI Congrescentrum te Amsterdam.

De themadag is met name geschikt voor middelgrote en kleinere productiebedrijven met een eigen engineering-functie. Het programma bestaat uit een algemeen inleidend gedeelte met een overzicht van de stand van zaken, gevolgd door een tweetal parallelsessies met praktijkcases en een workshop. 's Morgens komen onderwerpen aan de orde als: het waarom van PDM, de invoering ervan, de verkrijgbaarheid van produkten, standaards, in- en externe koppelingen.

Van de twee parallelsessies is er één bestemd

voor de elektronica- en elektrotechnische industrie, de andere is meer georiënteerd op de werktuigbouwkundige omgeving. De workshop tenslotte is bedoeld voor deelnemers met concrete plannen om PDM te implementeren. Bij een aantal ondernemingen zijn in de afgelopen jaren projecten op het gebied van PDM en workflow-management gestart en ten dele ook reeds afgerond. De ervaringen die in deze projecten werden opgedaan, komen in de middagsessies van de themadag uitgebreid aan de orde. Op die manier ontstaat een goed beeld van de voetangels en klemmen, maar ook van de mogelijkheden van deze nieuwe technieken, zowel voor uitbesteders als toeleveranciers.

(Bron: Persbericht Holland Elektronika, februari 1994)

PTT Telecom komt met nieuwe telefoontarieven op 1 april 1994

Telefoneren binnen het basistariefgebied in Nederland wordt per 1 april duurder. De telefoontik, die nu voor 'lokaal' bellen (van 08.00-18.00 uur) f 0,15 per 4 minuten kost, wordt verkort tot 2,5 minuten.

Daar tegenover staat dat internationaal telefoneren naar diverse bestemmingen goedkoper wordt. Het nachttarief bij internationaal telefoneren naar Europese bestemmingen zal verdwijnen.

De tariefwijzigingen zijn een volgende stap in de in 1992 ingezette herbalancerings van de tarieven als gevolg van EG-regelgeving: tarieven moeten in overeenstemming zijn met de werkelijke kosten. Delen van het nationale telefoonverkeer kunnen niet langer gecompenseerd worden door opbrengsten uit het internationale telefoonverkeer. De tariefwijzigingen vallen binnen het met de overheid afgesproken tariefbeheersingssysteem. PTT Telecom verwacht dat hiermee tot 1996 (de verplichte BTW-

heffing) verder geen verhoging van het nationale telefoontarief nodig is. De telefoontarieven van PTT Telecom blijven ook na de tariefwijziging bijna de laagste in Europa. PTT Telecom streeft ernaar één van de voordeligste telecomcommunicatiebedrijven in Europa te blijven.

Nationaal telefoneren. Het tarief voor bellen in het basistariefgebied (lokaal) blijft f 0,15 per tik, maar de tijd die daarvoor gebeld kan worden, neemt af van 4 minuten naar 2,5 minuten tussen 08.00 uur en 18.00 uur. Daarbuiten en in het weekend duurt de tik geen 8 minuten, maar 5 minuten. Het basistariefgebied is het gebied van het eigen netnummer en alle aangrenzende gebieden. De tarieven voor bellen buiten het basistariefgebied (inter-lokaal) en het maandabonnement blijven ongewijzigd. Het uiteindelijke effect van de tariefwijziging op de telefoonnota is afhankelijk van het telefoongebruik van iedere individuele klant. Door het verkeerstarief te verhogen en niet het telefoonabonnement heeft de consument zelf invloed op de hoogte van zijn telefoonrekening. Het blijkt dat 70% van de gesprekken in het basistariefgebied overdag korter duurt dan 2,5 minuten en 's avonds en in het weekend 80% korter dan 5 minuten. Dit houdt in dat de tariefwijziging op 75% van alle gesprekken in het basistariefgebied geen invloed zal hebben.

Internationaal telefoneren. Het bellen met diverse landen in Europa wordt goedkoper. Voor België, Duitsland, Frankrijk en Luxemburg gaat het standaardtarief met zo'n 14% omlaag van circa f 1,10 naar circa f 0,95 per minuut, en het daltarief van circa f 0,90 naar circa f 0,85 per minuut. Ook het bellen naar Zweden en Zwitserland wordt goedkoper. Vanaf 1 april wordt het standaardtarief voor beide landen circa f 0,90 per minuut en het daltarief circa f 0,80 per minuut. Deze tariefsverlaging is het gevolg van de samenwerking in Unisource van PTT Telecom, het Zweedse Telia en Swiss PTT Telecom. Ook het telefoneren met de VS (excl. Hawaii en Alaska) en Canada wordt goedkoper.

Het standaardtarief gaat met bijna 13% omlaag van circa *f* 1,95 naar circa *f* 1,70 per minuut. Het daltarief voor deze landen gaat van circa *f* 1,70 naar circa *f* 1,50 per minuut. In de tweede helft van 1994 zullen verdere verlagingen van de internationale tarieven worden doorgevoerd. Op 1 april vervalt het nachttarief voor Europese bestemmingen. Voor deze bestemmingen bestaat het standaardtarief en het daltarief.

Ook de tarieven voor ISDN wijzigen, voor belten binnen het basistariefgebied geldt een tariefsverhoging van *f* 0,0375 naar *f* 0,06 per minuut tijdens kantooruren en van *f* 0,0188 naar *f* 0,03 per minuut buiten kantooruren. De tariefstructuur voor groepsnummers en doorkiesnummers wordt verder vereenvoudigd, wat in de meeste gevallen een verlaging van de kosten betekent. De internationale tarieven voor ISDN gaan omlaag voor dezelfde landen als waarvoor de telefonietarieven zijn verlaagd.

(Bron: Persbericht PTT Telecom, T015/1994)

Meer keuze voor gebruikers van mobiele telefoniediensten

PTT Telecom start met een nieuwe distributievorm voor mobiele telefonie *Service Provision*. Gebruikers van mobiele telefoniediensten hebben vanaf 15 februari 1994 een uitgebreidere keuze uit diverse diensten en abonnementsvormen. Twee bedrijven zullen de diensten van Het Mobiele Netwerk van PTT Telecom gaan verkopen: Martin Dawes Telecommunications Netherlands B.V. en Service Provider One B.V. Deze zogenoemde service providers voegen aanvullende diensten toe aan de bestaande abonnementen op Het Mobiele Netwerk. Behalve bij de genoemde service providers kan de klant voor soortgelijke aanvullende diensten ook terecht bij de Primafoons en Business Centers van PTT Telecom. PTT Telecom verwacht op korte termijn ook met een aantal andere ser-

vice providers contracten te tekenen. Met de komst van service providers wordt een snellere ontwikkeling van de markt van mobiele communicatie verwacht.

Martin Dawes is in onder meer de U.K., Frankrijk en Duitsland reeds succesvol als service provider. In Nederland is het bedrijf actief onder de naam Martin Dawes Telecommunications Netherlands B.V., een samenwerking van Martin Dawes Europe en Pon Holdings B.V. Service Provider One B.V. is een Nederlandse service provider, het is ontstaan uit een samenwerking tussen Debitel Kommunikations Technik GmbH en Radio Holland Electronics B.V. Ook Debitel is in een aantal Europese landen succesvol actief als service provider.

Een service provider verkoopt mobiele telefoniediensten en voegt daar extra diensten aan toe. Hij zet zijn diensten af via dealers. De rol van de service provider is vergelijkbaar met de touroperator in de reiswereld. Deze combineert de aankoop van vliegtuigstoelen of hotelbedden met allerlei aanvullende diensten zoals verzekeringen, hostess-service of verhuur van een lokale auto.

Net zoals de touroperator niet over eigen vliegtuigen of hotels beschikt zo hebben de onafhankelijke service providers geen eigen netwerk. Zij maken gebruik van de netwerkcapaciteit van Het Mobiele Netwerk van PTT Telecom. Evenals de touroperators, bieden de service providers aanvullende diensten. In combinatie met de abonnementsvormen van PTT Telecom offeren zij toegevoegde waarde diensten zoals verzekeringen, vervangende toestellen en berichtendiensten (o.a. verkeersinformatie). De service providers bieden standaard- of maatwerkpakketten aan op basis van de bestaande abonnementsvormen voor mobiele telefonie: namelijk PrivateSpace, KeySpace of HighSpace. Vanaf 1 juli breidt PTT Telecom dit aanbod uit met abonnementen voor GSM, het paneuropese mobiele netwerk.

Martin Dawes en Service Provider One bege-

ven zich vanaf vandaag actief op de Nederlandse markt.

(Bron: Persbericht PTT Telecom, T012/1994)

Boekbespreking

Titel: *Technische telematica*

Auteur: P.J.G. Hammer

Leidschendam: Lansa Publishing, 1993

x,211 p.

ISBN 90-71996-76-x

Dit boek is tot stand gekomen in het kader van een samenwerkingsverband tussen de Hogeschool Venlo en de Hogeschool Heerlen voor een project telematica.

In vier hoofdstukken wordt de techniek van telematica beschreven. Elk hoofdstuk begint met doelstellingen en eindigt met een samenvatting. Voorts is elk hoofdstuk voorzien van een aantal opgaven en de daarbij behorende antwoorden. Het eerste hoofdstuk vormt een inleiding op het boek en plaatst de onderwerpen in hun onderlinge verband. Dit gebeurt aan de hand van een model. Vervolgens wordt aandacht besteed aan de plaats van telematica in de organisatie. Ook wordt ingegaan op wat verstaan wordt onder telematicadiensten (hoe deze kunnen worden onderverdeeld) en op telematicatoepassingen. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een gedeelte over netwerken. Aan de orde komen de functies en de opbouw van een netwerk, soorten netwerken en eigenschappen van een netwerk.

Het tweede hoofdstuk heeft betrekking op communicatiestandaarden. Er wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste standaardisatieorganisaties op het gebied van telematica en de rol van ISO en CCITT in het bijzonder.

In het derde hoofdstuk komt het OSI-referentiemodel aan de orde. Alle zeven lagen van het model worden besproken. Daarbij wordt aandacht besteed aan functies en protocollen. De rol van elke laag wordt verduidelijkt aan de hand van een voorbeeld.

Het vierde hoofdstuk gaat over communicatiemiddelen. Hieronder wordt verstaan het geheel van technische middelen die communicatie mogelijk maken.

Het geheel van communicatiemiddelen wordt het netwerk genoemd. Er wordt aandacht besteed aan het netwerk als technische infrastructuur. Aan de orde komen daarbij functies en diensten van het netwerk, opbouw van het netwerk, netwerkstructuur en netwerk protocol architectuur. Voorts worden de principes van een circuitgeschakeld en pakketgeschakeld netwerk uitgelegd. Ook wordt ingegaan op transmissie-media, transmissietechnieken, netwerkknooppunten en het modem.

Deze boekbespreking is samengesteld door Genevva Geppart, BIDATA techniek, in opdracht van de redactie van PTT Telecom Studieblad. KPN-medewerkers kunnen het boek onder vermelding van BIDATA-kenmerk 1013922 lenen bij: Koninklijke PTT Nederland, BIDATA, Gebouw SI, Postbus 30.000, 2500 GA Den Haag, Tel. 070 - 33 23172.